



PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E
 DELLE PROVINCE AUTONOME

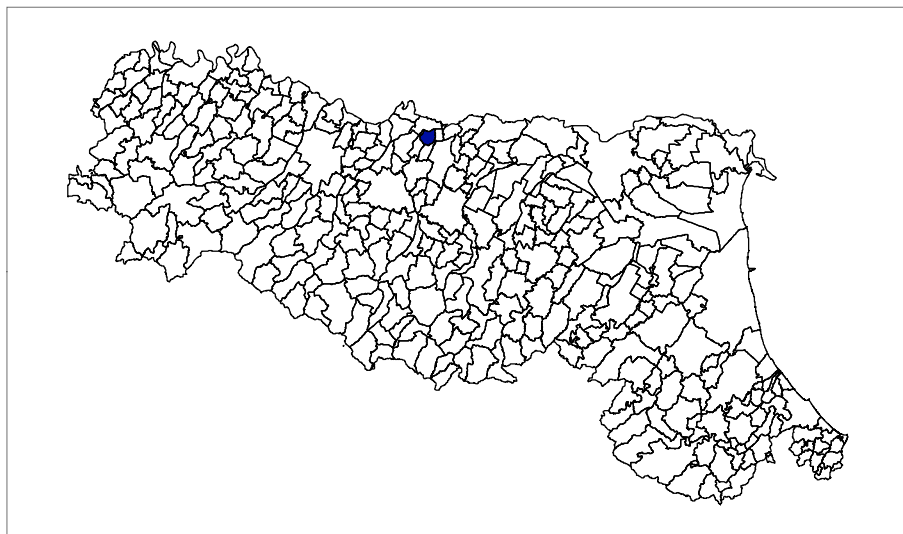
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica

Relazione Tecnica Illustrativa

Regione Emilia-Romagna
Comune di Fabbrico



| | | | | |
|---|--|--|------------------------------|--|
| <p>Regione Emilia Romagna</p> <p><i>Studio realizzato con il contributo di cui all'OCDPC 171/2014 DGR ER 1227/2015.</i></p> <p><i>Coordinamento della Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Luca Martelli</i></p> | <p>Soggetto realizzatore</p> <p>Studio Geologico CENTROGEO</p> <p><i>Progetto:</i> Gian Pietro Mazzetti</p> <p><i>Collaboratori:</i> Stefano Gilli Andrea Arbizzi Mauro Mazzetti</p> | <p>Amministrazione comunale</p> <p><i>Sindaco:</i> Maurizio Terzi</p> <p><i>Responsabile Ufficio Tecnico:</i> Francesca Erriu</p> <table border="1" data-bbox="1023 2018 1481 2107"> <tr> <td data-bbox="1023 2018 1254 2107"> <p>Data Ottobre 2017</p> </td> <td data-bbox="1254 2018 1481 2107"></td> </tr> </table> | <p>Data Ottobre 2017</p> | |
| <p>Data Ottobre 2017</p> | | | | |

Provincia di Reggio Emilia
Comune di Fabbrico
MICROZONAZIONE SISMICA
MODELLAZIONE E CARATTERIZZAZIONE
GEOLOGICO TECNICA E SISMICA

SOMMARIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUZIONE..... | 1 |
| 1.1 | INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO..... | 2 |
| 2 | DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE..... | 3 |
| 2.1 | Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento..... | 17 |
| 3 | ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE..... | 19 |
| 3.1 | Caratteri sismotettonici..... | 26 |
| 3.2 | Attività tettonica..... | 28 |
| 3.3 | Subsidenza..... | 30 |
| 4 | INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO..... | 32 |
| 4.1 | Assetto strutturale depositi del quaternario continentale..... | 35 |
| 4.1.1 | Subsistema AES8..... | 35 |
| 4.1.2 | Subsistema AES7..... | 36 |
| 4.1.3 | Sistema AES..... | 36 |
| 4.1.4 | Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore AEI..... | 38 |
| 4.1.5 | Sistema Quaternario Marino Superiore..... | 38 |
| 4.2 | IDROGEOLOGIA..... | 39 |
| 4.2.1 | Idrografia di superficie..... | 39 |
| 4.2.2 | Ambiente Idrico Sotterraneo..... | 42 |
| 4.2.3 | Definizione del sistema idrogeologico..... | 43 |
| 4.2.4 | Definizione spaziale del Modello Idrogeologico Locale..... | 43 |
| 4.2.5 | Serie Idrogeologica Locale..... | 44 |
| 4.2.6 | Conducibilità idraulica acquiferi..... | 47 |
| 4.3 | Identificazione dinamica del sistema idrogeologico locale..... | 49 |
| 4.3.1 | Piezometria dell'acquifero freatico..... | 49 |
| 4.3.2 | Soggiacenza Acquifero freatico..... | 51 |
| 4.4 | Identificazione temporale del sistema Idrogeologico..... | 51 |
| 4.5 | Condizioni al Contorno della Struttura Idrogeologica..... | 52 |
| 5 | CARATTERI GEOLOGICO TECNICI..... | 53 |
| 5.1 | Carta geologico tecnica..... | 53 |
| 5.2 | Caratteristiche litotecniche..... | 54 |
| 5.3 | Successioni Litotecniche..... | 55 |
| 6 | MODELLI GEOTECNICI..... | 63 |
| 6.1 | SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE..... | 67 |
| 6.2 | INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA..... | 67 |
| 6.3 | Microtremori con la tecnica HVSr..... | 67 |
| 6.4 | Prospezione sismica a rifrazione passiva/attiva Re.Mi/MASW..... | 68 |
| 7 | PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO..... | 70 |
| 7.1 | Carta delle indagini..... | 70 |
| 7.2 | Carta delle frequenze naturali del terreno..... | 71 |
| 7.3 | Tetto delle sabbie e del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico..... | 72 |
| 7.4 | Microzone omogenee in Prospettiva Sismica o delle Aree Suscettibili di Effetti Locali..... | 76 |
| 7.4.1 | Definizione successioni a comportamento sismico equivalente..... | 77 |
| 7.5 | Zone a comportamento sismico equivalente..... | 89 |
| 8 | SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO..... | 90 |
| 8.1 | Carta delle nuove indagini..... | 90 |
| 8.2 | Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)..... | 91 |
| 8.3 | Carte dei fattori di amplificazione – microzonazione sismica..... | 91 |
| 8.4 | Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione orizzontale di picco FAPGA..... | 93 |
| 8.5 | Carte dei fattori di amplificazione di intensità di Housner..... | 93 |
| 8.6 | Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo 0.1<T<0.5 sec..... | 93 |
| 8.7 | Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo 0.5<T<1.0 sec..... | 94 |
| 8.8 | Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo 0.5<T<1.5 sec..... | 94 |
| 9 | CONFRONTO ELABORATI DI MICROZONAZIONE CON GLI EVENTI PASSATI..... | 95 |
| 10 | BIBLIOGRAFIA..... | 97 |

ELABORATI

| | | |
|------------|--|------------------|
| Tav. 1.1 | Carta delle indagini pregresse e nuove | 1:10.000 |
| Tav. 1.2 | Carta geologico - tecnica | 1:10.000 |
| Tav. 1.2.1 | Sezioni geologiche Ovest – Est | 1:25.000/1:1.000 |
| Tav. 1.2.2 | Sezioni geologiche Sud - Nord | 1:25.000/1:1.000 |
| Tav. 1.3 | Carta isopieze primo acquifero | 1:10.000 |
| Tav. 1.4 | Carta Soggiacenza primo acquifero | 1:10.000 |
| Tav. 1.5 | Carta tetto delle sabbie e del substrato a comportamento rigido | 1:10.000 |
| Tav. 1.6 | Velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m pc (Vs30) | 1:10.000 |
| Tav. 1.7 | Carta delle frequenze naturali dei terreni | 1:10.000 |
| Tav. 1.8 | Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) | 1:10.000 |
| Tav. 2.1 | Carta delle indagini nuove | 1:10.000 |
| Tav. 2.2.1 | Carta di microzonazione sismica Livello 2 - FA PGA | 1:10.000 |
| Tav. 2.2.2 | Carta di microzonazione sismica Livello 2 FA IS 0,1 – 0,5 sec | 1:10.000 |
| Tav. 2.2.3 | Carta di microzonazione sismica Livello 2 FA IS 0,5 – 1,0 sec | 1:10.000 |
| Tav. 2.2.4 | Carta di microzonazione sismica Livello 2 FA IS 0,5 – 1,5 sec | 1:10.000 |
| Tav. 3.1 | Carta Sovrapposizione MOPS - CLE | 1:10.000 |
| Tav. 3.2 | Carta di sovrapposizione CLE - FA PGA | 1:10.000 |
| Tav. 3.3 | Carta di sovrapposizione CLE - FA IS 0,1 – 0,5 sec | 1:10.000 |
| Tav. 3.4 | Carta di sovrapposizione CLE - FA IS 0,5 – 1,0 sec | 1:10.000 |
| Tav. 3.5 | Carta di sovrapposizione CLE - FA IS 0,5 – 1,5 sec | 1:10.000 |

ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche di nuova esecuzione

Indagini geognostiche e geofisiche pregresse

1 INTRODUZIONE

L'analisi delle condizioni di sicurezza in funzione del comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali, del territorio comunale di Fabbrico (R.E.) è stata sviluppata mediante studi di caratterizzazione e modellazione geologico – tecnica e della pericolosità sismica di base – azione sismica.

Tale disamina, finalizzata alla mitigazione del rischio sismico, è stata indirizzata all'esame delle zone sede del territorio urbanizzato, di prevista urbanizzazione e di un loro adeguato intorno, del patrimonio edilizio esistente, delle fasce interessate dalle principali infrastrutture.

Le analisi di microzonazione sismica, realizzate con i contributi di cui all'OCDPC 171/2014, sono state effettuate in conformità alla Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n° 1227/2015, "Attribuzione Contributi a Favore degli Enti Locali e delle Indicazioni per l'Archiviazione Informatica".

Le sopra indicate analisi sono inoltre state sviluppate in riferimento ai dettati delle leggi nazionali, D.M. 11/03/88, circ. LL.PP. n° 30483 del 24/09/88; L.R. n°20 del 24/03/2000, N.A. Piano Stralcio Assetto Idrogeologico allegato 7, Disposizioni R.E.R. concernenti l'attuazione del P.A.I. del 06/02 PGRA/2016, NA PTCP Reggio Emilia, D.M. 14-01-2008, Delibera della Giunta Regionale E.R. n°2193 del 21/12/2015.

Le valutazioni del tipo di risentimento sismico atteso nelle varie zone dell'area comunale sono state redatte in funzione delle condizioni geologico strutturali e delle tipologie dei processi morfogenetici che hanno costituito il territorio.

La determinazione della pericolosità sismica del Comune di Fabbrico è stata sviluppata mediante l'elaborazione delle carte di approfondimento sismico di primo livello per l'individuazione delle zone suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e delle carte di approfondimento sismico di secondo livello, con definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo con approccio semplificato, in riferimento alle indicazioni contenute nelle sopracitate DGR 1227/2015, DGR 2193/2015, "I.C.M.S." Indirizzi del Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Dette analisi e relativa zonazione, rappresentano uno strumento efficace per indirizzare le scelte urbanistiche in zone a riconosciuta minore pericolosità sismica e valutazioni per la priorità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente.

Gli elaborati cartografici redatti sono pertanto relativi, agli ambiti di interesse per la pianificazione a scala comunale.

Tali disamine sono state sviluppate mediante rilevamenti ed indagini dirette che hanno integrato ed approfondito quelle precedentemente eseguite nel contesto delle analisi effettuate negli studi del P.T.C.P. di Reggio Emilia relativi alla cartografia per la Riduzione del Rischio Sismico: Carta Degli Effetti Attesi (Tav.P9a: 183 SO) sono inoltre state utilizzate le tavole ed elaborazioni del PSC di Fabbrico 2002 e gli studi di Microzonazione Sismica di 1° livello 2014 del PDR del comune di Fabbrico (*Centrogeo, Correggio RE*).

Le analisi di microzonazione sismica, sono state eseguite su commissione **dell'Amministrazione Comunale di Fabbrico, RE**, Determina n° 614 del 30/12/2016 del Responsabile dell'Ufficio Tecnico – Gestione del territorio *Geom. Raffaele Crespi*.

La microzonazione sismica del territorio ed analisi della Condizione Limite per l'Emergenza di Fabbrico, è stata sviluppata in coordinamento con *il Servizio Geologico, Sismico e dei suoli, Dr. Luca Martelli ed Ing. Maria Romani, Regione Emilia Romagna* e con *l'Area Tecnica del Comune di Fabbrico, Geom. Raffaele Crespi, Arch. Francesca Erriu, Geom. Alberto Becchi*.

Le rilevazioni in sito ed elaborazioni sono state effettuate da Dr. Andrea Arbizzi, Mauro Mazzetti, Dr. Stefano Gilli, Dr. Gian Pietro Mazzetti, *Studio Geologico Centrogeo*, Correggio.

Le elaborazioni GIS sono state eseguite da Dr. Stefano Gilli.

1.1 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il Comune di Fabbrico ricade nei settori centro orientale e centro occidentale delle tavolette: NOVELLARA I SW e NOVI DI MODENA I SE, appartenenti al Foglio REGGIO NELL'EMILIA N° 74 I.G.M., zona 32 T, quadrato PQ.

Il territorio comunale, geometria perimetrale sub pentagonale, si estende su una superficie di 23,63 kmq ed è delimitato, in riferimento al sistema U.T.M.,

| | |
|-----------------|-------------------|
| dai meridiani | 640000 - 646250 |
| e dai paralleli | 4968000 - 4974000 |

Dal punto di vista altimetrico i terreni sono compresi tra circa 24 e 18 m s.l.m. con acclività che diminuisce procedendo in senso sud nord, le pendenze oscillano in media tra $p = 1,5 \div 2\text{‰}$, con medi minimi nelle fasce nord occidentali e sud orientali equivalenti a $p = 0,8 \div 1,0\text{‰}$; fa eccezione la fascia orientata ovest –est, alla quale appartiene il Capoluogo, dove: $p = 3 \div 5\text{‰}$.

Analizzando la carta delle curve di livello del piano campagna, si riscontra un andamento pianeggiante movimentato da ondulazioni ad ampio raggio che caratterizzano il territorio con un dosso topografico al quale appartiene il capoluogo, estendentesi in senso sud ovest - nord est ed est ovest, circa dal confine con i comuni di Campagnola Emilia – Rio Saliceto al Capoluogo al confine con il Comune di Rolo.

Un'analoga struttura si riscontra 1,5/2,5 km a nord del Cavo Parmigiana Moglia. Detti dossi delimitano depressioni vallive delle quali la meno estesa è sita nella parte meridionale orientale del Comune tra il Cavo Cuscina e di confini con Rio Saliceto e Rolo; quella a maggiore superficie si riscontra ai bordi occidentali e settentrionali del territorio tra il Canale della Pia – confine con Campagnola E. ad ovest e Cavo Parmigiana Moglia a nord est.

Detti assetti morfologici in rapporto agli assi infrastrutturali e rilevati arginali inducono condizioni di difficoltoso drenaggio nel settore meridionale occidentale tra il Cavo Cuscina e confine sud e nella zona occidentale e settentrionale tra il Canale della Pia ed il Cavo Parmigiana Moglia.

Le pendenze territoriali oscillano mediamente tra 3/5 ‰ nella fascia centro meridionale – centrale estesa concordemente alla SP 4; nei settori a sud ed a nord di detto dosso l'acclività

oscilla in media tra 1,5/2,5 ‰ ad eccezione delle zone vallive nelle fasce settentrionali ed occidentali ed aree meridionali orientali, nelle quali le pendenze sono prevalentemente comprese tra 0,8/1,0‰.

Le curve di livello del piano campagna, con equidistanza 1 ml, corrispondono a quelle elaborate dalla *BONIFICAZIONE PARMIGIANA MOGLIA* redatte in base ai rilevamenti dalla stessa eseguiti nel 1930.

Le quote riportate in detti elaborati presentano una differenza negativa di 0,59 m rispetto ai capisaldi del reticolo trigonometrico I.G.M.

2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La sismicità del territorio, prevalentemente correlata alle strutture geologiche superficiali (primi 15 km) e secondariamente di media profondità (15 ÷ 25 km), è collegata a meccanismi focali compressivi e trascorrenti, mentre sono nettamente meno rappresentati e subordinati i meccanismi focali distensivi.

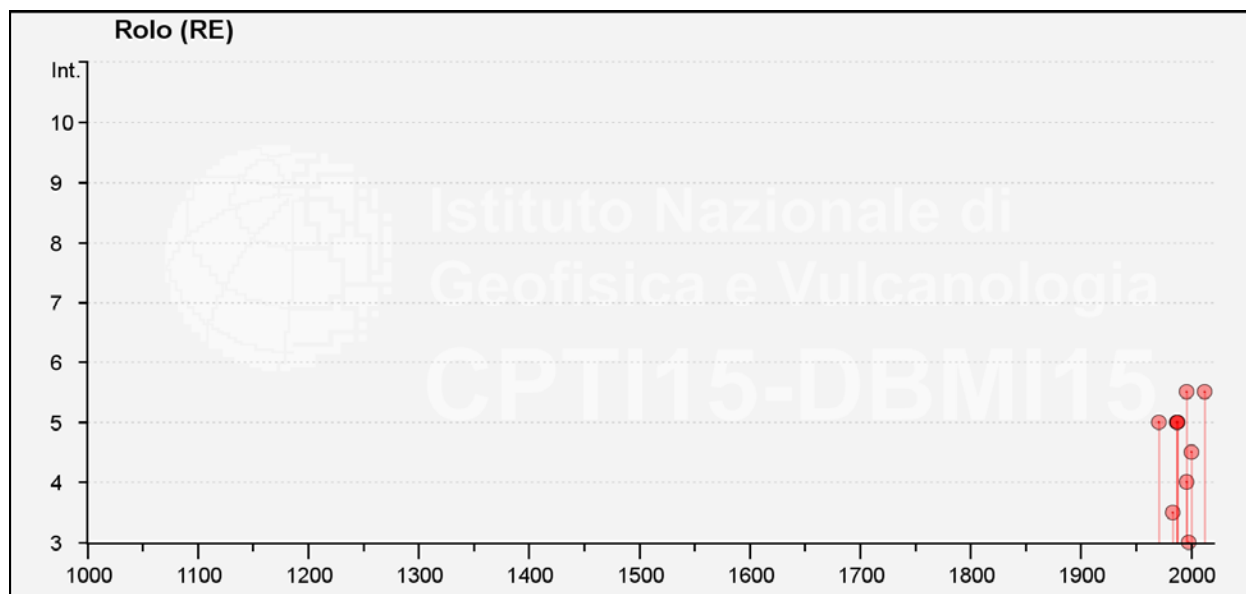
Nell'ambito territoriale al quale appartiene Fabbrico e zone ad esso adiacenti, il *Database Macrosismico DBMI15* utilizzato per la compilazione del *Catalogo Parametrico CPTI15* (a cura di Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. *CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15*), documenta eventi sismici giungenti al 7° grado della Scala *Mercalli - Cancani - Sieberg*, con intensità variabile tra $M_w = 4,8 \div 5,6$: Correggio – Novellara – Bagnolo in Piano, $M_w=5,9$: Mirandola – Finale Emilia, $M_w > 5,5$: Rubiera.

I principali eventi registrati nel territorio in analisi ed al suo intorno, sono riportati nelle tabelle di seguito esposte:

Storia sismica di Rolo

Numero di eventi: 18

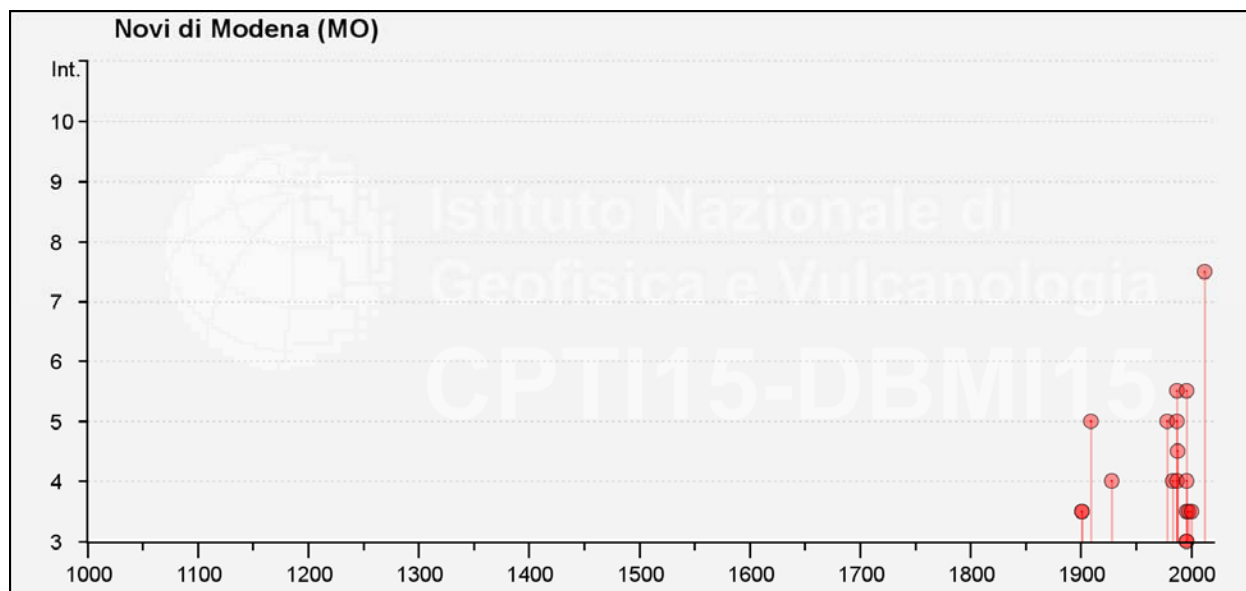
| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| NF | 1901 01 20 06 30 | Bassa modenese | 10 | 4 | 3.68 |
| NF | 1901 01 20 06 34 2 | Bassa modenese | 12 | 5 | 4.11 |
| 5 | 1971 07 15 01 33 2 | Parmense | 228 | 8 | 5.51 |
| 3-4 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| NF | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| 5 | 1987 04 24 02 30 2 | Reggiano | 54 | 6 | 4.64 |
| 5 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 5 | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| 5-6 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 2 | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| 2 | 1996 10 26 06 50 2 | Pianura emiliana | 35 | 5-6 | 3.63 |
| 2 | 1996 11 25 19 47 5 | Pianura emiliana | 65 | 5-6 | 4.29 |
| 4 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 2-3 | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| 3 | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| 4-5 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| NF | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |
| 5-6 | 2012 05 29 07 00 0 | Pianura emiliana | 87 | 7-8 | 5.90 |



Storia sismica di Novi di Modena

Numero di eventi: 23

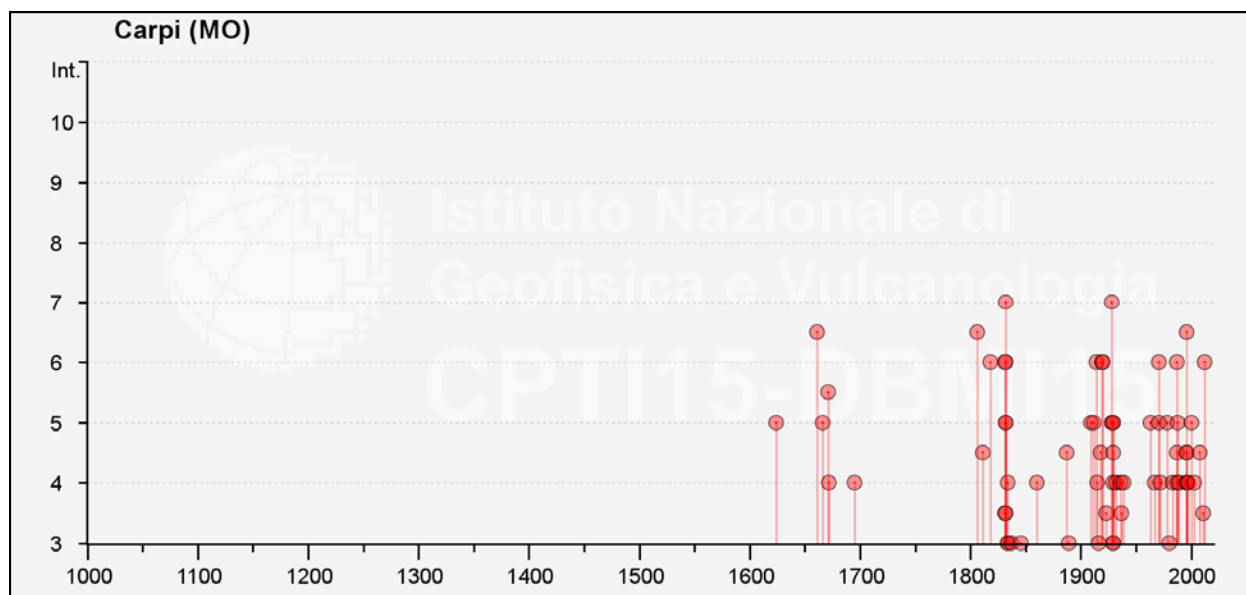
| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 7-8 | 2012 05 29 07 00 0 | Pianura emiliana | 87 | 7-8 | 5.90 |
| 5-6 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 5-6 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 5 | 1909 01 13 00 45 | Emilia Romagna orientale | 867 | 6-7 | 5.36 |
| 5 | 1978 12 25 22 53 4 | Bassa modenese | 28 | 5 | 4.39 |
| 5 | 1987 04 24 02 30 2 | Reggiano | 54 | 6 | 4.64 |
| 4-5 | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| 4 | 1928 06 13 08 | Carpi | 35 | 6 | 4.67 |
| 4 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 4 | 1987 05 08 11 10 2 | Bassa modenese | 24 | 6 | 4.44 |
| 4 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 3-4 | 1901 01 20 06 30 | Bassa modenese | 10 | 4 | 3.68 |
| 3-4 | 1901 01 20 06 34 2 | Bassa modenese | 12 | 5 | 4.11 |
| 3-4 | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| 3-4 | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| 3-4 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| 3 | 1996 10 26 06 50 2 | Pianura emiliana | 35 | 5-6 | 3.63 |
| 3 | 1996 11 25 19 47 5 | Pianura emiliana | 65 | 5-6 | 4.29 |
| 2 | 1898 03 04 21 05 | Parmense | 313 | 7-8 | 5.37 |
| 2 | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| NF | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| NF | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |
| NF | 2002 11 13 10 48 0 | Franciacorta | 768 | 5 | 4.21 |



| |
|--|
| Storia sismica di Carpi Numero di eventi: 74 |
|--|

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| HD | 1117 01 03 15 15 | Veronese | 55 | 9 | 6.52 |
| 7 | 1832 03 13 03 30 | Reggiano | 97 | 7-8 | 5.51 |
| 7 | 1928 06 13 08 | Carpi | 35 | 6 | 4.67 |
| 6-7 | 1661 03 21 23 | Modenese | 4 | 6-7 | 4.86 |
| 6-7 | 1806 02 12 | Reggiano | 28 | 7 | 5.21 |
| 6-7 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 6 | 1818 12 09 18 55 | Parmense | 26 | 7 | 5.24 |
| 6 | 1831 09 11 18 15 | Pianura emiliana | 25 | 7-8 | 5.48 |
| 6 | 1832 03 11 06 45 | Carpi | 14 | 5 | 4.51 |
| 6 | 1914 10 27 09 22 | Lucchesia | 660 | 7 | 5.63 |
| 6 | 1919 06 29 15 06 1 | Mugello | 565 | 10 | 6.38 |
| 6 | 1920 09 07 05 55 4 | Garfagnana | 750 | 10 | 6.53 |
| 6 | 1971 07 15 01 33 2 | Parmense | 228 | 8 | 5.51 |
| 6 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 6 | 2012 05 29 07 00 0 | Pianura emiliana | 87 | 7-8 | 5.90 |
| 5-6 | 1671 06 20 10 | Modenese-Reggiano | 8 | 7 | 5.27 |
| 5 | 1624 03 19 | Argenta | 18 | 7-8 | 5.43 |
| 5 | 1666 04 14 18 58 | Bolognese | 3 | 5 | 4.16 |
| 5 | 1832 03 11 08 45 | Parmense | 14 | | |
| 5 | 1832 04 19 14 14 | Reggiano | 5 | | |
| 5 | 1909 01 13 00 45 | Emilia Romagna orientale | 867 | 6-7 | 5.36 |
| 5 | 1912 09 12 21 15 | Carpi | 13 | 4 | 3.76 |
| 5 | 1928 07 25 01 25 | Carpi | 3 | 4-5 | 3.93 |
| 5 | 1929 04 19 04 16 | Bolognese | 82 | 6-7 | 5.13 |
| 5 | 1929 04 20 01 10 | Bolognese | 109 | 7 | 5.36 |
| 5 | 1963 11 04 15 46 | Bassa modenese | 5 | 5 | 4.16 |
| 5 | 1971 09 11 23 18 1 | Pianura emiliana | 15 | 5 | 4.19 |
| 5 | 1978 12 25 22 53 4 | Bassa modenese | 28 | 5 | 4.39 |
| 5 | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| 5 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| 4-5 | 1811 07 15 22 44 | Modenese-Reggiano | 19 | 6-7 | 5.13 |
| 4-5 | 1887 02 23 05 21 5 | Liguria occidentale | 1511 | 9 | 6.27 |
| 4-5 | 1918 05 06 08 05 | Reggiano | 8 | 5-6 | 4.41 |
| 4-5 | 1929 04 22 08 26 | Bolognese | 41 | 6-7 | 5.10 |
| 4-5 | 1987 04 24 02 30 2 | Reggiano | 54 | 6 | 4.64 |
| 4-5 | 1996 11 25 19 47 5 | Pianura emiliana | 65 | 5-6 | 4.29 |
| 4-5 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 4-5 | 2008 12 23 15 24 2 | Parmense | 291 | 6-7 | 5.36 |
| 4 | 1672 04 14 15 45 | Riminese | 92 | 8 | 5.59 |
| 4 | 1695 02 25 05 30 | Asolano | 107 | 10 | 6.40 |
| 4 | 1834 07 04 00 45 | Val di Taro-Lunigiana | 24 | 6-7 | 5.08 |
| 4 | 1860 07 17 13 43 3 | Reggiano | 5 | 4-5 | 3.93 |
| 4 | 1915 10 10 23 10 | Reggiano | 30 | 6 | 4.87 |
| 4 | 1929 05 11 19 23 | Bolognese | 64 | 6-7 | 5.29 |

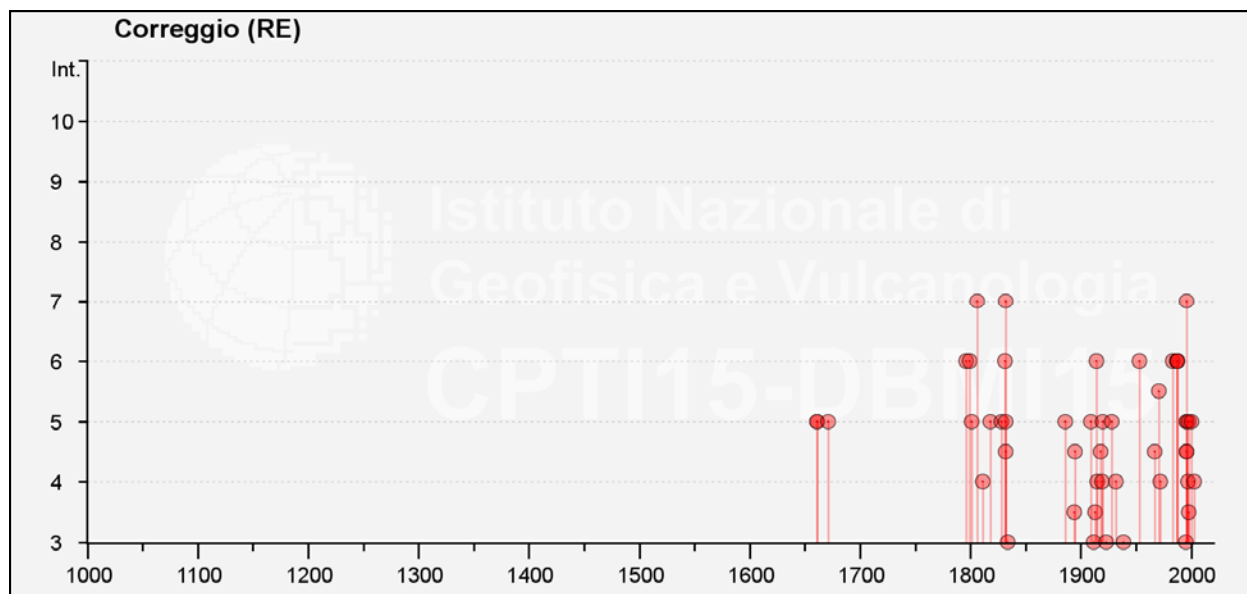
| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 4 | 1932 07 13 03 42 | Reggiano | 8 | 4-5 | 3.86 |
| 4 | 1936 10 18 03 10 | Alpago Cansiglio | 269 | 9 | 6.06 |
| 4 | 1939 10 15 14 05 | Garfagnana | 62 | 6-7 | 4.96 |
| 4 | 1967 04 03 16 36 1 | Reggiano | 45 | 5 | 4.44 |
| 4 | 1972 10 25 21 56 1 | Appennino settentrionale | 198 | 5 | 4.87 |
| 4 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 4 | 1987 05 08 11 10 2 | Bassa modenese | 24 | 6 | 4.44 |
| 4 | 1989 09 13 21 54 0 | Prealpi Vicentine | 779 | 6-7 | 4.85 |
| 4 | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| 4 | 1996 10 26 06 50 2 | Pianura emiliana | 35 | 5-6 | 3.63 |
| 4 | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| 4 | 2003 09 14 21 42 5 | Appennino bolognese | 133 | 6 | 5.24 |
| F | 1474 03 11 20 30 | Modena | 3 | 5 | 4.16 |
| F | 1828 10 09 02 20 | Oltrepò Pavese | 110 | 8 | 5.72 |
| F | 1831 07 14 15 30 | Reggiano | 8 | 5-6 | 4.60 |
| F | 1832 03 14 04 40 | Reggiano | 5 | | |
| F | 1832 03 14 07 41 | Reggiano | 7 | | |
| F | 1850 09 18 06 20 | Modenese | 7 | 5 | 4.16 |
| 3-4 | 1831 09 13 05 30 | Pianura emiliana | 7 | | |
| 3-4 | 1832 03 12 08 45 | Reggiano | 7 | | |
| 3-4 | 1923 06 28 15 12 | Modenese | 22 | 6 | 5.04 |
| 3-4 | 1937 12 10 18 04 | Frignano | 28 | 6 | 5.30 |
| 3-4 | 2011 07 17 18 30 2 | Pianura lombardo-veneta | 73 | 5 | 4.79 |
| 3 | 1834 02 14 13 15 | Val di Taro-Lunigiana | 112 | 9 | 5.96 |
| 3 | 1834 10 04 19 | Bolognese | 12 | 6 | 4.71 |
| 3 | 1837 04 11 17 | Lunigiana | 60 | 9 | 5.94 |
| 3 | 1846 08 14 12 | Colline Pisane | 121 | 9 | 6.04 |
| 3 | 1889 03 08 02 57 0 | Bolognese | 38 | 5 | 4.53 |
| 3 | 1916 08 16 07 06 1 | Riminese | 257 | 8 | 5.82 |
| 3 | 1929 04 10 05 44 | Bolognese | 87 | 6 | 5.05 |



| |
|--|
| Storia sismica di Correggio Numero di eventi: 65 |
|--|

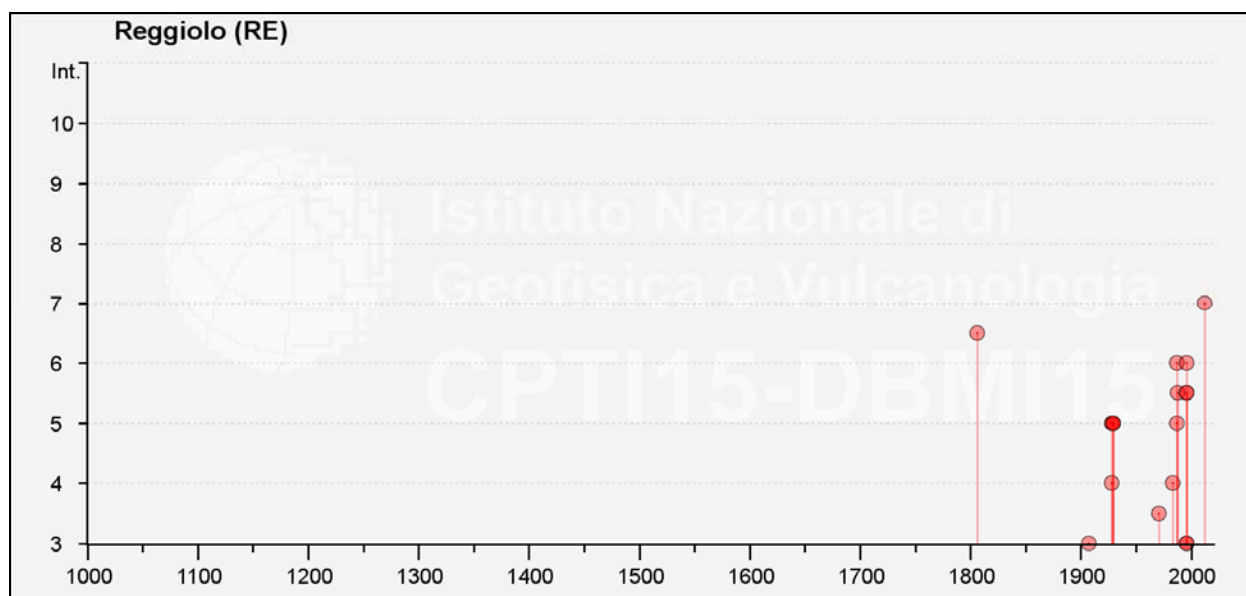
| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 7 | 1806 02 12 | Reggiano | 28 | 7 | 5.21 |
| 7 | 1832 03 13 03 30 | Reggiano | 97 | 7-8 | 5.51 |
| 7 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 6 | 1796 10 22 04 | Emilia orientale | 27 | 7 | 5.45 |
| 6 | 1799 02 22 05 45 | Correggio | 2 | 5 | 4.16 |
| 6 | 1831 09 11 18 15 | Pianura emiliana | 25 | 7-8 | 5.48 |
| 6 | 1914 10 27 09 22 | Lucchesia | 660 | 7 | 5.63 |
| 6 | 1953 08 22 05 26 | Reggiano | 6 | 6 | 4.73 |
| 6 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 6 | 1987 04 24 02 30 2 | Reggiano | 54 | 6 | 4.64 |
| 6 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 6 | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| 5-6 | 1971 09 11 23 18 1 | Pianura emiliana | 15 | 5 | 4.19 |
| 5 | 1661 03 21 23 | Modenese | 4 | 6-7 | 4.86 |
| 5 | 1661 03 22 12 50 | Appennino forlivese | 79 | 9 | 6.05 |
| 5 | 1671 06 20 10 | Modenese-Reggiano | 8 | 7 | 5.27 |
| 5 | 1801 10 08 07 52 5 | Bolognese | 6 | 6 | 4.90 |
| 5 | 1818 12 09 18 55 | Parmense | 26 | 7 | 5.24 |
| 5 | 1828 10 09 02 20 | Oltrepò Pavese | 110 | 8 | 5.72 |
| 5 | 1832 03 11 06 45 | Carpi | 14 | 5 | 4.51 |
| 5 | 1886 10 15 02 20 | Collecchio | 44 | 6 | 4.70 |
| 5 | 1909 01 13 00 45 | Emilia Romagna orientale | 867 | 6-7 | 5.36 |
| 5 | 1920 09 07 05 55 4 | Garfagnana | 750 | 10 | 6.53 |
| 5 | 1928 06 13 08 | Carpi | 35 | 6 | 4.67 |
| 5 | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| 5 | 1996 10 26 06 50 2 | Pianura emiliana | 35 | 5-6 | 3.63 |
| 5 | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| 5 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| 4-5 | 1832 03 11 08 45 | Parmense | 14 | | |
| 4-5 | 1895 05 12 20 29 | Reggiano | 13 | 4-5 | 3.98 |
| 4-5 | 1918 05 06 08 05 | Reggiano | 8 | 5-6 | 4.41 |
| 4-5 | 1967 04 03 16 36 1 | Reggiano | 45 | 5 | 4.44 |
| 4-5 | 1996 11 25 19 47 5 | Pianura emiliana | 65 | 5-6 | 4.29 |
| 4-5 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 4 | 1811 07 15 22 44 | Modenese-Reggiano | 19 | 6-7 | 5.13 |
| 4 | 1915 10 10 23 10 | Reggiano | 30 | 6 | 4.87 |
| 4 | 1919 06 29 15 06 1 | Mugello | 565 | 10 | 6.38 |
| 4 | 1932 07 13 03 42 | Reggiano | 8 | 4-5 | 3.86 |
| 4 | 1972 10 25 21 56 1 | Appennino settentrionale | 198 | 5 | 4.87 |
| 4 | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| 4 | 2003 09 14 21 42 5 | Appennino bolognese | 133 | 6 | 5.24 |
| F | 1802 05 12 09 30 | Valle dell'Oglio | 94 | 8 | 5.60 |
| F | 1831 07 14 15 30 | Reggiano | 8 | 5-6 | 4.60 |
| F | 1832 03 12 08 45 | Reggiano | 7 | | |

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|-----------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| F | 1832 03 14 07 41 | Reggiano | 7 | | |
| F | 1832 04 19 14 14 | Reggiano | 5 | | |
| F | 1834 02 14 13 15 | Val di Taro-Lunigiana | 112 | 9 | 5.96 |
| F | 1834 07 04 00 45 | Val di Taro-Lunigiana | 24 | 6-7 | 5.08 |
| F | 1837 04 11 17 | Lunigiana | 60 | 9 | 5.94 |
| F | 1887 02 23 05 21 5 | Liguria occidentale | 1511 | 9 | 6.27 |
| F | 1891 06 07 01 06 1 | Valle d'Ilasi | 403 | 8-9 | 5.87 |
| F | 2008 12 23 15 24 2 | Parmense | 291 | 6-7 | 5.36 |
| 3-4 | 1894 11 27 05 07 | Bresciano | 183 | 6 | 4.89 |
| 3-4 | 1913 11 25 20 55 | Appennino parmense | 73 | 4-5 | 4.65 |
| 3-4 | 1998 03 26 16 26 1 | Appennino umbro-marchigiano | 409 | | 5.26 |
| 3 | 1834 10 04 19 | Bolognese | 12 | 6 | 4.71 |
| 3 | 1912 09 12 21 15 | Carpi | 13 | 4 | 3.76 |
| 3 | 1923 06 28 15 12 | Modenese | 22 | 6 | 5.04 |
| 3 | 1939 10 15 14 05 | Garfagnana | 62 | 6-7 | 4.96 |
| 3 | 1995 10 10 06 54 2 | Lunigiana | 341 | 7 | 4.82 |
| 2 | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| NF | 1904 11 17 05 02 | Pistoiese | 204 | 7 | 5.10 |
| NF | 1965 11 09 15 35 | Appennino reggiano | 32 | 5 | 4.17 |
| NF | 1984 04 29 05 02 5 | Umbria settentrionale | 709 | 7 | 5.62 |
| NF | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |



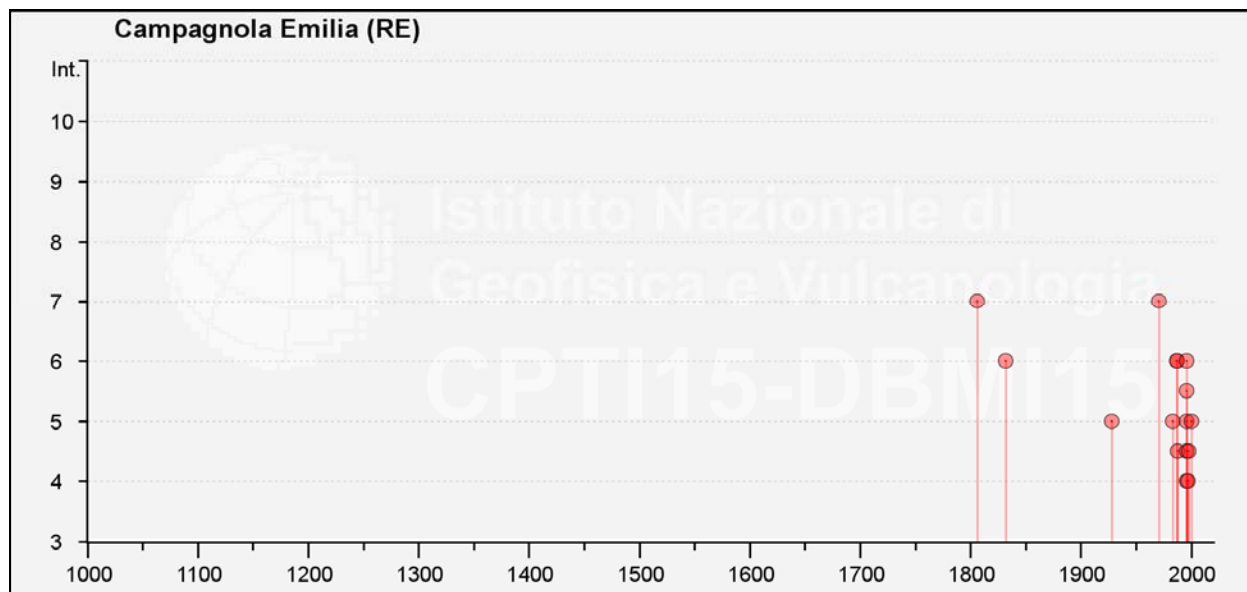
Storia sismica di Reggiolo
Numero di eventi: 24

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 7 | 2012 05 29 07 00 0 | Pianura emiliana | 87 | 7-8 | 5.90 |
| 6-7 | 1806 02 12 | Reggiano | 28 | 7 | 5.21 |
| 6 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 6 | 1996 11 25 19 47 5 | Pianura emiliana | 65 | 5-6 | 4.29 |
| 5-6 | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| 5-6 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 5-6 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 5 | 1928 06 13 08 | Carpi | 35 | 6 | 4.67 |
| 5 | 1929 04 19 04 16 | Bolognese | 82 | 6-7 | 5.13 |
| 5 | 1929 04 20 01 10 | Bolognese | 109 | 7 | 5.36 |
| 5 | 1929 05 11 19 23 | Bolognese | 64 | 6-7 | 5.29 |
| 5 | 1987 04 24 02 30 2 | Reggiano | 54 | 6 | 4.64 |
| 4 | 1928 07 25 01 25 | Carpi | 3 | 4-5 | 3.93 |
| 4 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 3-4 | 1971 09 11 23 18 1 | Pianura emiliana | 15 | 5 | 4.19 |
| 3 | 1907 04 25 04 52 | Veronese | 122 | 6 | 4.79 |
| 3 | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| 3 | 1996 10 26 06 50 2 | Pianura emiliana | 35 | 5-6 | 3.63 |
| 2 | 1929 04 19 22 40 | Bolognese | 12 | 5-6 | 4.54 |
| NF | 1901 01 20 06 30 | Bassa modenese | 10 | 4 | 3.68 |
| NF | 1901 01 20 06 34 2 | Bassa modenese | 12 | 5 | 4.11 |
| NF | 1910 01 23 01 50 | Piacentino | 118 | 5 | 4.39 |
| NF | 1937 09 17 12 19 0 | Parmense | 34 | 7 | 4.77 |
| NF | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |



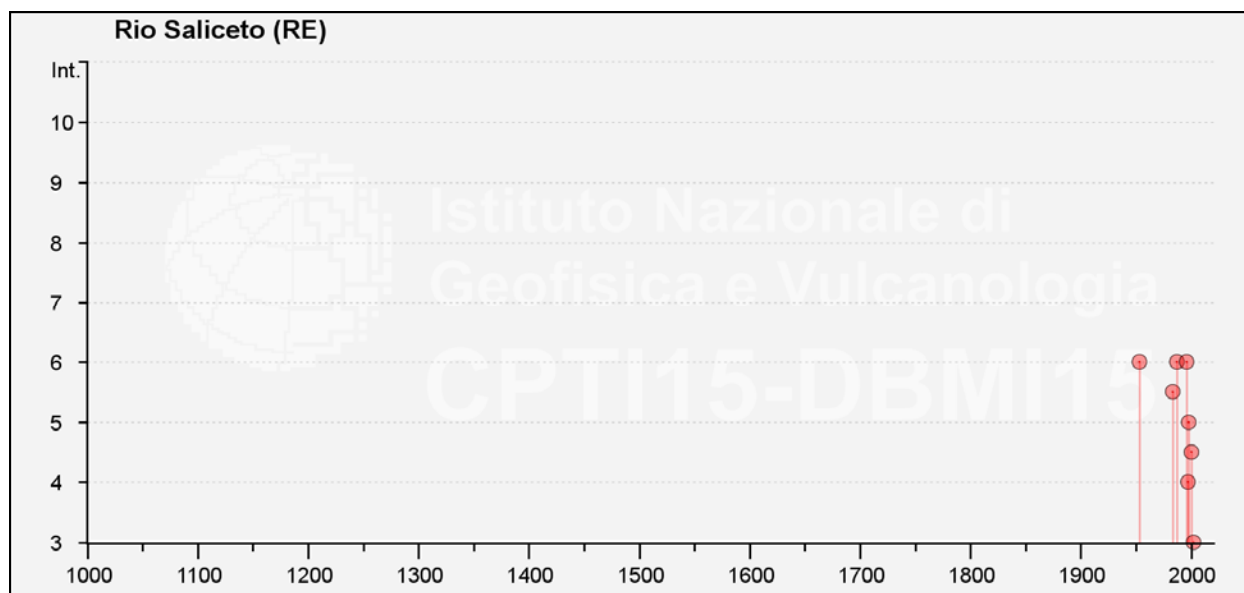
Storia sismica di Campagnola Emilia
Numero di eventi: 19

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|------------------|-------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMD P | Io | Mw |
| 7 | 1806 02 12 | Reggiano | 28 | 7 | 5.21 |
| 6 | 1832 03 13 03 30 | Reggiano | 97 | 7-8 | 5.51 |
| 5 | 1928 06 13 08 | Carpi | 35 | 6 | 4.67 |
| 7 | 1971 07 15 01 33 2 | Parmense | 228 | 8 | 5.51 |
| 5 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| NF | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| 6 | 1987 04 24 02 30 2 | Reggiano | 54 | 6 | 4.64 |
| 6 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 4-5 | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| 6 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 4-5 | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| 4 | 1996 10 26 06 50 2 | Pianura emiliana | 35 | 5-6 | 3.63 |
| 5-6 | 1996 11 25 19 47 5 | Pianura emiliana | 65 | 5-6 | 4.29 |
| 5 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 4 | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| 4-5 | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| 5 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| NF | 2002 06 08 20 13 0 | Frignano | 115 | 4 | 4.23 |
| NF | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |



Storia sismica di Rio Saliceto
Numero di eventi: 11

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|-----------------------|----------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMD P | Io | Mw |
| 6 | 1953 08 22 05 26 | Reggiano | 6 | 6 | 4.73 |
| 5-6 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| NF | 1984 04 29 05 02 5 | Umbria settentrionale | 709 | 7 | 5.62 |
| NF | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| 6 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 6 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 4 | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| 5 | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| 4-5 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| 3 | 2002 06 08 20 13 0 | Frignano | 115 | 4 | 4.23 |
| NF | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |



(immagini e tabelle reperite dall'archivio DBMI15, consultabile al sito internet
<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>)

Dalle tabelle e dai grafici sopra esposti si possono ricavare le seguenti osservazioni:

- la storia sismica di Fabbrico ed al suo intorno ha una discreta testimonianza ed estensione temporale (il primo evento documentato risale al 1796 per il comune di Correggio)
- il grado di sismicità è di tipo medio – medio elevato con intensità massime percepite equivalenti 6-7 grado MCS, corrispondente a magnitudo stimata in $M_w = 5.2 \div 5.4$
- le massime intensità sismiche sono state prodotte da eventi di elevata intensità sismica a piccola distanza e di tipo superficiale, mentre gli effetti di sismi ad elevata intensità e distanti contribuiscono in maniera meno rilevante

- gli eventi sismici registrati nell'area reggiana, con maggior grado di documentazione e di affidabilità dal 1800 al 2012, relativi a sismi con intensità $I_0 = 6 - 7$, evidenziano periodi di crisi sismica di durata media di 10/12 anni che si verificano mediamente con intervalli temporali di $30 \div 20$ anni; di tali eventi quelli che hanno manifestato i numeri di scosse maggiori sono correlabili ai periodi:
- 1795/1810; 1830/1840; 1870/1880; 1910/1920; 1960/1970; 1985/2000; 2012.

Precedentemente al 1800, con documentazione relativa inferiore, i principali periodi di crisi sismica sono individuabili per gli anni: 1500/1510; 1545/1555; 1560/1570 (Dorsale ferrarese); 1590/1610; 1670/1690.

Risentimenti sismici locali

In occasione degli eventi sismici del maggio-giugno 2012, il territorio di Fabbrico ha risentito dei massimi effetti negli eventi del 29 maggio e 3 giugno prevalentemente localizzati sia nel capoluogo, zone industriali che extraurbane.

I risentimenti hanno reso inagibili 54 edifici, indotto danni di parziale/temporanea inagibilità in 43 fabbricati.

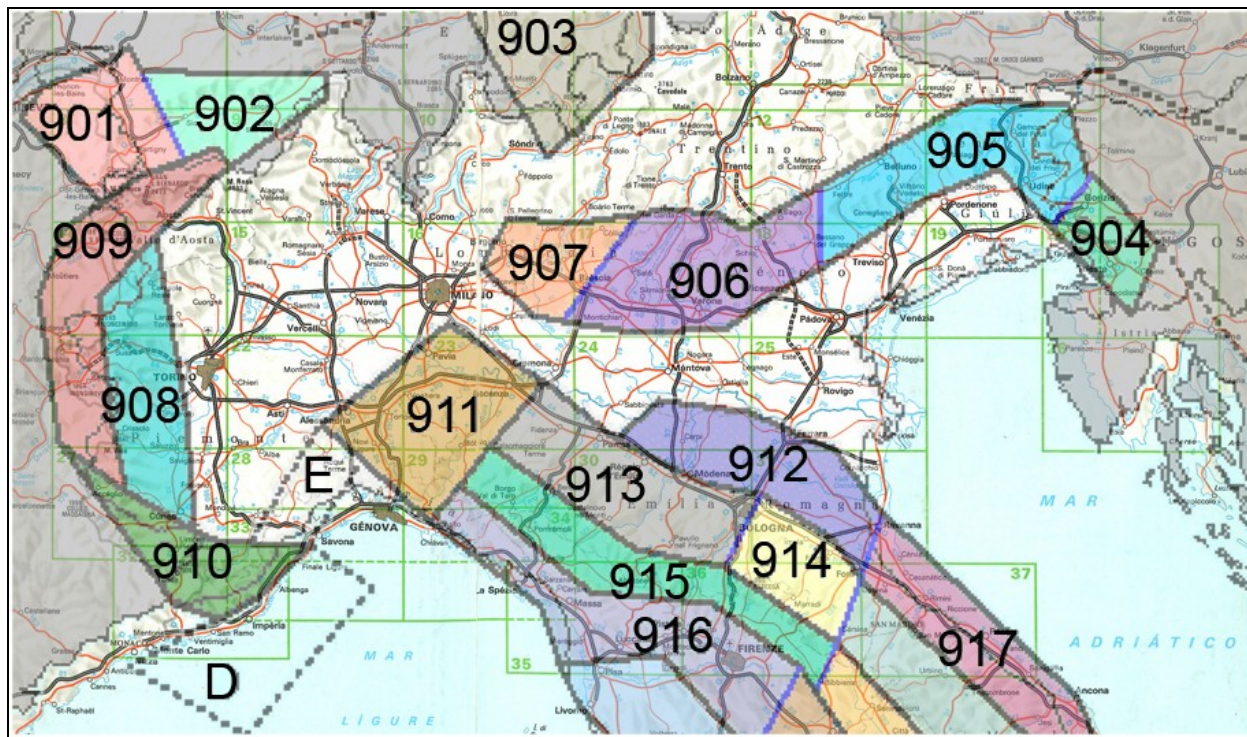
Storicamente gli eventi sismici che hanno determinato i risentimenti più rilevanti nel territorio di Fabbrico sono rappresentati dai terremoti del 2012 e 1996, del 1987,1971.

I primi di questi maggio/giugno - 2012 con $M_w = 5,9/5,8$ hanno indotto effetti con $I_0 = 7/8$ in Rovereto, Novi MO e nei comuni di Finale Emilia, Mirandola, Concordia sulla Secchia, il territorio di Fabbrico ha risentito di Intensità $I_0 = 6$; l'evento sismico del 1996 con epicentro in prossimità di S. Tommaso della Fossa con $M_w = 5,41$ ha indotto effetti $I_0 = 7$ in Correggio, Bagnolo in Piano, Novellara ed intensità $I_0 = 4/5$ in comune di Fabbrico

In concomitanza degli eventi sismici del 1987-1971 con epicentri a nord est Parma capoluogo - $M_w = 5,5/5,57$ - $I_0 = 8$ e tra Santa Maria - San Giovanni della Fossa Bagnolo in Piano/Novellara $M_w = 4,64/4,76$ - $I_0 = 6$, in territorio di Fabbrico hanno indotto risentimenti di intensità $I_0 = 6$; il sisma del 1832 con epicentro tra Calerno e Campegine di $M_w = 5,51$ ed effetti $I_0 7/8$ nell'area di Fabbrico è stato risentito con $I_0 = 6/7$.

Zone Sorgente

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'area comunale di Fabbrico alla zona sismogenetica 912, ambito di dominio dell'Arco delle Pieghe Ferraresi. Tale zona è sita ad una distanza di circa 22 km dal bordo nord orientale della zona sismogenetica 913, costituita del dominio delle Pieghe Pedeappenniniche sia Emiliane che Romagnole.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La fascia delle Pieghe Ferraresi rappresenta la porzione più esterna della zona in compressione dell'arco appenninico ed è caratterizzata da terremoti storici che hanno raggiunto valori di magnitudo medio elevati: $M_w = 4.7/5.0 \div 5.5$, con tempi di ricorrenza dei periodi di crisi sismica di 10/20 ÷ 30 anni.

Dalla documentazione della storia sismica sopra esposta si evince che il territorio di Fabbrico e le zone circostanti: Correggio, Rio Saliceto, Rolo, Reggiolo, Novi di Modena, Carpi, sono egualmente interessati dai meccanismi focali che si originano nell'arco delle Pieghe Ferraresi sia interne che esterne, che dall'attività sismica del margine appenninico: Successione carbonatica meso - cenozoica, successioni del basamento pretriassico, ed in modo subordinato, della sismicità della monclinale alpina.

| ZS | 4.76 | 4.99 | 5.22 | 5.45 | 5.68 | 5.91 | 6.14 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 912 | 12 | 9 | 6 | 7 | 2 | 2 | 0 |
| 913 | 26 | 13 | 11 | 6 | 4 | 1 | 0 |

Distribuzione degli eventi sismici per classi di magnitudo per le zone 912 e 913 (INGV, 2004)

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio compreso tra Sant'Ilario D'Enza – Guastalla – Reggiolo – Concordia sulla Secchia – Mirandola – Finale Emilia – Crevalcore – Modena –

Rubiera – Reggio Emilia, si sono originati per la percentuale maggiore nei primi 10/15 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un'attività sismogenetica di tipo superficiale; la distribuzione degli ipocentri focali che si generano tra – 15 e – 35 km dal piano campagna, è simile a quella più superficiale ma contraddistinta da densità inferiore.

D'altra parte la sismicità crostale più profonda, ipocentri sottostanti 35 km dal piano campagna, nella pianura è decisamente inferiore e risulta caratterizzata da sismi di medio elevata magnitudo.

La riclassificazione sismica del territorio nazionale OPCM 3274/2003, attribuisce il Comune di Fabbrico alla zona 3 con grado di sismicità equivalente ai precedenti ambiti S6, i valori delle accelerazioni orizzontali della griglia delle NTC 14/01/2008 sono congruenti con la sopra citata classificazione.

In riferimento all'allegato A4 della Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna 2193/2015, al territorio comunale di Fabbrico compete un valore di picco massimo dell'accelerazione orizzontale, corrispondente a:

$$\text{Fabbrico } a_{\text{gref}} = 0,138 \text{ g}$$

I valori di a_g elaborati dal Gruppo di Lavoro MPS 2004 (Meletti C., Montaldo V., 2007. *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di a_g . Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>), attribuiscono all' areale a cui appartiene il comune in oggetto valori di accelerazione compresi tra:*

$$\text{Fabbrico } a_g = 0,125 \div 0,150 \text{ g}$$

Tali valori, a livello territoriale diminuiscono da sud est a nord ovest.

In occasione dei sismi che hanno colpito il territorio emiliano il 20 e 29 maggio 2012 la zona di Fabbrico, Reggio Emilia, RE, ha risentito di effetti corrispondenti al V grado MCS, il territorio comunale è stato inserito nei comuni appartenenti al cratere sismico. (Fonte: "Rilievo Macrosismico MCS Speditivo" – Rapporto Finale – Protezione Civile – Giugno 2012).

Le mappe di scuotimento INGV (<http://shakemap.rm.ingv.it/shake>) per gli eventi sismici del 20, 29 maggio e 3 giugno 2012, indicano per il territorio in analisi i parametri di seguito esposti:

Area Fabbrico, capoluogo, zona centro settentrionale del comune

| Data evento - M | PGA (g) | PGV (cm/s) | PSA 0,3s (g) | PSA 1,0s (g) | PSA 3,0s (g) |
|------------------|---------|------------|--------------|--------------|--------------|
| 20-05-2012 – 5.9 | 0,115 | 9,4 | 0,264 | 0,091 | 0,014 |
| 29-05-2012 – 5.8 | 0,125 | 18,3 | 0,392 | 0,152 | 0,042 |
| 29-05-2012 – 5.3 | 0,063 | 4,2 | 0,141 | 0,041 | 0,009 |
| 03-06-2012 – 5.1 | 0,140 | 12,9 | 0,266 | 0,017 | 0,015 |

Area Industriale Fortinella - Campogrande, zona orientale centrale del territorio comunale

| Data evento - M | PGA (g) | PGV (cm/s) | PSA 0,3s (g) | PSA 1,0s (g) | PSA 3,0s (g) |
|------------------|---------|------------|--------------|--------------|--------------|
| 20-05-2012 – 5.9 | 0,147 | 11,3 | 0,305 | 0,111 | 0,017 |
| 29-05-2012 – 5.8 | 0,140 | 20,5 | 0,435 | 0,169 | 0,047 |
| 29-05-2012 – 5.3 | 0,071 | 4,7 | 0,156 | 0,045 | 0,010 |
| 03-06-2012 – 5.1 | 0,162 | 14,9 | 0,301 | 0,019 | 0,018 |

I valori massimi di accelerazione in superficie (PGA) sono stati registrati nell'evento del **03 giugno ML=5.1** mentre le massime sollecitazioni per le strutture (PSA) sono stati registrati nell'evento del **29 maggio 07.00.03 (GMT) M_L=5.8**.

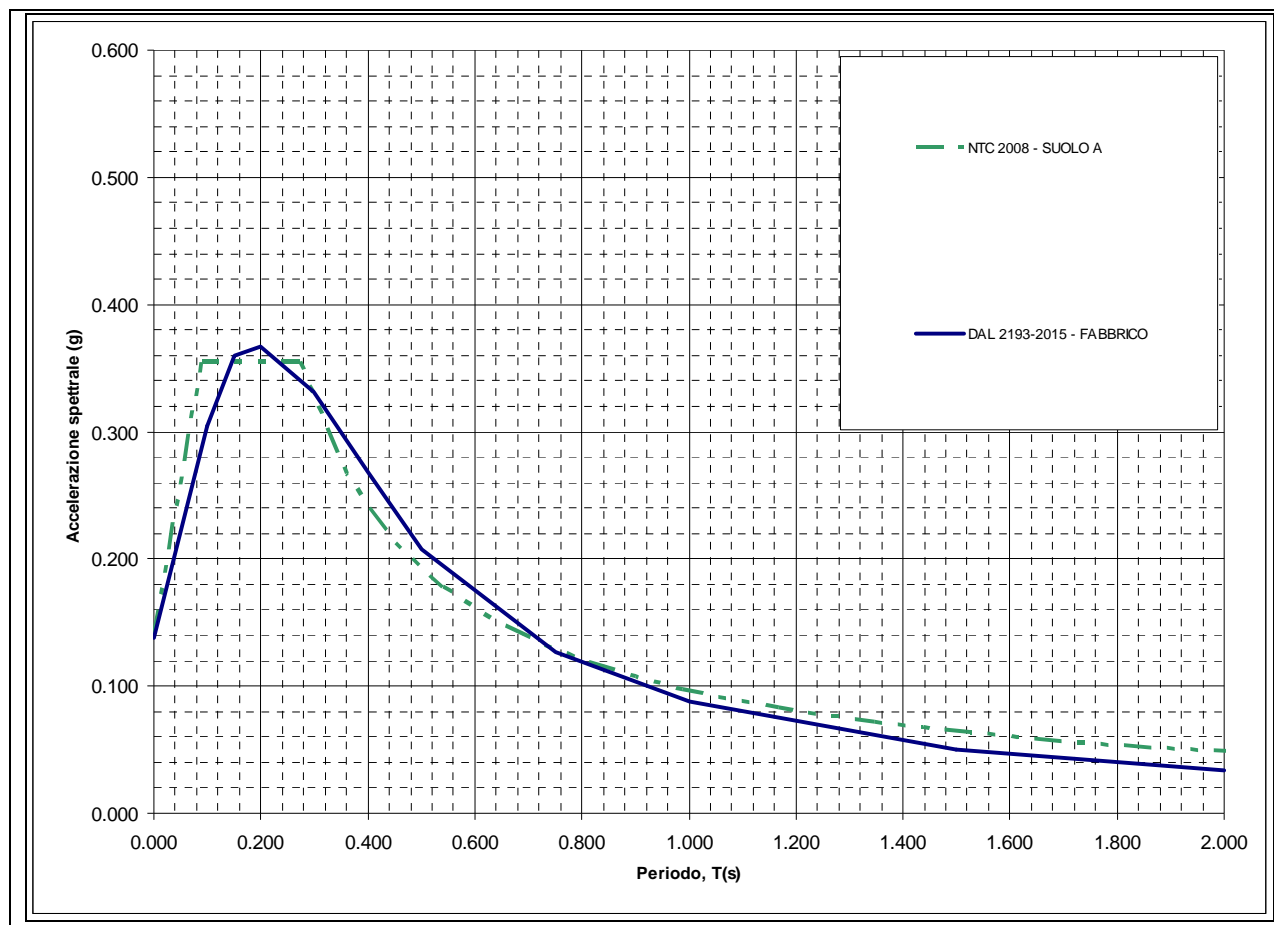
I valori di PGA-PSA degli eventi sopra elencati sono inferiori a quelli di progetto della griglia INGV (terreno cat. C – SLU-SLV) e delle tabelle A2.1.2 dell'allegato 2 DGR 2193/2015.

Una stazione sismica provvisoria, messa in opera dallo scrivente il 29 maggio 2012 nel settore centrale orientale di Correggio capoluogo, nell'evento delle 12.54, ha rilevato: PGA = 0.15 g ed uno spostamento massimo orizzontale di 4 cm.

2.1 Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento

La PGA per un periodo di ritorno di 475 anni, riportata nelle mappe di pericolosità sismica di INGV (Meletti C., Montaldo V., 2007. *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>*) varia nell'intervallo 0,125 ÷ 0,175g. Tali dati sono stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione delle tabelle contenute nella DGR 2193/2015 “Indirizzi per gli studi di Microzonazione Sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica di cui alla DAL 112/2007” dove viene indicata una PGA corrispondente a 0,138 g per l'intero territorio comunale.

Mediante i dettami di detta delibera è stato costruito lo spettro di riferimento a probabilità uniforme per il comune di Fabbrico, evidenziato nella seguente figura, dove è confrontato con lo spettro elastico in superficie per sottosuolo di categoria A (DM 14-01-2008) riferito al medesimo comune.



Spettri di risposta a probabilità uniforme, pari al 10% di almeno una eccedenza in 50 anni per Fabbrico. Smorzamento pari al 5%. Con linea blu viene riportato lo spettro costruito con i parametri riportati nella delibera dell'assemblea legislativa ER – DAL112-2007, mentre con linea verde tratteggiata è riportato lo spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettati delle NTC 2008.

Ai fini delle successive determinazioni è stato considerato lo spettro di risposta a probabilità uniforme proposto dalla Regione Emilia Romagna (DGR 2193/2015).

3 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE

Il territorio comunale di Fabbrico appartiene al bacino della Pianura Padana, estendentesi su una superficie di circa 46000 kmq, che costituisce la zona di saldatura tra Alpi ed Appennini ed è formata da un'ampia e profonda depressione nella quale si distinguono nettamente due complessi sedimentari. Di questi quello più recente, è suddiviso in due Supesintemi, il primo dei quali: Supersintema Emiliano Romagnolo, da oggi a 0,65 Ma¹, è rappresentato da depositi alluvionali prevalentemente costituiti da sabbie, ghiaie, argille e limi di piana e da sedimentazioni di delta conoide e marine marginali formate da sabbie ed arenarie poco cementate alternate ad argille e limi e talora ad orizzonti conglomeratici. Detta litozona è seguita dalle successioni sabbiose, arenacee, marnoso argillose del Supersintema del Quaternario Marino da 0,65 a 0,8 Ma (*Pleistocene med.*) dapprima costituite da depositi fluvio deltizi – marino marginali ai quali soggiacciono le sequenze cicliche sabbiose talora ghiaiose e limoso sabbioso argillose di prodelta – piattaforma – scarpata marina del *Pleistocene inf.* da 0,8 a 1.72 Ma. Tali sintemi coprono l'unità inferiore rappresentata dalle formazioni plioceniche – mioceniche – mesozoiche (da 1,8 a 24 – 247, Ma) costituite essenzialmente da depositi di ambiente marino sia costiero che di piattaforma e/o bacinale a faune pelagiche.

In detto complesso lo spessore dei depositi continentali che formano la prima unità nel territorio emiliano romagnolo è generalmente compreso tra 200/300 e 500/600 m, nel sottosuolo di Fabbrico è presente sino a -250/-300 m pc. Nell'alto strutturale di Novi MO – Mirandola è inferiore a 100 m e si rinviene a 120/130 m in prossimità del confine con Rolo dove è seguito dalle formazioni pleistoceniche generalmente rinvenibili tra -100/200 ÷ 500 – 600 e -1000 / -1300 m di profondità. A queste seguono le sequenze litostratigrafiche quaternarie del *Pleistocene medio inferiore* tra 1000/1300 e 1600/1800 m di profondità. Successivamente le formazioni del *Pliocene* si rinvengono sino a -2/-3/-4 ÷ -5/-6 nella fascia delle Pieghe Ferraresi (-1,5/-3,0 km, Fabbrico) e si approfondiscono a -6 ÷ -7,5 km in direzione occidentale – nord occidentale con il passaggio alla Monoclinale Alpina.

Analoghe profondità di -7 ÷ -8 km sono presenti nei territori più ad oriente nella zona di Carpi – Soliera – Crevalcore al passaggio delle Pieghe Ferraresi al bacino sinforme Carpi - Cento.

Ad esse soggiacciono le successioni dal *Miocene al Mesozoico*, individuate mediante disamine geofisiche (AGIP-ENI,1986), sino a -9.000 ÷ -11.000 m dal piano campagna, ad eccezione della Dorsale Ferrarese.

L'assetto strutturale del Bacino Padano, come evidenziano le analisi, indagini geofisiche e perforazioni eseguite da AGIP-ENI, è caratterizzato da una successione pliocenico - quaternaria accresciuta da ovest verso est, a carattere regressivo, costituita da sabbie e peliti torbiditiche di ambiente marino alla base, che verso l'alto sono seguite da complessi sedimentari fluvio deltizi progradanti, a loro volta coperti al tetto da depositi eminentemente continentali messi in posto dalle alluvioni dei fiumi alpino - appenninici.

¹ Milioni di anni.

Questi ultimi a scala di bacino hanno generato un cuneo di accrescimento che nell'insieme tende ad aumentare in spessore, in direzione orientale ed in senso sud - nord.

Tale complesso è suddiviso dal punto di vista idrogeologico in tre gruppi acquiferi (*G.Di Dio, 1998*) costituiti da alternanze di orizzonti argillosi, limo sabbiosi e ghiaiosi, a spessore estremamente variabile, da alcuni metri a decine di metri, attribuibili sia a depositi alluvionali di pianura in ambiente emerso che di delta conoide e marino marginale.

L'assetto e gli spessori di detta successione sono stati sensibilmente influenzati dalla conformazione del substrato prepliocenico, dagli eventi tettonici e subsidenti che hanno coinvolto lo stesso, dalle variazioni del livello medio del mare correlate ai mutamenti climatici che hanno interessato l'area padana negli ultimi 2 Ma.

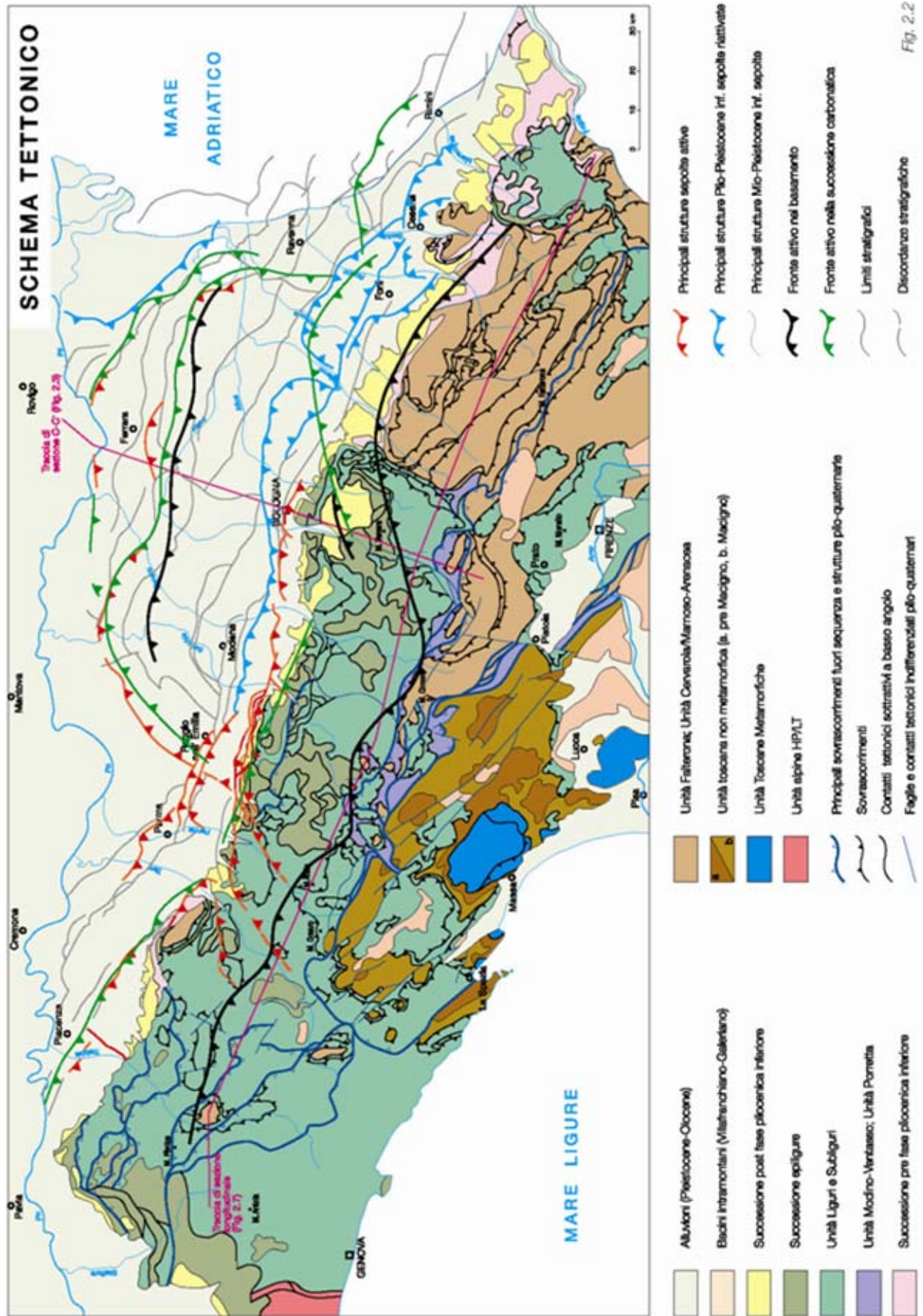
I processi che hanno determinato i piegamenti del substrato, esplicitatisi in fasi di sollevamento del fondo bacino, si sono verificati principalmente in due periodi distinti collocabili tra il *Miocene ed il Pliocene* (25.2 - 5.2 Ma), manifestatisi con prevalenza nell'area piacentino - lombarda, e nel *Pliocene inferiore e medio* (3.9 - 2.2 Ma) che hanno maggiormente coinvolto la zona emiliano - romagnola; in quest'ultima detti eventi sono rimarcati dalla superficie di erosione in ambiente subaereo della base del Supersistema del Quaternario Marino.

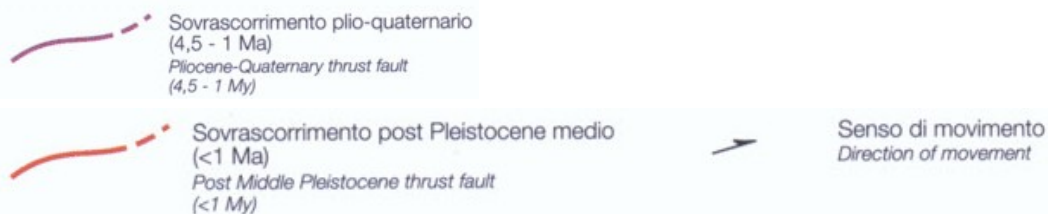
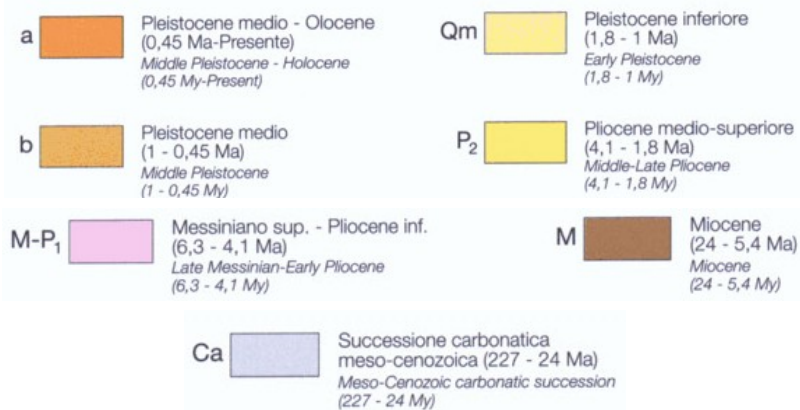
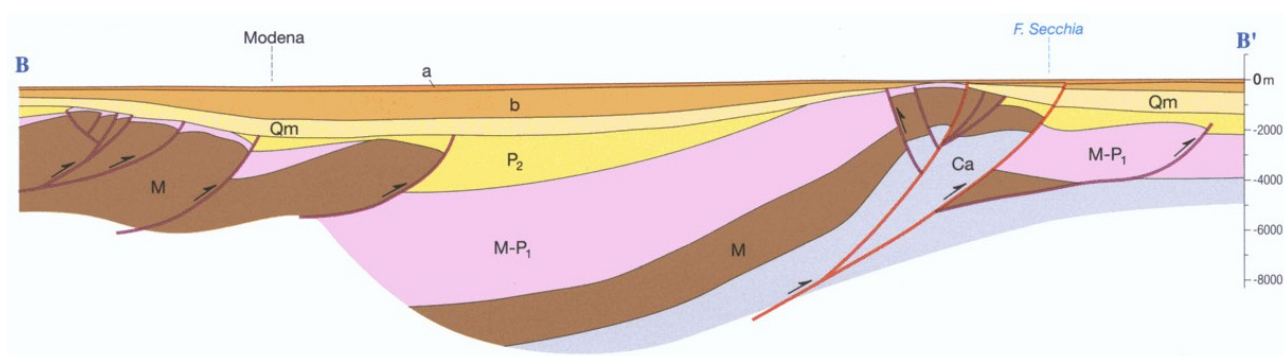
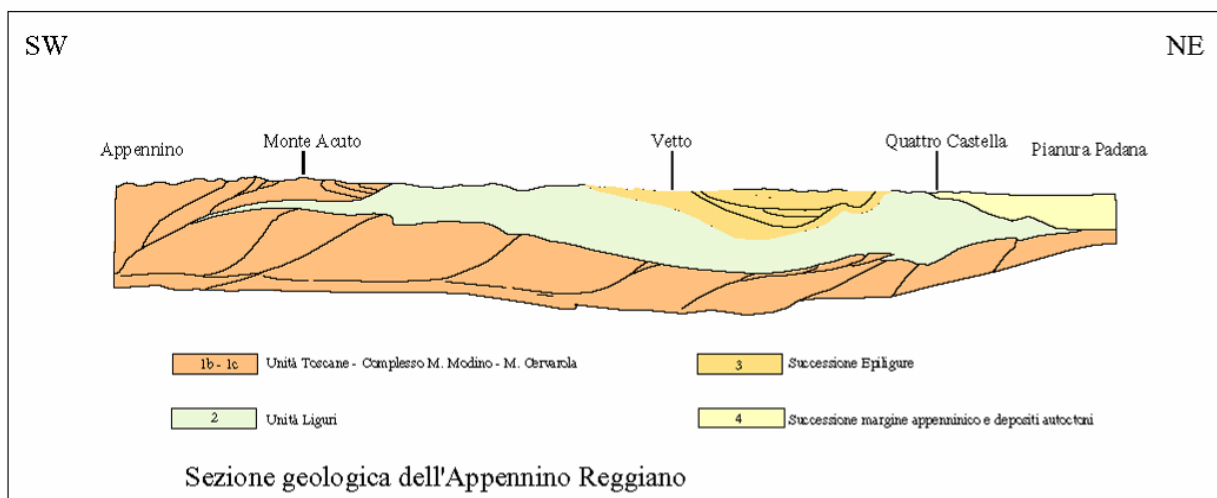
A tali eventi tettonici è seguita un'altra importante fase nel *Pleistocene medio* (0.8 - 0.45 Ma) che ha indotto il rapido spostamento della fascia di transizione tra la scarpata sottomarina e la piana bacinale verso nord est - est, alla quale è seguita una fase secondaria tra 0,26 - 0,22 Ma (*Pleistocene medio parte sup*).

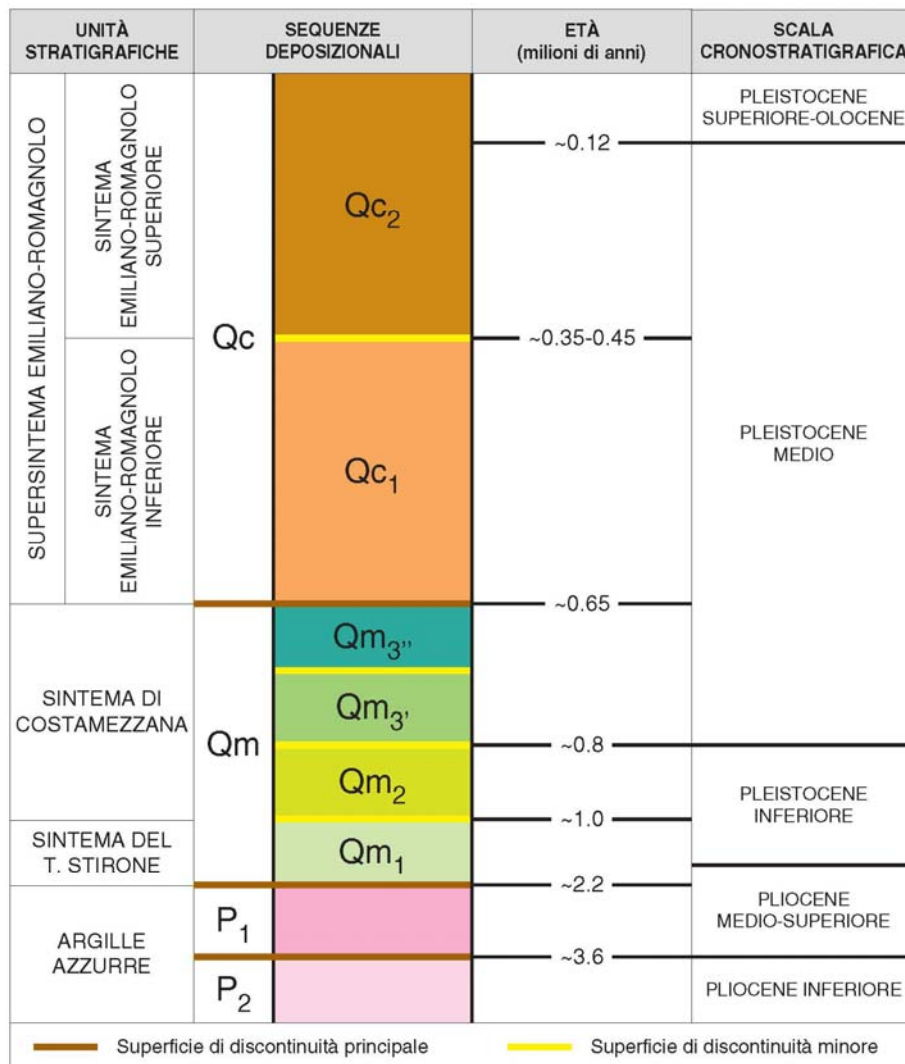
I processi in narrativa hanno condizionato la conformazione dei depositi quaternari, alluvionali e marini costieri, che ricalca l'andamento del substrato prepliocenico attenuandone le geometrie, come evidenziano gli assetti blandamente antiformali della base delle unità alluvionali sedimentatesi negli ultimi 650.000 anni b.p.: AEI, e cicli deposizionali basali e medi di AES, 450.000 - 220.000 anni b.p; la base di questi ultimi nel settore di Mirandola - Novi MO - Rolo est si accentua rimarcando la morfologia della Dorsale Ferrarese.

I conseguenti diversi spessori di materiale sedimentato sono stati oggetto di sensibile subsidenza. Detti abbassamenti, per processi di auto consolidazione, non si sono verificati uniformemente ed hanno manifestato intensità maggiore nelle fasce centrali delle sinclinali e minore nelle zone prossime ai settori di asse di anticlinale condizionando il grado di possibilità di consolidazione dei terreni. Queste condizioni, in taluni casi, ed in circoscritte aree, hanno indotto accentuazioni dei fenomeni subsidenti ai quali si è associato, localmente, lo svilupparsi di faglie distensive che nell'area di Bagnolo in Piano - Novellara - Campagnola E. - Fabbrico - Rolo - Novi Mo - Carpi - S. Martino in Rio - Correggio, non giungono in superficie e sono sigillate dall'Unità AES7.

I processi descritti nell'insieme hanno generato un assetto strutturale del bacino, a carattere compressivo, nel quale si delineavano a luoghi settori emersi soggetti ad erosione.







| | ANNI | PERIODI GEOLOGICI | PERIODI STORICI | CIVILTÀ E CULTURE | | |
|------------|---------------|---|--------------------------------------|---|---|--------------------------------------|
| CLOCENE | 1.200 | POSTGLACIALE | ALTO MEDIEVO | v. XII Età Carolingia (V. VII-IX) Età Bizantina-Longobarda (VI-VIII) Età Romano-Barbarica (V-VI) | | |
| | 476 | | | | | |
| | 162 | | ETÀ ROMANA | Impero (27...) | Età Severiana Età Antoniniana Età Adriano Età Traiana Età Augusto e Claudio | |
| | | | | | | Repubblica (183-27) |
| | 300 | | ETÀ DEL FERRO | Protoilliriano (1.100-900) | Civiltà Etrusca (...-750) | Civiltà Gallica (540-182) |
| | | | | | Villanoviana (...-800-550) | |
| | 1.500 | | ETÀ DEL BRONZO | Culture delle terramare (1.450-1.100) | Culture di Polada (1.750-1.450) | Culture adasparvatiche (1.450-1.100) |
| | | | | | | |
| | 2.800 | | ENEOLITICO | Culture di Remedello (2.500-1.800) | Culture del vaso campaniforme | Culture della Legozza (3.000-2.500) |
| | | | | | | |
| 6.200 | NEOLITICO | Culture del vaso a bocca ansata (3.800-3.500) | Culture di Fiorano (...-4.800 ?) | Culture di Fiorano (...-4.800 ?) | | |
| | | | | | 11.300 | |
| 14.000 | EPIDOLENTICO | a Mesolitico (industria microlitica) | a Mesolitico (industria microlitica) | a Mesolitico (industria microlitica) | | |
| | | | | | 30.000 | |
| PREISTORIA | IV | TARDOLACIALE | PALEOLITICO SUPERIORE (?) | Madrileniano (18.000-9.500) | | |
| | | | | | III | Sabiniense (18.000-17.500) |
| | II | WORM | PALEOLITICO MEDIO | Madrileniano | Aurignaciano (32.000-20.000) | |
| | | | | | | I |
| | 75.000 | INTERGLACIALE | PALEOLITICO INFERIORE | Acheuleano superiore (300.000-100.000) | Protoneolitico | |
| | | | | | | III |
| | 120.000 | II | FISSE | Acheuleano medio (400.000-300.000) | Clactoniano | |
| | | | | | | I |
| | 200.000 | INTERGLACIALE | MINDEL | Acheuleano antico (700.000-400.000) | Abbevilliano | |
| | | | | | | III |
| 300.000 | II | PALEOLITICO INFERIORE | Abbevilliano | Abbevilliano | | |
| | | | | | I | |
| 500.000 | INTERGLACIALE | GÜNZ | Abbevilliano | Abbevilliano | | |
| | | | | | III | |
| 700.000 | I | GÜNZ | Abbevilliano | Abbevilliano | | |
| | | | | | III | |
| | | | | Pebble Culture | | |

Da: AA.VV. Prov. RE, 1989

| SCALA GEO-CRONOMETRICA IN MA | | | |
|------------------------------|----|--------------|---------------|
| SCALA CRONOSTRATIGRAFICA | | | |
| EPOCHE | | ETA STANDARD | |
| 0 | | | |
| PLEISTOCENE | 5 | 1.7 | CALABRIANO |
| | | 2.6 | PIACENZIANO |
| PLIOCENE | 5 | 4.2 | TABIANIANO |
| | | 5.2 | MESSINIANO |
| MIOCENE | 10 | 6.6 | TORTONIANO |
| | | 11.5 | SERRAVALLIANO |
| MIOCENE | 15 | 15.5 | LANGHIANO |
| | | 16.5 | BURDIGALIANO |
| OLIGOCENE | 20 | 22.5 | AQUITANIANO |
| | | 24 | CATTIANO |
| OLIGOCENE | 30 | 32 | RUPELIANO |
| | | 37 | PRIABONIANO |
| EOCENE | 40 | 40 | BARTONIANO |
| | | 44 | LUTEZIANO |
| PALEOCENE | 50 | 49 | YPRESIANO |
| | | 53.5 | THANETIANO |
| PALEOCENE | 60 | 60 | DANIANO |

| UNITA' DELLA SCALA STANDARD | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-------------------|-------------|-------------|----------------|--------------|
| DATAZIONE IN Ma | EON | ERE GEOL. EONICHI | PERIODI | EPOCHE | ETA | ALTRE UNITA' |
| | | | SISTEMI | SERIE | PIANI | |
| 1.8 | C | E | QUATERNARIO | OLOCENE | VERSILIANO | FLANDRIANO |
| | | | | PLEISTOCENE | TIRRENIANO | CRITONIANO |
| 5 | N | E | NEOGENE | PLIOCENE | PIACENZIANO | FRANCAIANO |
| | | | | MIOCENE | ZANCLEANO | ASTIGIANO |
| 24 | T | O | PALEOGENE | MIOCENE | MESSINIANO | PONTICO |
| | | | | OLIGOCENE | TORTONIANO | PANNONICO |
| 37 | O | I | PALEOGENE | EOCENE | SERRAVALLIANO | SARMAZIANO |
| | | | | PALEOCENE | LANGHIANO | ELVEZIANO |
| 53.5 | A | O | PALEOGENE | EOCENE | BURDIGALIANO | |
| | | | | PALEOCENE | AQUITANIANO | |
| 65 | N | E | CRETACICO | OLIGOCENE | CATTIANO | LONGRIANO |
| | | | | EOCENE | RUPELIANO | BARTONIANO |
| 96 | E | S | CRETACICO | OLIGOCENE | PRABONIANO | LEGNANO |
| | | | | EOCENE | LUTEZIANO | ALVERSIANO |
| 143 | O | R | GIURASSICO | EOCENE | YPRESIANO | BIARRIZIANO |
| | | | | PALEOCENE | THANETIANO | CUSIANO |
| 212 | Z | O | TRIASSICO | PALEOCENE | MONTIANO | SPARNACIANO |
| | | | | EOCENE | DANIANO | ILANDEIANO |
| 247 | P | A | PERMIANO | PALEOCENE | MAASSRICHTIANO | |
| | | | | EOCENE | CAMPANIANO | |
| 289 | I | L | CARBONIFERO | EOCENE | SENONIANO | |
| | | | | PALEOCENE | SANTONIANO | |
| 367 | C | O | DEVONIANO | PERMIANO | CONIACIANO | |
| | | | | TRIASSICO | TURONIANO | |
| 416 | O | S | SILURIANO | PERMIANO | CEHOMANIANO | |
| | | | | TRIASSICO | ALBIANO | |
| 446 | I | O | ORDOVICIANO | PERMIANO | APTIANO | |
| | | | | TRIASSICO | BARREMIANO | |
| 509 | O | C | CAMBRIANO | PERMIANO | HAUTERIVIANO | |
| | | | | TRIASSICO | VALANGINIANO | |
| 575 | O | C | CAMBRIANO | PERMIANO | BEERRIASIANO | |
| | | | | TRIASSICO | PORTLANDIANO | |

Da: P.R. Vail, 1977
parz. mod.

3.1 Caratteri sismotettonici

Il sottosuolo dell'area pianiziale delle province di Reggio Emilia e Modena appartiene alla Regione delle Pieghe Padane che in detta zona formano l'Arco delle Pieghe Ferraresi e più a sud la fascia della Pieghe Romagnole ed Emiliane del Fronte Pedepenninico, che assumono una larghezza variabile, da più di 50 Km nell'Emilia orientale a 25 Km in quella occidentale dell'area parmense.

Detto sistema di pieghe costituisce un assetto strutturale sensibilmente complesso caratterizzato da un'intensa tettonizzazione che nella parte più settentrionale (Dorsale Ferrarese) ha determinato un notevole innalzamento del substrato carbonatico mesozoico che presso Novi di Modena – Camurana, si rinviene già da 215-310 m dal piano campagna (p.Novi 4bis, 1952 – p. Cavone di Carpi 2, 1978) e nelle zone più ad oriente nel ferrarese: Casaglia – Pontelagoscuro si attesta a -120/-150 m pc.

Nell'ambito del sistema plicativo l'Arco delle Pieghe Ferraresi costituisce la parte più esterna della strutturazione del fronte appenninico e presenta vergenza settentrionale ed è suddivisa in due dorsali una più interna: Struttura Bagnolo in Piano – Campagnola E. – Fabbrico – Novi MO – Mirandola – Cento, ed una esterna: Struttura Quarantoli – Bondeno – Ferrara.

Quest'ultima assume andamento circa ovest-est dal ferrarese a Camurana – Novi MO e successivamente con il passaggio alle Pieghe Ferraresi Interne si orienta in direzione nord est - sud ovest da Novi MO a Novellara a Bagnolo in Piano. La flessione dell'anticlinale tra Novi MO e Rolo risulta imputabile a faglie trasversali, trascorrenti, a direttrice circa nord ovest-sud est.

Nella zona di Reggio Emilia, Bagnolo in Piano, la successione delle formazioni nei primi 4.500/6000 m. è caratterizzata dalla presenza di una formazione carbonatica di mare basso di età *Giurassico sup. - Cretacico inf.* Quest' ultima risulta essere assente nelle aree circostanti, come denotano i pozzi perforati da *AGIP*, nei quali il *Cretacico inf.* è rappresentato dalle classiche facies carbonatiche pelagiche (Biancone o Maiolica).

Nel contesto dell'evoluzione del bacino sedimentario padano, contraddistinto in detto periodo da processi distensivi, una plausibile spiegazione della presenza di sedimentazioni in ambiente marino basso, secondo *A. Bosellini*, 1981, è correlabile all'esistenza di una fascia, estesa in modo assecondante l'attuale margine meridionale della Pianura Padana tra Modena e Parma, sollevata per fratturazioni anastomizzate a componente prevalentemente orizzontale che rigettavano sinistralmente il margine continentale della Placca Adria.

La presenza di detta faglia trascorrente sarebbe confermata dai dati sismici e gravimetrici relativi all'area in oggetto e dall'esistenza di una fascia di epicentri sismici, larga circa 70 Km denominata linea Piacenza Forlì (*Peronacci 1974; Sacchi 1979*), con profondità di 30-40 Km (*Caloi et Alii, 1956*).

I dati paleomagnetici (*Vanderberg e Wonder; 1976*) riferiti al fondo del paleoceano ligure, documentanti diversi movimenti in due periodi distinti, concorrono a confermare gli effetti di una faglia trascorrente in tale area del bacino padano.

Lo spessore della successione mesozoica, che nel settore di “Bagnolo in Piano” è caratterizzata dall’omonima piattaforma carbonatica, presente circa tra 4500 e >5730 m, conferisce un incremento relativo della rigidità della sequenza formante i primi 10 - 12 Km del sottosuolo tutt’altro che trascurabile. Detti elementi, unitamente all’esistenza della linea tettonica denominata *Emilian fault* (A. Bosellini; 1981), determinano condizioni d’insieme significativamente influenti sul tipo di attività sismica dell’area pianiziale Reggiano - Parmense come indicano le profondità degli ipocentri nella zona di Bagnolo in Piano - Correggio - Novellara generalmente comprese tra -5/-6 km.

Nell’ambito di quanto esposto è inoltre determinante la presenza delle faglie che delimitano le ali occidentali ed orientali della Dorsale Ferrarese e quella del Fronte di Accavallamento della successione carbonatica meso-cenozoica rinvenibile a profondità di 8/9 ÷ 11/12 km dal piano campagna con approfondimento in verso meridionale, che si estende in direttrice sud ovest - nord est, circa secondo l’allineamento Villa Sesso - S. Giovanni della Fossa - Fabbrico - Novi MO.

Il bordo dell’ala occidentale - nord occidentale della Dorsale Ferrarese interna, corrispondente alla linea di sovrascorrimento che la mette a contatto con la monoclinale alpina, presenta direzione sud ovest - nord est e si estende circa secondo l’allineamento Novi MO - Fabbrico - Novellara - Cadelbosco di Sotto e di Sopra. A dette linee tettoniche regionali si associano fasce di fratturazione a direttrice sia appenninica che antiappenninica, come denotano le zone di frattura individuate a profondità di 1000 - 1200 m dal piano campagna nel campo pozzi AGIP di Correggio: zona S. Michele - S. Giovanni della Fossa (AGIP, 1952, Campo di Correggio). In tale area si evidenzia una fascia a direttrice sud ovest - nord est, 4/5 km ad occidente del suddetto capoluogo, che circa tra Fosdondo e S. Michele della Fossa interseca un’altra zona di frattura orientata est sud est - ovest nord ovest che con tutta probabilità, in rapporto all’assetto delle isobate del tetto del *Pliocene medio-superiore*, si estende anche in direzione sud est assecondando l’andamento di via Fosdondo sino all’omonima frazione. Nel settore occidentale, ad ovest di S. Michele della Fossa, detta fascia si associa ad una zona di intensa fratturazione che si sviluppa in senso sud ovest - nord est circa secondo l’allineamento Bagnolo in Piano - Santa Maria.

Le principali linee tettoniche sopra citate trovano riscontro nei limiti dello schema sismotettonico identificante le zone sorgente, redatto da P. Scandone et Alii (1991) e quello della zonazione sismogenetica ZS9, INGV. 2004.

Dette suddivisioni evidenziano un grado di correlabilità molto elevato tra la fascia circa delimitante il margine settentrionale appenninico secondo l’allineamento Bologna - Parma e la zona di probabile presenza dell’*Emilian Fault*. Analoga considerazione è estendibile anche alle faglie inverse che delimitano il fronte settentrionale dell’Arco della Pieghe Ferraresi.

La base del *Pliocene* (M. Pieri, G. Groppi; AGIP, 1981 - RER, AA.VV, 2002) nel sottosuolo del settore di territorio al quale appartiene il comune di Fabbrico è generalmente rinvenibile tra -1,5/-2,0 ÷ -3,0 km dal piano campagna ad eccezione del settore nord ovest dove si riscontra a -6,0 km pc. Detta base si approfondisce in direzione sia sud ovest che sud dal confine comunale di Fabbrico a quello con Campagnola Emilia - Novellara - Bagnolo in Piano ed in direzione sud - sud est con quello di Carpi; tale assetto caratterizza la fascia di asse della Dorsale Ferrarese. Nelle zone a nord - nord ovest di Fabbrico, dove gli sovrascorrimenti

dell'ala settentrionale occidentale di detta Dorsale la giustapposono alla monoclinale alpina, la base del *Pliocene* si attesta a -5/-6 km pc.

La sopracitata linea di sovrascorrimento, che delimita l'ala settentrionale - occidentale meridionale della Dorsale Ferrarese, si estende in direzione nord est- sud ovest da Novi MO a FabbriCO - Bagnolo in Piano - Reggio Emilia dove si collega, mediante una ripida monoclinale, alla struttura di Reggio Emilia - Bologna appartenente alla "Regione Delle Pieghe Pedeappenniniche". Nelle zone ad ovest di Cadelbosco di Sopra - Novellara superata la linea di sovrascorrimento che delimita l'ala occidentale dell'arco delle Pieghe Ferraresi interne, il tetto del substrato prepliocenico si abbassa a -6/-7 km dal piano campagna. Analogamente in direzione sud nei territori di Carpi - Soliera - Nonantola detto substrato si approfondisce a -6/-8,5 km dal piano campagna e costituisce il bacino sinforme con asse ovest est circa orientato Soliera - San Giovanni in Persiceto. Quest'ultimo procedendo in verso meridionale si raccorda mediante sovrascorrimento alle Pieghe Emiliane e Romagnole nelle quali il substrato risale rapidamente a -2,5/-2,0 km pc.

3.2 Attività tettonica

Successivamente all'importante evento tettonico che ha interessato il margine appenninico e la pianura, sviluppatosi nel *Pliocene inferiore e medio* (4,4 e 3,9 Ma), il fronte delle deformazioni migra in direttrice nord est ed attiva gli archi delle Pieghe Emiliane e Romagnole e delle Pieghe Ferraresi, come evidenziano le deposizioni in diversi "microbacini" al fronte delle suddette pieghe.

I depositi correlati ai progressivi stadi di sollevamento appenninico documentano importanti fasi all'inizio del *Pleistocene* (1,73 Ma) e nel *Pleistocene medio* (0,8 e 0,65 Ma) che nell'area reggiano - parmense sono probabilmente correlati all'interazione della parte più interna delle Pieghe Ferraresi (Struttura di Bagnolo) con il settore più esterno della struttura di Reggio (G. Barbacini et alii, 2002).

Nel *Pleistocene medio* si instaurano gli ambienti sedimentari continentali che hanno generato i depositi dei Sintemi Emiliano Romagnolo Inferiore (0,65 ÷ 0,45 Ma, AEI) e Superiore (0,45 Ma ÷ presente AES).

Le fasi tettoniche più recenti, che denotano l'attività delle strutture nel *Pleistocene superiore - Olocene* sono testimoniate da dislocazioni e basculamenti che interessano le conoidi alluvionali, piegamenti che coinvolgono i depositi mindelliani e rissiani al piede dei colli (anticlinali del Ghiardo, Montecchio, Monticelli), dalle discontinuità individuate nei profili sismici che, in particolare, evidenziano l'attività degli sovrascorrimenti sepolti delle Pieghe Ferraresi, messi in risalto dalle geometrie arcuate della base delle unità alluvionali AEI ed AES (0,4 ÷ 0,65 Ma²), come si evidenzia nei territori di FabbriCO - Rolo - Novi MO - Mirandola.

Le variazioni delle condizioni degli ambienti sedimentari nel tardo *Pleistocene* sarebbero confermate dalla ridotta profondità della base dell'*Olocene* (11.000/12.000 anni b.p) che ad

² Ma = Milioni di anni

occidente di Reggio Emilia – Parma, corrisponde circa a $10 \div 15$ m ed aumenta in direzione orientale, attestandosi a $15 \div 20$ m nelle zone a settentrione di Reggio Emilia e Modena, alle quali appartiene Fabbrico, ad eccezione dei territori di Rolo - Novi MO – Mirandola dove si riscontra a $-10 \div -15$ m pc; procedendo in verso est e sud detta base tende ad approfondirsi ulteriormente attestandosi a -25 m dal piano campagna con l'approssimarsi al bolognese.

Concorrono a documentare un'attività tettonica recente le migrazioni verso occidente dei tracciati dei fiumi appenninici e gli antichi depositi di canale che frequentemente evidenziano anomalie nelle direttrici di deflusso prima di giungere all'attuale percorso del Po, quali la deviazione verso ovest del F. Secchia tra Modena e Cavezzo quella del F. Panaro tra Modena e Camposanto, la netta deviazione in verso settentrionale del F. Po nella zona di Guastalla, praticamente a ridosso dell'ala occidentale – settentrionale della Dorsale Ferrarese e la flessione in verso est dei fiumi Mincio e Adige nei territori a settentrione di detto fiume; contribuisce inoltre a confermare detta attività la presenza nei primi 40/60 m del sottosuolo nelle zone di Reggiolo – Fabbrico nord — Novi MO di sequenze sabbiose con spessori di 15/30 m.

L'assetto delle strutture profonde visualizzato nella *Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna* (M. Boccaletti – L. Martelli; 2004) indica attività della linea di sovrascorrimento, al bordo occidentale della Dorsale Ferrarese, orientata sud ovest – nord est circa da Cadelbosco di Sopra/di Sotto – Novellara ovest – Fabbrico – Rolo – Novi MO, e dei Fronti di Accavallamento della successione Carbonatica Mesozoica e del Basamento, rispettivamente individuati nel sottosuolo della zona in esame a -8/-9 km e -11/-12 km, nella fascia circa estesa secondo l'allineamento Villa Sesso – Pieve Rossa – Campagnola E. – Fabbrico sud – Novi MO – Concordia sS.

Oltre alle sopra descritte zone ad oriente di Correggio ed immediatamente ad est di Rio Saliceto, è presente una linea di sovrascorrimento, interessata da possibili riattivazioni, che si estende nel sottosuolo circa delle località Prato – S. Martino in Rio – Zona industriale di Correggio e, con successiva flessione in senso sud ovest, si dirige verso Canolo per poi riorientarsi a nord est in direzione di Rio Saliceto – Fossoli, estendendosi verso S. Antonio in Mercadello – S. Felice sul Panaro - Cento.

Ulteriori fasce di deformazione attiva che influiscono sull'attività sismica del territorio in oggetto sono rappresentate delle linee di sovrascorrimento pedappenniniche estese in direttrice ovest nord ovest – est sud est presenti a meridione della via Emilia, circa tra la stessa e l'allineamento Montecchio – Cavriago – Fogliano – Arceto; nella fascia settentrionale di dette pieghe si sono verificati gli epicentri sismici di maggior energia con $M_w > 5,5$ a Ponte Taro, Parma, tra Caprara e Calerno / Cà del Bosco di Sopra, Rubiera.

L'interazione tra le Pieghe Emiliane e la parte più esterna della Struttura di Bagnolo (rampa laterale delle Pieghe Ferraresi interne) ha manifestato influenze che hanno determinato sollevamenti negli ultimi $0,45 \div 0,22$ Ma, e con tutta probabilità anche in epoca storica come suggeriscono la diversione verso occidente del T. Enza e la presenza in superficie dei depositi dell'unità AES7b nei territori di Campegine – S. Ilario d'Enza, che confermano ulteriormente l'attività sismica del territorio in oggetto.

I sollevamenti delle strutture correlati a dette attività trovano riscontro nei minori tassi di abbassamento, $<0,5/1$ cm anno, rispetto alle fasce di pianura più a meridione e ad oriente: Correggio – Carpi – Ravarino: $1.5/2$ cm anno.

La distribuzione degli ipocentri focali denota che il territorio in oggetto è interessato principalmente da un'attività sismogenetica, correlata a faglie compressive e trascorrenti, di tipo superficiale: primi 10/15 km del sottosuolo, connessa agli stress tettonici che si accumulano nella parte medio basale della successione carbonatica e nella fascia di sovrascorrimento del basamento; la diffusione dei fuochi che si generano tra -15 e -35 km dal piano campagna, è simile a quella più superficiale ma contraddistinta da densità inferiore.

D'altra parte la sismicità più profonda, ipocentri sottostanti 35 km dal piano campagna, nella pianura è decisamente minore ed induce risentimenti in superficie con effetti più bassi e che si estendono su aree più vaste.

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'area in oggetto alla zona sismogenetica 912.

La riclassificazione sismica del territorio nazionale: OPCM 3274/2003, NTC 14/09/2005, attribuisce il Comune di Fabbrico alla zona 3 con grado di sismicità equivalente agli ambiti S6.

I valori di a_g elaborati dal Gruppo di Lavoro MPS 2004 (Meletti C., Montaldo V., 2007. *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>*), attribuiscono, alla fascia territoriale a cui appartiene il comune in oggetto valori di accelerazione compresi tra:

$$\text{Fabbrico } a_g = 0,125 \div 0,150 \text{ g}$$

con diminuzione di tali parametri da sud ovest a nord est.

Il valore della a_g di riferimento riportato nell'allegato A4 della Deliberazione della giunta Regionale Emilia Romagna n°2193/2015, corrisponde, per il comune di Fabbrico, a:

$$\alpha_{\text{ref}} = 0,138 \text{ g}$$

3.3 Subsidenza

I fenomeni subsidenti nel territorio di Fabbrico sono correlabili ai processi di auto consolidazione naturale dei depositi delle aree di pianura che nella zona in esame denotano un elevato grado di influenza connesso all'assetto del substrato pliocenico e prepliocenico; a tali condizioni si sommano gli effetti correlati alle estrazioni di fluidi dal sottosuolo, che prevalentemente interessano i primi 100/200 – 250 m dal piano campagna, che indicano abbassamenti dei terreni in superficie di 5 mm/anno nella parte meridionale orientale del territorio e che diminuiscono a 2,5 mm/anno nella parte settentrionale con l'eccezione dell'areale sede del capoluogo con abbassamenti di 2,5/5,0 mm/anno.

Tali fattori evidenziano corrispondenza tra la variabilità in spessore e geometria dei complessi acquiferi che formano i primi 100 ÷ 200 m del sottosuolo e le linee di uguale abbassamento del terreno (isocinetiche) relative al periodo 1992/2011 (ARPA.RER; www.arpa.emr.it/dettaglio_generale.asp?Id20512divello=1423).

Le sezioni idrogeologico strutturali mostrano infatti che le unità AES8 ed AES7 (dal presente a 125.000 b.p.) le cui deposizioni sono state influenzate sostanzialmente dai cambiamenti climatici che hanno interessato il bacino padano nel sopracitato periodo, sono caratterizzate da spessori relativi inferiori: 65/70 m nel sottosuolo centro orientale del territorio comunale, zona nella quale la fascia dell'asse della Dorsale Ferrarese è più prossima alla superficie.

Dette caratteristiche si rimarcano in direzione est, Rolo Novi MO, dove la Dorsale Ferrarese si innalza progressivamente e gli spessori medi corrispondono a 40/50 m in territorio di Rolo a 30/40 m nell'area di Novi MO ed in direzione est (Cavone – S. Possidonio) si assottigliano a 25 m. D'altra parte incrementano a 75/80 m nei settori occidentali e meridionali, procedendo in direzione sud – sud ovest (Rio Saliceto – Campagnola E.) si attestano a -80/-90 m, nelle zone più a sud (S. Martino in Rio – Correggio sud) e più a occidente (Novellara) in accordo con l'approfondirsi del substrato prepliocenico, gli spessori aumentano a 90/100 m.

Caratteristiche simili, con deformazioni più accentuate e spessori più differenziati evidenziano le unità che costituiscono la parte mediana e basale del Sintema AES (base cicli: A2 – A3 – A4) le cui deposizioni sono state condizionate principalmente dai cambiamenti climatici del bacino padano da 125.000 a 400.000 anni b.p. e localmente da processi tettonici.

La presenza della base dell'AES evidenzia profondità nettamente differenziate tra i settori al bordo sud orientale – orientale al confine con Rolo – Rio Saliceto nei quali è rinvenibile a -170/-180 m dal piano campagna, rispetto alle zone occidentali dove la base di tale unità si attesta a -190/-200 m e ad ovest del confine con Campagnola E. si approfondisce a -210/-220 m; nelle zone ancora più a sud e ad ovest: S. Martino in Rio – Novellara tale base si abbassa a -230/-250 m pc.

Tali incrementi di spessore concordano con il progressivo aumento di profondità della fascia di asse della Dorsale Ferrarese in direzione sud ovest e delle ali della stessa che si immergono a nord est e sud est.

Le differenze di profondità in prossimità del confine sud orientale di Fabbrico, desunte da profili sismici a riflessione e stratigrafie di perforazioni di pozzi, sono con tutta probabilità correlabili a processi con fagliazione.

Questi ultimi non si trasmettono in superficie e sono sigillati dai depositi dell'unità AES7 e parte superiore dell'unità: AES6 del Sintema AES, nei quali non si riscontrano.

Analoghe caratteristiche di variazione di spessori ad assetto geometrico evidenziano la base delle unità del Sintema Alluvionale Inferiore: AEI (400.000 ÷ 650.000/800.000 anni b.p.) sul quale hanno influito sia i cambiamenti climatici che i movimenti tettonici che hanno interessato il bacino padano in detto periodo; la base di tale sintema nei settori occidentali: confine con Campagnola E., è rinvenibile a -300/-320 m pc, più ad ovest ed a sud (Novellara – Correggio sud – S. Martino in Rio) si approfondisce rapidamente a -350/-400 m pc. Nelle zone al bordo sud orientale al confine comunale con Rolo, la base dell'AEI si rinviene tra -250/-260 m pc e più ad est al confine Carpi – Rolo risale a -180/-200 m pc; procedendo in direzione est nel territorio carpigiano centrale orientale e nei settori meridionali centrali, la base di detta unità si approfondisce a -230/-260 m pc, successivamente in direzione sud – sud est (Carpi – Campogalliano si immerge a -300/-320 m pc.

Come per il sintema sovrastante, tali differenze di profondità della base di AEI, sono con tutta probabilità correlabili a faglia per processi distensivi.

Come precedentemente descritto oltre alle sopradescritte valutazioni, sono documentati nel territorio di Fabbriaco, dalle rilevazioni della rete regionale di monitoraggio della subsidenza di ARPA.ER. relative al periodo 1992 – 2000, isocinetiche di abbassamento inferiori a 2,5 mm/anno con locali incremento dei valori a 2,5/5,0 mm/anno nel settore occidentale centrale; nel periodo 2002/2006 gli abbassamenti nel settore centrale sono stati inferiori a 2,5 mm/anno con incrementi nelle fasce settentrionali, al bordo occidentale e sud orientale a valori di 2,5/5,0 mm/anno; in un limitato areale al confine sud orientale con Rio Saliceto sono individuati aumenti a 5,0/7,5 mm/anno. Nel periodo 2006/2011 le entità degli abbassamenti si sono attenuate a valori praticamente nulli o positivi ad eccezione del settore sede del capoluogo nel quale sono risultati di 0/2,5 mm/anno.

Tali condizioni sono correlabili agli emungimenti idrici dal sottosuolo che risultano essere in disequilibrio con le potenzialità e tempi di ricarica degli acquiferi confinati presenti nei primi 100/200 m del sottosuolo.

Effetti di subsidenza localizzati possono rimarcarsi in prossimità di pozzi che captano l'acquifero freatico: primi 10/20 m dal piano campagna, in areali con diametro di 10/12 ÷ 20/30 m che circoscrivono il pozzo, per emungimenti idrici forzati non in equilibrio con le potenzialità dell'acquifero freatico.

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio di Fabbriaco appartiene alla fascia di transizione tra la Media Pianura e la Bassa Pianura Padana Appenninica costituitasi tra l'area dei conii alluvionali pedeappenninici e la zona di dominio del Po. Detto settore pianiziale, nella parte meridionale dell'area comunale, è caratterizzato nel sottosuolo da sequenze di spessi orizzonti prevalentemente argillosi - argilloso limosi, ai quali si intercalano subordinate sequenze di strati sabbiosi generalmente di modesto spessore.

D'altra parte nelle zone centrali e settentrionali il sottosuolo è contraddistinto da un progressivo arricchimento in alternanze di strati prevalentemente sabbiosi che formano orizzonti sensibilmente spessi che, nell'insieme dei primi 100 ÷ 150 m dal piano campagna, risultano presenti in percentuali praticamente equivalenti alle unità argillose. Queste ultime comunque tendono ad essere più rappresentate con l'incremento della profondità.

Negli ambiti pianiziali i corsi d'acqua svolgono prevalentemente un'azione sedimentante e pertanto un fiume in tali condizioni è libero di espandere le proprie acque sulle aree che lo fiancheggiano in occasione delle piene.

In detti modelli di accrescimento, i materiali in carico alle acque si distribuiscono in modo che quelli più grossolani, cioè le sabbie, formino, oltre alle barre, gli argini naturali d'alveo; d'altra parte i più fini come le argille limose, si depositano nei punti più distanti dalle sponde fluviali e quindi nelle depressioni comprese tra un fiume e l'altro. Ne consegue che le unità litologiche superficiali evidenziano nelle componenti granulometriche sabbiose, ambienti sedimentari ad energia idrodinamica elevata: tratti d'alveo, mentre le aree costituite

da litotipi argilloso - limosi definiscono settori di bassa energia a sedimentazione lenta concordanti con ambienti palustri.

L'ambito evolutivo della pianura padana, caratterizzato da condizioni di equilibrio dinamico, è stato fortemente influenzato dall'azione dell'uomo. Quest'ultimo, per cautelarsi dalle esondazioni, ha costretto i corsi d'acqua a scorrere sempre negli stessi alvei, elevando gli argini di pari passo all'innalzamento dei letti fluviali. Tale irrigidimento della rete idrografica naturale ha accentuato i dislivelli tra i fiumi ed i territori che li fiancheggiano sia per un mancato apporto di materiali che per l'incremento di subsidenza differenziale.

Le caratteristiche evolutive descritte concordano con le emergenze morfologiche presenti nel territorio comunale di Fabbrico. Infatti si riscontra una conformazione pianeggiante blandamente ondulata, contraddistinta da un dosso topografico principale, estendentesi in modo sub parallelo alla SP n°4 Campagnola – Fabbrico – Rolo, e da depressioni vallive nei settori nord – nord ovest e sud – sud est.

Di detti assetti topografici quelli leggermente più rilevati sono caratterizzati da componenti litologiche e del microrilievo che palesano una genesi legata ad antichi tratti fluviali naturali, come visualizzato nella allegata carta litotecnica. Quest'ultima evidenzia, un prevalente sistema a corpi sabbiosi allungati in senso ovest - est ed un sistema subordinato e di gerarchia inferiore, con direzione estesa sud ovest – nord est.

I tratti d'alveo residuali descritti conseguono dalle divagazioni fluviali del Po e dei fiumi appenninici, derivate sia dalle variazioni climatiche avvenute in passato che, con tutta probabilità, da movimenti tettonici che hanno interessato la Dorsale Ferrarese (*Viggiani A; 1974*)

Il paleoalveo di maggior rilievo, sul quale è ubicato il capoluogo, è attribuibile al T. Crostolo che, circa sino al 12° secolo d.C. quindi prima della rotta di Ficarolo avvenuta tra il 1152 ed il 1192 (*Ciabatti, 1966*), passava ad est di Reggio Emilia. Da qui proseguiva verso nord est attraversando l'area compresa tra Budrio – Correggio – Cognento e, deviando verso oriente, assumeva un andamento est est sud – ovest ovest nord secondo l'allineamento Campagnola E. – Fabbrico – Rolo – Novi. Successivamente, raccogliendo le acque del Secchia, confluiva al Po nei pressi di Bondeno di Ferrara (*Viggiani, 1974*).

La preesistenza di questo antico tracciato fluviale naturale ha ostacolato l'impostazione del reticolo idrografico più recente, a direttrice sud ovest – nord est, come evidenziano le tendenze a volgere verso occidente oppure ad oriente che assumono i paleoalvei a meridione di Fabbrico e la presenza di coni di rota alluvionale osservabili a nord est del capoluogo ed in prossimità del confine con il comune di Rolo. L'esistenza di detto preesistente canale fluviale ha determinato ritardi nel colmamento delle fasce al bordo occidentale e settentrionale e di quelle a sud est dell'area comunale. Un analogo effetto sulle possibilità di deposizione nelle zone nord del territorio di Fabbrico è stato esercitato dall'antico percorso fluviale estinto, attribuibile al F. Po, esteso ovest – est concordemente alla SP Reggiolo – Moglia che ha ostacolato le possibilità degli afflussi provenienti da nord.

Un altro agente che ha influito sulla formazione del territorio fabbricese è il T. Tresinaro che, in base a dati storici, prima dello sbarramento di Fellegara, avvenuto circa nel 1300 d.C., si dirigeva da Roncadella verso S. Martino In Rio e poi proseguiva, con il Canale di Migliarina, sino al Parmigiana Moglia.

Alle condizioni geomorfologiche descritte, nelle fasce nord occidentali e sud orientali dell'area comunale, è conseguita l'instaurazione di ambienti vallivi palustri, caratterizzati dalla deposizione di materiali essenzialmente argillosi con intercalati subordinati sottili e discontinui livelli sabbioso fini limosi, contrassegnati a livello territoriale da un forte grado di lenticolarità.

Dette peculiarità di ambito vallivo contraddistinguono la maggior parte del territorio ad occidente ed a settentrione del Canale della Pia. Analoga tipologia ambientale caratterizza l'area ad est del Cavo Naviglio ed a sud di via Rigetia.

Tali conformazioni, sono contraddistinte dalla presenza di terreni prevalentemente argillosi – argilloso limosi nei primi 8 ÷ 12 m del sottosuolo.

Altre peculiarità geomorfologiche di interesse nell'ambito comunale, sono rappresentate dai coni di rotta alluvionale che si riscontrano a settentrione di via Bedollo.

L'ubicazione e la geometria di dette strutture sedimentarie concorda con la presenza di un antico dosso fluviale a nord del Cavo Parmigiana Moglia che rendeva difficoltosa la possibilità a defluire in direttrice nord – nord est degli antichi tracciati fluviali che sono transitati nel territorio di Fabbrico - Rolo.

La dinamica dell'evoluzione geomorfologica descritta trova riscontro nelle tracce di antichi insediamenti umani rinvenuti nel contesto di ricerche archeologiche le quali evidenziano una vasta area ad ovest di Fabbrico priva di reperti sino all'età del Bronzo. Ciò è in accordo con le caratteristiche climatiche *dell'Olocene Medio*, che risultavano contraddistinte da un clima caldo secco in fase di evoluzione verso un periodo fresco umido di tipo sub atlantico che si sarebbe decisamente impostato verso il 1000 ÷ 800 a.C.

I cicli di piovosità che giunsero ai valori massimi tra il 1400 ed il 1300 a.C. (*Mayr; 1964*) causarono variazioni morfologiche degli alvei e quindi rotte e tracimazioni nelle zone di pianura. Fenomeni simili a quello descritto continuarono poi a verificarsi sino al 9° ÷ 6° secolo a.C. Successivamente il paesaggio dal punto di vista idrografico si è progressivamente stabilizzato come indicano gli insediamenti dapprima etruschi poi romani. Il dosso formato dal paleoalveo del Crostolo ha costituito una fascia favorevole agli insediamenti umani come evidenziano i rinvenimenti di reperti romani, barbarici e medioevali – rinascimentali.

L'incremento in presenza dei siti archeologici, dopo il basso medioevo, indica una progressiva stabilizzazione del paesaggio dal punto di vista idraulico anche in ragione delle bonifiche e regimazioni antropiche.

Nel contesto dell'evoluzione geomorfologica territoriale ha esercitato una sensibile influenza l'assetto geostrutturale del substrato preplioceno, come indicano i progressivi spostamenti verso nord del Po che si è via via allontanato dalla Dorsale Ferrarese e le anomalie delle direttrici dei percorsi dei fiumi sia a sud che a nord del PO.

La tendenza evolutiva attuale del territorio fabbricese è conservativa dato che le principali linee di drenaggio sono rigidamente regimate dall'uomo. Tuttavia sono presenti, a nord ovest, nord est del comune e sud est del capoluogo, aree dove in caso di piogge particolarmente intense si sono verificati allagamenti.

Dalle disamine sopra esposte si evince che l'evoluzione morfopaesaggistica del territorio in esame è legata alle grandi trasformazioni idrografiche del Po ed è correlabile prevalentemente a fenomeni di sovralluvionamento degli alvei fluviali coincidenti con

l'alternarsi di cicli climatici a diversa piovosità, subsidenza differenziata legata sia al diverso grado di costipamento dei terreni che a fenomeni tettonici profondi, conformazione strutturale della Dorsale Ferrarese ed ai relativi spostamenti recenti che l'hanno interessata.

Gli ultimi fattori hanno indotto fenomeni di subsidenza differenziata e quindi anche diversi equilibri di sedimentazione locale concordanti con gli aspetti morfopaesaggistici riscontrati.

4.1 Aspetto strutturale depositi del quaternario continentale

Gli assetti delle successioni alluvionali continentali, nell'area compresa Cavo Tassone/Torrente Crostolo ad ovest, Cavo Tresinaro ad est, delimitata a sud dall'Autostrada del Sole ed a nord dal Cavo Parmigiana – Moglia, evidenziano un'elevata influenza sulle geometrie deposizionali correlata alla conformazione del substrato prepliocenico e degli sovrascorrimenti e faglie che lo interessano.

Tali fattori hanno indotto condizioni differenziate nelle geometrie degli ambienti deposizionali ai quali sono conseguiti diversi spessori delle unità alluvionali.

Questi ultimi si sono ripercorsi sulla subsidenza, per processi di auto consolidazione che hanno generato deformazioni più o meno pronunciate in funzione dello spessore ed età delle successioni continentali.

4.1.1 Subsistema AES8

Il complesso deposizionale più recente AES8 (Ciclo A0), nelle fasce più settentrionali, del territorio reggiano – modenese, zone nord di Novellara – Fabbrico – Fabbrico, Reggiolo – Moglia – Novi MO, è caratterizzato da geometrie dei corpi sabbiosi a sviluppo tendenzialmente tabulare estesi in direzione ovest est con spessori mediamente variabili tra 5 e 10 m e che a sud del sopracitato allineamento (Campagnola E. – Rio Saliceto – Carpi – Correggio) assumono morfologie nastriformi lenticolari principalmente allungate in senso sud ovest – nord est.

Tale complesso nelle aree settentrionali presenta spessori mediamente compresi tra 15 e 10 m con assottigliamento in verso orientale (Novi MO – Mirandola); le potenze sono generalmente oscillanti tra 15 e 20/25 m nei territori a meridione dell'allineamento Novellara – Campagnola E. – Fossoli ed aumentano in direzione sud est.

L'unità stratigrafica in oggetto in pratica evidenzia l'assenza di deformazioni correlabili a fattori tettonici o processi subsidenti accentuati; le differenziazioni laterali e verticali che lo caratterizzano sono sostanzialmente connesse alle variazioni climatiche che hanno interessato il bacino padano nell'*Olocene*: attuale /12.000 – 14.000 anni bp; in detto periodo hanno influito in modo pronunciato le fasi di recrudescenza climatica tra 10000/14.000 e 8.300/7.000 anni bp, e la fase tra 4000 e 4600 anni bp, alle quali si sono associate ingressioni marine, che hanno indotto condizioni di diffuso impaludamento nella pianura padana.

4.1.2 **Subsintema AES7**

Simili caratteristiche evidenziano le sequenze deposizionali del ciclo deposizionale A1 (12/14.000 ÷ 125.000 bp) con spessori mediamente compresi tra 45/50 m nei settori nord – nord est e che si riducono a 35 ÷ 20 m in direzione orientale (Fabbrico est – Novi MO); nelle zone occidentali (Campagnola E – Novellara) le potenze aumentano e variano tra 50/65 m con incrementi sia in verso ovest ed in subordine sud est.

Generalmente l'unità in oggetto (AES7) non presenta significative deformazioni correlate a processi tettonici ad eccezione delle zone più orientali (Novi MO) nelle quali la base della successione evidenzia dorsature e pronunciate riduzioni degli spessori nei settori prossimi alla culminazione assiale della Dorsale Ferrarese interna (Novi MO) (Cavone – San Possidonio). Tali condizioni sono essenzialmente correlate a subsidenza differenziata per processi di auto consolidazione, legati alle diverse potenze delle unità deposizionali che diminuiscono sensibilmente in direzione nord est.

La base del ciclo deposizionale si rinviene in genere sino a -50/-45 m pc e -35 m pc nelle zone più orientali (Rolo Novi MO), -65/-70 m pc Fabbrico; nei settori occidentali e meridionali di solito giunge a -75/-85/-90 m pc.

4.1.3 **Sintema AES**

Con questa successione (125.000 – 350/450.000 anni bp) si delineano assetti deformativi correlati alle maggiori o minori distanze dalle fasce di asse della Dorsale Ferrarese ed al suo progressivo incremento in profondità in direzione sud ovest; contestualmente nella sua parte medio basale, si evidenziano influenze di fattori tettonici.

Le sequenze deposizionali, con spessori e minori percentuali relative rappresentate dei corpi sabbioso ghiaiosi / sabbiosi nella parte inferiore del sintema, aumentano in potenza in senso ovest, sud e sud ovest, con l'allontanarsi della fascia di asse della Dorsale Ferrarese e concordemente con il suo approfondimento in direzione sud ovest; gli spessori corrispondono a 20/30 m nei settori nord orientali (Novi MO) ed aumentano rapidamente a 50/70 m in direzione occidentale sud occidentale nel territorio di Rolo ed incrementano ulteriormente a 110/130 m nell'area di Fabbrico, successivamente in verso occidentale e meridionale (Campagnola E. – Novellara – Correggio sud – S. Martino in Rio) aumentano a 150/170 m.

La base del sintema raggiunge profondità di 50/70 m pc nelle zone nord orientali (Rolo – Novi MO – Mirandola), -170/-200 m pc in territorio di Fabbrico, nei settori occidentali centrali (Campagnola E. – Rio Saliceto – Correggio), si attesta a -210/-250 m pc, nelle aree più occidentali e meridionali Novellara ovest/sud – Bagnolo in Piano – S. Martino in Rio è generalmente rinvenibile a -210/-240 m pc; nelle zone nord occidentali (Novellara nord ovest – Guastalla) la base AES si attesta a -240/-260 m pc.

Le geometrie dei corpi sabbiosi evidenziano deformazioni inferiori e maggior frequenza in percentuale rappresentata, nei settori centrali del territorio in esame: Correggio centro nord – Bagnolo in Piano centro nord – Novellara – Fabbrico – Rolo, appartenenti alla fascia di asse della Dorsale Ferrarese, che si approfondisce progressivamente da -1,5/-2 km (Fabbrico –

Fabbrico est) a -2,5 ÷ -3,5 (Fabbrico centro ovest - Campagnola E. - Correggio) a -4,0/-5,0 km (Bagnolo In Piano sud – S. Martino in Rio - Reggio Emilia).

In tale zona gli spessori relativi e le profondità sono minori, rispettivamente 110/120 m e -180/-200 m pc e contestualmente evidenziano assetti orizzontali – sub orizzontali; procedendo in direzione ovest sud le unità deposizionali evidenziano deformazioni che generano inclinazioni di $1^\circ \div 1,5^\circ$ dei corpi sabbiosi in direzioni sud – ovest.

Un'analoga condizione si osserva nel settore occidentale – nord occidentale, zone a nord e nord ovest di Novellara, nord ovest di Fabbrico, nei quali con l'allontanamento della fascia di asse della Dorsale Ferrarese, gli spessori incrementano a 160/180 m e la profondità si attesta a -250/-260 m pc; contestualmente i corpi sabbiosi della parte medio basale evidenziano assetti deformati con immersione di $2^\circ/2,5^\circ$ a nord.

Le caratteristiche deformative locali del Sintema AES si modificano nettamente nel settore nord orientale dell'area in esame: zone a nord est di Correggio ed al bordo orientale – nord orientale del confine comunale di Rio Saliceto e nei territori meridionali orientali di Fabbrico e meridionali di Rolo.

In dette zone gli spessori e profondità delle sequenze deposizionali diminuiscono sensibilmente e nella parte medio basale, a profondità sottostanti -120/-140 m pc, i corpi sabbiosi sono discontinui e sfalsati in senso verticale. Tali discontinuità evidenziate in prospezioni geofisiche profonde (analisi *F.C. Molinari*) oltre alla parte basale di AES, risulta coinvolgono anche tutta la successione deposizionale sottostante AEI ed anche porzione del *Pliocene* inferiore sino ad almeno -2000/-2500 m dal piano campagna.

Dette condizioni, che innalzano la base di AES a -120/-140/-170 m pc e dell'AEI a -180/-200-250 m pc, in relazione al contesto strutturale nel sottosuolo del territorio a nord est di Correggio e ad est – nord est di Rio Saliceto, sud – sud est di Fabbrico e di Rolo, sono correlabili a faglie distensive di “collasso crostale” (*F.C. Molinari*) e pare abbiano indotto rigetti stimabili in 40/50 m.

In rapporto ai cicli deposizionali interessati da dette faglie cieche: parte medio basale di AES, (cicli A3 – A4) tali processi tettonici sono probabilmente correlabili alla fase di attività tettonica che si è sviluppata nel bacino padano tra 220.000 e 260.000 anni bp, come osservato nel territorio ferrarese (*F.C. Molinari et Alii: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli R.E.R., Università degli Studi di Ferrara, Provincia di Ferrara, 2007*).

Gli effetti correlati all'assetto del substrato ed ai fattori tettonici hanno determinato spessori della successione AES che variano da 80 m a 40 m, con assottigliamento in direzione nord est e che si riducono ulteriormente a 30/20 m nella zona di Novi MO, dove si attestano a profondità di 70/40 m a sud e di 40 m a nord; i corpi sabbiosi di detta sequenza evidenziano geometrie deformative con immersione di $0,8^\circ/1,7^\circ$ a sud e ad ovest.

Nel settore ad oriente della fascia di faglia, che si sviluppa nella parte nord ovest del territorio di Carpi, le deformazioni si accentuano sensibilmente in verso orientale con approfondimento della base di AES a -240/-260 m pc ed inclinazioni di $1,5^\circ$ ad est.

4.1.4 Sintema Emiliano Romagnolo Inferiore AEI

Le sequenze del Sintema AEI, che costituiscono la parte più antica del Supersintema Emiliano – Romagnolo (400/450.000 ÷ 650/750.000 anni bp), sono contraddistinte da geometrie deposizionali deformate; queste ultime sono correlate sia dall'assetto del substrato pliocenico – prepliocenico che alle linee di sovrascorrimento e faglie che li coinvolgono e loro periodi di attività, a subsidenza differenziata per processi di auto consolidazione.

Le caratteristiche deformative generali denotano un elevato grado di similitudine con la parte medio basale del sintema sovrastante.

Gli spessori maggiori 80/100/140 m e relativi aumenti in profondità: -260/-300/-360 m pc si riscontrano nei settori occidentali e meridionali (Bagnolo in P. – Correggio – Novellara) e raggiungono i massimi nella zona nord ovest (Novellara nord) dove con potenze di 120/150 m si attestano a -400 m pc e presentano inclinazioni di $1,5^\circ \div 1,8^\circ$ in direzione ovest e sud che si accentuano a $2,0^\circ \div 2,5^\circ$ nei settori nord ovest. Nei settori centrali dell'area in esame, Correggio – Rio Saliceto, corrispondenti alla fascia di asse della Dorsale Ferrarese, le deformazioni, spessori e profondità, sono minori e corrispondono rispettivamente a 90/120 m e -260/-280 m pc. Nella parte nord orientale del territorio (nord est di Correggio /est – nord est di Rio Saliceto – sud est di Fabbrico) le deformazioni si accentuano ed i corpi sabbiosi sono discontinui e tra loro sfalsati, evidenziando la prosecuzione in profondità della faglia cieca individuata nel sottosuolo del settore nord occidentale del territorio Carpigiano; in quest'ultimo l'inclinazione dei livelli sabbiosi è orientata ad est e varia tra 2° e $2,8^\circ$.

Dette condizioni determinano oltre alle discontinuità laterali, diminuzione degli spessori da 70/80 m a 50 in direzione nord est con l'approssimarsi alla zona di culminazione dell'asse della Dorsale Ferrarese e che nell'area di Novi di MO (Cavone) evidenziano ulteriori riduzioni a 30/20/10 m. Spessori 60/80 m contraddistinguono le successioni di AEI nella fascia allungata sud nord tra l'A22 e settore orientale del Comune di Rio Saliceto e nord est di Correggio, nella quale i corpi sabbiosi denotano dislocazioni di 40/50 m che innalzano base del sintema in narrativa a -180/-200-250 m pc.

4.1.5 Sintema Quaternario Marino Superiore

I corpi sabbiosi del Quaternario Marino Superiore (0,65/0,75 ÷ 0,8/0,85 Ma) evidenziano assetti deformati correlabili a fasi di attività tettonica ed a subsidenza differenziale, che sono relativamente inferiori nelle zone di sottosuolo che corrispondono alla fascia di asse della Dorsale Ferrarese e si accentrano sensibilmente sia in direzione sud ed ovest che nord ovest assumendo rispettivamente inclinazioni di $2^\circ/2,5^\circ$ in verso meridionale ed occidentale, di $2,5/3^\circ$ in direzione occidentale settentrionale nel territorio nord ovest di Novellara.

Dette condizioni si rimarcano nelle aree nord orientali: settore nord occidentale del Carpigiano, nel quale le discontinuità laterali e dislocazioni dei corpi sabbiosi evidenziano deformazioni correlate alla presenza di una faglia.

4.2 IDROGEOLOGIA

4.2.1 Idrografia di superficie

La rete idrica superficiale è costituita dai cavi e canali delle Acque Alte del *Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale* appartenenti al bacino idrografico del F. Secchia che a sua volta fa parte di quello del Po.

Il reticolo idrografico consegue, oltre che dalla naturale evoluzione dei Fiumi Secchia e Po, da una serie di successive modificazioni antropiche del sistema scolante iniziate dagli Etruschi e continuate, con fasi alterne, dai Romani, dai Benedettini e successivamente dagli Enti e Consorzi di Bonifica.

Il sommarsi di tali agenti ha portato all'attuale conformazione dell'assetto idrografico superficiale costituito da un sistema di assi drenanti principali orientati sud – nord e sud ovest - nord est tra i quali il Cavo Parmigiana Moglia e Collettore Acque Basse Reggiane che costituiscono gli assi idrici fondamentali per l'efficienza idraulica delle aree comunali Fabbrico – Rolo – Novi MO.

Detta rete consente l'agibilità di un territorio che altrimenti risulterebbe caratterizzato da ampie aree frequentemente allagate in occasione di eventi piovosi intensi.

I deflussi idrici delle acque di superficie nell'area di Fabbrico, per la parte che non si infiltra nel sottosuolo, avvengono tramite un sistema di scoli e fossi minori che offeriscono ai cavi: Campagnola, Acque Basse Reggiane, Cuscina, Acque Basse Modenesi, contraddistinti da un sistema di scolo meccanico ad al Cavo Naviglio, Cavo Parmigiana Moglia, caratterizzati da scolo di tipo misto.

I principali collettori delle acque a scolo meccanico, C.A.B.R. e C.A.B.M. coinvolgono il proprio carico idrico al Canale Emissario dal quale mediante l'Impianto di S. Siro le acque giungono al F. Secchia affluente del F.Po.

Le acque a scolo misto offeriscono al principale asse costituito dal Cavo Parmigiana Moglia tributario del F. Secchia.

Per quanto riguarda gli assi idrici superficiali nel territorio di Fabbrico, risultano rientrare nell'elenco delle acque pubbliche del T.U. N° 1775 del 11/12/83 i seguenti cavi:

- Cavo Parmigiana Moglia
- Fossa Raso inf.
- Naviglietto Inferiore
- Naviglio di Fabbrico
- Fossa Campagnola.

Gli assi idrici secondari a scolo meccanico che raccolgono ed allontanano le acque di superficie dalla parte occidentale del territorio comunale sono il Cavetto di Campagnola e Fossa Selvatica tributari del Cavo Campagnola; nella fascia settentrionale gli flussi avvengono mediante: Fosso del Vallone, Fossetta Ponticelli, Scolo Chiavica Bassa, Scolo Chiavica Matta, Scolo Barbanta Bassa, affluenti al C.A.B.R.; lo scolo delle acque nelle zone meridionali ed orientali è garantito da: Fossetta Colombarone, Fossa delle Valli, Fosso della Risaia, Cavo

Cuscina, affluenti del C.A.B.R. e Fossetta del Naviglio nel settore nord est che conferisce al C.A.B.R.

Gli assi idrici della rete superficiale sopra citati consentono l'agibilità del territorio comunale di Fabbrico che in occasione di piogge intense presenterebbe altrimenti estese aree allagate.

In relazione alla conformazione dei cavi e canali si riscontra a volte un loro andamento sinuoso che denuncia un'impostazione su tratti di antichi drenaggi naturali. In tali casi è consigliabile un attento controllo sulla qualità delle acque immesse in detti tratti di rete poiché l'interscambio di fluidi con la falda freatica è particolarmente attivo.

Dal punto di vista del funzionamento della rete idrica superficiale si riscontrano condizioni sufficienti per le esigenze odierne che però richiedono continue manutenzioni ed adeguamenti.

Tale aspetto consegue dai parametri di calcolo utilizzati, tra il 1920 ed il 1926, per il progetto delle dimensioni e sezioni dei cavi e canali che erano riferiti a gradi di urbanizzazione del territorio ed a condizioni del dissesto idrogeologico dei bacini montani sensibilmente diversi dagli attuali.

Ne consegue, considerando i fenomeni di tracimazione verificatisi nel 1958 – 1964 – 1979 – 1992, che il sistema di scolo superficiale richiede un adeguamento alle necessità di oggi in relazione ai mutati coefficienti idrometrici e tempi di corrivazione.

Pertanto, oltre ad un attento dimensionamento degli assi fognari, rapportati alla topografia dei luoghi, è opportuno valutare anche la possibilità di realizzazione di vasche di laminazione delle acque di prima pioggia corredate di comparti separati per la raccolta delle acque di testa delle piogge.

4.2.1.1 Pericolosità idraulica

L'analisi relativa agli eventi di esondazione o allagamento in occasione di piogge critiche è stata sviluppata in base ai dati del *Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale*, alle elaborazioni dell'UTA Correggio per il Piano Sovracomunale di Protezione Civile ed ai censimenti di tali fenomeni effettuati direttamente dal 1986 al 1999, agli elaborati cartografici (in fase di aggiornamento) del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - DGR.ER 1300/2016. Oltre a ciò si è fatto riferimento all'assetto topografico e geomorfologico del territorio.

In relazione agli eventi di allagamento successivi al 1986, è opportuna la distinzione tra le aree esondante e quelle allagabili in occasione di piogge critiche o con difficoltoso drenaggio poiché diverse sono le condizioni di possibilità mitigazioni della pericolosità idraulica.

Per quanto riguarda i valori delle piogge critiche sono assunti come soglia critica quella con intensità maggiore di 40 mm/ora.

Tale differenziazione è correlata ai diversi effetti prodotti da detti fenomeni, che nel caso di tracimazioni ed esondazioni da cavi e canali possono indurre spessori della lama d'acqua superiori a 0,5 ÷ 0,6 m; allagamenti per piogge critiche determinano generalmente altezze del battente idrico inferiori a 0,2 ÷ 0,3 m. Ne consegue che limitate sopraelevazioni di 0,4 ÷ 0,6 m, rispetto al piano campagna esistente, ed un efficiente sistema fognario per le

acque bianche, determinano accettabili condizioni di sicurezza nei confronti di piogge critiche. D'altra parte per fenomeni di esondazione necessitano sopraelevazioni non inferiori a $0,7 \div 1,0$ m.

Le zone del territorio di Fabbrico che sono state soggette in passato ad esondazioni con tempo di ritorno di 20-50 anni (P3) nell'area comunale (tav. 183-SO – Novellara – Piano di Gestione del Rischio di Alluvione – Reticolo Secondario) sono localizzate nella zona occidentale e settentrionale del territorio tra nella fascia larga 1,5 km ad est del confine con Campagnola E. compresa tra lo stesso e Cavetto di Campagnola – Canale della Pia e che si estende ad est sino a via Ponticelli ed è delimitata a nord dal Cavo Parmigiana Moglia; ad oriente di detta via l'area si riduce a 200/250 m di larghezza ed è compresa tra Via Bonifica, Scolo Chiavica Bassa, C.A.B.R., Fosso della Risaia.

Un'altra zona interessata da analoghi processi è individuata all'estremità orientale centrale tra il confine con Rio Saliceto, C.A.B.M., Cavo Righetta.

La rimanente parte del territorio comunale è classificata P2: aree soggette ad alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni.

Per quanto riguarda le aree allagabili in occasione di piogge critiche (difficoltoso drenaggio), oltre alle sopra descritte aree si riscontrano condizioni problematiche nella parte di territorio a sud del capoluogo nella fascia larga 200/350 m ad ovest del Cavo Naviglio delimitata a nord da via Cuscina ed a sud dall'allineamento via Bernolda – C. Zoccarella; analoghe situazioni sono presenti a nord del capoluogo tra via Ponticelli e via Genesio a settentrione di C. Favrega, nella fascia larga 200/300 m a sud di via della Bonifica ed in quella a settentrione della stessa sino al confine comunale nord, tra il Canale Naviglio e la SP n° 46 e 180 m a nord di via Bedollo, nel settore orientale centrale del capoluogo tra Canale Naviglio e Prevostura.

Detti difficoltosi drenaggi sono prevalentemente correlabili agli effetti di barriera idraulica indotti da assi stradali sopraelevati e/o da rilevati arginali di cavi e canali.

Il territorio comunale di Fabbrico (tav. 183-SO – Novellara – Piano di Gestione del Rischio di Alluvione – Reticolo Primario) appartiene alla zona a scarsa probabilità di alluvione correlata ad eventi estremi P1: area ricompresa nel limite della fascia C del PAI.

In funzione di quanto esposto è consigliabile l'adozione delle modalità di intervento di seguito esposte:

- Nelle aree di nuovo insediamento in zone con morfologia depressa rispetto a quelle circostanti (aree con drenaggio difficoltoso), dovrà essere prevista una sopraelevazione minima di 0,4 m, rispetto al piano campagna esistente; tale quota dovrà essere idoneamente incrementata nei settori ove la presenza di barriere idrauliche, naturali o antropiche quali rilevati stradali, argini, ecc., non dotati di idonee cunette con bypass, possono determinare il formarsi di battenti idrici con altezza superiore a 0,4 m in occasione di piogge critiche. Oltre a ciò, nelle aree esondabili dovrebbero essere evitate realizzazioni di opere destinate allo stoccaggio temporaneo o permanente di liquidi e materiali inquinanti. Qualora risultassero in essere dette tipologie di opere è opportuno prevedere la loro messa in sicurezza mediante interventi di presidio ambientale quali contro arginature, sopraelevazione dei corpi arginali, ecc.

- Per evitare incrementi di carico idraulico negli assi idrici di scolo superficiale, conseguenti all'aumento di aree impermeabilizzate nei siti completamente e/o di nuovo insediamento, dovranno essere previste ed eseguite idonee aree di ritenzione delle acque piovane. Queste ultime saranno gradualmente restituite alla rete idrica superficiale dopo un adeguato intervallo di tempo dalla fase di piena della rete superficiale. Le aree di laminazione o "vasche teste di pioggia e di prima pioggia" potranno essere costituite da superfici di terreno depresse rispetto ai settori circostanti collegate con idoneo scarico regolamentato o ai collettori di convogliamento ad impianti di trattamento acque reflue (primi 5 mm- teste di pioggia) o alla rete idrica superficiale (prima pioggia).
- Evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio: realizzazione delle pareti perimetrali del solaio di base a tenuta d'acqua;
- Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

Detti accorgimenti sono da adottarsi anche negli ambiti di trasformazione e di riqualificazione nei quali il piano campagna sia ubicato a quote inferiori rispetto alle esistenti strade o strade di progetto e quando sussistano condizioni equivalenti a quelle sopra descritte.

In relazione al grado di efficienza dei corpi arginali, degli assi idrici superficiali, rilevazioni sul campo hanno evidenziato l'idonea funzionalità degli stessi data l'assenza di avvallamenti e depressioni, anche su lunghezze superiori ai 500 m.

Oltre a ciò si osserva che le continue manutenzioni e ripristini operate dal competente Consorzio di Bonifica, mantengono in essere l'efficacia delle arginature dei canali.

In funzione degli andamenti meteorologici rilevati negli ultimi 15 anni e dei tempi intercorsi della realizzazione dei rilevati arginali, è opportuno siano continuate ed implementate.

4.2.2 Ambiente Idrico Sotterraneo

L'analisi delle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, in funzione delle condizioni di pericolosità che possono insorgere per sovrappressioni indotte sulla falda idrica sotterranea per sollecitazione sismica con potenziale generazione di processi di liquefazione, è stata rivolta principalmente all'assetto della falda freatica.

L'analisi di quest'ultima e gli elementi che contraddistinguono gli orizzonti idrogeologici che la costituiscono, è stata sviluppata in base ai rilevamenti diretti nei pozzi e raccolta dati sulle stratigrafie di perforazioni, eseguiti nel contesto del PSC 2002.

Nell'ambito delle acquisizioni conoscitive sono inoltre state esaminate stratigrafie e sezioni idrogeologiche relative agli acquiferi profondi confinati: acquifero principale.

4.2.3 Definizione del sistema idrogeologico

Il territorio di Fabbrico appartiene al Sistema Acquifero Padano delimitato dagli affioramenti appenninici a sud e da quelli alpini a nord e terminante ad est circa 50 km al largo della Costa Adriatica.

Detta successione idrogeologica è formata da depositi del Quaternario Continentale assemblati in alternanze di livelli più o meno permeabili con rapporti stratigrafici sensibilmente complessi.

Le formazioni superficiali che costituiscono gli orizzonti idrogeologici del sottosuolo della zona in oggetto sono rappresentate prevalentemente da sedimenti medio-fini (sabbie) depositi dai fiumi appenninici e dal Po.

La base dell'acquifero utilizzabile a scopo idropotabile è formata da orizzonti poco permeabili o impermeabili.

4.2.3.1 Interfaccia Acque Dolci - Acque Salmastre/salate

I dati ottenuti dalle indagini ed elaborazioni di: *AGIP, Regione Emilia Romagna, Studio Idrogeologico Della Bassa Reggiana*, dalle indagini geofisiche precedentemente effettuate dallo nell'ambito dello studio di PSC *Centrogeo*, indicano che le acque salate si rinvennero generalmente tra -450 e -250 m dal piano campagna.

Tale limite tende ad approssimarsi alla superficie nelle zone sud orientali del territorio, dove si riscontra a -240 ÷ -260 m dal P.c. in prossimità del confine con il comune di Rolo. Questo innalzamento dell'interfaccia si verifica concordemente con l'approssimarsi alla zona di culminazione assiale della Dorsale Ferrarese, presente nel sottosuolo dell'area di Rolo – Novi MO, come hanno evidenziato prospezioni geofisiche con metodo geoelettrico effettuate nel contesto delle analisi di PSC (2002).

La profondità dell'interfaccia acque dolci – acque salmastre evidenzia che gli emungimenti dal sottosuolo nel fabbricese non hanno determinato un richiamo significativo verso il piano campagna del tetto delle acque salate.

4.2.4 Definizione spaziale del Modello Idrogeologico Locale

La successione idrogeologica presente nel sottosuolo di Fabbrico (RE) ed in zone limitrofe, è stata desunta dalle analisi di sezioni geofisiche eseguite da AGIP/ENI analizzate ed interpretate da *Dr. Fabio Molinari*, dai dati contenuti in Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia Romagna (*R.E.R. – ENI – AGIP*), dai dati del Servizio Tecnico dei Bacini affluenti del Po, settore di Reggio Emilia – Modena, dalle elaborazioni e modellazioni effettuate dall' "Ex Comprensorio della Media Pianura" Capri – Correggio (*G.P. Mazzetti, 1984*) dalle elaborazioni delle prospezioni geofisiche con metodo geoelettrico effettuate nel contesto delle analisi di PSC 2002 (*Centrogeo*).

I caratteri litotecnici e l'assetto degli orizzonti acquiferi evidenziano che il sottosuolo del territorio di Fabbrico è suddivisibile in due unità a caratteristiche diverse la prima, quella più

superficiale, costituita dall'acquifero freatico, formato da livelli permeabili saturi a spessore variabile in prevalenza modesto (2/4 m) ed a luoghi medio (4/7 m), ad assetto spiccatamente lentiforme.

Tale unità denota una geometria di insieme complessa nella quale le prevalenti alternanze di orizzonti argilloso limosi, a livello territoriale, tendono a confinare i corpi sabbiosi sede di circolazione idrica. Tali condizioni non costituiscono però condizioni di falda protetta poiché in corrispondenza delle fasce di antico alveo fluviale estinto o in prossimità di cavi e canali si ha il contatto praticamente diretto con le acque di circolazione e di filtrazione idrica dalla superficie.

La seconda unità è costituita dagli acquiferi confinati o artesiani, formati da un complesso ad alternanze di spesse sequenze sabbiose e di orizzonti argilloso limosi e limosi che sono rappresentate in percentuali circa equivalenti. Tali successioni evidenziano la tendenza ad assottigliarsi e ad approfondirsi, rispetto al piano campagna, delle unità prevalentemente sabbiose in direzione sud.

Analoga caratteristica di diminuzione in spessore degli orizzonti sabbiosi a 4/6 m in verso occidentale si riscontra nelle zone meridionali del territorio comunale; in queste ultime con l'allontanarsi dalla fascia di culminazione assiale della Dorsale Ferrarese le unità stratigrafiche AES ed AEI aumentano sensibilmente in spessore giungendo a 280/300 m in adiacenza al confine comunale con Campagnola E; in direzione est si riducono a 260/250 m in prossimità del confine orientale con Rolo.

Le caratteristiche di detta sequenza sono attribuibili all'Unità Idrogeologica del Po.

4.2.5 Serie Idrogeologica Locale

In riferimento alle sopra descritte indagini ed in particolare ai dati acquisiti da RER ed AGIP - ENI, la successione sedimentaria dei primi 300 ÷ 350 ÷ 400 m del sottosuolo (età *Pleistocene inferiore – Olocene*) è localmente suddivisibile in quattro complessi acquiferi. Questi ultimi, in funzione del periodo nel quale si sono depositati, evidenziano variabili livelli di influenza dei processi deformativi e variazioni climatiche che hanno coinvolto il bacino padano. Detti eventi hanno generato cicli deposizionali delimitati alla base ed alla sommità da discontinuità significative, anche alla scala sub-regionale, che ne consentono la suddivisione in UBSU (*Unconformity Bounded Stratigraphic Unit*) e quindi in unità stratigrafiche; queste ultime sono unità cartografabili che differiscono da quelle sottostanti e soprastanti semplicemente per il fatto di essere separate da esse da superfici di discontinuità che passano verso il depocentro alle rispettive superfici di continuità.

La successione e gli assetti geometrici dei complessi acquiferi sono visualizzate negli elaborati: Sezioni Geologiche (tav. 1.2.1 – 1.2.2).

Complesso Acquifero A0 (Unità stratigrafica AES8): è correlabile a deposizioni prevalentemente di ambiente continentale di età olocenica (12.000 – 14.000 anni b.p fino all'attuale). Non evidenzia generalmente pronunciate influenze dei processi deformativi che hanno interessato il bacino padano, ma altresì si riscontrano effetti correlabili a variazioni climatiche. Lo spessore dell'unità in oggetto nel territorio di Fabbrico oscilla mediamente tra

15 e 20 m con diminuzione di spessore in direzione orientale e settentrionale dove al confine con i comuni di Rolo e Reggiolo si attesta mediamente a 14/16 m pc; incrementa in potenza in verso occidentale (Campagnola E.) e meridionale (Rio Saliceto) giungendo a 18/20 m dal piano campagna.

In tale unità gli orizzonti acquiferi che costituiscono la falda freatica hanno prevalentemente geometria spiccatamente lentiforme e denotano pronunciate variazioni laterali nelle componenti granulometriche, con arricchimenti nelle parti sabbiose nelle zone centrali e settentrionali e con pronunciati incrementi nelle percentuali rappresentate dalle frazioni limose limoso argillose in direzione occidentale ed occidentale nei settori ad ovest – nord ovest ed a sud del capoluogo.

Detti materiali fini costituiscono fasce che limitano sensibilmente le velocità della circolazione idrica sotterranea orizzontale.

Nelle zone dove prevale la presenza nei primi 4 ÷ 5 m del sottosuolo di litotipi argillosi si determinano frequentemente condizioni di falda acquifera confinata; tale caratteristica a scala territoriale è discontinua e pertanto l'acquifero freatico è generalmente in diretta comunicazione con i fluidi che scorrono e si infiltrano dalla superficie.

I livelli sabbiosi saturi in acqua che presentano un maggior grado di continuità laterale relativa sono presenti nella fascia centrale estesa ovest est concordemente all'andamento della SP n°4 Campagnola E. – Fabbrico – Rolo, nella quale sono presenti tra -2/-3 e -5/-12 m pc; nella fascia settentrionale orientale a nord della sopra citata SP, gli orizzonti sabbiosi si rinvencono tra -15 e -9/-10 m pc, procedendo in direzione settentrionale, e sono costituiti dalle spesse bancate sabbiose (10/25 m) dell'Unità Idrogeologica del Po.

Complesso Acquifero A1 (Unità Stratigrafica AES7a-b):

è correlabile a deposizioni avvenute tra 12-14.000 e 125.000 anni b.p. denota l'assenza di significative influenze di deformazioni correlabili a processi tettonici che hanno coinvolto il bacino padano con parziale eccezione di blande modificazioni alla base nelle zone nord orientali del territorio comunale e che tendono ad accentuarsi ad est dello stesso nel sottosuolo di Rolo – Novi di MO; tali caratteristiche, connesse a diversi spessori dei bacini di deposizione, sono correlabili anche a subsidenza differenziata.

Detta unità presenta spessori generalmente compresi tra 50/60 m. Le potenze relative minori nelle zone orientali corrispondono in media a 50 m. Gli spessori più rilevanti: 55/60 m si riscontrano al confine con Campagnola E.; si rinviene generalmente sino a -65 m pc nei settori orientali e -70 ÷ -80 m pc ad occidente.

Gli orizzonti acquiferi a maggior grado relativo di continuità laterale si riscontrano a profondità tra -25 e -35/-40 m p.c. nelle aree settentrionali, e tra -35/-40 m p.c. e -70/-75 m pc nelle zone occidentali e meridionali.

Complesso Acquifero A2 (Unità Stratigrafica AES6):

è correlabile a deposizioni avvenute tra 125.000 e 200/220.000 anni b.p. In territorio di Fabbrico denota in pratica l'assenza di influenza di deformazioni collegabili ai processi tettonici che hanno coinvolto in bacino padano ed evidenzia moderate deformazioni alla base dell'unità nelle zone orientali, che si accentuano in direzione est (Rolo – Novi MO), connesse a subsidenza differenziata correlata alla variazione degli spessori dei depositi post pliocenici.

Tale insieme presenta generalmente potenza di 50/60 m con spessori relativi tendenzialmente maggiori nelle zone occidentali e meridionali; si rinviene generalmente sino a -120/-130 m dal piano campagna.

Gli insiemi litologici che costituiscono gli orizzonti acquiferi a maggior grado di continuità laterale in tale unità, si riscontrano al tetto del complesso acquifero a profondità tra -70 ÷ -80/-90 m pc a settentrione e si assottigliano progressivamente in direzione meridionale ed occidentale dove si rinvencono tra -70/-75 m pc, -95-110 m pc.

Complesso Acquifero A3/A4 (Unità Stratigrafiche AES5-AES4):

è correlabile a deposizioni avvenute 200/220.000 e 400/450.000 anni b.p. denota influenza di deformazioni collegabili a processi di subsidenza differenziale per auto consolidazione e ad azioni tettoniche nelle aree orientali del territorio dove al bordo est del confine comunale con Rolo si riscontra una discontinuità orizzontale correlabile a faglia per processi distensivi. Tale complesso presenta spessori generalmente compresi tra 50 e 70 m nella prevalente parte del sottosuolo comunale ed incrementa a 90/100 m in direzione occidentale in prossimità del confine con Campagnola E.; si rinviene generalmente sino a -180 ÷ -200 m da piano campagna nelle zone centro settentrionali ad orientali e sino a -200/-220 m pc nel sottosuolo delle aree occidentali – sud occidentali.

Gli insiemi che costituiscono gli orizzonti acquiferi a maggior grado di continuità laterale si riscontrano a profondità tra -120 e -130 m pc e -150/-170 m pc.

Gruppo Acquifero B (Sintema Alluvionale Inferiore - AEI):

Evidenzia alla base significative influenze dei movimenti tettonici che hanno coinvolto il bacino padano da 400.000 a 650.000 anni b.p.; la distinzione rispetto all'unità superiore è correlata a caratteristiche di ambiente deposizionale; è individuabile generalmente sino a -250/-260 m pc nelle zone centro orientali e settentrionali e si approfondisce a -270/-300 m pc in direzione occidentale in adiacenza al confine con Campagnola E ed a -320/-330 m pc nel sottosuolo di quest'ultima. Gli spessori nel territorio di Fabbrico equivalgono mediamente a 70/80 m nei settori centro orientali ed incrementano a 90/100 m nella zona occidentale meridionale.

Gli orizzonti permeabili più significativi sono presenti al tetto dell'unità, 180/-190 m pc, dove costituiscono il livello di transizione, con spessore di 5 ÷ 10 m, al soprastante complesso, a profondità di -210/-220 m pc. L'acquifero è saturato in acque salmastre/salate a profondità sottostanti -300 m pc nelle zone al confine orientale.

Gruppo Acquifero C (Sabbie di Imola):

Evidenzia significative influenze dei movimenti tettonici avvenuti nel bacino padano da 600/650.000 a 800.000 anni b.p. La differenziazione rispetto all'unità superiore è correlata a caratteristiche di ambiente deposizionale; è riscontrabile a quote sottostanti -250 ÷ -300 m p.c. nelle zone orientali centrali, settentrionali e si approfondisce a quote di -320/-420 m pc, nel sottosuolo delle aree occidentali meridionali.

Gli orizzonti prevedibili più significativi si riscontrano al tetto dell'unità tra -250/-260 m pc ad est e -300/-320 m ad ovest, sono seguiti da importanti livelli sabbiosi tra -290/-300 m ad est a -350/-360 m pc ad ovest, -360/-370 m pc ad est e -400/-410 m ad ovest.

4.2.6 Conducibilità idraulica acquiferi

In base ai valori di trasmissività e permeabilità medi territoriali, pubblicati da RER, le unità sabbiose presenti nel sottosuolo dei territori adiacenti a Fabbrico sono contraddistinte da valori equivalenti a:

$$- T = 1.5/2.0 \cdot 10^{-2} \div 3/5 \cdot 10^{-3} \text{ mq/sec}$$

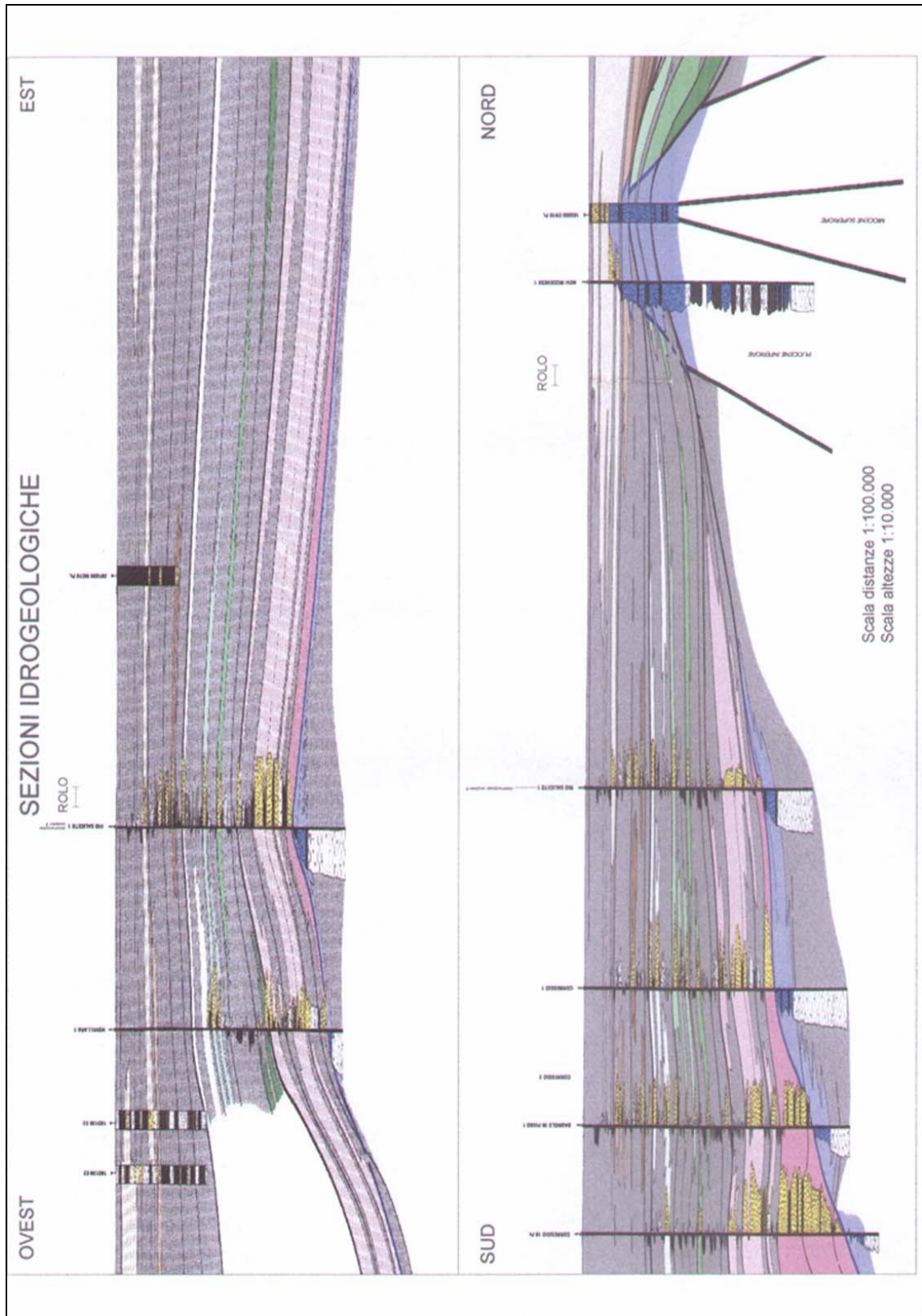
$$- K = 2.0 \cdot 10^{-3} \div 4 \cdot 10^{-4} \text{ m/sec}$$

Considerando una porosità efficace del 25 % ed un gradiente idraulico $i = 10^{-3} \div 10^{-4}$ (*Idroser*) si ottiene una velocità di deflusso idrico sotterraneo corrispondente a:

$$V = 0,3 \div 0.1 \text{ m/g}$$

Ne consegue che gli acquiferi presenti nei primi 150/200 m del sottosuolo, hanno velocità di ricarica rapida.

Le caratteristiche geometriche degli orizzonti sabbiosi, spessori ed inclinazioni che aumentano in direzione nord, evidenziano equilibri di alimentazione con l'unità idrogeologica del Po.



4.3 Identificazione dinamica del sistema idrogeologico locale

In funzione dell'influenza principale esercitata del livello idrico nel sottosuolo sulle condizioni di pericolosità suscettibilità alla liquefazione per gli orizzonti sabbiosi saturi, nelle valutazioni di pericolosità territoriale assume un significato sostanziale l'individuazione della soggiacenza della prima falda idrica sotterranea. L'analisi dell'assetto dei deflussi idrici delle acque sotterranee, primo acquifero o falda freatica, è stata eseguita in base alle misurazioni del livello d'equilibrio nei pozzi accessibili presenti nell'area comunale precedentemente effettuate nel contesto delle analisi di PSC 2002 (*Centrogeo*).

Il periodo nel quale sono state eseguite le rilevazioni, corrispondente alla fase di massimo invaso dei cavi e canali della rete consorziale di bonifica, è rappresentativa di condizioni di submassimo di ricarica della falda freatica.

4.3.1 Piezometria dell'acquifero freatico

La conformazione della superficie piezometrica è condizionata, oltre che dall'andamento del substrato, dai valori di trasmissività ($T = mq/sec$), dall'assetto topografico e dal reticolo idrografico superficiale. L'analisi dell'assetto isopiezometrico freatico evidenzia zone di alto strutturale corrispondenti ad innalzamenti dell'acquifero di base: spartiacque sotterraneo o zone di alimentazione dell'acquifero.

L'assetto piezometrico nella fascia centrale del territorio estesa in direzione sud ovest - nord est, dal confine comunale con Campagnola Emilia - Rio Saliceto alla zona sud orientale del capoluogo, è caratterizzato da una conformazione a falda conica divergente; tale peculiarità si evidenzia anche ad ovest del centro storico dal quale assume direzione ovest est estendendosi sub parallelamente all'andamento del Cavo Naviglio sino a via Bedollo e dall'incrocio con la stessa ne asseconda l'orientamento sino al confine con il Comune di Rolo.

La zona territoriale descritta costituisce la principale fascia di alimentazione dell'acquifero freatico nel territorio comunale.

Altri ambiti a falda conica divergente, con presenza di aree di ricarica secondarie dell'acquifero in oggetto, si osservano a nord ovest del capoluogo, dove l'asse di ravvenamento si estende in direttrice sud est - nord ovest con andamento sub parallelo a via Ferretti. Analoghi assetti con assi secondari sono presenti a nord est del capoluogo, circa dall'intersezione via Bedollo - Cn.le di Fabbrico a via S. Genisio, dall'incrocio via Luppi - via Pellati a C. La Giardina.

Le zone con isopieze ad assetto a falda conica a filetti convergenti, si evidenziano nelle fasce occidentali - nord occidentali ed orientali - sud orientali del territorio comunale.

La prima di queste si contraddistingue con la presenza di un asse di raccolta dei deflussi idrici sotterranei a direttrice sud nord, che si estende circa da C. Bernardina a via Selvatica, dove si congiunge ad un analogo asse orientato sud ovest - nord est che si allunga dall'incrocio via Cattania - Fossa Nasciutti ai lagoni immediatamente a sud di via Selvatica.

Nel settore nord occidentale l'asse di drenaggio idrico sotterraneo si estende in verso sud est – nord ovest dall'incrocio via Guidotti – via Cascina all'intersezione del confine comunale ovest con il Cavo Parmigiana Moglia.

Nell'area sud orientale del territorio, le fasce di drenaggio idrico sotterraneo sono orientate prevalentemente ovest est e nord ovest – sud est e si estendono circa dall'intersezione via Righetta – Cavo Cuscina all'incrocio Condotta Righetta – SP Rio Saliceto, Rolo. In detta zona confluisce ad un asse orientato ovest est, che inizia circa dall'incrocio via Naviglio – via Bernolda si estende sino all'incrocio SPn°4 – Condotta Righetta.

Da quanto esposto si evince che la caratteristica saliente della struttura idrogeologica nel territorio esaminato è rappresentata dalla presenza dell'asse di alimentazione idrica sotterranea principale, orientato in senso sud ovest – nord est ed ovest est, che si estende nella fascia centrale dell'area comunale con andamento sub parallelo dal Cavo Naviglio sino al Capoluogo e successivamente in direzione est assecondando l'andamento della SP. n°4 Fabbrico - Rolo.

Analoga importanza assumono anche le principali fasce di drenaggio idrico sotterraneo nella zona sud orientale che denotano in detto settore un sensibile approfondimento dell'acquitaro di base.

L'assetto Piezometrico dell'acquifero freatico evidenzia che nel sottosuolo di Fabbrico, i deflussi idrici tendono ad assumere una direzione territoriale sud ovest –nord est nella fascia centrale – centro meridionale dell'area comunale, circa dall'incrocio via Nuova – Cavo Naviglio alla zona sud est del capoluogo, ed ovest est da quest'ultimo alla SP n° 4 ed al confine comunale con Rolo; a settentrione di detta fascia i moti di flusso idrico sotterraneo sono orientati prevalentemente nord – nord ovest.

Nel settore ad est del Cavo Naviglio ed a sud di via Bedollo, le direttrici dei flussi idrici sotterranei assumono direzione sud est - est.

I valori del gradiente idraulico, ovvero la perdita di carico idraulico per unità di lunghezza dell'acquifero, equivalgono mediamente a:

$$im = 1,8 \div 2,5 \cdot 10^{-3}$$

nei settori occidentali meridionali del territorio comunale,

$$im = 0,7 \div 1 \cdot 10^{-3}$$

nelle zone settentrionali, occidentali centrali

$$im = 1,5 \div 2 \cdot 10^{-3}$$

nelle aree settentrionali orientali,

$$im = 2 \div 4 \cdot 10^{-3}$$

nei settori orientali centrali.

$$im = 0,8 \div 1,2 \cdot 10^{-3}$$

nelle fasce meridionali orientali.

I decrementi dei valori del gradiente idraulico nelle zone settentrionali occidentali e meridionali orientali corrispondono a diminuzioni dello spessore e percentuale rappresentata dalle alternanze prevalentemente sabbiose e quindi denota decrescita dei valori di trasmissività.

La presenza degli assi di alimentazione principali e secondari, assume un significato peculiare nel contesto delle analisi di pericolosità sismica poiché individua settori di territorio nei quali la profondità dell'acqua nel sottosuolo è minore rispetto alle altre zone ed è soggetta a campi di esecuzione relativi inferiori.

4.3.2 Soggiacenza Acquifero freatico

Le elaborazioni effettuate indicano che la profondità della falda rispetto al piano campagna è generalmente maggiore nella fascia centrale del territorio comunale, circa da via Selvatica al capoluogo a via Bottona – S. Rosa Vecchia, dove è mediamente rinvenibile a:

$$h = -2,0 \div -2,5 \text{ m p.c.}$$

Caratteristiche simili si rilevano nella fascia sud orientale tra Canale della Pia, Capoluogo, Cavo Naviglio e confine con Rolo – Rio Saliceto, dove la soggiacenza corrisponde a:

$$h = -2,0 \div -2,5 \text{ m p.c.}$$

minori profondità dell'acqua rispetto al piano campagna si osservano nella zona nord occidentale e meridionale centrale nella quali la soggiacenza corrisponde a:

$$h = -1,5 \div -2,0 \text{ m p.c.}$$

Gli assetti idrogeologici descritti, evidenziano un elevato grado di corrispondenza sia con la struttura geomorfologica del territorio che con la geometria dei livelli acquiferi presenti nel sottosuolo dell'area comunale di Fabbrico.

4.4 Identificazione temporale del sistema Idrogeologico

L'analisi comparata tra la carta isopiezometrica dell'acquifero freatico, elaborata in base ai rilievi dell'agosto 2001 e quelle precedentemente redatte nell'ambito dello studio geologico per la V.G. P.R.G. di Fabbrico, relativa al luglio 1982 (*Centrogeo*) e quella per lo studio idrogeologico ambientale del P.T.C.C. Carpi – Correggio 1984 (*G.P.Mazzetti*), evidenzia assetti dei deflussi idrici sotterranei ad elevato grado di corrispondenza sia per quanto riguarda le principali fasce di alimentazione che per quelle di drenaggio; le modeste differenze conseguono sia dal diverso numero di pozzi censiti nelle rilevazioni sopra indicate che dalle differenti condizioni climatiche di alimentazione dell'acquifero.

Nell'ambito di tale disamina si riscontra infatti che la fascia di alimentazione principale a direttrice sud ovest – nord est, subparallela alla SP n°4 Campagnola Emilia – Fabbrico – Rolo sino al capoluogo ed orientata ovest est da quest'ultimo a S. Rosa Vecchia, presenta assetti conservativi nel tempo; evidenziano analoghe caratteristiche anche le zone di ricarica secondaria a direttrice sud est – nord ovest osservabili nel settore ad ovest del capoluogo (Via Ferretti) ed in quelli a nord e nord est dello stesso (Via S. Genisio – Case Matte) dove gli assi di alimentazione si estendono in direttrice nord.

Fa in parte eccezione la fascia a sud ovest del territorio, nella quale, al tempo dei rilevamenti della V.G. P.R.G. 1981, la fascia di drenaggio idrico sotterraneo ivi presente evidenziava una più accentuata componente in direttrice ovest.

Per quanto riguarda la zona sud orientale si riscontrano direttrici dei deflussi sotterranei e degli assi di drenaggio equivalenti.

Dal confronto della soggiacenza e della isopiezometria freatica del 1982 - 1984 con quelle del 2001 si riscontra un'escursione negativa territoriale mediamente equivalente a:

$$\delta = -0,5 \text{ m}$$

Per quanto riguarda le fasce secondo le quali si raccolgono i deflussi idrici sotterranei nella parte meridionale orientale del territorio comunale, si riscontra una più accentuata variabilità del livello idrico nel sottosuolo corrispondente a:

$$\delta = -0,5 \div -1 \text{ m p.c.}$$

Ne consegue che, nelle valutazioni territoriali, è opportuno considerare possibili innalzamenti della falda freatica equivalenti a:

$$\delta H_2O = +0,5 \text{ m p.c.}$$

4.5 Condizioni al Contorno della Struttura Idrogeologica

La condizione al limite dell'acquifero freatico nell'area comunale è contraddistinta dalle caratteristiche identificabili come di seguito descritto:

- Limite sud:* Idrodinamica a potenziale imposto con flusso in entrata
- Limite ovest:* Idrodinamica a potenziale imposto con flusso in uscita
- Limite nord:* Idrodinamica a potenziale imposto con flusso in uscita
- Limite est:* Idrodinamica a potenziale imposto con flusso in uscita
- Limite di tetto:* Nelle aree con presenza di orizzonti argilloso limosi - limoso argillosi nei primi 1 ÷ 5 m dal p.c., si ha un flusso molto basso; d'altra parte nei settori in cui detto livello è sostituito da limi sabbiosi e sabbie limose (fasce di paleoalveo) o dove si hanno incisioni di cavi e canali che si spingono a quote sottostanti i -2 m p.c., si ha un flusso idrodinamico in entrata a portata imposta (infiltrazione per piovosità, per irrigazione, per fertirrigazione).
- Limite di letto:* condizione geologica a flusso nullo per presenza di spessi orizzonti argillosi praticamente impermeabili.

5 CARATTERI GEOLOGICO TECNICI

Le caratteristiche litologiche relative ai primi 10 ÷ 20/30 m del sottosuolo del territorio di Fabbrico sono state determinate in base alle analisi geomorfologiche, banca dati del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli RER, esame delle colonne litostratigrafiche di pozzi, basi topografiche IGM relative al primo impianto 1881, delle notizie e pubblicazioni storico – geomorfologiche, prospezioni con metodo geo-elettrico, prove penetrometriche statiche effettuate per lo Studio Geologico Ambientale del PSC 2002 e di Microzonazione Sismica di Primo Livello 2014 PDR (*Centrogeo*), indagini geognostiche di AA.VV reperite presso l'U.T. Comunale.

Gli areali che delimitano le unità litotecniche visualizzate nell'elaborato in narrativa, Tav. 1.2, identificano gli orizzonti litologici che principalmente influenzano il tipo di risentimento sismico in occasione di sollecitazione dinamica.

In funzione di quanto esposto si sono individuate come aree prevalentemente sabbiose – sabbioso limose le fasce di territorio dove anche se detti litotipi non affiorano in superficie sono però presenti con spessori significativi, 2 – 3 m, nei primi 5 m del sottosuolo e spessori non inferiori a 3 – 5 m nei primi 10 m dal piano campagna.

Le classificazioni delle unità prevalentemente limoso argillose – argilloso limose – argillose esprimono la netta prevalenza di detti litotipi nei primi 5 ÷ 10 m dal sottosuolo.

5.1 Carta geologico tecnica

Il territorio in oggetto, appartiene alla fascia della bassa pianura alla transizione con la media pianura nei settori meridionali, costituita dalle evoluzioni idrografiche del F. Po, che ha condizionato le possibilità di afflusso dei suoi affluenti che per i territori di Fabbrico – Rolo sono rappresentati dal T. Enza, T. Crostolo – T. Tresinaro – F. Secchia.

Le azioni principali di deposizione in tali ambiti si sviluppano prevalentemente in corrispondenza delle fasce degli assi fluviali che costituiscono corpi sedimentari più rilevati rispetto alle zone ad essi latitanti. In concomitanza delle variazioni climatiche che comportano onde di piena fluviale si generano rotte e/o tracimazioni alle quali conseguono cambiamenti della sede di scorrimento dell'alveo.

I tratti dei corpi di canale fluviale abbandonati così originati costituiscono ostacoli alle successive impostazioni del nuovo reticolo idrografico che influiscono sulle direzioni degli alvei successivi e determinano presenza di zone a difficoltoso drenaggio superficiale con insediamento di ambienti vallivi/palustri.

Ai sistemi deposizionali come quelli descritti sono attribuibili le zone settentrionali e meridionali del territorio comunale; nelle prime 1,5/2,0 km, a nord del confine in corrispondenza della SP n°2 Guastalla – Reggiolo – Moglia, è presente un tratto di canale fluviale principale estinto attribuibile al F. Po che ha impedito le possibilità di sviluppo dei deflussi verso nord determinando l'instaurazione di un ambito palustre che ha costituito un'area valliva di pianura che si estende ad ovest ed a nord del Canale della Pia.

Un'analoga condizione si è impostata nella zona meridionale occidentale delimitata ad ovest dal Canale Naviglio, a nord dal Cavo Cuscina e che si estende in direzione meridionale in comune di Rio Saliceto ed orientale di Carpi, conseguita alla difficoltosa impostazione degli assi idrici in verso settentrionale indotto dall'antico percorso di alveo fluviale esteso ovest est concordemente alla SP n°4 Campagnola E. – Fabbrico Rolo, che ha generato l'instaurarsi di ambienti palustri.

La fascia centrale del territorio orientata ovest est, costituita prevalentemente da sabbie limose – limi sabbiosi e sabbie, è correlata alle evoluzioni del sopracitato asse fluviale estinto attribuibile ad un antico percorso del T. Crostolo.

Le azioni deposizionali hanno generato una morfologia pianeggiante con ondulazioni principali, ad ampio raggio, allungate in senso sud ovest – nord est ed ovest est, con subordinata presenza nel settore occidentale centrale e centrale orientale di dossi poco pronunciati estesi ovest - est; tali zone leggermente più elevate delimitano fasce vallive generalmente di media estensione.

Nel contesto dell'evoluzione morfologica del territorio, come sopra descritto, un ruolo importante è stato svolto dal paleoalveo orientato sud nord rinvenibile al bordo orientale del confine comunale e coincidente con lo stesso nel tratto più orientale nell'area Rio Saliceto – Carpi, correlabile al T. Tresinaro.

Gli interventi antropici principali sul territorio sono rappresentati dall'intensa urbanizzazione nell'area sede del capoluogo e zone industriali a sud est dello stesso, che hanno modificato le caratteristiche dei suoli mediante riporti e scavi che hanno coinvolto i primi 1/2 m del sottosuolo.

5.2 Caratteristiche litotecniche

Gli areali sopra descritti in funzione delle indagini geognostiche precedentemente eseguite nel territorio di Fabbrico, ed in prossimità dei confini dello stesso con i comuni contermini sono schematicamente suddivisibili in otto macrozone litotecniche come di seguito descritto:

5.3 Successioni Litotecniche**Verticale tipo IFC Zona Industriale Fortinella - Campogrande**

| Profondità | Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti |
|--|--|
| Unità I1 da piano campagna a -2,0 m p.c | Superato lo strato prevalentemente limoso – limoso argilloso dello spessore di 0,6/0,8 m sono presenti terreni prevalentemente limosi – limoso sabbiosi con intercalati livelli sabbioso limosi, contraddistinti da $q_{cm} = 7 \div 9$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,3 \div 0,4$ kgf/cm ² ; a luoghi le successioni litologiche denotano caratteristiche di medio - medio elevata compressibilità; $q_{cm} < 6$ kgf/cm ² ed $f_{sm} < 0,2$ kgf/cm ² ; tali sequenze sono generalmente sature a quote sottostanti -1,5 ÷ -2 m p.c. |
| Unità I2 Da -2,0 a -4,0/-5,0 m p.c | Orizzonte a moderata variabilità laterale delle componenti granulometriche prevalentemente costituito da sabbie – sabbie limose con intercalazioni o sostituzione orizzontale di strati limosi – limoso sabbiosi; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 8/11$ kgf/cm ² la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,1 \div 0,2$ kgf/cm ² nelle sabbie; dove prevalgono i limi – limi sabbiosi $q_{cm} = 6 \div 8$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,3$ kgf/cm ² ; localmente sono presenti lenti sabbioso fini limose a bassa consistenza $q_{cm} 4/5$ kgf/cm ² , $f_{sm} = 0,05 \div 0,1$ kgf/cm ² . |
| Unità I3 Da -4,0/-5,0 a -7,0/-8,0 m p.c. | Litotipi prevalentemente argilloso limosi - limoso argilloso, contenenti locali corpi limosi più o meno lentiformi; a pronunciata variabilità laterale del grado di consistenza contraddistinti da $q_{cm} = 12/14 \div 18/20$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,5/0,6 \div 0,8$ kgf/cm ² . |
| Unità I4 Da -7,0/-8,0 a -10,0/-11,0 m p.c | Argille limose a medio elevata di consistenza con valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 18 \div 22$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillante tra $f_{sm} = 0,8 \div 1,1$ kgf/cm ² , con intercalati locali strati limoso argilloso tra -9,0/-10 m pc contraddistinti da $q_{cm} = 14 \div 16$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,5 \div 0,6$ kgf/cm ² . |
| Unità I5 Da -10,0/-11,0 a -12,0 m p.c | Argille – argille limose leggermente sovra consolidate contraddistinte da $q_{cm} = 20/30$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,8/1,4$ kgf/cm ² . |
| Unità I6 Da -12,0 a -13,0 m p.c | Orizzonte a pronunciata variabilità laterale delle componenti granulometriche e di consistenza costituito da argille limose, leggermente sovraconsolidate orizzontalmente sostituite da sabbie – sabbie limose a medio grado di densità relativa; i valori di resistenza alla punta nelle argille limose variano tra $q_{cm} = 18/20 \div 24$ kgf/cm ² e la resistenza all' attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,8 \div 1,1$ kgf/cm ² ; ove prevalgono le sabbie i valori di resistenza alla punta oscillano tra $q_{cm} = 44 \div 55$ kgf/cm ² ed all' attrito tra $f_{sm} = 0,2 \div 0,3$ kgf/cm ² . |

L'unità geotecnica IFC caratterizza la parte centrale e meridionale della Zona Industriale Fortinella - Campogrande nel settore orientale centrale del territorio comunale.

Verticale tipo IFN Settore nord Zona Industriale Fortinella

| Profondità | Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti |
|--|---|
| Unità IF1 Da piano campagna a -2,0 m p.c. | Superato lo strato prevalentemente limoso dello spessore di 0,6/0,8 m sono presenti terreni prevalentemente limosi – limoso argillosi con intercalati sottili livelli limoso sabbiosi e sabbiosi, contraddistinti da $q_{cm} = 5/6 \div 10$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,3$ kgf/cm ² ; a luoghi le successioni litologiche denotano caratteristiche di medio - medio elevata compressibilità; $q_{cm} < 5$ kgf/cm ² ed $f_{sm} < 0,2$ kgf/cm ² ; tali sequenze sono generalmente sature a quote sottostanti -1,5 ÷ -2 m p.c. |
| Unità IF2 Da -2,0 a -3,0 m p.c. | Alternanze limose – limoso sabbiose a grado di consistenza variabile lateralmente caratterizzate da valori di resistenza alla punta oscillanti tra $q_{cm} = 10/12 \div 20/22$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale compresa tra $f_{sm} = 0,2 \div 0,4$ kgf/cm ² . |
| Unità IF3 Da -3,0 a -7,0 m p.c. | Unità prevalentemente sabbiosa a medio grado di densità relativa contraddistinta da $q_{cm} = 20/40 \div 50$ kgf/cm ² e da $f_{sm} = 0,1/0,3$ kgf/cm ² . |
| Unità IF4 da -2,0 a -5,0/-6,0 m p.c. | Orizzonte a pronunciata variabilità laterale delle componenti granulometriche costituito prevalentemente da argille limose – limi argillosi sostituite lateralmente da strati sabbiosi a medio – medio elevato grado di densità relativa; i valori di resistenza alla punta nelle componenti limoso argillose variano tra $q_{cm} = 10/12 \div 20/30$ e la resistenza ad attrito oscilla tra $f_{sm} = 0,3 \div 0,5$ kgf/cm ² ; dove prevalgono termini sabbiosi $q_{cm} = 40 \div 70$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,3$ kgf/cm ² . |
| Unità IF5 da -7,0 a -11/-12 m p.c. | Unità a pronunciata variabilità laterale delle componenti granulometriche e grado di consistenza, principalmente costituita da sabbie a medio – medio elevato grado di densità relativa orizzontalmente sostituite da argille – argille limose consistenti; i valori di resistenza alla punta nelle argille limose variano tra $q_{cm} = 12 \div 18/20$ kgf/cm ² e la resistenza all' attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,8 \div 1,0$ kgf/cm ² ; ove prevalgono le sabbie i valori di resistenza alla punta oscillano tra $q_{cm} = 60 \div 90$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2/0,5 \div 0,8$ kgf/cm ² . |

L'unità geotecnica IFN caratterizza la parte settentrionale della Zona Industriale Fortinella – Campogrande, nel settore orientale centrale del territorio comunale.

Verticale tipo CPC – Fascia Centrale sud ovest – nord est ed ovest est estesa secondo la SP n° 4 e delimitata a nord da via Trentina

| Profondità | Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti |
|--|---|
| Unità CP1 Da piano campagna a -2,0 m p.c | Superato lo strato prevalentemente limoso – limoso argilloso dello spessore di 0,6/0,8 m sono presenti terreni prevalentemente limosi – limoso sabbiosi, contraddistinti da $q_{cm} = 8 \div 10$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,4$ kgf/cm ² ; a luoghi le successioni litologiche denotano caratteristiche di medio - medio elevata compressibilità; $q_{cm} < 6$ kgf/cm ² ed $f_{sm} < 0,2$ kgf/cm ² ; tali sequenze sono generalmente sature a quote sottostanti -1 ÷ -2 m p.c. |
| Unità CP2 Da -2,0 a -5,0/-7,0 m p.c | Orizzonte a sensibile variabilità laterale delle componenti granulometriche prevalentemente costituito da sabbie – sabbie limose con intercalazioni o sostituzione orizzontale di strati limosi – limoso sabbiosi; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 8 \div 10$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito oscilla tra $f_{sm} = 0,3 \div 0,4$ kgf/cm ² , dove prevalgono i limi – limi sabbiosi; in corrispondenza delle alternanze sabbiose $q_{cm} = 18/20 \div 30$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,1 \div 0,3$ kgf/cm ² ; localmente sono presenti lenti limoso argilloso torbose a bassa consistenza $q_c < 5$ kgf/cm ² , $f_s = 0,1$ kgf/cm ² . |
| Unità CP3 da -5,0/-7,0 a -9,0/-10,0 m p.c | Unità a pronunciata variabilità laterale delle componenti granulometriche e di consistenza costituita prevalentemente da argille limose – limi argillosi, orizzontalmente sostituite da sabbie a medio grado di densità relativa; i valori di resistenza alla punta nelle argille limose variano tra $q_{cm} = 12/14 \div 16/18$ kgf/cm ² e la resistenza all' attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,5 \div 1,0$ kgf/cm ² ; ove prevalgono le sabbie i valori di resistenza oscillano tra $q_{cm} = 30/40 \div 50$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,4$ kgf/cm ² ; localmente sono presenti strati lentiformi limoso argillosi ad elevata compressibilità contraddistinti da $q_{cm} < 6$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2/0,3$ kgf/cm ² . |
| Unità CP4 Da -9,0/-10,0 m a -13,0/-14,0 m p.c | Argille limose – limi argillosi, con valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 12/14$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillanti tra $f_{sm} = 0,5 \div 0,7/0,8$ kgf/cm ² ; a luoghi detti litotipi sono sostituiti da sabbie mediamente addensate contraddistinte da $q_{cm} = 40/50$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2$ kgf/cm ² . |
| Unità CP5 da -13,0/-14,0 a -16,0/-17,0 m p.c | Argille – argille limose leggermente sovraconsolidate a luoghi contenenti locali sottili lenti torbose; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 14 \div 20/22$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,5/0,6 \div 0,8/1,1$ kgf/cm ² . |
| Unità CP6 da -16,0/-17,0 a -20,0/-21,0 m p.c | Sabbie medio a grado di densità relativa oscillante da medio elevato a medio – medio basso, caratterizzate da valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 40/50 \div 90/100$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillante tra $f_{sm} = 0,4 \div 0,8/1,0$ kgf/cm ² . |
| Unità I7 da -13/-14,0 a -30,0 m p.c | Alternanze prevalentemente sabbiose medio grossolane a grado di densità relativa medio elevato contraddistinte da $q_{cm} = 80/100 \div 160/180$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,8 \div 1,5$ kgf/cm ² . |

L'unità geotecnica CPC caratterizza la fascia centrale del territorio estesa concordemente all'andamento della SP n° 4 alla quale appartiene la parte centrale del capoluogo e centrosettentrionale dello stesso.

**Verticale tipo CPSN fascia estesa sud ovest – nord est ed ovest est assecondante la SP n°4
alla quale appartengono le zone settentrionali e meridionali del capoluogo**

| Profondità | Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti |
|---|---|
| Unità CPSN1 Da piano campagna a -2,0 m p.c | Argille limose - limi argillosi, con valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 7 \div 10/12$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,3 \div 0,4$ kgf/cm ² . |
| Unità CPSN2 Da -2,0 m a -5,0/-6,0 m p.c | Strato a moderata variabilità laterale delle componenti granulometriche costituito in prevalenza da alternanze limose – limoso sabbiose con intercalati corpi sabbiosi a luoghi con spessori di 1 / 2 m e localmente strati limoso argilloso torbosi; i valori di resistenza alla punta sono marcatamente variabili ed oscillano tra $q_{cm} = 7/9 \div 12$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito è compresa tra $f_{sm} = 0,2 \div 0,3$ kgf/cm ² nelle componenti prevalentemente limose e limoso sabbiose; dove prevalgono le sabbie $q_{cm} = 18/20 \div 30$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,1 \div 0,3$ kgf/cm ² ; dove sono presenti locali strati lentiformi limoso argilloso torbosi ad elevato grado di compressibilità si rilevano valori di $q_{cm} < 4/5$ kgf/cm ² e di $f_{sm} = 0,1/0,2$ kgf/cm ² . |
| Unità CPSN3 Da -5,0/-6,0 a -12,0/-13,0 m p.c. | Alternanze argilloso limose – limoso argilloso mediamente consistenti contenenti a luoghi intercalazioni di corpi sabbiosi lentiformi; i valori di resistenza alla punta variano mediamente tra $q_{cm} = 12/14 \div 16/18$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,5/0,6 \div 0,8$ kgf/cm ² ; ove si rinvenivano i locali corpi sabbiosi $q_{cm} = 40/50$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2/0,3$ kgf/cm ² . |
| Unità CPSN4 da -12,0/-13,0 a -15,0/-17,8 m p.c | Argille – argille limose leggermente sovraconsolidate, con intercalati locali strati limoso argillosi; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 14/16 \div 20$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,8 \div 1,2$ kgf/cm ² . |
| Unità CPSN5 da -15/-17,8 a -20,0 m p.c | Sabbie medie a grado di densità relativa medio, contraddistinte da $q_{cm} = 50/60 \div 70/80$ kgf/cm ² ed $f_{sm} 0,4/0,7/1,0$ kgf/cm ² . |

L'unità geotecnica CPSN caratterizza la fascia centrale del territorio comunale estesa sud ovest – nord est ed ovest est alla quale appartengono le parti settentrionali e meridionali del capoluogo e la zona compresa tra via Berzella e Canale Fusara del settore meridionale centrale dell'area comunale.

Verticale tipo FSW**Zona fascia occidentale e meridionale occidentale tra Canale Fusara confine comunale con Campagnola E., sud allineamento Via Vallone – Via S.Giovanni**

| Profondità | Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti |
|---|---|
| Unità FSW1 Da piano campagna a -2,0 m pc | Superato lo strato argilloso limoso sovraconsolidato del primo metro dal piano campagna sono presenti argille limose contraddistinte da valori di resistenza alla punta oscillanti tra $q_{cm} = 8 \div 10$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale variabili tra $f_{sm} = 0,4 \div 0,6$ kgf/cm ² ; a luoghi sono presenti strati di materiali di riporto argilloso limosi con valori di resistenza alla punta compresi tra $q_{cm} = 14/20 \div 20$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillanti tra $f_{sm} = 1,0 \div 2,0$ kgf/cm ² . |
| Unità FSW2 Da -2,0 a -4,0/-5,0 m pc | Orizzonte a moderata variabilità laterale e verticale delle componenti litologico granulometriche e del grado di consistenza, costituito da alternanze di strati argilloso limosi – limoso argillosi con intercalate subordinate lenti sabbioso limose; i valori di resistenza alla punta variano generalmente tra $q_{cm} = 8 \div 10$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,2 \div 0,4$ kgf/cm ² , localmente si riscontrano strati compressibili con $q_{cm} < 6$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2$ kgf/cm ² . |
| Unità FSW3 Da -4,0/-5,0 m a -8/-9,0 m pc | Alternanze argilloso limose, a medio grado di consistenza e contenente locali sottili lenti limoso torbose; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 9 \div 12$ e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,5 \div 0,7$ kgf/cm ² . |
| Unità FSW4 Da -8/-9,0 a -10 m pc | Argille limose con i valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 8 \div 9$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillante tra $f_{sm} = 0,3 \div 0,5$ kgf/cm ² . |
| Unità FSW5 Da -10,0 a -13,0/-14,0 m pc | Argille – argille limose leggermente sovraconsolidate contraddistinte da valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 18 \div 22$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillante tra $f_{sm} = 0,8 \div 1,2$ kgf/cm ² . |
| Unità FSW6 Da -13,0/-14,0 a -15,0 m pc | Sabbie medie a grado di densità relativa medio – medio elevato, caratterizzate da valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 40/50 \div 70/80$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale compresa tra $f_{sm} = 0,3 \div 0,7/0,8$ kgf/cm ² . |

L'unità geotecnica FSW caratterizza la parte occidentale – sud occidentale del territorio compresa tra i confini comunali con Campagnola E. Rio Saliceto, Canale Fusara e delimitata a nord dell'allineamento Canale della Pia – Via Bottona.

Verticale tipo NE**Zona settentrionale Orientale tra via Ponticelli – Cavo Parmigiana Moglia – confine con Rolo e allineamento via S. Giovanni – via Vallone**

| Profondità | Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti |
|---|--|
| Unità E1 Da piano campagna a -3,0/-4,0 m p.c. | Superato lo strato argilloso sovraconsolidato dei primi 0,6/1,0 m dal piano campagna è presente un orizzonte a moderata variabilità laterale sia delle componenti litologico granulometriche che dal grado di consistenza costituito da alternanze di strati limosi – limoso argilloso livelli lentiformi limoso sabbiosi – sabbiosi a medio basso grado di densità relativa; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 12 \div 16$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,3 \div 0,4$ kgf/cm ² . |
| Unità E2 da -3,0/-4,0 a -7,0/-8,0 m p.c. | Argille – argille limose mediamente consistenti, con intercalate; a luoghi lenti limoso argillose torbose; i valori di resistenza alla punta nelle argille limose variano tra $q_{cm} = 10 \div 12$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,5 \div 0,7$ kgf/cm ² ; dove sono presenti le lenti torbose $q_{cm} = 4 \div 5$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,25$ kgf/cm ² . |
| Unità E3 Da -7,0/-8,0 a -9,0/-10,0 m p.c. | Limi argillosi ed argille limose a bassa consistenza contraddistinti da $q_{cm} = 6 \div 8$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,25$ kgf/cm ² . |
| Unità E4 Da -9,0/-10,0 a -13,0/-14,0 m p.c. | Orizzonte a pronunciata variabilità laterale delle componenti granulometriche costituito da sabbie – a medio – medio elevato grado di densità relativa lateralmente sostituite da limi argillosi ad elevato grado di compressibilità; i valori di resistenza alla punta nelle sabbie variano tra $q_{cm} = 70/80 \div 100/120$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito oscilla tra $f_{sm} = 0,3/0,5 \div 1,2$ kgf/cm ² ; ove prevalgono le componenti limoso argillose $q_{cm} = 6 \div 8$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,25$ kgf/cm ² . |
| Unità E5 da -13,0/-14,0 a -20,0/-25,0/-30,0 m p.c. | Sabbie medie e medio grossolane a grado di densità relativa medio elevato – elevato, caratterizzate da valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 100/120 \div 200/220$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillante tra $f_{sm} = 0,6 \div 1,0/1,3$ kgf/cm ² . |

L'unità geotecnica NE caratterizza il settore nord orientale del territorio compreso tra via Ponticelli – Cavo Parmigiana Moglia – confine con Rolo e allineamento via S. Giovanni – via Vallone.

Verticale tipo NW**Zona settentrionale Orientale tra via Ponticelli – Cavo Parmigiana Moglia – confine con Campagnola E, allineamento via Vallone – SP Bettolino Fabbrico**

| Profondità | Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti |
|--|--|
| Unità W1 Da piano campagna a -3,0/-4,0 m p.c. | Alternanze di strati argilloso limosi, e limoso argillosi con intercalati livelli lentiformi limoso sabbiosi; talvolta sono presenti lenti torbose in genere di modesto spessore; detti terreni sono contraddistinti da $q_{cm} = 6 \div 8$ kgf/cmq ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,4$ kgf/cmq ad eccezione degli strati sabbiosi nei quali $f_{sm} = 0,1 \div 0,2$ kgf/cmq; a luoghi sono presenti locali lenti torbose con caratteristiche di elevata compressibilità: $q_{cm} < 6$ kgf/cmq ed $f_{sm} < 0,2/0,4$ kgf/cmq; tali sequenze sono generalmente sature a quote sottostanti -1,5 ÷ -2 m p.c. |
| Unità W2 da -3,0/-4,0 a -7,0/-8,0m p.c | Argille – argille limose, con locali subordinate intercalazioni di sottili livelli limoso sabbiosi, lentiformi; a luoghi sono presenti lenti torbose. I valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 12 \div 16$ kgf/cmq e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,5/0,6 \div 0,8/1,2$ kgf/cmq; dove si riscontrano le lenti argilloso torbose $q_{cm} < 6$ kgf/cmq ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,3$ kgf/cmq. |
| Unità W3 Da -7,0/-8,0 a -10,0/-11,0 m p.c. | Alternanze prevalentemente argilloso limose a medio grado di consistenza contraddistinte da valori di resistenza alla punta variabili mediamente tra $q_{cm} = 10 \div 12$ kgf/cmq e di resistenza ad attrito laterale oscillante tra $f_{sm} = 0,5 \div 0,8$ kgf/cmq. |
| Unità W4 da -10,0/-11,0 a -15,0/-16,0 m p.c | Argille – argille limose leggermente sovraconsolidate, caratterizzate da valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 20 \div 30/32$ kgf/cmq e di resistenza all'attrito laterale oscillante tra $f_{sm} = 1,5 \div 2,0$ kgf/cmq. |
| Unità W3 da -15,0/-16,0 a -20,0/-30,0 m p.c | Sabbie medio e medio grossolane a grado di densità relativa medio elevato – elevato, caratterizzate da valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 70/80 \div 120/150/200$ kgf/cmq e di resistenza all'attrito laterale oscillante tra $f_{sm} = 0,6 \div 1,0/1,3$ kgf/cmq. |

L'unità geotecnica NW caratterizza la parte settentrionale occidentale del territorio delimitata ad est da via Ponticelli, a sud dall'allineamento via Vallone – SP Bettolino Fabbrico, ad ovest dal confine comunale con Campagnola E. ed a nord dal Cavo Parmigiana Moglia.

Verticale tipo SE Zona a sud di via Righetta – Cavo Cuscina e ad est del Cavo Naviglio

| Profondità | Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti |
|---|--|
| Unità SE1 Da piano campagna a -2,0 m p.c | Superato lo strato di terreno agrario argilloso limoso, si riscontrano alternanze argilloso limose con intercalati sottili livelli limoso argilloso contraddistinti da valori di resistenza alla punta variabili tra $q_{cm} = 8 \div 12/14$ kgf/cm ² e di resistenza all'attrito laterale oscillanti tra $f_{sm} = 0,3/0,4 \div 0,6/0,8$ kgf/cm ² . |
| Unità SE2 Da -2,0 a -5,0 m p.c. | Alternanze prevalentemente argilloso limose, con intercalati strati limoso sabbiosi – limosi contraddistinti da $q_{cm} = 8 \div 12$ kgf/cm ² ed $f_{sm} = 0,3 \div 0,5$ kgf/cm ² . |
| Unità SE3 da -5,0 a -12/-15 m p.c | Argille – argille limose leggermente sovraconsolidate, con intercalati locali sottili strati limoso argilloso; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 18/20 \div 28/30$ kgf/cm ² e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,8 \div 1,3$ kgf/cm ² . |
| Unità R5 da -11/-12 a -15/-20 m p.c | Sabbie medie a grado di densità relativa medio/medio elevato, contraddistinte da $q_{cm} = 50 \div 70$ kgf/cm ² ed $f_{sm} 0,7/1,2$ kgf/cm ² . |

L'unità geotecnica SE caratterizza il settore sud orientale del territorio comunale delimitato a nord dall'allineamento via Righetta – Cavo Cuscina, ad est ed a sud dal confine comunale con Rio Saliceto, ad ovest dal Cavo Naviglio.

6 MODELLI GEOTECNICI

Le verticali litotecniche individuate definiscono estensioni areali notevolmente differenziate e ad esse sono attribuibili diverse proprietà per gli utilizzi edificatori come di seguito descritto:

- **Verticale litotecnica IFC**: caratterizza il settore sud orientale centrale – centro meridionale del territorio comunale; compreso tra il confine comunale con Rolo, delimitata a nord della SP n°4 a sud dal Cavo/Cuscina, sede della zona ad uso produttivo Fortinella - Campogrande; costituisce circa l'1,6% del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano un medio – medio basso grado di consistenza dei terreni che formano i primi 7/8 m del sottosuolo; in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e verifica della compatibilità dei cedimenti, per strutture che non impongano carichi elevati sul terreno e per pilastri che trasmettano al sottosuolo tensioni non eccedenti 80/100 Ton, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 0,6 \div 0,8 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,6 \div 2 \text{ m p.c.}$$

Per i sopra indicati valori di pressione sul terreno dovranno essere valutate le ammissibilità in funzione dei cedimenti statici e sismici sia totali che differenziali; qualora detti parametri non rientrassero nel campo dell'accettabilità dovranno essere esaminate soluzioni fondali di tipo profondo su pali o a platea generalizzata.

Per strutture con carichi superiori alle 80/100 Ton per pilastro è da valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali; analogamente per corpi di fabbrica con più di 2/3 piani fuori terra sono da valutarsi fondazioni a platea e/o su pali.

- **Verticale litotecnica IFN**: costituisce la parte settentrionale delle zone industriale Fortinella-Campogrande sita nel settore orientale centrale del territorio comunale e forma la fascia larga 300 m che si sviluppa in direzione sud dalla SP n°4 che rappresenta il limite settentrionale, ad est è delimitata dal confine comunale con Rolo, costituisce circa lo 0,5 % della area comunale.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano un medio basso – medio grado di densità relativa e di consistenza dei litotipi presenti nei primi 4/5 m del sottosuolo, alle quali seguono zone medio – medio elevato grado di compressibilità da -7,0 a -9,0 m pc e medio basso grado di compressibilità da -9 a -12 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 4/6 m del sottosuolo, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e verifica della compatibilità dei cedimenti, per strutture che non impongano elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,8 \div 0,9 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,6 \div 2,0 \text{ m pc}$$

Per edifici con più di due/tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100 Ton per pilastro, è consigliabile valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica CPC:** caratterizza la fascia centrale del territorio comunale estesa dal confine comunale con Campagnola E. che si sviluppa con andamento concorde con la SP 4; tale unità nel zona sud occidentale e circa compresa tra il Canale Fusara ad ovest e via Barzella ed est; nel settore centrale è circa delimitata a nord ovest da via Paolucci, a sud ovest da via A.Moro, a nord da via Trenitina – Canale di Fabbrico allineamento C.Rubbina/S.RosaVecchia; a sud dell'allineamento C.Lina -250 m a sud della SP 4; costituisce circa il 9,2 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme dei primi 3/4 m del sottosuolo, a medio basso grado di consistenza, indicano che per strutture che non impongono carichi elevati al terreno e per pilastri che trasmettano tensioni al terreno non eccedenti 100 Ton, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione data la presenza di sequenze sabbiose da -3/-4 m a -7/-10 m pc e verifica della compatibilità dei cedimenti, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 0,7 \div 0,8 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,6 \div 2 \text{ m p.c.}$$

Per strutture con carichi superiori alle 100 Ton per pilastro è da valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali; analogamente per corpi di fabbrica con più di 3 piani fuori terra sono da valutarsi fondazioni a platea e/o su pali.

- **Verticale litotecnica CPSN:** costituisce la fascia centrale estesa sud ovest – nord est nella parte centromeridionale del territorio dal confine con Campagnola E. al capoluogo ed ovest est da quest'ultimo al confine comunale con Rolo che si estende assecondando l'andamento della SP 4, circa delimitata ad ovest dal Canale Fusara e ad est da via Berzella nel settore centro meridionale; dall'allineamento incrocio via Ferretti/via Don Sturzo, intersezione Canale della Pia/Via Ponticelli, incrocio via Motta/via Luppi/incrocio via Pellati/via Barbanta a settentrione, allineamento Cavo Cuscina – via Righetta, intersezione via Cuscina/Canale Naviglio a meridione; forma circa il 26,0% dell'area comunale.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme, contraddistinte dalla presenza di corpi sabbiosi con spessori di 1/1,5 m a medio – medio basso grado di densità relativa nei primi 5/6 m del sottosuolo, intercalati ad alternanze limose – limoso argillose, per strutture che non impongono carichi elevati al terreno e per pilastri che trasmettano tensioni al terreno non eccedenti 100 Ton, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e verifica della compatibilità dei cedimenti, evidenziano possibile l'adozione di fondazioni di tipo diretto; per dette condizioni sono utilizzabili carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 0,7 \div 0,9 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,6 \div 2,0 \text{ m p.c.}$$

Per strutture con carichi superiori alle 100 Ton per pilastro è da valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali; analogamente per corpi di fabbrica con più di 3 piani fuori terra sono da valutarsi fondazioni a platea e/o su pali.

- **Verticale litotecnica FSW:** caratterizza la parte del territorio comunale circa compresa tra Canale Fusara/Via Fusara confine comunale con Campagnola E. ad ovest, via Vallone via Azzari a nord; costituisce circa il 14,7 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme dei primi 4/6 m del sottosuolo, a grado di consistenza variabile da medio a medio basso, indicano che per strutture che non impongano carichi elevati al terreno e per pilastri che trasmettano tensioni al terreno non eccedenti 100 Ton, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e verifica della compatibilità dei cedimenti, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 0,7 \div 0,9 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,4 \div 1,8 \text{ m p.c.}$$

Per strutture con carichi superiori alle 100 Ton per pilastro è da valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali; analogamente per corpi di fabbrica con più di 2/3 piani fuori terra sono da valutarsi fondazioni a platea e/o su pali.

- **Verticale litotecnica NE:** costituisce la zona settentrionale orientale del territorio compresa tra il C.M.P a nord ed il confine con Rolo ad est, allineamento via S.Giovanni incrocio via Bottona/via Motta, C.Favrega a sud via Ponticelli ad ovest; forma circa il 17,8 % della area comunale.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano un medio grado di compressibilità dei litotipi presenti nei primi 4 m del sottosuolo, medio grado di consistenza da -4 a -6/-7 m pc, medio elevato grado di compressibilità da -6/-7 a -11 ÷ -13/-14 m pc, basso grado di compressibilità da -10/-14 m a -17/-25 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 4/10 m del sottosuolo, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e della verifica di compatibilità dei cedimenti, per strutture che non impongano elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,9 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,4 \div 1,6 \text{ m pc}$$

Per edifici con più di due/tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100 Ton per pilastro, è opportuno valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica NW:** caratterizza la parte settentrionale occidentale del territorio comunale compresa tra Via Ponticella ad est; C.M.P. a nord confine comunale con Campagnola E. ad ovest allineamento via Vallona – SP Bettolino/Fabbrico a sud; costituisce circa il 13,2 % del territorio.
- Le caratteristiche geotecniche d'insieme dei primi 3/4 m del sottosuolo, a grado di consistenza variabile da medio a medio elevato, indicano che per strutture che non impongano carichi elevati al terreno e per pilastri che trasmettano tensioni al terreno non eccedenti 100 Ton, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e verifica della compatibilità dei cedimenti, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 0,6 \div 0,7 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,6 \div 2,0 \text{ m p.c.}$$

Per strutture con carichi superiori alle 100 Ton per pilastro è da valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali; analogamente per corpi di fabbrica con più di 2/3 piani fuori terra sono da valutarsi fondazioni a platea e/o su pali.

- **Verticale litotecnica SE:** costituisce il settore meridionale orientate del territorio esteso ovest est compreso tra via Righetta-Cavo Cuscina a nord confine comunale con Rio Saliceto ad ovest ed a sud, allineamento Colombarone C.Bernolda ed ovest; forma circa il 17,0 % della area comunale.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano un medio grado di compressibilità dei litotipi presenti nei primi 4/5 m del sottosuolo, medio – medio elevato grado di compressibilità da -4/-5 a -7 m pc e medio basso grado di compressibilità da -8 a -12/-17 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 5/8 m del sottosuolo, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e verifica della compatibilità dei cedimenti, per strutture che non impongano elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,8 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

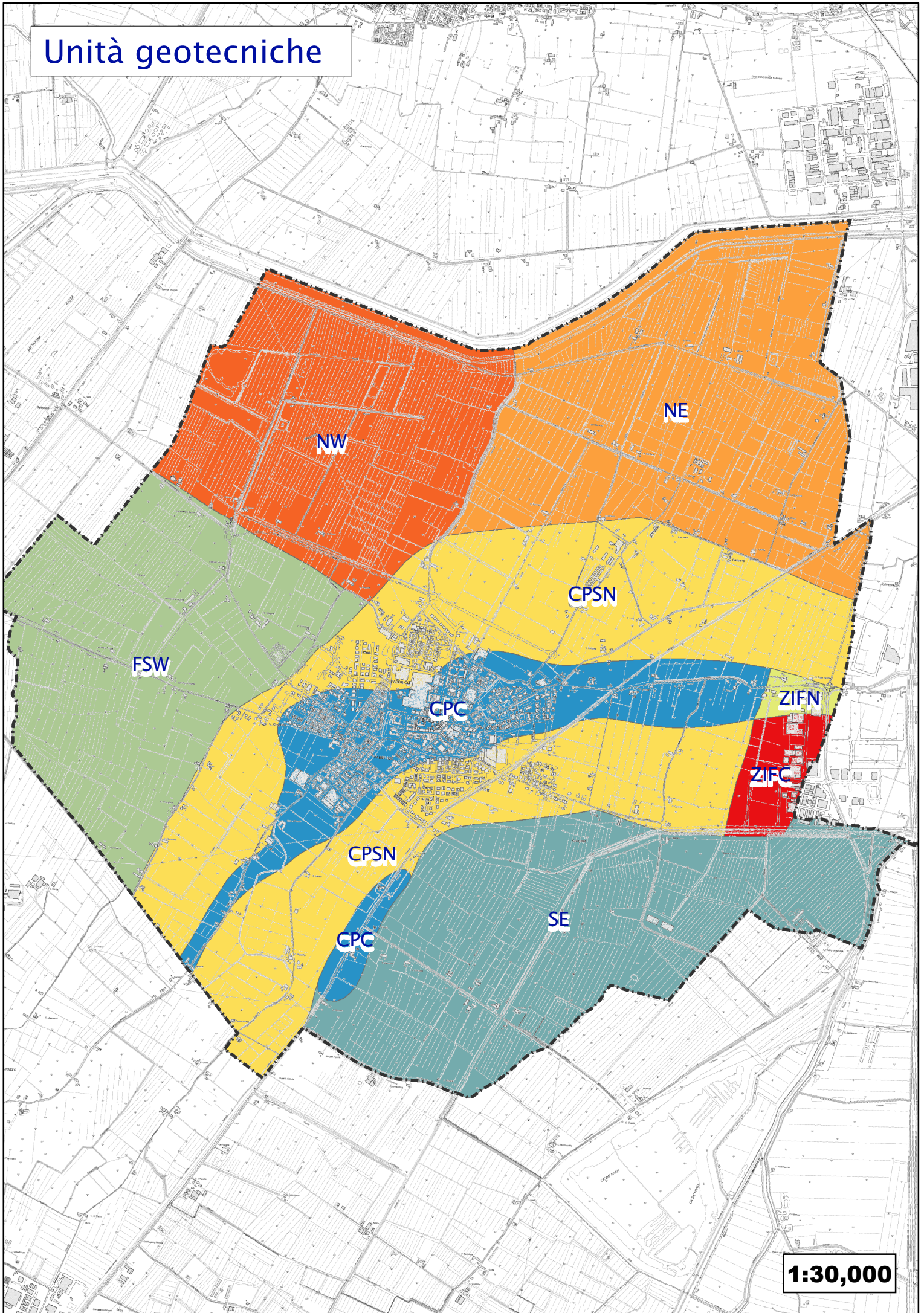
per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,4 \div 1,8 \text{ m pc}$$

Per edifici con più di due/tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100 Ton per pilastro, è consigliabile valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

In rapporto all'estensione areale delle zone litotecniche descritte e del numero di indagini analizzate, si osserva che le valutazioni espone sono da considerarsi rappresentative per le caratteristiche generali dei settori di territorio esaminati. Non si possono quindi escludere variazioni, anche significative, dovute a fenomeni deposizionali locali e/o rimaneggiamenti antropici, comportanti peculiarità geotecniche anche sensibilmente differenti da quelle indicate.

Unità geotecniche



1:30,000

6.1 SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

In relazione alla presenza nei primi 10/15 m del sottosuolo di strati sabbiosi – sabbioso fini e sabbioso limosi, saturati dalla falda idrica sotterranea, nelle successive fasi di analisi di caratterizzazione – microzonazione sismica saranno da sviluppare le valutazioni di risposta dei terreni in rapporto a condizioni di sollecitazione dinamica per la stima della pericolosità di liquefazione.

6.2 INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per determinare le velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio Vs, delle unità litotecniche che costituiscono i primi 40 ÷ 60/70 m del sottosuolo, sono state effettuate prospezioni geofisiche a rifrazione con metodo integrato Re.Mi/MASW, mediante stendimenti ad antenna monodirezionale con lunghezza di 69 m, dette indagini sono state sviluppate eseguendo due acquisizioni in ogni singola prospezione: 1 con procedura ReMi ed 1 con procedura MASW, oltre a queste sono state eseguite prospezioni puntuali verticali a stazione singola, con acquisizione di microtremori con metodo Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR).

Queste ultime sono state sempre effettuate congiuntamente alle prospezioni Re.Mi. e Re.Mi/MASW.

Dette indagini, che saranno in maggior dettaglio di seguito elencate, sono state distribuite sul territorio sia in funzione delle finalità di caratterizzazione sismica dell'urbanizzato che degli ambiti suscettibili di urbanizzazione che delle principali infrastrutture; oltre a ciò sono state effettuate verticali di acquisizione delle Vs anche in altri siti al fine di individuare i valori delle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio dei vari tipi di successioni litologiche dei terreni presenti nel territorio di Fabbrico.

Le indagini effettuate in rapporto all'estensione dell'area comunale, hanno esaminato la superficie del comune di Fabbrico con una stazione di analisi con mappa 0,5/0,6 kmq per le aree urbanizzate del capoluogo e tra lo stesso e confine Comunale con Campagnola E., tra via Fusara e via Berzella; di 0,25 kmq per la zona industriale, Fortinella – Campogrande; 1,5/2,0 kmq per le zone extraurbane ad eccezione dei settori tra il capoluogo e la zona industriale sopra citata nella quale la copertura è ogni 0,55 kmq.

6.3 Microtremori con la tecnica HVSR

Le indagini a stazione singola con acquisizione di microtremori ambientali si sono effettuate in 15 punti, che sono stati integrati da 9 analoghe verticali precedentemente eseguite nel territorio comunale di Fabbrico.

Nel contesto di tale analisi sono state considerate come riferimento anche equivalenti prospezioni precedentemente effettuate nelle fasce di territori comunali adiacenti ai confini comunali di Fabbrico.

Pertanto nella zona analizzata sono stati utilizzati in totale di 24 punti, distribuiti con maglia statisticamente rappresentativa che rapportata all'estensione del territorio comunale: 23,63 kmq, ha consentito di esaminare lo stesso secondo dimensioni con unità di area media corrispondente a 0.98/1,2 kmq.

Le prospezioni sono state eseguite utilizzando un sismometro modello "SR04 GeoBox" (Sara Electronic Instruments) attrezzato con sensori da 4,5 Hz di frequenza propria ed un equivalente sismometro *Tromino*, entrambi ad elevata dinamica (24 bits).

Le acquisizioni sono state effettuate campionando il segnale a 200 Hz per una durata di circa 30 minuti in ogni singola stazione.

Tali dati sono stati analizzati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) utilizzando il programma *Grilla*.

L'elaborazione dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nelle allegate schede "Indagine HVSR" in cui la linea rossa continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee sottili rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

6.4 Prospezione sismica a rifrazione passiva/attiva Re.Mi./MASW

Le prospezioni di nuova esecuzione, effettuate in numero complessivo di 15, sono state eseguite con un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica *GEOMETRICS GEODE*, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 3 m per una lunghezza totale di ogni stendimento di 69 m; dette indagini sono state integrate da 8 analoghe prospezioni precedentemente eseguite dallo scrivente nell'area comunale

Nella procedura del "metodo attivo" le onde superficiali sono generate mediante una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e sono registrate da uno stendimento lineare costituito da ricevitori posti a distanza costante.

Il procedimento del "metodo passivo" presenta caratteristiche geometriche dello stendimento uguali a quelle del sistema attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (microtremore) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

Le due tecniche esaminano bande spettrali differenti: il metodo attivo consente di acquisire in modo dettagliato una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce significative informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo (fino a circa 10-20 m di profondità); il metodo passivo permette di determinare e definire una curva di dispersione nelle bande di frequenza tra 2 e 20 Hz e fornisce informazioni di maggior dettaglio sugli strati più profondi.

La combinazione delle due tecniche, mediante elaborazione integrata, consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 2 e 40 Hz e permette una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 40-80-100 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento e della densità dei terreni.

Nell'esecuzione della prova MASW (attiva) come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto

segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza di 6 e 10 m dal primo geofono (“Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008).

Per l’acquisizione dei microtremori ambientali (Re.Mi.) sono state effettuate venti registrazioni della durata di 30 sec. cadauna con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

L’elaborazione del segnale consiste nell’operare, tramite un opportuno software, una trasformata bidimensionale “*slowness-frequency*” ($p-f$) che analizza l’energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentare lo spettro di potenza su un grafico $p-f$. Gli spettri delle singole acquisizioni sono quindi mediati, escludendo eventualmente quelli che presentano una bassa coerenza.

In tale spettro mediato si evidenziano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, permettendo un riconoscimento visivo delle onde di superficie (che hanno carattere dispersivo), da quelle riconducibili ad altri modi e tipi (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

In funzione di quanto esposto è possibile effettuare un “*picking*”, attribuendo ad un certo numero di punti una o più *slowness* (p o $1/velocità\ di\ fase$) ed ottenere una “*curva di dispersione*”.

Quest’ultima è visualizzata su un diagramma in cui appare anche la curva di dispersione calcolata in base ad un modello di V_s che è modificabile in sede di elaborazione. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di dispersione calcolata è adattata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono visualizzati nelle allegate schede “*indagine Re.Mi./MASW*”, riportanti lo spettro di potenza mediato, la curva di dispersione, sia sperimentale che calcolata, ed il relativo modello interpretativo.

7 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

7.1 Carta delle indagini

In riferimento all'analisi delle caratteristiche litotecniche territoriali è stata effettuata una raccolta dati, mediante un censimento, delle indagini geognostiche e geofisiche realizzate per varie finalità nel territorio oggetto di studio, presso le Amministrazioni Pubbliche Locali: Ufficio Tecnico Comunale, Servizio Tecnico Degli Affluenti del Po, Database Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna, Archivio Centrogeo.

In considerazione del contesto geo-litologico in primo luogo sono state considerate, tutte le indagini sismiche di tipo Re.Mi. HVSR prove penetrometriche statiche CPT Rm, CPTU, sondaggi meccanici.

Successivamente è stata effettuata una selezione di dette documentazioni in base alla valutazione dell'attendibilità del dato.

In sintesi tra le indagini esistenti sono stati selezionati complessivamente:

- 70 prove penetrometriche statiche, CPT-RM.
- 1 prova penetrometrica CPTU
- 2 Sondaggi meccanici (SM)
- 9 stratigrafie di Pozzi per Acqua (PA)
- 8 prospezioni sismiche a rifrazione con metodo passivo ad antenna monodimensionale: MASW - Re.Mi./MASW
- 9 prospezioni sismiche con metodo sismico passivo con tecnica a stazione singola H.V.S.R.

In riferimento alla caratterizzazione degli ambiti: urbanizzati a quelli di prevedibile nuovo sviluppo, frazioni e principali reti infrastrutturali, preventivamente selezionati in accordo con l'U.T. Comunale, per i quali risulta necessario effettuare gli approfondimenti sismici prescritti dai testi di indirizzo riportati in premessa, sono state eseguite le seguenti indagini:

- 15 prospezioni sismiche a rifrazione con metodo attivo/passivo con antenna monodirezionale Re.Mi/MASW; comprendendo le analoghe indagini precedentemente eseguite nell'area comunale: n° 8 (prospezioni MASW - Re.Mi./MASW), complessivamente sono stati utilizzati i dati di 23 siti di misura.
- 15 prospezioni di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R. comprendendo quelle precedentemente eseguite nell'area comunale: n° 9, sono stati utilizzati complessivamente i dati di 24 siti di misura.

Le indagini, distinte in esistenti e nuove, sono state georeferenziate in apposito elaborato cartografico in scala 1:10.000 comprensivo dell'intero territorio comunale; le prospezioni geofisiche hanno coperto quest'ultimo secondo una maglia sub quadrata – sub rettangolare con lati di 650 ÷ 750 m nell'area sede del capoluogo; di 400 ÷ 500 nella zona industriale

Fortinella - Campogrande, di 700 ÷ 800 m nelle aree extraurbane, contermini al capoluogo; interassi di 900 ÷ 1800 m nelle zone del forese nord, sud ed ovest.

7.2 Carta delle frequenze naturali del terreno

La campagna di prospezioni geofisiche eseguite nel territorio di Fabbrico, considerando come riferimento anche quelle effettuate negli areali adiacenti ai suoi confini comunali, ha permesso di determinare le caratteristiche in termini di frequenza di vibrazione dei tipi litologici che formano il sottosuolo delle zone sede dell'urbanizzato, di previsto sviluppo, frazioni, case sparse, del territorio comunale.

A tale finalità sono state utilizzate:

- 24 verticali a stazione singola con acquisizione di microtremori (HVSR)

Nel contesto delle indagini effettuate, relativamente alle analisi di approfondimento di primo livello, sono risultate significativamente efficienti le verticali con acquisizione di microtremori con stazione singola: HVSR. I dati ottenuti dalle elaborazioni di tali indagini consentono, infatti, di definire le modalità di vibrazione del terreno ed individuare sia la frequenza di risonanza (F_0) che l'ampiezza (A) dei rapporti spettrali in corrispondenza delle frequenze.

Considerando che sussiste una correlazione diretta (anche se non lineare) tra i fenomeni di "risonanza" e l'amplificazione del moto del suolo in concomitanza di sollecitazione sismica (effetti di sito), è evidente l'efficienza di detta tipologia di indagine per individuare, come previsto dal primo livello di approfondimento degli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica, le aree con comportamento sismico omogeneo - equivalente.

Per meglio evidenziare possibili congruenze tra i risultati, i valori Frequenza/Ampiezza rilevati sono stati associati, in termini di frequenza e di ampiezza del picco HVSR nelle seguenti classi:

| Frequenze Hz | Ampiezze A |
|----------------------|--------------------|
| $0,5 < F_0 \leq 0,8$ | $1,7 \leq A < 2$ |
| $0,8 < F_0 \leq 1,0$ | $2,1 \leq A < 3,0$ |
| $1,0 < F_0 \leq 2,0$ | |

Dette associazioni sono riportate nell'elaborato "Frequenze Naturali Terreni, Tav. 1.7; le misure sono state identificate mediante una serie di simboli con colori e dimensioni differenti. Il colore è correlato alle diverse classi di frequenza mentre la dimensione alla classe di ampiezza.

Mediante questa indicizzazione dei risultati è stato possibile valutare la distribuzione delle classi di frequenza e ampiezza sul territorio e sviluppare alcune considerazioni qualitative sull'area oggetto di studio.

I valori delle frequenze principali sono generalmente inferiori a 1 Hz ed indicano, in accordo con quanto evidenziato dalle sezioni geologiche, spessori dei depositi soggetti ad amplificazione di 110/130 m.

La netta prevalenza dei valori che caratterizzano il territorio appartiene al campo $f_0 = 0.6 \div 0.75$ Hz ($T = 1.673 \div 1.33$ sec); fanno eccezione gli areali di estensione relativa inferiore contraddistinti da valori $0.8 \div 0.9$ Hz ($T_0: 1.25 \div 1.11$ sec) nel settore meridionale orientale tra Canale Naviglio, via Righetta – Condotto Righetta confine comunale con Rio Saliceto; area a sud ovest del capoluogo circa tra Canale Bedollo, C. Gelato – C. Zuccarella – C. Mulasana, confine con Campagnola E., l'area ad ovest di Selvatica Nuova; la parte settentrionale del capoluogo tra via Ferretti, incrocio via Matteotti/via Roma, incrocio via Trento/via Trentina, delimitata ad est da via S. Genesio ed a nord dal Fosso del Vallone che individua anche il bordo ovest; i valori di massimo relativo con $f_0 = 1,0 \div 1,1$ Hz ($T = 1,0 \div 0,9$ sec) caratterizzano areali di limitata estensione nella zona nord del capoluogo tra via Cascina e Canale della Pia, la parte sud orientale tra il Casino e C. Bernolda.

7.3 Tetto delle sabbie e del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico

Gli elementi nel sottosuolo delle zone di pianura che influenzano il moto in superficie sono rappresentati da depositi a comportamento relativo più rigido e/o potenzialmente soggetti a deformazioni permanenti quali le unità o corpi prevalentemente sabbiosi più o meno lentiformi nei primi $10 \div 15/20$ m del sottosuolo e la profondità del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico.

7.3.1.1 Tetto sabbie

La carta del tetto delle sabbie (Tav. 1.5), ottenuta dall'analisi congiunta delle prove penetrometriche CPT – CPTU, stratigrafie di sondaggi meccanici, dei pronunciati contrasti di impedenza nei primi $8/10 \div 20$ m del sottosuolo evidenziati da alcune delle verticali Re.Mi/MASW eseguite, stratigrafie di prospezioni geofisiche con metodo geoelettrico verticale precedentemente effettuate nelle analisi di PSC/2002, visualizza la profondità in m rispetto al piano campagna delle litozone nelle quali le componenti sabbiose sono rappresentate in orizzonti di significativo spessore.

In tale elaborato sono state distinte le isobate che individuano la profondità e gli assetti geometrici dei corpi sabbiosi più superficiali riferiti ai depositi di canale fluviale estinto relativamente più recenti, sia affioranti che sepolti, dalle isolinee che identificano il tetto del primo acquifero confinato correlato ai depositi del Po.

7.3.1.2 Unità sabbiose superficiali

Per quanto riguarda le unità sabbiose più superficiali l'isobata che delimita la zona esterna indica la terminazione laterale del corpo sabbioso e relativa profondità del letto; le isolinee più interne visualizzano la profondità del tetto dei corpi sabbiosi rispetto al piano campagna.

L'assetto del tetto delle sabbie di questi ultimi denota geometrie lentiformi prevalentemente allungate in direzione sud ovest – nord est nella parte centro meridionale dell'area comunale estesa concordemente alla SP n°4 sino al capoluogo, e dalle zone

meridionali di quest'ultimo si suddivide in due fasce, una principale allungata in direzione ovest-est concordemente all'andamento della SP n°4 ed una secondaria che si sviluppa in direzione nord circa dall'incrocio via Favrega/Via F.lli Cervi, all'incrocio via Cascina/Via Trentina; in subordine si riscontra un'altra fascia di modeste dimensioni nel settore centro meridionale della zona industriale Campogrande.

La distribuzione areale dei corpi sabbiosi, concorda con le fasce di canale fluviale estinto (paleoalvei) individuate mediante l'analisi geomorfologica.

L'assetto spaziale nel sottosuolo del tetto delle sabbie evidenzia che le unità con maggior spessore (4/8 m) caratterizzano la fascia di territorio estesa ovest est, assecondante la SP n°4, dalla zona sud occidentale del capoluogo (incrocio via Cascina/via A.Moro) a incrocio via Bedollo/via Trentina e da quest'ultima sino al confine comunale con Rolo; detta zona assume larghezza di 400/700 m nella parte sud occidentale e sud orientale del capoluogo, di 250/300 m dal settore orientale del medesimo al confine con Rolo.

Simili significativi spessori, 3/4 m, con equivalenti caratteristiche, si rilevano nel settore meridionale dell'Area Produttiva Campogrande e nella parte meridionale del capoluogo tra C. Corghina e intersezione via Cascina/Cn.le Naviglio nella quale l'areale sabbioso assume una forma sub ellittica con larghezza di 400 m e lunghezza di 1200 m.

Un'analogha zona di significativo spessore dei corpi sabbiosi: 3/4 nei primi 5/6 m del sottosuolo caratterizza il settore occidentale del capoluogo circa tra via Favrega – incrocio via D.A.Pozzi/via Contarelli e via Cascina/via Trentina.

7.3.1.3 Tetto primo acquifero

L'assetto del tetto del primo acquifero confinato nel sottosuolo di Fabbrico evidenzia geometria sensibilmente differenziate tra le zone settentrionali e quelle meridionali.

Nella parte nord l'andamento del tetto delle sabbie denota assetti regolari correlabili a sviluppi delle unità sabbiose di tipo tabulare. Tali aspetti caratterizzano la parte di territorio a nord dell'allineamento SP. n°45 - incrocio via Pellati/via Luppi – incrocio via Ca Ronfia/via Righetta – intersezione C.A.B.M./SP n°4, Rio Saliceto – Rolo, nella parte occidentale del territorio a nord di Fossa Selvatica ed ovest di Canale Ponticelli. Le sequenze sabbiose, presenti nel sottosuolo di detta zona sono attribuibili all'unità idrogeologica del F. Po e si rinvencono a quote soprastanti -15 m pc e generalmente comprese tra detta profondità e -12 m pc ad eccezione dell'estremità nord orientale dove si rinvencono a -10/-11 m pc.

Procedendo in direzione meridionale il tetto delle sabbie tende ad approfondirsi rapidamente a -20/-35 m pc nella fascia centrale estesa ovest – est alla quale appartiene il capoluogo, e nelle zone a sud si immerge a -45/-50 m pc.

Contestualmente all'aumento di profondità le geometrie del tetto primo acquifero assumono conformazione più articolata e l'incremento del gradiente della profondità evidenzia assottigliamenti delle unità sabbiose in direzione sud ed assetti che indicano una maggiore lenticolarità.

Le condizioni descritte denotano che le parti settentrionali e centrali del territorio comunale di Fabbrico per quanto riguarda le unità sabbiose dell'acquifero confinato, sono generalmente interessate da potenziale pericolosità di liquefazione. In riferimento a quanto

esposto è comunque da considerare che i valori di densità relativa delle unità sabbiose dei depositi del Po, oscillanti mediamente tra $D_r = 50/70\%$, indicano una pericolosità di liquefazione medio bassa.

7.3.1.4 Tetto del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico

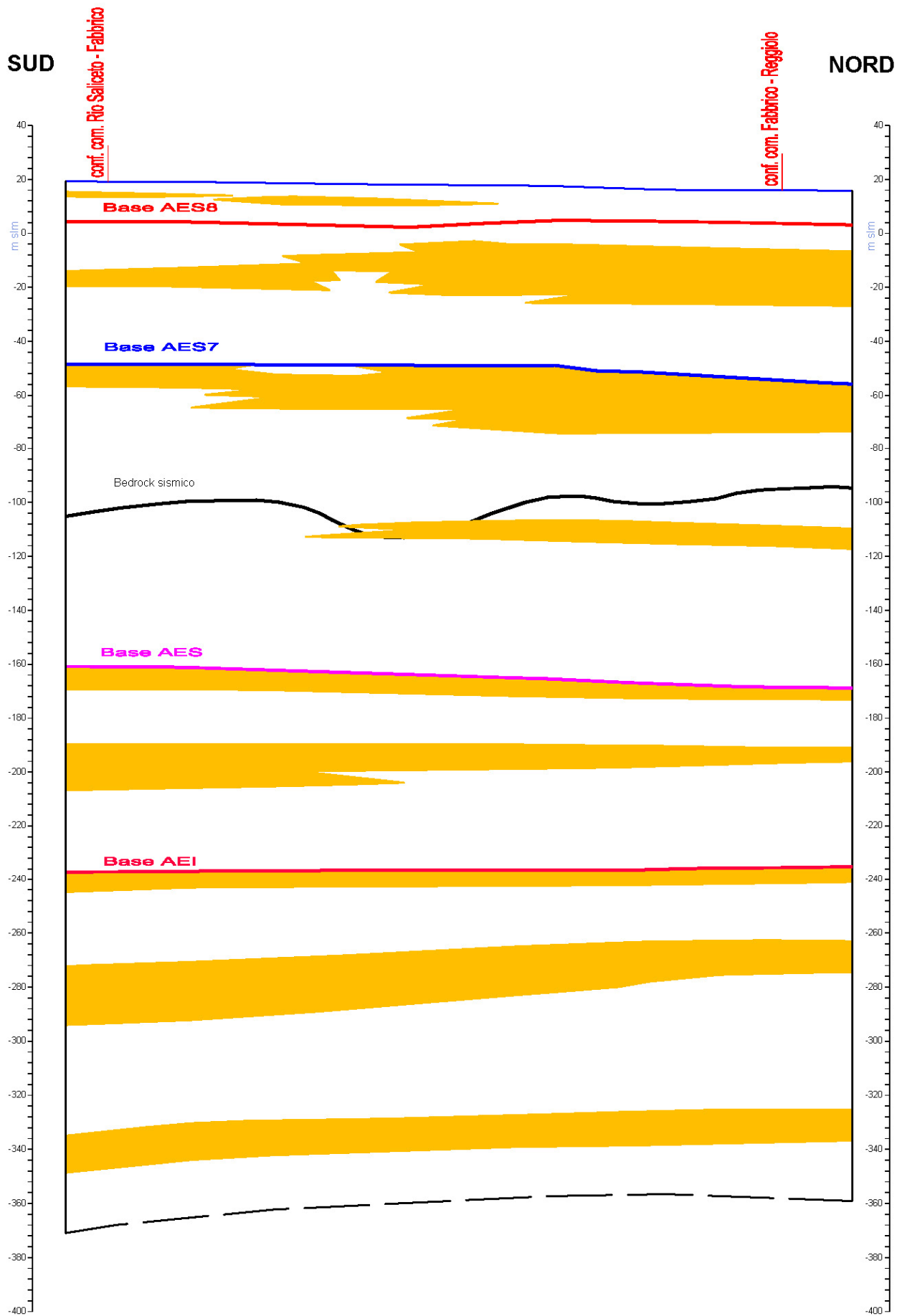
Le profondità dal piano campagna e l'assetto spaziale, dell'unità litotecnica che localmente indica comportamento relativo più rigido, assimilabile al bedrock sismico, sono state individuate in funzione dei valori di frequenza principale ottenuti dalle prospezioni HVSR e delle velocità delle onde sismiche di taglio della successione litotecnica che costituisce i primi 150/250 m del sottosuolo, valutate in base ai dati di V_s ottenuti dalle prospezioni linear array Re.Mi./MASW.

Nel contesto di tale disamina si è fatto anche riferimento ad analisi di comparazione le profondità del bedrock sismico ottenute in verticali effettuate nell'adiacente comune di Rolo sviluppate in base al confronto di indagini: HVSR-Re.Mi./MASW, con la profondità del tetto del *Pleistocene* individuata nel pozzo AGIP Novi 1 bis ubicato in adiacenza al confine comunale Rolo/Novi MO.

In riferimento ai sopracitati dati mediante la relazione:

$$H = \frac{V_s}{4f_0}$$

si è stimata la profondità dal piano campagna alla quale sono rinvenibili gli orizzonti litotecnici assimilabili al bedrock sismico.



Successione stratigrafica quaternario continentale

L'assetto spaziale del substrato a comportamento rigido indica una tendenziale influenza sul tipo di rigidità della successione litotecnica locale correlata alla presenza nei primi 100 m del sottosuolo delle spesse sequenze sabbiose dell'unità del Po; una simile correlabilità è attribuibile all'assetto del substrato prepliocenico nella fascia sud ovest – nord est tra il capoluogo di Fabbrico e quello di Rolo che corrisponde alla zona di asse della Dorsale Ferrarese.

Le profondità relative maggiori del bedrock: -120 ÷ -140 m pc, si riscontrano nel settore centro meridionale al quale appartiene il capoluogo e nella zona orientale meridionale, parte sud dell'area industriale Fontinella/Campogrande dove si rinviene a -120 ÷ -130 m pc.

In quest'ultima tale condizione è probabilmente correlabile all'assetto del substrato che è interessato da linee di sovrascorrimento che lo approfondiscono in direzione sud est.

Le profondità relative minori: -110 m pc del bedrock sismico si riscontrano nella parte settentrionale – settentrionale orientale del territorio comunale ed in un'areale di modesta estensione nella zona sud ovest all'intorno dell'intersezione via Bernolda/Canale Naviglio.

L'andamento della profondità dell'unità litotecnica assimilabile al bedrock sismico indica una tendenziale correlabilità con l'orientamento territoriale delle fasce dei principali sovrascorrimenti sepolti a direttrice sud ovest – nord est che interessano il substrato prepliocenico nel sottosuolo di Fabbrico – Rolo ed indicativamente descrive la prosecuzione in verso nord est della faglia di collasso crestale (*F. Molinari, 2015*) individuata nelle zone a sud del confine tra i comuni di Fabbrico e Rolo e nel settore nord occidentale del carpigiano.

Dal raffronto con le sezioni geologiche si evince che il substrato a comportamento rigido è tendenzialmente correlabile alla parte medio basale dell'unità stratigrafica AES6 - A2.

7.4 Microzone omogenee in Prospettiva Sismica o delle Aree Suscettibili di Effetti Locali

In riferimento agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica del Dip. Prot. Civ. e Conf. Delle Regioni e PA, DGR.ER 1227/2015, e DGR 2193/2015, sono state individuate e delimitate le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica. Per dette aree sono stati definiti gli approfondimenti di indagine ed analisi per la microzonazione sismica ed i livelli di approfondimento da effettuarsi in funzione delle condizioni di pericolosità sismica che ad esse compete.

Nell'individuazione e delimitazione di dette zone oltre alle documentazioni territoriali prove penetrometriche CPT - CPTU, sondaggi meccanici già eseguiti sia nell'area comunale di Fabbrico che nelle fasce adiacenti dei comuni contermini, prospezioni con metodo geoelettrico, sono state utilizzate sia le verticali di indagine geofisica di tipo lineare ed antenna monodirezionale (Re.Mi/MASW) che puntuali a stazione singola (HVSr), per una più attendibile individuazione delle unità litologiche contraddistinte da Vs considerabili tra essi praticamente equivalenti.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS tav. 1.8, scala 1:10.000, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

Al fine di individuare le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica sono stati utilizzati gli elaborati cartografici, prospezioni geognostiche precedentemente descritti, integrando detti dati con valutazioni di carattere geotecnico.

In tale contesto sono inoltre state usate le documentazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, la banca dati geologica relativa al territorio comunale, resi disponibili in formato digitale dal *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*.

Oltre a ciò si è fatto riferimento alle elaborazioni individuanti i differenti scenari di pericolosità sismica locale e degli effetti locali attesi del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia, gli elaborati della Relazione Geologica – Analisi Sismica PSC 2002 e della Microzonazione Sismica 2014 del PDR Comune di Fabbrico (*Centrogeo*).

Le sopradescritte disamine e documentazioni hanno consentito di delimitare ambiti litotecnici contraddistinti da differenti caratteristiche geotecniche, di rigidità e di deformabilità, definendo le diverse condizioni di pericolosità sismica locale.

7.4.1 Definizione successioni a comportamento sismico equivalente

L'individuazione delle sequenze litotecniche - sismiche delle aree a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, è stata definita in funzione delle prospezioni geotecniche e geofisiche ed elaborati sopra descritti integrati dalle prospezioni geofisiche direttamente eseguite per lo studio di microzonazione sismica e quelle precedentemente effettuate sia nel territorio comunale che nelle zone adiacenti.

La discretizzazione delle verticali litotecniche, redatta in conformità alle simbologie e criteri degli Standard di MS versione del 10/2015, è stata eseguita in funzione delle caratteristiche litologiche e geotecniche che prevalentemente influenzano gli effetti dello scuotimento sismico in superficie, relativamente ai primi 20 – 30 m del sottosuolo.

In riferimento a quanto esposto sono state quindi individuate le sequenze delle zone stabili nelle quali gli effetti sono correlati ad amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche: zone 1-2-3 e le zone suscettibili di amplificazione e di attenzione per instabilità: zone 4-5-6-7-8, zone suscettibili di potenziali cedimenti differenziali $Z_{A_{CD}}$, e di attenzione, per sovrapposizioni di instabilità differenti $Z_{A_{ID}}$.

Tali classificazioni distinguono le successioni nelle quali sono presenti nei primi 5 - 15 - 20 m del sottosuolo orizzonti sabbiosi moderatamente addensati ($q_c < 20/30$ kgf/cm²) con $V_s < 160/180$ m/sec, con spessori compresi tra 1/2 e 4/7 m, soggetti a potenziale suscettività di liquefazione: zone LA_{LQ} 2004 – 2005 – 2006 – 2007 – 2008, quelle in cui sono attesi incrementi dei consolidamenti per effetti sismici, $Z_{A_{CD}}$ e zone potenzialmente soggette a liquefazione e cedimenti $Z_{A_{ID}}$.

Questi ultimi si sviluppano nelle condizioni in cui le successioni litologiche prevalentemente limose – argilloso limose contengono intercalazioni di strati sabbioso limosi – limoso sabbiosi, ad assetto prevalentemente lentiforme, con spessori inferiori/uguali ad 1/1,5 m e che nell'insieme dei primi 15 m pc non superano spessori di 2/3 m, contraddistinti da $V_s < 150$ m/sec nei primi 5 m pc e $V_s < 200$ m/sec sino a -10/-12 m pc; in detti casi possono

insorgere effetti correlabili ad addensamenti di sottili strati sabbioso limosi, ai quali conseguono cedimenti differenziali.

Analoghi effetti caratterizzano le successioni prevalentemente argilloso limose e limoso argillose – limose nei primi 7/8 m del sottosuolo, contenenti livelli sabbiosi lentiformi con spessore inferiore/uguale a 1 m, contraddistinte da valori di resistenza alla punta di insieme al penetrometro statico equivalenti a $q_c < 7 \text{ kgf/cm}^2$ e valori di velocità di propagazione delle onde di taglio equivalenti a $V_s < 150 \text{ m/sec}$ nei primi 5 m da pc e $V_s < 200 \text{ m/sec}$ sino a -10/ - 12 m pc; tali caratteristiche definiscono le aree nelle quali sono attesi cedimenti differenziali, liquefazione e cedimenti differenziali.

7.4.1.1 Aree Suscettibili di Effetti Locali e di instabilità

Per la redazione “Carta delle aree suscettibili di effetti locali (MOPS)”, prevista come elaborato al primo livello di approfondimento, sono state delimitate le porzioni di territorio urbanizzato o suscettibili di trasformazione urbanistiche, classificate in conformità alle categorie previste nell'allegato B della D.G.R. 1227/2015, suddividendole:

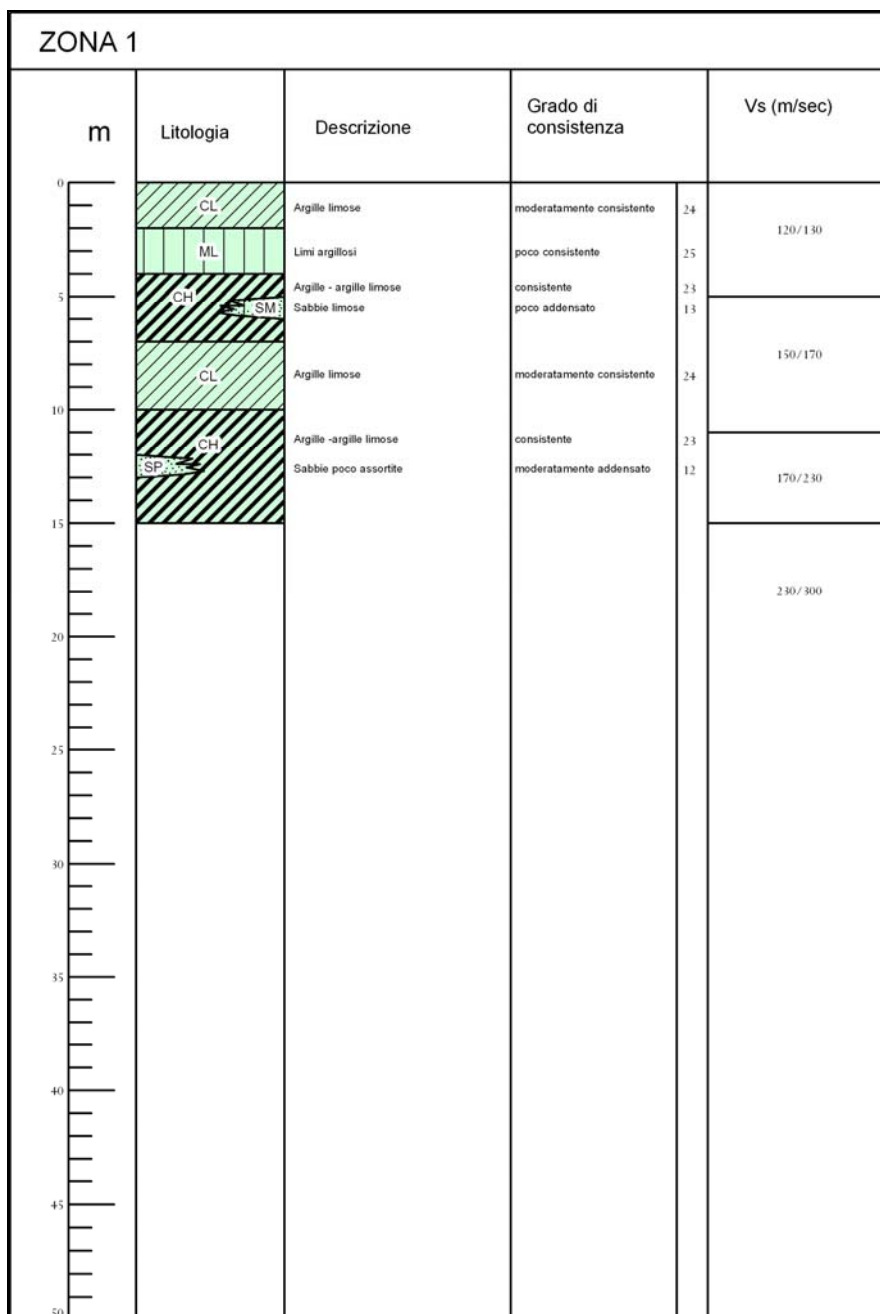
Zone stabili suscettibili di amplificazione locali

Zone suscettibili di instabilità

alle quali sono riconducibili le caratteristiche di seguito descritte:

- **Zone stabili suscettibili di amplificazione locali:** appartengono a tale categoria tutte le aree con caratteristiche stratigrafiche tali da indurre effetti locali, zone 1–2–3 di legenda, secondo quanto previsto dai testi di riferimento indicati in premessa, in particolare dall'allegato B della DGR.
- **Zone di attenzione per instabilità:** appartengono a tale categoria tutte le aree potenzialmente soggette a deformazioni permanenti nelle quali le caratteristiche litostratigrafiche evidenziano la presenza di alternanze di strati sabbiosi – sabbioso limosi che nei primi 5 ÷ 15 ÷ 20 m del sottosuolo presentano spessori compresi tra 1/2 ÷ 4/8 m e $V_s < 200 \text{ m/sec}$ nei primi 8/12 m pc, potenzialmente suscettibili di liquefazione zone ZA_{LQ} 2004 – 2005 – 2006 – 2007 – 2008; le zone a sequenze prevalentemente limose – limoso argilloso sabbiose che contengono corpi lentiformi sabbioso limosi con spessori inferiori ad 1/1,5 m, moderatamente addensati, suscettibili di cedimenti differenziali; le successioni argilloso limose – limoso argillose poco consistenti nei primi 7 ÷ 8 m del sottosuolo e con velocità di propagazione delle $V_s < 160 \text{ m/sec}$, suscettibili di cedimenti differenziali (ZA_{CD}); le sequenze prevalentemente limoso sabbiose - sabbioso limose poco consistenti nei primi 6 ÷ 8 m del sottosuolo e con $q_c < 20 \text{ kgf/cm}^2$ $V_s < 150/160 \text{ m/sec}$ soggette a potenziale pericolosità di addensamento, cedimenti differenziali, potenziale liquefazione e successioni litotecniche a medio elevata - elevata compressibilità ($q_c \leq 7 \text{ kgf/cm}^2$): zone suscettibili di sovrapposizione di instabilità differenti (ZA_{ID}).

Le delimitazioni delle zone e relative colonne stratigrafiche, esposte nella legenda della tav. 1.8, si sono articolate come di seguito esposto:

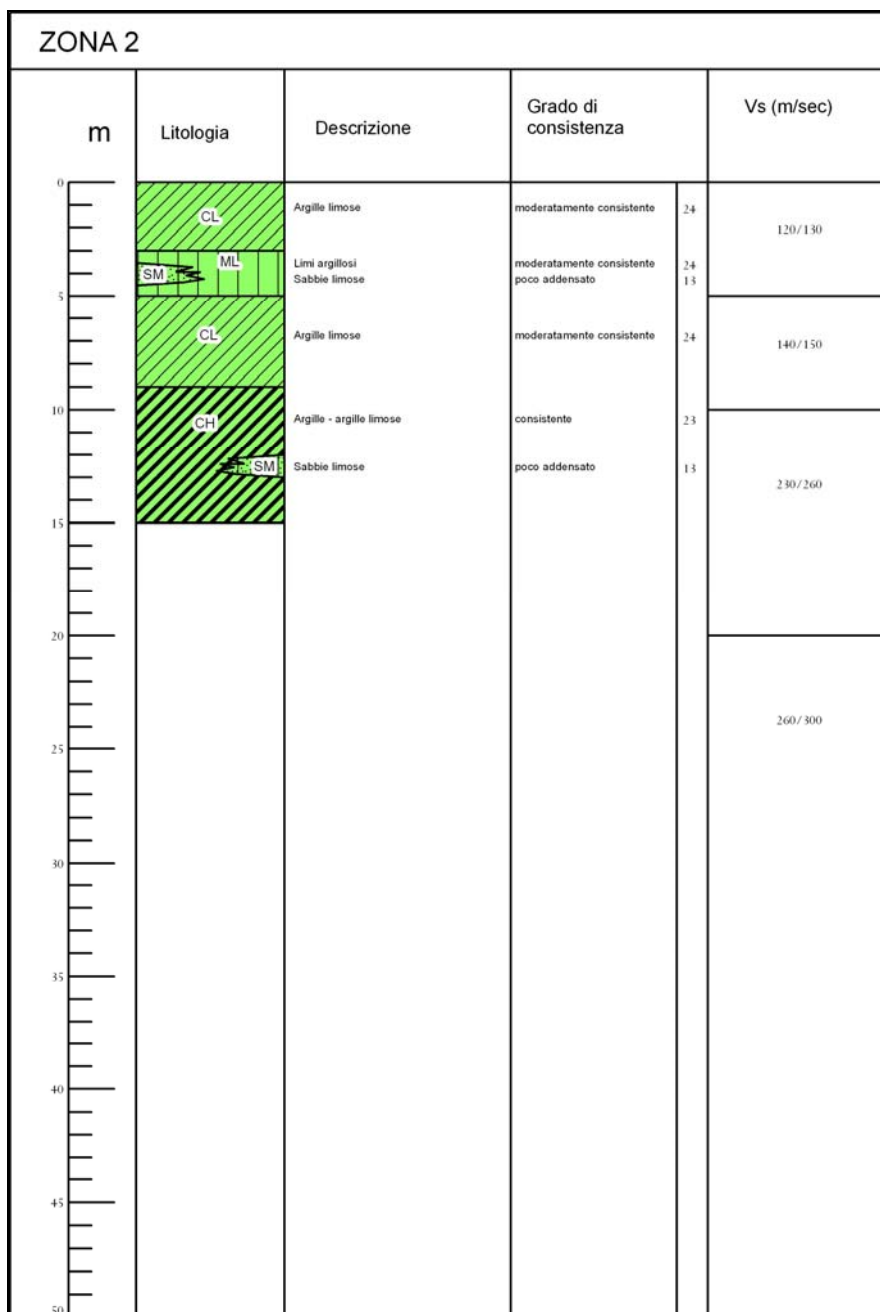


ZONA 1 (2001) – Aree stabili, depositi di piana alluvionale argilloso limosi – limoso argillosi, di media –alta plasticità, moderatamente consistenti (CL/ML – 24) con intercalate lenti sabbioso limose poco addensate (SM–13) con spessori inferiori a 1 m, Vs<170 m/sec nei primi 11 m del sottosuolo; seguono argille - argille limose di medio - alta plasticità, da moderatamente consistenti a consistenti (CH/CL-24/23) con lenti di sabbie poco assortite, moderatamente addensate (SP-12) con Vs=170/230 m/sec sino a -15 m pc; a profondità sottostanti -15/-20 m pc sabbie pulite da poco a ben assortite moderatamente addensate – addensate (SP/SW – 12/11) alternate ad orizzonti argillosi di alta plasticità, consistenti (CH-23) Vs = 230/300 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

Microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello.

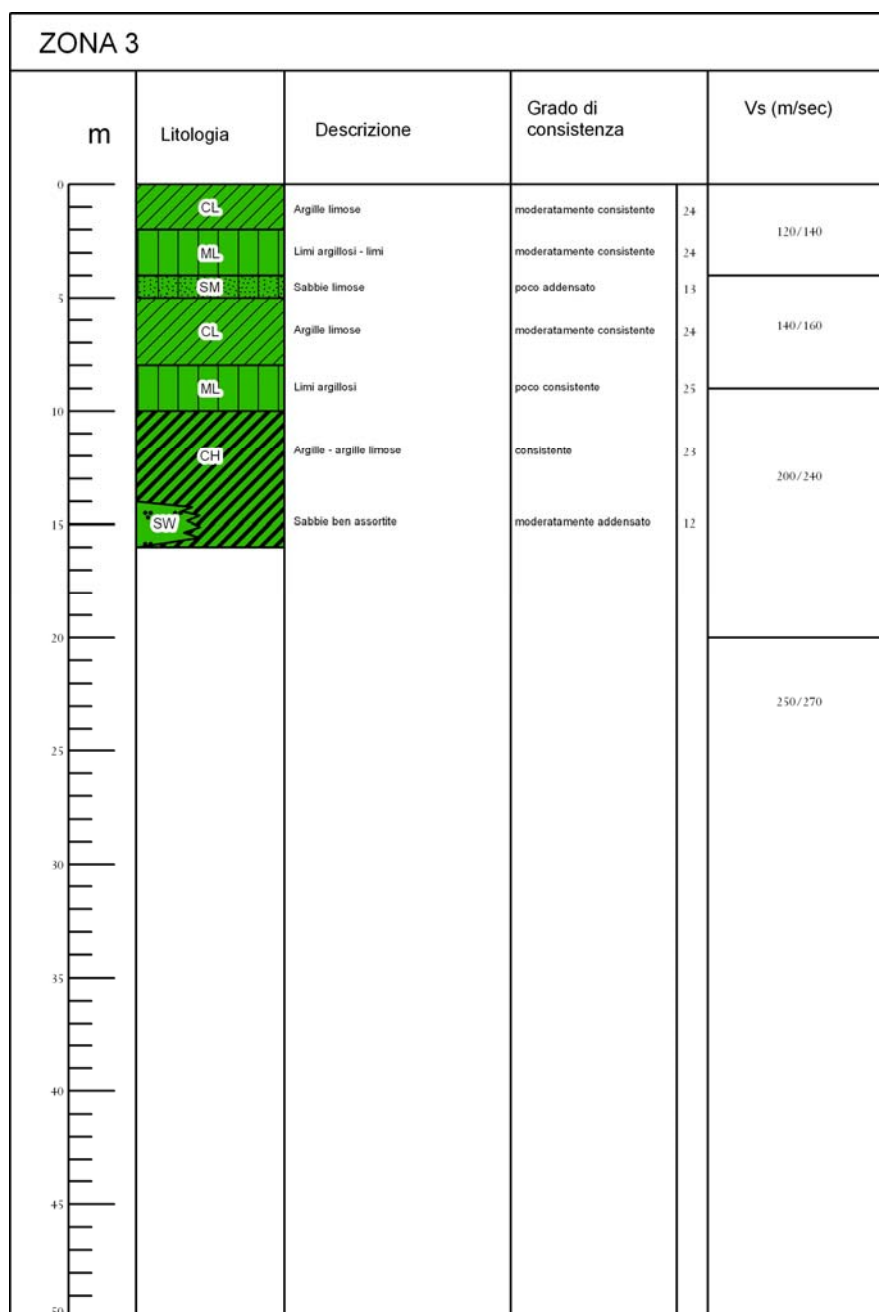


ZONA 2 (2002) – Aree stabili, depositi di piana alluvionale prevalentemente argilloso limosi secondariamente limoso argillosi moderatamente consistenti (CL/ML-24), con intercalate lenti sabbioso limose con spessore inferiore a 1 m poco addensate (SM-13), Vs<130 m/sec sino a -5 m pc e Vs=140/150 m/sec da -5 a -10 m pc; seguono argille inorganiche di alta plasticità consistenti (CH-23) con lenti sabbioso limose poco addensate con spessori inferiori a 1 m, Vs = 230/260 sec; a quote soggiacenti -14/-15 m pc (zone nord) alternanze di orizzonti sabbioso poco assortiti – ben assortiti, moderatamente addensati – addensati (SP/SW – 12/11) e di unità argillose di alta plasticità consistenti (CH-23), Vs = 230/260/300 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

Microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello.

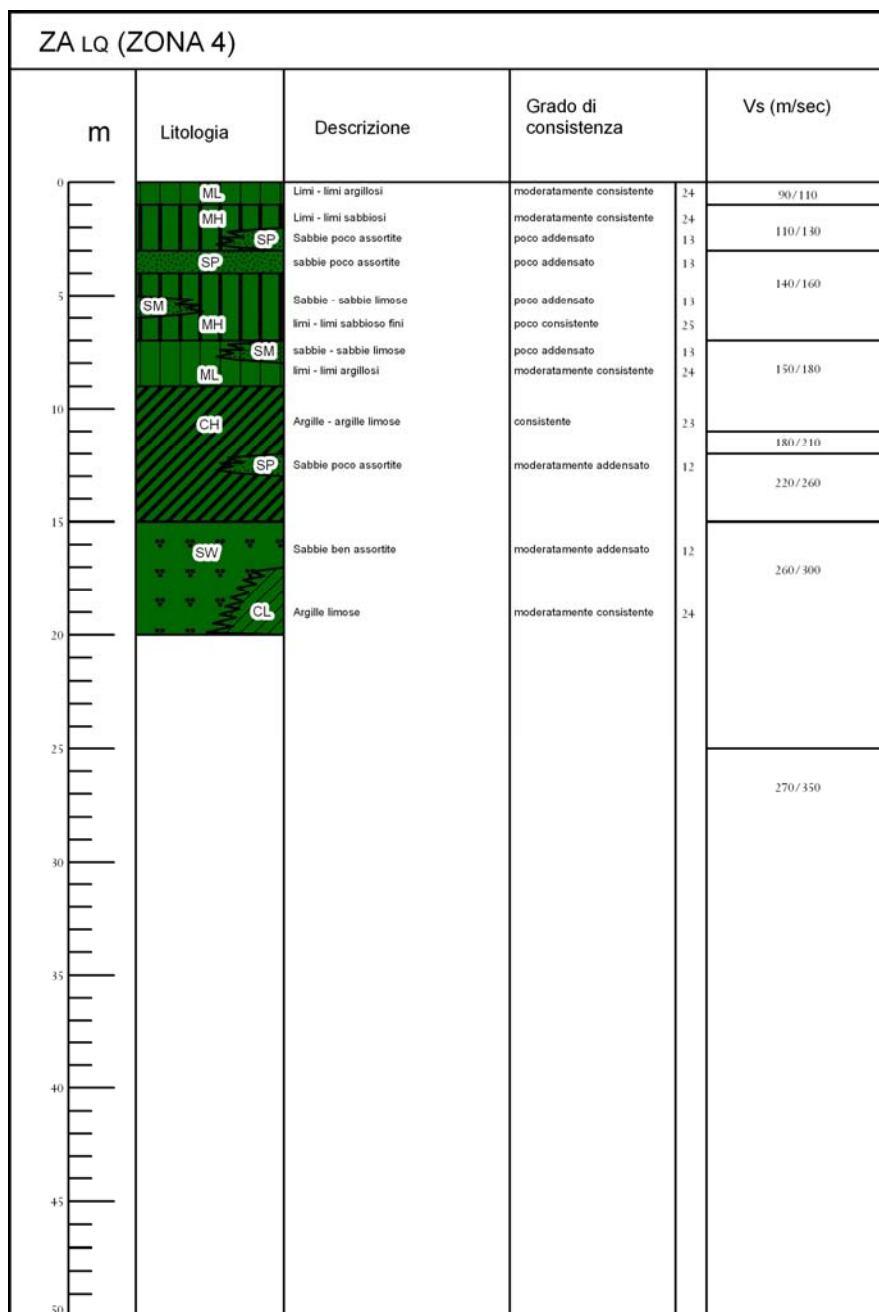


ZONA 3 (2003) – Aree stabili, depositi di piana alluvionale, prevalentemente argilloso limosi e secondariamente limoso argillosi moderatamente consistenti (CL/ML -24) con intercalati strati/lenti sabbioso limose poco addensate (SM-13) con spessori inferiori a 1 m, Vs<160 m/sec sino a -8 m pc; seguono da -8 a -15/-16 m pc argille – argille limose di alta plasticità consistenti (CH-23) e limi argillosi poco consistenti (ML-25) con intercalate a -14/-16 m pc lenti sabbiose medio fini ben assortite moderatamente addensate (SW-12), Vs=200/250 m/sec; a quote sottostanti -15/-16 m pc sabbie da poco a ben assortite addensate (SP/SW -12) ed unità argillose di alta plasticità consistenti (CH-23) con Vs = 240/270 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

Microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello.



ZA_{LQ} - ZONA 4 (3050-2004) – Aree potenzialmente instabili (LQ), depositi di piana alluvionale prevalentemente limoso argillosi - limoso sabbioso argillosi moderatamente consistenti, (ML/MH-24) con intercalati strati/lenti di sabbie poco assortite e sabbie limose poco addensate (SP/SM-13) con spessori inferiori a 1,5 m, Vs<180 m/sec sino a -9 m pc; seguono sino a -15 m pc argille inorganiche di alta plasticità consistenti (CH-23) con lenti sabbiose poco assortite moderatamente addensate (SM -12), Vs=210/260 m/sec; a quote sottostanti -15 m p.c. sino a -20/-25 m pc sabbie medie ben assortite moderatamente addensate (SW-12) con sostituzioni laterali di argille limose di media plasticità moderatamente consistenti (CL-24), Vs = 260/350 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale di liquefazione;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione della suscettività alla liquefazione;

Microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello per stima della pericolosità di liquefazione.

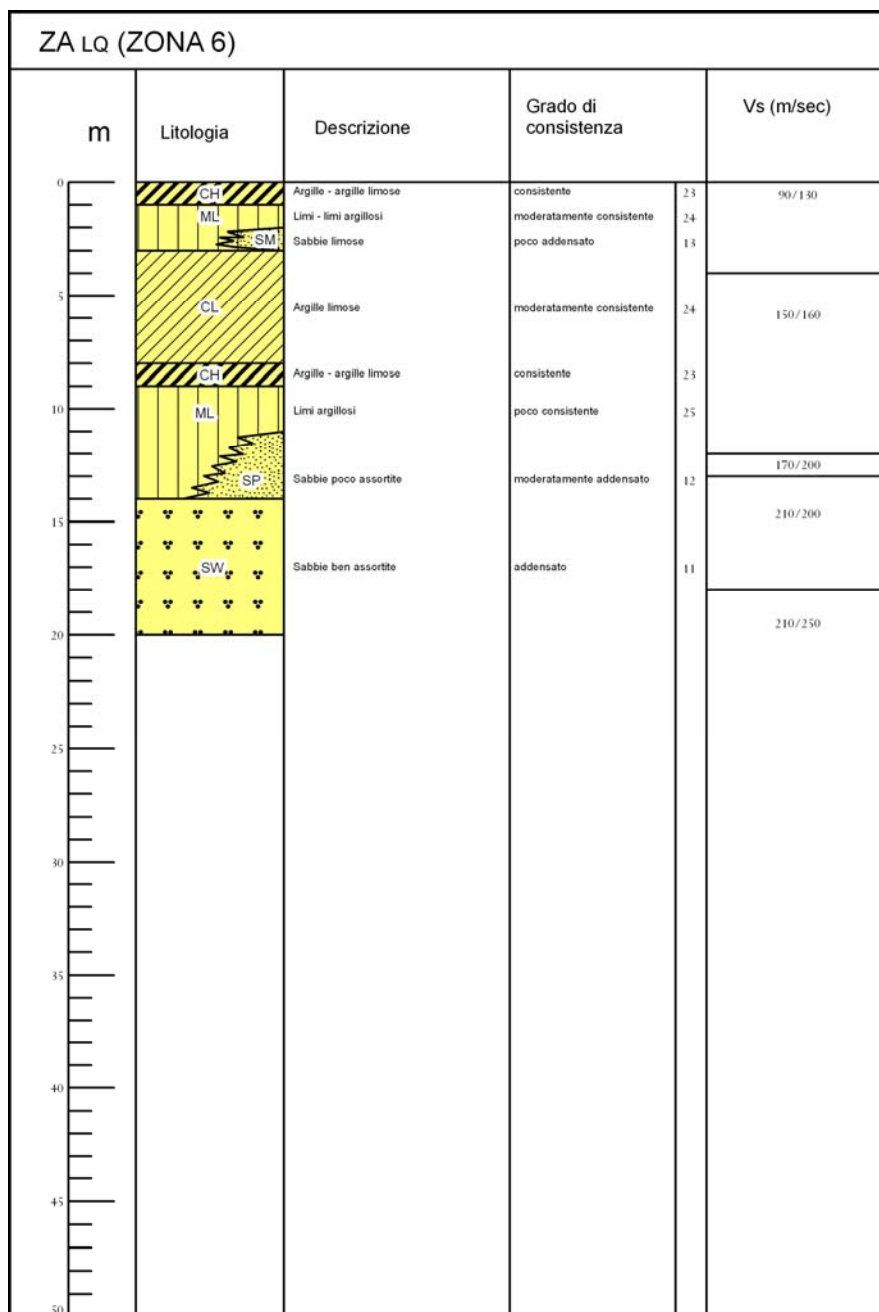
| ZALQ (ZONA 5) | | | | |
|---------------|-----------|--------------------------|--|------------|
| m | Litologia | Descrizione | Grado di consistenza | Vs (m/sec) |
| 0 | ML | Limi - limi argillosi | moderatamente consistente | 24 |
| | MH | Limi - limi sabbiosi | moderatamente consistente | 24 |
| | SP | Sabbie poco assortite | moderatamente addensato/poco addensato | 12/13 |
| 5 | SP | Sabbie poco assortite | moderatamente addensato | 12 |
| | ML | Limi argillosi | moderatamente consistente | 24 |
| 10 | CL | Argille limose | moderatamente consistente | 24 |
| | SW | Sabbie ben assortite | addensato | 11 |
| 15 | CH | Argille - argille limose | consistente | 23 |
| | ML | Limi argillosi | moderatamente consistente | 24 |
| 20 | SW | Sabbie ben assortite | addensate | 11 |
| 25 | | | | |
| 30 | | | | |
| 35 | | | | |
| 40 | | | | |
| 45 | | | | |
| 50 | | | | |

ZALQ - ZONA 5 (3050-2005) – Aree potenzialmente instabili (LQ), depositi di canale fluviale in sequenze prevalentemente sabbiose poco assortite poco addensate (SP-13) lateralmente sostituite a quote sottostanti 5 m pc da limi argillosi moderatamente consistenti (MH - 24) e sabbie moderatamente addensate (SP-12) Vs = 160 m/sec nei primi 5 m del sottosuolo e Vs = 130/160 m/sec da -5 a -8 m pc; seguono alternanze di argille - argille limose a plasticità da media ad alta, moderatamente consistenti - consistenti (CL/CH 24/23) con sostituzioni laterali di sabbie medio fini ben assortite addensate (SW-11) e strati limoso argillosi moderatamente consistenti (ML/24), Vs = 180/280 m/sec; a quote soggiacenti -16 m e sino a -20/-25 m pc sabbie ben assortite (SW-11) con Vs = 260/350 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale di liquefazione;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione della suscettività alla liquefazione;

Microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello per stima della pericolosità di liquefazione.

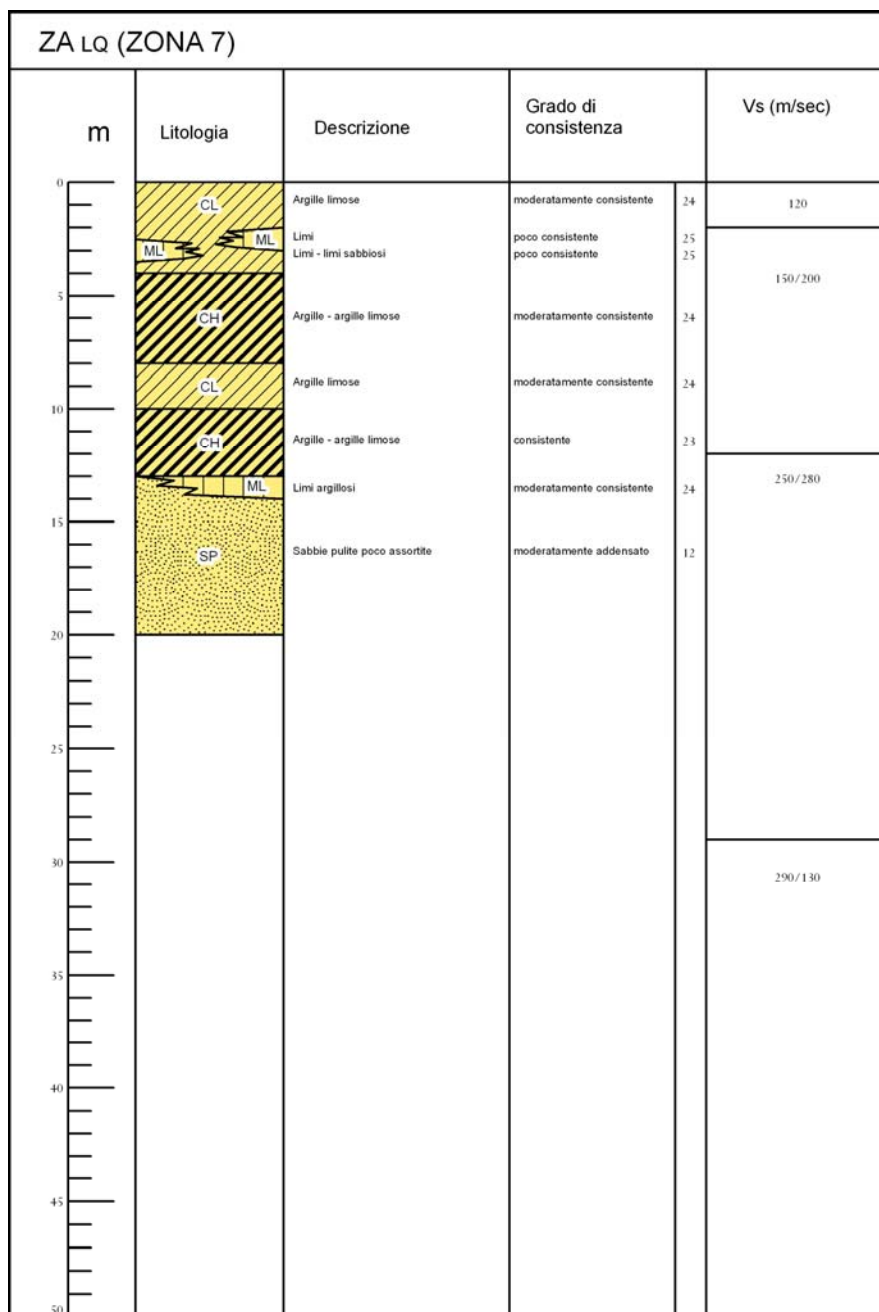


ZA_{LQ} - ZONA 6 (3050-2006) – Aree potenzialmente instabili (LQ1), depositi di piana alluvionale prevalentemente argilloso limosi e secondariamente limoso argillosi moderatamente consistenti (CL/ML-24) con intercalate lenti sabbioso limose poco addensate di spessore inferiore a 1,0 m (SM-13), Vs <160 m/sec sino a 8/10 m pc; seguono da -9 a -14 m pc limi argillosi poco consistenti (ML-25) sostituiti lateralmente da sabbie poco assortite moderatamente addensate (SP-12), Vs = 170/200 m/sec; a quote sottostanti -13/-14 m pc sino a -20 m pc sabbie ben assortite addensate (SW-11) con Vs = 200/250 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale di liquefazione;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione della suscettività alla liquefazione;

Microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello per stima della pericolosità di liquefazione.

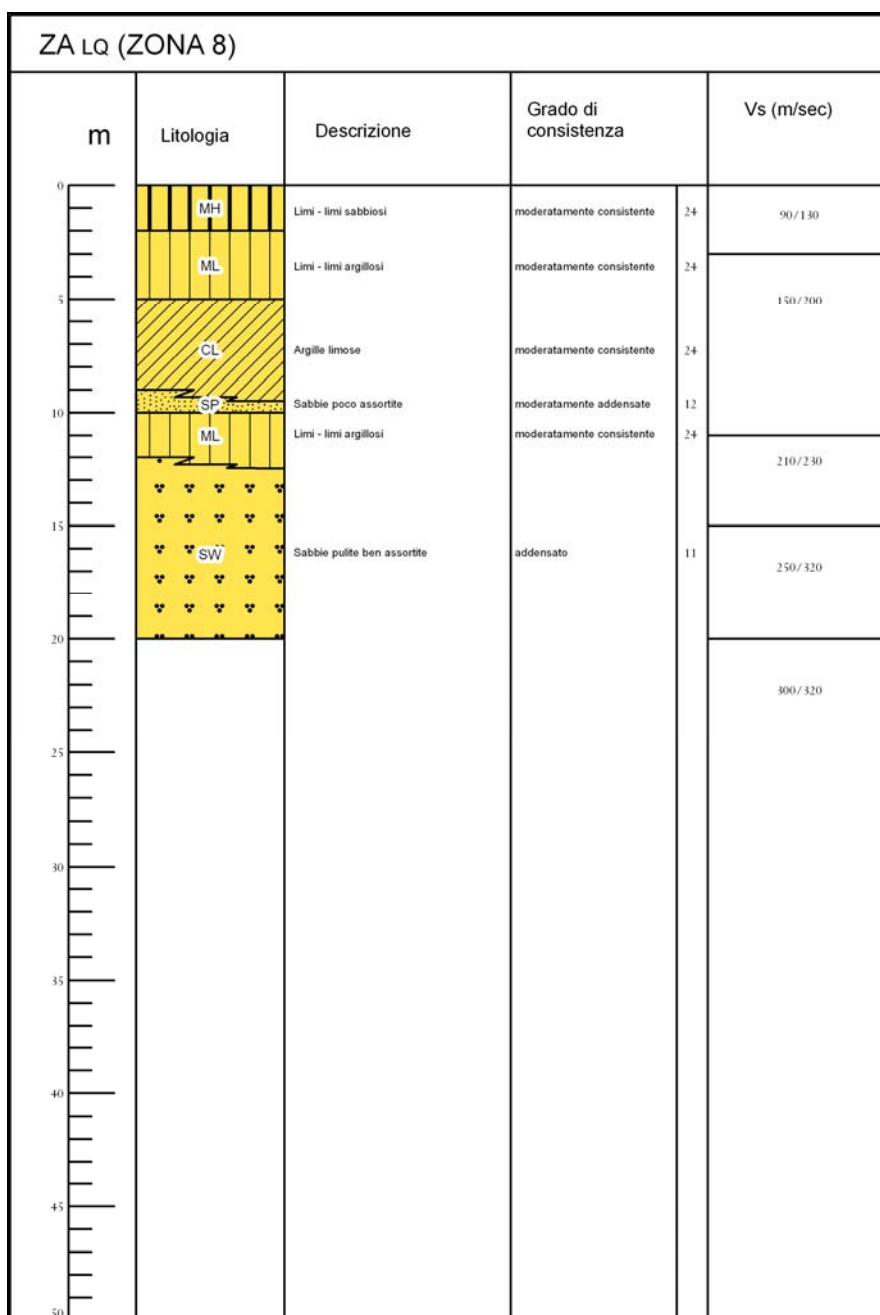


ZALQ - ZONA 7 (3050-2007) – Aree potenzialmente instabili (LQ1), depositi di piana alluvionale prevalentemente argilloso limosi – argillosi a plasticità da media ad alta moderatamente consistenti (CL/CH-24) con lenti limoso argillose poco consistenti (ML-25), Vs <200 m/sec sino a -11 m pc; seguono sino a -13 m pc argille – argille limoso di alta plasticità consistenti (CH-23); a quote sottostanti -13 m pc sino a -20 m pc sabbie medie poco assortite moderatamente addensate (SW-12) con Vs = 250/280 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale di liquefazione;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione della suscettività alla liquefazione;

Microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello per stima della pericolosità di liquefazione.

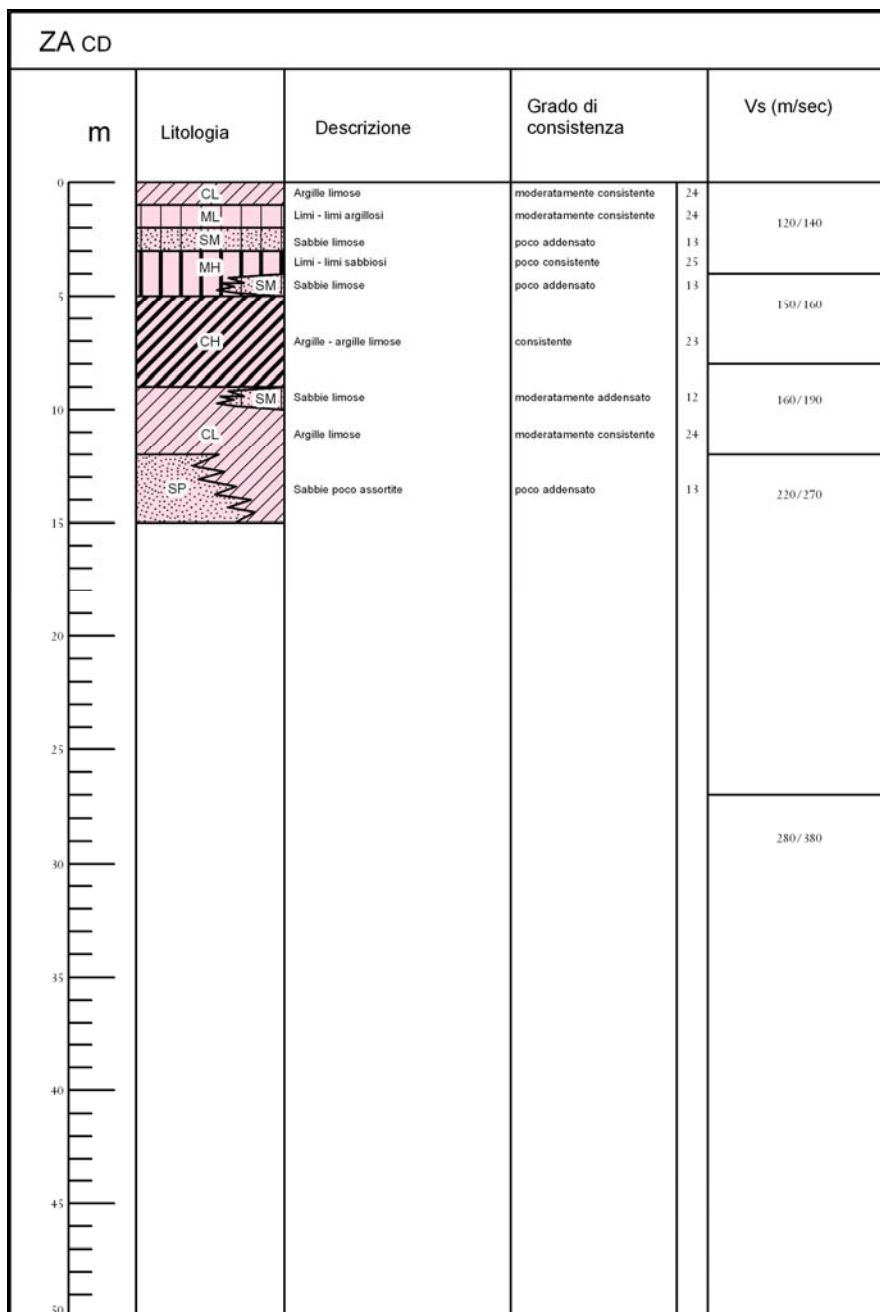


ZA_{LQ} - ZONA 8 (3050-2008) – Aree potenzialmente instabili (LQ1), depositi di piana alluvionale prevalentemente limoso argillosi – argilloso limosi e secondariamente limoso argilloso sabbiosi moderatamente consistenti (ML/CL/MH-24), Vs < 200 m/sec sino a -10 m pc; seguono da -9 a -12 m pc limi argillosi e sabbie poco assortite moderatamente consistenti – addensate (ML/SP-24/-12), Vs = 210/230 m/sec; a quote sottostanti -12 m pc sino a -20/-25m pc sabbie ben assortite addensate (SW-11), Vs = 240/320 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale di liquefazione;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione della suscettività alla liquefazione;

Microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello per stima della pericolosità di liquefazione.

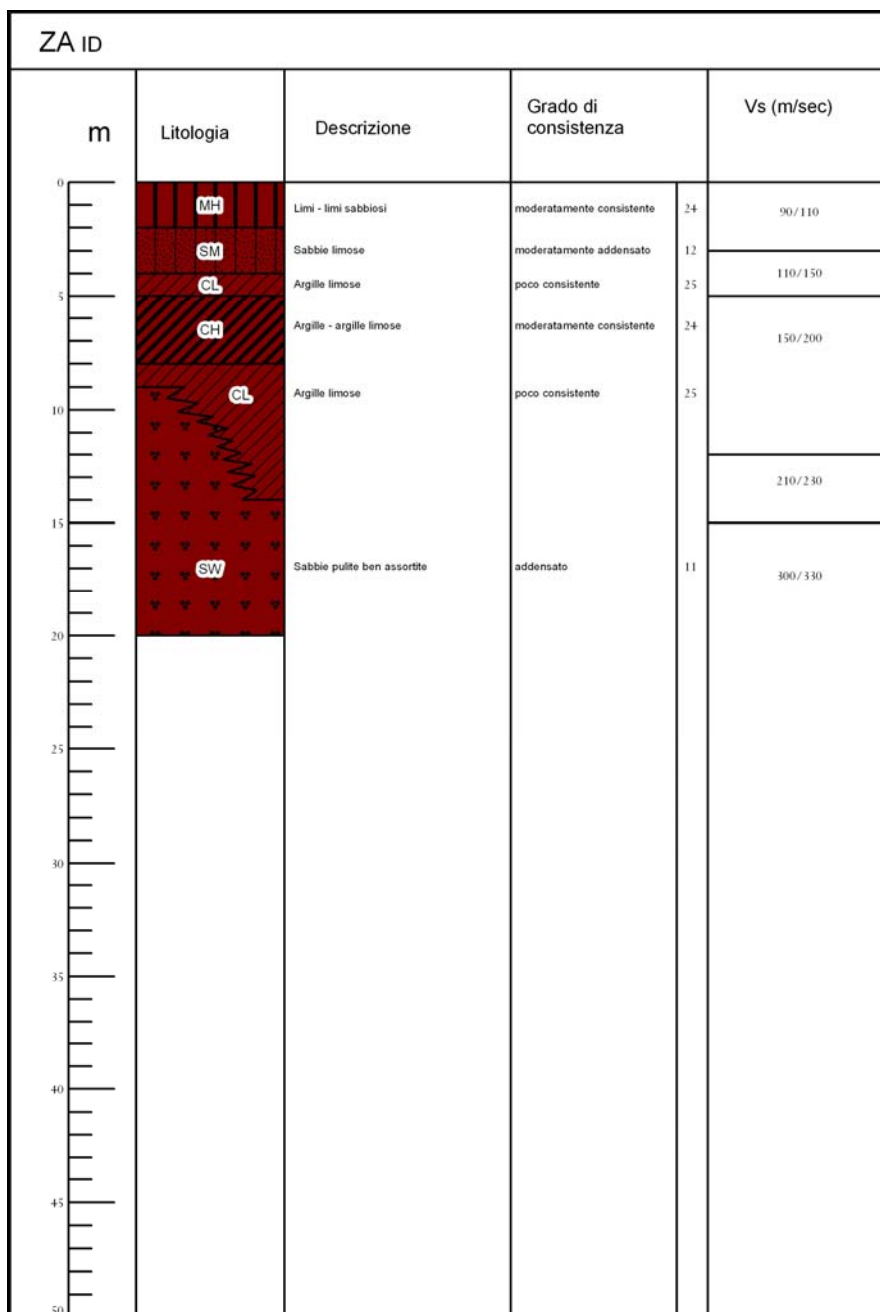


ZA_{CD} – ZONA CEDIMENTI (3080) – Aree potenzialmente instabili, depositi di piana alluvionale ad alternanze argilloso limose – limoso argillose, da poco a moderatamente consistenti (CL/ML-24/25) e limoso sabbioso argillose poco consistenti con intercalati strati/lenti sabbioso limosi poco addensati (MH/SM-25/13) con spessori inferiori a 1 m, Vs<160 m/sec nei primi 5/7 m del sottosuolo; argille-seguono argille limose a plasticità da media alta consistenti moderatamente consistenti (CH/CL-23/24) con intercalate lenti sabbioso limose moderatamente addensate (SM-12), Vs = 150/190 m/sec; a quote sottostanti -12 pc e sino a -15/-20 m pc sabbie pulite poco assortite poco addensate (SP – 13) lateralmente sostituite da argille limose a media plasticità moderatamente consistenti (CL-24), Vs=220/270 m/sec;

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, cedimenti differenziali;

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, stima dei cedimenti differenziali;

Microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello per stima dei cedimenti differenziali.



ZA_{ID} – SOVRAPPOSIZIONE INSTABILITA' DIFFERENTI (3070) – Aree potenzialmente instabili suscettibili di sovrapposizione di instabilità differenti, depositi di piana alluvionale prevalentemente limoso argilloso sabbiosi - sabbioso limosi da moderatamente addensati - consistenti (MH/SM-24/12), Vs<150 m/sec, seguiti da -5 m pc a -10 m pc da argille limose – argille a plasticità da media ad alta da poco consistenti a moderatamente consistenti (CL/CH-25/24) con Vs=150/200 m/sec; a quote sottostanti -9/-10 m pc sabbie pulite ben assortite addensate (SW-11) lateralmente sostituite sino a -15/-16 m pc da argille limose a medio bassa plasticità poco consistenti (CL-25) con Vs=200/330 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, cedimenti differenziali; potenziale liquefazione.

Studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, stima dei cedimenti, valutazione potenziale liquefazione.

Microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello per stima dei cedimenti e valutazione della pericolosità di liquefazione.

7.5 Zone a comportamento sismico equivalente

Il territorio Comunale di Fabbrico è suddiviso in percentuali pressoché equivalenti in zone stabili (44%) e zone di attenzione per potenziale instabilità (56%). Nelle prime di queste, visualizzate nella Tav. 1.8, MOPS con colore pieno e senza sovrassegno, gli effetti dello scuotimento sismico sono correlati ad amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche. Detti areali assumono le estensioni maggiori nella fascia centro settentrionale estesa sud ovest – nord est nella parte occidentale del territorio ed ovest est in quella centrale ed orientale, che si sviluppa a settentrione del capoluogo; analoghe caratteristiche contraddistinguono il settore sud orientale ed est del Cavo Naviglio ed a sud di via Bedollo.

In tali aree nei primi 15 m del sottosuolo tendenzialmente prevalgono le sequenze argilloso limose e sono subordinatamente rappresentati orizzonti limosi – limoso sabbiosi e sabbioso limosi generalmente contraddistinti da assetti lentiformi. Si differenziano da questo aspetto, nelle sequenze soggiacenti -14/-15 m pc, la fascia a nord del capoluogo, nella quale a dette profondità sono presenti unità prevalentemente sabbiose di 10/20 m di spessore a sviluppo prevalentemente tabulare.

Una consistente parte della superficie comunale (44%) evidenzia condizioni di attenzione per potenziale pericolosità di liquefazione, per presenza di corpi sabbiosi da moderatamente a poco addensati, $Dr < 30/35\%$ ($qc < 28 \text{ kgf/cm}^2$; $V_s < 200 \text{ m/sec}$) con spessori di 3/7 m presenti nei primi 5/15 m del sottosuolo, costituiti da fasce allungate in direzione sud est – nord ovest ed ovest – est che caratterizzano l'areale esteso con andamento che asseconda la SP n° 4 dal confine con Campagnola E. al capoluogo e successivamente al confine con Rolo.

Analoghe condizioni di pericolosità contraddistinguono la fascia settentrionale ed occidentale settentrionale nel sottosuolo nella quale tra -10 e -15 m pc sono presenti gli orizzonti sabbiosi dell'unità idrogeologica del Po.

Nelle aree di attenzione per potenziale pericolosità di liquefazione nelle successive fasi saranno da eseguire analisi di caratterizzazione sismica di III° livello di approfondimento.

Una significativa parte della superficie comunale (12%) evidenzia condizioni di potenziale instabilità per cedimenti differenziali correlati alla presenza nei primi 7/8 m del sottosuolo di unità litotecniche a basso grado di consistenza ($qc \leq 6/7 \text{ kgf/cm}^2$; $V_s < 150/160 \text{ m/sec}$) che frequentemente includono in subordine strati lentiformi sabbioso limosi – sabbiosi a grado di densità relativa medio basso, $Dr \leq 30\%$ ($qc \leq 25 \text{ kgf/cm}^2$; $V_s < 160 \text{ m/sec}$); analoghe caratteristiche sono state attribuite alle locali sequenze litotecniche che tra -8/-9 e -11/-12 m pc che sono costituite da argille limose con $qc \leq 8 \text{ kgf/cm}^2$, $f_{sm} \leq 0,5 \text{ kgf/cm}^2$ e $V_s \leq 190 \text{ m/sec}$, che a luoghi contengono intercalazioni di subordinati strati lentiformi sabbioso limosi a grado di densità relativa medio basso, $Dr \leq 30\%$ ($qc < 30 \text{ kgf/cm}^2$; $V_s < 160/190 \text{ m/sec}$).

Le zone suscettibili di potenziale instabilità per cedimenti differenziali caratterizzano prevalentemente le fasce centrali estese sud ovest – nord est ed ovest est circa comprese tra Canale Fusara – via Fusara e sud ovest tra via S. Giovanni – via Pellati e Canale di Fabbrico a nord – nord est del capoluogo, tra l'allineamento via degli Intarsiatori - C. Lina e lato sud della SP n° 4; tra il Cavo Naviglio e Canale Bedollo a sud ovest del capoluogo.

In dette zone nelle successive fasi saranno da eseguire analisi di caratterizzazione sismica di III° livello di approfondimento per la valutazione dei cedimenti.

8 SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il secondo livello approfondisce e definisce la suddivisione in dettaglio del territorio delle aree oggetto di microzonazione sismica individuate negli elaborati di primo livello (carta MOPS) con rideterminazione dei limiti delle condizioni di pericolosità per liquefazione densificazione, quando necessario, e la definizione in funzione di un indice quantitativo, in base alle condizioni stratigrafiche, dell'amplificazione sismica attesa ($T_r = 475$ anni; $\zeta = 5\%$) in questo studio determinata con approccio semplificato utilizzando le tabelle dell'allegato A2.1.2, Pianura 2, della DGR 2193/2015.

PIANURA 2: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.;

| $V_{s30}(m/s) \rightarrow$ | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| F.A. PGA | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.5 |
| F.A. SI1 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 1.6 |
| F.A. SI2 | 3.1 | 3.0 | 2.7 | 2.4 | 2.1 | 2.0 |
| F.A. SI3 | 3.6 | 3.3 | 2.9 | 2.5 | 2.2 | 2.0 |

Pianura 2. Tabella dei Fattori di Amplificazione **PGA, SI1, SI2 e SI3**.

Contestualmente alla classificazione del territorio con detta analisi sismica, le elaborazioni individuano le aree soggette alle integrazioni di approfondimento di terzo livello, specificando le disamine da eseguire; nelle aree a potenziale pericolosità per liquefazione le valutazioni nelle fasi di analisi sismica successive è raccomandato l'utilizzo dei parametri di accelerazione orizzontale massima in superficie a/g max determinata con approccio semplificato in base alla sopraccitata tabella della DGR 2193/2015 che compete alle microzone individuate nelle Tav. 2.2.1-2.2.2.-2.2.3-2.2.4 di seguito descritte.

8.1 Carta delle nuove indagini

Detto elaborato visualizza l'ubicazione delle nuove verticali di indagine geofisica: - MASW/Re.Mi. - HVSR, eseguite per la microzonazione delle aree urbanizzate, di previsto nuovo insediamento e zone extraurbane.

La simbologia e caratteristiche degli elementi riportati in carta (Tav. 2.1), relative ai punti di indagine, sono conformi allo standard di rappresentazione e archiviazione informatica previste nell'allegato della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (Art. 5, comma 7 dell'OPCM 13/11/2010, n° 3907 – OCDPC 171/2014 – OCDPC 04/2014) Standard versione 4.0b del 10/2015.

La carta ubicazione nuove indagini visualizza i siti delle verticali di indagine effettuate nel territorio per l'individuazione dei fattori di amplificazione e delle caratteristiche geotecniche che competono alle varie aree esaminate.

8.2 Carta delle velocità delle onde di taglio $V_{s_{30}}$ (Vs)

La carta delle velocità delle onde di taglio $V_{s_{30}}$ (Tav. 1.6), visualizza i valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti i primi 1.5 m pc, ($V_{s_{30}}$ m/sec) determinati in base alle indagini: Re.Mi/MASW effettuate e reperite d'archivio.

Le elaborazioni delle acquisizioni hanno evidenziato valori massimi $V_{s_{30}} = 250/300$ m/sec nella zona centrale orientale (Campogrande) e $V_{s_{30}} = 250/280$ m/sec nella fascia settentrionale orientale del capoluogo; minimi di $V_{s_{30}} = 210/220$ m/sec nel settore sud occidentale al confine con Campagnola E. I valori medi percentualmente più rappresentati corrispondono a: $V_{s_{30}} = 220 \div 240$ m/sec.

I valori relativi maggiori si riscontrano nel settore orientale centro meridionale sede dell'area ad uso produttivo Campogrande contraddistinta da $V_{s_{30}} = 260/320$ m/sec; analoghi valori relativi maggiori caratterizzano la fascia orientale del capoluogo estesa ovest – est compresa tra il Cavo Naviglio e via De Amicis – via R. Sanzio – via D. A. Pozzi, delimitata a sud da via Cuscina ed a nord da via Trentina, contraddistinta da $V_{s_{30}} = 250 \div 280$ m/sec.

L'area a settentrione del capoluogo e ad occidente dello stesso ad ovest della sP n° 4, è caratterizzata da valori medi compresi tra $V_{s_{30}} = 210 \div 230$ m/sec.

Le zone con i minori relativi contraddistinguono il settore sud occidentale del territorio tra via Selvatica, SP n° 4 ed il confine con Campagnola E, nelle quali $V_{s_{30}} = 200 \div 210$ m/sec.

Simili minimi relativi con $V_{s_{30}} = 210/220$ m/sec si riscontrano ad est dell'intersezione Canale Naviglio/via Righetta e nell'area a nord ovest del capoluogo tra via Ferretti – via Vallone via Don Sturzo/via Cascina.

La distribuzione areale dei valori di $V_{s_{30}}$ denota una tendenziale correlabilità dei minimi medi delle fasce occidentali e settentrionali occidentali con i settori dell'area comunale nel sottosuolo dei quali il substrato a comportamento rigido assimilabile al bedrock sismico tende territorialmente ad approfondirsi ed analogo incremento di immersione evidenzia la parte nord occidentale della fascia assiale della Dorsale Ferrarese; dette caratteristiche indicano per tali zone un grado di addensamento relativo inferiore dei terreni che formano i primi 15/30 m del sottosuolo rispetto alle aree sud orientali – nord orientali.

8.3 Carte dei fattori di amplificazione – microzonazione sismica

Ad ognuna delle microzone individuate sono assegnati i valori dei Fattori di Amplificazione (F.A.) determinati in base alla tab. Pianura 2 A 2.1.2 Allegato A2 DGR 2019/2015.

In funzione di tali elaborazioni sono stati visualizzati nelle tavole i valori dei fattori di amplificazione dell'accelerazione in superficie in condizioni *free field*, di FA. PGA e dell'intensità spettrale FA.IS. Questi ultimi, attinenti alle microzone individuate, sono riferiti agli intervalli 0.1 – 0.5 sec, sec e 0.5 – 1.0 sec, 0,5 – 1,5 sec. come previsto dai testi di indirizzo e DGR 1227/2015, attinenti le microzone individuate.

In funzione delle prevalenti tipologie degli edifici esistenti nel territorio di Fabbrico e di quelle di prevedibile nuova costruzione, i campi dei periodi sopra indicati evidenziano che le amplificazioni maggiori per quanto riguarda i fabbricati residenziali sono quelli dell'intervallo $FA.IS = 0.1 < T < 0.5$ sec, in quanto correlabili a strutture a telaio in CA o in muratura sino a 5/6 piani di altezze e/o a fabbricati ad uso produttivo con altezze sotto trave inferiori a 7 m; d'altra parte al campo dei fattori $FA.IS = 0.5 < T < 1.0$ sec, appartengono le strutture a telaio in CA con più di 6 piani, quelle ad uso produttivo con altezze sottotrave $> 8m$, manufatti alti e stretti tipo torri, magazzini verticali, ecc....

I campi dei periodi sopra indicati, determinati in base alle sopracitate tabelle assumono significato principale in funzione delle tipologie edificatorie esistenti prevalentemente presenti nel territorio comunale ed a quelle di nuova costruzione che, in funzione delle indicazioni delle vigenti norme urbanistiche, sono previste nella percentuale maggiore.

In base a quanto sopra esposto sono state individuate macrotipologie di fabbricati alle quali si può fare indicativamente riferimento per le valutazioni delle destinazioni d'uso dei siti di nuova urbanizzazione e per stimare le priorità di intervento per il patrimonio edilizio esistente.

Per la definizione del periodo fondamentale di vibrazione, delle macro-tipologie di fabbricati, si è fatto riferimento al metodo di analisi lineare statica previsto dalle NTC 2008 punto 7.3.3.

- Fabbricati appartenenti all'intervallo $0.1 < T < 0.3$ sec: sono a questi attribuibili la maggior percentuale dei fabbricati ad uso civile in muratura sino a 4 – 5 piani di altezza fuori terra e le costruzioni a telaio in C.A. sino a 3 – 4 piani di altezza fuori terra.
- Fabbricati appartenenti all'intervallo $0.3 < T < 0.5$ sec: sono a questi correlabili la prevalenza delle costruzioni ad uso produttivo manifatturiero, commerciale, industriale con altezze sotto trave inferiori a 8 m ed edifici ad uso civile a telaio in C.A. sino a 5 – 6 piani fuori terra.
- Fabbricati appartenenti all'intervallo $0.5 < T < 1.0$ e $T > 1.0$ sec: possono corrispondere a tale campo strutture a telaio in C.A. o metallo con elevazioni maggiori di 6 ÷ 7 piani fuori terra, magazzini verticali, manufatti alti e stretti quali silos, torri in genere, ecc.

8.4 Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione orizzontale di picco FA.PGA

La carta dei fattori di amplificazione PGA/PGA_0 , elaborata per delle aree urbanizzate zone ad uso produttivo, fasce infrastrutturali, territorio extraurbano (Tav. 2.2.1), evidenzia che l'area comunale è generalmente e prevalentemente caratterizzata da valori $PGA/PGA_0 = 1,7 \div 1,8$.

Fa eccezione la parte del territorio orientale centro meridionale circa compresa tra Canale Righetta – via Righetta, delimitata a nord dell'allineamento via degli Intarsiatori Rolesi – C. Lina nella quale $PGA/PGA_0 = 1,5 \div 1,6$.

La distribuzione territoriale dei valori di FA.PGA indica una tendenziale correlabilità con l'assetto del substrato prepliocenico, come evidenziano i valori relativi inferiori di FA.PGA $1,5 \div 1,6$ che caratterizzano il settore orientale centro meridionale, nel quale il substrato tende ad innalzarsi a -1,5 km pc; considerazione simile, correlata all'approfondimento di detto substrato ed alla presenza di principali linee di sovrascorrimento, è attribuibile ai valori di FA/PGA maggiori nei settori occidentali e settentrionali nel sottosuolo di Fabbrico/Rolo; sono inoltre presenti nei settori sud orientali e nord occidentali sovrascorrimenti orientati sud ovest – nord est che abbassano rapidamente il tetto del substrato prepliocenico a -6 km a settentrione ed a -2 ÷ -4,5 km a sud est.

8.5 Carte dei fattori di amplificazione di intensità di Housner

In conformità a quanto previsto nella DGR 1227/2015 e degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica Dipartimento Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e P.A. (Gruppo di lavoro MS2008) sono state elaborate le carte dei fattori di amplificazione di intensità di Housner negli intervalli FA.IS. $0.1 < T < 0.5$ sec, FA.IS. $0.5 < T < 1.0$ sec e FA.IS. $0.5 < T < 1.5$ sec.

8.6 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo $0.1 < T < 0.5$ sec.

La distribuzione generale dei valori nell'intervallo FA.IS $0.1 < T < 0.5$ sec (Tav. 2.2.2) evidenzia che la parte nettamente maggiore del territorio è caratterizzata da fattori FA.IS = $1,9 \div 2,0$ ed in porzione inferiore da FA.IS = $1,7 \div 1,8$ nel settore orientale centro meridionale tra Canale Righetta – via Righetta e allineamento C. Lina – via degli Intarsiatori Rolesi.

L'analisi di insieme dei valori di FA.IS nell'intervallo $0,1 < T < 0,5$ sec, evidenzia fattori di amplificazione relativi inferiori nei settori orientali centro meridionali e fattori maggiori nelle zone occidentali, centrali e settentrionali nelle fasce nord est.

Detta distribuzione territoriale concorda con l'assetto del substrato prepliocenico che si approfondisce in direzione occidentale – nord occidentale; tale andamento dei valori di FA.Is corrisponde a quello della FA.PGA.

8.7 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo $0.5 < T < 1.0$ sec.

La distribuzione generale dei valori di FA. IS. in tale intervallo (Tav. 2.2.3) evidenzia che la prevalente parte del territorio è caratterizzata da $FA.IS = 2,5 \div 3,0$ con l'eccezione del settore orientale centro meridionale nel quale $FA.IS = 2,3 \div 2,4$.

Detta distribuzione dei valori di FA.IS. nell'intervallo $0.5 < T < 1.0$ sec. evidenzia elevata analogia con quelle della FA.PGA e di $FA.IS = 0,1 < T < 0,5$ sec. nelle quali i valori relativi più elevati sono tendenzialmente correlabile con la maggiore profondità del bedrock sismico nelle zone occidentali e nord occidentali.

8.8 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo $0.5 < T < 1.5$ sec.

La distribuzione generale dei valori di FA. IS. in tale intervallo (Tav. 2.2.4), denota caratteristiche simili a quelle della PGA, $FA.IS = 0,1 < T < 0,5$ sec $FA.IS = 0,5 < T < 1,0$ sec, evidenziando i valori relativi maggiori nelle zone occidentali e settentrionali nelle quali $FA.IS = 3,0 \div 3,5$; i valori relativi minori si riscontrano nel settore centro meridionale orientale circa tra via Righetta, confine con Rio Saliceto, delimitato ad ovest dall'allineamento C. Ranara – C. Bernolda – incrocio via Righetta/ Via Fanga, nel quale $FA.IS = 2,5 \div 3,0$, con minimi di $FA.IS = 2,3 \div 2,4$ nel settore meridionale dell'area Industriale Campogrande.

La distribuzione areale dei valori di FA.IS indica una tendenziale correlabilità dei fattori di amplificazione più elevati delle zone occidentali e settentrionali con le aree nelle quali il substrato prepliocenico si approfondisce.

9 CONFRONTO ELABORATI DI MICROZONAZIONE CON GLI EVENTI PASSATI

Le documentazioni relative agli effetti conseguiti agli eventi sismici verificatesi in passato sono essenzialmente riconducibili ai terremoti del 2012.

Le informazioni degli effetti sono riferite sia all'area del capoluogo, nella quale sono prevalentemente localizzati gli edifici ad uso residenziale, che ai fabbricati delle zone ad uso produttivo che quelli siti nel territorio extraurbano che nell'insieme rivestono in modo diffuso la superficie comunale.

L'individuazione dei fabbricati che hanno subito i danni maggiori è stata effettuata dall'Area Tecnica e Attività Produttive *Comune di Fabbrico, Geom. Alberto Becchi*.

Le informazioni relative ai danni subiti dagli edifici non specificano le condizioni statiche strutturali dei fabbricati pre evento sismico e pertanto sono stati assimilati a manufatti in situazione ante sisma praticamente equivalenti, anche se tale assunto induce aspetti limitativi delle valutazioni sviluppate.

In occasione degli eventi sismici del maggio-giugno 2012, il territorio di Fabbrico ha risentito dei massimi effetti durante le scosse del 29/05 e 03/06 con danni che hanno reso inagibili 53 edifici, 16 dei quali nel capoluogo, 4 nella parte occidentale del territorio nel settore ad ovest del tratto di Sp N°4 a sud del capoluogo e a nord dello stesso ad occidente di via Ponticelli; 33 nel settore ad oriente di via Ponticelli tratto di SP4 a sud del capoluogo. Gli edifici parzialmente inagibili o agibili con provvedimenti, in totale 43, sono prevalentemente ubicati nel capoluogo n°25, nel territorio extraurbano ad ovest dell'allineamento tratto di SP n°4 a sud del capoluogo – via Ponticelli n°5, ad oriente di detto allineamento n°13.

I fabbricati che hanno subito i danni maggiori appartengono prevalentemente a zone suscettibili di instabilità correlate a potenziale liquefazione ed a potenziali cedimenti (MOPS) ed in significativa percentuale appartengono alla fascia di paleoalveo estesa ovest – est dal capoluogo al confine con Rolo che si sviluppa concordemente alla SP n°4. Un'analoga zona con diffusa presenza di edifici inagibili caratterizza i settori nord orientali e sud orientali del territorio, nel primo dei quali si riscontrano sequenze litologiche prevalentemente sabbiose a profondità sottostanti -10/-12 ÷ -15 m pc; l'area sud orientale è contraddistinta da frequenza principale superiori rispetto alle zone nord orientali.

Per quanto riguarda gli effetti dello scuotimento sismico si osserva una tendenziale corrispondenza delle zone con presenza di edifici inagibili con il campo dei periodi $0.1 < T < 0.5$ sec per FA.IS = 1,7 ÷ 1,8; effetti di risentimenti praticamente equivalenti si riscontrano, nell'intervallo $0.1 < T < 0,5$ sec, per FA.IS = 1,9 ÷ 2,0 e nell'intervallo $0,5 < T < 1,5$ sec per FA.IS = 2,5 ÷ 3.

Per quanto riguarda l'assetto del substrato prepliocenico si osserva che la maggior parte degli edifici inagibili appartiene al settore di territorio nel sottosuolo del quale la base del *Pliocene* è relativamente meno profonda rispetto al piano campagna: -1,5 km ÷ <-2,0 km ed è interessata da 4 linee di sovrascorrimento orientale sud ovest – nord est della fascia dei Fronti

di Accavallamento della successione carbonatica, meso cenozoica e linea di sovrascorrimento dell'ala settentrionale occidentale della Dorsale Ferrarese.

Nell'area al quale appartiene il territorio di Fabbrico gli eventi sismici che hanno determinati i risentimenti più rilevanti, storicamente documentati, sono rappresentati dai terremoti del 1806, 1996 e 2012 ed in modo praticamente equivalente del 1832, 1838, 1971, 1987; al primo con epicentro tra S. Bernardino e S. Vittoria è attribuita $M_w = 5,21$ ed ha introdotto effetti con $I_0 = 6/7$ in territorio di Fabbrico; all'evento del 1996 con epicentro in prossimità San Tommaso della Fossa di Bagnolo in Piano è attribuita $M_w = 5,38$ ed ha indotto effetti con $I_0 = 6$ nel territorio di Fabbrico; i terremoti del 2012 con epicentri in prossimità di Medolla, Sant'Antonio in Mercadello e Ponte Pietra, hanno indotto equivalenti risentimenti con $I_0 = 5$.

Gli eventi sismici del 1832 e 1928 con epicentri rispettivamente tra Calerno e Campegine ed in Limidi di Carpi, rispettivamente con $M_w = 5,51$ e $4,7$, hanno causato effetti con intensità $I_0 = 6$ in comune di Fabbrico; analoghi risentimenti con $I_0 = 6$ in territorio di Fabbrico hanno indotto i terremoti del 1971 e 1987 con epicentri rispettivamente a Casaltone nord di Parma, Arceto, ai quali rispettivamente attribuite $M_w = 5,51$ ed $M_w = 4,71$.



STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO

Dr. Geol. GIAN PIETRO MAZZETTI

10 BIBLIOGRAFIA

- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2014) alla scala 1:50.000, foglio 200 REGGIO NELL'EMILIA. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di M.PIZZOLO, S.SEGADELLI, S.C.VAIANI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 202 SAN GIOVANNI IN PERSICETO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di F.C. MOLINARI, M.PIZZOLO
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 201 MODENA. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. GASPERI, M. PIZZOLO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 220 CASALECCHIO DI RENO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di L.MARTELLI, A.BERNINI, M.T.De NARDO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2005) alla scala 1:50.000, foglio 199 PARMA SUD. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G DI DIO, S. LASAGNI, A. MARTINI, G.ZANZUCCHI.
- DGR n°2193/2015 Art. 16 della L.R. n.20 del 24/3/2000. Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'Assemblea legislativa 2 maggio 2007, n.112.
- DGR 1919/201 "Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione dei contributi di cui all'ordinanza del capo dipartimento della protezione civile n. 52/2013 a favore degli enti locali".
- CENTROGEO, G.P.MAZZETTI; 2016: Microzonazione sismica di III° livello del territorio Comunale di Correggio, dati non pubblicati.
- CENTROGEO, G.P.MAZZETTI; 2015: Microzonazione sismica di III° livello del territorio Comunale di Rio Saliceto, dati non pubblicati.
- CENTROGEO, G.P.MAZZETTI; 2014: Microzonazione sismica di I° livello del territorio Comunale di Fabbrico, dati non pubblicati.
- L.MARTELLI, M.ROMANI; 2013: Microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza delle aree epicentrali dei terremoti della pianura emiliana di maggio giugno 2012. Relazione Illustrativa, (ordinanza del commissario delegato – presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012),
- A.FRAULINI, A.MANICARDI, B.MENGOLI C.UGOLETTI, G.P.MAZZETTI; 2013: Riduzione del rischio: esiti della microzonazione sismica nelle carte e norme degli strumenti urbanistici. Atti 32° GNSTS, Trieste.
- G.P.MAZZETTI, S. GILLI; 2013: Geological characters and structural seismic response of litho units between ridge Apennine foot hills: area of the Municipalities of Montese, Zocca, Guiglia, Marano s/P, Atti IX Forum Italiano di Scienze della Terra, Geitalia, Pisa,
- AA.VV. (2013) Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana, Regione Emilia Romagna – Toscana, Università di Siena 1240.
- DGR1919/2013. "Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione dei contributi di cui all'OCDP 52/2013.
<http://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>
- LOCATI M., CAMASSI R. e STUCCHI M. (a cura di) (2011). BDMI11, la versione 2011 del Database Microsismico Italiano. Milano, Bologna, <http://Edius.mi.ingv.it/DBMI11>
- CENTROGEO (2005) Indagine Geologica Ambientale – Relazione tecnica PSC Comune di Fabbrico. Non pubblicato
- GRUPPO DI LAVORO MS (2008). "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica". Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833
- MELETTI C. e VALENSISE G., (2004). Zonazione sismogenetica ZS9-App. 2 al rapporto Conclusivo. In: "Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003". Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- BOCCALETTI M. – MARTELLI L. – AA.VV. (2004) – Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna. S.E.L.C.A. Firenze
- OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. n. 72.
- L.MARTELLI, A.MANICARDI, G.P. MAZZETTI, C. UGOLETTI. (2009). PTCP MODENA carte della sicurezza del territorio, riduzione del rischio sismico, carte delle aree suscettibili di effetti locali.
- A. CAMPISI, M. GUERRA, F. MANENTI, L. MARTELLI, G. P. MAZZETTI (2007) PTCP DI REGGIO EMILIA: rappresentazione della pericolosità sismica locale provinciale e indirizzi per la pianificazione comunale, 26° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Novembre.
- MOLINARI F.C. – BOLDRINI G. et ALII (2007) – Risorse Idriche Sotterranee della provincia di Ferrara; DB MAP, Firenze.
- G.P. MAZZETTI (2006), Evoluzione geologica del territorio reggiano. pp. 8-20 in "Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia"; Telesio Editrice, Carnate, Milano.
- M. PAGANI, A. MARCELLINI, R. DAMINNELLI, L. MARTELLI, G.P. MAZZETTI (2003). Valutazione della pericolosità sismica di Castelnovo né Monti, Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della terra Solida, C.N.R., Roma.
- SERVIZIO TECNICO DEI BACINI ENZA E SECCHIA (2005) – Stratigrafie catasto pozzi, dati non pubblicati.
- G.P. MAZZETTI– NASSER A.Z. – GILLI S. (2003) – Enza the alluvial cone model trough geoelectric prospection, Atti 4th European Congress in Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni – BO.
- DI DIO G. et ALII (1998) - Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna S.E.L.C.A. Firenze
- SCANDONE P. et ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.
- MAZZETTI G.P. – POZZI P. (1993) – Studio di compatibilità ambientale fisica per la locazione di un impianto di scarico controllato in zone pianiziali – Discarica Intercomunale di Novellara (RE) – Atti 8° convegno Nazionale C.N.G.
- BOSELLINI A- MUTTI E - RICCI LUCCHI F. (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET
- MAZZETTI G.P. (1983) – studio geologico ambientale del comprensorio di media pianura Carpi – Correggio, Regione Emilia Romagna.
- AGIP (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain. Italy - C.N.R.
- BOSELLINI A. (1981) - The emile fault. A jurassic fracture zone that evolved into a Cretaceous Paleogene sinistral wrench fault. Boll. Soc. Geol. It.

- FERRARI G - POSTPISCHL D. (1981) - Le scale macrosismiche C.N.R. P.F. Geodinamica. Pubbl. N° 387. Ist. Topografia, geodesia e geofisica Mineraria, Univ. BO
- C.N.R. (1980) - Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale - Pubblic. N° 361 ESA Editrice - Roma.
- C.N.R. (1979) - Carte preliminari di scuotibilità del territorio nazionale. Pubbl. N° 227 ESA Editrice - Roma
- IST. GEOL. UNIV. MO (1978) - Metodologie e primi risultati di neotettonica nel modenese e territori limitrofi. Mem. Soc. Geol. It.
- CASTANY G. (1976) – Traitè pratique des eaux souterraines. Dunod, Paris.
- VANDENBERG J. & WONDERS A.A.H. (1976) - Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-Basin. *Tecnophysics*.
- VEGGIANI A. (1974) – Le variazioni idrografiche del basso corso del fiume Po negli ultimi 3.000 anni. *Padusa Riv. C. Palesano St. Stor. Arch. E Etr. Rovigo*.
- ENI (1972) - Acque dolci sotterranee - ENI
- ENI (1965) – Enciclopedia del petrolio e del gaso naturale, volume VI, Carlo Colombo Editore.
- AGIP (1969) - Italia II - Geologia e ricerca petrolifera; Pianura Padana Veneta -Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, ENI
- LOSACCO U. (1949) - La glaciazione quaternaria dell'Appennino Settentrionale. *Riv geografica It*, 56 (2)