



## PIANO URBANISTICO GENERALE

# QC.R7 GEOLOGIA SISMICA E IDRAULICA

## RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO SISMICA ED AMBIENTALE

### UFFICIO DI PIANO

RESPONSABILE DELL'UFFICIO DI PIANO  
**ING. FAUSTO ARMANI**

CONTRIBUTI  
**ARCH. FEDERICA VEZZANI**  
**GEOM. VALENTINA POLETTI**

**UFFICIO QUALITA' URBANA**  
**UFFICIO EDILIZIA PRIVATA**  
**UFFICIO AMMINISTRATIVO LEGALE**  
**UFFICIO LAVORI PUBBLICI**

GARANTE DELLA COMUNICAZIONE  
E DELLA PARTECIPAZIONE  
**DOTT. STEFANO GANDELLINI**

### CONTRIBUTI SPECIALISTICI

**ARCH. MARIALUISA GOZZI**  
DISCIPLINA E COORDINAMENTO

**ARCH. FABIO CECI**  
**ARCH. MARTINA ZUCCONI**  
**ARCH. ANNA MARGINI**  
SUPPORTO ALLA STRATEGIA E VALUTAZIONE  
DI SOSTENIBILITA' AMBIENTALE E TERRITORIALE

**DOTT. PROF. FRANCO MOSCONI** SISTEMA ECONOMICO

**DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DIDA)**  
**DELL'UNIVERSITA' DI FIRENZE** SISTEMA STORICO

**POLINOMIA srl** SISTEMA VIABILISTICO

**DOTT. GEOL. GIAN PIETRO MAZZETTI (CENTROGEO SURVEY)**  
SISTEMA GEOLOGICO-SISMICO E IDRAULICO

**DOTT.SSA BARBARA SASSI (ARCHEOSISTEMI S.C.)**  
SISTEMA ARCHEOLOGICO

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGROALIMENTARI (DISTAL)**  
**DELL'UNIVERSITA' DI BOLOGNA** SISTEMA ECOLOGICO

Provincia di Reggio Emilia

Città di Correggio

MICROZONAZIONE SISMICA MODELLAZIONE E  
CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO TECNICA E SISMICA  
RELAZIONE TECNICA

**SOMMARIO**

1	INTRODUZIONE.....	1
1.1	INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO.....	2
2	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	5
2.1	Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento.....	16
3	ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE.....	18
3.1	Caratteri sismotettonici.....	25
3.2	Assetto strutturale depositi del quaternario continentale.....	27
3.2.1	Subsistema AES8a/AES8.....	28
3.2.2	Subsistema AES7.....	28
3.2.3	Sistema AES.....	28
3.2.4	Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore AEI.....	30
3.2.5	Supersistema del Quaternario Marino Superiore.....	30
3.3	Attività tettonica.....	31
3.4	Subsidenza.....	33
3.5	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	34
3.5.1	Caratteri Geomorfologici.....	35
3.6	IDROGEOLOGIA.....	44
3.6.1	Idrografia di superficie.....	44
3.6.2	Ambiente Idrico Sotterraneo.....	48
3.6.3	Definizione del sistema idrogeologico.....	49
3.6.4	Definizione spaziale del Modello Idrogeologico Locale.....	49
3.7	Identificazione dinamica del sistema idrogeologico locale.....	53
	Piezometria dell'acquifero freatico.....	55
3.7.1	Isopieze dell'acquifero.....	55
3.7.2	Soggiacenza Acquifero freatico.....	57
3.7.3	Identificazione temporale del sistema Idrogeologico.....	58
3.7.4	Condizioni al Contorno della Struttura Idrogeologica.....	59
4	CARATTERI GEOLOGICO TECNICI.....	60
4.1	Carta geologico tecnica.....	60
4.2	Caratteristiche litotecniche.....	62
	Interpretazioni.....	63
4.3	SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	64
5	INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	68
5.1	Microtremori con la tecnica HVSR.....	68
5.2	Prospezione sismica a rifrazione attiva/passiva MASW/Re.Mi e passiva Re.Mi.....	69
6	PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	70
6.1	Carta delle indagini.....	70
6.2	Carta delle frequenze naturali del terreno.....	71
6.3	Tetto del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico like.....	73
6.4	Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica o delle Aree Suscettibili di Effetti Locali.....	74
6.4.1	Definizione successioni a comportamento sismico equivalente.....	74
7	SECONDO E TERZO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	85
7.1	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs).....	85
7.2	Carte dei fattori di amplificazione – microzonazione sismica.....	86
7.3	Definizione degli input sismici.....	86
7.4	Calcolo degli effetti di sito.....	88
7.5	Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica DGR 476-21.....	90
7.6	Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale Fa.PGA.....	93
7.7	Carte dei fattori di amplificazione.....	94
7.8	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner in termini pseudo velocità nell'intervallo FH 0.1<T<0.5 sec.....	94
7.9	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner in termini di pseudo velocità nell'intervallo FH 0.5<T<1,0 sec.....	95
7.10	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner in termini di pseudo velocità nell'intervallo FH 0.5<T<1.5 sec.....	95
7.11	Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudo accelerazione nell'intervallo FA 0.1<T<0.5 sec.....	96
7.12	Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudo accelerazione nell'intervallo FA 0.4<T<0,8 sec.....	97
7.13	Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudo accelerazione nell'intervallo FA 0,7<T<1,1 sec.....	97
7.14	Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudo accelerazione nell'intervallo FA 0,5<T<1,5 sec.....	98
7.15	LIVELLO DI PERICOLOSITA' SISMICA H <sub>SM</sub> .....	99
7.16	Carta del livello di pericolosità nell'intervallo H <sub>SM</sub> : 0,1<T<0,5 sec.....	99
7.17	Carta del livello di pericolosità nell'intervallo H <sub>SM</sub> : 0,4<T<0,8 sec.....	100
7.18	Carta del livello di pericolosità nell'intervallo H <sub>SM</sub> : 0,7<T<1,1 sec.....	100
7.19	Carta del livello di pericolosità nell'intervallo H <sub>SM</sub> : 0,5<T<1,5 sec.....	101
8	RISENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO TIPOLOGIE DI FABBRICATI.....	101
9	CONFRONTO ELABORATI DI MICROZONAZIONE CON GLI EVENTI PASSATI.....	102
10	CARTA DELLE CRITICITA' GEOLOGICO IDRAULICHE - SISMICHE.....	107

## ELABORATI

QC.A4.01	Ubicazione indagini	1:15.000
QC.A4.02.1	Sezioni Geologiche	Dist. 1:100.000 Prof. 1:2.000
QC.A4.02	Carta Geologico Tecnica	1:15.000
QC.A4.03	Carta Geomorfologica	1:15.000
QC.A4.04	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)	1:15.000
QC.A4.05	Reticolo Idrografico	1:15.000
QC.A4.06	Carta isopieze primo acquifero	1:15.000
QC.A4.07	Carta Soggiacenza primo acquifero	1:15.000
QC.A4.08	Carta delle frequenze naturali dei terreni	1:15.000
QC.A4.09	Velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m pc (Vs30)	1:15.000
QC.A4.10	Carta del bedrock	1:15.000
QC.A4.11	Carta di microzonazione sismica FA PGA	1:15.000
QC.A4.12	Carta di microzonazione sismica FH 0,1 – 0,5 sec	1:15.000
QC.A4.13	Carta di microzonazione sismica FH 0,5 – 1,0 sec	1:15.000
QC.A4.14	Carta di microzonazione sismica FH 0,5 – 1,5 sec	1:15.000
QC.A4.15	Carta di microzonazione sismica FA 0,1 – 0,5 sec	1:15.000
QC.A4.16	Carta di microzonazione sismica FA 0,4 – 0,8 sec	1:15.000
QC.A4.17	Carta di microzonazione sismica FA 0,7 – 1,1 sec	1:15.000
QC.A4.18	Carta di microzonazione sismica FA 0,5 – 1,5 sec	1:15.000
QC.A4.19	Carta di microzonazione sismica HSM 0,1 – 0,5 sec	1:15.000
QC.A4.20	Carta di microzonazione sismica HSM 0,4 – 0,8 sec	1:15.000
QC.A4.21	Carta di microzonazione sismica HSM 0,7 – 1,1 sec	1:15.000
QC.A4.22	Carta di microzonazione sismica HSM 0,5 – 1,5 sec	1:15.000
QC.A4.23	Carta delle criticità	1:15.000
QC.A4.24	Carta degli elementi per l'analisi di CLE	1:15.000
QC.A4.25	Carta sovrapposizione CLE – HSM 0,1-0,5 sec	1:15.000
QC.A4.26	Carta sovrapposizione CLE – HSM 0,4-0,8 sec	1:15.000
QC.A4.27	Carta sovrapposizione CLE – HSM 0,7-1,1 sec	1:15.000
QC.A4.28	Carta sovrapposizione CLE – HSM 0,5-1,5 sec	1:15.000

---

## ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche

# 1 INTRODUZIONE

L'individuazione delle condizioni fisico geografiche e del grado di sicurezza riferite al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali, del territorio comunale di Correggio, R.E. è stata sviluppata mediante analisi di caratterizzazione e modellazione geologico – tecnica, geomorfologica, reticolo idrografico di superficie, della pericolosità sismica di base, azione sismica.

Tale disamina è stata indirizzata alle valutazioni delle scelte d'uso urbanistico del territorio urbanizzato, di previsto sviluppo e delle fasce interessate dalle principali infrastrutture, alla mitigazione del rischio sismico, alle condizioni del deflusso idrico superficiale e del reticolo idrografico sia dell'urbanizzato che del forese.

Le analisi sono state eseguite in ottemperanza ai dettati delle leggi nazionali, in riferimento a:

-D.M. 11/03/88, circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88; L.R. N° 24/2017

-N.A. Piano stralcio Assetto Idrogeologico allegato 7, DGR 1300/2016 Prime Disposizioni Regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'Art. 58 elaborato n° 7 (Norme di Attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI Delta adottato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino del fiume PO con Deliberazione n°5/2015,

-NA PTCP Reggio Emilia, D.M. 17/01/2018 e relative NTC

-D.G.R. n° 1238 de 28/09/2020 O.C.D.P.C. 18 maggio 2020 n° 675 – Attuazione dell'Art. 1 e 2. Approvazione dei criteri per l'attribuzione, la concessione e la liquidazione di contributi per la realizzazione e presentazione degli elaborati relativi a studi di Microzonazione Sismica e analisi della Condizione Limite per l'Emergenza.

-D.G.R. n° 476 del 12/04/2021 Aggiornamento dell'“Atto di coordinamento tecnico sugli studi di Microzonazione Sismica per la Pianificazione Territoriale e Urbanistica (Artt. 22 e 49 L.R. 24/2017)” di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale 29 aprile 2019, n° 630.

D.G.R. n° 564 del 26/04/2021 Integrazione della propria deliberazione n. 476 del 12 aprile 2021 mediante approvazione dell'allegato A,...(*omissis*).

-Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica del Dipartimento Protezione Civile 2008, Parte III.

L'analisi delle caratteristiche geologico tecniche e sismiche del territorio comunale e della Condizione Limite per l'Emergenza è stata sviluppata in coordinamento con **Area Tecnica Dirigente Ing. Fausto Armani della Città di Correggio**, Reggio Emilia.

La Microzonazione Sismica è stata effettuata in coordinamento con il *Servizio Geologico Sismico e dei Suoli*, Dr. Luca Martelli e l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza è stata elaborata in coordinamento con Ing. Maria Romani, **Regione Emilia Romagna**.

Le valutazioni di fattibilità per le scelte d'uso urbanistiche, sono state svolte in riferimento alle condizioni geologico strutturali e di risentimento sismico, delle tipologie dei processi morfogenetici, delle caratteristiche del reticolo idrografico, dell'estensione degli ambiti territoriali sede dell'urbanizzato e di possibile previsto sviluppo.

L'analisi della pericolosità sismica dell'area comunale di Correggio è stata sviluppata mediante la realizzazione delle carte di approfondimento sismico di primo livello per l'individuazione degli ambiti suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e delle carte di approfondimento sismico di secondo e di terzo livello, per la definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo, in riferimento alle indicazioni contenute nelle sopracitate DGR 1302/2012, DGR 1238/2020–DGR 476/2021–DGR 564/2021–DGR 630/2019, I.C.M.S. 2008.

Detti elaborati, propedeutici all'elaborazione del PUG, rappresentano uno strumento utile per indirizzare le scelte urbanistiche in zone a riconosciuta minore pericolosità relativa geologico tecnica, sismica e idraulica del territorio esaminato.

Le elaborazioni cartografiche eseguite sono pertanto attinenti agli ambiti di interesse per la pianificazione a scala comunale.

Tali disamine sono state sviluppate mediante rilevamenti ed indagini direttamente effettuati che hanno integrato ed approfondito quelli precedentemente eseguiti nel contesto dello studio di Microzonazione Sismica di III° livello 2016 e del Documento Preliminare del Quadro Conoscitivo del PSC di Correggio 2009, da numerose indagini geognostiche in precedenza eseguite da AA.VV. nel periodo 2015/2021 che hanno consentito valutazioni di maggior dettaglio per la discretizzazione delle aree a caratteristiche/condizioni geologico tecniche/sismiche equivalenti, delle analisi del P.T.C.P. di Reggio Emilia visualizzate negli elaborati cartografici di riduzione del rischio sismico: Carta Degli Effetti Attesi (Tav. P9a: 183 SO – 201 NO).

Le analisi di caratterizzazione geologico tecnica, idraulica e sismica, C.L.E. sono state eseguite su commissione **dell'Amministrazione Comunale di Correggio, RE**, Determina Dirigenziale del n° 453/2020 del 31/12/2020, *Area Tecnica Dirigente Ing. Fausto Armani*.

Le rilevazioni in sito ed elaborazioni sono state effettuate da Dr. A. Arbizzi, M. Mazzetti, C. Mazzetti, Dr. M. Boccaletti, Dr. S. Gilli, Dr. G.P. Mazzetti, dello studio Geologico *Centrogeo*, Correggio.

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

## **1.1 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO**

Il Comune di **Correggio** ricade nelle tavolette I.G.M.:

CORREGGIO II NO per i settori centrale e settentrionale;

CARPI II NE per il settore orientale;

S. MARTINO IN RIO per il settore meridionale.

appartenenti al Foglio REGGIO NELL'EMILIA N° 74 I.G.M., zona 32 T, quadrato PQ.

Il territorio comunale a geometria sub trapezoidale si estende in senso sud – nord, su una superficie di 77,79 Km<sup>2</sup> ed è circa delimitato dai vertici delle coordinate *UTM–WGS84 fuso 32*,

- nord ovest: 638900 – 4964000
- nord est: 645800 – 4962000

- centro est: 644600 – 4958000
- centro ovest: 634700 – 4959000
- sud est: 636600 – 4951000
- sud ovest : 638000 – 4950000

La conformazione della superficie dei terreni, visualizzata dalle curve di livello in m s.l.m. è stata elaborata in base al DTM RER 5x5 adottando un'equidistanza 0,25 m.

Il territorio in esame è contraddistinto da quote comprese tra 36 ÷ 42 m slm nel settore meridionale: zone a sud di via Lemizzone, da quote comprese tra 30 ÷ 34 m slm nella parte centrale: tra la sopraddestrata strada e Fosdondo – Correggio Capoluogo – Zona Industriale di Correggio; a nord di quest'ultimo allineamento i terreni presentano quote comprese tra 24/25 e 30 m slm.

Il territorio declina generalmente in senso sud sudovest – nord nordest, caratterizzandosi con fasce a dosso ed ambiti a morfologia leggermente depressa rispetto ai settori circostanti, che descrivono un paesaggio ad assetto blandamente ondulato in senso ovest – est.

Le pendenze sono mediamente variabili tra 1,5÷2‰ nelle zone a meridione di Via Lemizzone, con locali incrementi equivalenti a 3÷4,5‰ in corrispondenza di dossi topografici allungati sud ovest – nord est. Nella parte centrale del territorio, tra via Lemizzone e l'allineamento Fosdondo – Capoluogo – Zona Industriale le inclinazioni variano tra, 1÷1,6‰ con eccezione della fascia ovest est alla quale appartengono il capoluogo – Fosdondo – Zona Industriale, caratterizzata da 1,8/2 ÷ 2,5‰. Sono inoltre presenti areali con pendenze equivalenti a 0,75/0,9/1,0‰ nelle zone occidentali centrali: tra Budrio e Fosdondo, a sud del Capoluogo: Zona Produttiva di Via Modena, aree ad est di San Biagio, che costituiscono zone più depresse rispetto a quelle circostanti, correlabili a preesistenti ambiti vallivi di pianura. La parte settentrionale del territorio presenta assetti della clivometria generalmente compresi tra 1 e 2‰ con locali incrementi in corrispondenza di alcuni dossi allungati sud nord (Canolo – Mandrio – S. Martino Piccolo) nei quali la pendenza varia tra 2/2,5 ÷ 4/4,5‰.

La fascia a dosso di maggior significato, estesa in senso sud ovest – nord est, si rileva in corrispondenza del tracciato del Cavo Naviglio – S.S. 468 circa dall'Autosole a Correggio Capoluogo e, successivamente a quest'ultimo, prosegue assecondando Via San Martino. Analoghe caratteristiche di primaria importanza sull'evoluzione del territorio sono attribuibili al dosso Prato – Lemizzone – Fazzano, al dosso Castellazzo – Gazzata – San Martino in Rio – Zona Industriale di Correggio osservabile al bordo orientale del territorio, alla fascia sud nord estesa da Fosdondo a Canolo – Campagnola Emilia.

I principali dossi ovest est, si rilevano nella zona centrale e centro settentrionale del territorio esaminato tra San Michele della Fossa – Fosdondo – Correggio Capoluogo, e secondo l'allineamento Cognento – Osteriola – sud di Rio Saliceto Capoluogo.

Sono inoltre osservabili altri assetti a dosso debolmente pronunciato orientati ovest nordovest – est sudest nel settore meridionale del territorio uno dei quali asseconda l'andamento di via Cantonazzo/via Massenzatico ed uno più a sud est, poco a nord di via Campisio: 0,2/0,4 km, esteso circa secondo l'allineamento C. Corradini – Podere Livello.

L'assetto morfologico territoriale d'insieme è tendenzialmente caratterizzato da geometrie convesse nelle parti meridionali e centrali del territorio, che si attenuano, con varia gradualità, tra Via Lemizzone e Fosdondo – Capoluogo – Zona Industriale, diminuiscono ulteriormente in acclività sino a conformare ambiti a pendenza molto bassa configuranti assetti vallivi di pianura, nel settore occidentale a sud del Cavo Argine fino a Via Fazzano, ad est di San Biagio sino al Cavo Tresinaro; analoghe caratteristiche di ambito vallivo sono presenti tra Canolo – Cognento – Santa Maria nel settore occidentale e nell'area a settentrione della Zona Villaggio Industriale.

## 2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La sismicità del territorio, prevalentemente correlata alle strutture superficiali (primi 10/15 km) e in subordine di media profondità (15/25 km), è principalmente connessa a meccanismi focali compressivi e compressivo/trascorrenti, mentre sono nettamente subordinati i sismi profondi ( $\geq 35$  km) collegati in prevalenza a meccanismi focali distensivi distensivo/trascorrenti.

Nell'ambito territoriale al quale appartiene Correggio, 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 v4.0, 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\\_v4.0](http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15_v4.0)), documenta eventi sismici giungenti al 7° grado della Scala Mercalli - Cancani – Sieberg, con intensità variabile tra  $M_w = 5,2 \div 5,44$ ; nel territorio ad est – nord est, a distanza di 20/35 km, successivamente al 2008 sono documentati epicentri sismici (*Diss 3.3.0, 12-2021*) con  $M_w=5,9$  Mirandola – Cavezzo –Finale Emilia, con  $M_w=6,1$  3/5 km sud di San Martino in Spino/Gavello (35 km a nord est Correggio.).

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

### Storia sismica di Correggio

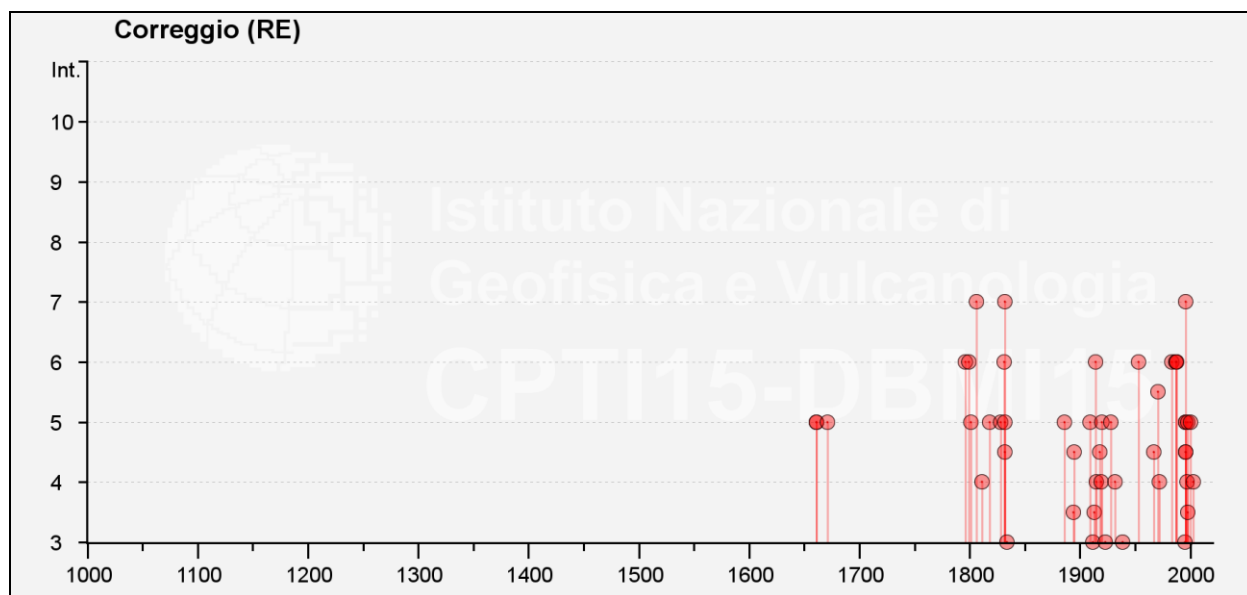
Numero di eventi: 65

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
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
6	1796 10 22 04	Emilia orientale	27	7	5.45
6	1799 02 22 05 45	Correggio	2	5	4.16
5	1801 10 08 07 52 5	Bolognese	6	6	4.90
F	1802 05 12 09 30	Valle dell'Oglio	94	8	5.60
7	1806 02 12	Reggiano	28	7	5.21
4	1811 07 15 22 44	Modenese-Reggiano	19	6-7	5.13
5	1818 12 09 18 55	Parmense	26	7	5.24
5	1828 10 09 02 20	Oltrepò Pavese	110	8	5.72
F	1831 07 14 15 30	Reggiano	8	5-6	4.60
6	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5.48
5	1832 03 11 06 45	Carpi	14	5	4.51
4-5	1832 03 11 08 45	Parmense	14		
F	1832 03 12 08 45	Reggiano	7		
7	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
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



Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
F	1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5.08
3	1834 10 04 19	Bolognese	12	6	4.71
F	1837 04 11 17	Lunigiana	60	9	5.94
5	1886 10 15 02 20	Collecchio	44	6	4.70
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
3-4	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4.89
4-5	1895 05 12 20 29	Reggiano	13	4-5	3.98
NF	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3	1912 09 12 21 15	Carpi	13	4	3.76
3-4	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4.65
6	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
4	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4.87
4-5	1918 05 06 08 05	Reggiano	8	5-6	4.41
4	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
5	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
3	1923 06 28 15 12	Modenese	22	6	5.04
5	1928 06 13 08	Carpi	35	6	4.67
4	1932 07 13 03 42	Reggiano	8	4-5	3.86
3	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96
6	1953 08 22 05 26	Reggiano	6	6	4.73
NF	1965 11 09 15 35	Appennino reggiano	32	5	4.17
4-5	1967 04 03 16 36 1	Reggiano	45	5	4.44
5-6	1971 09 11 23 18 1	Pianura emiliana	15	5	4.19
4	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
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
2	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
6	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
3	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
7	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
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
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	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
3-4	1998 03 26 16 26 1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
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
4	2003 09 14 21 42 5	Appennino bolognese	133	6	5.24
F	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36

Dove:  $I_o$  ed  $M_w$  = Intensità e Magnitudo sismica epicentrale;  $I_{nt}$  = Intensità sismica percepita

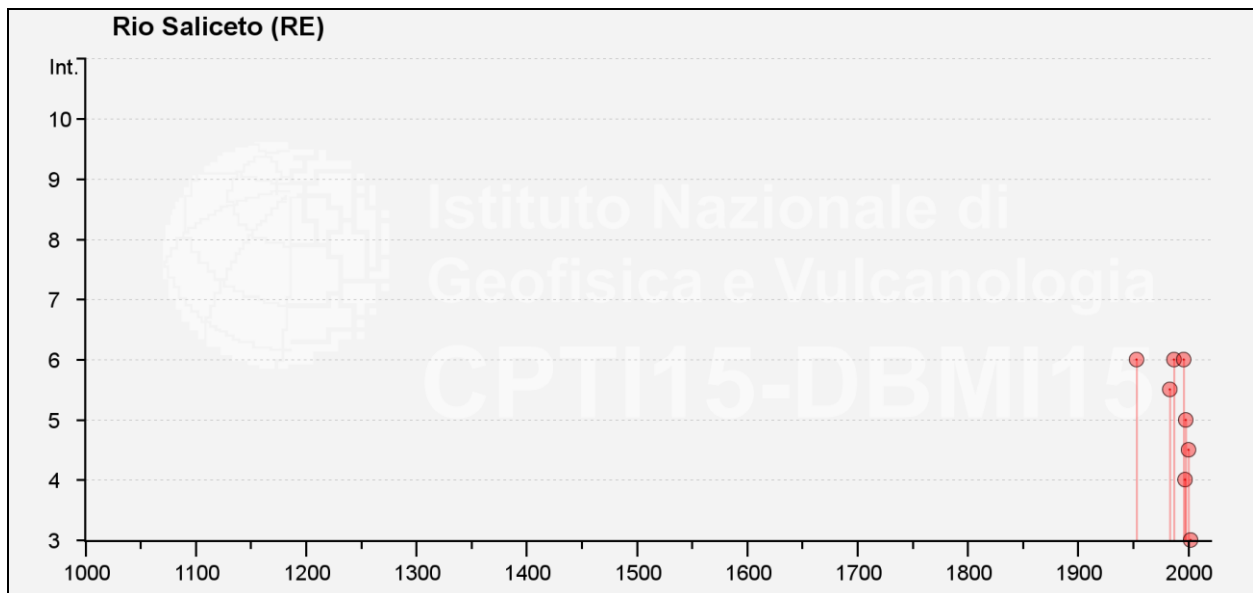


### Storia Sismica di Rio Saliceto

Numero di eventi: 11

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	$I_o$	$M_w$	
6	1953 08 22 05 26	Reggiano	6	6	4.73	
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	
5-6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04	
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	
4	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68	
3	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
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	
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	

Dove:  $I_o$  ed  $M_w$  = Intensità e Magnitudo sismica epicentrale;  $I_{nt}$  = Intensità sismica percepita

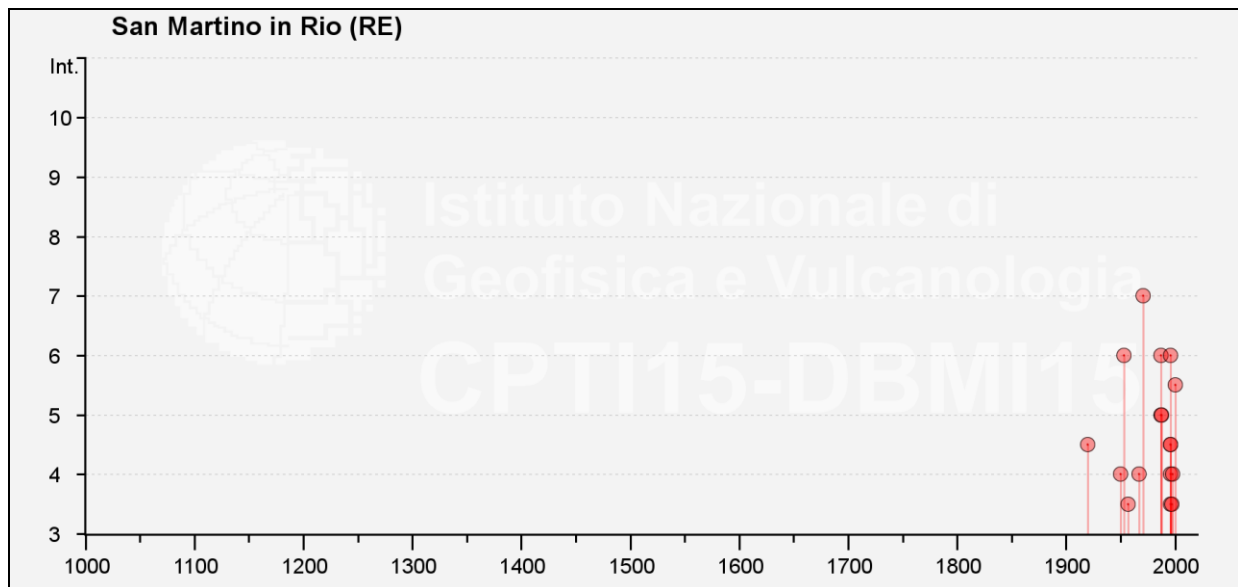


### Storia Sismica di San Martino in Rio

Numero di eventi: 22

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
7	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51	
6	1953 08 22 05 26	Reggiano	6	6	4.73	
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	
5-6	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
5	1987 04 24 02 30 2	Reggiano	54	6	4.64	
5	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57	
4-5	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53	
4-5	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94	
4-5	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06	
4	1950 05 06 03 43	Reggiano	4	4	4.41	
4	1967 04 03 16 36 1	Reggiano	45	5	4.44	
4	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29	
4	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93	
3-4	1957 08 27 11 54	Appennino modenese	58	5	4.73	
3-4	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63	
3-4	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68	
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	
NF	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82	
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	

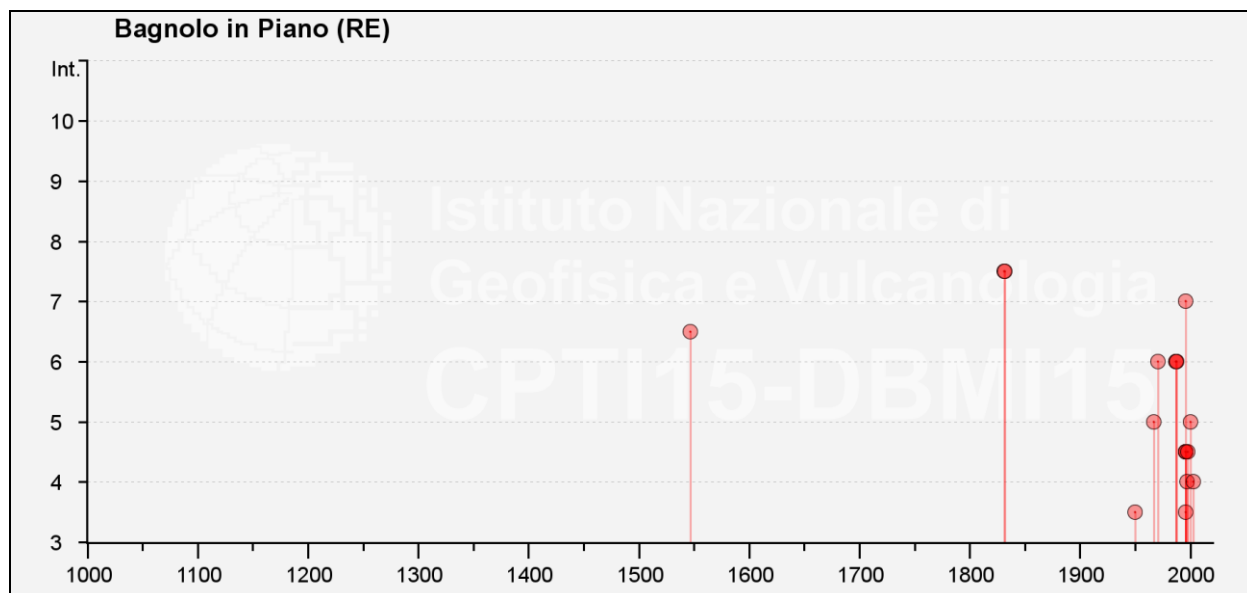
Dove: Io ed Mw = Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Int = Intensità sismica percepita



### Storia Sismica di Bagnolo in Piano

Numero di eventi: 24

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
7-8	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5.48	
7-8	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51	
7	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38	
6-7	1547 02 10 13 20	Reggiano	7	7	5.10	
6	1971 07 15 01 33 23	Parmense	228	8	5.51	
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	1967 04 03 16 36 18	Reggiano	45	5	4.44	
5	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
4-5	1996 10 26 04 56 0	Pianura emiliana	63	5-6	3.94	
4-5	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63	
4-5	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29	
4-5	1998 02 21 02 21 0	Pianura emiliana	104	5	3.93	
4	1997 05 12 22 13 0	Pianura emiliana	56	4-5	3.68	
4	2003 09 14 21 42 5	Appennino bolognese	133	6	5.24	
3-4	1950 05 06 03 43	Reggiano	4	4	4.41	
3-4	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06	
2-3	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03	
2	2002 06 18 22 23 0	Frignano	186	4	4.30	
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43	
NF	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82	
NF	2002 06 08 20 13 7	Frignano	115	4	4.23	
NF	2002 11 13 10 48 0	Franciacorta	768	5	4.21	



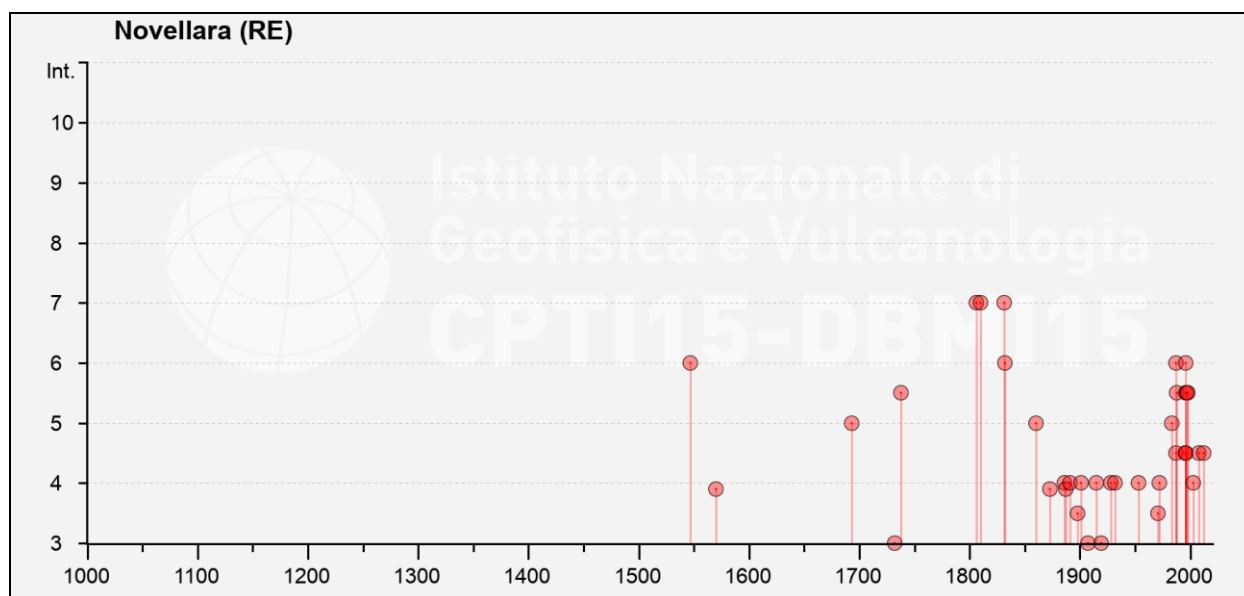
### Storia sismica di Novellara

Numero di eventi: 43

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	1810 12 25 00 45	Pianura emiliana	33	6	5.06
7	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5.48
6	1547 02 10 13 20	Reggiano	7	7	5.10
6	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
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
5-6	1738 11 05 00 30	Emilia occidentale	10	7	5.10
5-6	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
5-6	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
5-6	1997 05 12 22 13 0	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
5-6	1998 02 21 02 21 0	Pianura emiliana	104	5	3.93
5	1693 07 06 09 15	Mantovano	13	7	5.23
5	1860 07 17 13 43 31	Reggiano	5	4-5	3.93
5	1983 11 09 16 29 52	Parmense	850	6-7	5.04
4-5	1987 04 24 02 30 2	Reggiano	54	6	4.64
4-5	1996 10 26 04 56 0	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
4-5	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
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
4-5	2012 01 25 08 06 3	Pianura emiliana	25	5-6	4.98
4	1886 10 15 02 20	Collecchio	44	6	4.70
4	1891 06 07 01 06 14	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87
4	1901 10 30 14 49 58	Garda occidentale	289	7-8	5.44
4	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4.87
4	1928 06 13 08	Carpi	35	6	4.67
4	1932 07 13 03 42	Reggiano	8	4-5	3.86

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	1953 08 22 05 26	Reggiano	6	6	4.73
4	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4	2003 09 14 21 42 5	Appennino bolognese	133	6	5.24
F	1570 11 17 19 10	Ferrarese	58	7-8	5.44
F	1873 05 16 19 35	Reggiano	15	6-7	5.01
F	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	1511	9	6.27
3-4	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
3-4	1971 09 11 23 18 12	Pianura emiliana	15	5	4.19
3	1732 02 04 18 20	Parma	9	5-6	4.65
3	1907 04 25 04 52	Veronese	122	6	4.79
3	1919 06 29 15 06 13	Mugello	565	10	6.38
NF	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10
NF	1937 09 17 12 19 05	Parmense	34	7	4.77
NF	1984 04 29 05 02 59	Umbria settentrionale	709	7	5.62
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	2002 06 18 22 23 0	Frignano	186	4	4.30

Dove: Io ed Mw = Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Int = Intensità sismica percepita

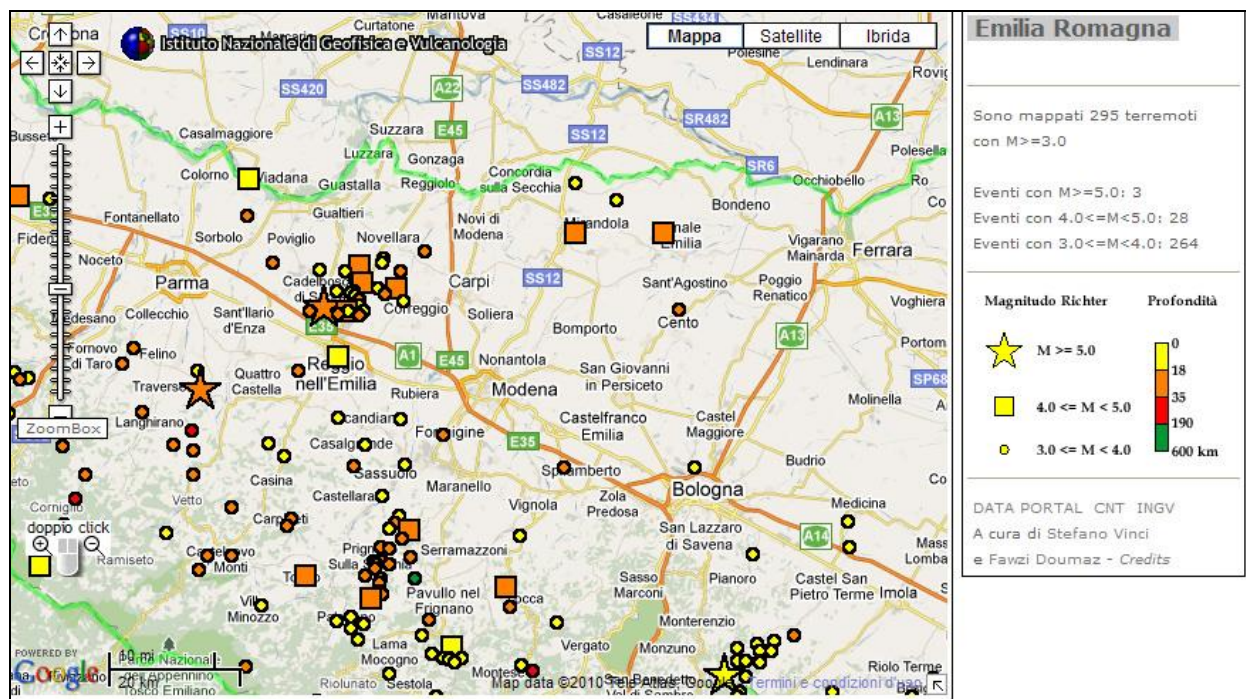


(tabelle e grafici reperiti dall'archivio DBMI15, consultabile al sito internet

<http://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/>)

Dalle tabelle e dai grafici sopra esposti possono essere tratte le seguenti osservazioni:

- la storia sismica di Correggio ed al suo intorno ha una discreta testimonianza ed estensione temporale (il primo evento documentato risale al 1547: Reggio Emilia – 1661: Correggio )
- la sismicità è di tipo medio – medio elevato con intensità massime percepite equivalenti 7 ÷ 8 grado MCS, corrispondente a magnitudo equivalente stimate in  $Me = 5.1 \div 5.5$
- 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



*Epicentri dei principali terremoti ( $M > 3$ ) rilevati da INGV tra il 1981 ed il 2006 nell'intorno dell'area di interesse*

### **Risentimenti sismici locali**

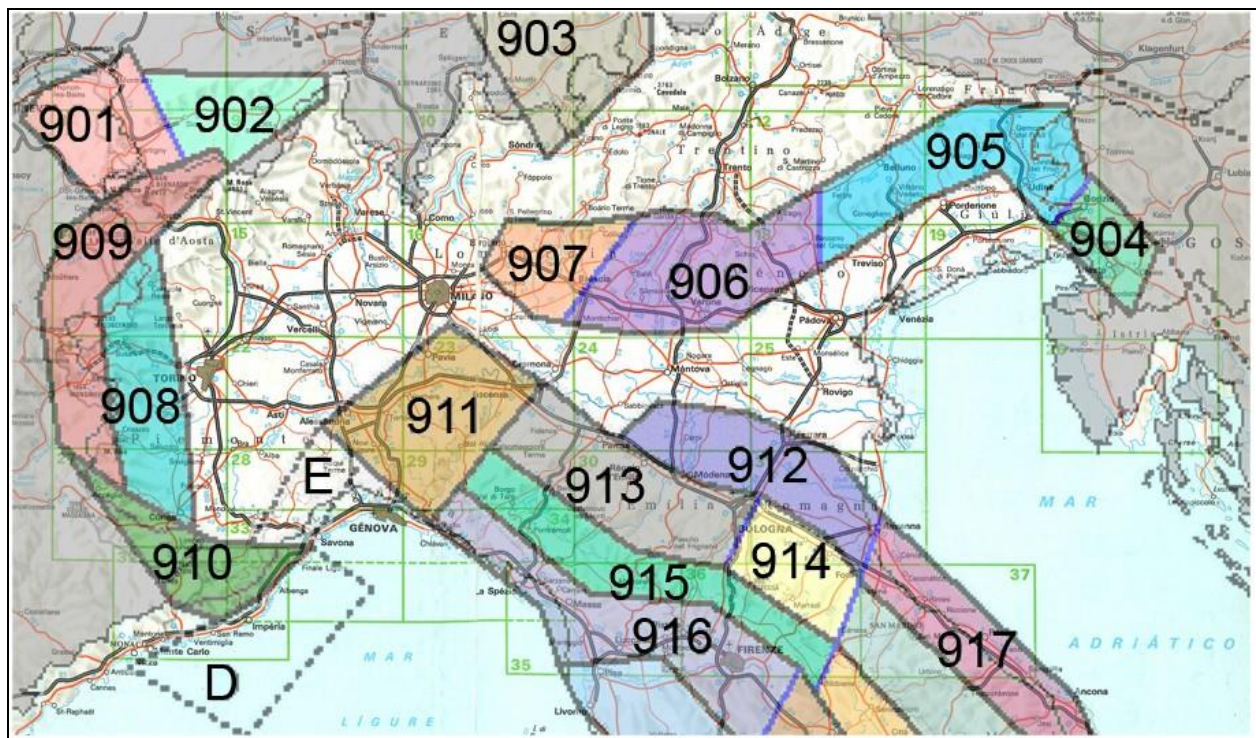
Gli eventi sismici che hanno determinato i risentimenti più rilevanti nel territorio di Correggio sono conseguiti ai terremoti del 1831/32 e del 1996. Ai primi di questi, con epicentro tra Campegine e Cadelbosco di Sopra e di Sotto, ai quali è attribuita  $M_w = 5.48-5.51$ , le fonti storiche indicano sia correlabile il parziale crollo dell'ala nord ovest del Convento di San Domenico (attuale Convitto) e gravi danneggiamenti a fabbricati. Il sisma del 1996, con  $M_w = 5.38$  ha indotto ingenti danni al patrimonio edilizio, caduta di comignoli e tegole, senza crolli di fabbricati ad eccezione di un edificio in costruzione, parziali crolli di alcune localizzate parti di fabbricati in scadenti condizioni statico strutturali e parte della volta della Chiesa Parrocchiale di Fosdondo.

Il terremoto del 2012 con  $M_w = 5.9$ , con epicentro a distanza di 24/28 km a nord est, nel correggese ha determinato risentimenti con  $I_0 = V$  ai quali sono conseguiti alcuni locali modesti danni.

### **Zone Sorgente**

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2004), attribuisce l'area comunale di Correggio alla zona sismogenetica 912, ambito di dominio dell'Arco delle Pieghe Ferraresi, ed è sita ad una distanza di circa 10 km dal bordo settentrionale della zona sismogenetica 913, costituita del dominio delle Pieghe Pedepenniniche Emiliane e Romagnole.





*Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)*

La prima di dette fasce rappresenta la porzione più esterna della zona in compressione dell'arco appenninico ed è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori di magnitudo molto elevati.

Dalla documentazione della storia sismica sopra esposta si evince che il territorio di Correggio e le zone circostanti: San Martino in Rio, Carpi, Rio Saliceto, Bagnolo in Piano, Novellara, sono principalmente interessati dai meccanismi focali che si originano nella Dorsale Ferrarese, interna ed esterna, ma risentono anche dell'attività sismica del margine appenninico e, seppur in modo subordinato, della sismicità della zona alpina.

<b>ZS</b>	<b>4.76</b>	<b>4.99</b>	<b>5.22</b>	<b>5.45</b>	<b>5.68</b>	<b>5.91</b>	<b>6.14</b>
<b>912</b>	12	9	6	7	2	2	0
<b>913</b>	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 tra Sant'Ilario D'Enza – Guastalla – Novellara – Novi di Modena – Carpi – 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 -30 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.

Le zone sorgente degli ipocentri nel territorio tra Reggio Emilia – Reggiolo – Concordia sul Secchia – Bondeno descrivono una fascia arcuata che si estende assecondando la zona di



sovrascorrimento dell'ala occidentale e settentrionale della Dorsale Ferrarese sulla Monoclinale Alpina.

### **Zone sismogenetiche – DISS 3.3.0**

Il territorio di Correggio appartiene alla zona sorgente sismogenetica composta ITCS049 - Campegine – Correggio che si estende in assetto blandamente arcuato in direzione ovest – est circa da Campegine a Santa Maria della Fossa al Villaggio Industriale di Correggio ed è adiacente alla zona sorgente ITCS051 - Carpi – Poggio Renatico.

Dette fasce sono caratterizzate da meccanismi focali compressivi che si originano tra -2/-3 e -10 km del sottosuolo.

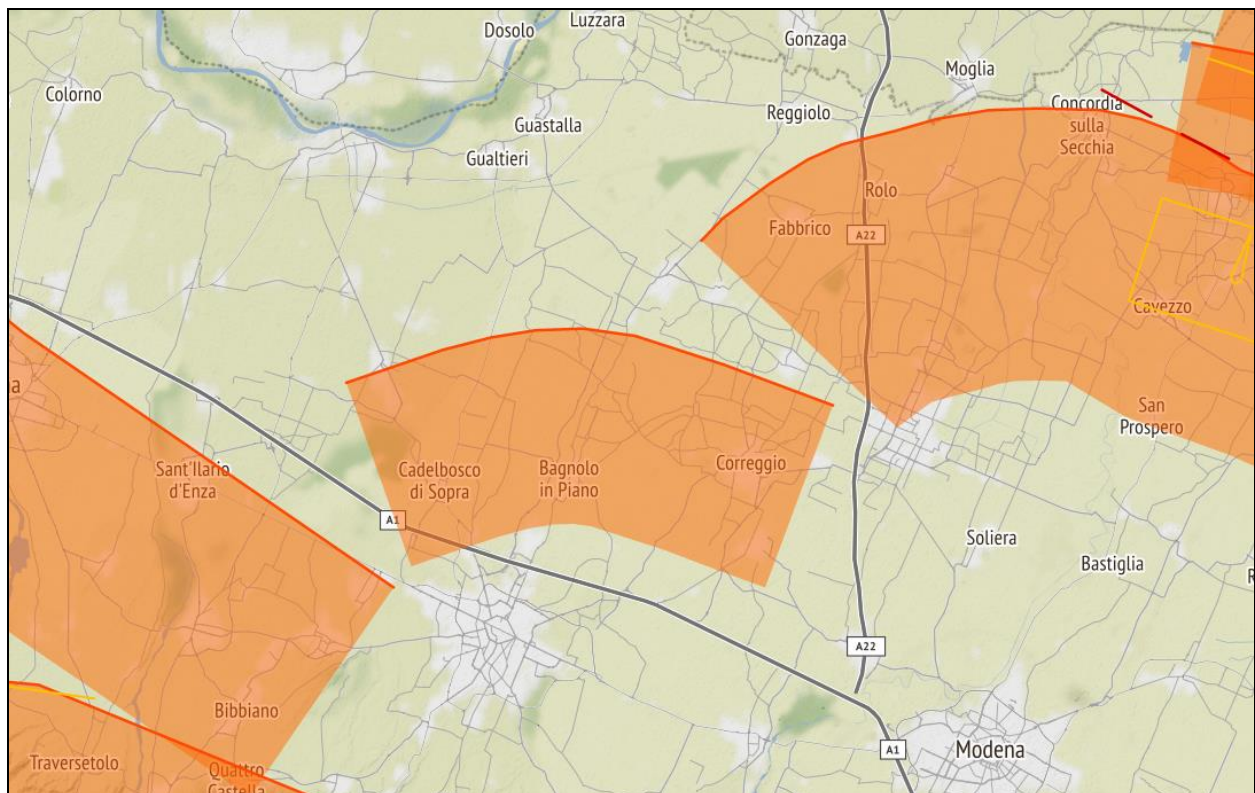
Agli eventi sismici della zona Campegine – Correggio è attribuita una magnitudo massima  $M_w=6.6$ , la massima magnitudo registrata corrisponde a  $M_w=5.38$ .

Ai terremoti della zona Carpi – Poggio Renatico è attribuita una magnitudo massima  $M_w=6.9$ , la massima magnitudo registrata alla zona sorgente individuale appartenente a quest'ultima: ITS107 - Mirandola corrisponde a  $M_w=6.0$ .

alla zona sorgente ITCS103 - Finale Emilia – Mirabello, 25 km a nord est, è attribuita una magnitudo massima  $M_w = 6,3$  con profondità origine -3,5/-10 km.

Gli epicentri principali della zona Campegine – Correggio sono individuati a distanze di 7 – 10 km ad ovest del centro storico di Correggio (S. Tommaso della Fossa – S. Giovanni); per quanto riguarda la zona Carpi – Poggio Renatico i principali epicentri distano 18 – 24 km da detto centro storico.

Come sopra esposto tali ipocentri sono caratterizzati da meccanismi focali compressivi – compressivo trascorrenti.



Estratto da DISS 3.3.0. - DISS Working Group (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.3.0.

### Classificazione sismica

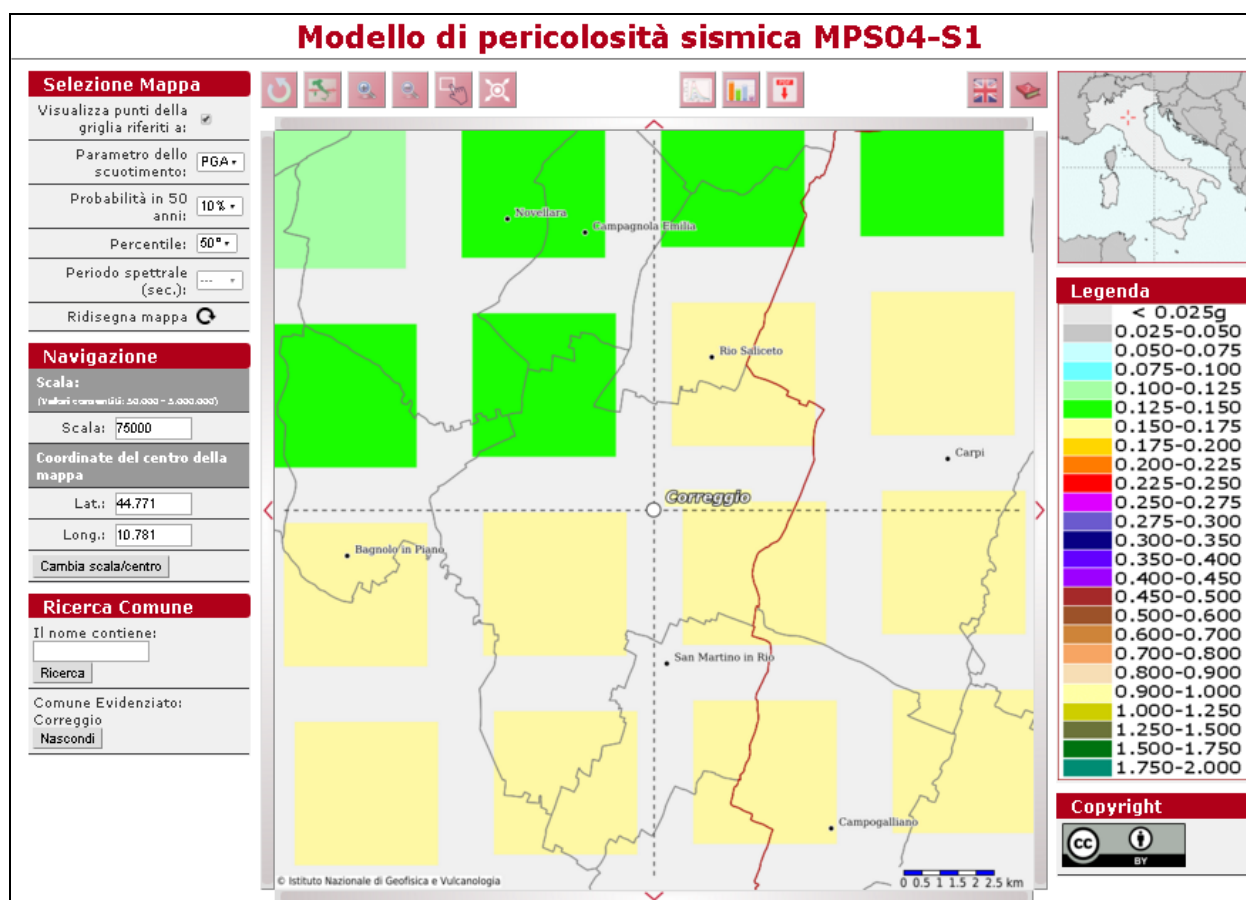
La classificazione sismica del territorio nazionale: OPCM 3274/2003, NTC 17/01/2018, DGR. ER. 1164/2018, attribuisce il Comune di Correggio, alla zona 3 con grado di sismicità equivalente ai precedenti ambiti S6.

In riferimento alle DGR 476/2021 – DGR 564/2021: griglia mappe di pericolosità sismica INGV, alla zona sismogenetica del territorio comunale correggese compete un valore dell'accelerazione orizzontale media dello spettro di risposta elastico, corrispondente a:

$$\text{Correggio } a_{\text{gref}} = 0.152 \text{ g}$$

La Carta della Pericolosità Sismica del territorio nazionale (INGV-DPC 2004-2006, Progetto esse1) riportante il valore dell'accelerazione orizzontale massima "ag" su suolo di riferimento che ha la probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni, assunto come riferimento dalla normativa sismica vigente, per il territorio del comune di Correggio, risulta compresa tra:

$$\text{Correggio } a_g = 0.1481 \div 0.1594 \text{ g}$$



Accelerazione di riferimento  $a_g$  con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV-DPC 2004-2006)

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

Le fonti storiche suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'*Olocene*.

In occasione dei sismi che hanno colpito il territorio emiliano il 20 e 29 maggio 2012 l'area di Correggio, 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 Correggio, capoluogo

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	0,053	3,6	0,120	0,036	0,008
29-05-2012 – 5.8	0,088	5,1	0,173	0,061	0,010
29-05-2012 – 5.3	0,043	3,7	0,099	0,026	0,005
03-06-2012 – 5.1	0,028	1,7	0,054	0,011	0,002

#### Area Prato - Lemizzone

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	0,038	3,7	0,076	0,038	0,007
29-05-2012 – 5.8	0,064	4,4	0,118	0,047	0,009
29-05-2012 – 5.3	0,030	2,7	0,073	0,020	0,004
03-06-2012 – 5.1	0,019	1,2	0,040	0,008	0,001

#### Area Canolo - Mandrio

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	0,053	3,6	0,123	0,036	0,008
29-05-2012 – 5.8	0,087	5,1	0,176	0,060	0,010
29-05-2012 – 5.3	0,046	4,3	0,110	0,031	0,007
03-06-2012 – 5.1	0,039	2,7	0,076	0,012	0,003

L'evento più gravoso per le strutture site sul territorio comunale è risultato quindi essere quello del **29 maggio 07.00.03 (GMT)  $M_L=5.8$** .

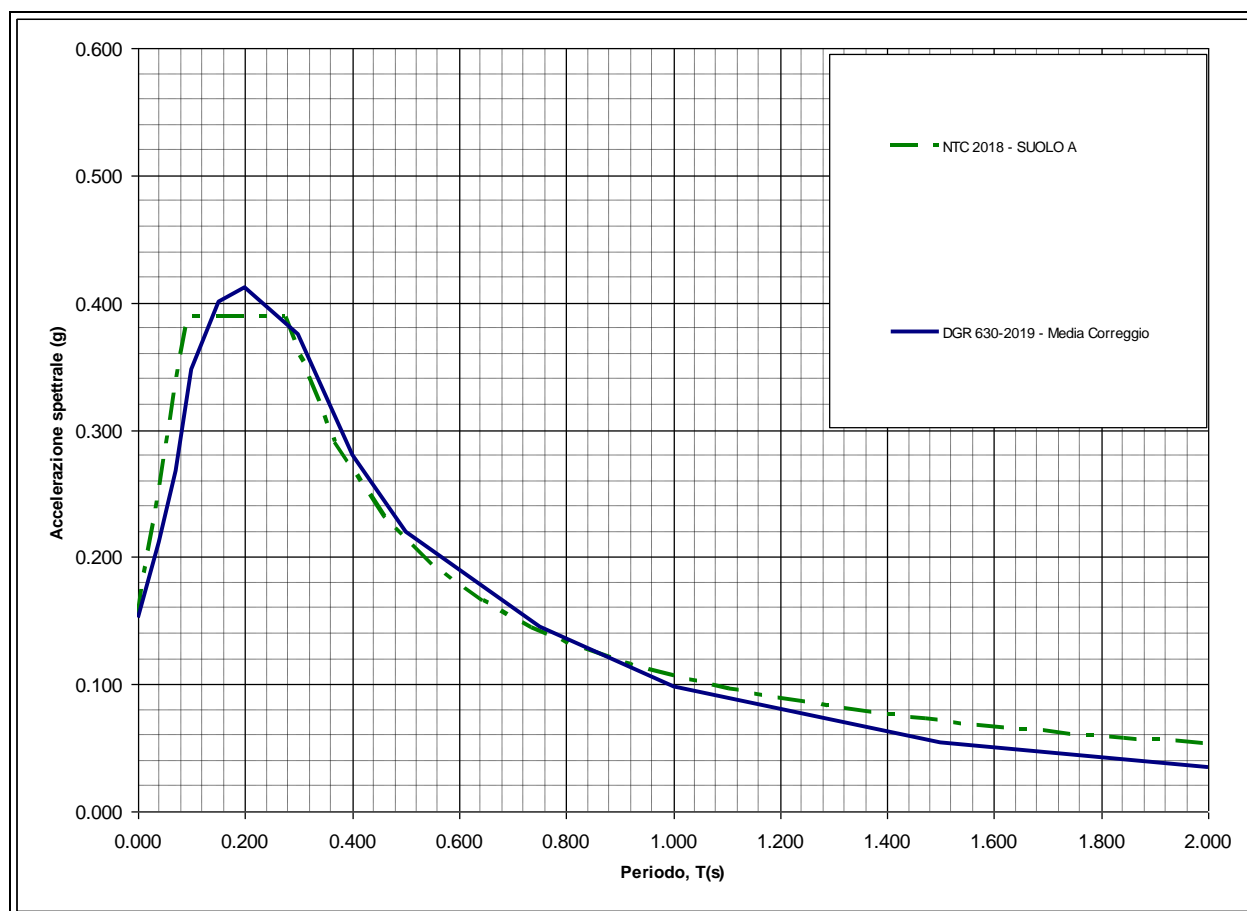
I valori di PGA degli eventi sopra elencati sono inferiori a quelli della PGA di progetto della griglia INGV e della DGR 476/2021.

## **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  $0.125g \div 0.175g$ .

Tali dati sono stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione dei tabulati contenuti nella Delibera dell'Assemblea Legislativa n° 476/2021 Aggiornamento dell'“Atto di Coordinamento sugli studi di microzonazione sismica ....”omissis, territoriale ed urbanistica”.

Mediante i dettami di detta delibera è stato costruito lo spettro di riferimento a probabilità uniforme per il comune di Correggio, evidenziato nella seguente figura, dove è confrontato con lo spettro elastico in superficie per sottosuolo di categoria A (DM 17-01-2018) riferito al medesimo comune.



*Spettri di risposta a probabilità uniforme, pari al 10% di almeno una eccedenza in 50 anni per Correggio. Smorzamento pari al 5%. Con linea blu viene riportato lo spettro costruito con i parametri riportati nella DGR ER 630-2019, mentre con linea verde tratteggiata è riportato lo spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettami delle NTC 2018.*

Ai fini delle successive determinazioni è stato considerato lo spettro di risposta a probabilità uniforme proposto dalla Regione Emilia Romagna (DGR 630/2019 – 476/2021).

### 3 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE

Il territorio del comune di Correggio 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; la zona più superficiale è di tipo continentale e quella sottostante di ambiente marino; dette unità sono tra loro separate da una discontinuità correlata ad una fase tettonica.

Il più recente di detti complessi, è suddiviso in due supersintemi: *Supersintema Quaternario Marino* da 0.65 Ma<sup>1</sup> a 1.72 Ma<sup>1</sup>, e *Supersintema Emiliano Romagnolo*, da oggi a 0,65 Ma<sup>1</sup>; quest'ultimo è a sua volta distinto in due *Sintemi*: *Emiliano Romagnolo Inferiore ed Emiliano Romagnolo Superiore*, tra loro separati da una discontinuità correlata ad una fase tettonica di rilevanza regionale.

Tale insieme è costituito da depositi alluvionali prevalentemente rappresentati da sabbie, ghiaie, argille e limi di piana esondabile 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.

Dette successioni costituiscono litozone che includono corpi ghiaiosi a diverso spessore e sono caratterizzate da differente prevalenza in componenti fini limoso argillose – limoso sabbiose, conseguita alle fluttuazioni climatiche che hanno determinato variabili condizioni di capacità di erosione – trasporto deposito nel bacino padano negli ultimi 0.45/0.65 Ma. A tale complesso deposizionale soggiacciono le successioni sabbiose, arenacee, marnoso argillose del *Supersintema* del *Quaternario Marino* da 0.65/0.8 a 1.72 Ma (*Pleistocene med. Inf.*). Tali insiemi coprono le sottostanti formazioni plioceniche – mioceniche – mesozoiche (da 1.72 a 24 – 247, Ma) identificate essenzialmente da depositi di ambiente marino sia costiero che di piattaforma e/o bacinale a faune pelagiche.

Lo spessore dei depositi continentali formanti il *Supersintema Emiliano Romagnolo* è mediamente compreso tra -200/300 e -500/600 m, localmente nell'alto strutturale di Novi MO – Mirandola è inferiore a 100 m pc, ed è seguito dalle formazioni pleistoceniche generalmente rinvenibili tra -200/400 -600 e -1000 -2000 m di profondità. A queste ultime soggiacciono le sequenze litostratigrafiche plioceniche generalmente comprese tra -1000/-1500/-2000 e -5000/-6000 m di profondità e che giungono a -7000 ÷ -8500 m pc rispettivamente a nord ed a sud est della Dorsale Ferrarese. Ad esse seguono le successioni dal *Miocene* al *Mesozoico*, individuate in base ad analisi geofisiche, sino a -10.000 ÷ -11.000 m dal piano campagna. Queste ultime nell'alto strutturale di Novi MO/Mirandola si sollevano a -1,8 ÷ -2,3 km dal pc e mediante faglie e sovrascorrimenti localmente sostituiscono lateralmente le formazioni plioceniche.

L'assetto strutturale del Bacino Padano, come evidenziano le indagini geofisiche e perforazioni eseguite da *AGIP-ENI*, è caratterizzato da una successione pliocenico-quaternaria accresciuta da ovest verso est, a prevalente carattere regressivo, costituita da sabbie e peliti torbiditiche di ambiente marino alla base, che verso l'alto sono sostituite da

---

<sup>1</sup> Milioni di anni.

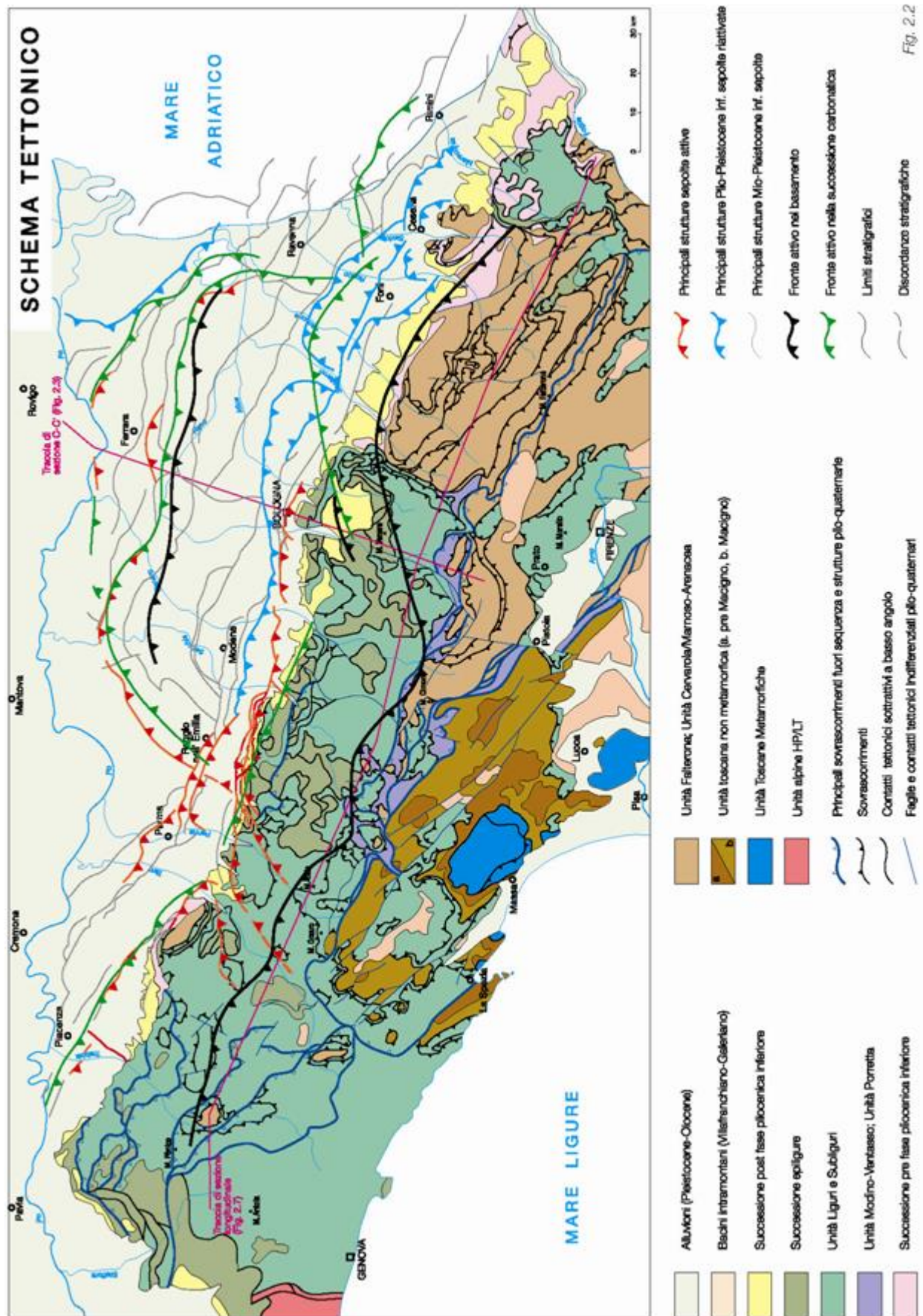
complessi sedimentari fluvio deltizi progradanti, a loro volta coperti al tetto da depositi eminentemente continentali messi in posto dalle alluvioni dei fiumi alpino – appenninici.

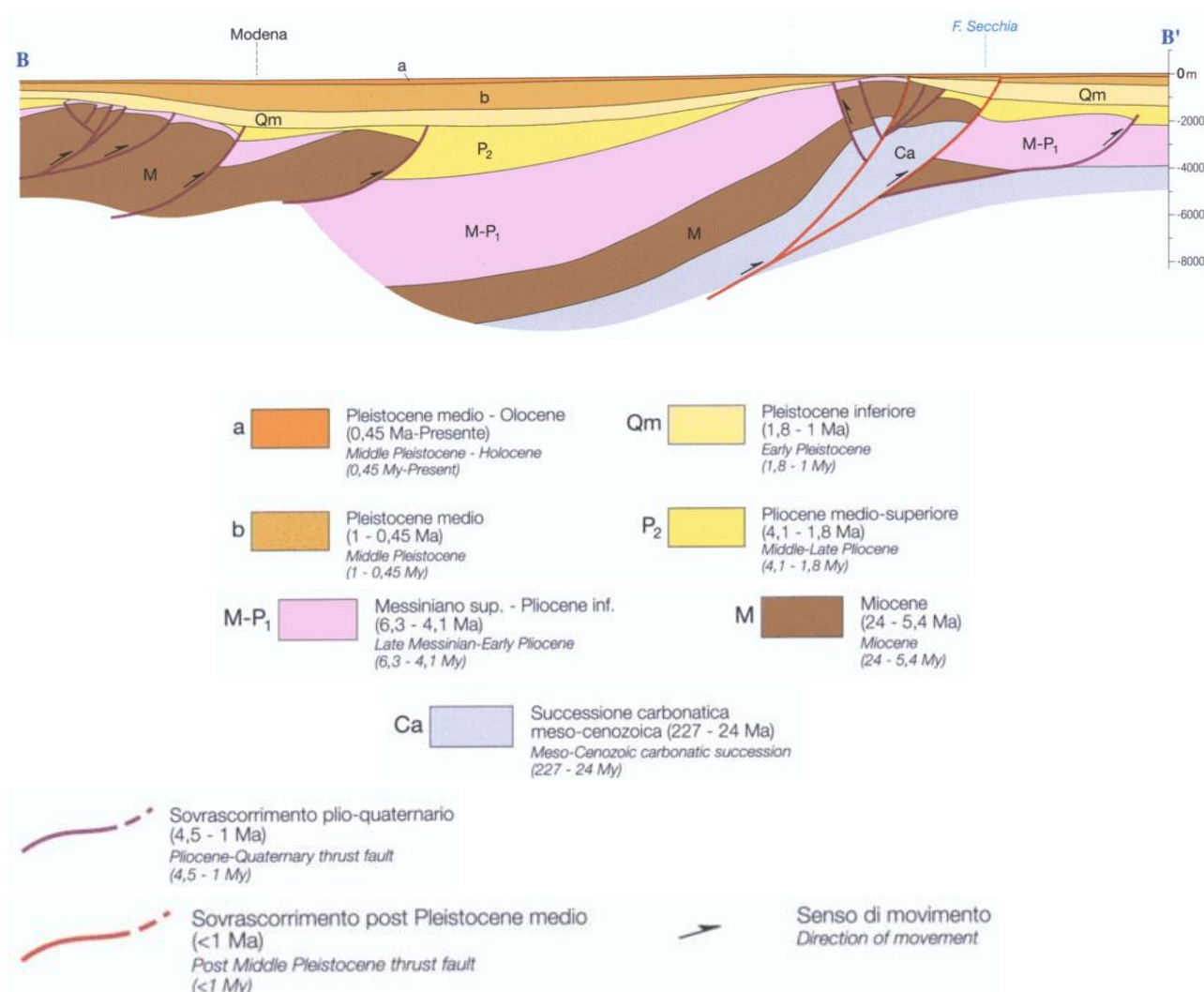
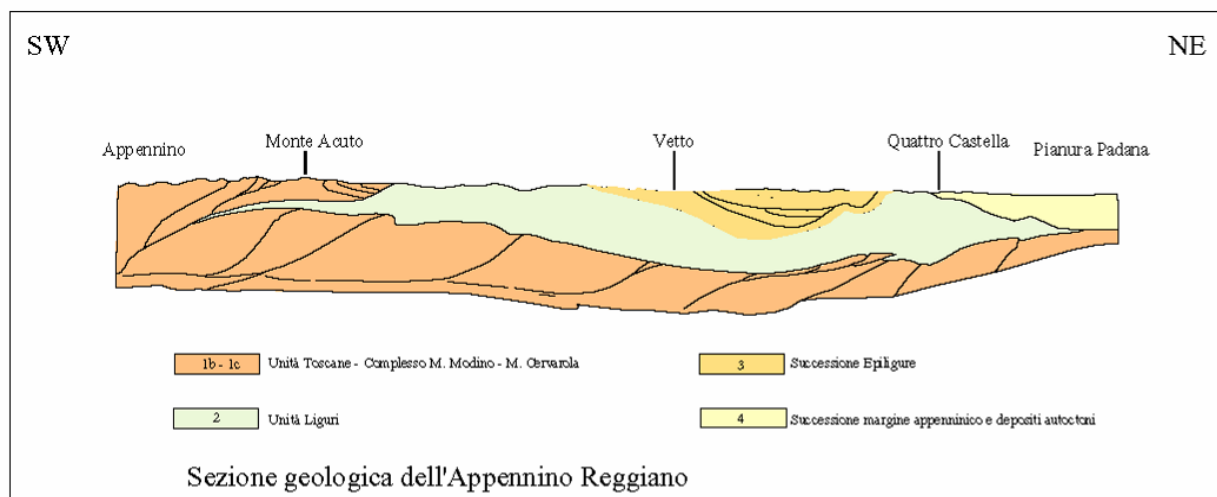
Questi ultimi a scala di bacino hanno generato un cuneo di accrescimento che nell'insieme tende ad aumentare in spessore in direzione orientale e nella fascia al piede dell'appennino in senso sud – nord, similmente nella zona pedealpina incrementa in verso nord – sud.

Tale complesso deposizionale 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 e pliocenico, dagli eventi tettonici e subsidenti che hanno coinvolto detti depositi, dalle variazioni del livello medio del mare correlate sia all'apertura del Mediterraneo successiva al *Messiniano* che, ai mutamenti climatici che hanno interessato l'area padana negli ultimi 1.2 Ma caratterizzati nell'area alpina da cinque importanti fasi glaciali e interglaciali.









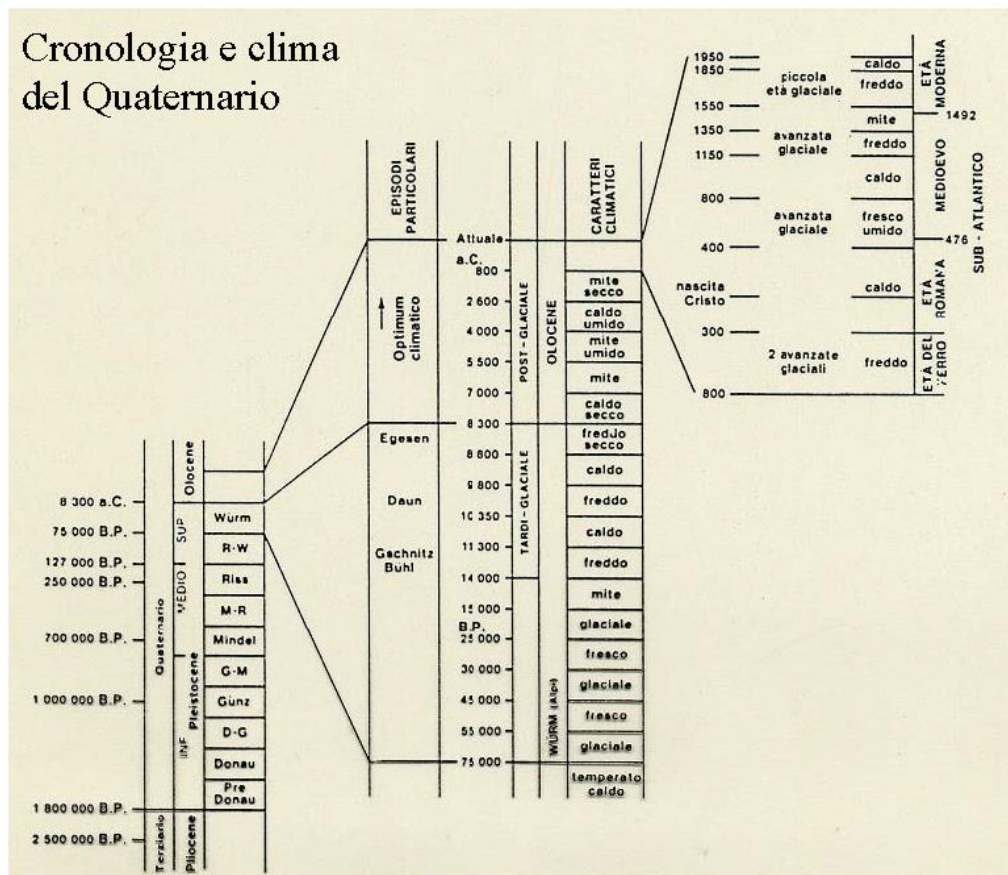
UNITÀ CRONOSTRATIGRAFICHE			ETÀ Ma	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA Ma
QUATERNARIO CONTINENTALE	SUPERSINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO  SINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO SUPERIORE  SINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO INFERIORE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE 0.125
			~0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
			~0.65	
QUATERNARIO MARINO	SUPERSINTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI		
			~0.8	0.89
			~1.0	PLEISTOCENE INFERIORE
P <sub>2</sub>	SUPERSINTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	PLIOCENE MEDIO SUPERIORE	~2.2	1.72
				PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE
			~3.3-3.6	3.55
				PLIOCENE INFERIORE MIOCENE

Da: G. Di Dio, 1998  
parz. Mod.

SCHEMA CRONOSTRATIGRAFICO DEL TARDO PLEISTOCENE E DELL'OLOCENE									
Epoca	Età	Suddivisioni informali	Crono zone	Date convenzionali anni <sup>14</sup> C BP	Date calibrate anni a.C.	Divisioni informali adottate nel testo	Cronologia archeologica		
							Età		
OLOCENE	MODERNA	SUPERIORE NEOGLACIALE IPSTERMICO	Sub-atlantico	1850 d.C.		Divisioni informali adottate nel testo	STORIA	Moderna	
				1500 d.C.				1500 d.C.	
			Sub-boreale	2000			STORIA	Medioevo	basso
				2500	2467-2728			450 d.C.	alto
			Atlantico	3000			STORIA	Tardoromana	
				4000				200 d.C.	
			Boreale	5000	5667-5856		STORIA	Romana	
				6000				200 a.C.	
			Pro-boreale	7000			STORIA	Ferro	secondo
				8000	8672-8981			1000 a.C.	primo
PLEISTOCENE	WURM = WISCONSIN = WEICHSEL	TARDIGLACIALE	Dryas Recente (III)	9000	9944-10.004	Divisioni informali adottate nel testo	STORIA	Bronzo	
				10.000	11.008-11.587			2200 a.C.	finale
			Allerod	11.000	12.847-12.985		STORIA	Enolitico	
				12.000	13.866-14.126			3300 a.C.	finale
			Bolling	13.000	15.260-15.573		STORIA	Neolitico	
				(15.000)				5500 a.C.	medio
			Dryas I	(18.000)			STORIA	Mesolitico	
				(25.000)				9500 a.C.	recente
			ULTIMO MASSIMO GLACIALE (LGM)				STORIA	Paleolitico superiore	
								Epigravettiano	

Scala  
cronologica  
del tardo  
Pleistocene e  
dell'Olocene

## Cronologia e clima del Quaternario

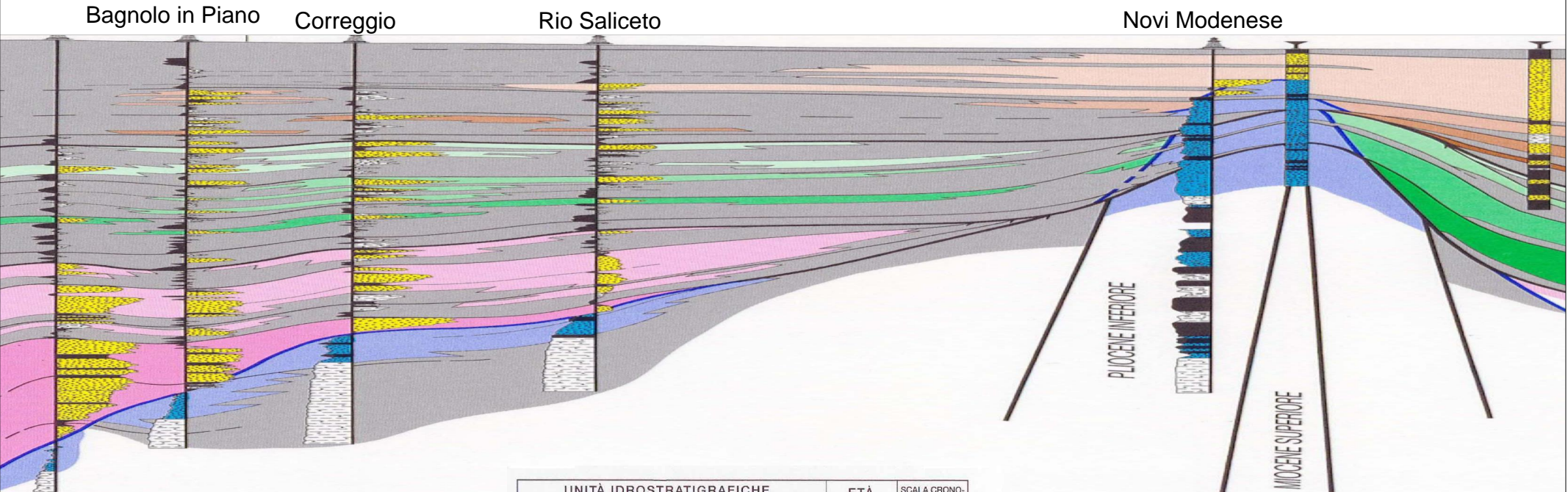


UNITA DELLA SCALA STANDARD						ALTRE UNITA'	UNITA' LOCALI E NOMI ABBANDONATI		
DATAZIONE IN MIL.	ERA	PERIODO	EPOCHE	ETA'					
		SISTEMI	SERIE	PIANI					
1,8  5  24  37  53,5  65  96  143  212  247  289  367  416  446  509  575	C E N O Z O I C O	QUATERNARIO	OLOCENE	VERSIILIANO	FLANDRIANO	IRECEMIEI			
				PLEISTOCENE	TIRREMIANO				
					MILAZZIANO		CRIDONIANO		
					SICILIANO				
					EMILIANO				
			NEOGENE	PLIOCENE	CALABRIANO	SANTERMIANO	VILLA-		
					PIACENTIANO	FRANCIGNANO	ASTIGIANO		
					ZANCIANO				
					MESSINIANO	PONTICO	(TABARMIANO)		
					TORTONIANO	PANORMICO	ANDALUSIANO		
MIOCENE	SERRAVALLIANO				SARMAZIANO	ELVEZIANO			
							LANGHIANO		
							BURDIGALIANO		
							AQUITANIANO		
							CATTIANO		
	OLIGOCENE	RUPELIANO	LATITRIFIANO	(TONGRANO)	LUKANO				
						PRABOPRANO			
						LUTEZIANO	BIARRIZIANO	BASTONIANO	LEZIANO
						YPRESIANO	CUSIANO	SILVERDANO	(SPARNACIANO)
						THANETIANO	SUPPLEZIANO	ILANDENIANO	
PALEOGENE	EOCENE								
							MONTIANO		
							DANIANO		
							MAASTRICHTIANO		
							SENONIANO		
	CRETACICO	superiore							
								CAMPANIANO	
								SANTONIANO	
								CONIACIANO	
								TURONIANO	
M	CRETACICO	inferiore	NEOCOMIANO				EUROCIANO		
								ALBIANO	
								APTIANO	
								BARREMIANO	
								HAUTERIVIANO	
	GIURASSICO	MALM							
								VALANGINIANO	
								BERRIASIANO	
								PORTLANDIANO	
								KIMMERIDGIANO	
O	GIURASSICO								
								OXFORDIANO	
								DOGGER	
								BATHONIANO	
								CALLUVIANO	
	LIAI								
								PLIENSCHACHIANO	
								SINE MURIANO	
								HETTANGIANO	
								RETICO	
C	TRIASSICO	superiore							
								NORICO	
								CARNICO	
								LADINICO	
								ANISICO	
	inferiore	SCITICO							
								TATARIANO	
								KAZANIANO	
								KUNGURIANO	
								ARTINSKIANO	
P	PERMIANO	superiore							
								KAZANIANO	
								KUNGURIANO	
								ARTINSKIANO	
								SAKMARIANO	
	CARBONIFERO	SILESIO							
								ORENBURGIANO	
								GZELIANO	
								MOSCOVIANO	
								BASHKIRIANO	
I	CARBONIFERO	DINANTIANO							
								TOURNAISIANO	
								FAMENNIANO	
								FRASNIANO	
								GIVETIANO	
	DEVONIANO	inferiore							
								EIFELIANO	
								EMSIANO	
								SEGGENANO	
								GEDINNANO	
E	SILURIANO	superiore							
								PRIDOLIANO	
								LUDOLVIANO	
								WENLOCKIANO	
								LLANDOVERIANO	
	ORDOVICIANO	inferiore							
								VALENTIANO	
								ASHGILIANO	
								CARADOCIANO	
								LLANDEILIANO	
O	CAMBRIANO	superiore							
								LLANVIRNIANO	
								ARENIGIANO	
								SKIDDAVIANO	
								TREMADECIANO	
	inferiore								

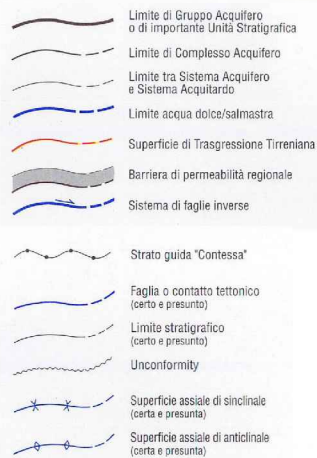
Pag. 24




Sezione Sud Nord  
Scala altezze 8.000 lunghezze 100.000



PRINCIPALI LITOLOGIE DI PIANURA

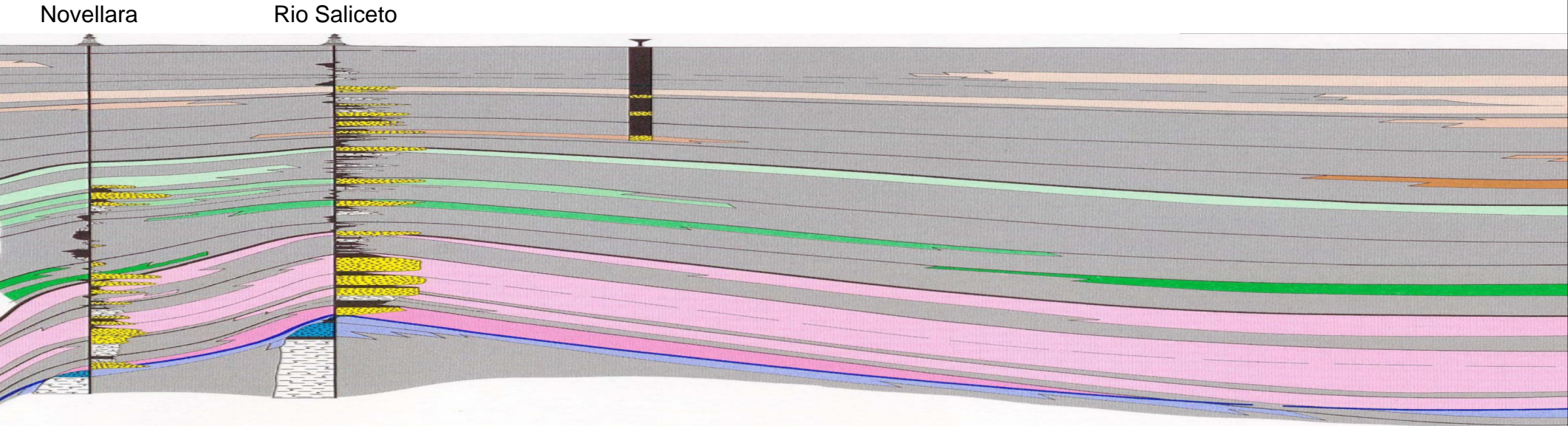


UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE				ETÀ (milioni di anni)	SCALA CRONO- STRATIGRAFICA (milioni di anni)
GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO	SISTEMA ACQUITARDO		
A	A1			~ 0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE 0.125  <

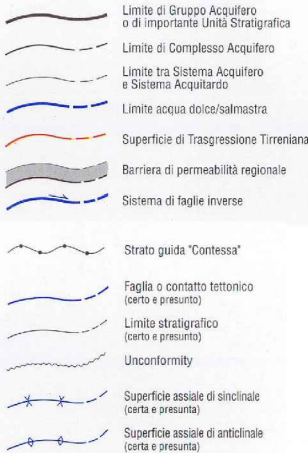
 SISTEMA ACQUIFERO saturo d'acqua salmastra/salata



Sezione Ovest Est  
Scala altezze 8.000 lunghezze 100.000



PRINCIPALI LITOLOGIE DI PIANURA



UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE				ETÀ (milioni di anni)	SCALA CRONO- STRATIGRAFICA (milioni di anni)
GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO	SISTEMA ACQUITARDO		
A	A1			~ 0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE 0.125
	A2				
	A3				
	A4				
B	B1			~ 0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
	B2				
	B3				
	B4				
C	C1			~ 0.65	~ 0.89 PLEISTOCENE INFERIORE 1.72 PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE 3.65 PLIOCENE INF. MIOCENE
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
ACQUITARDO BASALE				~ 3.9	

 SISTEMA ACQUIFERO saturo d'acqua salmastra/salata

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), che si sono sviluppati in prevalenza nell'area piacentino – lombarda, e nel *Pliocene inferiore e medio* (3.9 – 2.2 Ma) che hanno maggiormente coinvolto la zona emiliano – romagnola.

A questi sono seguite altre importanti fasi quali quella del *Pleistocene medio* (0.8/0.85 Ma) che ha indotto il rapido spostamento della fascia di transizione tra la scarpata sottomarina e la piana bacinale verso nord est – est, la fase del *Pleistocene med. Sup* (0.45/0.6 Ma) e la fase che individua la suddivisione tra AEI ed AES attivatasi tra 0.26 e 0.22 Ma.

I processi in narrativa (che hanno generato micro bacini a diverse profondità e configurazioni) hanno condizionato la conformazione dei depositi quaternari, alluvionali e marini costieri; dette successioni litologiche sono contraddistinte da disposizioni che ricalcano l'andamento del substrato prepliocenico attenuandone le geometrie, come evidenziano gli assetti blandamente antiformali della base delle unità alluvionali sedimentatesi negli ultimi 800.000 anni (AEI) e 400.000 anni (AES) e le configurazioni nelle aree più prossime alle zone di culminazione della Dorsale Ferrarese che hanno condizionato anche la base di AES7, ultimi 125.000 anni.

I diversi spessori dei materiali deposti, conseguiti a tali assetti, 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 delle fasce di asse di anticlinale, che hanno diversamente influenzato il grado di possibilità di consolidazione dei terreni. Queste condizioni più o meno influenzate da fasi tettoniche in taluni casi hanno indotto, in circoscritte aree, accentuazioni dei fenomeni subsidenti ai quali si è associato, localmente, lo svilupparsi di faglie distensive che 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 tipo la zona di Novi MO – Mirandola.

### **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 Pieghe Emiliane e Romagnole che assumono una larghezza variabile, equivalente a più di 50 Km nell'Emilia orientale ed a 25 Km nell'area occidentale: parmense.

Dette pieghe rappresentano un elemento strutturale sensibilmente complesso caratterizzato da un'intensa tettonizzazione (Dorsale Ferrarese) che ha determinato un notevole innalzamento del substrato carbonatico mesozoico che presso Novi MO – Camurana si rinviene già da -215/-310 m dal piano campagna (pozzo Novi, 4bis, 1952 – pozzo Cavone di Carpi 2, 1978).

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

Quest'ultima assume andamento circa est – ovest dal Ferrarese a Camurana – Novi MO, successivamente con il passaggio alle Pieghe Ferraresi interne la dorsale assume direzione nord est – sud ovest da Novi MO a Novellara a Bagnolo in Piano. La flessione dell'anticlinale tra Novi MO e Rolo è correlabile a fasce di faglie anti appenniniche trascorrenti, a direttrice nord ovest–sud est.

Nella zona di Reggio Emilia la successione delle formazioni nei primi 5000÷6000/7000 m pc 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–ENI, 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, A. Bosellini, 1981, è correlabile all'esistenza di una fascia, estesa in direzione 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 20/30÷40 Km (Caloi et Alii, 1956).

I dati paleomagnetici (Vanderberg e Wonder; 1976) riferiti al fondo del paleo oceano 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 (A. Bosellini; 1981), conferisce un incremento relativo della rigidità della sequenza formante i primi 8 – 9 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.

Nell'ambito di quanto esposto è inoltre determinante la presenza delle faglie che delimitano le ali occidentali e orientali della Dorsale Ferrarese e quella del fronte di accavallamento della successione carbonatica meso–cenozoica che si estende in direttrice sud ovest – nord est, circa secondo l'allineamento Villa Sesso – Campagnola Emilia – Fabbrico.

Il bordo dell'ala 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 – Corte Tegge. A dette linee tettoniche regionali si associano

fasce di fratturazione a direttrice sia appenninica che anti appenninica, 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 essa si evidenzia una fascia a direttrice sud ovest – nord est, a distanza di 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 sudest – ovest nordovest che con tutta probabilità, in rapporto all'assetto delle isobate del tetto del *Pleistocene superiore*, si estende anche in direzione sud est assecondando l'andamento di via Fosdondo sino all'omonima frazione. In verso occidentale, ad ovest di S. Michele della Fossa, detta fascia si associa ad una zona ad intensa fratturazione che si sviluppa in senso sud ovest – nord est.

Al bordo orientale del territorio correggese, zona centro settentrionale occidentale del carpignano, l'analisi delle stratigrafie dei pozzi perforati per profondità superiori a -120/-140 m pc, indica discontinuità nei corpi sabbiosi sottostanti le sopraindicate quote; tali condizioni trovano riscontro nelle prospezioni geofisiche effettuate nell'area in narrativa. Dette caratteristiche sono correlabili ad una fascia di faglia per processi distensivi, sigillata dai depositi delle sequenze dell'AES7 e parte medio sommitale della successione AES.

Tali fascia di faglia pare che oltre ad interessare le sequenze dei depositi alluvionali della parte basale AES, coinvolgono tutta la sequenza di AEI ed anche parte del *Pliocene inferiore*, raggiungendo profondità di almeno -2000/-2500 m dal piano campagna; queste caratteristiche, in rapporto al contesto strutturale locale, attribuiscono dette linee tettoniche a faglie distensive di "collasso crestale" (F.C. Molinari, 2014) che hanno indotto rigetti stimabili in 40/50 m.

La fascia di sottosuolo interessata da tali faglie, ad orientamento anti appenninico, si estende in direzione sud nord circa dall'estremità nord orientale del confine comunale di Correggio: area tra Migliarina e Colombara e si allunga a settentrione in direzione dell'intersezione SP. Rio Saliceto – Rolo/Cavo Bondione interessando il sottosuolo all'estremità nord orientale del comune di Rio Saliceto e quella al confine tra i comuni di Fabbro e Rolo.

Il settore del territorio, nel cui sottosuolo sono presenti le sopracitate faglie distensive, evidenzia l'assenza di ripercussioni in superficie di processi correlabili a fagliazione; tale condizione è inoltre in accordo con la continuità laterale delle geometrie deposizionali delle successioni sommitali di AES e di tutta la sequenza AES7.

### **3.2 Assetto strutturale depositi del quaternario continentale**

Gli assetti delle successioni alluvionali continentali, nell'area compresa Cavo Tassone/Torrente Crostolo ad ovest, Cavo Tresinaro ad est e delimitata a sud dall'Autostrada del Sole ed a nord dal Cavo Parmigiana – Moglia (Tav. A4.02.1), evidenziano un'elevata influenza sulle geometrie deposizionali correlata alla conformazione del substrato prepliocenico e degli sovrascorrimenti e faglie che lo interessano.

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



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

### **3.2.1 Subsintema AES8a/AES8**

Il complesso deposizionale più recente AES8 (ciclo A0), caratterizzato da geometrie dei corpi sabbiosi a sviluppo prevalente nastriforme, è contraddistinto nel territorio reggiano – modenese, da spessori mediamente compresi tra 15 e 20/25 m, ed 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 / 10.000 – 12.000 anni bp<sup>2</sup>; in detto periodo hanno influito in modo pronunciato le fasi di recrudescenza climatica tra 10.000/14.000 e 8.000/6.000 anni bp, e la fase tra 3.500 e 4.200 anni bp, alle quali si sono associate ingressioni marine, che hanno indotto condizioni di diffusi impaludamenti nella pianura padana.

### **3.2.2 Subsintema AES7**

Simili caratteristiche evidenziano le sequenze deposizionali dell'unità AES7 (ciclo A1) (10/12.000 ÷ 125.000 bp) che hanno spessori di 40/60 m nei settori nord est e di 60/70 m delle zone occidentali e giungono rispettivamente a profondità di -50/-60 m pc a nord est e di -80/-90 m pc ad ovest e sud; tali successioni generalmente non presentano significative deformazioni; queste ultime si manifestano blandamente alla base della sequenza ed indicano una modesta accentuazione nei settori nord orientali prossimi alla culminazione assiale della Dorsale Ferrarese interna (Novi MO). Dette condizioni sono essenzialmente correlate a subsidenza differenziata per processi di auto consolidazione, legati ai diversi spessori dei complessi deposizionali e diminuiscono sensibilmente in direzione nord est.

### **3.2.3 Sintema AES**

Con questa successione deposizionale, Cicli A2/A4, (125.000 – 350/450.000 anni bp) si delineano assetti deformativi correlati alle maggiori o minori distanze dalle fasce di asse della Dorsale Ferrarese e dal suo progressivo incremento in profondità in direzione sud ovest, contestualmente nella parte medio basale del ciclo si evidenziano influenze di fattori tettonici.

Le sequenze sedimentarie, con spessori e percentuali differenziati dei corpi sabbioso ghiaiosi / sabbiosi, sono relativamente minori nella parte inferiore del sintema ed 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

---

<sup>2</sup> bp: dal presente

corrispondono mediamente a 120/150 e la base del sintema raggiunge profondità di -180/-220 ÷ -220/-240 m pc nelle zone occidentali e sud occidentali.

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 centro sud, appartenenti alla fascia di asse della Dorsale Ferrarese; da quest'ultima ivi riscontrabile -2,5÷-3,0 km (Correggio/Novellara sud) la base del *Pliocene* si approfondisce progressivamente a -4,0/-5,0 km (Bagnolo in Piano sud – 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; questi ultimi procedendo in direzione ovest sud mostrano 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, nelle quali con l'allontanamento dalla 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 delle deformazioni locali del sintema AES si modificano nettamente nel settore nord orientale dell'area in esame: zone a nord est di Correggio al bordo orientale – nord orientale del confine comunale di Rio Saliceto e territorio nord occidentale di Carpi.

In dette aree gli spessori e profondità delle sequenze deposizionali diminuiscono sensibilmente e nella parte medio basale, profondità sottostanti -120/-140 m pc, i corpi sabbiosi sono discontinui lateralmente e sfalsati in senso verticale. Tali discontinuità evidenziate in prospezioni geofisiche profonde (analisi *F.C. Molinari, 2014*) risulta coinvolgano, oltre alla parte basale di AES, 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, sono correlabili a faglie distensive di “collasso crestale” (*F.C. Molinari; 2014*) e pare abbiano indotto rigetti stimabili in 40/50 m.

In rapporto ai cicli deposizionali interessati da dette faglie: 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 pc a sud e 40 m pc 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 occidente 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° ad est.

### **3.2.4 Sintema Emiliano Romagnolo Inferiore AEI**

Le sequenze del Sintema AEI (ciclo deposizionale B) che costituiscono la parte più antica del Supersintema Emiliano – Romagnolo (400/450.000 ÷ 650/700.000 anni bp), sono contraddistinte da geometrie deposizionali deformate correlate sia dall'assetto del substrato pliocenico – prepliocenico che delle linee di sovrascorrimento e faglie che li coinvolgono e loro periodi di attività, ed 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 e profondità maggiori rispettivamente 80/100/140 m e -260/-300/-350 m pc si riscontrano nei settori occidentali e meridionali (Bagnolo in Piano – 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° ÷ 1,8° in direzione ovest e sud che si accentuano a 2,0° ÷ 2,5° nei settori nord ovest. Nelle zone centrali dell'area in esame, 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. Nel settore nord orientale (nord est di Correggio /est – nord est di Rio Saliceto) le deformazioni si accentuano ed i corpi sabbiosi sono discontinui e tra loro sfalsati, evidenziando la prosecuzione in profondità della faglia diretta individuata nel 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°.

Dette condizioni determinano, oltre alle discontinuità laterali, diminuzione degli spessori da 70/80 m a 50 m in direzione nord est con l'approssimarsi alla fascia di culminazione dell'asse della Dorsale Ferrarese e nella zona di Novi di MO evidenziano ulteriori riduzioni a 30/20 m. Analoghi spessori 60/80 m contraddistinguono le successioni di AEI nell' area allungata sud nord tra l'A 22 e settore nord est di Correggio e nella zona orientale del Comune di Rio Saliceto nella quale i corpi sabbiosi denotano dislocazioni di 40/50 m che innalzano base del sintema a -180/-200-250 m pc.

### **3.2.5 Supersintema del Quaternario Marino Superiore**

I corpi sabbiosi del Quaternario Marino Superiore, ciclo deposizionale C, (0.75/0.8 ÷ 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°/2,5° in verso meridionale e di 2,5/3° in direttrice occidentale settentrionale nelle zone nord ovest di Novellara.

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

### 3.3 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 delle Pieghe Ferraresi, come evidenziano le deposizioni in diversi micro bacini al fronte di dette Pieghe.

I depositi correlati ai progressivi stadi di sollevamento appenninico documentano importanti fasi all'inizio del *Pleistocene* (1.73 Ma), nel *Pleistocene medio* (0.8 e 0.65 Ma), *Pleistocene med. sup.* (tra 0.45 e 0.6 Ma e tra 0.22 e 0.26 Ma) che nell'area reggiano – parmense sono probabilmente collegati 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 instaurarono 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 variazioni delle condizioni dei bacini sedimentari nel tardo *Pleistocene* sarebbero confermate dalla ridotta profondità della base dell'*Olocene* (10.000/12.000 anni bp) che ad occidente di Reggio Emilia e a settentrione della stessa, corrisponde circa a -10÷-15/20 m pc ed aumenta in direzione orientale, attestandosi a -15÷-20/25 m pc nelle zone a nord di Modena e con l'avvicinarsi al bolognese tende ad approfondirsi ulteriormente.

Concorrono a documentare un'attività tettonica recente le migrazioni verso occidente dei tracciati dei fiumi appenninici e gli antichi depositi di canale fluviale, che frequentemente perdono di identità prima di giungere all'attuale percorso del Po e la netta deviazione in verso settentrionale di detto fiume nella zona di Guastalla, praticamente a ridosso dell'ala occidentale – settentrionale della Dorsale Ferrarese.

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; M. Cremaschi, G. Papani, 1975), dalle discontinuità individuate nei profili sismici; tale insieme di fattori indica l'attività degli sovrascorrimenti sepolti delle Pieghe Ferraresi evidenziati dalle geometrie arcuate alla base delle sequenze alluvionali della parte medio basale di AES e delle successioni di AEI.

In queste ultime sono localmente presenti dislocazioni che in funzione dell'assetto strutturale della zona sono correlabili a faglie di "collasso crestale", (F.C. Molinari, 2014) che in rapporto ai cicli deposizionali che interessano A3 – A4, sono attribuibili alla fase di attività tettonica del Bacino Padano sviluppatasi tra 220.000 e 260.000 anni bp. (cfr. *Risorse Idriche sotterranee della Provincia di Ferrara*, 2007; F.C. Molinari et alii).

L'assetto delle strutture profonde visualizzato nella *Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna* (M. Boccaletti, L. Martelli, 2004 – L. Martelli et Alii, 2016 ) indica attività della linea di sovrascorrimento, al bordo occidentale della Dorsale Ferrarese, orientata sud ovest – nord est circa da Cadelbosco di Sopra – Cadelbosco di Sotto – Novellara ovest – Fabbrico, e dei fronti di accavallamento della successione Carbonato Mesozoica e del Basamento, nel settore formante il sottosuolo della fascia circa estesa secondo l'allineamento Villa Sesso – Pieve Rossa – Campagnola Emilia – Fabbrico – Rolo – Concordia s.S; analoghe caratteristiche sono conferite allo sovrascorrimento ovest – est Bellaria – Lentigione; è inoltre attribuita attività alla faglia che delimita il Fronte delle Pieghe Emiliane e Romagnole circa esteso secondo le località Gavassa – Prato – Campogalliano – Saliceto sul Panaro.

Oltre alle sopra descritte zone ad oriente di Correggio ed immediatamente ad ovest di San Martino in Rio, è presente una linea di sovrascorrimento, interessata da possibili riattivazioni, che si estende circa secondo Prato – S. Martino in Rio – Zona industriale di Correggio e con successiva flessione in senso sud ovest si dirige verso Canolo per poi riassumere orientamento nord est in direzione di Rio Saliceto – Fossoli, estendendosi in verso di 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 pedeappenniniche estese in direttrice ovest nordovest – est sudest presenti a meridione della via Emilia, circa tra la stessa e l'allineamento Montecchio – Cavriago – Fogliano – Arceto.

L'interazione tra queste e la parte più esterna della Struttura di Bagnolo (rampa laterale delle Pieghe Ferraresi interne) ha manifestato influenze che hanno determinato sollevamenti negli ultimi  $0,3 \div 0,2$  Ma, e con tutta probabilità anche in epoche successive come suggerisce la diversione verso occidente del T. Enza, confermando ulteriormente l'attività sismo tettonica del territorio in oggetto.

In tali aree l'attività dei sollevamenti delle strutture trova riscontro nei minori tassi di abbassamento delle zone occidentali  $<1$  cm, rispetto alle fasce di Pianura più ad oriente: est Correggio – Carpi – Ravarino:  $1.5/2$  cm anno.

Le sopradescritte caratteristiche sismogenetiche concordano con le profondità di  $-5/-7/-10$  km pc degli ipocentri sismici nella zona di Correggio – Novellara – Bagnolo in Piano, quali quelli del 1987/2000; un equivalente profondità:  $-5 \pm 0,3$  km dal piano campagna è attribuita da INGV al terremoto del 10/1996; per tale evento rilevazioni degli mainshock in cinque stazioni a corto periodo messe in opera da ENI nel 1992 nell'area tra Correggio – Bagnolo in Piano – Novellara hanno fornito profondità  $>10$  km (F. Ferulano, 2001) e quindi nel basamento cristallino.

Il sisma dell'ottobre 1996 e quello del giugno 2000, hanno evidenziato prevalenze degli effetti in direzione sud ovest – nord est, concordanti con l'orientamento dello sovrascorrimento all'ala occidentale della Dorsale Ferrarese, e in direzione ovest – est in accordo con la presenza della faglia (fascia ad elevato grado di fratturazione) individuata (AGIP) circa da S. Michele/Pieve Rossa a La Rocca, Cadelbosco Sopra.

Alle fasi che hanno generato le sopra descritte strutture è correlata l'attività sismogenetica, prevalentemente di tipo compressivo superficiale:  $5/10 \div 15$  km dal piano campagna, che si sviluppa conseguentemente all'accumularsi delle tensioni nelle fasce di

sovrascorrimento del fronte della Successione Carbonatica e del Basamento (AGIP, 1986), rinvenibili rispettivamente circa tra -8/-9 km pc e -11/-13 km pc e che si immergono a sud.

la diffusione delle sorgenti sismiche che si generano tra -15 e -30 km dal piano campagna, è simile a quella più superficiale ma contraddistinta da densità di eventi inferiore.

D'altra parte la sismicità più profonda, ipocentri sottostanti 35 km dal piano campagna, induce risentimenti in superficie con effetti più bassi.

Nell'area circostante il territorio sono individuate zone sorgente sismogenetica, con ipocentri a -5/-7 km pc e  $M_w=4,95/5,4$  a 7/10 km di distanza ad ovest dal centro storico di Correggio nell'area tra Bagnolo e Novellara; zone con ipocentri tra -4/-6/-9,5 km pc a distanza di 15/25÷30 km a nord est, tra Novi MO/Mirandola, Finale Emilia e San Martino in Spino, dove sono documentati epicentri sismici con  $M \geq 5,9/6,1$ .

### **3.4 Subsidenza**

I fenomeni subsidenti nel territorio di Correggio sono correlati ai processi di auto consolidazione naturale dei depositi delle aree di pianura che in detta zona denotano un elevato grado di influenza connesso all'assetto del substrato pliocenico e prepliocenico ed agli emungimenti idrici dal sottosuolo.

Tali fattori sono evidenziati dalle variabilità in spessore e geometrie dei complessi acquiferi che formano i primi 300÷400 m del sottosuolo.

Le sezioni idrogeologico strutturali mostrano infatti che le unità idrogeologiche AES8 ed AES7 (dal presente a 125.000 anni b.p.) le cui deposizioni sono state influenzate principalmente dai cambiamenti climatici che hanno interessato il bacino padano nel sopracitato periodo, sono caratterizzate da spessori relativi inferiori nella fascia circa corrispondente all'asse della Dorsale Ferrarese dove equivalgono a 70 ÷ 80 m e tendono ad aumentare in potenza sia in direzione ovest che est con incrementi relativi maggiori in verso orientale, passando da spessori di 75/80 m ad ovest a 80/90 m ad est – sud est.

Detta caratteristica si rimarca in verso occidentale – settentrione rispetto a Novellara, dove si evidenziano spessori medi di 85 ÷ 90 m in concomitanza dell'approfondimento del substrato prepliocenico che si attesta a -5÷-6 km dal p.c.

D'altra parte nel settore occidentale del territorio di Correggio (Fosdondo – S. Michele) nel quale la fascia assiale della Dorsale Ferrarese si approssima alla superficie, il tetto del *Pliocene* si rinviene a -1.1÷-1.3 km pc ed il substrato prepliocenico a circa -2.5 km dal p.c., le potenze dell'AS7 corrispondono a 60 ÷ 70 m.

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

Nei settori meridionali, zona di pertinenza dell'asse della Dorsale, la presenza della base dell'AES si riscontra a -190÷-200 m e tende gradualmente a risalire in verso nord est attestandosi a -170÷-190 m p.c. nelle zone di confine tra i comuni di Correggio e Rio Saliceto. Nelle aree occidentali meridionali (ad ovest di Bagnolo in Piano) si rileva un abbassamento a

profondità di  $-170 \div -220$  m pc; in direzione nord si riscontrano caratteristiche equivalenti ma con variazioni di profondità in diminuzione con soggiacenze della base AES che passano a  $-160 \div -190$  m pc al confine settentrionale.

Analoghe caratteristiche di variazione di spessori ed assetto geometrico evidenzia la base delle unità del Sintema Alluvionale Inferiore: AEI (400.000  $\div$  650.000/700.000 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 è rinvenibile a  $-270 \div -280$  m p.c. nelle zone occidentali (asse dorsale) e si approfondisce rapidamente in direzione ovest attestandosi a  $-300/-320 \div -360$  m p.c. Simili condizioni si osservano anche in senso est dove le profondità corrispondono a  $-300/-320$  m p.c.

Procedendo in verso settentrionale, zone nord di Rio Saliceto, la base dell'AEI tende a risalire a  $-220 \div -250$  m pc; tale condizione pare sia correlabile alla presenza di fasce di faglia per processi distensivi che coinvolgono la parte basale di AES e medio alta di AEI.

Oltre ai sopradescritti processi di tipo naturale, sono rinvenibili localizzati settori nei quali emungimenti idrici in disequilibrio con le potenzialità idrogeologiche dell'acquifero freatico, determinano processi di subsidenza differenziale locale generalmente circoscritti al raggio d'azione del pozzo. Quest' ultimo, in base a campi prova di emungimento in pozzi captanti la falda freatica (primi 10/20 m del sottosuolo) attrezzati con piezometri, effettuati dallo scrivente nel territorio di Correggio, si fa risentire con effetti non trascurabili sino a distanze di  $6 \div 10/15$  m dall'opera di captazione; successivamente a tali distanze gli abbassamenti, in regime transitorio, sono praticamente trascurabili:  $0.2 \div 0.3$  m.

### **3.5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

L'analisi geomorfologica (Tav. A4.03) in funzione dell'esame della passata evoluzione territoriale, utilizzando criteri attualistici, consente di indicare le possibili modificazioni morfologico paesaggistiche naturali future.

Detta disamina è stata redatta mediante un'analisi delle caratteristiche del micro rilievo (elaborazione DTM 5x5 m RER, isoipse 0,25 m), della foto interpretazione litologica, del reticolo idrografico superficiale, degli interventi antropici, delle colonne litostratigrafiche di pozzi, dei sondaggi geognostici, delle prove penetrometriche, delle prospezioni geofisiche, delle basi topografiche IGM relative al Primo Impianto 1881, della Carta del Ducato di Modena 1821-1828 *G. Carandini*, dei siti di rinvenimento archeologico (*G. Fabbri*) e delle notizie e pubblicazioni storico-geomorfologiche.

L'analisi fotogeologica è stata eseguita in base ai fotogrammi PROV. RE/C, in scala approssimata 1:24.000, voli aprile 1989, fotogrammi IGM/BN in scala 1:35.000 voli 1955, alle foto satellite LANSAT in scala 1:50.000 e alle riprese consultabili in rete su *Google Heart* e all'esame topografico delle basi cartografiche C.T.R. E.R. in scala 1:5.000 – 1:10.000.

L'analisi del micro rilievo, unitamente al numeroso incremento dei punti di indagine geognostica dal 2015 al 2021 eseguiti nel territorio correghese, ha consentito una definizione di maggior dettaglio rispetto alle elaborazioni precedentemente effettuate.

### 3.5.1 Caratteri Geomorfologici

Il territorio in oggetto, circa compreso tra l'Autostrada del Sole e la SP1 Carpi – Guastalla, appartiene alla Fascia della Media Pianura Appenninica costituita dalle evoluzioni idrografiche del F. Po e dei suoi affluenti, che hanno colmato il golfo padano delimitato dagli affioramenti appenninici a sud e da quelli alpini a nord.

Le trasformazioni del paesaggio padano sono correlate all'accentuata instabilità climatica e suoi cambiamenti degli ultimi 1.2 Ma; detto periodo nell'area alpina è stato caratterizzato dal succedersi di cinque importanti fasi glaciali/ interglaciali alle quali si sono sommate influenze dei fattori tettonici. A questi nell'*Olocene* (10.000/12.000 anni bp/attuale) si sono sovrapposti gli effetti dell'azione antropica progressivamente incrementata.

L'accrescimento della parte più superficiale del sottosuolo: AES8 (20/30 m) è principalmente correlato ai radicali cambiamenti climatici avvenuti negli ultimi 20.000 anni. In precedenza nell'ultima intensa fase glaciale: *Wurm*, il livello medio del mare si era abbassato di 120/130 m rispetto al quello attuale determinando la generale migrazione degli assi idrici appenninici in direzione orientale – sud orientale e quella del delta del Po tra Ancona e Pescara. Successivamente, dal termine di detta fase, il progressivo innalzamento del livello medio del mare, avvenuto con fluttuazioni variabili con massima crescita circa tra 7.500 e 6.000 anni bp ha determinato, unitamente a fattori tettonici, la generale migrazione degli assi idrici appenninici in direzione occidentale.

Quanto esposto concorda con l'assetto geometrico dei complessi ghiaiosi delle conoidi dei fiumi appenninici principali Parma – Enza – Secchia – Panaro – Reno, che sono maggiormente sviluppate ad oriente rispetto alla posizione attuale dei loro alvei.

Tra 5.000 e 1.000 anni bp: *Neoglaciale*, sono documentate fluttuazioni positive e negative del livello medio del mare rispetto a quello attuale, di entità molto più modesta rispetto a quella precedente 6.000 anni bp, che stimano un innalzamento di 2/3 m circa tra 3.600 e 4.000 anni bp; in epoche successive sono valutati abbassamenti di circa -1 m tra 2.700 e 3.100 bp, innalzamenti di circa 1 m tra 2.600 e 2.100 bp; nei periodi seguenti le fluttuazioni sono stimate estremamente modeste con una limitata decrescita durante il Piccolo Glaciale: 1.500÷1.850 d.C.

Negli ambiti planiziali, i fiumi, ad assetto pensile, svolgono prevalentemente un'azione sedimentante per colmare le aree più depresse. Ne consegue che in occasione delle variazioni climatiche con aumento delle temperature comportanti fenomeni di piena fluviale, si generano rotte e/o tracimazioni che causano la mutazione nelle direzioni degli alvei. I tratti residui di fiume così originati costituiscono ostacoli alle successive impostazioni del reticolo idrografico.

Un sistema paleoidrografico come quello descritto è chiaramente osservabile a meridione del centro storico di Correggio, dove si rilevano alcuni tratti di canale fluviale estinto a direzione sud ovest – nord est, quale quello allungato sub parallelamente al Cavo Naviglio – SP 468, che con l'approssimarsi al capoluogo flettono in senso ovest – est, aggirando un dosso morfologico a direttrice ovest – est estendentesi circa secondo l'allineamento Fosdondo – S. Prospero – Centro Storico – Cantona. Quest'ultimo è attribuibile, nel tratto più occidentale (Fosdondo– San Michele della Fossa), ad un estinto tracciato



fluviale appartenente al paleo sistema idrografico più antico che ha formato il territorio. Detto preesistente percorso idrico, ha ostacolato l'impostazione dei successivi assi fluviali in direzione settentrionale.

Analoghe influenze a barriera idraulica sono state esercitate da un tratto residuale di canale fluviale estinto ad andamento ovest – est che si estende circa secondo l'allineamento Cognento – S. Lodovico – sud capoluogo Rio Saliceto, e dal dosso esteso ovest est da Campagnola Emilia a Fabbrico – Rolo – Novi MO, a settentrione del comune di Rio Saliceto.

Assetti geomorfologici simili a quelli sopra descritti si osservano anche nelle zone orientali, dove il tratto di antico canale fluviale del T. Tresinaro, nell'area tra San Martino in Rio e Villaggio Industriale di Correggio, flette verso oriente; analoga condizione si osserva nel settore ad occidente del confine comunale di Correggio dove un dosso correlato ad un tracciato fluviale estinto, esteso tra Massenzatico e Bagnolo in Piano, devia in verso occidentale.

Sono inoltre riscontrabili assetti a dosso leggermente pronunciato, di incerta genesi e periodo, orientati ovest – est / ovest nordovest – est sudest, ai quali si sono sovrapposti i canali fluviali estinti a sviluppo sud ovest – nord est che sono stati influenzati nelle possibilità di instaurazione dei loro percorsi.

La presenza dei sopracitati tratti residuali di paleoalveo ha determinato condizioni di difficoltosa deposizione/colmamento nelle fasce centro occidentali meridionali, centro meridionali a sud del capoluogo e nelle zone orientali centrali – centro settentrionali del territorio. Quanto esposto trova riscontro negli ambiti vallivi planiziali nel settore occidentale dell'area comunale, nella zona circa tra Budrio – Fosdondo – Ponte della Beviera – Pieve Rossa, nel settore a sud – sudest del capoluogo tra Fazzano – Case Nuove – Viazza – Colombarone, nell'area della Zona Industriale di Correggio circa compresa tra via San Martino – via Vecchia Carpi – Cavo Tresinaro – Statale 468 per Carpi, nella zona occidentale settentrionale tra via Canolo – via del Medico – via Cognento.

Altri elementi concordanti con quanto esposto sono rappresentati dalle strutture morfologiche a cono di rotta alluvionale come quella che si origina circa a Villa San Prospero/ Ponte Di Marina e si estende in direttrice nord, allungandosi ed allargandosi a ventaglio sino al Cavo Allacciamento Tarozzo – Via Carletti, e dell'analoga morfologia che si genera circa 0,5 km a nord di Osteriola e si sviluppa con geometria a ventaglio in direzione nord sino circa all'altezza del Cavetto Vettigano.

Le caratteristiche geomorfologiche paesaggistiche che contraddistinguono il territorio secondo il quale si estende la SP. n° 4 Bagnolo – Correggio, circa da Madonna della Rosa a Fosdondo e successivamente alla strada per Santa Maria, sono riconducibili ad un paleoalveo, di incerta attribuzione, correlabile ad un sistema paleoidrografico meno recente (Bronzo – Ferro(?)/Siti IV°– I° a.C.). Un'analoga caratteristica è attribuibile al dosso ovest-est esteso tra Cognento e sud capoluogo Rio Saliceto; a tale antico sistema idrografico oppure a epoca precedente è probabilmente correlabile il tratto residuale di paleoalveo ovest est, notevolmente rimaneggiato, che si estende circa da Cà di Sotto a Case Matte a Budrio nel settore occidentale meridionale del correggese.

Oltre alle sopradette morfostrutture si riscontrano antichi percorsi fluviali di età più recente (Siti IV°- I°a.C.) che si estendono in senso sud nord e sud ovest – nord est attraversando quelli precedentemente descritti.

I principali di questi sono rappresentati, procedendo da ovest verso est, dal dosso Fosdondo – Canolo – Campagnola Emila, dal paleoalveo esteso sub parallelamente al Cavo Naviglio – SP. 468 circa all'Autosole a Correggio capoluogo dove a Ponte di Marina è presente un cono di rotta alluvionale in corrispondenza del quale detto paleoalveo flette in direzione est, e successivamente riassume direzione nord est assecondando la strada per San Martino Piccolo; analoghe caratteristiche sono attribuibili al dosso Prato – Lemizzone – Fazzano, al dosso di S.ti Faustino e Giovitta – S. Agata – Bottignana Vecchia, al paleoalveo esteso a nord est da Castellazzo a Gazzata – ovest capoluogo S. Martino in Rio – Colombarone e che successivamente flettendo in senso orientale si dirige verso Traglio e poi a Ponte Nuovo, al dosso assecondante la strada Correggio – Mandrio – Rio Saliceto.

Sono inoltre presenti ulteriori antichi tracciati di ordine gerarchico inferiore nel territorio a meridione del capoluogo quali i tratti di dosso circa tra Zona Industriale di Prato – Pd.re Tirelli, tra quest'ultimo e C. Roveri – intersezione via Imbreto/Cavo Argine, tra intersezione Canle Correggio IV/via Gavellotta – C. Gavelotta, San Bartolomeo – incrocio via Manzotti/via Varsavia C. Bellei, e a nord del capoluogo tra Podere Trinacria – intersezione Viottolo Basso/Cavo Naviglietto – intersezione via Rovertella/Canale di Mandrio, tra San Martino Piccolo – intersezione via Apicoltore/Canale Mandrio Dir.1°.

L'accrescimento del paesaggio nel settore di Fosdondo – Villa S. Prospero – Allacciamento Tarozzo si è sviluppato in modo relativamente rapido ed in tempi più recenti come evidenzia la presenza di un cono di rotta alluvionale nell'area di Ex Cava Lanterna 1 che copre un sito di rinvenimenti archeologici attribuibili al I° sec a.C. – IV° sec d.C. (*Gabriele Fabbrici*). Tale zona come indica la profondità di -6,5 m pc alla quale è stato riscontrato il sopracitato sito costituiva una zona depressa rispetto al settore di via Fosdondo.

Le successioni litologiche del territorio che forma i primi 10 ÷ 15 m dal piano campagna nelle aree comprese tra i dossi di antico percorso fluviale, sono generalmente costituite da alternanze di strati argilloso limosi e limosi con intercalati subordinati strati lentiformi sabbioso limosi e torbosi con spessore di 0,4÷1,0÷1,5 m; oltre a queste sono presenti sequenze prevalentemente argillose – argilloso limose con subordinate sottili intercalazioni lentiformi limose – limoso sabbiose nelle zone vallive; a zone dette successioni sono localmente sostituite lateralmente da alternanze prevalentemente sabbiose e limoso sabbiose, ad assetto spiccatamente lentiforme e sviluppo nastriforme, riscontrabili nei primi 4 ÷ 6 ÷ 8/10 m del sottosuolo, corrispondenti alle fasce di dosso correlate ad antichi percorsi fluviali estinti.

Le sequenze litologico stratigrafiche generali dei primi 5 ÷ 6 m del sottosuolo descritte, concordano con i caratteri geomorfologici territoriali ascrivibili alle zone di piana esondabile contraddistinte in condizioni naturali da un medio elevato grado di instabilità idraulica.

L'evoluzione morfologica del territorio conseguita al rapido in alzamento del livello del mare, che ha raggiunto i valori massimi 6000/7500 b.p. è stata condizionata dai principali dossi orientati ovest – est presenti tra San Michele – Fosdondo – Correggio capoluogo, tra Cognento – San Lodovico – Rio Saliceto, tra Fabbrico – Rolo – Novi MO, tra Guastalla – Reggiolo – Moglia, come denotano gli ambiti vallivi di pianura compresi tra gli stessi e le

deviazioni in senso orientale dei paleoalvei a direzione sud ovest – nord est quando si approssimano ai sopracitati dossi ovest – est che ne hanno ostacolato l'impostazione in verso settentrionale e sono stati attraversati da questi ultimi.

La presenza di siti archeologici del IV°– I° sec. a.C. (*Gabriele Fabbri*, Museo Civico di Correggio) nei percorsi fluviali estinti ovest – est, ai quali si sovraimpongono i tratti sud – nord, indicano una loro attribuzione a periodi dell'età del Ferro/Bronzo; analoga età, ma relativamente più recente del periodo IV° – I° sec. a.C., è ascrivibile ai paleoalvei sud – nord.

In considerazione delle fluttuazioni del livello del mare successive al massimo innalzamento avvenuto tra 7.500 e 6.000 b.p. con fluttuazioni più modeste nel *Neoglaciale* con positivi di 2/3 m circa tra 3.600 e 4.000 anni b.p. e abbassamenti di circa -1 m tra 2.700 e 3.100 b.p. innalzamenti di circa 1 m tra 2.100 e 2.600 b.p. e praticamente trascurabili nei periodi seguenti, che hanno indotto pronunciate modificazioni dell'antica idrografia, i dossi debolmente pronunciati orientati ovest nordovest – est sudest sono attribuibili a periodi precedenti l'età del Bronzo.

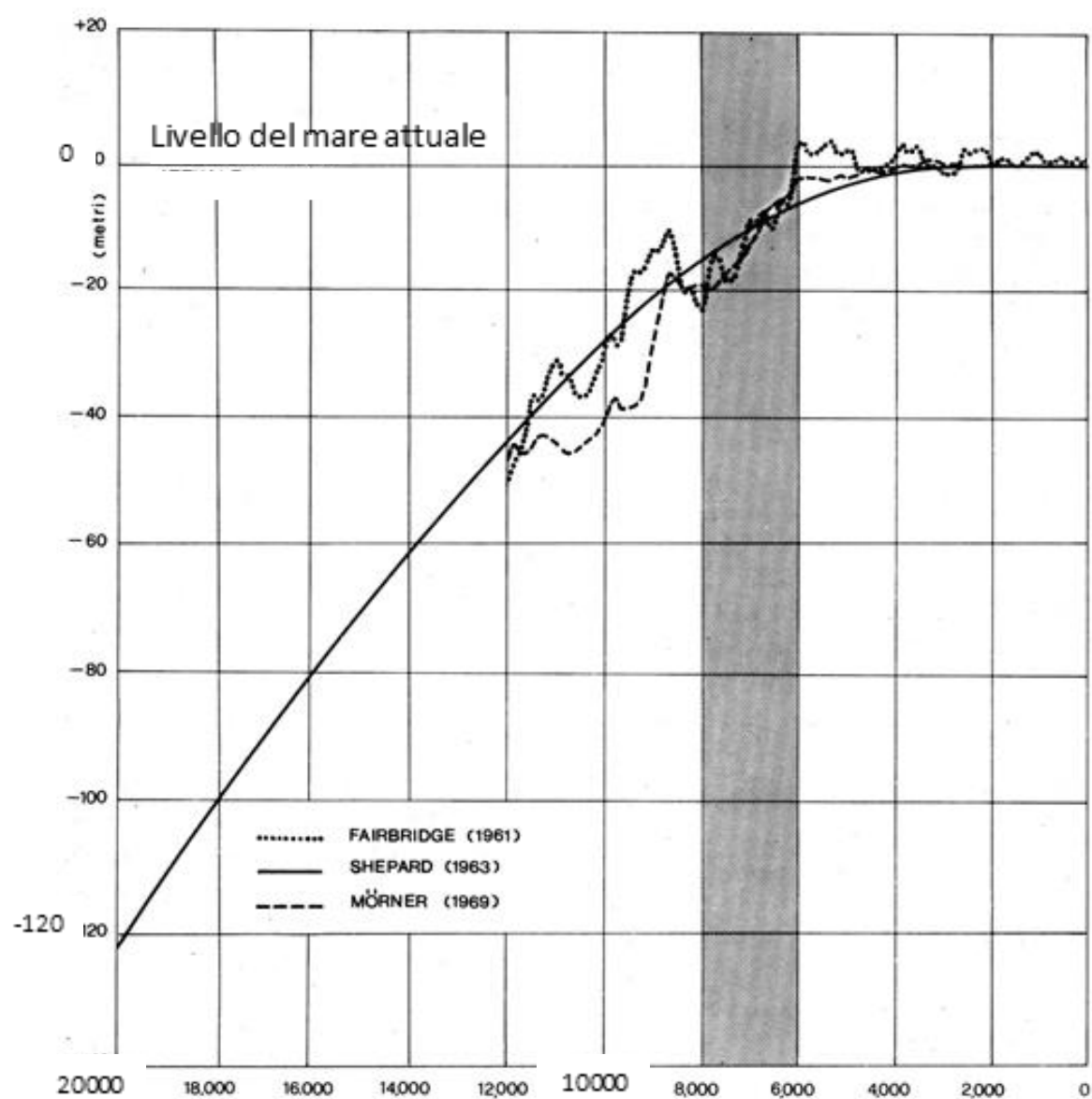
Le antiche alluvioni del Po, avvenute circa nel 204 a.C., 180 a.C., 44 a.C. (*Tito Livio*), quella catastrofica del 589 d.C. a Brescello ed analoghi processi in epoche successive, hanno generato pronunciate modificazioni dell'assetto paleo geografico degli affluenti appenninici ed alpini.

I tratti residuali dei principali antichi alvei nell'area tra Bagnolo in Piano e Carpi, che costituivano le linee di transito padane, sia di acqua che di terra con i loro rilevati arginali, che attraversavano vaste aree paludose, sono attribuibili ai torrenti Crostolo, Rodano e Tresinaro. Il primo di questi ultimi, nel periodo IV°– I° a.C. e/o antecedentemente, in base all'età dei siti di ritrovamento d'età romana (*Gabriele Fabbri*) passava ad est di Reggio Emilia e proseguiva verso nord – nordest, transitando nella zona di Budrio – Cognento – Campagnola Emilia e successivamente, deviando verso oriente, si orientava in direzione Fabbri – Rolo – Novi MO, confluendo unitamente al F. Secchia al F. Po nei pressi di Bondeno di Ferrara. Tale percorso dopo il processo esondante che ha generato il cono di rotta alluvionale di Villa San Prospero, ha assunto direzione nord est transitando nel centro storico di Correggio e di seguito dirigendosi verso Rio Saliceto.

Il T. Tresinaro, precedentemente alla deviazione del XIV sec. che lo immise al Secchia presso Rubiera, dal tratto corrispondente al Tresinaro Vecchio (*Carta del Ducato di Modena, G. Carandini, 1.821–1.828*) proseguiva in direzione di Castellazzo e si estendeva da Gazzata a ovest capoluogo S. Martino in Rio – Traglio e successivamente si allungava in direzione nord est assecondando dapprima il tracciato del Cavo Tresinaro e poi dopo via Vecchia Carpi fletteva ad oriente transitando tra Budrione e Fossoli.

Sull'evoluzione idrografica naturale ha esercitato una sensibile influenza l'uomo, come evidenziano sia i tratti di centuriazione che l'analisi di alcune carte storiche del 1.600 – 1.700 che visualizzano antichi tratti fluviali che denunciano opere di rettifica e regimazione antropica.

Gli agenti descritti hanno formato una topografia blandamente ondulata in senso ovest – est con quote medie del piano campagna naturale comprese tra 42 e 36 m slm nelle zone meridionali, (sud di via Lemizzone) tra 36 e 30 m slm nelle aree centrali, tra 30 e 24/25 m slm. nelle fasce settentrionali.

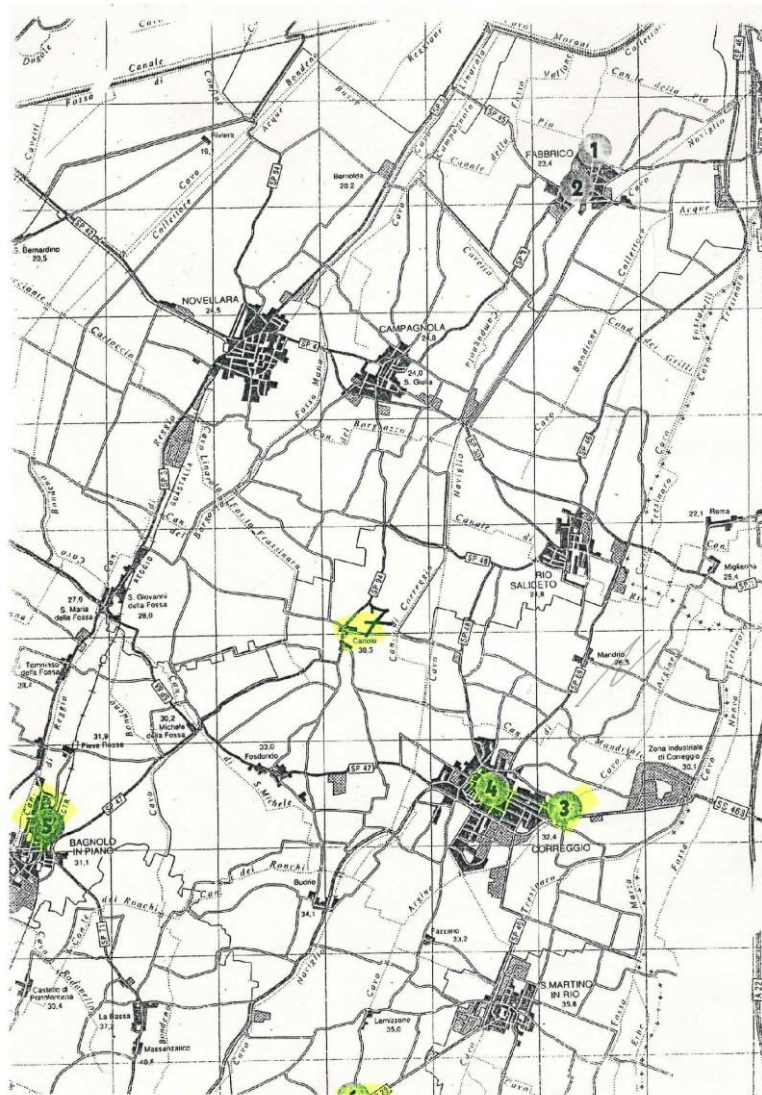


## SITI RITROVAMENTI ARCHEOLOGICI

*Museo Civico di Correggio – Dr. Gabriele Fabbri*

*Siti di ritrovamento dell'Età del Bronzo e del Ferro*

1. Tombe di età Etrusca – Fabbri
2. Ascia e pietre levigate – Fabbri
3. Sepolcreto VII-VI sec a.C. – Madonna Quattro Vie, Correggio
4. Resti di palafitta (?) – centro urbano, Correggio
5. Deposito dell'età del bronzo – sito indeterminato, Bagnolo in Piano
6. Affioramenti dell'età del Bronzo – Chiesa – Cimitero, località Prato
7. Ritrovamenti etruschi VI sec a.C. – Motte, località Canolo



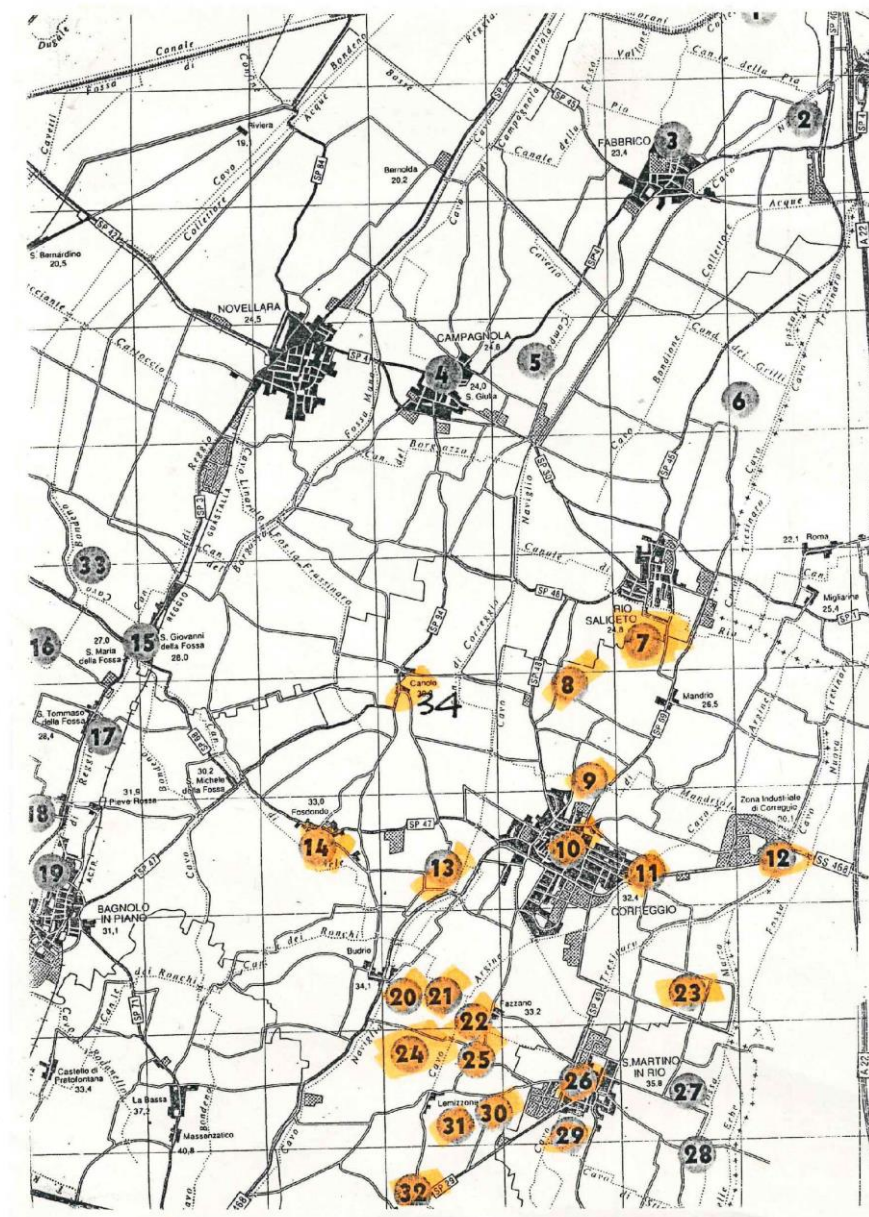
*Siti di ritrovamento di età Romana I°- IV° sec a.C.*

1. Resti di edifici – Valle Uriolo, Fabbrico
2. Tombe con monete costantiniane – Bedollo, Fabbrico
3. Materiali indifferenziati – sito indeterminato, Fabbrico
4. Materiali indifferenziati – sito indeterminato, Campagnola Emilia
5. Manubriati e materiali fittili – Catellazzo, Campagnola Emilia
6. Cocciopesto e pavimento a mosaico – Cà de Frati, Rio Saliceto
7. Sepolcro, leone funerario, epigrafe – sito indeterminato, Rio Saliceto
8. Villa rustica romana – Il Casino, Mandrio
9. Ara e lapide – Casino Gilocchi, Mandriolo
10. Area Urbana Correggio
11. Tombe – Madonna Quattro Vie, Correggio
12. Ritrovamenti indifferenziati – Correggio
14. Cippo – Chiesa di Fosdondo, Correggio
15. Manufatti e monete imperiali – S. Giovanni della Fossa
16. Epigrafe – Casaletto, S. Tommaso della Fossa
17. Laterizi – S. Tommaso della Fossa
18. Pavimento – Ponte Frombole, Bagnolo in Piano
19. Pavimento a mosaico – Santa Maria Mustiola, Bagnolo in Piano
20. Tombe – Podere S. Martino, Budrio
21. Fornace – Gavellotta, Fazzano
22. Materiali fittili e monete – Chiesa Fazzano
23. Villa rustica (?) – Geminiola, Correggio



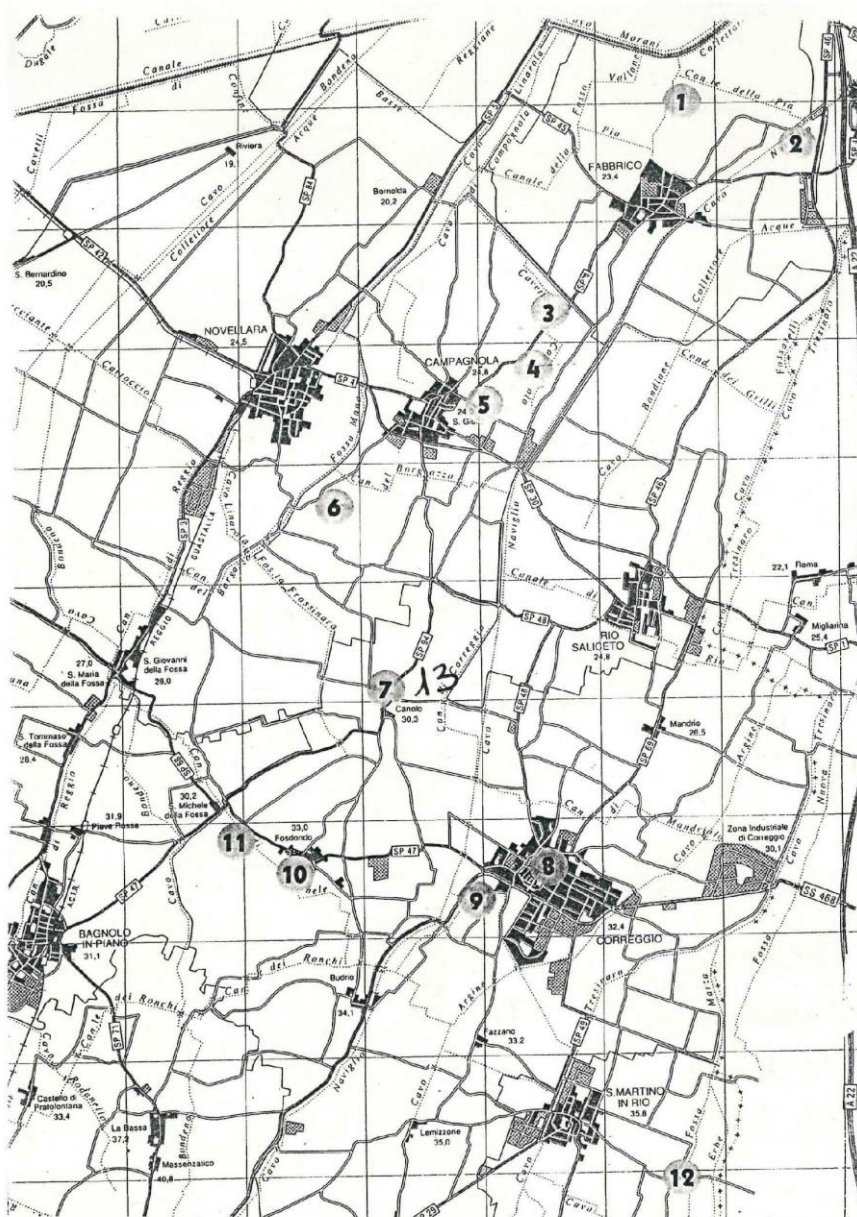
*Siti di ritrovamento di età Romana I<sup>o</sup> sec a.C./IV<sup>o</sup> sec d.C.*

13. Fornace, laterizi e villa romana I<sup>o</sup>/II<sup>o</sup> aC – IV sec d.C. – Cava Lanterna S. Prospero, Correggio
24. Pavimentazione, sottofondi in ciottoli, monete di Filippo l'Arabo – Oasi di via Imbreto, Correggio
25. Materiali fittili e monete – Fazzano
26. Ritrovamenti indifferenziati – Area comunale, S. Martino in Rio
27. Laterizi e monete – Marzano, Trignano
28. Tombe – Colombarolo, S. Martino in Rio
29. Tomba – Periferia S. Martino in Rio
30. Frammenti fittili – Casa Tirelli, Lemizzone
31. Tombe – Lemizzone
32. Affioramenti di materiali fittili – Prato
33. Teste di statue – Novellara
34. Motte – Canolo



*Siti di ritrovamento di età Medioevale*

1. Frammenti ceramici e fittili – S. Genesio, Fabbrico
2. Tombe longobarde – Starda per Rolo, Bedollo, Fabbrico
3. Edificio a pianta quadrata – C. Gorisi, Campagnola Emilia
4. Frammenti ceramici e fossati – Case S. Pietro, Campagnola Emilia
5. Fornace – Castellazzo, Campagnola Emilia
6. Fornace e ceramica graffita – Abbazia, Campagnola Emilia
7. Frammenti ceramici, fittili e metallici, monete X° – XIII° sec – Motte, Canolo
8. Reperti – Area urbana, Correggio
9. Fornace – Conventino, Correggio
10. Frammenti ceramici medioevali e rinascimentali – Chiesa di Fosdondo
11. Frammenti fittili e lapidei – Fosdondo
12. Tombe barbariche (?) – Colombarolo, S. Martino in Rio
13. Reperti longobardi – Motte, Canolo
14. Reperti medioevale romano XI° – XII° d.C. – Chiesa Prato





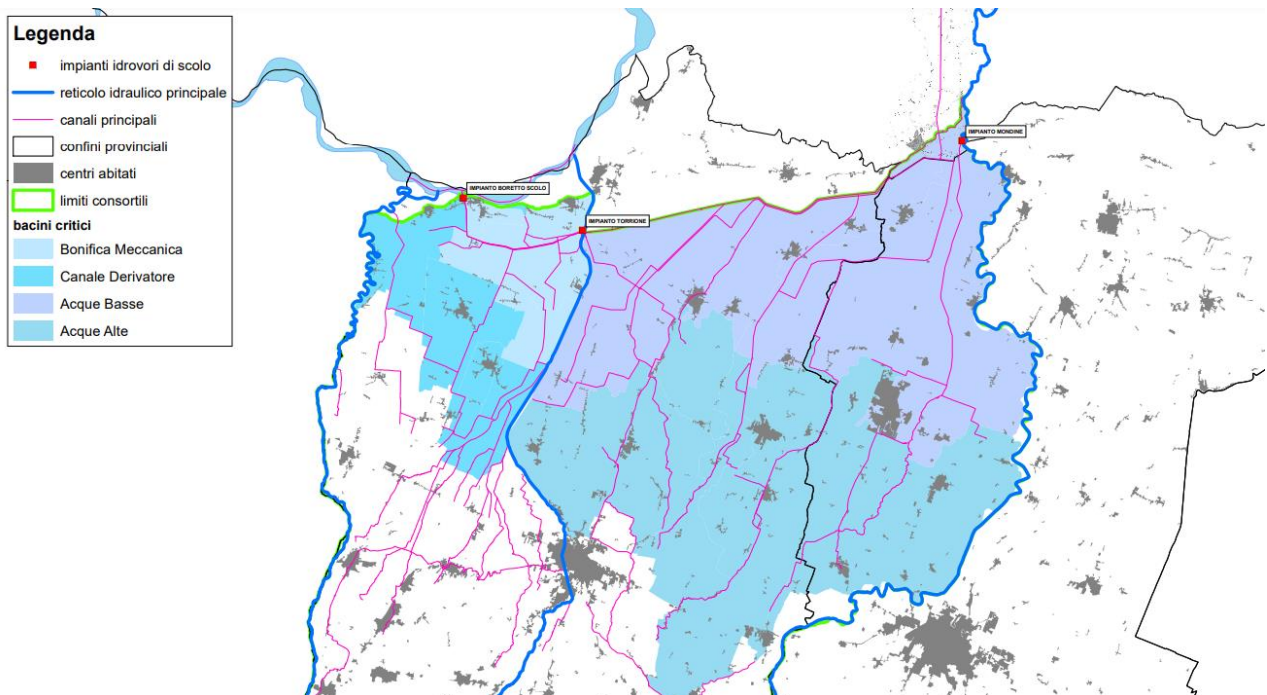
### 3.6 IDROGEOLOGIA

#### 3.6.1 *Idrografia di superficie*

La rete idrica superficiale è costituita dai cavi e canali acque alte del *Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale* (Tav. QC A4.05) appartenenti al bacino idrografico del F. Secchia che a sua volta fa parte di quello del Po.

Il reticolo idrografico consegue, oltre alla naturale evoluzione del Po e dei Fiumi Secchia, Enza, da una serie di successive modificazioni antropiche del sistema scolante iniziate dagli Etruschi e continuate, con fasi alterne, dai Romani, dai Benedettini, dai Ducati e Principati 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 orientati prevalentemente in senso sud ovest – nord est e secondariamente in direzione ovest sudovest – est nordest che nel correggese appartengono al bacino di scolo delle acque alte.



I deflussi idrici delle acque di superficie, per la parte che non si infila nel sottosuolo, avvengono tramite un sistema di scoli e fossi minori tributari dei cavi: Bondeno, Dugale dei Principi – Fossa Mana, Cavo Linarola per il settore occidentale, del Cavo Naviglio per la fascia centrale, del Cavo Tresinaro per la zona orientale.

Gli assi idrici più significativi adduttori del sopradetto asse principale Cavo Bondeno nella zona occidentale centrale sono rappresentati dal Cavo Bondianello, Scolo Rabbioso, Dugale e Fossetta di Fosdondo; nell'area nord occidentale: cavo principale Dugale dei Principi, i tributari più significativi sono Fossetta di Frassinara, Fossa di Cognento, Dugale di Cognento, Fossetta Nasciuti Alta e più a nord la Fossa Mana e il Cavo Linarola; nel settore centrale: asse principale Cavo Naviglio, i cavi adduttori più significativi sono Cavo

Fiumicello, Cavo Arginello di Prato, Fossetta Imbreto, Fossetta dei Ronchi, Allacciante Tarozzo, Fossetta di Canolo, Scolo Lupi, Scolo Caprì; analoga funzione svolge l'asse principale Cavo di Rio nella zona centro settentrionale al quale affluiscono lo Scolo di Mandrio, il Cavo Naviglietto, lo Scolo Cambetta; nel settore orientale: asse principale Cavo Tresinaro, gli scoli più significativi sono Cavo Argine al quale affluiscono la Fossetta di Lemizzone, la Fossetta di Fazzano, lo Scolo Botte e nella parte nord est sono la Fossetta Prima e la Fossetta Seconda.

I principali assi scolanti del settore occidentale: Cavo Bondeno, Dugale Dei Principi-Cavo Linarola affluiscono al Cavo Parmigiana Moglia, al quale convogliano le acque anche gli assi principali centrali ed orientali: Cavo Naviglio e Cavo Tresinaro – Cavo Fossa Raso.

Il Cavo Parmigiana Moglia trasmette il carico idrico al F. Secchia, affluente del Po, mediante l'Impianto Idroforo Mondine in località Bondanello.

Per alcuni degli assi drenanti della rete idrica sopracitati, si riscontra che in parte insistono su porzioni di antichi percorsi fluviali naturali.

In tali casi necessita un attento controllo sulla qualità delle acque immesse in detti tratti della rete idrica poiché l'interscambio con la falda freatica in tali fasce del territorio è particolarmente attivo.

Per quanto riguarda gli assi idrici superficiali nell' area in oggetto risultano rientrare *nell'elenco delle acque pubbliche* ai sensi del T.U. N° 1775 del 11/12/33 i seguenti cavi:

- Cavo Parmigiana Moglia
- Cavo Bondeno
- Cavo Naviglio
- Cavo Tresinaro
- Fossa Marza
- Fosso Raso
- Canale di Migliarina
- Torrente Tassarola
- Naviglietto
- Naviglietto di Rolo
- Scolo di Rio Saliceto

Dal punto di vista del funzionamento della rete idrica superficiale si riscontra una moderata efficienza per le esigenze odierne.

I parametri di calcolo utilizzati, tra il 1920 ed il 1926, per il progetto delle dimensioni e sezioni dei cavi e canali 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 – 1996, che il sistema di scolo superficiale richiede un adeguamento alle necessità di oggi in relazione ai mutati coefficienti idrometrici e tempi di corrivazione.

Oltre a ciò l'analisi del micro rilievo ha evidenziato la presenza di tratti degli assi idrici di superficie con sezione della testa di vaso di valle più elevata della sezione di testa d'invaso di monte che palesano zone ad elevata possibilità di esondazione.

In relazione a quanto esposto risulta evidente che necessita porre particolare attenzione alle previsioni progettuali delle aree di nuovo insediamento residenziale, produttivo e di completamento per quanto riguarda gli scarichi in acque di superficie e potenziale pericolosità di esondazione.

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

#### 3.6.1.1 Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni P.G.R.A.

Il Reticolo Idrografico Naturale Principale e Secondario RP\_RSCM Tav. 210 NO – Correggio (2019), aggiornamento 2021, classifica il territorio di Correggio come zona non soggetta a pericolosità di alluvioni, area esterna alla Fascia C del PAI.

L'elaborato Reticolo Secondario di Pianura RSP Tav. 210 NO – Correggio (2019), aggiornamento 2021, classifica la prevalente parte del territorio comunale di Correggio a scenario di pericolosità M-P2: Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità.

In dette aree (P2) sono da applicare misure indirizzate al principio dell'invarianza idraulica finalizzate alla salvaguardia della capacità ricettiva del sistema idrico e che contribuiscono alla difesa idraulica del territorio.

Sono inoltre individuate aree a scenario di pericolosità H-P3: alluvioni frequenti con tempi di ritorno tra 20 e 50 anni – elevata probabilità, a sud ovest del capoluogo al confine con San Martino in Rio, in corrispondenza di Mandrio, a nord ovest di Canolo.

La calasse H-P3 compete anche ai tratti di rete idrica superficiale con sezione della testa d'alveo non adeguata – sezione testa d'alveo di valle più elevata del profilo testa d'alveo di monte.

Dette aree sono fedelmente riportate nelle tavole QC A4.05: Reticolo Idrografico e QC A4.23 Carta delle Criticità.

In tali aree sono da applicare:

- misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
- misure volte al rispetto dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.
- misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture, par. a cap. 5.2 P.G.R.A.

#### 3.6.1.2 Rischio idraulico

L'analisi relativa agli eventi di esondazione o allagamento in occasione di piogge critiche è stata attuata in base ai dati pubblicati del *Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale* ed ai censimenti di tali fenomeni effettuati dal medesimo integrati da rilevazioni dirette effettuate dal 1986 al 1999, dall'analisi del micro rilievo ottenuto dall'elaborazione del DTM RER maglia 5x5 con isoipse ad equidistanza di 0,25 m ed in riferimento agli elaborati cartografici del P.G.R.A.

In relazione agli eventi di allagamento nella tavola delle Criticità (geologico – sismiche–idrauliche) (Tav. QC.A4.23) si sono adottate diverse simbologie distinguendo le aree esondate da quelle allagate in occasione di piogge critiche e/o con difficoltoso drenaggio.

Per quanto riguarda i valori di queste ultime si sono assunti quelli con intensità maggiore di 40 mm/ora.

Le differenti visualizzazioni grafiche derivano dai diversi effetti che conseguono a detti fenomeni. Infatti tracimazioni ed esondazioni da cavi e canali possono indurre spessori della lama d'acqua superiori a  $0,5 \div 0,6/1,0$  m; allagamenti per piogge critiche determinano generalmente altezze del battente idrico inferiori a  $0,2 \div 0,3$  m. Ne consegue che limitate sopraelevazioni di  $0,4 \div 0,6$  m rispetto al piano campagna esistente ed un adeguato sistema fognario per le acque bianche, determinano 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 o opere di protezione idraulica.

Nell'ambito di tali problematiche è inoltre opportuno l'utilizzo di tecniche ed accorgimenti rivolti a limitare gli incrementi di carico idrico sulla rete di scolo superficiale conseguenti all'aumento della superficie impermeabilizzata nelle aree di nuovo insediamento.

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

- Nelle aree di nuovo insediamento in zone di difficoltoso drenaggio, dovrà essere prevista una sopraelevazione corrispondente alle quote delle strade adiacenti ai siti di intervento o come minimo di 0,5 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 può determinare il formarsi di battenti idrici con altezza superiore a  $0,3/0,4$  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 solidi, liquidi e liquami inquinanti. Qualora risultassero in essere dette tipologie di opere è opportuno prevedere la loro messa in sicurezza mediante interventi di presidio ambientale quali protezioni dei siti di stoccaggio, contro arginature, sopraelevazione dei corpi arginali, ecc.
- L'eventuale realizzazione di piani interrati o seminterrati deve essere dotata di sistemi di autoprotezione quali ad esempio pareti perimetrali e solaio di base a tenuta d'acqua, le rampe di accesso agli interrati e le aperture siano provvisti di idonee protezioni tecnico costruttive per evitare/limitare allagamenti, sistemi di sollevamento delle acque, ecc...
- Per evitare incrementi di carico idraulico negli assi idrici di scolo superficiale, conseguenti all'aumento di aree impermeabilizzate nei siti 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 ai collettori di trasmissione



ad impianti di trattamento acque reflue (primi 5 mm) e alla rete idrica superficiale per le precipitazioni successive.

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 della rete idrica superficiale l'esame del micro rilievo unitamente agli interventi di presidio messi in opera in occasione di periodi ad elevata piovosità dall'*Associazione Volontaria Per La Protezione Civile Icaro*, Correggio, censimenti dei siti segnalati da sig. *Paolo Lugli*, ha evidenziato che alcuni tratti degli assi idrici superficiali presentano condizioni di criticità.

Dette situazioni sono generalmente correlate a sezioni della testa di invaso di valle che ha quote superiori rispetto alla sezione dalla testa di invaso di monte ed a settori nei quali manufatti determinano restringimenti della sezione di deflusso generando rigurgiti.

La realizzazione delle casse di espansione Lanterna: *Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale* e di quelle del Cavo Argine: Parco Articolo 1, via Pio La Torre/Cimitero Capoluogo, via della Libertà Zona Villaggio Industriale ovest: *Amministrazione Comunale di Correggio*, hanno mitigato – messo in sicurezza le aree sottese da dette opere.

La Cassa di espansione Lanterna per il Cavo Naviglio ha determinato condizioni di salvaguardia da esondazioni del territorio a nord di via Fosdondo con l'eccezione dei tratti di detto cavo a sud di Ponte Marina nei quali la sezione di testa di invaso di valle è maggiore di quella di monte; le casse di espansione del Cavo Argine hanno messo in sicurezza i territori ai lati di tale asse idrico nelle aree a sud e sud ovest del capoluogo, Zona Villaggio industriale.

In riferimento a quanto esposto si osserva che le manutenzioni e verifiche di adeguata efficienza, effettuati dal competente *Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale*, in funzione degli andamenti meteorologici degli ultimi 10/20 anni, delle sezioni di invaso e dei rilevati arginali, è opportuno siano continuate ed implementate e, previa rilevazione plano altimetrica, siano previsti adeguamenti delle sezioni di testa invaso nelle zone nelle quali le sezioni di valle sono maggiori di quelle di monte.

### **3.6.2 Ambiente Idrico Sotterraneo**

L'analisi sulle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, in funzione delle condizioni di pericolosità che possono insorgere per le 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, sono stati attuati mediante rilevamento diretto nei pozzi e raccolta dati sulle stratigrafie di perforazioni.

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

### **3.6.3 Definizione del sistema idrogeologico**

Il territorio di Correggio 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.

Detto ambito è formato 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 fini (sabbie) deposti dai fiumi appenninici e dal Po.

La base dell'acquifero utilizzabile a scopo idropotabile è formata da orizzonti poco permeabili o impermeabili, saturati da acque salmastre e/o salate che, in corrispondenza della Dorsale Ferrarese tendono a risalire in modo più o meno rapido, passando da -450 ÷ -350 m dal piano campagna, nei territori di S. Martino in Rio – Correggio – Rio Saliceto, a -26 ÷ -50 m p.c. nell'area di Novi di Modena.

#### **3.6.3.1 Interfaccia Acque Dolci - Acque Salate**

Per quanto riguarda la base delle acque dolci, i dati *AGIP*, *SPI*, *IDROSER*, *RER*, dello studio *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia Romagna* (G. Di Dio; 1988), dello Studio Idrogeologico del Ex Comprensorio Bassa Reggiana ed Ex Comprensorio Carpi – Correggio, indicano che tale interfaccia si localizza nel sottosuolo dell'area in oggetto a profondità mediamente comprese tra -300 e -500 metri dal piano campagna.

La zona dove la base delle acque dolci è più profonda nell'area in esame corrisponde al territorio correggese, di S. Martino in Rio e carpigiano, dove generalmente detta base si colloca a -450 ÷ -500 m dal piano campagna e risale a circa -400 m pc procedendo in direzione nord verso Rio Saliceto. Nel sottosuolo di quest'ultimo l'interfaccia acque dolci acque salmastre risale a -360 ÷ 330 m dal piano campagna; successivamente proseguendo in direttrice nord est la base delle acque dolci sale rapidamente verso il piano campagna attestandosi a -200 ÷ -150 m pc nel settore orientale di Rolo per poi posizionarsi a -130 ÷ 80 ÷ 50 m in territorio di Novi di Modena dove in corrispondenza di Cavone si colloca a -25 m pc.

### **3.6.4 Definizione spaziale del Modello Idrogeologico Locale**

La successione idrogeologica presente nel sottosuolo di Correggio, S. Martino in Rio, Rio Saliceto ed in zone limitrofe (Tav. QC A4.02.1/.2), è stata desunta dalle analisi di sezioni geofisiche eseguite da *AGIP-ENI* elaborate da Dr. Fabio Molinari, 2014, dagli inquadramenti territoriali elaborati dal Ex Comprensorio della Bassa Reggiana (AA. VV.) e dal Ex Comprensorio Della Media Pianura Carpi – Correggio (G.P. Mazzetti), ai dati pubblicati da *IDROSER*, a quelli contenuti in *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia Romagna* (R.E.R. – ENI – AGIP).

Tali caratteri e l'assetto geometrico degli acquiferi contraddistinguono l'Unità Idrogeologica della Media Pianura.

#### 3.6.4.1 Serie Idrogeologica Locale

In riferimento alle sopra descritte indagini ed in particolare ai dati acquisiti da AGIP-ENI e RER, la successione sedimentaria (età *Pleistocene inferiore – Olocene*) localmente è suddivisibile in quattro complessi acquiferi. Questi ultimi, in funzione del periodo nel quale si sono sedimentati, evidenziano diversi livelli di influenza dei processi deformativi e variazioni climatiche che hanno coinvolto il bacino padano. Detti eventi hanno generato complessi 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 quindi unità cartografabili che si differenziano sulla verticale semplicemente per il fatto di essere separate tra loro da superfici di discontinuità che passano verso il depocentro alle rispettive superfici di continuità.

##### Complesso Acquifero A0 (Unità Stratigrafica AES8a/8)

è correlabile a deposizioni prevalentemente di ambiente continentale di età olocenica (10.000 – 12.000 anni b.p. / attuale). Non evidenzia generalmente pronunciate influenze dei processi deformativi di origine tettonica che hanno interessato il bacino padano ma altresì si riscontrano effetti correlabili principalmente a variazioni climatiche ed in subordine a subsidenza. Lo spessore dell'unità in oggetto nel territorio di Correggio oscilla mediamente tra 18/20 m, localmente 22/24 m, ed assume le potenze relative inferiori: 16/18 m, nelle zone settentrionali orientali e settentrionali al confine con Rio Saliceto; detta litozona evidenzia potenze tendenzialmente maggiori nelle zone centro occidentali e meridionali occidentali dove si rinviene generalmente sino a -22 ÷ -24 m dal piano campagna.

In tale unità gli orizzonti acquiferi che costituiscono la falda freatica hanno geometria prevalentemente nastriforme e spiccatamente lenticolare e denotano pronunciate variazioni laterali nelle componenti granulometriche con arricchimenti nelle frazioni sabbiose nelle zone centrali delle fasce di paleoalveo; queste ultime sono generalmente più rappresentate nel settore centrale del territorio comunale esteso in senso sud nord da Prato a Correggio capoluogo – Canolo – S. Lodovico; in detta zona, oltre ai litotipi sopra indicati, sono presenti successioni prevalentemente limose – limoso argilloso sabbiose. Nei settori occidentali centrali, meridionali occidentali e orientali centro settentrionali si riscontrano pronunciati incrementi nelle percentuali delle frazioni argilloso limose – limoso argillose – limose.

Queste ultime costituiscono aree o fasce che limitano sensibilmente le velocità della circolazione idrica sotterranea orizzontale.

Negli areali nei quali è prevalente la presenza nei primi 4 ÷ 5 m del sottosuolo di litotipi argillosi (Budrio/sud di Fosdondo–Cavo Tresinaro/Trignano/Spampanina – nord Villaggio Industriale) sono frequenti condizioni di falda acquifera localmente confinata; tale caratteristica a scala territoriale è discontinua e pertanto l'acquifero freatico è a zone 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 costituiscono fasce allungate in direzione sud ovest – nord est e si riscontrano nei settori occidentali settentrionali (Fosdondo – Canolo), nelle aree centrali (Budrio – Capoluogo – San Martino Piccolo – Mandrio), nelle zone centro meridionali (Prato – Fazzano – S. Bartolomeo), nei settori orientali: fascia asseccante il Cavo Tresinaro.

In tali zone i corpi sabbiosi si rilevano in genere a profondità tra -2 e -5/6 m pc; gli spessori maggiori di dette litozone sabbiose: -8/-10/-12 m, sono raggiunti a sud di Prato, tra Casino Salvioli ed intersezione Cavo Tresinaro / SP. 468 Correggio, nella Zona Industriale ovest.

#### Complesso Acquifero A1 (Unità Stratigrafica AES7a-b)

è correlabile a deposizioni avvenute tra 10 –12.000 e 125.000 anni b.p. denota l'assenza di influenze di deformazioni correlabili a processi tettonici che hanno coinvolto il bacino padano e presenza di modificazioni molto blande alla base, nelle zone orientali e centrosettentrionali del territorio correghese, connesse a subsidenza differenziata per auto consolidazione.

Tale unità presenta spessori generalmente compresi tra 45/50 e 60/65 m, con potenze relative minori nelle zone settentrionali – settentrionali orientali, corrispondenti in media a 50 m. Gli spessori più rilevanti si riscontrano nelle fasce occidentali e meridionali: 60/65 m; si rinviene generalmente sino a -70 / 80 m dal piano campagna nelle zone centrali e sino a -80/-90 m pc nei settori meridionali occidentali.

Gli orizzonti acquiferi a maggior grado di continuità laterale relativa in tale unità, sono rilevabili a profondità tra -35/ -45 m pc e -55/-65 m p.c.

#### Complesso Acquifero A2 (Unità Stratigrafica AES6)

è correlabile a deposizioni avvenute tra 125.000 e 200/210.000 anni b.p. localmente denota in pratica l'assenza di influenza di deformazioni correlabili a processi tettonici che hanno coinvolto in bacino padano ed evidenzia moderate deformazioni alla base dell'unità nelle zone occidentali (San Michele) per subsidenza differenziata correlata ai minori spessori dei depositi post pliocenici. Tale insieme presenta potenze generalmente comprese tra 50 e 60 m con spessori relativi maggiori delle unità sabbiose nei settori occidentali; si rinviene generalmente sino a -110 ÷ - 130 m dal piano campagna.

Le litozone che costituiscono gli orizzonti acquiferi a maggior grado di continuità laterale in tale unità, sono riscontrabili a profondità tra -80/90 e -100/-110 m pc e tendono ad essere meno profondi nelle zone occidentali dove si rinvencono tra -70/-80 m pc e -90/-100 m pc e si assottigliano in direzione sud ed est.

#### Complesso Acquifero A3 (unità Stratigrafica AES5)

è correlabile a deposizioni avvenute 200/210.000 e 300/310.000 anni b.p. denota influenze di deformazioni attribuibili a processi di subsidenza differenziale per auto consolidazione nei settori meridionali, occidentali e nord occidentali; nelle zone nord orientali si riscontrano assetti deformativi collegati ed a processi tettonici.

Tale complesso presenta spessori generalmente compresi tra 30 e 40 m con potenze relative minori in direzione nord est e risulta discontinuo nelle zone ad oriente del territorio

di Correggio – Rio Saliceto nel settore nord ovest del carpigiano; si rinviene generalmente sino a -140 ÷ -160 m da piano campagna nelle aree meridionali e sino a -130/-150 m pc nelle zone settentrionali orientali.

Le litozone che costituiscono gli orizzonti acquiferi a maggior grado di continuità laterale si rilevano a profondità tra -120 e -130 m pc.

La discontinuità orizzontale del complesso A3, rinvenibile nel territorio di Carpi ad oriente dei confini comunali est di Correggio e Rio Saliceto, è correlabile a processi di faglia.

#### Complesso Acquifero A4 (Unità Stratigrafica AES4)

##### parte basale del Sintema Alluvionale Superiore

evidenzia influenze di deformazioni sia per subsidenza differenziale che collegate a processi tettonici del bacino padano tra 250.000 e 400.000 ÷ 450.000 anni b.p.; le geometrie deposizionali dei corpi sabbioso ghiaiosi evidenziano effetti connessi a variazioni eustatiche e climatiche; le deformazioni alla base dell'unità nelle zone a ad occidente e meridione conseguono a subsidenza per auto consolidazione differenziata; nell'area ad est – nord est dei territori di Correggio e Rio Saliceto si osservano deformazioni più accentuate correlate sia alle geometrie del bacino di deposizione che hanno determinato minori effetti subsidenti; a detti assetti si associano discontinuità laterali nel complesso A4 correlate a processi tettonici indicati dalla irregolarità/interruzione delle unità sabbiose, attribuibili ad una faglia con rigetto di 40/50 m.

Tale insieme presenta spessori generalmente compresi tra 40 e 50 m con potenze che incrementano in direzione meridionale ed occidentale; si riscontra sino alle profondità di -200/-220 m pc nelle zone meridionali e -180/-200 m p.c. nelle aree settentrionali orientali; nel territorio ad oriente di Correggio – Rio Saliceto: settore nord occidentale del carpigiano, ad est della faglia le profondità corrispondono a -120/-150 m pc.

Le litozone che formano gli orizzonti acquiferi a maggior grado di continuità laterale relativo sono presenti prevalentemente a profondità tra -150/-160 e -180/-200 m pc ed hanno spessore di 4 ÷ 8 m.

#### Gruppo Acquifero B (Sintema Alluvionale Inferiore – Unità Stratigrafica AEI)

evidenzia sia alla base che al tetto significative influenze degli effetti tettonici che hanno coinvolto il bacino padano da 400.000 a 650.000 anni b.p.; la distinzione rispetto all'unità superiore è correlata essenzialmente a caratteristiche di ambiente deposizionale.

Nel territorio di Correggio presenta mediamente spessori di 90/110 m e tende ad assottigliarsi a 80/90 m nelle zone settentrionali in prossimità del confine con Rio Saliceto; è individuabile sino a -280/-300/-350 m pc nelle zone meridionali ed occidentali e si riscontra sino a -270/-300 m pc nei settori nord orientali; ad est nel carpigiano si rileva a -200/-220 m pc.

Procedendo in direzione sud ovest rispetto al territorio di Correggio si approfondisce a -320/-380 m pc e gli spessori incrementano a 120/160 m.

Gli orizzonti permeabili più significativi sono presenti al tetto dell'unità, dove costituiscono il livello di transizione con spessore di 5÷10 m, al soprastante sintema (AES);

sono inoltre presenti altri significativi orizzonti permeabili nella parte medio alta – media del complesso: -320/-330 m pc, -360/-380 m pc.

Nelle zone ad est del territorio di Correggio – Rio Saliceto si osservano discontinuità orizzontali dei corpi sabbiosi di tale complesso correlabili ad una faglia con rigetto di 40/60 m ed il tetto dell'unità e si rinviene a -220/-230 ÷ -260 m pc.

#### 3.6.4.2 Conducibilità idraulica degli acquiferi

I livelli idrogeologici individuati formano orizzonti tra loro separati da potenti bancate sostanzialmente impermeabili. Detti acquiferi, nelle zone a settentrione dei territori di Correggio – Rio Saliceto, tendono a convergere in direzione nord ed a fondersi con le spesse sequenze sabbiose del Po e contestualmente in tale area si osserva che i livelli sabbiosi sono tendenzialmente inclinati in senso meridionale.

Procedendo in direzione sud gli acquiferi tendono ad assottigliarsi e ad arricchirsi in granulometrie fini sino circa all'Autostrada del Sole – via Emilia, successivamente a queste ultime, procedendo in direzione meridionale, si arricchiscono in componenti ghiaiose, aumentano di spessore e si fondono con le unità idrogeologiche delle conoidi alluvionali.

I valori di trasmissività medi del territorio, pubblicati da *IDROSER*, equivalgono a:

- $T = 3,5 \cdot 10^{-4} / 1,5 \cdot 10^{-3}$  mq/s (Campagnola Emilia)
- $T = 1.19 \cdot 10^{-4} / 3.18 \cdot 10^{-4}$  mq/s (Bagnolo in Piano)
- $T = 1 / 1,2 \cdot 10^{-2} \div 3 / 5 \cdot 10^{-3}$  mq/sec (Bassa Modenese)

Considerando una porosità efficace del 25% ed un gradiente idraulico

$$i = 10^{-3} \div 10^{-4} \text{ (Idroser)}$$

si ottiene una velocità di deflusso idrico sotterraneo corrispondente a:

$$V = 0.1 \div 0.02 \text{ m/g}$$

Ne consegue che per gli acquiferi dell'unità della media pianura che formano i primi 80/100/200 m del sottosuolo, sussistono velocità di ricarica estremamente lenta.

I caratteri idrochimici pubblicati dall'Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia indicano che le acque nel sottosuolo del territorio in esame sarebbero alimentate prevalentemente da acque di origine appenninica.

Le analisi isotopiche delle acque sotterranee della pianura padana emiliana (G. Martinelli, et Alti, 2014) indicano che una consistente parte della risorsa idrica degli acquiferi confinanti presenti nel sottosuolo è stata immagazzinata in periodi precedenti ad 8000 anni b.p.

### **3.7 Identificazione dinamica del sistema idrogeologico locale**

L'individuazione delle linee generali dell'assetto dei deflussi idrici delle acque sotterranee del primo acquifero o falda freatica, è stata eseguita in base alle campagne di



misurazione del livello d'equilibrio nei pozzi accessibili presenti nell'area comunale effettuate nel contesto delle analisi di QC. PSC nel gennaio – febbraio 2008 (*Centrogeo*).

La fase temporale delle rilevazioni in rapporto alla piovosità verificatasi al periodo delle misure, corrisponde ad una condizione di medio massimo di ricarica dell'acquifero freatico.

I dati relativi ai livelli di equilibrio dell'acqua nel sottosuolo sono stati elaborati in carte delle isopieze e soggiacenza della falda freatica.

La determinazione delle quote del piano campagna nei punti di misura del livello idrico si è effettuata in base ai punti quotati, riportati sugli elementi C.T.R. Emilia Romagna in scala 1:5.000, integrata da livellazioni dal mezzo mediante autolivello mod. *GAL 24*.

### **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.

Questo elaborato, evidenzia la geometria dei deflussi idrici sotterranei e fornisce utili parametri per la redazione di altre elaborazioni cartografiche.

La carta delle isopieze visualizza:

- ◆ Le quote in m s.l.m. delle curve di livello dell'acqua nel sottosuolo
- ◆ Le modalità e direzioni di diffusione dei fluidi nel sottosuolo
- ◆ L'efficacia o la carenza dei sistemi di drenaggio o di irrigazione dal confronto con il reticolo idrografico superficiale
- ◆ Profondità dei terreni saturati da falda idrica per la stima della pericolosità di liquefazione

Oltre a ciò l'elaborato in oggetto consente di definire le velocità di deflusso idrico sotterraneo, in funzione dei valori di permeabilità e di porosità efficace dei terreni.

#### **3.7.1 Isopieze dell'acquifero**

L'assetto piezometrico generale (Tav. QC A4.06) identifica una conformazione prevalentemente a falda conica divergente, con direttrici di moto dei deflussi idrici sotterranei territorialmente orientati in verso sud ovest – nord est; detto assetto evidenzia che i flussi idrici nel sottosuolo si sviluppano principalmente secondo i corpi sabbiosi di paleoalveo sia superficiali che sepolti. Questi ultimi denotano condizioni di ricarica con gli afflussi sotterranei e superficiali provenienti dalle zone a sud dell'Autosole – via Emilia e con le acque circolanti nella rete idrica superficiale.

La conformazione della superficie piezometrica si articola in alti e bassi strutturali, correlati sia alla variazione in spessore degli orizzonti permeabili che alla geometria dell'acquifero di base.

Le fasce di alto corrispondono a zone di alimentazione idrica mentre le zone di basso sono correlate o a depressioni dell'acquifero di base o a locali intensi emungimenti idrici dai pozzi.

Detti ambiti, a geometria nastriforme, suddividono il sottosuolo del territorio comunale in sottobacini idrogeologici.

Le fasce di ricarica principale, o spartiacque idrogeologico sotterraneo, si estendono prevalentemente in direzione sud ovest – nord est, ed in subordine nel settore occidentale del territorio in esame si orientano in verso nord – nordovest.

Le principali fasce di alimentazione idrica sotterranea sono estese secondo gli allineamenti Case Matte – Fosdondo – Canolo – Casino Cesis ad ovest; nella zona centrale la fascia di ricarica primaria si sviluppa sub parallelamente alla SP. 468 – Cavo Naviglio circa da incrocio di detta SP con via F. Bertocchi (Massenzatico) a Budrio e successivamente si dirige verso incrocio via delle Monache/via S. Prospero – via Roma centro storico, superato il quale a

nord dell'incrocio via Astrologo/via I. Barozzi si orienta a settentrione in direzione di Mandrio – Rio Saliceto; nel settore orientale del territorio correghese gli assi di alimentazione assecondano l'andamento della SS. Correggio – S. Martino in Rio da quest'ultimo a S. Biagio e successivamente, flettendo in direttrice nord est, si dirigono alla Zona Industriale di Correggio; nella parte meridionale dell'area comunale sono presenti assi di ricarica orientati a nord ovest circa da Ponte dell'Agrato – Prato a Case Matte, nella zona occidentale settentrionale si riscontra un asse di ravvenamento esteso sub parallelamente alla SP. Correggio – Bagnolo in Piano circa da Fosdondo a S. Michele della Fossa – S. Maria.

Tali fasce di ricarica suddividono il territorio in esame in quattro sottobacini idrogeologici.

Nei settori compresi tra i suddetti assi di spartiacque idrico sotterraneo, le isopieze assumono un assetto concavo con direzioni di deflusso delle acque nel sottosuolo rivolte all'interno delle isolinee, evidenziano ambiti a falda conica convergente che si contraddistinguono con fasce secondo le quali si raccolgono i deflussi idrici sotterranei.

Le principali di queste ultime si estendono in direzione sud ovest nord est nella zona centrale circa da incrocio via Della Pace/via Lemizzone a Espansione sud di Correggio: via Varsavia/via Modena e successivamente, transitando nel sottosuolo della zona est del capoluogo, si dirige verso Bernolda con andamento sub parallelo al Cavo Argine e prosegue poi verso Colombara; nella zona occidentale centrale meridionale si rileva una fascia di raccolta dei deflussi idrici sotterranei orientata a nord ovest circa da Case Matte a Canale dei Ronchi; analogo asse drenante idrico sotterraneo si riscontra nel territorio a nord della SP 47 da Fosdondo a Bonaccina – incrocio viottolo del Medico/via Sradazza – intersezione via Frassinara/Canale Frassinara.

Sono inoltre presenti ulteriori assi di drenaggio idrico sotterraneo secondari tra i quali quelli più significativi si riscontrano ad ovest di Correggio circa da I Due Portoni/San Prospero a intersezione via Carletti – Cavo Naviglio; analoga fascia di drenaggio è presente nella zona centro settentrionale circa da incrocio via Don Borghi/via Canolo a C. Merlina (ponte Dei Lupi) incrocio via Rovertella/via XX Settembre (sud Rio Saliceto capoluogo); nel settore meridionale un equivalente asse di drenaggio minore si rileva circa da incrocio via Nespolo/via Campisio a Casino Del Genovese.

Dal raffronto tra i principali assi idrici sotterranei sopra descritti ed i corpi di paleoalveo e/o canali – cavi della rete idrica superficiale, si riscontra che svolgono funzione alimentante nei confronti dell'acquifero freatico: il Cavo Naviglio e relativo paleoalveo estesi sub parallelamente alla SP. n°468 nel tratto circa da incrocio SP 468r/via F. Bertochi – Budrio – incrocio via Delle Monache/via S. Prospero – via Roma capoluogo e successivamente il tratto di paleoalveo sub parallelo a via per San Martino Piccolo; nella zona orientale svolge funzione alimentante il tratto di paleoalveo allungato sub parallelamente alla SP. San Martino in Rio – Correggio sino a San Biagio e successivamente a quest'ultimo a quello esteso sub parallelamente al Cavo Tresinaro sino a Villaggio Industriale – Ponte Nuovo; analoga caratteristica alimentante evidenzia il paleoalveo Fosdondo – Canolo – Casino Cesis.

In dette fasce territoriali si ha un interscambio molto attivo tra falda freatica e le acque che defluiscono nei cavi e canali ivi presenti. Ne consegue che eventuali contaminazioni degli

assi idrici superficiali si potrebbero diffondere velocemente nel sottosuolo. È pertanto opportuno che le acque di tali canali siano rigidamente controllate nella loro qualità.

D'altra parte si riscontra un'azione prevalentemente drenante nei confronti dell'acquifero freatico esercitata dal Cavo Bondeno nelle zone occidentali; il Cavo Argine tra Correggio e Bernolda in funzione dell'andamento della piovosità stagionale svolge alternativamente azione alimentante o drenante, con prevalenza di quest'ultima.

Per quanto riguarda gli assetti drenanti della falda freatica nelle zone a sud ovest di Fosdondo, ad ovest nord ovest di Canolo, si evince che tali caratteristiche sono correlate a depressioni dell'acquifero di base in corrispondenza degli ambiti vallivi planiziali ivi presenti.

Il gradiente idraulico, ovvero la perdita di carico idraulico per unità di lunghezza dell'acquifero, evidenzia valori medi compresi tra:

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

Nelle zone a sud dell'allineamento San Martino in Rio – Budrio;

i gradienti idraulici variano tra

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

Nelle fasce centrali tra il sopradetto allineamento e Canolo – Mandrio i gradienti idraulici sono compresi in media tra

$$i_m = 1 \div 2 \cdot 10^{-3}$$

Nelle zone settentrionali i gradienti idraulici oscillano tra

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

### **3.7.2 Soggiacenza Acquifero freatico**

L'analisi sull'assetto della profondità dal piano campagna a cui si rinviene la falda evidenzia una suddivisione in ambiti a distinte caratteristiche (Tav. QC A4.07).

Nella parte occidentale del territorio circa compreso tra Ponte dell'Agrato – Budrio – Fosdondo – Canolo – Osteriola, la soggiacenza è contraddistinta da valori mediamente compresi tra:

$$\delta H_2O = -2 \div -2,5 \text{ m p.c.}$$

Analoghe condizioni di profondità della tavola d'acqua si osservano anche nella fascia estesa ovest est, nella zona centro settentrionale circa tra Canolo – Mandrio – Cavo Tresinaro; equivalenti soggiacenze caratterizzano l'area a nord est del capoluogo dalla SP Correggio–Rio Saliceto a Cantona–Cavo Argine; analoghe profondità sono presenti tra Mandrio e Migliarina. Nelle rimanenti parti del territorio correggese la quota del livello idrico nel sottosuolo è mediamente compresa tra:

$$\delta H_2O = -1 \div -1,5 \text{ m p.c.}$$

Sono altresì riscontrabili localizzate zone contraddistinte da accentuate depressioni della falda freatica per azioni antropiche.

Tra queste quelle più evidenti si osservano tra P.te Marina – Cavo Naviglio – S. Caterina e tra Canale dei Ronchi e via Ronchi Rabbioso, dove sono correlate ad attività estrattive

pregresse; queste ultime comunque non hanno determinato modifiche sensibili sulla capacità d'uso agro vegetazionale dei terreni.

Fanno eccezione a quanto esposto gli ambiti vallivi planiziali nei quali la falda freatica è localmente confinata dagli orizzonti argillosi che presentano spessori variabili tra 4 ÷ 5 e 6 ÷ 8 m. In tali zone finché non è stato perforato il sopradetto spessore di terreni argillosi, le acque sotterranee rimangono confinate a quote sottostanti -3 ÷ -4 m dal piano campagna.

Oltre ai sopra descritti ambiti si riscontrano altri areali, di limitata estensione, nei quali le profondità relative maggiori del livello della tavola d'acqua sono correlate a locali intensi emungimenti idrici dal sottosuolo, come si rileva a nord ovest di Correggio circa in corrispondenza dell'intersezione Cavo Naviglio Piccolo – Allacciante Tarozzo, a nord ovest del capoluogo tra San Martino e Cavo Argine.

Le profondità della falda riscontrate sono mediamente rappresentative per i periodi a medie condizioni di ricarica per piovosità e per perdite subalvee da cavi e canali.

Dal confronto tra le rilevazioni dei livelli idrici sotterranei del 1982/1984: P.T.C.C. Carpi–Correggio e del 2008: preliminare QC. PSC Correggio si rileva un'escursione negativa della falda freatica mediamente corrispondente a:

$$\delta_E H_2O = -0,5 \div -1,0 \text{ m}$$

### **3.7.3 Identificazione temporale del sistema idrogeologico**

L'analisi comparata tra la carta dell'assetto piezometrico dell'acquifero, elaborata in base ai rilievi effettuati nell'ambito delle analisi del QC PSC del gennaio – febbraio 2008, e quelle precedentemente redatte nell'ambito di altri studi territoriali a corredo del P.T.C.C. Carpi – Correggio 1982 – 1984 (*G.P. Mazzetti*), PIAE provincia di Reggio Emilia 1993 (*AA.VV.*), PAE Correggio 2003, evidenzia assetti dei deflussi idrici sotterranei a medio elevato grado di corrispondenza; le modeste differenze conseguono essenzialmente dalle diverse condizioni climatiche di alimentazione dell'acquifero e del suo regime di sfruttamento, dal maggior numero di pozzi censiti nel gennaio – febbraio 2008, che hanno consentito un'elaborazione più dettagliata per la ricostruzione dell'assetto piezometrico.

L'analisi di quest'ultimo evidenzia che le direttrici di moto dei deflussi idrici sotterranei sono territorialmente orientate in direzione sud ovest – nord est sia relativamente al 1984 che al 2003 ÷ 2008.

Tutti i periodi di rilevamento, sono caratterizzati da fasce di ricarica principale o aree di spartiacque sotterraneo, orientate in senso sud ovest – nord est. Quella di queste che presenta maggior continuità asseconda l'andamento della SP. 468 – Cavo Naviglio, sino al capoluogo e poi prosegue in direzione di S. Martino Piccolo – Mandrio; analoghe caratteristiche hanno la fascia di alimentazione estesa da Bondanella a Podere Ronchi – Fosdondo a Canolo a Campagnola Emilia e quella sub parallela alla SS. Correggio – S. Martino in Rio e da quest'ultimo a S. Biagio e successivamente ad esso in direzione della Zona Industriale di Correggio.

Caratteristiche simili evidenziano l'asse di ricarica esteso sub parallelamente a via Fosdondo sino a San Michele della Fossa e l'asse di alimentazione da Ponte dell'Agrato – Prato a incrocio SP 468R/via F. Bertocchi.

Equivalenti aspetti conservativi nel tempo evidenziano le fasce di drenaggio idrico sotterraneo principali quale l'asse drenante parallelo al Cavo Bondeno tra intersezione Canale dei Ronchi/via dei Ronchi e Ponte della Beviera, la fascia drenante a sud est di Correggio circa da Case Nuove a Cantona – Bernolda – Colombara sub parallela al Cavo Argine.

### **3.7.4 Condizioni al Contorno della Struttura Idrogeologica**

In funzione delle disamine descritte nei paragrafi precedenti, risulta che la condizione al limite dell'acquifero nel territorio esaminato è contraddistinta dalle caratteristiche di seguito descritte:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| <i>Limite sud:</i>      | idrodinamica a potenziale imposto con flusso in entrata   |
| <i>Limite ovest:</i>    | idrodinamica a potenziale imposto con flusso in uscita  |
| <i>Limite nord:</i>     | idrodinamica a potenziale imposto con flusso in uscita  |
| <i>Limite est:</i>      | idrodinamica a potenziale imposto con flusso prevalentemente in uscita, ad eccezione del settore tra la parte a nord della Zona Industriale ovest e Migliarina dove è in entrata.   |
| <i>Limite di tetto:</i> | nelle aree con presenza di orizzonti argilloso limosi – limoso argillosi nei primi 1÷5 m dal p.c., si ha un flusso molto basso, praticamente nullo, ambito vallivo planiziale; 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 -2,0 m p.c. si ha un flusso idrodinamico in entrata a portata imposta (infiltrazione per piovosità, per irrigazione, per fertirrigazione). |
| <i>Limite di letto:</i> | condizione geologica a flusso nullo per presenza di spessi orizzonti argillosi praticamente impermeabili.   |



## 4 CARATTERI GEOLOGICO TECNICI

Le caratteristiche litologiche relative ai primi 10 ÷ 20 m del sottosuolo del territorio di Correggio sono state determinate in base alle analisi geomorfologiche e del micro rilievo, all'esame delle colonne litostratigrafiche di pozzi, sondaggi geognostici, prove penetrometriche statiche, prospezioni geofisiche, basi topografiche IGM primo impianto: 1881, alle documentazioni e pubblicazioni storico – geomorfologiche, allo Studio Geologico Ambientale – Analisi sismica del QC. PSC 2009 di Correggio, *Centrogeo*.

Il numeroso incremento dei punti di indagine geognostica dal 2015 al 2021, ha consentito una definizione di maggior dettaglio rispetto alle elaborazioni precedentemente effettuate.

Gli areali che delimitano le unità litotecniche visualizzate nell'elaborato: Carta Geologico Tecnica (Tav. QC A4.02) identificano gli orizzonti litologici che principalmente influenzano il tipo di risentimento sismico in occasione di sollecitazione dinamica.

In funzione di quanto esposto sono state definite come aree prevalentemente sabbiose – sabbioso limose anche le fasce di territorio dove detti litotipi non affiorano in superficie ma sono presenti con spessori significativi, maggiori di 2 – 3 m, nei primi 5÷10/15 m del sottosuolo (paleoalvei/fasce golenali). Le classificazioni nelle unità: prevalentemente limoso argillose – argilloso limose – argillose, esprimono la netta prevalenza di detti litotipi nei primi 5 ÷ 10 m dal piano campagna.

### 4.1 Carta geologico tecnica

Il territorio in oggetto, circa compreso l'Autostrada del Sole e la SP 1 Carpi – Guastalla, appartiene alla fascia della media pianura, costituita principalmente dalle evoluzioni idrografiche dei fiumi e torrenti appenninici: T. Crostolo – T. Modolena – T. Rodanono – T. Tresinaro e da quelle del F. Po che ha condizionato le possibilità al suo afflusso dei propri affluenti. Detti agenti hanno colmato il golfo padano delimitato dagli affioramenti appenninici a sud e da quelli alpini a nord.

Le azioni di deposizione in tali ambiti si sviluppano principalmente in corrispondenza delle fasce degli assi idrici che costituiscono corpi sedimentari più rilevati rispetto ai settori 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 fluviali abbandonati così originati costituiscono fasce prevalentemente sabbiose – sabbioso limose che ostacolano le successive impostazioni del nuovo reticolo idrografico generando zone a difficoltoso drenaggio superficiale con instaurazione di ambienti vallivi/palustri formati principalmente da argille limose –argille.

Sistemi con tali caratteristiche sono osservabili a meridione de centro storico di Correggio (Tav. QC A4.02) dove con l'approssimarsi al capoluogo alcuni tratti di paleoalveo sud ovest – nord est tendono a flettere in verso ovest – est.

Un'analoga influenza è stata esercitata da un tratto di alveo fluviale estinto orientato ovest – est da Cognento – S. Lodovico – Rio Saliceto.

Assetti geomorfologici simili si riscontrano anche nelle zone tra S. Martino in Rio e Zona Industriale di Correggio

La presenza di detti tratti di canale fluviale abbandonato hanno determinato difficoltosa deposizione/colmamento nelle aree centrali – centro settentrionali e settentrionali del territorio, come evidenzia la presenza degli ambiti vallivi planiziali formati da sequenze principalmente argillose – argilloso limose tra Budrio – Fosdondo – Ponte della Beviera – Pieve Rossa, dell'area a sud sudest di Correggio circa tra Fazzano – Case Nuove – Viazza – Colombarone, nella zona a nord est di S. Martino in Rio – S. Biagio ed alla confluenza tra Cavo Tresinaro e Fossa Marza, nella Zona Villaggio Industriale compresa tra via San Martino – via Nuova Ponente/via San Martino – Cavo Tresinaro – Statale 468 per Carpi; equivalenti caratteristiche sono presenti nel settore di territorio occidentale settentrionale tra via Canolo – via del Medico – via Cognento; analoghe condizioni si riscontrano a settentrione dell'area correggese, nella zona nord del comune di Rio Saliceto, Valli di Cà de Frati, circa compresa tra la SP. 30 Carpi Guastalla – Cavo Naviglio – Varesina - Cavo Tresinaro.

Altri elementi concordanti con quanto esposto sono rappresentati dalle morfostrutture a cono di rotta alluvionale come quella che si origina circa 0,2 km ad ovest di Ponte Di Marina e dell'analoga morfologia che si genera circa 0,5 km a nord di Osteriola e si sviluppa con geometrie coniformi in direzione nord sino circa all'altezza del Cavetto Vettigano.

Le azioni sedimentati hanno generato una morfologia pianeggiante movimentata di adalazioni ad ampio raggio prevalentemente allungate in senso sud ovest – nord est ed in subordine sud nord, nelle quali si riscontrano localizzate presenze di dossi sopraelevati di  $1/2 \div 3$  m rispetto alle zone latitanti, generalmente rimarcate da rilevati arginali di assi idrici e di sedi stradali.

Dette evoluzioni hanno determinato diverse caratteristiche tra i settori centrali e quelli orientali e quelli occidentali del territorio.

La zona centrale estesa sud nord da Prato al capoluogo a Canolo/Mandrio, con quote comprese tra 40 e 30 m slm e pendenze generalmente tra 1.5 e 3.4 ‰, è contraddistinta dalla presenza di corpi sabbiosi – sabbioso limosi a geometria nastriforme principalmente allungati sud ovest – nord est, ed in subordine ovest – est da Fosdondo al capoluogo ed al confine settentrionale dell'area comunale.

Ai lati di detti corpi e nelle zone comprese tra gli stessi, sono prevalentemente presenti terreni limosi – limoso argillosi ed argilloso limosi di deposizioni di piana alluvionale.

I settori occidentali centro meridionali, meridionali (sud di Prato) ed orientali (fascia ad ovest del T. Tresinaro da San Biagio a confine nord) sono prevalentemente costituiti da sequenze argillose – argilloso limose correlabili ad aree vallive planiziali.

## 4.2 Caratteristiche litotecniche

Gli areali sopra descritti in funzione delle indagini geognostiche precedentemente eseguite nel territorio di Correggio (AA.VV.), sono schematicamente suddivisibili in tre zone litotecniche come di seguito descritto:

### **Successione litotecnica**

#### **Verticale tipo A: CRA**

<b>Profondità</b>	<b>Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti</b>
<b>Unità CRA1</b> da piano campagna a -10,0 ÷ -12,0 m p.c.	Alternanze di strati prevalentemente argilloso limosi–limoso argillosi, inglobanti sottili livelli limoso sabbiosi ed a luoghi corpi lentiformi sabbiosi con spessori di 3/4÷6/8 m in corrispondenza dei depositi di paleoalveo; talvolta contengono intercalazioni di lenti torbose ad elevata compressibilità, in genere di modesto spessore; detti terreni, sono prevalentemente normal consolidati e contraddistinti da resistenza alla punta $q_{cm}=8 \div 10$ kgf/cm <sup>2</sup> ed all'attrito laterale $f_{sm}=0,3 \div 0,7$ kgf/cm <sup>2</sup> , a luoghi denotano caratteristiche di medio elevata compressibilità: $q_{cm} < 6$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} < 0,2 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> ; nelle componenti prevalentemente sabbiose generalmente $q_{cm}=20/30 \div 40/50$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm}=0,1 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> ; tali sequenze sono generalmente sature a quote sottostanti -1,5÷-2 m p.c..
<b>Unità CRA2</b> Da -10 ÷ -12 m a -15 ÷ -20 m p.c.	Litotipi prevalentemente argillosi – argilloso limosi, localmente contenenti corpi sabbiosi più o meno lentiformi, da leggermente sovraconsolidati a medio grado di sovraconsolidazione per le argille limose ed a medio grado di densità relativa per le sabbie, contraddistinti nelle argille limose da $q_{cm} > 20 \div 24$ kgf/cm <sup>2</sup> e da $f_{sm} > 1,1 \div 1,2$ kgf/cm <sup>2</sup> , nelle sabbie sono caratterizzati generalmente da $q_{cm}=20/30 \div 40/50$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm}=0,1 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> .

### **Successione litotecnica**

#### **Verticale tipo B: CRB**

<b>Profondità</b>	<b>Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti</b>
<b>Unità CRB1</b> da piano campagna a -14,0 ÷ -17,0 m p.c.	Alternanze di strati prevalentemente argilloso limosi – limoso argillosi, contenenti intercalazioni limose ed in subordine limoso sabbiose; a luoghi sono presenti corpi lentiformi sabbiosi corrispondenti a depositi di canale fluviale estinto, talvolta si riscontrano lenti torbose con spessore giungente anche a 1÷1,5 m e generalmente rinvenibili a quote sottostanti -9 ÷ -10 m p.c.; detti terreni sono prevalentemente normal consolidati e contraddistinti da $q_{cm}=9 \div 11$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm}=0,4 \div 0,6$ kgf/cm <sup>2</sup> ; a luoghi si riscontrano terreni con caratteristiche di medio elevata compressibilità; $q_{cm} < 7$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} < 0,2 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> ; nelle zone con presenza di corpi sabbiosi generalmente $q_{cm}=14/16 \div 20/22$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm}=0,2 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> ; tali sequenze sono di solito sature a quote sottostanti -1,5÷-2 m p.c.

<b>Unità CRB2</b> Da -14 ÷ -17 m a -20 ÷ -25 m p.c.	Litotipi prevalentemente argillosi – argilloso limosi, localmente contenenti corpi sabbiosi più o meno lentiformi; detti terreni leggermente sovraconsolidati sono contraddistinti da $q_{cm} > 18 \div 20$ kgf/cm <sup>2</sup> e da $f_{sm} > 1,0 \div 1,2$ kgf/cm <sup>2</sup> ; nei corpi sabbiosi generalmente $q_{cm} = 20/30 \div 40/50$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,1 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> .
---	---

**Successione litotecnica****Verticale tipo: PA, Ponte dell'Agrato-Zona Industriale Prato Sud**

<b>Profondità</b>	<b>Caratteristiche litologico – geotecniche prevalenti</b>
<b>Unità PA1</b> da piano campagna a -6,0 ÷ -7,0 m p.c.	Alternanze prevalentemente argillose – argilloso limose da leggermente sovraconsolidate a sovraconsolidate generalmente contraddistinte da $q_{cm} = 10 \div 15 \div 20$ kgf/cm <sup>2</sup> e $f_{sm} = 0,8 \div 1,2$ kgf/cm <sup>2</sup> . Sono localmente presenti lenti torbose; dette sequenze sono di solito sature a quote sottostanti -1,5 ÷ -2 m p.c.
<b>Unità PA2</b> Da -6 ÷ -7 m a -15 ÷ -25 m p.c.	Litotipi prevalentemente argillosi – argilloso limosi a medio grado di sovraconsolidazione, contraddistinti da $q_{cm} > 22 \div 24$ kgf/cm <sup>2</sup> e da $f_{sm} > 1,2$ kgf/cm <sup>2</sup> .

**Interpretazioni**

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

- **Verticale litotecnica A (CRA):** costituisce la maggior parte del territorio correggese, circa 60% ÷ 70%; le caratteristiche geotecniche d'insieme, in subordine alla stima della pericolosità di liquefazione, indicano che per le strutture che non impongono elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con larghezze inferiori a 1,5 m che utilizzino carichi ammissibili corrispondenti in genere a:

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

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

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

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

- **Verticale litotecnica B (CRB):** si riscontra nel settore orientale centrale dell'area comunale e costituisce circa il 10 ÷ 20%; del territorio esaminato. Le caratteristiche geotecniche d'insieme, in subordine alla stima della pericolosità di liquefazione, indicano che per strutture che non impongono carichi elevati al terreno e per pilastri che trasmettono tensioni al terreno non eccedenti 100 Ton complessive, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con larghezza inferiore a 1,5 m e utilizzo di carichi ammissibili corrispondenti a:

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

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

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

Per strutture con carichi permanenti totali 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 altezze fuori terra maggiori di 10 m sono da valutarsi fondazioni a platea o su pali.

- **Verticale litotecnica PA Ponte dell'Agrato – Zona Industriale Prato Sud:** contraddistingue il settore sud occidentale del territorio comunale di Correggio, nella zona a nord dell'intersezione Autostrada del Sole – Canale di Prato e si estende su una ridotta porzione areale della superficie comunale: minore del 3%÷5%; le caratteristiche geotecniche d'insieme sono contraddistinte dalla presenza di litotipi argillosi sovraconsolidati già nei primi metri del sottosuolo; per strutture che non impongono elevate tensioni sul suolo e per pilastri che non eccedono 120 ÷ 130 Ton di carico permanente complessivo, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di pressioni ammissibili corrispondenti a:

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

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

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

Per edifici con più di quattro piani fuori terra o carichi permanenti totali superiori alle 120 ÷ 130 Ton per pilastro, sono da valutarsi l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

In rapporto all'estensione areale delle verticali litotecniche descritte e del numero di indagini analizzate, si specifica che le valutazioni esposte sono da considerarsi come caratteristiche generali del territorio esaminato. Non si possono quindi escludere variazioni, anche rilevanti, dovute a fenomeni deposizionali locali e/o rimaneggiamenti, comportanti peculiarità geotecniche anche sensibilmente differenti da quelle indicate.

Ne consegue che sebbene le sopra descritte caratteristiche siano significative per valutazioni generali preliminari, per analisi e considerazioni di maggior dettaglio sono necessari idonei ed adeguati approfondimenti con indagini geognostiche in sito ottemperanti al DM 17/01/2018.

#### **4.3 SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE**

In relazione alla presenza nei primi 10/15/20 m del sottosuolo di strati sabbiosi – sabbioso fini e sabbioso limosi, generalmente in percentuale rappresentata inferiore rispetto alle componenti limoso argillose ed argilloso limose, saturati dalla falda idrica sotterranea si è effettuata l'analisi di risposta dei terreni in rapporto a condizioni di sollecitazione dinamica.

In funzione delle condizioni locali le verifiche sono state sviluppate per i terreni saturi escludendo da tale analisi i litotipi con contenuto in granulometria più fine di 0,005 mm superiore al 20%, poiché non liquefacibili.

La valutazione è stata eseguita in condizioni *free field* poiché è la configurazione più sfavorevole per il rischio di liquefazione.

### **Accelerazione attesa nel sito**

In funzione delle risultanze ottenute nell'analisi di risposta sismica locale si sono applicate accelerazioni al suolo comprese tra:

$$a_{\max}/g = 0.23 \div 0.31$$

In riferimento a detto parametro e considerando una magnitudo  $M_w = 6,14$ , è stata sviluppata la verifica della suscettività alla liquefazione.

### **Suscettività alla liquefazione**

L'analisi delle condizioni di pericolosità per i litotipi potenzialmente liquefacibili si è eseguita mediante il metodo di *Robertson & Wride modificato (1997b)*, utilizzando il fattore di scala della magnitudo per  $M_w < 7,5$  raccomandato da *Idriss* che definisce la suscettività alla liquefazione in rapporto ai valori di  $q_c$  ed alla sollecitazione tangenziale ciclica.

Il coefficiente di sicurezza alla liquefazione è stato determinato mediante la relazione:

$$FSL = \frac{CRR_{7,5}}{CSR} \cdot MSF$$

dove:

**FSL** = coefficiente di sicurezza

$$CRR = 93 \cdot \left[ \frac{(qc_{ln})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08$$

dove:

$(qc_{ln})_{cs}$  = valore resistenza alla punta normalizzato, funzione di CF (% componenti fini) e di K, funzione di IC (indice del tipo di terreno); kPa

$$CSR = \frac{\tau_d}{\sigma'_0} = 0,65 \frac{A}{g} \frac{\sigma_0}{\sigma'_0} (1 - 0,015z)$$

dove

$\tau_d$  = tensione tangenziale ciclica;  $\tau_e$  = resistenza del terreno

$\sigma_0$  = tensione verticale totale;  $\sigma'_0$  = tensione verticale efficace

$A/g$  = valore di accelerazione;  $z$  = profondità dello strato

$\Delta n_f$  = coefficiente funzione del contenuto in materiali fini

**$CRR_{7,5}$**  = capacità di resistenza ciclica riferita a  $M = 7,5$

**MSF** = fattore di magnitudo riferito all'intensità attesa in sito

Il modello di calcolo elabora gli intervalli potenzialmente suscettibili alla liquefazione in funzione del contenuto di materiali fini, restituendo i coefficienti di sicurezza sulla verticale della prova penetrometrica.

I risultati sono espressi mediante il valore dell'indice del potenziale di liquefazione  $I_L$ , definito come:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$$

in cui  $z$  è la profondità dal piano campagna in metri e  $w(z)=10-0,5z$ .

Ad una data quota  $z$  il fattore  $F(z)=F$  vale (Sonmez, 2003):

$$\begin{array}{ll} 0 & \text{per } F_L > 1,2 \\ 2 \cdot 10^6 \cdot e^{-18,427 \cdot F_L} & \text{per } 0,95 < F_L \leq 1,2 \\ 1-F_L & \text{per } F_L \leq 0,95 \end{array}$$

ove  $F_L$  è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

In riferimento al valore di accelerazione al sito come sopra esposto, si è sviluppata l'analisi di suscettività alla liquefazione, considerando presenza della falda freatica a quote variabili tra -1,5 e -2,0 m dal piano campagna, come hanno evidenziato le quote medie prevalenti dei livelli idrici rilevati e visualizzati nella carta della soggiacenza dell'acquifero.

Le elaborazioni sviluppate hanno evidenziato, nelle verticali di indagine esaminate corredate dei dati di acquisizione di campagna, la presenza di strati sabbiosi – sabbioso limosi, saturati dalla falda idrica sotterranea con valori del coefficiente di sicurezza alla liquefazione inferiori a 1 e in prevalenza prossimi a tale valore.

In funzione di detti coefficienti è stato calcolato l'Indice del Potenziale di Liquefazione (IL – Iwasaki, 1982; Somnez, 2003).

La classificazione proposta da Somnez (2003), per potenziali di liquefazione pari a 0 definisce una pericolosità di liquefazione assente nulla, per  $0 \leq IL < 2$  la pericolosità è bassa, per  $2 \leq IL < 5$  la pericolosità è moderata, per  $5 \leq IL < 15$  è elevata.

I valori puntuali di IL sono evidenziati, per le prove analizzate, nelle carte di Microzonazione Sismica che visualizzano i fattori di amplificazione.

I valori ottenuti dalle verticali CPT, con dati idonei per le elaborazioni, hanno evidenziato per una consistente parte del territorio: 24%  $IL=0 \div 0,05$  e pertanto a grado di pericolosità di liquefazione da nullo a molto basso – praticamente trascurabile; per quanto riguarda il campo dei valori di  $IL=0,5 \div 1,0$  corrispondente al 19% la pericolosità di liquefazione è di grado molto basso – basso; in percentuale moderata: 25%, i terreni appartengono al campo  $IL=1,0 \div 2,0$  a pericolosità di liquefazione bassa. Una percentuale sensibilmente inferiore rispetto alla somma di quelle sopraelencate equivalente al 25%, rappresentata dalla classe a pericolosità moderata  $IL=2 \div 5$  che contraddistingue le fasce di territorio costituite dai tracciati dei percorsi di canale fluviale estinto e zone di divagazione degli stessi diffusamente presenti nel territorio correghese; in percentuale molto bassa: 6,0% si riscontrano aree a pericolosità alta  $IL=5 \div 15$  ed in percentuale estremamente bassa: 1,0% siti a pericolosità molto alta  $IL > 15$ .

Le zone a pericolosità potenziale di liquefazione alta generalmente caratterizzano gli areali nei quali si estendono i tratti di paleoalveo tra C. Cornacchia – via Campisio/via Nespolo – Ponte dell'Agrato – sud di via Prato – Chiesa di Prato – via Contrada; analoghe condizioni evidenzia il tratto meridionale del paleoalveo che asseconda il Cavo Naviglio tra C. Parodi e Podere Sile e la parte centro settentrionale del medesimo da Ponte di Marina/Isabella a Madonna della Rosa – parte meridionale del centro storico – incrocio via Circondaria/Via San Martino – incrocio via San Martino/via della Libertà; equivalenti caratteristiche evidenzia la parte di paleoalveo di via Fosdondo da Casino Santini a incrocio



via Fosdondo Via Fornecelle e che prosegue in direzione nord assecondando quest'ultima sino a Canolo – incrocio via Canolo/via Cesis; analoghe condizioni di pericolosità mostra il paleoalveo sepolto nel settore centro meridionale – centrale – settentrionale orientale della Zona Villaggio Industriale. Sono inoltre presenti equivalenti zone di minore estensione nell'area Espansione Sud tra Chiesa di San Pietro – via Praga e tra via Astrologo – via L. Da Vinci.

Le valutazioni effettuate, sviluppate in base a 684 verticali di indagine CPT Rm – CPTU, evidenziano che la netta prevalenza del territorio comunale è contraddistinta da pericolosità di liquefazione da nulla a bassa per il 68% delle verticali esaminate, una percentuale inferiore corrispondente al 25% presenta pericolosità moderata e una percentuale molto bassa 6% a pericolosità alta, una percentuale estremamente bassa 1% a pericolosità molto alta riscontrabile in localizzate aree di piccola estensione.

Tali peculiarità concordano con le caratteristiche geomorfologiche territoriali: area di media pianura.

Nell'insieme le analisi svolte esprimono un indice territoriale di pericolosità di liquefazione prevalentemente da nullo a basso equivalente al 68%.

## 5 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 utilizzate prospezioni geofisiche a rifrazione sia con metodo integrato attivo/passivo Multichannel Analysis Surface Waves – Refraction Microtremor (MASW/Re.Mi) che con metodo passivo Re.Mi, effettuate mediante stendimenti ad antenna monodirezionale con lunghezza di 69 m, integrati da verticali puntuali a stazione singola con acquisizione di microtremori con metodo Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr).

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

Di tali prospezioni, direttamente eseguite da *Centrogeo*, 41 sono state effettuate con metodo integrato MASW/Re.Mi. e 54 con metodo Linear Array: Re.Mi.

Oltre queste sono state utilizzate 10 rilevazioni delle Vs effettuate con metodo MASW da AA.VV.

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 di taglio dei vari tipi di terreni presenti nel territorio correghese; a tale scopo sono inoltre state utilizzate analoghe prospezioni precedentemente eseguite da *Centrogeo* e AA.VV. nei territori dei comuni adiacenti in prossimità dei confini amministrativi.

Le indagini effettuate in rapporto all'estensione dell'area comunale, hanno esaminato il territorio con 1 punto di analisi ogni 0,4÷0,6 kmq di superficie per le aree urbanizzate e di 1,5÷ 3,0 kmq per le zone extraurbane e 4÷5 kmq negli ambiti vallivi.

### 5.1 Microtremori con la tecnica HVSr

Le indagini a stazione singola di acquisizione di microtremori ambientali effettuate in 95 punti stazione; aggiungendo a questi quelli precedentemente eseguiti da AA.VV. n° 6 si ottiene un totale di 101 verticali, distribuite nell'area comunale con maglia statisticamente rappresentativa.

Le rilevazioni sono state eseguite utilizzando un sismometro *GeoBox* ad elevata dinamica (24 bits) attrezzato con geofono tridirezionale da 4,5 Hz di frequenza propria ed una analoga strumentazione *Tromino*.

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

I dati delle indagini direttamente effettuate sono stati elaborati con la tecnica HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) utilizzando il programma *Grilla* e con metodo *Sesame* per le acquisizioni eseguite precedentemente al 2008.

L'elaborazione dei parametri 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; similmente nelle schede delle verticali precedenti al 2008 la linea centrale continua in grassetto corrisponde alla media mentre quelle sottili o tratteggiate all'intervallo di confidenza.

## **5.2 Prospezione sismica a rifrazione attiva/passiva MASW/Re.Mi e passiva Re.Mi.**

Le prospezioni, effettuate in numero di 95, 41 delle quali con metodo integrato MASW/Re.Mi. 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. Tali indagini sono state integrate da analoghe prospezioni precedentemente eseguite in areali di interesse del correggese.

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 ricevitori posti a distanza costante che può variare in funzione della lunghezza dell'antenna di acquisizione.

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 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 40–100 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento e della densità dei terreni.

Nell'esecuzione della prova MASW (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione 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. con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

L'elaborazione dei segnali 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 *Vs* 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 MASW/Re.Mi. – Re.Mi.*", riportanti lo spettro di potenza mediato, la curva di dispersione, sia sperimentale che calcolata, ed il relativo modello interpretativo.

## 6 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

### 6.1 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 analisi ed in quelli dei comuni confinanti, presso le Amministrazioni Pubbliche Locali: Ufficio Tecnico Comunale, Servizio Tecnico Degli Affluenti del Po, database Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna.

In considerazione del contesto geo – litologico in primo luogo sono state considerate, tutte le indagini sismiche di tipo Re.Mi, HVSR, MASW, 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:

- 761 prove penetrometriche statiche, CPT-Rm.
- 25 prove penetrometriche statiche CPTU
- 3 prove penetrometriche dinamiche leggere (DPL)
- 6 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM)
- 9 perforazioni profonde per ricerca idrocarburi
- 28 Sondaggi meccanici (SM)

- 11 Stendimenti sismici a rifrazione con rilevazione delle velocità di onde P ed S (BS)
- 14 Stendimenti geoelettrici con interpretazione tomografica (ERT)
- 13 Trincee esplorative
- 54 prospezioni sismiche a rifrazione con metodo passivo ad antenna monodimensionale: Re.Mi.
- 41 prospezioni sismiche a rifrazione con metodo combinato attivo/passivo ad antenna monodimensionale: MASW/Re.Mi.
- 101 prospezioni sismiche con metodo passivo sismico passivo con tecnica a stazione singola H.V.S.R.
- 10 prospezioni a rifrazione attiva ad antenna monodimensionale MASW

In riferimento alla caratterizzazione sismica degli ambiti: urbanizzati a quelli di prevedibile nuovo sviluppo/completamento, 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 utilizzate le seguenti indagini:

- 105 prospezioni di sismica a rifrazione 41 delle quali con metodo combinato attivo/passivo con antenna monodimensionale MASW/Re.Mi, 54 con metodo passivo Re.Mi. e 10 con metodo attivo MASW.
- 101 prospezioni di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R.

Le indagini sono state geo referenziate in apposito elaborato cartografico in scala 1:15.000 (Tav QC A4.01) comprensivo dell'intero territorio comunale; le prospezioni geofisiche hanno coperto quest'ultimo secondo una maglia sub quadrata – rettangolare con lati di 400÷500/600 m nell'area del capoluogo, di 350÷400 m nelle zone industriali, di 900÷1500 m nelle principali frazioni e zone extraurbane, con interassi di 1500÷ 2000/2500 m nelle zone vallive.

## **6.2 Carta delle frequenze naturali del terreno**

La campagna di prospezioni geofisiche ha permesso di determinare le caratteristiche dinamiche dei tipi litologici che formano il sottosuolo delle zone sede dell'urbanizzato, di previsto sviluppo, frazioni, aree a case sparse, del territorio di Correggio.

A tale finalità sono state utilizzate:

- 101 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), detta tipologia di indagine consente di 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 di ampiezza del picco HVSR nelle seguenti classi:

Frequenze Hz	Ampiezze A
$F_0 \leq 0,6$	
$0,6 < F_0 \leq 0,7$	
$0,7 < F_0 \leq 0,8$	$A < 2,0$
$0,8 < F_0 \leq 0,9$	$2,0 < A < 3,0$
$F_0 \geq 0,9$	$3,0 \leq A < 4,0$
	$A \geq 4,0$

Dette associazioni sono state riportate nella Tav. QC A4.08: Frequenze Naturali Terreni; le misure sono state identificate attraverso 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 inferiori a 1 Hz ed indicano, in accordo con quanto evidenziato dalle sezioni geologiche, spessori dei depositi soggetti ad amplificazione maggiori di 100 m.

La netta prevalenza dei valori che caratterizzano il territorio appartiene al campo  $f_0=0.7 \div 0.8$  Hz ( $T_0=1.43 \div 1.25$  sec) in percentuale relativa inferiore sono rappresentati i campi  $f_0=0.6 \div 0.7$  Hz ( $T_0=1.66 \div 1.43$  sec) e  $f_0=0.8 \div 0.9$  Hz ( $T_0=1.25 \div 1.11$  sec) che caratterizzano il bordo occidentale centrale tra Fosdondo – San Michele – Canolo e le parti nord orientali e sud occidentali del capoluogo rispettivamente (est–nordest) via Modena – via Varsavia – via I° Maggio – via Conte Ippolito/via F. Timolini – via Mandriolo Superiore – via San Martino – via della Libertà – (ovest – sudovest) via Gavellotta – SP 468R – V.le Repubblica – via Fazzano); fanno eccezione areali di limitata estensione contraddistinti da valori  $f_0 \geq 0.9$  Hz ( $T_0 \leq 1.11$  sec) nella zona di territorio al bordo del confine con Bagnolo in Piano: Strada San Michele, l’area a nord ovest di Canolo: incrocio via Frassinara/via Stradazza, il settore centro orientale del capoluogo tra via via A. Gramsci – F. Timolini – Via N. Postumo – via V. Gambarà e l’area tra via A. Toscanini – via Mandrio.

Le frequenze relative minori comprese tra  $f_0=0.6 \div 0.7$  Hz ( $T_0=1.4 \div 1,6$  sec.), si osservano in una fascia estesa ovest – est da Canolo a via Naviglietto, nella zona tra Mandrio – via San Martino – via Bottegone, nel settore a nord ovest capoluogo tra via Campagnola e via Carletti, nella parte centrale del Villaggio Industriale, nell’area tra via Ronchi San Prospero – Budrio – via Massenzatico, nella zona tra Fazzano – Lemizzone – confine con San Martino in Rio, nell’area tra Prato – A1 – Zona Industriale di via Dinazzano.

I valori minori  $f_0 \leq 0.6$  Hz si riscontrano nella parte orientale e nord occidentale del Villaggio Industriale, nell'area circostante l'intersezione Cavo Argine/Canale di Mandrio, nella zona Castello di Canolo.

### **6.3 Tetto del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico like**

Uno dei fattori principali che influenza il moto in superficie nelle zone di pianura è costituito dalla profondità del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico.

L'individuazione delle quote dal piano campagna e l'assetto spaziale, dell'unità litotecnica alla quale localmente è attribuibile comportamento rigido, assimilabile al bedrock sismico, è stata valutata in funzione dei valori di frequenza principale ottenuti dalle prospezioni HVSR, e delle velocità delle onde sismiche di taglio, determinate in base ai valori delle Vs ottenuti dalle prospezioni Re.Mi/MASW – Re.Mi, della successione litologico tecnica che costituisce i primi 200 – 250 m del sottosuolo.

In riferimento a tali dati mediante la relazione:

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

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

L'andamento spaziale denota in generale la tendenza ad assecondare l'assetto del substrato prepliocenico, evidenziando le profondità relative del bed rock like minori: -120÷-130 m pc, nel settore occidentale centro settentrionale del territorio circa da Canale San Michele a Fosdondo/San Michele – Canolo di Mezzo – Viotto del Medico; analoghe condizioni si riscontrano nell'area a nord di Canolo tra via Stradazza e la SP n° 94; equivalenti profondità caratterizzano la fascia ovest est a meridione del capoluogo tra via Ruota –Case Nuove – Cavo Tresinaro e che nella parte orientale del capoluogo tra via San Martino e Cavo Argine si estende in direzione nord sino a Mandrio; simili condizioni contraddistinguono la fascia Espansione Sud – centro storico.

In accordo con l'assetto del substrato prepliocenico le profondità relative maggiori caratterizzano il settore meridionale del territorio tra Budrio – via Lemizzone – via Imbreto/Canale di Correggio – confine con San Martino in Rio, la zona al confine nord orientale con Carpi, la fascia estesa sud nord da Ospedale San Sebastiano a San Lodovico, nelle quali le quote si attestano a -150÷-160 m pc.

Nelle rimanenti parti del territorio la profondità del bed rock sismico e generalmente compresa tra -130÷-140 m pc con tendenza all'approfondimento in direzione sud ed est – nordest.

Nella zona tra Mandriolo e S. Lodovico, dove la geometria delle isobate del bed rock denota una dilatazione in senso ovest est, si osserva una tendenziale corrispondenza della profondità con la presenza di una faglia sepolta orientata sud ovest – nord est circa da Mandriolo a Rio Saliceto che interseca uno sovrascorrimento esteso ovest – est.



#### **6.4 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 476/2021 – 630/2019, sono state individuate e delimitate le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, nelle quali sono da effettuarsi approfondimenti di indagini ed analisi per la microzonazione sismica ed i livelli di approfondimento che competono alle condizioni di pericolosità di detti ambiti.

Nell'individuazione e delimitazione delle aree in narrativa oltre alle documentazioni territoriali prove penetrometriche CPT – CPTU, sondaggi meccanici, profili in tomografia elettrica, sono state utilizzate le verticali di indagine geofisica di tipo lineare ed antenna monodirezionale (Re.Mi – MASW/Re.Mi.) e le prospezioni puntuali a stazione singola (HVSr) direttamente eseguite nell'area correghese e quelle effettuate nei territori dei comuni confinanti, per una più attendibile individuazione delle unità litologiche contraddistinte da Vs considerabili tra esse simili/equivalenti.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS: Tav. QC A4.04, scala 1:15.000, elaborata in base alle informazioni sopra descritte, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

L'individuazione delle zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica è stata sviluppata integrando i dati sopra citati con valutazioni redatte con criterio geomorfologico – geotecnico.

Nel contesto delle analisi territoriali sono inoltre state utilizzate le documentazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, il modello digitale del terreno: DTM maglia 5x5 e la banca dati geologica del 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, di prima fase, redatti nell'ambito del PTCP della Provincia di Reggio Emilia, Relazione Geologica – Analisi Sismica Q.C. PSC 2009 e Microzonazione 2016 di Correggio, banca dati del U.T. del Comune di Correggio.

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

##### **6.4.1 Definizione successioni a comportamento sismico equivalente**

L'individuazione delle sequenze litotecniche – sismiche a comportamento equivalente in occasione di sollecitazioni sismiche e delle verticali di indagine è stata redatta in conformità alle simbologie e criteri degli standard di MS versione 4.2 del 12/2020.

La discretizzazione dei dati geognostici rapportati alle Vs è stata sviluppata in funzione delle caratteristiche litologico granulometriche e geotecniche che prevalentemente influenzano gli effetti dello scuotimento sismico in superficie, relativamente ai primi 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 sono state determinate le zone suscettibili di instabilità.

La suddivisione delle zone suscettibili di instabilità per potenziale pericolosità di liquefazione, potenziali cedimenti, sovrapposizione di instabilità differenti è stata sviluppata in funzione delle caratteristiche delle sequenze litologiche granulometriche.

Per quanto riguarda le zone di attenzione per liquefazione  $ZA_{LQ}$  nel campo delle stesse sono state distinte le verticali contenenti nei primi 15 m del sottosuolo alternanze sabbiose a medio basso grado di densità relativa e con  $V_s < 200$  m/sec che sono diffusamente caratterizzate da indice del potenziale di liquefazione da moderato ad alto soggette a sovrapposizione di instabilità differenti:  $ZA_{ID}$ .

Nei casi in cui le successioni litologiche sono prevalentemente limose – argilloso limose con intercalati strati sabbioso limosi – limoso sabbiosi lentiformi, con spessori minori di 1 m e complessivamente inferiori a 2.5 m nei primi 15 m pc, contraddistinte da  $V_s < 150/170$  m/sec sino a -7 m pc, si è assunto che gli effetti cosismici siano correlabili ad addensamenti differenziati e/o a potenziali ad addensamenti di sottili strati sabbioso limosi, ai quali conseguono cedimenti differenziali:  $ZA_{CD}$ . Similmente per le successioni prevalentemente argilloso limose – limoso argillose nei primi 6–8 m del sottosuolo, che includono livelli sabbiosi lentiformi con spessore inferiore a 0.6 m, contraddistinte nell'insieme da valori di resistenza alla punta al penetrometro statico corrispondenti a  $q_c < 7$  kgf/cm<sup>2</sup> e valori di velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio equivalenti a  $V_s < 160$  m/sec, sono state definite aree nelle quali sono attesi cedimenti differenziali:  $ZA_{CD}$ .

### ***Aree Suscettibili di Effetti Locali e di instabilità***

La redazione “Carta delle aree suscettibili di effetti locali (MOPS)”, prevista come elaborato fondamentale al primo livello di approfondimento, è stata sviluppata suddividendo le porzioni di territorio urbanizzato o suscettibili di trasformazione urbanistiche, in conformità alle categorie previste dall'Art. 3.1.1 della D.G.R. 564/2021, come di seguito esposto:

-Zone stabili suscettibili di amplificazione locali

-Zone suscettibili di instabilità

alle quali sono attribuibili le caratteristiche di seguito descritte:

- **Zone stabili suscettibili di amplificazione locali:** appartengono a tale classe 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 dal Punto 4 – Art. 3.1.1 DGR 564/2021.
- **Zone suscettibili di instabilità:** appartengono a tale classe tutte le aree 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 superiori a 2 ÷ 5 m, potenzialmente suscettibili a pericolosità di liquefazione ( $ZA_{LQ}$ ); ne fanno parte le zone a

sequenze prevalentemente limose – limoso argilloso sabbiose che contengono corpi lentiformi sabbioso limosi con spessori inferiori ad 1 m, mediamente addensati – poco addensati, suscettibili di cedimenti differenziali ( $ZA_{CD}$ ), sono inoltre incluse in tale classe le successioni argilloso limose – limoso argillose poco consistenti:  $qc \leq 7$  kgf/cm<sup>2</sup>, nei primi 5 ÷ 8 m del sottosuolo e con velocità di propagazione delle  $V_s < 150$  m/sec, ( $ZA_{CD}$ ); appartengono alle zone suscettibili di instabilità le sequenze prevalentemente sabbioso limose poco addensate nei primi 6 ÷ 8/10 m del sottosuolo e con  $V_s < 160 \div 180$  m/sec, soggette a potenziale suscettività alla liquefazione con  $IL \geq 5$  e con alternanze limoso sabbiose con  $qc \leq 7/8$  kgf/cm<sup>2</sup> suscettibili di cedimenti differenziali ( $ZA_{ID}$ ).

Le delimitazioni delle zone e relative colonne stratigrafiche, esposte nella legenda della tav. QC A4.04, si sono articolate come di seguito esposto:

## Zona 1

	Litologia	Descrizione litologica	Grado di consistenza	Vs = m/sec
0	ML	Limi argillosi - limi Argille limose	Consistente	23
2	SM	Sabbie limose - sabbie	Moderatamente addensato	12
	ML	Limi - limi argillosi	Moderatamente consistente	24
4	SM	Sabbie limose - sabbie	Moderatamente addensato	12
	ML	Limi argillosi - limi Argille limose	Moderatamente consistente	24
6	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
8	SM	Sabbie limose - sabbie	Moderatamente addensato	24
10	SP	Sabbie pulite	Addensato	11
12	CL	Argille	Consistente	23
	SP	Sabbie pulite	Addensato	11
14	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
16	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
18	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
20	SM	Sabbie - sabbie limose	Poco addensato	13
22	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
24	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
26	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
28	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
30	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
32	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
34	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24

**ZONA 1** – Aree stabili con presenza di sequenze limose – limoso argillose – limoso sabbioso argillose, moderatamente consistenti (ML/MH - 24), contenenti in subordine sottili corpi lentiformi sabbioso limosi con spessori tra 1 e 2 m mediamente addensati (SM - 12);

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**studi richiesti:** valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

## Zona 2

Litologia	Descrizione litologica	Grado di consistenza	Vs = m/sec
CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
ML	Lim argillosi - limi	Moderatamente consistente	24
OL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
SP	Sabbie limose - sabbie	Moderatamente addensate	12
ML	Lim argillosi	Moderatamente consistente	24
SM	Sabbie limose - sabbie	Moderatamente addensate	12
ML	Lim argillosi	Moderatamente consistente	24
PA	Argille	Consistente	23
SM	Sabbie limose - sabbie	Moderatamente addensate	12
ML	Lim argillosi	Moderatamente consistente	24
SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensate	12
ML	Lim argillosi	Moderatamente consistente	24
SP	Sabbie pure	Addensate	11
ML	Lim argillosi	Moderatamente consistente	24
SP	Sabbie pure	Addensate	11
ML	Lim argillosi	Moderatamente addensate	24

**ZONA 2:** Aree stabili con presenza di sequenze prevalentemente argilloso limose - argillose, moderatamente consistenti (CL-24), sino a -5/-6 m p.c. con intercalati subordinati corpi lentiformi limoso argillosi, moderatamente consistenti (ML-24) e strati sabbioso limosi lentiformi con spessore inferiore a 1 m mediamente addensati (SM-12);

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**studi richiesti:** valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

## Zona 3

	Litologia	Descrizione litologica	Grado di consistenza	Vs = m/sec
0	CH	Argille	Consistente	23
2	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
4	SM	Sabbie limose - sabbie	Poco addensato	13
6	SM	Sabbie limose - sabbie	Poco addensato	24
8	SM	Sabbie limose - sabbie	Poco addensato	13
10	SM	Sabbie limose - sabbie	Poco addensato	24
12	SM	Sabbie limose - sabbie	Poco addensato	13
14	CL	Argille	Consistente	23
16	SM	Sabbie limose - sabbie	Poco addensato	13
18	SM	Sabbie limose - sabbie	Moderatamente addensato	12
20	SM	Sabbie limose - sabbie	Consistente	23
22	SM	Sabbie limose - sabbie	Moderatamente addensato	12
24	ML	Argille limose	Moderatamente consistente	24
26	ML	Limi argillosi	Moderatamente consistente	24
28	CL	Argille	Consistente	24
30	SP	Sabbie pulite	Addensato	11
32	SM	Sabbie limose	Poco addensato	13
34	CH	Argille	Moderatamente consistente	24
36	CH	Argille	Moderatamente consistente	24

**ZONA 3:** Aree stabili costituite da sequenze argillose – argilloso limose, moderatamente consistenti (CH/CL-24), sino a -4/-5 m pc, con intercalati subordinati sottili corpi lentiformi limoso argillosi moderatamente consistenti (ML-24) e strati sabbioso limosi di spessore inferiore a 1 m poco addensati (SM-13).

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**studi richiesti:** valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

Zona ZA<sub>LQ</sub>

Litologia	Descrizione litologica	Grado di consistenza	Vs = m/sec
CL ML	Argille limose - limi argillosi	Moderatamente consistente	24
ML	Lim. - Limi argillosi	Moderatamente consistente	24
SM	Sabbie Sabbie limose	Moderatamente addensato	12
ML	Lim. - Limi argillosi	Moderatamente consistente	24
SM ML	Lim. - Limi argillosi	Poco consistente	25
ML	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
SM CL	Sabbie - sabbie limose Argille limose	Moderatamente addensato Moderatamente consistente	12 24
CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
SM	Sabbie - sabbie limose	Poco addensato	13
CL	Argille limose	Consistente	23
SP	Sabbie pure	Addensato	11
CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
SP	Sabbie pure	Moderatamente addensato	12
CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24

**ZONA ZA<sub>LQ</sub>** – Aree potenzialmente instabili con presenza di depositi di canale fluviale e/o piana alluvionale prevalentemente sabbiosi e sabbioso limosi, in strati con spessori tra 2/3 e 4/5 m, da mediamente addensati (SM-12) a poco addensati (SM-13) ai quali si intercalano alternanze limose – limoso argillose sabbiose poco consistenti (ML/MH-25);

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale liquefazione;

**studi richiesti:** valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione della pericolosità di liquefazione;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello per la stima della pericolosità di liquefazione.



Zona ZA<sub>CD</sub>

Litologia	Descrizione litologica	Grado di consistenza	Vs = m/sec	
0	Argille limose Limi argillosi - limi	Moderatamente consistente	24	130/140
2	Sabbie limose - limi argillosi	Moderatamente addensato Poco consistente	12 25	
4	Limi argillosi Sabbie - e sabbie limose	Poco consistente Poco addensato - addensato	25 13	140/170
6	Sabbie - e sabbie limose	Poco addensato	25 13	
8	Argille limose	Poco consistente	25	180/240
10	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12	
12	Limi argillosi Argille limose	Moderatamente consistente	24	
14	Sabbie - e sabbie limose	Poco addensato	13	
16	Argille limose	Moderatamente consistente	24	220/270
18	Sabbie - e sabbie limose	Poco addensato	13	
20	Sabbie - e sabbie limose	Moderatamente addensato	12	250/300
22	Argille limose	Moderatamente consistente	24	
24				300/350
26				
28				
30	Sabbie pulite	Addensato	11	
32	Limi - limi argillosi	Moderatamente consistente	24	
34	Sabbie pulite	Addensato	11	
35				

**ZONA ZA<sub>CD</sub>**– Aree potenzialmente instabili con presenza di depositi di piana alluvionale prevalentemente limosi – limoso argilloso sabbiosi, poco consistenti/ moderatamente consistenti (ML/MH–24/25) contenenti in subordine corpi lentiformi sabbioso limosi di modesto spessore: <1 m, da moderatamente addensati a poco addensati (SM–13/12).

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, cedimenti differenziali per compattazione di terreni poco consistenti e/o addensamento per liquefazione di sottili strati sabbioso limosi;

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

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

Zona ZA<sub>CD</sub>

	Litologia	Descrizione litologica	Grado di consistenza	Vs = m/sec
0	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
2	ML	Limi - limi argillosi	Poco consistente	25
4	SM	Sabbie limose - limi argillosi	Poco addensato	13
	ML	Argille limose	Poco consistente	25
6	ML	Limi - limi argillosi	Poco consistente	25
8	SM	Sabbie limose - sabbie	Poco addensato	13
10	CL	Argille limose	Poco consistente	25
12	ML	Limi - limi argillosi	Moderatamente consistente	24
14	SM	Limi - limi argillosi	Moderatamente addensato	24
	ML	Sabbie limose	Poco addensato	13
16	CL	Argille limose	Moderatamente consistente	24
18	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
20	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
22	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
24	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
26	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
28	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
30	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
32	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
34	SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
36	ML	Limi - limi argillosi	Moderatamente consistente	24

**ZONA ZA<sub>CD</sub>:** Aree potenzialmente instabili costituite da depositi argilloso limosi e limoso argillosi poco consistenti – mediamente consistenti (ML/CL-24/25) con intercalati subordinati corpi lentiformi sabbioso limosi con spessori inferiori a 0,6 m da poco addensati a mediamente addensati (SM-13/12), riscontrabili nei primi 12 ÷ 13 m dal piano campagna.

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziali cedimenti differenziali per compattazione di terreni poco consistenti e/o addensamento per liquefazione di sottili strati sabbioso limosi;

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

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

**Zona ZA<sub>ID</sub>**

Litologia	Descrizione litologica	Grado di consistenza	Vs = m/sec
0 ML	Limi - Limi argillosi	Moderatamente consistente	24
2 ML	Limi - Limi argillosi	Poco consistente	25
4 SM	Sabbie - sabbie limose	Poco addensato	13
6			
8 MH	Limi - Limi argillosi	Poco consistente	25
10 SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
12 ML	Limi - Limi argillosi	Poco consistente	25
13 SM	Sabbie limose	Moderatamente addensato	12
14 SM	Sabbie	Addensato	11
15 ML	Limi - Limi argillosi	Moderatamente consistente	24
16			
18 CL	Argille limose	Consistente	23
20 SM	Sabbie - sabbie limose	Moderatamente addensato	12
22			
24			
26 SP	Sabbie pulite poco assortite	Addensato	11
28 CL	Argille limose	Consistente	23
30			
32			
34 SP	Sabbie pulite	Addensato	11
35			

**ZONA ZA<sub>ID</sub>** – Aree suscettibili di sovrapposizione di instabilità differenti: aree potenzialmente instabili con presenza di depositi di canale fluviale e/o piana alluvionale nei primi 2/3÷6/10 m pc, a zone -15 m pc, prevalentemente costituiti da sabbie limose – sabbie con spessori di 4÷6/10 m, da poco addensati a mediamente addensati (SM–13/12) e limi – limi argilloso sabbiosi, poco consistenti (ML/MH–25) con Vs < 160 m/sec nei primi 7/8 m pc;

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziali cedimenti differenziali di terreni poco consistenti e densificazione/liquefazione di strati sabbioso limosi-sabbiosi;

**studi richiesti:** valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione pericolosità di liquefazione, stima dei cedimenti differenziali;

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

Il terzo livello di approfondimento è comunque richiesto nelle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico come specificato nella DGR 1661/2009: *“Elenco categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile ed elenco categorie di edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso..”* e nelle aree in cui sono previsti interventi in sotterraneo che richiedano scavi che si approfondiscano nel sottosuolo per altezze maggiori di

$$H > 2 \text{ m}$$

nelle quali dovranno essere sviluppate le verifiche di stabilità dei fronti di scavo con metodo pseudo statico o dinamico.

## 7 SECONDO E TERZO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il secondo e terzo livello di approfondimento suddividono in dettaglio le aree oggetto di microzonazione sismica individuate negli elaborati di primo livello (carta MOPS) con la rideterminazione, quando necessario, dei limiti delle condizioni di pericolosità per liquefazione densificazione e cedimenti; in tale fase è inoltre definita, in funzione di un indice quantitativo dipendente dalle condizioni stratigrafiche, l'amplificazione sismica attesa ( $T_r = 475$  anni;  $\zeta = 5\%$ ) e dell'indice di liquefazione. In riferimento a quest'ultimo nella definizione delle condizioni di pericolosità territoriale è stato assunto che per le zone con indice del potenziale di liquefazione minore di 2 (pericolosità bassa) gli effetti principali che conseguono alle azioni sismiche generino processi di addensamento degli strati sabbiosi limosi – sabbiosi e quindi possano determinare cedimenti differenziali; dette caratteristiche sono correlate alla percentuale molto inferiore e minori spessori dei livelli sabbiosi rispetto alle componenti limoso argillose – argilloso limose nei primi 15 m delle verticali litologico tecniche esaminate.

Contestualmente alla classificazione del territorio con detta analisi sismica, sviluppata con codice di calcolo Proshake e Strata, le elaborazioni individuano gli approfondimenti di terzo livello, integrativi, da effettuarsi, specificando le disamine da sviluppare.

### 7.1 Carta delle velocità delle onde di taglio $V_{s30}$

La carta delle velocità delle onde di taglio (Tav. QC A4.09\_  $V_{s30}$ ) 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, ( $V_{s30}$  m/sec) determinate in base alle indagini: Re.Mi. – MASW/Re.Mi. – MASW effettuate sia nella area correghese che nei territori dei comuni confinanti.

Le elaborazioni delle acquisizioni hanno evidenziato valori oscillanti tra massimi di  $290 \div 300$  m/sec e minimi di  $190 \div 200$  m/sec.

I valori maggiori si riscontrano nelle zone settentrionali occidentali e nord orientali del territorio comunale, in corrispondenza di Canolo e a nord di Mandriolo; analoghi massimi caratterizzano settore centro orientale del capoluogo tra via dei Mille – Via F. Timolini – V.le Saltini – V.le Cottafavi e Stabilimenti Carboni, equivalenti condizioni si riscontrano nella parte meridionale dell'Espansione sud tra Cavo Argine – Canale di Fazzano – via S. Gelosini/via E. Berlinguer; in dette zone i valori sono compresi tra  $V_{s30}$   $240/250 \div 290/300$  m/s. Simili valori relativi elevati, leggermente inferiori, si riscontrano nell'area estesa ovest est asseccante l'andamento di V.le Saltini, che definiscono zone contraddistinte da  $V_{s30} = 230 \div 250$  m/sec.

Nella rimanente parte del territorio, che costituisce la prevalente percentuale della superficie, i valori sono generalmente compresi tra  $V_{s30} = 200/210 \div 230$  m/s.

Fanno in parte eccezione due areali di limitata estensione con minimi di  $V_s=190/200$  m/sec nella parte centro meridionale della Zona Industriale Correggio Sud e la parte occidentale di Fosdondo tra la sua Zona Industriale e via Sanguinetto/via Forca.

## **7.2 Carte dei fattori di amplificazione – microzonazione sismica**

La microzonazione sismica di terzo livello di approfondimento individua aree a comportamento sismico equivalente attribuendo alle stesse indici quantitativi che definiscono in base alle condizioni stratigrafiche e topografiche l'amplificazione sismica attesa ( $T_r = 475$  anni;  $\zeta = 5\%$ ).

Ad ognuna delle microzone individuate sono assegnati i valori dei Fattori di Amplificazione determinati mediante codice di calcolo Strata per la MS del Comune di Correggio.

In funzione di tali elaborazioni sono stati visualizzati nelle tavole i valori dei fattori di amplificazione FA. PGA. – FA – FH. attinenti alle microzone individuate.

I parametri FH, amplificazione in termini di velocità, sono riferiti agli intervalli 0.1 – 0.5 sec, 0.5 – 1.0 sec, 0.5 – 1.5 sec.

I valori FA, amplificazione in termini di accelerazione, sono riferiti agli intervalli 0.1 – 0.5 sec, 0.4 – 0.8 sec, 0.7 – 1.1 sec, 0.5 – 1.0 sec, 0.5 – 1.5 sec.

In funzione di questi ultimi sono stati determinati i parametri HSM relativi agli stessi intervalli di FA,

I campi dei valori sopra indicati, definiti in rapporto ai range di maggior amplificazione evidenziati dalla sovrapposizione di insieme degli spettri calcolati, sono significativamente indicativi per le azioni sismiche che possono interessare le tipologie edificatorie esistenti prevalentemente presenti nel territorio comunale ed a quelle che in funzione delle indicazioni delle vigenti norme urbanistiche sono previste nella percentuale maggiore.

## **7.3 Definizione degli input sismici**

L'analisi della pericolosità sismica del territorio comunale è stata sviluppata in base al modello di studio – elaborazione per la definizione della pericolosità sismica a scala locale proposto da *Marcellini et alii (1998)*<sup>3</sup>.

Tale schema prevede:

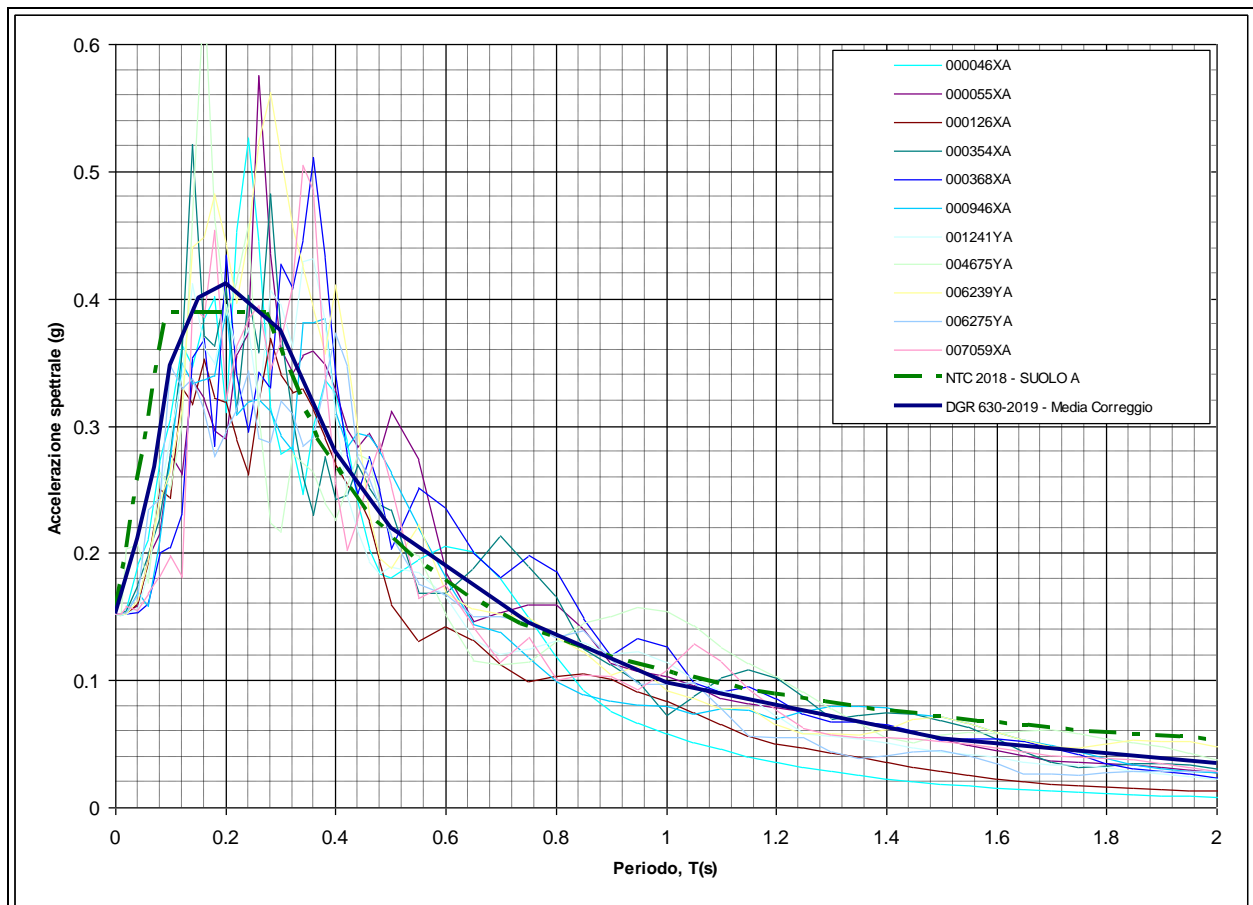
- *Caratterizzazione della pericolosità sismica a scala locale*: attuata mediante la definizione dello scuotimento al bedrock col 10% di probabilità di almeno una eccedenza in 50 anni mediante metodologia di tipo probabilistico.

---

<sup>3</sup> Marcellini, A., Daminelli, R., Pagani, M., Riva, F., Tento, A., Crespellani, T., Madiati, C., Vannucchi, G., Frassinetti, G., Martelli, L., Palumbo, A., e Viel, G. (1998). Seismic Microzonation of some Municipalities of the Rubicone area (Emilia – Romagna Region). In Proceedings of the Eleventh European Conference on Earthquake Engineering, Invited Lectures Volume, pagg. 339-350. Balkema.

- *Scelta dei moti di riferimento:* attraverso la selezione di accelerogrammi reali da banche dati attraverso la comparazione degli spettri di risposta con quello determinato con metodo probabilistico.
- *Analisi delle amplificazioni a scala locale* mediante simulazioni di propagazione verticale delle onde SH.
- *Zonazione finale* con determinazione di aree a caratteristiche omogenee.

La definizione degli input sismici utilizzati per le simulazioni di scuotimento in superficie è stata eseguita confrontando lo spettro di risposta degli accelerogrammi selezionati opportunamente scalati, con quella dello spettro a probabilità uniforme determinato secondo le indicazioni della DGR 630/2019 – 476/2021, avendo cura di ottenere una congruenza rientrante nella forma normalizzata  $\pm$  la deviazione standard. Tale procedura ha portato alla selezione di 11 accelerogrammi di input, tre dei quali presenti nella banca dati approntata dalla Regione Emilia Romagna, disponibili al sito internet <http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/sismica.htm> (accelerogrammi 000046xa, 000126xa, 000354xa), due ottenuti da selezione nel database internazionale “European strong-motion database” <http://www.isesd.hi.is/> (accelerogrammi 000946xa, 001241ya) e sei derivati dalla definizione di accelerogrammi di riferimento per l’argine destro del Po redatta da A. Marcellini, D. Albarello, D. Gerosa (accelerogrammi 000055xa, 000368xa, 004675ya, 006239ya, 006275ya, 007059xa) messi a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, per le analisi di microzonazione dei comuni di Bagnolo in Piano, Correggio, San Martino in Rio, Rio Saliceto.





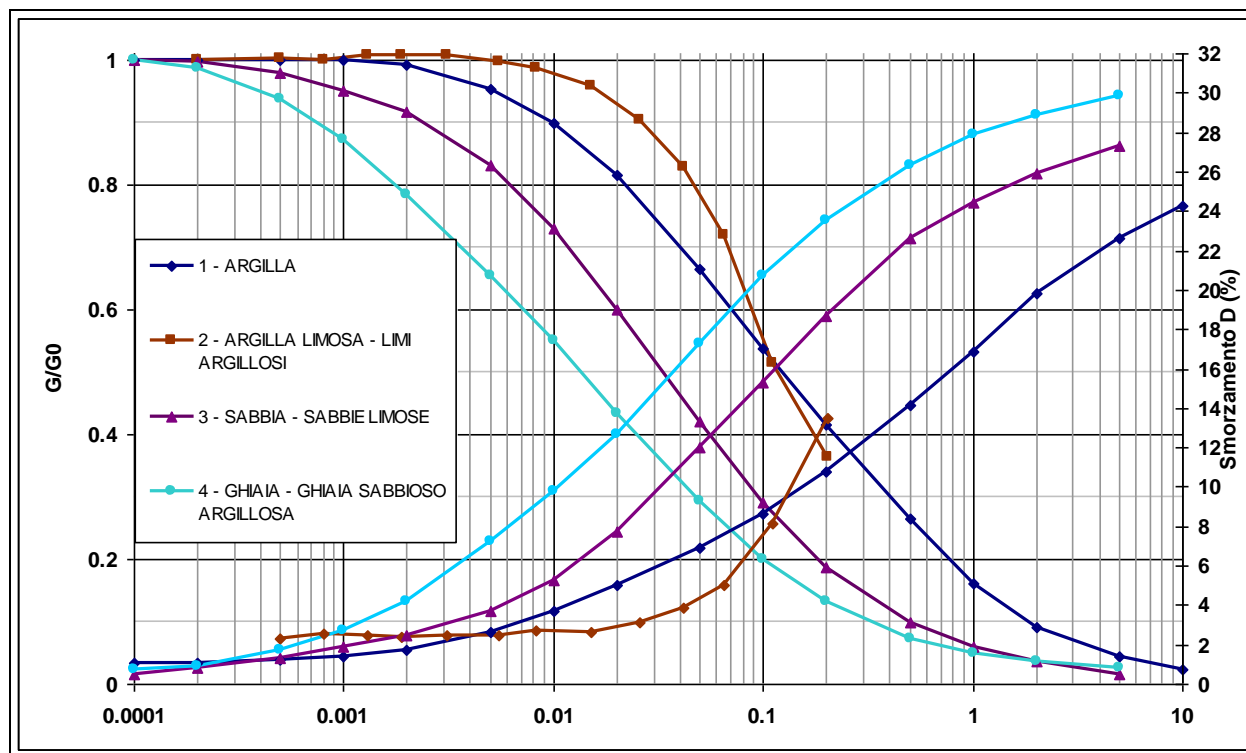
Spettro di risposta a probabilità uniforme (Periodo di ritorno di 474 anni, smorzamento=5%) costruito con i parametri esposti nella DGR ER 630-2019, spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettati delle NTC 20018 e spettri di risposta degli accelerogrammi selezionati normalizzati.

#### 7.4 Calcolo degli effetti di sito

Il comportamento non lineare dei terreni nelle analisi di risposta sismica locale (RSL) effettuate, è stato simulato utilizzando curve di degrado reperite da varie fonti bibliografiche, in particolare:

- Terreno tipo 1 - Litotipi prevalentemente argillosi: Vucetic M. and Dobry R. (1991) – *Effect of soil plasticity on cyclic response. Journal of Geotechnical Engineering*, 117, 1, 89-117. N
- Terreno tipo 2 - Litotipi prevalentemente argilloso limosi – limosi: Regione Emilia Romagna (2012) – "Microzonazione Sismica e analisi della condizione limite per le emergenze delle aree epicentrali dei terremoti della Pianura Emiliana di Maggio-Giugno 2012" (Ordinanza del Commissario Delegato – Presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012) –Relazione Illustrativa
- Terreno tipo 3 - Litotipi prevalentemente sabbiosi e sabbioso limosi: Seed and Idriss (1970) - *Soil moduls and damping factors for dynamic response analyses – EERC Report 70-10, University of California, Berkeley*
- Terreno tipo 4 - Litotipi prevalentemente ghiaiosi – ghiaioso argilloso sabbiosi: Seed et alii (1991) – *Principal geotechnical aspects of the 1989 Loma Prieta earthquake. Soil and Foundations*, Vol. 31, No. 1, 1-26.

Dette curve sono schematizzate nel seguente grafico:



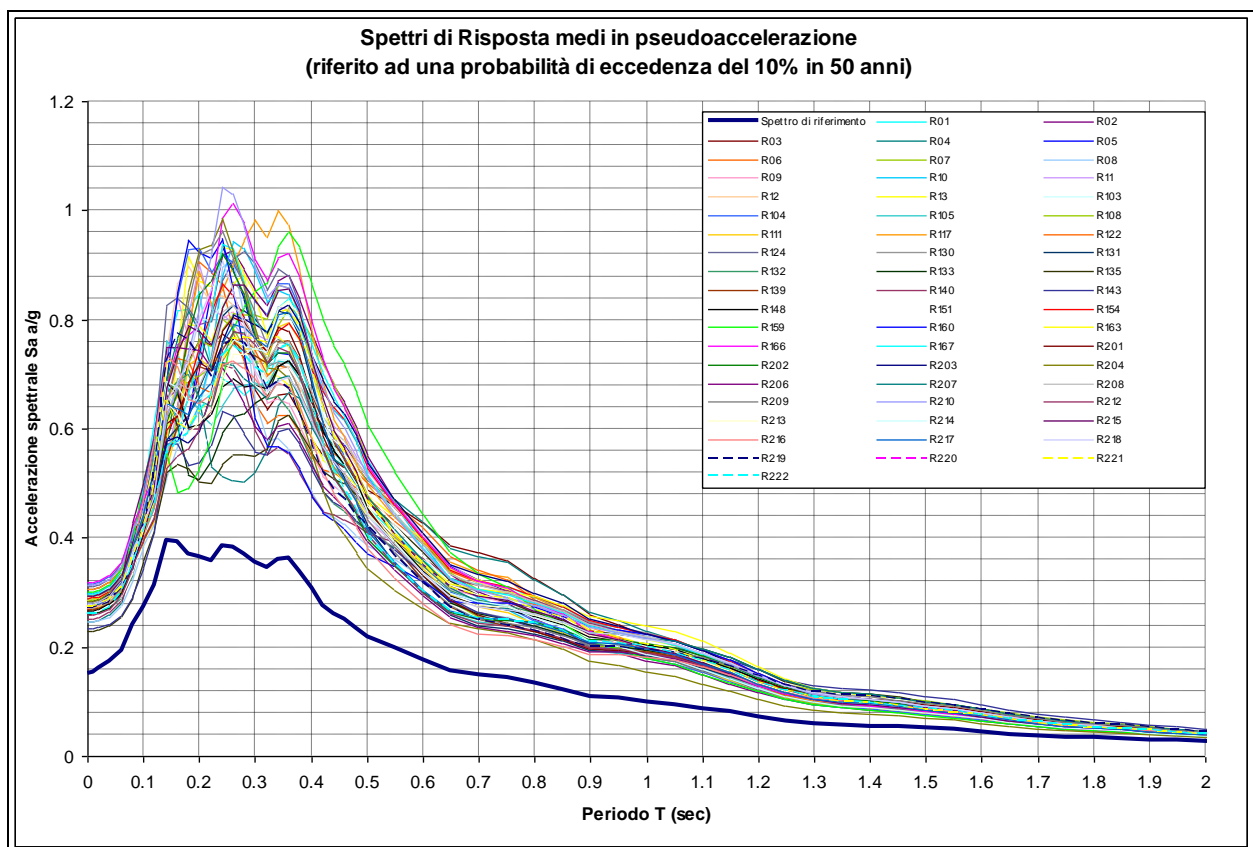
Al fine di eliminare le possibili alterazioni dovute alla dispersione dei dati, per rappresentare analiticamente la variazione di G e D con l'ampiezza della deformazione di taglio,  $\gamma$  (espressa in %) è stato utilizzato il modello *Yokota et al.* (1981).

Per il calcolo dello scuotimento in superficie è stato utilizzato un modello numerico che simula la propagazione verticale di onde SH attraverso strati piano paralleli omogenei ed isotropi a partire da uno strato di riferimento rigido (bedrock sismico). Nell'analisi è stato considerato il comportamento di tipo non lineare dei terreni con il livello di deformazione, assumendo come parametri di decadimento quelli indicati da dati bibliografici per litotipi simili a quelli dei terreni di Correggio ed alle schede caratterizzazione geotecnica dello Allegato 1 delle Analisi di Microzonazione Sismica delle Aree Epicentrali dei Terremoti della Pianura Emiliana di Maggio – Giugno 2012, *L. Martelli e M. Romani R.E.R. 2013*.

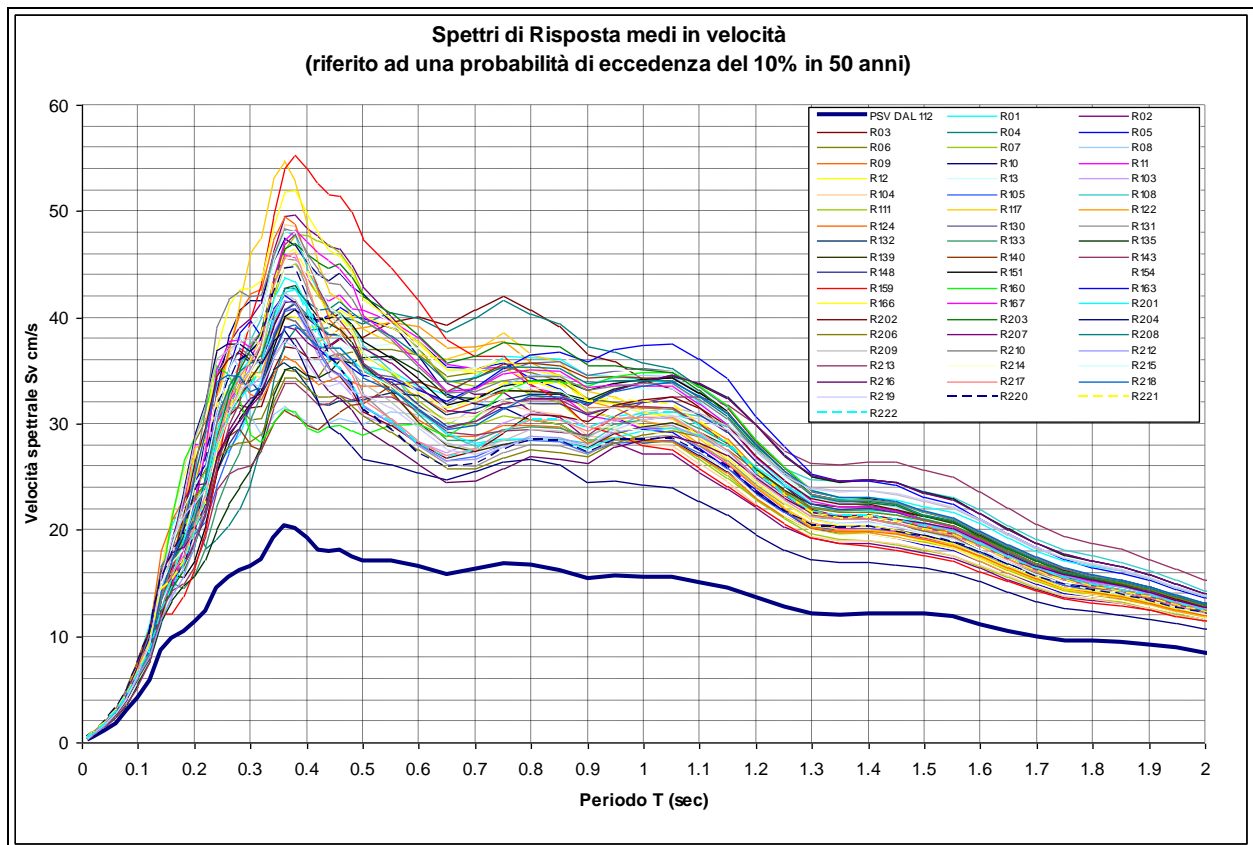
Il codice di calcolo 1D adottato: *Strata (Kottke A. & Rathje M.R., 2010)*, simula la propagazione in direzione verticale delle onde sismiche di taglio SH, che si irradiano da un substrato sismico deformabile, orizzontale, ed attraversano livelli litologici stratificati orizzontalmente ed a spessore costante, sino al raggiungimento della superficie.

Sulla base dei risultati delle indagini geofisiche, sono stati discretizzati i profili delle onde S, estrapolando i valori e le profondità sino al raggiungimento del bedrock sismico con  $V_s$  corrispondente a 700/800 m/sec.

I risultati ottenuti, espressi in forma grafica, sono di seguito visualizzati:



Spettri di risposta in superficie definiti mediando i risultati degli spettri ottenuti applicando gli scuotimenti selezionati alle verticali sismostratigrafiche. Tutte le simulazioni presentano i maggiori valori di accelerazione nei periodi compresi tra 0,1 e 0,4 sec. I valori di amplificazione si mantengono comunque alti sino a periodi di circa 1,2 sec.



Spettri di risposta in superficie visualizzati in termini di pseudovelocità (smorzamento 5%).

### 7.5 Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica DGR 476-21

La definizione dell'amplificazione del moto sismico tra bedrock sismico e superficie per ognuna delle zone identificate dai modelli in precedenza illustrati, è stata effettuata in ottemperanza alle indicazioni della DGR 476-21 in termini di:

- accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA<sub>0</sub>)
- intensità spettrale  $SI = \int_{T1}^{T2} V(T, \xi) dt$  tra SI1: 0,1-0,5 sec, SI2: 0,5-1 sec, SI3: 0,5-1,5 sec, dove V è lo spettro di risposta in velocità, T il periodo
- intensità spettrale  $SA = \int_{T1}^{T2} PSA(T, \xi) dt$  tra SA1: 0,1-0,5 sec, SA2: 0,4-0,8 sec, SA3: 0,7-1,1 sec, SA4: 0,5-1,5 sec, dove A è lo spettro di risposta in accelerazione, T il periodo

Oltre a detti fattori di amplificazione è stato determinato il livello di pericolosità sismica HSM tra a periodi 0,1-0,5, 0,4-0,8, 0,7-1,1 e 0,5,1,5 sec e definiti come:

$$H_{SM} = (ASI_{UHS}/\Delta T) \cdot FA$$

dove ASI<sub>UHS</sub> è il valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per il corrispondente periodo e  $\Delta T$  l'intervallo in secondi, moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi.

Il parametro risultante evidenzia la severità del moto sismico in correlazione al danno potenziale atteso per effetto dei terremoti in esame.

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

N°	pga (g)	FPGA	SI			SA				HSM			
			0,1-0,5	0,5-1,0	0,5-1,5	0,1-0,5	0,4-0,8	0,1-0,5	0,4-0,8	0,7-1,1	0,5-1,5	0,7-1,1	0,5-1,5
R01	0.29	1.89	2.04	2.14	2.06	2.02	2.1	2.18	2.08	662	390	249	220
R02	0.306	2	2.35	2.02	1.84	2.23	2.31	1.85	1.93	730	430	211	204
R03	0.272	1.78	1.94	2.39	2.18	1.9	2.29	2.35	2.25	622	427	268	238
R04	0.247	1.61	1.81	2.4	2.24	1.73	2.33	2.38	2.29	566	434	271	243
R05	0.281	1.84	2.11	2.13	1.95	2.03	2.23	2.01	2.02	666	414	229	214
R06	0.269	1.76	1.93	2.12	2	1.92	2.09	2.07	2.05	629	390	236	217
R07	0.287	1.88	2.21	2.07	1.89	2.09	2.31	1.93	1.97	685	430	220	209
R08	0.247	1.61	1.74	2	2.01	1.73	1.81	2.12	2	567	338	242	212
R09	0.274	1.79	1.92	1.99	1.97	1.93	1.94	2	1.95	632	361	228	207
R10	0.299	1.96	2.27	1.99	1.88	2.17	2.22	1.84	1.94	712	414	210	205
R11	0.285	1.87	2.19	2.13	1.96	2.1	2.26	2	2.03	689	422	228	215
R12	0.292	1.91	2.13	2.12	1.96	2.11	2.21	2.01	2.02	692	412	229	214
R13	0.286	1.87	2.08	2.17	2.09	2.07	2.13	2.15	2.12	677	397	245	224
R103	0.284	1.86	1.99	1.82	1.82	1.98	1.81	1.89	1.81	650	337	215	192
R104	0.316	2.07	2.31	1.9	1.79	2.29	2.03	1.85	1.83	749	378	211	194
R105	0.264	1.73	1.9	1.73	1.73	1.86	1.79	1.75	1.73	611	334	199	183
R108	0.285	1.86	2.17	1.84	1.93	2.08	2.01	1.82	1.91	683	374	208	203
R111	0.272	1.78	2.08	1.89	1.8	1.98	2.04	1.83	1.84	650	380	208	195
R117	0.306	2	2.41	2.2	2.01	2.31	2.29	2.14	2.07	758	426	243	220
R122	0.274	1.79	2	2.2	2	1.95	2.24	2.09	2.08	639	417	238	220
R124	0.311	2.04	2.3	1.83	1.78	2.27	1.97	1.81	1.8	744	367	206	191
R130	0.27	1.77	1.99	2.11	2.09	1.93	2.03	2.18	2.09	637	378	248	221
R131	0.28	1.83	2.07	1.72	1.75	2	1.83	1.74	1.74	655	341	198	185
R132	0.263	1.72	1.83	1.99	2.05	1.83	1.88	2.05	2.03	598	351	234	215
R133	0.26	1.7	1.87	1.85	1.86	1.79	1.95	1.85	1.87	585	362	211	198
R135	0.23	1.5	1.67	2.06	2.09	1.58	2.02	2.07	2.09	518	376	236	221
R139	0.269	1.76	2.02	1.8	1.83	1.94	1.93	1.79	1.83	636	359	204	194
R140	0.25	1.64	1.68	2.11	2.08	1.68	1.93	2.17	2.08	550	359	247	220
R143	0.234	1.53	1.65	1.85	1.99	1.6	1.82	1.88	1.95	523	339	215	207
R148	0.266	1.74	1.94	1.95	1.94	1.87	1.99	1.97	1.94	612	371	224	206
R151	0.263	1.72	1.94	2.08	2.06	1.86	2.11	2.1	2.07	608	392	240	219
R154	0.29	1.89	2.19	2.23	2.15	2.1	2.3	2.22	2.18	687	428	253	231
R159	0.301	1.97	2.36	2.2	1.95	2.16	2.56	1.96	2.06	707	477	223	218
R160	0.28	1.83	1.84	1.96	2.01	1.92	1.77	2.11	1.98	629	329	240	210
R163	0.293	1.92	2.1	2.15	2.18	2.08	2.03	2.26	2.16	681	378	258	229
R166	0.319	2.08	2.45	2.17	2	2.36	2.35	2.07	2.07	773	437	236	219
R167	0.297	1.94	2.27	2.14	2.06	2.16	2.26	2.12	2.09	707	420	242	222
R201	0.277	1.81	2.04	1.82	1.86	1.98	1.93	1.79	1.85	649	358	204	196
R202	0.284	1.86	2.06	1.82	1.88	2.04	1.81	1.92	1.86	668	336	218	197
R203	0.283	1.85	2.17	2.28	2.17	2.04	2.36	2.25	2.21	668	439	257	234
R204	0.284	1.85	1.99	1.57	1.52	2.04	1.59	1.57	1.53	667	296	179	162
R206	0.276	1.8	1.79	1.69	1.76	1.82	1.7	1.73	1.74	595	317	197	184
R207	0.277	1.81	1.97	2.02	2.07	1.94	2.03	2.04	2.06	637	377	233	218
R208	0.282	1.84	2.1	2.17	2.1	2.02	2.21	2.15	2.13	663	411	245	225
R209	0.294	1.92	2.14	1.82	1.9	2.13	1.87	1.85	1.88	697	348	211	199
R210	0.314	2.05	2.37	2.12	2.07	2.29	2.22	2.11	2.09	751	413	240	222
R212	0.258	1.69	1.92	1.74	1.78	1.85	1.79	1.79	1.77	605	333	203	188
R213	0.273	1.79	2.08	1.95	1.91	1.98	2.03	1.97	1.92	649	379	224	204
R214	0.274	1.79	2.07	1.92	1.83	2	2.01	1.9	1.86	655	374	217	197
R215	0.293	1.92	2.23	2.01	1.93	2.16	2.1	2	1.96	709	391	228	207
R216	0.272	1.78	1.86	1.63	1.71	1.85	1.67	1.68	1.69	607	310	192	179
R217	0.277	1.81	2.05	1.81	1.82	1.99	1.86	1.86	1.81	651	346	212	192
R218	0.278	1.82	2.02	1.96	1.99	1.99	1.95	2.02	1.98	654	363	231	210
R219	0.27	1.77	1.91	1.78	1.87	1.91	1.8	1.8	1.84	625	335	205	195
R220	0.29	1.9	2.08	1.71	1.72	2.05	1.79	1.74	1.72	672	333	199	182
R221	0.274	1.79	2.08	2.03	1.95	1.99	2.09	2.03	1.98	651	388	232	210
R222	0.26	1.7	1.93	1.8	1.83	1.86	1.82	1.87	1.81	609	339	213	192

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale in velocità, accelerazione ed HSM determinati per ogni verticale sismostratigrafica per i vari intervalli di periodo secondo le indicazioni delle DGR 630/19 e 476-21.

## **7.6 Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale Fa.PGA**

La carta dei fattori di amplificazione PGA/PGA<sub>0</sub>: Tav. QC A4.11, elaborata in base ai punti di indagine eseguiti nell'area comunale ed a quelli effettuati in prossimità dei confini con i comuni adiacenti, è stata sviluppata per tutto il territorio del comune.

Detto elaborato evidenzia che i valori massimi, compresi tra Fa P.G.A.=2.1 – 2.2, contraddistinguono una zona di modesta estensione nel settore nord ovest del capoluogo tra via C. Zavattini e via R. Zanichelli.

La prevalente parte del territorio è caratterizzata da valori medio elevati di Fa. P.G.A. corrispondenti a 1,9 – 2.0 che rivestono le zone settentrionali occidentali (nord di via Carletti) la fascia al bordo occidentale (nord ovest di via Bonacina – ovest Fossetta di Fosdondo/C. Scaltriti – C. Catellani) la parte centro meridionale dell'area comunale a sud di Budrio – via San Prospero – Case Nuove – Fazzano sino al confine comunale meridionale: sud A1.

Le zone dove i valori dell'amplificazione sono relativamente inferiori Fa.P.G.A.= 1.7/1.8, costituiscono la fascia centrale estesa ovest est da Fosdondo al centro storico capoluogo alla Zona Villaggio Industriale; tale area è delimitata a nord dall'allineamento Canolo di Mezzo – via Fosdondo – via Circondaria sino alla S.P. 69 in corrispondenza della quale si allunga a nord sino a Mandrio da dove si dirige ad est sino a via San Martino dal quale si orienta a sud sino a via Della Costituzione; nella parte sud del territorio è circa delimitata dall'allineamento Budrio – Case Nuove – Fazzano ed a meridione dall'A1; valori equivalenti di Fa. P.G.A. contraddistinguono la zona orientale meridionale del territorio tra Lemizzone e confine comunale con San Martino in Rio.

I minimi relativi con Fa.P.G.A. = 1.5/1.6 caratterizzano il settore della Zona Villaggio Industriale a sud del tratto settentrionale di via della Costituzione sino alla SP per Carpi-Cavo Tresinaro.

La distribuzione territoriale dei valori di Fa.P.G.A. non indica un evidente correlazione con l'assetto del substrato prepliocenico e la profondità del bed rock sismico come denotano i valori relativi maggiori di FA. PGA 1,9 ÷ 2,0 che caratterizzano la fascia occidentale ad est di Fosdondo nella quale il substrato si attesta a -2000÷-2500 m pc. e il bed rock a -120÷-130 m pc.

Si osserva una tendenziale corrispondenza tra i valori medio elevati: FA PGA = 1,9 con l'approfondimento del substrato e del bed rock nel settore meridionale del territorio comunale, nelle zone a sud di Budrio – Fazzano nelle quali il substrato si attesta a -3500÷-5500 m pc e il bed rock a -140÷-150 m pc; analoghi valori caratterizzano le aree a nord di via Circondaria – via San Martino dove il bed rock si riscontra a -140÷-160 m pc. ed il substrato si attesta a -3000÷-3500 m pc; equivalenti fattori di amplificazione contraddistinguono la parte nord orientale nella quale il substrato si rileva a -5000÷-6000 m pc e il bed rock a -150÷-160 m pc.

Una simile tendenziale corrispondenza ma con i valori relativi minori (1.7/1.8) indica la fascia centrale estesa ovest est da Fosdondo al capoluogo a Zona Villaggio Industriale/San Biagio nella quale detto substrato si riscontra a -3000÷-4000 m pc e il bed rock a -130 m pc.

Possibili correlazioni con i valori relativi maggiori  $Fa.P.G.A.=1.9 - 2.0$  nell'area tra Fosdondo e Bagnolo in Piano sono probabilmente collegabili alla presenza di linee di sovrascorrimento sepolte ivi presenti; un'analoga condizione è attribuibile alla zona a settentrione di Canolo di Mezzo e San Lodovico.

### **7.7 Carte dei fattori di amplificazione**

In conformità a quanto previsto nelle DGR 476/2021 – DGR 564/2021, sono state elaborate le carte dei fattori di amplificazione di intensità di Housner in termini di velocità negli intervalli FH  $0.1 < T < 0.5$  sec FH  $0.5 < T < 1.0$  sec FH  $0.5 < T < 1.5$  sec, in termini di accelerazione negli intervalli FA  $0.1 < T < 0.5$  sec, FA  $0.4 < T < 0.8$  sec, FA  $0.7 < T < 1.1$  sec, di pericolosità sismica per gli intervalli  $H_{SM}$   $0.1 < T < 0.5$  sec,  $H_{SM}$   $0.4 < T < 0.8$  sec,  $H_{SM}$   $0.7 < T < 1.1$  sec,  $H_{SM}$   $0.5 < T < 1.5$  sec.

La discretizzazione degli intervalli sopraindicati e relative delimitazioni delle aree che a loro competono, assume particolare significato nel contesto delle previsioni urbanistiche poiché consente di indirizzare le scelte per la destinazione residenziale di edifici sino a 4 piani dove i valori dei fattori di amplificazione nell'intervallo FH ÷ FA  $0.1 < T < 0.5$  sec sono inferiori; analogamente tale criterio di preferenza per i valori di FA minori, nell'intervallo  $0.5 < T < 1.0$  sec, e di FH  $0.4 < T < 0.8$  sec, è significativo per privilegiare le destinazioni di parti del territorio per fabbricati ad uso produttivo.

Tali discretizzazioni sono inoltre di sostanziale ausilio nella valutazione del grado di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio esistente.

### **7.8 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner in termini pseudo velocità nell'intervallo FH $0.1 < T < 0.5$ sec.**

La distribuzione generale dei valori di FH in tale intervallo, visualizzata nella Tav. QC A4.12, indica un andamento tendenzialmente concordante con quello dei valori relativi maggiori di Fa.P.G.A. rilevati nella fascia occidentale del territorio (ovest di Fosdondo) nella quale  $FH=2.2/2.3$  e zona a settentrione di Canolo di Mezzo – San Lodovico dove i valori si accentuano a  $FH=2.3/2.4$ ; analoga correlazione, ma con parametri relativamente inferiori  $FH=2.1/2.2$  si evidenzia nel settore meridionale del territorio.

Simili aspetti di correlazione relativamente ai valori relativi inferiori denota la fascia centrale ovest – est da Fosdondo al capoluogo al Cavo Tresinaro contraddistinta da  $FH=2.1/2.2$ , nella quale fa eccezione della zona Espansione Sud caratterizzata da  $FH=2.2/2.3$ . Si riscontra inoltre la corrispondenza tra i minimi di Fa.P.G.A. e FH nella Zona Villaggio Industriale e parte meridionale della Zona Industriale Correggio Sud, nelle quali  $FH=1.7/1.8$  e anche se con valori moderatamente maggiori  $FH=1.9/2.0$  nell'area ad oriente di Lemizzone circa tra via Vittoria e confine comunale con San Martino in Rio.

La distribuzione areale dei valori di amplificazione dell'intensità di Housner nell'intervallo FH  $0.1 < T < 0.5$  sec. indica una probabile correlazione dei parametri medi con le profondità medie minori del bed rock sismico: -120/-130 m pc della fascia centrale estesa ovest – est da Fosdondo al capoluogo a San Biagio – Cavo Tresinaro.

Suggeriscono probabile correlazione con la presenza di sovrascorrimenti e faglie sepolti i valori di FH maggiori della fascia occidentale ad ovest di Fosdondo e quelli a settentrione di Canolo di Mezzo – San Lodovico.

#### **7.9 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner in termini di pseudo velocità nell'intervallo $FH\ 0.5 < T < 1.0\ sec.$**

I valori di FH nell'intervallo  $0.5 < T < 1.0\ sec$ , Tav. QC A4.13, evidenziano una distribuzione areale simile a quelli della Fa.P.G.A. per i valori relativi maggiori:  $FH=2.1/2.2$  nella fascia settentrionale orientale a nord di Canolo di Mezzo e nella zona nord orientale tra Cavo Argine – via Vecchia Carpi – Cavo Tresinaro – via Geminiola; analoghi parametri e correlazione con la diffusione della Fa.P.G.A. territoriale si osservano nella zona occidentale centro meridionale allungata nord sud da Budrio al confine comunale meridionale; simili condizioni con uguali valori relativi più elevati:  $FH=2.1 \div 2.2$  caratterizzano la fascia orientale settentrionale occidentale tra il Cavo Argine – via Vecchia Carpi – Cavo Tresinaro – via Geminiola.

I valori relativi inferiori  $FH=1.5 \div 1.6$ , contraddistinguono una fascia estesa nord ovest – sud est da via Bottegone a Mandrio a confine comunale nord. Tale zona è circoscritta da una area allungata sud – nord con fattori di amplificazione  $FH=1.7 \div 1.8$  tra parte orientale del capoluogo a Zona Villaggio Industriale e che si estende sino al confine comunale nord. La rimanente parte del territorio, ad eccezione dell'area Fosdondo – Canolo, è caratterizzata da  $FH=1.9 \div 2.0$ .

La zona Fosdondo – Canolo è contraddistinta dai massimi territoriali relativi corrispondenti a  $FH=2.3 \div 2.4$  che denotano assenza di correlazione con la diffusione sia della Fa.PGA che di  $FH\ 0.1/0.5\ sec$ .

La distribuzione areale dei valori dei fattori di amplificazione di intensità sismica di Housner nell'intervallo  $FH\ 0.5 < T < 1.0\ sec$ , denota andamenti simili a quelli di Fa.P.G.A. nei valori relativi medio massimi mentre si differenzia nei massimi di Fosdondo – Canolo e nei minimi di Mandrio nei quali non si riscontra correlazione con l'assetto del tetto del *Pliocene*. Nella zona Fosdondo – Canolo non si evidenziano corrispondenze con la profondità del bed rock simico e gli elevati valori sono probabilmente connessi alla presenza di sovrascorrimenti e faglie sepolti; d'altra parte nell'area di Mandrio si riscontra corrispondenza tra i minimi e la minore profondità del bed rock sismico.

#### **7.10 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner in termini di pseudo velocità nell'intervallo $FH\ 0.5 < T < 1.5\ sec$**

La distribuzione areale dei valori dei fattori di amplificazione nell'intervallo  $0.5 < T < 1.5\ sec$ , Tav. QC A4. 14, caratterizza con i valori relativi minori corrispondenti a  $FH=1.7 \div 1.8$ , la fascia settentrionale del territorio comunale estesa sud – nord tra il Capoluogo – Zona Industriale ovest e confine comunale nord, delimitata ad est dal Cavo Argine e a ovest dal Canale di Correggio. In tale settore si rilevano i minimi relativi con  $FH=1.5 \div 1.6$  nella zona di Mandrio e fa eccezione la fascia centrale del capoluogo allungata sud nord tra via Monache –



via Stalingrado, via Circondaria/via G. Verdi – via A. Righi e delimitata a nord da via della Libertà nella quale  $FH=2.0 \div 2.1$ . Le fasce di territorio ai bordi occidentale centro settentrionale – nord orientale, Fosdondo – Canolo, e zona a sud di Budrio – Fazzano sono contraddistinte dai massimi relativi corrispondenti a  $FH=2.0 \div 2.2$ . La rimanente parte del territorio è caratterizzata da  $FH=1.9 \div 2.0$ .

La distribuzione areale dei valori dei fattori di amplificazione nell'intervallo  $0.5 < T < 1.5$  sec, non denota evidenze di correlazione tra valori di amplificazione e l'assetto e profondità del substrato prepliocenico nella zona di Fosdondo – San Michele e nell'area tra il Cavo Naviglio e Mandrio. Indica altresì corrispondenza tra i massimi relativi  $FH\ 2.0/2.1$  con l'aumento della profondità del substrato e del bed rock sismico al bordo orientale e nel settore meridionale del territorio.

#### **7.11 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudo accelerazione nell'intervallo $FA\ 0.1 < T < 0.5$ sec.**

Le distribuzioni territoriali di fattori di amplificazione dello spettro in accelerazione  $FA$  nell'intervallo  $0.1 < T < 0,5$  sec, Tav. QC A4.15, sono simili a quelli di  $FH=0,1-0,5$  sec ma con estensione delle aree inferiore e con i parametri di amplificazione maggiori.

La distribuzione generale dei valori di  $FA$  in tale intervallo, indica un andamento tendenzialmente concordante con quello dei valori relativi maggiori di  $Fa.P.G.A.$  e di  $FH$  rilevati nella fascia occidentale del territorio (ovest di Fosdondo) nella quale  $FA=2.1/2.2$  e nella zona a settentrione e ad ovest di Canolo dove i valori si accentuano a  $FA=2.3/2.4$ ; analoga condizione di  $FA$ , ma con estensione inferiore rispetto al campo  $FH$ , si riscontra nella fascia allungata sud est – nord ovest secondo la SP 48 per Campagnola Emilia dall'incrocio della stessa con via Lazzaretto al confine comunale nord; equivalenti caratteristiche di correlazione tra i massimi relativi  $FH/FA$  evidenziano la fascia occidentale e il settore meridionale del territorio a sud di Budrio – Fazzano dove  $FA=2.1/2.2$ ; in tale zona fa eccezione l'area ad est di Lemizzone sino al confine comunale con San Martino in Rio nella quale  $FA=1.9/2.0$ .

Simile aspetti di correlazione con  $FH=0.1/0.5$  ma con i valori relativi leggermente inferiori ed estensione maggiore denota la fascia centrale ovest – est da Fosdondo al capoluogo al Cavo Tresinaro contraddistinta da  $FA=1.9/2.0$ , nella quale si distingue la zona Espansione Sud caratterizzata da  $FA=2.1/2.2$ . Si riscontra inoltre la tendenziale corrispondenza tra i minimi di  $Fa.P.G.A.$  e  $FH$  nella Zona Industriale Correggio sud e nella Zona Villaggio Industriale nelle quali  $FA=1.7/1.8$  e che assumono il minimo locale di  $FA=1.5/1.6$  nel settore centro meridionale della sopracitata ultima zona.

La distribuzione areale dei valori di amplificazione dello spettro in accelerazione nell'intervallo  $FA=0.1 < T < 0.5$  sec. indica una correlazione dei parametri medi della fascia centrale estesa ovest – est da Fosdondo al capoluogo a San Biagio Cavo Tresinaro con le profondità medie relative inferiori del bed rock sismico

Suggeriscono probabile corrispondenza con la presenza di sovrascorrimenti e faglie del substrato sepolti i valori maggiori della fascia occidentale ad ovest di Fosdondo e quella a settentrione di Canolo – Mandriolo; simili aspetti di incremento dei valori di  $FA$  con

l'aumento della profondità sia del bed rock sismico che del substrato prepliocenico evidenzia il settore meridionale occidentale del territorio.

#### **7.12 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudo accelerazione nell'intervallo $FA\ 0,4 < T < 0,8\ sec.$**

Le distribuzioni territoriali di fattori di amplificazione dello spettro in accelerazione FA nell'intervallo  $0,4 < T < 0,8\ sec.$ , Tav. QC A4.16, sono simili a quelli di Fa.P.G.A. e si differenziano significativamente dai valori  $FH=0,1/0,5\ sec.$  e  $FH=0,5/1,0$  sia nell'estensione delle aree che con grandezze di amplificazione maggiori.

La suddivisione generale nel territorio dei valori di FA in tale intervallo, indica un andamento tendenzialmente concordante con quello dei valori relativi maggiori di Fa.P.G.A. rilevati nella fascia occidentale del territorio (ovest di Fosdondo) delimitata a nord da Madonna Rossa e a sud da via Lunga e nella zona a settentrione di Mandriolo nelle quali  $FA=2,3/2,4$ . Un'analoga tendenziale simile diffusione di FA con  $FH=0,1/0,5$  nel campo  $FA=2,0/2,1$  nell'area comunale denotano i settori meridionale occidentale e centro meridionale, e la zona nord orientale del territorio correggese.

Distribuzioni simili a quelli di Fa.P.G.A. e tendenzialmente concordanti con quelli di  $FH=0,1/0,5\ sec.$  contraddistinguono la fascia centrale del territorio estesa ovest – est da Fosdondo al capoluogo al Cavo Tresinaro nella quale  $FA=1,9/2,0$ , ad eccezione della zona tra via Modena e la SP 113 dove  $FA=1,7/1,8$ .

Un analoga tendenziale corrispondenza tra i sopra citati valori di media amplificazione, ma con estensione inferiore rispetto al campo Fa.P.G.A. si riscontra nell'area allungata sud – nord tra capoluogo – V.le Saltini – Zona Villaggio Industriale e confine comunale nord con Rio Saliceto, delimitata ad ovest da via Mandrio e ad est da via San Martino dove  $FA=1,7/1,8$  e nella quale a nord di Mandrio sono individuati i minimi di  $FA=1,5/1,6$ .

Le più estese aree caratterizzate dai valori maggiori di FA nell'intervallo  $0,4/0,8$  nella parte nord occidentale – occidentale indicano una probabile correlazione con la presenza di sovrascorrimenti e intersezioni tra gli stessi e faglie del substrato; nella parte meridionale detta tendenziale corrispondenza è attribuibile alle maggiori profondità del bed rock sismico e del tetto del substrato prepliocenico.

#### **7.13 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudo accelerazione nell'intervallo $FA\ 0,7 < T < 1,1\ sec.$**

I valori dei fattori di amplificazione dello spettro in accelerazione FA nell'intervallo  $0,7 < T < 1,1\ sec.$ , Tav. QC A4.17, evidenziano una distribuzione areale simile/equivalente a quelli della  $FH\ 0,5/1,0\ sec.$  nella parte settentrionale del territorio comunale e moderatamente differenziata in quella meridionale.

I valori relativi maggiori:  $FA=2,2/2,3$  caratterizzano la fascia occidentale settentrionale del territorio da Madonna Rossa a Canolo – Fosdondo – Case Matte assumendo i massimi relativi di  $FA > 2,3$  nell'area di Canolo di Mezzo e settore nord ovest di Fosdondo; analoga correlazione tra detti massimi relativi di  $FA=2,1/2,2$  si riscontrano nella zona orientale

settentrionale tra il Cavo Argine – via San Giacomo – Cavo Tresinaro – via Geminiola, e parte orientale del Villaggio Industriale.

Nel settore meridionale è osservabile una tendenziale corrispondenza dei sopracitati valori a sud di via Agrato.

I valori relativi inferiori  $FH=1.7\div 1.8$ , contraddistinguono una fascia estesa sud – nord da via Astrologo a confine comunale nord, delimitata ed est dal Cavo Argine e ad ovest dalla SP 48 per Campagnola Emilia; in tale zona nell'intorno di Mandrio si rilevano i minimi relativi del territorio correghese corrispondenti a  $FH=1.5/1.6$ . Equivalenti minimi di  $FH=1.7/1.8$  si riscontrano nella zona sud orientale del capoluogo tra via Modena – SP 113 – V.le V. Saltini a nord e via D. Gatti.

La rimanente parte del territorio comunale è caratterizzata da medio elevati fattori di amplificazione corrispondenti a  $FA=1.9/2.0$  nella quale fanno eccezione tre aree di modesta estensione contraddistinte da  $FA=1.7/1.8$  a sud di Fazzano, ad est di Lemizzone e parte sud est di Prato.

La distribuzione areale dei valori dei fattori di amplificazione dello spettro in accelerazione nell'intervallo  $FA\ 0.7 < T < 1.1$  non evidenzia correlazioni con la profondità del bed rock simico e del substrato prepliocenico nel settore nord occidentale nel quale gli elevati valori sono probabilmente connessi alla presenza di sovrascorrimenti e faglie del substrato. L'incremento dei valori di  $FA$  in direzione sud indica una tendenziale corrispondenza con l'aumento della profondità in tale verso sia del bed rock sismico che del substrato prepliocenico.

#### **7.14 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudo accelerazione nell'intervallo $FA\ 0.5 < T < 1.5\ sec.$**

I valori dei fattori di amplificazione dello spettro in accelerazione  $FA$  nell'intervallo  $0.5 < T < 1.5\ sec$ , Tav. QC A4.18, evidenziano una distribuzione areale simile/equivalente a quelli della  $FH\ 0.5/1.0$  nella parte settentrionale del territorio comunale e moderatamente differenziata in quella meridionale.

I valori relativi maggiori:  $FA=2.1/2.2$  caratterizzano la fascia occidentale settentrionale del territorio da Madonna Rossa a Canolo – Fosdondo – Case Matte ed il settore meridionale occidentale – meridionale tra C. San Tommaso – Zona industriale di Prato – A1/Cavo Arginello di Prato – via Casoni; nella prima di dette aree si riscontra il massimo territoriale del correghese in una zona di modesta estensione nella parte nord ovest di Fosdondo nella quale  $FA > 2.3$ ; analoghi massimi relativi di  $2.1/2.2$  si rilevano nel settore sud orientale del Villaggio Industriale e tra Cavo Argine – via San Martino – Cavo Tresinaro – via Geminiola.

I valori relativi inferiori  $FH=1.7\div 1.8$ , contraddistinguono una fascia estesa sud – nord da via Astrologo a confine comunale nord, delimitata ed est da via della Libertà/via Unità d' Italia/via San Martino e ad ovest da via Mandrio Superiore/via Strega/Scolo Mandrio.

In tale zona tra Mandrio e confine comunale nord si riscontrano i minimi relativi del territorio correghese corrispondenti a  $FH=1.5/1.6$ . Equivalenti minimi di  $FH=1.7/1.8$  si rilevano nella zona sud orientale del capoluogo tra via Modena – SP 113 delimitata a sud da

via Gandhi ed a nord da V.le Saltini e che da quest'ultima si estende in direzione nord sino a via Astrologo a nord tra via A. Righi e via Don G. Minzoni.

La rimanente parte del territorio, che costituisce la percentuale maggiore della superficie comunale, è caratterizzata da medio elevati fattori di amplificazione corrispondenti a  $FH=1.9/2.0$ ; in detta zona fanno eccezione alcune aree di modesta estensione contraddistinte da  $FA=2.1/2.2$  quali il settore di Ponte Di Marina e l'area circostante Piazzale E. Ruozzi.

La distribuzione areale dei valori dei fattori di amplificazione dello spettro in accelerazione nell'intervallo  $FA\ 0.5 < T < 1.5$  sec. non evidenzia correlazioni con la profondità del bed rock simico e del substrato prepliocenico nel settore nord occidentale nel quale gli elevati valori sono probabilmente connessi alla presenza di sovrascorrimenti e faglie del substrato. L'incremento dei valori di  $FH$  in direzione sud indica una tendenziale corrispondenza con l'aumento della profondità in tale verso sia del bed rock sismico che del substrato prepliocenico.

### **7.15 LIVELLO DI PERICOLOSITA' SISMICA $H_{SM}$**

In funzione dei valori dei fattori, di amplificazione in termini di accelerazione  $FA$  e dei parametri della griglia Ag-ASI – INGV sono state determinati i valori del livello di pericolosità sismica (Naso et Alii; 2019) mediante la relazione:

$$H_{SM} = (ASI_{UHS}/\Delta T) \cdot FA$$

nelle quale il valore ASI di griglia definito per l'intervallo  $0,1 < T < 0,5$  sec. è corrispondente a 4 sec.

Le classi delle soglie di pericolosità sismica adottate sono riferite a quelle previste in RER 2022 H-RGB, quelle proposte in “*Maps for land management: from geological to seismic hazard* (Naso, Martelli et Alii; 2019)” ed in “*Lo stato dell'arte della microzonazione sismica in Italia e prospettive future*” (G. Naso; 2019; BO – RER). Le classi di  $H_{SM}$  nelle aree di pianura non sono soggette a incrementi per effetti della topografia.

### **7.16 Carta del livello di pericolosità nell'intervallo $H_{SM}$ : $0,1 < T < 0,5$ sec**

La distribuzione territoriale dei valori di  $H_{SM}$  nell'intervallo  $0,1 < T < 0,5$  sec, Tav. QC A4.19, evidenzia una diffusione areale simile a quelli della Fa.P.G.A e a quelli della  $FH\ 0,1 < T < 0,5$  sec. nella parte settentrionale del territorio comunale e moderatamente differenziata in quella meridionale.

La prevalente percentuale della superficie correghese appartiene alla classe moderato alta:  $H_{SM}=600 \div 660$  cm/sec<sup>2</sup>. Si differenziano la zona del capoluogo tra via L. Einaudi/via C. Terranova e Campo d'Atletica Dorando Pietri, la Zona Villaggio Industriale e la parte meridionale della Zona Industriale Correggio Sud, attribuibili alla classe moderata  $H_{SM}=520 \div 580$  cm/sec<sup>2</sup>.

La parte settentrionale occidentale del territorio tra l'allineamento Ospedale San Sebastiano – Canolo – confini comunali nord est /nord – via Mandriolo Superiore – Scolo Mandrio e la fascia nord occidentale tra via Bonacina – Fossetta Fosdondo – confine comunale con Bagnolo In Piano, contraddistinte da  $H_{SM}=670 \div 760$  cm/sec<sup>2</sup> sono correlabili alla classe

alta. In tale area i valori maggiori con  $H_{SM}=760 \text{ cm/sec}^2$  caratterizzano la zona ad ovest – nord ovest di Canolo.

Analoghe condizioni a pericolosità alta contraddistinguono il settore di territorio esteso sud ovest – nord est compreso tra Fazzano/Gavelota e Zona Industriale di Prato – C. San Tommaso.

I valori di  $H_{SM}$  nel campo  $0,1 < T < 0,5 \text{ sec.}$  non indicano correlazioni con la profondità del bed rock sismico e con l'assetto del substrato prepliocenico.

#### **7.17 Carta del livello di pericolosità nell'intervallo $H_{SM}$ : $0,4 < T < 0,8 \text{ sec}$**

Le distribuzioni territoriali di fattori di  $H_{SM}$  nell'intervallo  $0,4 < T < 0,8 \text{ sec}$ , Tav. QC A4.20, indicano assetti simili a quelli di Fa.P.G.A. nelle parti settentrionale e fascia occidentale centro meridionale dell'area comunale e si differenziano nel settore orientale centro meridionale; analoghe simili diffusioni sia nell'estensione delle aree che dei parametri di amplificazione denotano i valori  $FH=0,5/1,5 \text{ sec}$ .

La suddivisione generale nel territorio dei valori di  $H_{SM}$  in tale intervallo, indica un andamento tendenzialmente concordante con quello dei valori relativi minori di Fa.P.G.A. rilevati nella fascia centro settentrionale orientale del territorio: est di via Fornacelle/sud via Sanguinetto/nord via San Prospero – Cavo Naviglio e che ad est della SP 69 si estende sino al Cavo Tresinaro, caratterizzata da pericolosità moderata con  $H_{SM}=340 \div 390 \text{ cm/sec}^2$ . Fanno eccezione in tale zona l'area tra via della Libertà – Mandriolo – confine comunale nord, la parte orientale centrale del capoluogo tra via V. Gambarà – Viale V. Cottafavi – via G. Puccini – via E. Fermi e la zona meridionale dell'Espansione Sud tra via Varsavia – via F. Manzotti – via L. Tondelli/via Marzabotto, contraddistinte da pericolosità moderata alta:  $H_{SM}=400 \div 460 \text{ cm/sec}^2$ . Equivalente grado di pericolosità caratterizza la fascia occidentale estesa sud nord del territorio comunale, zone ad ovest dell'allineamento Canale di Correggio – Canolo – Fosdondo – Budrio – Fazzano – Lemizzone – Prato con  $H_{SM}=400 \div 460 \text{ cm/sec}^2$ .

Le aree caratterizzate dai valori maggiori di  $H_{SM}$  nel campo  $0,4 < T < 0,8 \text{ sec}$  nella parte nord occidentale – occidentale del territorio indicano una probabile correlazione con la presenza di sovrascorrimenti e intersezioni tra gli stessi e faglie del substrato; nella parte meridionale occidentale della superficie comunale detta tendenziale corrispondenza è attribuibile alle maggiori profondità del bed rock sismico e del tetto del substrato prepliocenico.

#### **7.18 Carta del livello di pericolosità nell'intervallo $H_{SM}$ : $0,7 < T < 1,1 \text{ sec}$**

La distribuzione territoriale dei valori di  $H_{SM}$  nell'intervallo  $0,7 < T < 1,1 \text{ sec}$ , Tav. QC A4.21, evidenzia una suddivisione areale simile a quelli della FA  $0,5 < T < 1,5 \text{ sec}$ , nella parte settentrionale del territorio comunale e moderatamente differenziata in quella meridionale.

La prevalente parte della superficie comunale è caratterizzata da pericolosità moderata:  $H_{SM}=180 \div 230 \text{ cm/sec}^2$ .

Le fasce al bordo nord occidentale (ovest di Canolo–Fosdondo), al limite nord orientale (est del Cavo Argine – nord di via della Costituzione – parte sud est del Villaggio Industriale), il settore meridionale (sud del Cavo Arginello di Prato/via Dinazzano), sono contraddistinte da pericolosità medio alta:  $H_{SM}=240\div 270$  cm/sec<sup>2</sup>.

Le aree caratterizzate dai valori maggiori di  $H_{SM}$  nel campo  $0,7<T<1,1$  sec. nella parte nord occidentale del territorio (ovest di Fosdondo – Canolo) indicano una probabile correlazione con la presenza di sovrascorrimenti e intersezioni tra gli stessi e faglie del substrato prepliocenico.

#### **7.19 Carta del livello di pericolosità nell'intervallo $H_{SM}$ : $0,5<T<1,5$ sec**

La distribuzione territoriale dei valori di  $H_{SM}$  nell'intervallo  $0,5<T<1,5$  sec, Tav. QC A4.22, evidenzia suddivisioni areali simili a quelli della FH  $0,5<T<1,5$  sec, nella parte settentrionale del territorio comunale e differenziata nel settore meridionale.

La prevalente parte della superficie correggese è caratterizzata da pericolosità moderata:  $H_{SM}=160\div 210$  cm/sec<sup>2</sup>.

Le fasce al bordo nord occidentale (ovest di Canolo – Fosdondo), al limite nord orientale (est del Cavo Argine – nord di via della Costituzione – parte sud est del Villaggio Industriale), la fascia nord – sud al bordo occidentale (ovest Budrio – via Lunga/via Cornacchie), il settore meridionale (sud del Cavo Arginello di Prato/via Dinazzano) sono contraddistinte da pericolosità medio alta:  $H_{SM}=220\div 240$  cm/sec<sup>2</sup>.

Le aree caratterizzate dai valori maggiori di  $H_{SM}$  nel campo  $0,5<T<1,5$  sec. nella parte nord occidentale del territorio (ovest di Fosdondo – Canolo) indicano una probabile correlazione con la presenza di sovrascorrimenti e intersezioni tra gli stessi e faglie del substrato prepliocenico.

## **8 RISENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO TIPOLOGIE DI FABBRICATI**

Le stime dei periodi principali di seguito esposte, indicative per valutazioni in prima approssimazione per manufatti con caratteristiche strutturali omogenee, è stata sviluppata in riferimento sia a misurazioni dirette eseguite con metodo dei microtremiti in edifici (effettuate dallo scrivente) ed a rilevazioni con vibrodine eseguite da *Distart UNI BO* alle quali sono state accoppiate in simultanea misurazioni con acquisizione di microtremiti effettuate dallo scrivente.

In base al metodo di Analisi Lineare previste dalle vigenti NTC<sup>4</sup> punto 7.3.3.2, ed analisi critica di biografia scientifica in materia, la correlazione periodi/fabbricati è stimabile come di seguito esposto.

- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,1 – 0,3 sec:

---

<sup>4</sup> Si fa riferimento al metodo di Analisi lineare statica previsto dalle vigenti NTC 2008 punto 7.3.3.2

ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie prevalenti nel settore ad uso civile realizzate in C.A., telaio C.A., aventi max 3/4 piani –  $H \leq 10$  m, edifici di 4/5 piani –  $H < 12$  m per le tipologie in muratura;

- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,3 – 0,5 sec:

ricadono in questo intervallo le più comuni strutture a telaio in C.A. a 4/6 piani, e per estensione anche le prefabbricate tipiche del settore produttivo – manifatturiero commerciale/industriale aventi altezza sotto trave inferiore a sette metri;

- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,5 – 1,0 sec:

ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie a torre tipicamente realizzate a telaio in C.A., fabbricati di oltre 6 piani e produttivi con altezza sotto trave maggiore di 7 m, e per estensione magazzini verticali e manufatti alti e stretti quali silos, torri di acquedotto, campanili, ecc.

Per i fabbricati che presentano periodo di vibrazione superiore a 1,0 sec sono da sviluppare approfondimenti mediante analisi con metodo approfondito della risposta sismica locale.

## 9 CONFRONTO ELABORATI DI MICROZONAZIONE CON GLI EVENTI PASSATI

Le documentazioni relative agli effetti conseguiti agli eventi sismici verificatisi in passato sono essenzialmente riconducibili ai terremoti del 1831/1832, 1986/87 e 1996, 2012.

Le informazioni degli effetti sono prevalentemente riferite all'area del capoluogo, nella quale sono localizzati gli edifici principali e pertanto l'analisi della distribuzione delle zone di territorio che hanno subito i maggiori risentimenti è sensibilmente influenzata da detta condizione.

L'individuazione dei fabbricati che hanno subito i danni maggiori è stata effettuata congiuntamente con *Ing. Fausto Armani Dirigente Area Tecnica* del Comune di Correggio, RE.

Dalle documentazioni relative al periodo successivo alle scosse sismiche avvenute nel reggiano nel 1831/1832 rispettivamente con  $M_w = 5.48 \pm 0.26$  e  $M_w = 5.51 \pm 0.12$ , con epicentri che hanno indotto effetti maggiori nell'intorno di Campegine – Cadelbosco di Sotto e di Sopra – Castelnovo di Sotto, si evince che in dette aree si sarebbero verificati anche parziali crolli di fabbricati e/o gravi danneggiamenti degli stessi. Tali danni si sarebbero verificati, con tutta probabilità, anche nell'area sede di Correggio capoluogo come si evince dal confronto tra la cartografia della pianta della Città di Correggio al 1816 e la pianta databile al 1880.

Detti documenti evidenziano nel 1880 l'assenza della parte di corpo di fabbrica dell'ala nord ovest del complesso edilizio: Convento di S. Domenico (attuale sede del Convitto Nazionali Rinaldo Corso) che risultava invece presente nel 1816; oltre a quanto esposto nel campanile di tale complesso è assente la cuspide; altri danni documentati sono il crollo del campanile della Chiesa di S. Maria, ricostruita nel 1840/42, ed il danneggiamento molto grave di una volta della Chiesa di San Quirino ricostruita nel 1832.

Concorrono inoltre a confermare importanti risentimenti degli edifici esistenti all'epoca le informazioni contenute negli archivi storici locali nei quali sono documentati, negli anni immediatamente successivi al 1831/32, diffusi interventi di ristrutturazione dei principali fabbricati esistenti (analisi delle documentazioni redatta da Arch. Pietro Losi, Ing. Corrado Prandi).

L'evento sismico del 1986/87 con  $M_w=4.64\pm0.12$  non ha causato sensibili danni al patrimonio edilizio esistente.

Gli effetti conseguiti alle scosse del 1996 con  $M_w=5.38\pm0.10$  hanno prodotto ingenti danni sul patrimonio edilizio esistente ma non hanno causato crolli, ad eccezione del grave danneggiamento e parziale crollo di un fabbricato in costruzione e sua successiva demolizione, del parziale crollo della volta della Chiesa di Fosdondo e di parziali crolli di parti di qualche fabbricato in condizioni statico strutturali fatiscenti.

Nell'area del capoluogo si sono verificate diffuse cadute di comignoli e tegole che hanno reso da molto difficoltosa a impraticabile la viabilità del centro urbano. In occasione di tale evento non sono stati segnalati/rilevati fenomeni di liquefazione e/o di accentuati cedimenti post sismici, evidenziando che gli effetti conseguiti sono principalmente correlabili ad amplificazione per effetti della stratigrafia.

La distribuzione dei danni ha diffusamente interessato l'area sede del capoluogo con un tendenziale sviluppo dei maggiori degli stessi secondo una fascia ellissoidica orientata ovest est da incrocio via Carpi/SP 113 al capoluogo a Fosdondo – S. Michele della Fossa, concordante con l'estensione dalla zona a pericolosità moderato alta nell'intervallo  $H_{SM}$   $0,1 < T < 0,5$  sec; nell'area sede del capoluogo e al suo intorno è inoltre identificabile una fascia di maggior risentimento estesa in direzione sud ovest – nord est circa allungata da Casino Rovighi a quartiere Giardino e nella zona sud – nord della parte dell'Espansione Sud tra via Marzabotto e via F Manzotti Manzotti delimitata a sud da Canale di Correggio/Cavo Argine ed a nord da via Varsavia e che si estende in direzione nord sino a circa via Astrologo nell'area compresa tra via A. Volta e Viale Cottafavi – via Carlo V, caratterizzate da pericolosità moderato alta nel campo  $H_{SM}$   $0,4 < T < 0,8$ , sec. Analoghi risentimenti in tale campo sono avvenuti in Fosdondo e zona settentrionale del capoluogo: nord via Mons. P. Tesauri/via A. Ghidoni – Mandriolo; simili effetti sono stati rilevati nell'area estesa sud nord da Lemizzone a Fazzano nella quale è inoltre presente una fascia a pericolosità alta nell'intervallo  $H_{SM}$   $0,1 < T < 0,5$  sec.

Le distribuzioni dei maggiori danni sopra descritti indica una tendenziale corrispondenza delle fasce di maggior risentimento sismico con le zone nelle quali la profondità del bed rock sismico sono in media tra -120/-130 m pc, ad eccezione di Fazzano–Lemizzone, e sono maggiormente presenti i principali corpi sabbiosi di alveo fluviale estinto.

D'altra parte in generale non si osservano chiari elementi di correlazione tra i danni riscontrati ed i valori di amplificazione e di pericolosità sismica, ottenuti dalle analisi di risposta sismica locale. Fa eccezione a quanto esposto la correlazione tra il parziale crollo della volta della Chiesa la Chiesa Parrocchiale di Fosdondo con i fattori di amplificazione relativi maggiori nei campi FH 0.5/1.0 sec. – FH 0.5/1.5 sec. – FA 0.4/0.8 sec – FA 0.7/1.1 sec –  $H_{SM}$  0.4/0.8 sec–  $H_{SM}$  0.7/1.1 sec, praticamente in accordo con i periodi principali di fabbricati con caratteristiche strutturali equivalenti:  $T_0 > 0.4/0.5$  sec; un'analoga corrispondenza tra

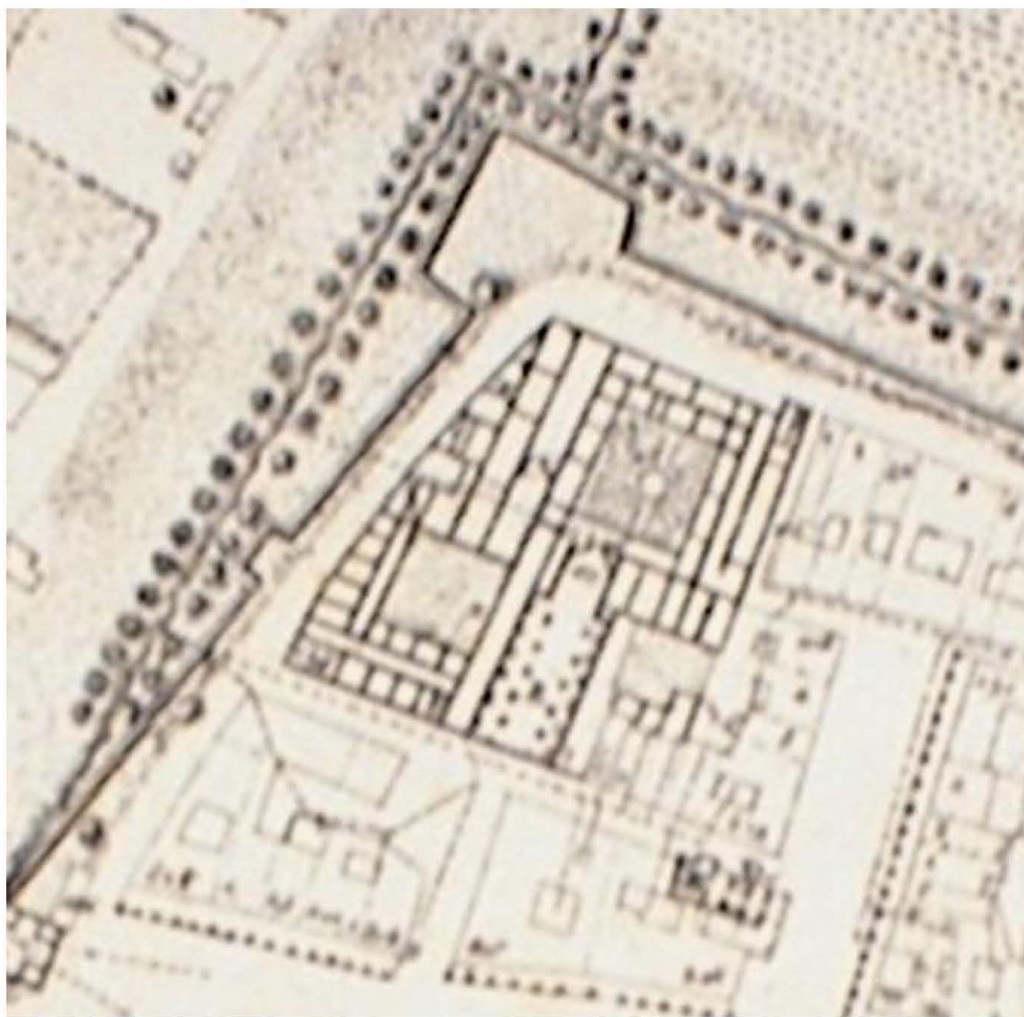


parziale crollo e fattori di amplificazione relativi maggiori è riconducibile al fabbricato in costruzione e successivamente demolito, nell'area adiacente alla torre piezometrica della SS per Reggio Emilia a sud ovest del capoluogo, per i campi FH 0.5/1.0 sec e FA 0.4/0.8 sec. –  $H_{SM}$  0.4/0.8 sec.

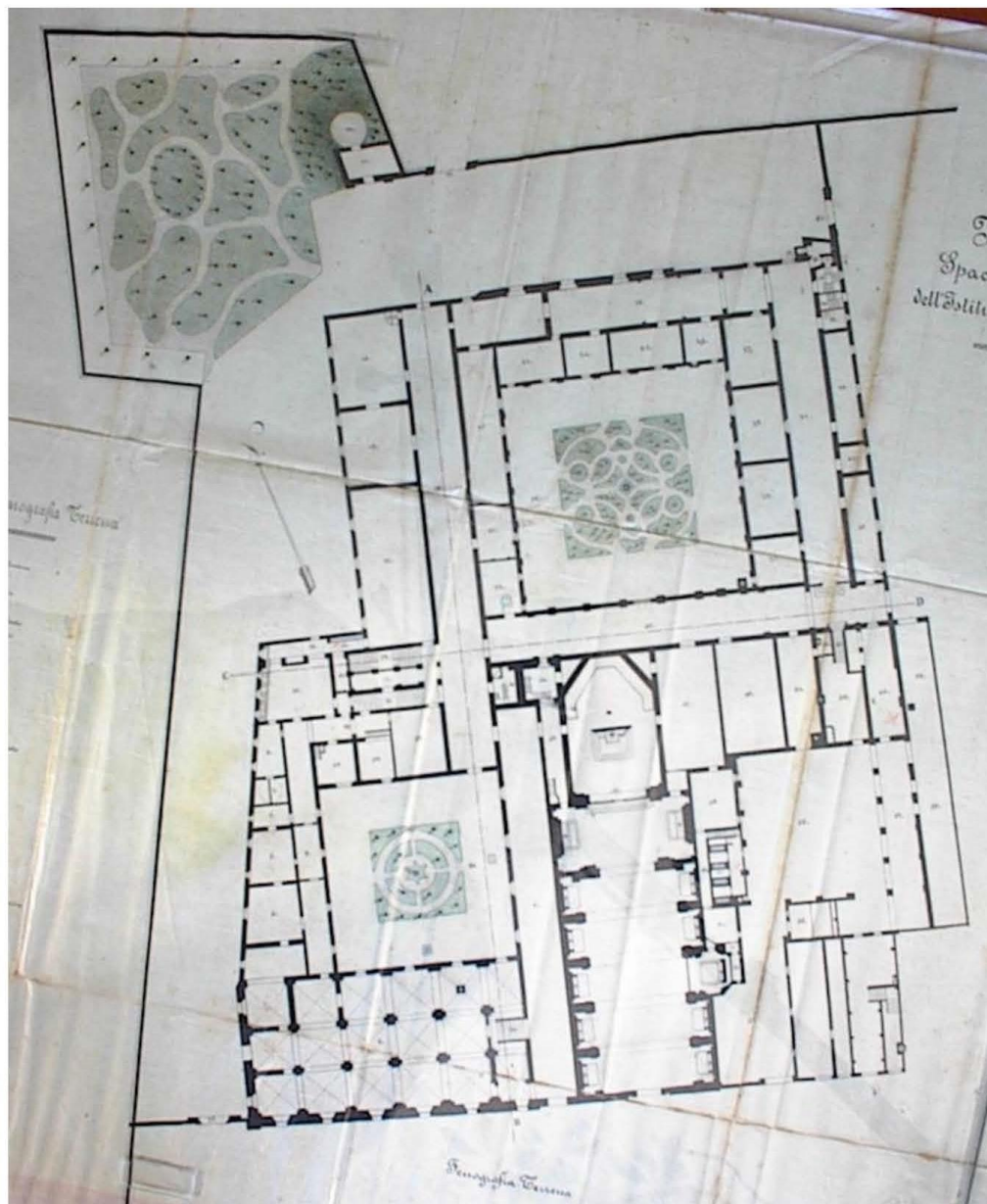
Come precedentemente esposto la stima delle correlazioni tra danni causati e fattori di amplificazione sismica – pericolosità sismica è influenzata in elevato grado dai censimenti danni che riguarda in percentuale maggiore il patrimonio pubblico e l'areale del capoluogo.

I risentimenti sismici del 2012 sono stati maggiormente avvertiti nella scossa delle 12,58 del 29/03, durante la quale gli scuotimenti sono stati recepiti maggiormente nel settore orientale del capoluogo e ad est dello stesso. Tali effetti sismici, in rapporto alla distanza dall'epicentro del territorio correghese, concordano con il progressivo graduale incremento dello spessore dei depositi che sovrastano il substrato prepliocenico in direzione orientale, che aumenta da -4,5 km ad est del capoluogo a - 6,5/7,5 km nel carpigiano e inoltre con l'incremento della profondità del bed rock sismico in verso nord est che da -120/-130 m pc nell'area capoluogo – parte ovest Zona Villaggio Industriale si abbassa a -140/-150 m pc nel settore al confine comunale con Carpi e nel carpigiano; tali condizioni sono in accordo con i valori maggiori di  $H_{SM}=400\div420$  cm/sec<sup>2</sup> campo  $H_{SM}$  0.4÷0.8 sec. e con quelli di  $H_{SM}=240\div250$  cm/sec<sup>2</sup> campo  $H_{SM}$  0.7÷1.1 sec.

In concomitanza dell'evento sismico del 29/05/2012 in una stazione sismica provvisoria messa in opera dallo scrivente alle ore 11,30 del 29/05/2012 nel settore orientale del capoluogo, nell'evento delle 12,50 è stata registrata un'accelerazione di 0.15 g ed uno spostamento orizzontale di 4 cm.



*Particolare della pianta della città di Correggio databile al 1816.  
La conformazione dei corpi di fabbrica  
che si affacciano sul cortile minore ad Est è difforme rispetto a quella attuale.*



*Pianta del pianoterreno del complesso databile al 1880.*

*La conformazione, salvo modifiche alla distribuzione e dei setti interni, corrisponde a quella attuale;*

*sono presenti le estensioni dei corpi di fabbrica sul cortile minore ed*

*è compreso il corpo di fabbrica a sud-est oggi alienato;*

*manca una ampia parte del corpo di fabbrica a nord-ovest, forse gravemente danneggiato dal sisma del 1832,*

*è presente lo scalone principale, manca l'appendice esterna all'angolo nord-ovest ed i contrafforti allo stesso corpo di fabbrica, che invece sono già presenti per il corpo di fabbrica a nord.*

## 10 CARTA DELLE CRITICITA' GEOLOGICO IDRAULICHE - SISMICHE

In funzione delle condizioni che possono determinare limitazioni dell'uso del territorio sia urbanistiche che infrastrutturali che agricole è stata sviluppata un'analisi degli elementi che generano situazioni che richiedono accorgimenti tecnici finalizzati a mitigare o evitare gli elementi di criticità.

Dette valutazioni sono state sviluppate in base agli assetti morfologici del micro rilievo, delle caratteristiche litologico granulometriche dei terreni che formano i primi 15/20 m del sottosuolo, del comportamento degli stessi durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali, degli assetti del reticolo idrografico superficiale e dei periodi meteorici intensi.

Tale analisi ha consentito una suddivisione del territorio comunale in aree a diverso grado di criticità da elevata a moderata a bassa (Tav. QC A4.23).

### Criticità alta

Le condizioni maggiormente penalizzanti sono correlate a pericolosità di liquefazione alta contraddistinte prevalentemente da indice del potenziale di liquefazione  $IL > 5$ , alle zone nelle quali l'assetto del micro rilievo evidenzia quote della testa della sezione di vaso di valle che sono più elevate di quella di monte e generano situazioni di pericolosità di esondazione per le aree ad esse adiacenti, alle zone con resti di attività antropica di varia merceologia.

Negli ambiti a potenziale pericolosità di liquefazione alta devono essere effettuate analisi geologico tecniche dettagliate e sviluppata la verifica di suscettività alla liquefazione in conformità ai valori di accelerazione orizzontale determinati con codice di calcolo nelle elaborazioni di microzonazione sismica per il territorio comunale di Correggio; in alternativa l'accelerazione orizzontale può essere rideterminata con codice di calcolo in funzione della classe d'uso dell'opera; tali valutazioni, comunque da eseguire in conformità alle NTC DM 2018, qualora confermino un grado di pericolosità alta o molto alta devono definire e motivare i criteri e le tecniche da adottate per mitigare/evitare il rischio di liquefazione. Analoghe analisi e valutazioni sono da effettuarsi nelle aree a criticità alta per presenza di resti di attività antropiche nelle quali comunque la realizzazione di manufatti dovrà essere di modesto rilievo e del tipo privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici come sancito nella GPGH/2016/2399, RER; oltre a ciò le valutazioni dovranno porre particolare attenzione all'analisi dei processi di consolidazione con stima dei cedimenti totali e differenziali individuando i criteri che possono consentire la realizzazione delle opere in sicurezza.

Nelle aree a criticità elevata per pericolosità di esondazione, definita oltre che dall'analisi del micro rilievo anche in funzione degli interventi di presidio messi in opera in occasione di piogge intense dall'*Associazione Volontaria Per La Protezione Civile Icaro*, Correggio, censimenti dei siti forniti da sig. *Paolo Lugli*, è da prevedere la realizzazione di interventi che evitino la tracimazione delle acque incanalate quali l'adeguamento delle teste

delle sezioni di invaso; oltre a ciò non devono essere realizzati corpi di fabbrica interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione quali:

- pareti e solaio di base a tenuta d'acqua
- utilizzo di accorgimenti costruttivi che evitino la possibilità di ingresso delle acque
- impianti elettrici realizzati con modalità che consenta il loro funzionamento anche in caso di allagamento
- sistemi di sollevamento delle acque, ecc....

#### Criticità moderata

Le invarianti litologico granulometriche che richiedono condizioni di attenzione per l'utilizzo dei suoli sono correlate alla potenziale pericolosità di liquefazione di classe moderata sono:

- indice del potenziale di liquefazione  $IL < 5$
- zone nelle quali sono presenti successioni litologiche a bassa consistenza e/o con subordinata presenza di sottili livelli sabbioso fini limosi a basso grado di densità relativa soggetti a processi di addensamento in condizioni cosismiche.

In tali zone devono essere effettuare analisi geologico tecniche dettagliate e sviluppata la verifica di suscettività alla liquefazione in conformità ai valori di accelerazione orizzontale determinati con codice di calcolo nelle elaborazioni di microzonazione sismica per il territorio comunale di Correggio o in alternativa rideterminando i parametri di accelerazione orizzontale e di amplificazione con codice di calcolo in funzione della classe dell'opera; tali valutazioni sono comunque da effettuare in conformità alle NTC DM 2018.

Relativamente ai processi di consolidazione e/o addensamento deve essere eseguita la stima dei cedimenti dei terreni di sottofondazione sia in condizioni statiche che dinamiche. In base a dette analisi sono da individuare i criteri che possono consentire la realizzazione delle opere in condizioni di sicurezza.

Per quanto riguarda le aree a drenaggio idrico superficiale molto lento – difficoltoso, nelle zone di intervento è da prevedere:

- la sopraelevazione dei siti almeno sino alle quote delle strade a loro adiacenti o come minimo di 0,5 m rispetto al piano campagna esistente; dette sopraelevazioni dovranno essere idoneamente incrementate nelle aree con presenza di barriere idrauliche non dotate di cunette con bypass.
- Sono inoltre da evitare opere destinate allo stoccaggio temporaneo o permanente di solidi, liquidi e liquami inquinanti e qualora fossero presenti è da prevedere la loro messa in sicurezza mediante interventi di presidio ambientale quali protezioni dei siti di stoccaggio, contro arginature, sopraelevazione dei corpi arginali, ecc.
- Utilizzo di accorgimenti costruttivi che evitino la possibilità di ingresso delle acque.

Per evitare incrementi di carico idraulico negli assi di scolo idrico superficiale, conseguenti all'aumento di aree impermeabilizzate nei siti di nuovo insediamento, dovranno essere 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 di superficie. 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 trasmissione ad impianti di trattamento acque reflue (primi 5 mm) o alla rete idrica superficiale.

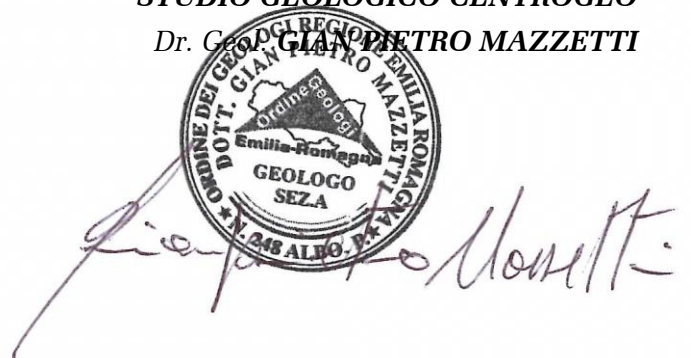
Nelle aree in condizioni di criticità per rete fognaria non adeguata o rete idrica superficiale insufficiente sono da prevedere interventi di miglioramento delle sezioni di deflusso ed eventualmente se si tratta di acque bianche di casse di stoccaggio temporaneo; analoghi interventi di miglioramento sono da preveder nei tratti di rete idrica superficiale insufficiente.

#### *Criticità bassa*

Nelle zone a bassa criticità sono da applicare le norme delle NTC DM 2018, le disposizioni del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, DGR 1300/2016 e quelle in materia della salvaguardia ambientale.

**STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO**

Dr. Geol. **GIAN PIETRO MAZZETTI**





**BIBLIOGRAFIA**

- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA 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 CARATA 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 CARATA 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 CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2005) alla scala 1:50.000, foglio 1199 PARMA SUD. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. DI DIO, S. LASAGNI, A. MARTINI, G. ZANZUCCHI.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA – REGIONE TOSCANA – UNIVERSITA' DI SIENA 1240, AA.VV., 2013, Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco – Emiliano – Romagnolo e Val Padana. Centro Stampa – Regione Emilia Romagna.
- NASO G. – MARTELLI L. – BRAGLIONE M. – CASTENETTO S. – D'INTIOSANTE V. – ERCOLESSI G. (2019), Maps for land management: from geology to seismic hazard, Boll. Geof. Teor. Appl., Vol.60, DOI 10.4430/bgta0263.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA – Delibera della giunta regionale n. 630/2019, “Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale ed urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)” BURER. N. 143 del 6 maggio 2019 parte seconda. <http://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>
- REGIONE EMILIA ROMAGNA – Delibera della Giunta Regionale n. 476 del 12/04/2021 “Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale (Artt. 22 e 49, L.R. n° 24/2017) di cui alla deliberazione della Giunta Regionale 29 aprile 2019 n° 630. <http://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>
- DISS Working Group (2021), Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), versione 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; doi:10.6092/INGV.IT-DISS3.3.0.
- MARTELLI L. (coord.), BOVINI M. – CALABRESE L. – CORTI G. – ERCOLESSI G. – MOLINARI F.C. – PICCARDI L. – PONDRELLI S. – SANI F. – SEVERI P. (2017): Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e Aree Limitrofe. Con note illustrative. Regione Emilia-Romagna, Servizio geologico, sismico e dei suoli, con note illustrative e CD DREAM. Italia.
- FABBRICI G. MUSEO CIVICO CORREGGIO; (2021): Siti Ritrovamenti Archeologici nel territorio di Correggio e comuni confinanti.
- MAZZETTI G. P., GILLI S., MARTELLI L.; (2023): Site effects in a narrow and faulted valley. Atti 41<sup>st</sup> GNGTS National Conference, Bologna, febbraio 2023.
- MAZZETTI G.P. – GILLI S. – MARTELLI L. 2023; Possibili effetti di risonanza per convergenza di frequenza tra terreno struttura: il caso di Castelnovo né Monti, Reggio Emilia. 41 GNGTS National Conference 2023.
- MAZZETTI G. P.; 2019: Opportunità della Microzonazione Sismica; Territori della Cultura pp 82-84, Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali Ravello.
- CENTROGEO SURVEY – MAZZETTI G.P. – GILLI S; (2016) Microzonazione sismica e condizione limite per l'emergenza del comune di Correggio. Proroga nazionale si soccorso per il Rischio Sismico dell'Emilia Romagna – Sito Regione Emilia Romagna.
- MARTINELLI G. – CHAHOUD Z. – DADOMO A. – FAVA A. (2014): Caratteristiche isotopiche della regione Emilia-Romagna (Nord Italia) le acque sotterranee: implicazioni ambientali e climatologiche. Journal of Hydrology 519.
- MARTELLI L, ROMANI M; 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),
- FRAULINI A, MANICARDI A, MENGOLI B, UGOLETTI C, MAZZETTI G.P; 2013: Riduzione del rischio: esiti della microzonazione sismica nelle carte e norme degli strumenti urbanistici. Atti 32° GNSTS, Trieste.
- MAZZETTI G.P, GILLI S; 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, Geoitalia, 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.
- DGR 1051/2011. Deliberazione della Giunta Regionale n. 1032/2012, “Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all'OPCM 3907/2010 e ss.mm”. Boll. Uff. Reg. Emilia-Romagna n. 120 del 02/08/2011. <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>
- 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](http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833)
- ARPA SERVIZIO SANITARIO REGIONALE AA. VV. CONTRIBUTO 51 (2007): Il radon ambientale in Emilia – Romagna. Litografica Pignacca-Piacenza.
- 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
- MARTELLI L, MANICARDI A, MAZZETTI G.P, UGOLETTI C. (2009). PTCP MODENA carte della sicurezza del territorio, riduzione del rischio sismico, carte delle aree suscettibili di effetti locali.
- CAMPISI A, GUERRA M, MANENTI F, MARTELLI L, MAZZETTI G.P. (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) – Risorsse Idriche Sotterranee della provincia di Ferrara; DB MAP, Firenze.

- MAZZETTI G.P. (2006), Evoluzione geologica del territorio reggiano. pp. 8-20 in *“Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia”*; Telesio Editrice, Carnate, Milano.
- MAZZETTI G.P. (2008), Indagine Geologica Ambientale – Analisi Sismica, Quadro Conoscitivo Preliminare Piano Strutturale Comunale, dati non pubblicati.
- PAGANI M, MARCELLINI A, DAMINNELLI R, MARTELLI L, MAZZETTI G.P. (2003). Valutazione della pericolosità sismica di Castelnovo ne' 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.
- AA.VV. (1970-1980) – Rapporti ed indagini geognostiche sui territori di Correggio e Bagnolo in Piano (RE). Documenti inediti.
- CREMASCHI M. (2002) Clima e Ambiente nel Quaternario in *“Il Mondo dell'Archeologia”*, Periodizzazione Cronologica; Treccani
- IL QUATERNARIO AA.VV. (2000): Le Fluttuazioni Del Clima Nel Corso Dell'Olocene: Stato Dell'Arte; Italian Journal of Quaternary Sciences, 9, 439-444.
- ANTONIOLI F. & SILENZI S. (2000): La Rialita Del Mare Nel Corso Dell'Olocene. 29 – 42 ICRAM
- OROMBELLI G.M. & RAVAZZI C. (1996): Schema cronostratigrafico del tardo Pleistocene e dell'Olocene. Il Quaternario – Italian Journal
- PANIZZA M: ET ALII (1978). Geomorfologia dell'area circostante la Pietra di Bismantova; Servizio Geologico d'Italia, vol. XCVII, C.N.R.
- MAZZETTI G.P. – NASSER A.Z. – GILLI S. (2003) – Enza the alluvial cone model trough geoelectric prospection, Atti 4<sup>th</sup> European Congress en 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
- CIACCO M.G, CHIARABBA C (2001-2002) Tomographic models seismotectonics of the Reggio Emilia region, Italy, Tectonophysics, 344 (2002)
- FERULANO F. ENI S.p.A. Divisione AGIP (2001) Scossa di Correggio del 18 giugno 2000: Un Anomalia?; GNGTS Atti 19<sup>o</sup> Convegno Nazionale 12/04.
- SCANDONE P. EtT 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<sup>o</sup> 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) – Traité pratique des eaux souterraines. Dunod, Paris.
- VANDENBERG J. & WONDERS A.A.H. (1976) – Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-Basin. Tectonophysics.
- 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 geografia It, 56 (2)