



# COMUNE DI ZOCCA PROVINCIA DI MODENA

## QUADRO CONOSCITIVO SICUREZZE DEL TERRITORIO PROVINCIA DI MODENA



### MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO DI ZOCCA RELAZIONE TECNICA

#### GRUPPO DI LAVORO

Ufficio tecnico comunale  
Responsabile:  
Serena Bergamini  
Collaboratori:  
Laura Pizzirani  
Nicola Righi

Provincia di Modena  
Servizio Urbanistica e S.I.T.  
Responsabile:  
Antonella Manicardi  
Collaboratori:  
Corrado Ugoletti, Amelio Fraulini,  
Barbara Mengoli,

**MICROZONAZIONE SISMICA**  
Provincia di Modena  
U.O. Cartografia e  
Sistema Informativo Territoriale:  
Corrado Ugoletti

Studio Geologico CENTROGEO  
Responsabile:  
Gian Pietro Mazzetti  
Collaboratori:  
Stefano Gilli, Andrea Arbizzi,  
Mauro Mazzetti

Studio realizzato con il contributo di cui all'OPCM 3907/2010. Coordinamento della Regione Emilia Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli: Luca Martelli

IL SINDACO: Pietro Balugani

 **SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE  
PROVINCIA DI MODENA**

 **SisTeMoNet**

**STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO**

42015 CORREGGIO (RE) - PIAZZA S. QUIRINO, 6 - TEL 0522 641001 - FAX 0522 632162



QUADRO CONOSCITIVO  
SICUREZZE DEL TERRITORIO

## MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO DI ZOCCA

---

**INDICE**

---

|  |    |
|--|----|
| INTRODUZIONE.....  | 1  |
| INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO .....  | 3  |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....   | 5  |
| INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....   | 14 |
| DEPOSITI CONTINENTALI.....   | 16 |
| MODELLAZIONE SISMICA.....  | 17 |
| INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO .....   | 17 |
| Attività tettonica .....   | 19 |
| PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....   | 21 |
| Caratteri sismici.....   | 21 |
| Attività sismica .....   | 21 |
| INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....   | 27 |
| Prospezione sismica a rifrazione passiva Re-Mi .....                                       | 27 |
| Microtremori con la tecnica HVSR .....   | 28 |
| CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....   | 28 |
| PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO .....   | 28 |
| Carta delle indagini.....  | 28 |
| Carta litomorfológica .....  | 30 |
| Carta delle frequenze naturali del terreno.....  | 31 |
| Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica o delle Aree Suscettibili di Effetti Locali..... | 35 |
| SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO .....   | 41 |
| Carta delle nuove indagini.....  | 41 |
| Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) .....                                     | 41 |
| Carta dei fattori di amplificazione - microzonazione sismica .....                         | 43 |
| Nota esplicativa della codifica dei dati utilizzati nelle elaborazioni cartografiche.....  | 47 |
| BIBLIOGRAFIA .....   | 50 |

---

**ELABORATI**

---

|                      |                                      |          |
|----------------------|--------------------------------------|----------|
| QC.02.1.1.1. Zocca   | Indagini pregresse nuove_1           | 1:10.000 |
|                      | Indagini pregresse nuove_2           |          |
| QC.02.1.1.2.1. Zocca | Sezioni geologiche                   | 1:5.000  |
| QC.02.1.1.2. Zocca   | Litomorfológica_1                    | 1:10.000 |
|                      | Litomorfológica _2                   |          |
| QC.02.1.1.3. Zocca   | MOPS_1                               | 1:10.000 |
|                      | MOPS_2                               |          |
| QC.02.1.1.4. Zocca   | Frequenze naturali dei terreni_1     | 1:5.000  |
|                      | Frequenze naturali dei terreni _2    |          |
| QC.02.1.2.1. Zocca   | Nuove indagini_1                     | 1:5.000  |
|                      | Nuove indagini _2                    |          |
| QC.02.1.2.2. Zocca   | Velocità delle onde di taglio (Vs)_1 | 1:5.000  |
|                      | Velocità delle onde di taglio (Vs)_2 |          |
| QC.02.1.2.3. Zocca   | Fattori di amplificazione_1          | 1:5.000  |
|                      | Fattori di amplificazione_2          |          |

---

**ALLEGATI**

Indagini geognostiche e geofisiche

## **INTRODUZIONE**

Nel contesto delle analisi di valutazione delle condizioni di sicurezza, di stabilità e pericolosità sismica del territorio Comunale di Zocca (MO), è stata redatta una disamina di caratterizzazione e modellazione geologico - tecnica, della pericolosità sismica di base - azione sismica, finalizzati alla riduzione del rischio sismico del territorio urbanizzato, di previsto sviluppo e delle fasce interessate dalle principali infrastrutture, indirizzata alle valutazioni delle opzioni d'uso per la pianificazione urbanistica.

Le analisi sono state eseguite in ottemperanza ai dettati delle leggi nazionali, in riferimento al D.M. 11/03/88, circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88; L.R. RER N° 20 del 24/03/2000, N.A Piano stralcio Assetto Idrogeologico allegato 7, Disposizioni R.E.R. concernenti l'attuazione del P.A.I. del 06/02, NA PTCP Modena, D.M. 14 - 01 - 2008, Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n° 112 del 02-05-2007, Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n. 1051 del 18/07/2011 (DGR 1051/2011), "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" del Dipartimento Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008).

L'analisi di microzonazione sismica è stata realizzata con il contributo di cui all'OPCM 3097/2010 ed è stata sviluppata in coordinamento con il *Servizio Geologico Sismico e dei Suoli*, Dr. Luca Martelli, Dr. Raffaele Pignone, della Regione Emilia Romagna, in collaborazione e coordinamento con *l'Ufficio S.I.T. della Provincia di Modena*, Arch. Antonella Manicardi del *Settore Urbanistica* Provincia di Modena.

Le valutazioni di fattibilità, per le possibilità d'uso urbanistico, sono state effettuate in funzione delle condizioni geologico strutturali dei versanti, delle tipologie dei processi morfogenetici sia in atto che non attivi, dell'estensione degli ambiti territoriali sede dell'urbanizzato e di possibile previsto sviluppo.

La determinazione della pericolosità sismica dell'area del Comune di Zocca è stata sviluppata mediante la realizzazione della carta di approfondimento sismico di primo livello, per l'individuazione degli ambiti suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e della carta di approfondimento sismico di secondo livello, o microzonazione sismica semplificata, per la definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo, sulla base delle indicazioni contenute nelle sopracitate DGR 1051/2011, DAL 112/2007 e "I.C.M.S." del Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e P.A. (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Detti elaborati sono propedeutici alla elaborazione del PSC e rappresentano uno strumento utile per indirizzare scelte urbanistiche in zone a riconosciuta minore pericolosità sismica.

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

Le disamine sono state sviluppate in base a rilevamenti ed indagini direttamente effettuati che hanno integrato ed approfondito quelle precedentemente eseguite nel contesto degli studi per il P.T.C.P. di Modena, relativamente alla cartografia per la riduzione del rischio sismico: Carta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali (Tav.2.2b.19 - 2.2b.20) e Carta del Dissesto (Tav. 2.1.19 - 2.1.20).

Le analisi di microzonazione sismica, sono state eseguite su commissione dell'Amministrazione Comunale di Zocca (MO) ed in collaborazione con l'Ufficio S.I.T. della Provincia di Modena.

L'analisi di microzonazione sismica, realizzata con il contributo di cui all'OPCM 3097/2010, è stata effettuata in coordinamento con il Servizio Geologico, Sismico e dei suoli, Dr. Luca Martelli, della Regione Emilia Romagna.

Le rilevazioni in sito ed elaborazioni sono state eseguite da Dr. A. Arbizzi, M. Mazzetti, Dr. P. Beretti, Dr. Stefano Gilli, Dr. G.P. Mazzetti, dello studio *Centrogeo*, Correggio R.E.

Le elaborazioni cartografiche sono state effettuate dal S.I.T. della Provincia di Modena.

## **INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO**

Il territorio comunale di Zocca si estende su una superficie di 69 kmq ed è delimitato nella fascia occidentale dal F.Panaro dalla confluenza ad esso del Rio Rivella sino a Molino Vecchio di Samone. Da qui prosegue in direttrice nord est assecondando Fosso Valdastro sino a Palancato. Da quest'ultima località si dirige in direttrice est e sud est attraversa Cà di Lucca - Cà Montecuccolo - Boschetti - Tre Fanti per poi deviare in senso nord seguendo la sS Passo Brasa sino a Molino Tripoli. Da quest'ultimo toponimo si dirige in senso nord est secondo l'allineamento Serra - Vedeta - Cà Galone - Cà di Fuori - La Guidana, per poi deviare in verso nord seguendo il Fosso Ugolini di Sgarabiglia sino alla confluenza con il Torrente Ghiaie, per poi seguire quest'ultimo per un breve tratto e deviare in senso nord sino a Bell'Italia.

Da quest'ultima località si dirige ad est sino ad intersecare la Strada Farnè e seguire quest'ultima sino a Serra Bianca. Da qui si dirige in senso sud est sino a Villa Mocali e quindi in verso sud attraverso Cantaglia - Cà Campo Nuovo - Faiano sino ad intersecare il Rio della Prazzana, assecondando l'andamento della quest'ultimo sino a Cà Cremonini. Da qui segue per un breve tratto il Fosso delle Lame e quindi il Rio delle Lame sino a Lame. Da quest'ultimo toponimo si dirige in verso sud ovest sino a Monte del Termine e quindi a sud sino a Chiesa Vecchia. Da questa località prosegue seguendo Strada Confine sino a Cà di Pola e quindi devia in direttrice sud est sino a Cà Monvento. Da questo punto devia in senso sud sino a Ghiaia per poi seguire il Rio della Ghiaia sino a Montevento. Da qui segue il Rio Fondazza sino all'omonima località e poi devia in direttrice sud ovest sino a Le Serre. Da qui, seguendo Rio di Cà delle Gatte prosegue in direttrice nord sino a Cà di Muzzi di Qua, quindi attraverso Serra Marzana, Sionello di Sopra, raggiunge il Fosso della Rosola seguendolo in senso ovest e sud ovest sino alla sua immissione nel Rio Rivella e quindi attraverso quest'ultimo raggiungere il F.Panaro.

Il Comune di Zocca (MO) ricade nel settore occidentale della tavoletta CASTEL D'AIANO IV NO, appartenente al F° VERGATO N° 98 I.G.M., nella parte orientale della tavoletta MONTESE I NE, appartenente al F° S.MARCELLO PISTOIESE N° 97, nella parte orientale della tavoletta II SE PAVULLO NEL FRIGNANO, appartenente al F° MODENA N° 86 e nella parte occidentale delle tavolette III NO VIGNOLA e III SO ZOCCA, appartenenti al F° BOLOGNA N° 86.

Le tavolette sopraindicate appartengono al quadrato di 100 km di lato PQ zona 32

T.

La zona in analisi ricade nelle sezioni della Carta Tecnica Regione Emilia Romagna:

*GUIGLIA N° 219160,*

*CASTELLO DI SERRAVALLE N° 220130,*

*ROCCA MALATINA N° 236040,*

*ZOCCA N° 236080,*

*SAVIGNO N° 237010,*

*CEREGLIO N° 237050,*

*CASTEL D'AIANO N° 237090.*

Il territorio comunale ha geometria subtrapezoidale allungata in direttrice SN nella quale la propaggine settentrionale di Modella Riva - Zocca Capoluogo - M.S. Giacomo presenta forma rettangolare dai meridiani 653.000 ad ovest, 663.500 ad est e dai paralleli 4906500 a sud e 4922000 a nord; la superficie complessiva del comune corrisponde 69 kmq.

Dal punto di vista altimetrico i terreni sono compresi tra 220 m slm, in fondovalle T. Orsello e del fondovalle del F. Panaro al lato occidentale in prossimità del confine con il comune di Guiglia e le altezze massime di 890 m di M.Acuto e di 920 a le Serre all'estremità sud dell'area comunale.

Tali quote collocano il territorio comunale nella fascia della media montagna, con altitudini tra 400÷1200 m slm,

Analizzando l'andamento delle curve di livello si osserva che mediamente i terreni hanno altimetria compresa circa tra 350/450 m slm ed il paesaggio presenta forme sostanzialmente dolci nelle parti nord - nord orientale e meridionale occidentale del comune e discretamente vivaci - rupestri nel settore centrale - centro orientale meridionale.

Tale morfologia è strettamente legata alle caratteristiche litologiche del substrato in funzione delle quali i processi erosivi hanno determinato forme selettive più evidenti e marcate nella zona centrale e sud orientale ed orientale dove affiorano formazioni lapidee di tipo arenaceo - alternanze arenaceo siltoso pelitiche.

Detti aspetti conseguono anche dalle condizioni climatiche che hanno caratterizzato la parte centro meridionale del territorio in passato, *Wurm*, che sono state di ambiente di tipo periglaciale.

Morfologie che conferiscono al territorio paesaggi montani, con presenza di versanti ad elevata acclività e frequentemente subverticale per fattori selettivi, correlati anche a fatturazione e faglie delle rocce affioranti, caratterizzano la fascia centrale occidentale - sud orientale dell'area comunale formata dai litotipi prevalentemente arenacei della Formazione di Pantano e dei Membri ad alternanze arenaceo fini siltose della Formazione di Cigarello.

Nell'insieme si osserva che le morfologie meno accentuate contraddistinguono litozone appartenenti alle formazioni pre-flysch, più facilmente erodibili, che costituiscono il settore meridionale occidentale, la zona centrale orientale e quella settentrionale del territorio comunale.

In corrispondenza di detti settori le forme del territorio sono correlabili in modo prevalente ad accumuli di frana, che per la maggioranza sono in condizioni quiescenti; tali depositi denotano le estensioni e spessori maggiori nella zona centro settentrionale orientale dell'area comunale.

Si riscontrano altresì processi in evoluzione di tipo profondo che non assumono imponenti estensioni areali.

Sono rilevabili diffusamente nel territorio processi in evoluzione di tipo superficiale, che coinvolgono i primi 1 ÷ 2/3 del sottosuolo, e correlati ad azioni antropiche, che rimodellando paesaggi ereditari conseguenti a condizioni climatiche diverse da quelle odierne.

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

Il territorio comunale di Zocca MO appartiene in prevalenza ai fogli 235 PAVULLO NEL FRIGNANO e 237 SASSO MARCONI, zone centro settentrionali e meridionali; ed in percentuale minore foglio CASALECCHIO DI RENO, settore nord orientale, per una piccola percentuale al confine settentrionale occidentale al foglio 219 SASSUOLO della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Le complessità ed articolazioni del quadro geologico del territorio del crinale appenninico Modenese sono in prima approssimazione, comunque riconducibili ad alcuni elementi principali, di condivisa interpretazione nella documentazione scientifica in materia.

Per le descrizioni dei modelli di seguito sinteticamente riportati si vedano soprattutto le note illustrative del foglio CARG 235 Pavullo nel Frignano (*G. Bettelli et alii; 2002*) e

foglio CARG 237 Sasso Marconi (*F. Panini et alii*, 2002) nei quali ricade la maggior parte del territorio del comune; è inoltre opportuno il riferimento alle note del foglio CARG 220 Casalecchio di Reno (*L. Martelli et alii*, 2009) del quale fa parte il settore nord orientale dell'area comunale.

Detto territorio appartiene al versante padano dell'Appennino Settentrionale, nel quale l'assetto geologico e morfologico è determinato soprattutto dalla sovrapposizione di falde tettoniche.

L'area in oggetto è geologicamente costituita essenzialmente dalle Unità Alloctone (*Bettelli et alii*) ad eccezione di una porzione, di limitata estensione areale, nel settore meridionale orientale del territorio comunale nel quale sono presenti le Unità Subliguri. Queste ultime si sono formate sulla crosta africana assottigliata e con le fasi tettoniche liguri hanno sovrascorso la falda Toscana rinvenibile in corrispondenza dell'attuale crinale appenninico.

Le Unità Liguri esterne che sovrascorrono e si giustappongono a quelle precedentemente citate, sono contraddistinte dall'assenza di testimonianze del substrato oceanico sul quale si sono depositate e successivamente scollate durante la fase orogenica appenninica. Isolate testimonianze, incluse tettonicamente e per fenomeni sedimentari, del sopracitato substrato sono rappresentate da locali masse costituite da gabbri, graniti, breccie poligeniche, lembi ofiolitici, non presenti nel territorio comunale, ma osservabili poco ad ovest tra Rio Comorano ed il T. Panaro.

I processi tettonici che hanno coinvolto l'appennino settentrionale hanno scomposto i vari domini paleogeografici preesistenti, impilando e giustapponendo gli stessi in modo complesso, nel periodo che va dal Cretaceo all'attuale, articolati in due principali fasi evolutive.

La prima di queste ultime ha prodotto pieghe isoclinali compresse nelle liguridi interne, che sono state ulteriormente ripiegate nella seconda fase che ha ancor più raccorciato le preesistenti strutture. Le fasi liguridi hanno determinato la chiusura del preesistente oceano ligure e con l'impilamento delle successioni dei Domini Liguri si sono generati vari bacini marini minori nei quali si sono depositate le successioni delle sequenze epiliguri.

Gli orizzonti litologici liguri mostrano una deformazione interna molto maggiore rispetto a quanto osservabile nelle formazioni della sovrastante Successione Epiligure. In particolare la litozona delle Argille Varicolori presenta un grado di deformazione al punto

che, probabilmente per il comportamento duttile dei litotipi argilloso - marnosi che la compongono, la stratificazione risulta quasi completamente cancellata.

Le strutture compressive e la superficie di sovrascorrimento della coltre alloctona, risultano dislocate da faglie disgiuntive subverticali con direzione sia appenninica che antiappenninica. L'età di queste strutture è dunque almeno post -Pliocene inferiore.

Tali strutture disgiuntive si presentano spesso come zone di intensa fatturazione, talora senza rigetti importanti alla scala cartografica. I rigetti riconoscibili lungo tali superfici presentano sia componente verticale che orizzontale.

Queste strutture recenti hanno decisamente influenzato anche le geometria del reticolo idrografico.

Le unità litostratigrafiche che costituiscono la fascia del medio appennino modenese, al quale appartiene il territorio di Zocca, sono attribuite, dall'alto in basso in senso stratigrafico, a:

- Unità Quaternarie continentali
- Successione Epiligure
- Dominio Ligure
  - Successioni della Val Lavino e della Val Rossena
  - Formazioni Pre Flysch ad Elmintoidi
  - Unità Subliguri

La serie litostratigrafica delle successioni locali è riferita a quella adottata dal progetto CARG., Carta Geologica Regione Emilia Romagna.

La descrizione dei tipi litologici delle successioni presenti nel territorio sono schematicamente di seguito descritte relativamente alle caratteristiche litotecniche salienti, riportate e descritte nella legenda della tav. QC.02.1.1.2: Carta Litomorfologica.

### UNITÀ QUATERNARIE CONTINENTALI

#### ***SUBSINTEMA DI RAVENNA (AES8) (Olocene età radiometrica della base: 14.000-11.000 anni)***

Limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi, subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei torrenti e fiumi principali.

#### ***AES8a - UNITA' DI MODENA (Post-VI secolo dC.)***

Depositi ghiaiosi sabbiosi medio fini - limoso sabbiosi; corrisponde al primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive.

## SUCCESSIONE EPILIGURE

### **FORMAZIONE DI CIGARELLO (CIG) (Langhiano p.p. - Serravalliano)**

Peliti, peliti a frazione arenacea, sottilmente stratificate, localmente bioturbate, grigie.

#### **MEMBRO DI MONTE LUMINASIO (CIG2) (Langhiano- Serravalliano sup.)**

Arenarie fini e medie, localmente biocalcareni e litoareniti microrconglomeratiche, alternate a peliti siltose grigie.

#### **MEMBRO DI MONTALTO NUOVO (CIG1) (Langhiano inf.)**

Alternanze di arenarie finissime e siltiti sabbiose.

### **FORMAZIONE DI PANTANO (PAT) (Burdigaliano p.p.? - Langhiano p.p.)**

Areniti, areniti marnose e peliti sabbiose a stratificazione mal distinguibile per bioturbazione.

#### **MEMBRO DI MONTECUCCOLO (PAT2) (Burdigaliano sup - Langhiano inf)**

Biocalcareni ed areniti ibride giallastre da fini a molto grossolane, localmente microconglomeratiche, con stratificazione obliqua.

#### **MEMBRO DI SASSOGUIDANO (PAT1) (Miocene inf. - medio)**

Prevalenti areniti a stratificazione da media a spessa.

### **FORMAZIONE DI CONTIGNACO (CTG) (Acquitano terminale - Burdigaliano p.p)**

Marne a contenuto siliceo, in strati sottili e medi, di colore grigio - verdognolo, con patine manganesifere di alterazione.

### **BRECCE ARGILLOSE DELLA VAL TIEPIDO - CANOSSA (MVT) (Acquitano)**

Brecce argillose poligeniche a matrice argillosa prevalentemente grigia, costituita in gran parte da clasti millimetrici di marne e peliti, recanti clasti litoidi angolari appartenenti alle Argille a Palombini (APA), alle Arenarie di Scabiazza (SCB) e a sporadiche ofioliti.

### **FORMAZIONE DI ANTOGNOLA (ANT) (Rupeliano Terminale - Acquitano)**

Peliti e marne verdognole con patine manganesifere, a stratificazione mal distinta.

#### **MEMBRO DI ANCONELLA (ANT4) (Chattiano)**

Torbiditi arenaceo-pelitiche, in strati da medi a molto spessi; arenarie quarzoso feldspatiche, di colore grigio chiaro alterate in giallastro; subordinate marne argillose grigie, grigio verdi, grigio scuro o nerastre.

### **FORMAZIONE DI RANZANO (RAN) (Priaboniano sup. - Rupeliano sup.)**

Corpi sedimentari con geometria da lenticolare a tabulare e con facies deposizionali molto variabili da arenaceo-conglomeratiche a pelitico arenacee.

#### **MEMBRO DI ALBERGANA (RAN4) (Rupeliano)**

Alternanze pelitico - arenacee, in strati medio - sottili.

### **MARNE DI MONTEPIANO (MMP) (Luteziano Sup - Priaboniano p.p.)**

Argille ed argille marnose rosate e verdi in sottili alternanze, recanti sottili strati di arenarie feldspatiche poco cementate.

**BRECCE ARGILLOSE DI BAISO (BAI) (Luteziano sup. - Bartoniano)**

Brecce argillose poligeniche a matrice argillosa grigia, recanti inclusi di AVV, SCB, APA, MMP.

**MEMBRO DELLA VAL FOSSA (BAI1) (Luteziano sup. - Bartoniano)**

Brecce poligeniche a prevalente matrice argillosa grigio scura o nerastra.

DOMINIO LIGURE

## SUCCESIONE DELLA VAL LAVINO

**FORMAZIONE DI SAVIGNO (SAG) (Ypresiano)**

Unità prevalentemente arenaceo-pelitica.

**MEMBRO DI SAN PROSPERO (SAG2) (Ypresiano)**

Alternanze torbiditiche arenaceo-pelitiche grigio marroni, con intercalazioni calcarenitiche marnose.

**MEMBRO DI VILLA (SAG1) (Ypresiano)**

Alternanze torbiditiche arenaceo-pelitiche grigio marroni.

**FORMAZIONE DI POGGIO(FPG) (Ypresiano)**

Argille rosse, grigio scure e verdastre, con sottili intercalazioni arenacee.

**LITOFACIES ARENACEA (FGPa) (Ypresiano)**

Arenarie prevalenti in strati sottili e medi, con intercalazioni pelitiche.

**MEMBRO DEL RIO DELLE PRATERIE (FGP1) (Daniano ? - Ypresiano)**

Brecce poligeniche a matrice argillosa.

## SUCCESIONE DELLA VAL ROSSENNA

**FORMAZIONE DI MONTEVENERE (MOV) (Campaniano sup. - Maastrichtiano)**

Marne calcaree a base arenitica in strati spessi e banchi gradati; al tetto sottili livelli di peliti nerastre.

## FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI

**ARENARIE DI SCABIAZZA (SCB) (Turoniano sup.? - Campaniano inf.)**

Areniti grigio nocciola, in strati sottili, passanti a peliti grigie o varicolorate.

**LITOFACIES A BRECCE ARGILLOSE (SCBa) (Turoniano sup.? - Campaniano inf.)**

Brecce argillose.

**LITOFACIES MARNOSO SILTOSA (SCBms) (Turoniano sup.? - Campaniano inf.)**

Prevalenti marne con intercalazioni siltose.

**MEMBRO DEL MONTE MAZZANO (SCB1) (Coniaciano - Santoniano p.p.)**

Alternanze arenitico - marnose.

**ARGILLE VARICOLORI DI CASSIO (AVV) (Cenomaniano - Campaniano sup.)**

Argilliti rosse e verdi sottilmente stratificate, caotiche per intensa tettonizzazione.

**LITOFACIES A BRECCIE ARGILLOSE (AVVm)**

Prevalenti breccie argillose,

**ARENARIE DEL POGGIO MEZZATURE (APM) (Turoniano - Campaniano inf.)**

Alternanze torbiditiche arenaceo- pelitiche.

**ARGILLE VARICOLORI DI GRIZZANA MORANDI (AVT) (Cenomaniano sup. - Santoniano sup.)**

Argilliti rosso violacee e grigio scure per intensa tettonizzazione, recanti patine manganesifere di alterazione.

**LITOFACIES ARGILLITICA (AVTa)**

Argille fissili grigio - bluastre.

**ARGILLE VARICOLORI DELLA VAL SAMOGGIA (AVS) (Cretacico inf. - Cretacico sup.)**

Argilliti rosse, nere, verdi sottilmente stratificate, recanti "boudins" di siltiti brune verdastre, manganesifere, caotiche per intensa tettonizzazione.

**LITOFACIES ARENACEA (AVSa) (Cretacico sup.)**

Prevalenti inclusi arenaci.

**LITOFACIES ARGILLOSO CALCAREA (AVSac) (Cretacico inf. - Cretacico sup.)**

Inclusi prevalentemente calcarei di tipo a "palombini".

**LITOFACIES A BRECCIE ARGILLOSE (AVSb) (Cretacico inf. - Cretacico sup.)**

Breccie poligeniche in corpi lenticolari a matrice argillitica grigia e clasti di prevalenti calcilutiti biancastre.

**LITOFACIES CALCAREO MARNOSA (AVSmc) (Cretacico inf. - Cretacico sup.)**

Alternanze calcareo - marnose.

**ARGILLE A PALOMBINI - APA (Cretacico inf.)**

Argilliti grigio scure, tettonizzate, recanti "boudins" di calcilutiti biancastre, a luoghi silicizzate, fratturate.

**OFIOLITI - of (Giurassico medio - su?(bp: Creativo inf?))**

Masse di rocce ofiolitiche: basalti, gabbri, serpentini e breccie poligeniche.

**DOMINIO SUBLIGURE****ARENARIE DI PONTE BRATICA - ARB (Rupeliano p.p. - Chattiano)**

Arenarie torbiditiche a grana fine e molto fine, alternate a peliti grigio-verdine.

**FORMAZIONE DI MONTEPASTORE - MPA (Ypresiano - Luteziano)**

Arenarie torbiditiche calcarenitico - marnose.

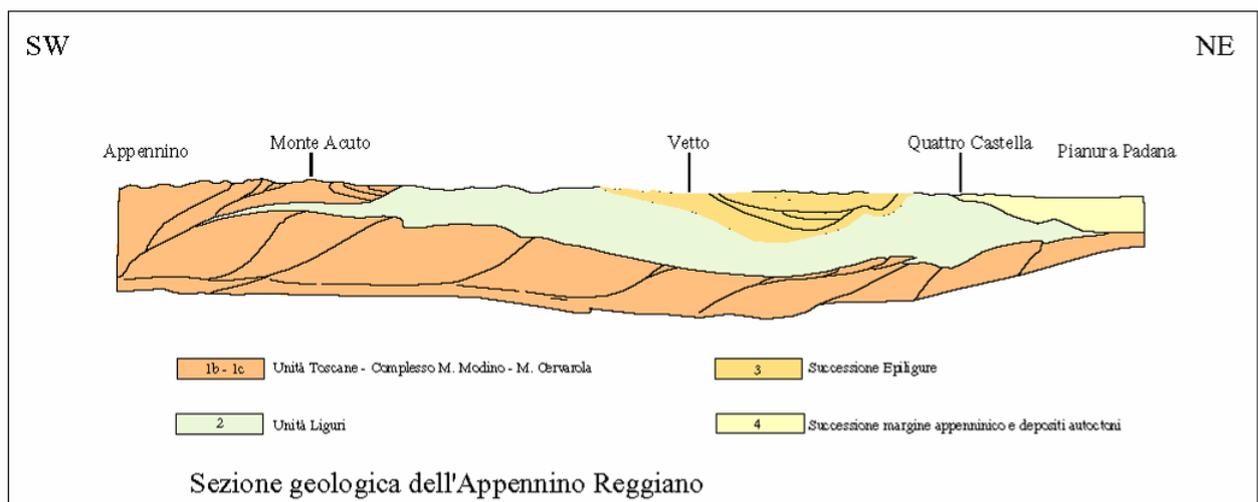
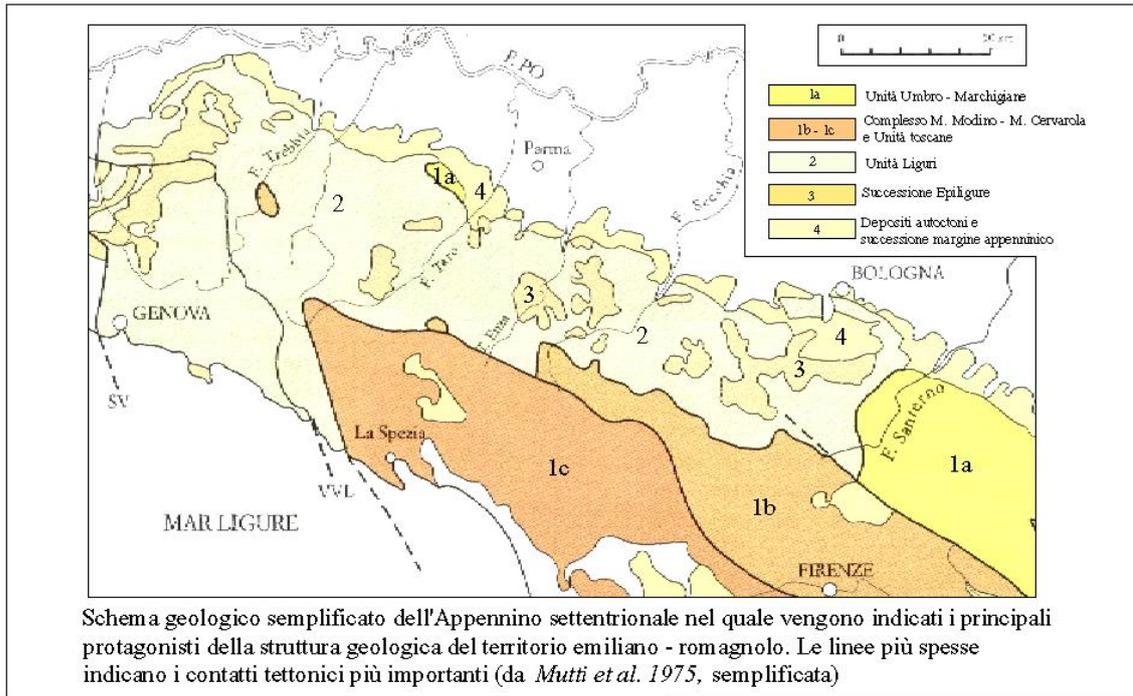
**ARGILLE E CALCARI DEL TORRENTE LAVINELLO - AVN (Campaniano sup? - Ypresiano)**

Argille rosse, rosate e grigie con intercalazioni calcaree.

UNITA' TETTONICHE TOSCANE

**DIASPRI - DSD (Dogger-Malm)**

Radiolariti rosse in strati sottili intercalate a peliti.





| SCALA GEO-CRONOMETRICA IN MA |                     |                    | SCALA CRONOSTRATIGRAFICA |  |
|------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|--|
| EPOCHES                      |                     | STANDARD AGE       |                          |  |
| 0                            | PLEISTOCENE         | 1.7 CALABRIANO     |                          |  |
|                              |                     | 2.8 PIACENZIANO    |                          |  |
| 5                            | PLIOCENE            | 4.2 TABIARIANO     |                          |  |
|                              |                     | 5.2 MESSINIANO     |                          |  |
| 10                           | MIOCENE SUPERIORE   | 6.6 TORTONIANO     |                          |  |
|                              |                     | 11.5 SERRAVALLIANO |                          |  |
| 15                           | MIOCENE MEDIO       | 15.5 LANGHIANO     |                          |  |
|                              |                     | 16.5 BURDIGALIANO  |                          |  |
| 20                           | MIOCENE INFERIORE   | 22.5 AQUITANIANO   |                          |  |
|                              |                     | 24                 |                          |  |
| 25                           | OLIGOCENE SUPERIORE | CATTIANO           |                          |  |
|                              |                     | 32                 |                          |  |
| 30                           | OLIGOCENE INFERIORE | RUPELIANO          |                          |  |
|                              |                     | 37                 |                          |  |
| 35                           | EOCENE SUPERIORE    | PRIABONIANO        |                          |  |
|                              |                     | 40                 |                          |  |
| 40                           | EOCENE MEDIO        | BARTONIANO         |                          |  |
|                              |                     | 44                 |                          |  |
| 45                           | EOCENE INFERIORE    | LUTEZIANO          |                          |  |
|                              |                     | 49                 |                          |  |
| 50                           | PALEOCENE SUPERIORE | YPRESIANO          |                          |  |
|                              |                     | 53.5               |                          |  |
| 55                           | PALEOCENE INFERIORE | THANETIANO         |                          |  |
|                              |                     | 60                 |                          |  |
| 60                           | PALEOCENE INFERIORE | DANIANO            |                          |  |
|                              |                     | 65                 |                          |  |

| UNITA' DELLA SCALA STANDARD   |                 |               |               |               |              |                                  |             |
|---|-----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------------------------|-------------|
| DATE IN MA  | EDON            | PERIODI       | EPOCHES       | ETAs          | ALTRA UNITA' | UNITA' LOCALI E NOM. ABBANDONATI |             |
|   |                 |               |               |               |              |                                  | SISTEMI     |
| 1.8<br>5<br>24<br>37<br>53.5<br>65                                      | CENozoico       | QUATERNARIO   | OLOCENE       | VERSILIANO    | FLANDRIANO   | IRECENESI                        |             |
|   |                 |               | PLEISTOCENE   | TIRRENIANO    |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | MILAZZIANO    | CRIOFIANO    |                                  |             |
|   |                 | NEOGENE       | PLIOCENE      | SICILIANO     |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | EMILIANO      |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | CALABRIANO    | SANTERAMO    | VILLAFRANCO                      | ASTIANO     |
|   |                 |               | MIOCENE       | PIACENZIANO   |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | ZANCLEANO     |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | MESSINIANO    | PONTICO      |                                  | ANDALUSIANO |
|   |                 |               |               | TORTONIANO    | PANNONICO    |                                  |             |
|   |                 |               |               | SERRAVALLIANO |              | SARMAZIANO                       | ELVEZIANO   |
|   |                 |               |               | LANGHIANO     |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | BURDIGALIANO  |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | AQUITANIANO   |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | CATTIANO      |              |                                  |             |
| 65<br>96<br>143<br>212<br>247<br>289<br>367<br>416<br>446<br>509<br>575 | MESozoico       | CRETACICO     | superiore     | SENONIANO     |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | CAMPANIANO    |              |                                  |             |
|   |                 |               |               | SANTONIANO    |              |                                  |             |
|   |                 | inferiore     | CONIACIANO    |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | TURONIANO     |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | CENOMANIANO   |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | ALBIANO       |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | APTIANO       |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | BARREMIANO    |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | HAUTERIVIANO  |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | VALANGINIANO  |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | BERRIASIANO   |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | PORTLANDIANO  |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | KIMMERIDGIANO |               |              |                                  |             |
|   |                 |               | OXFORDIANO    |               |              |                                  |             |
| GIURASSICO  | DOGGER          | CALLOYANO     |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | BATHONIANO    |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | BAJOCIANO     |               |               |              |                                  |             |
| LIAI  | AALENHANO       |               |               |               |              |                                  |             |
|   | TOARCIANO       |               |               |               |              |                                  |             |
|   | PLIENS BACHIANO |               |               |               |              |                                  |             |
| TRIASSICO   | superiore       | SINE MURIANO  |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | HETTANGIANO   |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | RETICO        |               |               |              |                                  |             |
| medio   | CARNICO         |               |               |               |              |                                  |             |
|   | LADINICO        |               |               |               |              |                                  |             |
|   | ANISICO         |               |               |               |              |                                  |             |
| inferiore   | SCITICO         |               |               |               |              |                                  |             |
|   | TATARIANO       |               |               |               |              |                                  |             |
|   | KAZANIANO       |               |               |               |              |                                  |             |
| PERMIANO  | superiore       | KUNGURIANO    |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | ARTINSKIANO   |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | SAKMARIANO    |               |               |              |                                  |             |
| inferiore   | ORENBURGIANO    |               |               |               |              |                                  |             |
|   | GZELIANO        |               |               |               |              |                                  |             |
|   | MOSCOWIANO      |               |               |               |              |                                  |             |
| CARBONIFERO   | SILESIANO       | BASHKIRIANO   |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | SERPUNKOVIANO |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | WISEANO       |               |               |              |                                  |             |
| DEVONIANO   | superiore       | TOURNAISIANO  |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | FAMENIANO     |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | FRASIANO      |               |               |              |                                  |             |
| medio   | GIVETIANO       |               |               |               |              |                                  |             |
|   | EIFELIANO       |               |               |               |              |                                  |             |
|   | EMSIANO         |               |               |               |              |                                  |             |
| inferiore   | SIEGENIANO      |               |               |               |              |                                  |             |
|   | GEDINNIANO      |               |               |               |              |                                  |             |
|   | PRIDOLIANO      |               |               |               |              |                                  |             |
| SILURIANO   | superiore       | LUDLOVIANO    |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | WENLOCKIANO   |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | LLANDOVERIANO |               |               |              |                                  |             |
| inferiore   | VALENTIANO      |               |               |               |              |                                  |             |
|   | ASHGILLIANO     |               |               |               |              |                                  |             |
|   | CARADOCIANO     |               |               |               |              |                                  |             |
| ORDOVICIANO   | superiore       | LLANDEILIANO  |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | LLANVIRNIANO  |               |               |              |                                  |             |
|   |                 | ARENIGIANO    |               |               |              |                                  |             |
| inferiore   | SKIDDAVIANO     |               |               |               |              |                                  |             |
|   | TRE MADOCIANO   |               |               |               |              |                                  |             |
|   | CAMBRIANO       |               |               |               |              |                                  |             |
| CAMBRIANO   | superiore       |               |               |               |              |                                  |             |
|   |                 |               |               |               |              |                                  |             |
|   |                 |               |               |               |              |                                  |             |
| inferiore   |                 |               |               |               |              |                                  |             |
|   |                 |               |               |               |              |                                  |             |
|   |                 |               |               |               |              |                                  |             |

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

## **INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

Il territorio di Zocca, compreso circa tra 250 e 900 m slm, appartiene alle fasce del Medio Appennino e Appennino e ricade prevalentemente nel bacino idrogeografico del F. Panaro, ed in parte subordinata nel bacino del T. Samoggia.

Da un punto di vista geomorfologico e della geologia del quaternario in generale, sono state riconosciute e descritte, per le zone del crinale e sub crinale appenninico, forme e depositi attribuibili alle glaciazioni pleistoceniche, mentre per le zone più prossime alla pianura sono stati individuati sedimenti marini marginali del Quaternario antico-medio e depositi fluviali terrazzati del Quaternario medio-recente (AES8 - AES7).

Per quanto riguarda i dati geomorfologici inerenti la fascia intermedia dell'Appennino, precedenti studi (*G.S.U.E.G.1976; Panizza e Mantovani, 1974*), hanno contribuito all'individuazione del tipo di evoluzione morfopaesaggistica che ha interessato dette zone individuando azioni di modellamento del territorio correlate ad ambiente periglaciale.

Il tipo di drenaggio che si rileva a scala territoriale non appare marcatamente definito, ciò deriva probabilmente da vari fenomeni di cattura del T.Scolterna e F.Panaro determinati da condizioni geologico strutturali (*Anelli, 1919; Panizza, 1974*). A queste ultime, dovrebbero essere correlabili l'andamento del tracciato del F.Panaro che tra Montespecchio e Mno.Mazzano attraversa sequenze arenaceo pelitiche - pelito arenacee e calcareo marnose, meccanicamente meno erodibili delle litologie argillitiche - argillose presenti ad oriente di detto fiume.

Il territorio di Zocca, per quanto riguarda le fasce morfostrutturali dell'Appennino modenese appartiene alle strutture del medio appennino costituito dalle Unità Liguri e Successioni Epiluguri (*Marchetti, Papani, et alii; G.S.U.E.G.; 1978*).

Detta fascia presenta un assetto strutturale complicato e scompaginato. Si osservano infatti sinclinali più o meno asimmetriche, talvolta coricate e/o rovesciate con vergenze a N-NE, che si raccordano ad anticlinali strizzate e profondamente erose.

Le morfologie della zona in oggetto risultano essere diverse in funzione delle caratteristiche litomeccaniche e degli assetti strutturali. Si osservano infatti rilievi sia di tipo selettivo che moderatamente selettivo: formazioni arenacee e flyscioidi, e versanti scarsamente inclinati ed a blande ondulazioni: argilliti - argilliti pelitico siltose, melanges, olistostromi.

In relazione alle paleoforme del territorio, sono individuabili lembi di superfici terrazzate e tratti di versante abbastanza ben conservati.

Brandelli di queste ultime, rinvenibili nel settore meridionale del territorio comunale, in prossimità di Missano, descrivono superfici con pendenze inferiori a  $8^\circ \div 10^\circ$ , tra loro correlabili, separate da fossi di incisione che le scolpiscono con scarpate di altezze variabili tra 25 e 30 m.

Dette morfologie in funzione delle quote altimetriche alle quali si collocano: 500 ÷ 600 m slm, sono riconducibili a processi correlabili a sistemi morfoclimatici crionivali - periglaciali.

Morfologie con caratteristiche equivalenti si riscontrano nella zona centrale occidentale circa tra Monteombaro - Monte Reggilo, nel settore sud ovest tra Ca Guazzelli - Belgrado - La Garbina.

Depositi eolici correlabili a sedimentazioni in ambiti simili a quelli sopra descritti o prossimi agli stessi, sono presenti nella zona orientale centro meridionale circa tra F.sso della Selva e M.Albarello.

I depositi sopra descritti risultano coinvolti da processi di degradazione per frana che hanno ne hanno in parte obliterato le originarie morfologie.

Le degradazioni più recenti, correlate ad ambiente temperato, sono articolate in processi di versante, quali, incisioni torrentizie, processi carsici, dissesti superficiali, processi di frana; di questi ultimi quelli di maggior estensione e spessore si rilevano nelle zone orientali centro settentrionali e sud occidentali dell'area comunale.

Le forme e processi che caratterizzano il territorio, derivando da cambiamenti di condizioni climatiche più o meno dissimili da quelle attuali, oggi possono essere attive o non attive. Ciò assume un'importanza fondamentale nella pianificazione territoriale in quanto la dinamica in atto dei versanti determina la possibilità o meno di prevedere l'edificabilità di aree e di valutare, in linea di massima, l'incidenza economica degli interventi di messa in sicurezza.

Attualmente l'evoluzione del territorio avviene sostanzialmente ad opera delle acque sia incanalate che diffuse e da movimenti di massa di diversa natura, ai quali si sommano gli interventi antropici.

## **DEPOSITI CONTINENTALI**

I depositi continentali sono diversamente distribuiti sul territorio comunale in funzione delle quote altimetriche dello stesso.

Nel settore meridionale e parte sud di quello centrale, prevalgono depositi di versante sviluppati su materiali di zone correlabili ad ambiente periglaciale successivamente rimobilizzati, che costituiscono coltri di ampia superficie con spessori 10/15 m; in tale area sono altresì presenti zone di accumulo di frana di vasta estensione, sia quiescenti ed in subordine attivi, più rappresentati nel settore meridionale occidentale. Detti corpi di frana, in funzione del tipo di substrato nel quale si sviluppano, sono prevalentemente di tipo complesso ed in subordine di colata; in queste ultime tendenzialmente prevalgono i corpi tipo attivo. Nella fascia meridionale si rileva, inoltre la presenza di depositi di versante s.l. generalmente non in evoluzione.

Nella fascia settentrionale orientale del territorio i depositi sono, costituiti prevalentemente da accumuli di frana quiescenti di notevole estensione e spessore, ed in subordine da frane attive. Tali corpi sono principalmente di tipo complesso e secondariamente di colata e presentano lunghezze di 2.5 ÷ 3 km, fronti di accumulo di insieme con larghezze di 1.5 km nei casi di maggior rilievo: zone tra Monteombrato - Monte del Termine confluenza T.Ghiaietta e T.Presana. Dette frane a luoghi inglobano corpi rocciosi "isolati" di rilevanti dimensioni nei quali sono ancora riconoscibili gli assetti stratigrafici originari che possono indurre a scambiarsi per roccia in posto.

Nella fascia meridionale occidentale ed in quella settentrionale del territorio si delineano decisamente i depositi alluvionali in forme di terrazzo in adiacenza del F. Panaro a sud ovest e quelli latitanti il T.Orsello a nord, questi ultimi di estensione e spessori subordinati rispetto a quelli del Panaro.

Detti depositi sono organizzati in cicli sedimentari costituiti da ghiaie sabbiose alla base che passano a sabbie limose e quindi a limi sabbiosi verso l'alto. Tali corpi sedimentari occupano in genere i fondovalle e la parte inferiore dei versanti dove costituiscono terrazzi elevati di 5 ÷ 10 m rispetto all'alveo attuale nelle fasce adiacenti al F.Panaro e di 3 ÷ 5 m in quelle contigue al T.Orsello e agli altri assi idrici superficiali.

I depositi terrazzati in narrativa sono riferibili al sistema AES8 ,unità AES8a, di età Romana - Attuale. Non sono stati riconosciuti depositi alluvionali più antichi. La causa di ciò è probabilmente correlata all'elevato grado di erodibilità del substrato, dovuta alla natura prevalentemente argilloso- marnosa e all'intensa fatturazione, che ha impedito la

conservazione dei terrazzi più antichi di solito rinvenibili a quote maggiori rispetto a quelle dell'alveo attuale.

Alla confluenza delle valli secondarie con le valli principali sono talora presenti conoidi costituite da sedimenti in genere grossolani come si può osservare per il, Rio Rivella, T.Presana alla sua confluenza al T.Ghiaietta.

Nella zona orientale centrale, tra M.Albarello - S.Giacomo e F.sso della Selva, sono presenti depositi eolici che descrivono una morfologia sub ellittica allungata in senso sud est - nord ovest; nel settore occidentale centrale tra La Pina - Bubrie - Serra, si riscontrano avvallamenti doliformi sub ellittici, con assi maggiori orientati sia sud nord che sud est - nord ovest.

## **MODELLAZIONE SISMICA**

### **INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO**

Una delle caratteristiche che contraddistinguono i terreni affioranti é la diversità di assetto, stile e comportamento tettonico.

I complessi presenti possono essere suddivisi in sei unità tettoniche differenziate durante la fase ligure, distribuite secondo fasce ad andamento appenninico. Partendo dalle posizioni geografiche più meridionali sono rispettivamente individuate da: Unità Tettonica Leo, Unità Tettonica Monghidoro, Unità Tettonica Cassio, Unità Tettonica Coscogno, Unità Tettonica Samoggia, Successione Epiligure (fasi pre e post Budrigaliano).

La prima, presente nei settori centro orientali del territorio, è costituita dalle Argille a Palombini Argille Variegate di Grizzana Moranti, Arenarie del Poggio Mezzature, Argille di Scabiazza, che denotano un elevato grado di deformazione.

L'Unità Tettonica Monghidoro si rinvia nella zona orientale centrale e si sovrappone mediante contatti a basso angolo dell'Unità Tettonica Leo.

L'Unità Tettonica Cassio forma le parti meridionale, occidentale, centro settentrionale, dell'area comunale e si giustappone alle Unità Leo e Monghidoro ed è delimitata a sud della linea tettonica del Sistema della Val Rossena.

Le Unità Tettoniche Leo e Cassio sono coperte in discordanza angolare dalla successione Epiligure che costituisce la fascia centrale occidentale e sud orientale del territorio comunale, dove assume un assetto a sinclinale con dislocazioni inverse prevalentemente sub verticali.

La parte centro settentrionale dell'area comunale è costituita dall'Unità Samoggia formata da litozone a dominante argillosa - argillitica ad elevato grado di deformazione che non rende più riconoscibile l'originario ordine stratigrafico ed in subordine da alternanze arenaceo polittiche con rapporto A/P generalmente >1.

L'Unità Coscogno è presente nel settore meridionale centro orientale ed è formata prevalentemente da argille ed argilliti ad elevato grado di deformazione.

L'assetto strutturale della zona considerata deriva da una serie di pulsazioni (o crisi) orogenetiche che dal Cretacico sup - Eocene ad oggi, hanno contribuito alla formazione della catena appenninica. Tra il Cretacico e l'Eocene comincia l'impilamento delle Unità Liguri dovuto ad una fase tettonica compressiva alla quale è correlabile lo sovrascorrimento della Successione della Val Rossenna sulle formazioni pre-flysch dell'Unità Leo, rappresentato da una fascia di dislocazioni a direttrice appenninica estese della Val Rossenna al F. Panaro, di età precedente alla successione epiligure dato che in alcuni tratti le sopraccitate dislocazioni sono suture dalle epiliguri. La sopraddetta zona che mette a contatto differenti unità tettoniche è stata attiva anche durante le fasi deposizionali epiliguri come indicano le irregolarità, discontinuità e variazioni di spessore dei membri e formazioni sottiacenti il Gruppo di Bismantova, la presenza di depositi di debris flow all'interno della Formazione di Antognola e la discordanza tra quest'ultima con il sovrastante Gruppo di Bismantova, le variazioni laterali di tale gruppo.

Successivamente, e fino ai giorni nostri, procede il sollevamento globale della catena appenninica, salvo rari episodi di fasi distensive (formazioni di Horst e Graben) osservabili però solo nella vicina Garfagnana.

Il sollevamento ed in generale tutti i movimenti crostali avvenuti in epoche plio-quadernarie nel territorio comunale sono individuabili mediante elementi neotettonici lineari (faglie) a sviluppo prevalentemente rettilineo.

L'attribuzione di faglie al periodo plio - quadernario é data da una serie di indicazioni quali "freschezza" degli indizi geomorfologici: scarpate, intense fratturazioni o uncinatura di strati, tratti vallivi rettilinei, catture fluviali, franosità accentuate ed allineate, contropendenze, dislocazione di depositi quadernari (*Wurm*) ecc.

Sono di seguito descritte le principali faglie con caratteri neotettonici riconosciute nell' area comunale.

1. Faglia diretta, orientata sud ovest - nord est, circa estesa da Aravecchia - S.Giacomo a Rosola, M. Cerpignano, che trova continuità in verso nord est in

- direzione di Monte Ombraro - T. Ghiaietta; le morfologie evidenziatrici sono gomiti negli assi idrici superficiali, allineamenti di frane.
2. Faglia diretta ad andamento sud ovest - nord est presente nel settore orientale del territorio comunale circa da M. Balgaro a Trappola a Pavelloni; individuata da gomiti degli assi idrici e tratti degli stessi rettilinei.
  3. Faglia trascorrente ad andamento sud ovest - nord est, osservabile immediatamente ad oriente del confine comunale, estesa circa secondo l'allineamento Monte della Castellana - Monte Pigna e che prosegue verso nord assecondando l'andamento di Rio della Ghiaia e del T.Samoggia; evidenziata da gomiti degli assi idrici, catture, andamento rettilineo di tratto del T.Samoggia.
  4. Faglia ad andamento rettilineo con direzione N-S, tra M. di Cà Nova e C. Parlatino nella zona nord del territorio, è caratterizzata da selle, andamento rettilineo del Rio.
  5. Faglia estesa sud est - nord ovest, circa tra la Pigna e Casellina, nella zona settentrionale del comune, è individuata da gomito torrentizio, selle, tratti rettilinei di fossi idrici.

### **Attività tettonica**

Le disamine relative alle strutture profonde redatte nell'ambito dell'elaborazione della *Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna* (M. Boccaletti, L. Martelli; 2004) indicano attività della linea del Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica Meso Cenozoica, presente immediatamente ad occidente del confine comunale settentrionale.

Sono inoltre individuate faglie del Pliocene - Pleistocene inferiore riattivate, quali le lineazioni orientate nord ovest - sud est e sud nord nella zona settentrionale circa tra il T.Orsello e Ciano

Altre faglie riattivate in tale periodo, orientate sud ovest - nord est, sono individuate immediatamente ad ovest del confine comunale circa tra Samone e Rocca Malatina.

La sopraccitata carta sismotettonica R.E.R. evidenzia epicentri sismici con magnitudo:  $4 < M < 5.5$  km ad ovest in prossimità di Tolè; sono inoltre indicati epicentri con

magnitudo  $5 < M < 5.5$  a sud est di Zocca in prossimità di Galvenzano ed un epicentro con  $M > 5.5$ , circa 14 km a nord del capoluogo tra Montevegli e Savignano sul Panaro.

L'attività sismica nell'area in oggetto è prevalentemente correlata alla fascia deformativa del Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica ed alle deformazioni delle Pieghe del Fronte Appenninico che si estendono in direttrice ovest nord ovest - est sud est. Un'influenza non trascurabile sulla sismicità nel territorio dell'alto e medio appennino modenese - reggiano, è connessa all'attività sismogenetica della zona della Garfagnana nella quale si sono verificati epicentri sismici con  $M > 5,5 - 6$ .

Nel territorio in analisi la sismicità è principalmente correlata all'attività dei processi deformativi che interessano le strutture superficiali nei primi 15 km del sottosuolo, prevalentemente collegate a meccanismi focali con componenti compressive ed in subordine distensive.

I fuochi generati a media profondità (15 ÷ 25 km) e profondi di (25 ÷ >35 km) sono rappresentati in percentuale relativa inferiore.

## PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

### Caratteri sismici

La riclassificazione sismica del territorio nazionale OPCM 3274/2003, attribuisce il comune di Zocca alla zona 3 con grado di sismicità, riferito alla previgente normativa sismica, equivalente agli ambiti con S6.

I parametri di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo,  $a_g$ , relativi all'area di pertinenza del settore di territorio in esame, in base alla griglia dell'NTC 14/01/2008, sono congruenti con quelli delle classificazioni sopra esposte.

Nell'ambito territoriale a cui appartiene Zocca il *Catalogo Parametrico dei terremoti italiani CPTIII* (A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTIII, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>) documenta eventi sismici giungenti all' 8° grado della Scala Mercalli - Cancani - Sieberg, con intensità compresa tra  $M = 5,5 \div 6$ .

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. attribuisce il territorio in oggetto alla zona sismogenetica 913 (*Meletti e Valensise, 2004; <http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/App2.pdf>*).

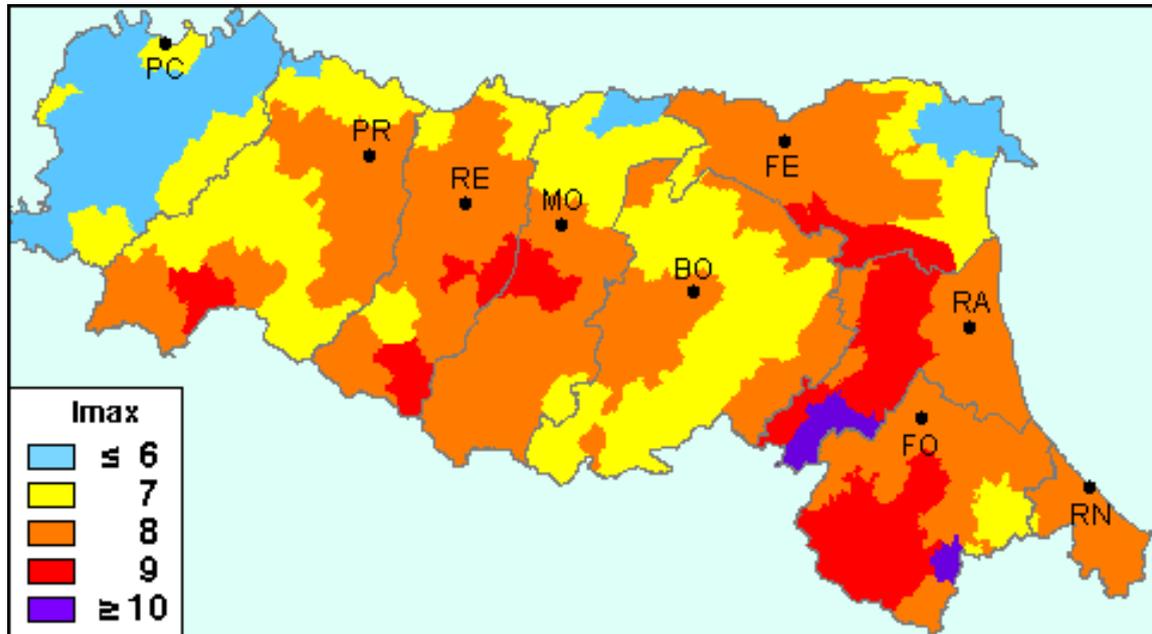
In base alle indicazioni delle NTC di cui al D.M. 14/01/08, nell'area in esame, per strutture di classe 2 (vita nominale  $V_n = 50$  anni, coefficiente d'uso  $C_u = 1$ ), per le quali è prevista una probabilità di eccedenza dell'evento sismico corrispondente al 10% in 50 anni, risultano i seguenti coefficienti sismici:

| $T_R$<br>(anni) | $a_g$<br>(g) | $F_0$<br>(-) | $T_c$<br>(s) |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 475             | 0.159        | 2.505        | 0.292        |

### **Attività sismica**

Nell'ambito territoriale a cui appartiene Zocca il *Catalogo Parametrico dei terremoti di area italiana NT4.1* (Camassi e Stucchi, 2004) documenta eventi sismici giungenti all'8°

÷ 9° grado della Scala *Mercalli - Cancani - Sieberg*, con intensità compresa tra  $M = 5,5$   
÷ 6.



Una stima della pericolosità sismica dell'area è data dalla mappa redatta dall'INGV nel 2004, disponibile nel sito web <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

I valori di  $a_g$  elaborati dal Gruppo di Lavoro MPS (2004) pubblicati in Appendici della Protezione Civile, INGV Milano - Roma dello 08-09/2006, attribuiscono, alle fasce territoriali a cui appartiene il territorio di Zocca, MO, valori dell'accelerazione di picco  $a_g$  attesa su suolo di riferimento (categoria di suolo A delle NTC 2008) per un periodo di ritorno di 475 anni (parametro ritenuto indicativo e di riferimento per la pericolosità sismica a scala nazionale) compresi tra:

$$a_g = 0,150 \div 0,175 \text{ g}$$

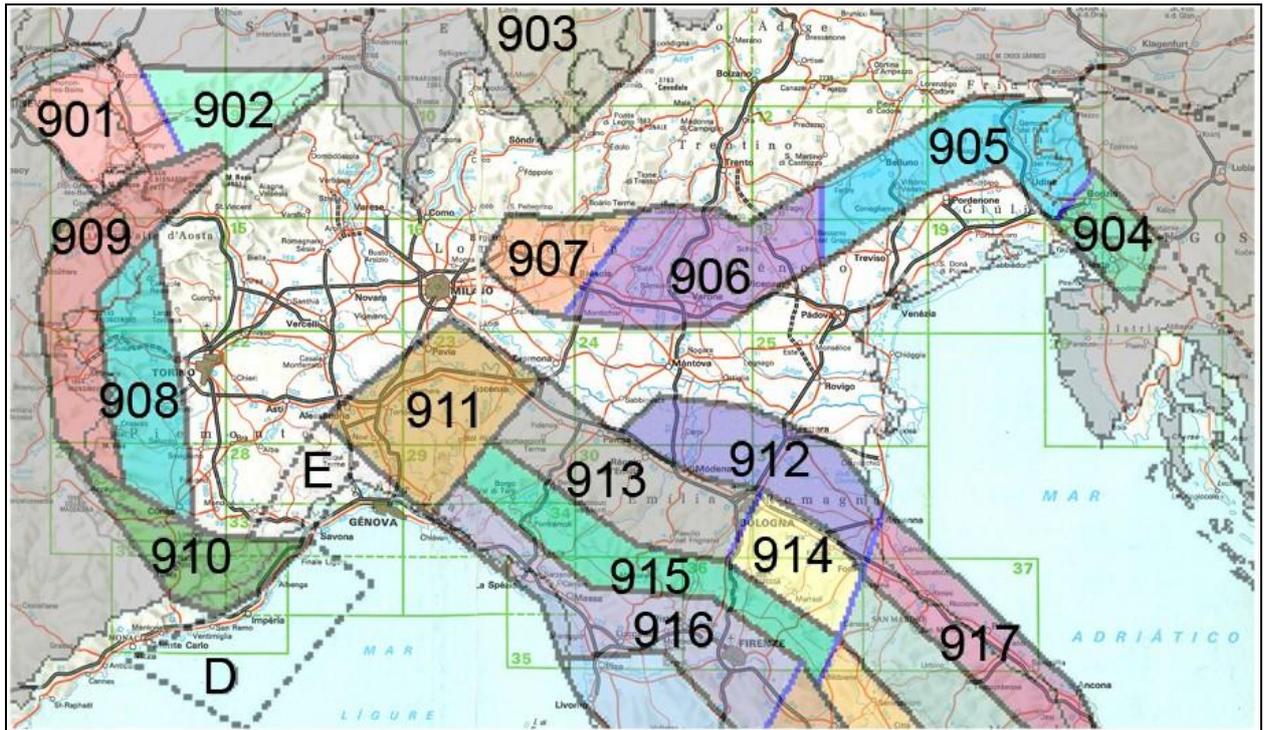
per un eccedenza dell'evento del 10 % in 50 anni;

per un eccedenza dell'evento del 5% in 50 anni, con i valori relativi inferiori nella parte occidentale e settentrionale del territorio comunale, è attribuita:

$$a_g = 0,175 \div 0,225 \text{ g}$$

Il valore della  $a_g$  di riferimento riportato nell'allegato A4 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n° 112/2007, corrisponde, per il comune di Zocca, a:

$$a_{gref} = 0,159 \text{ g}$$

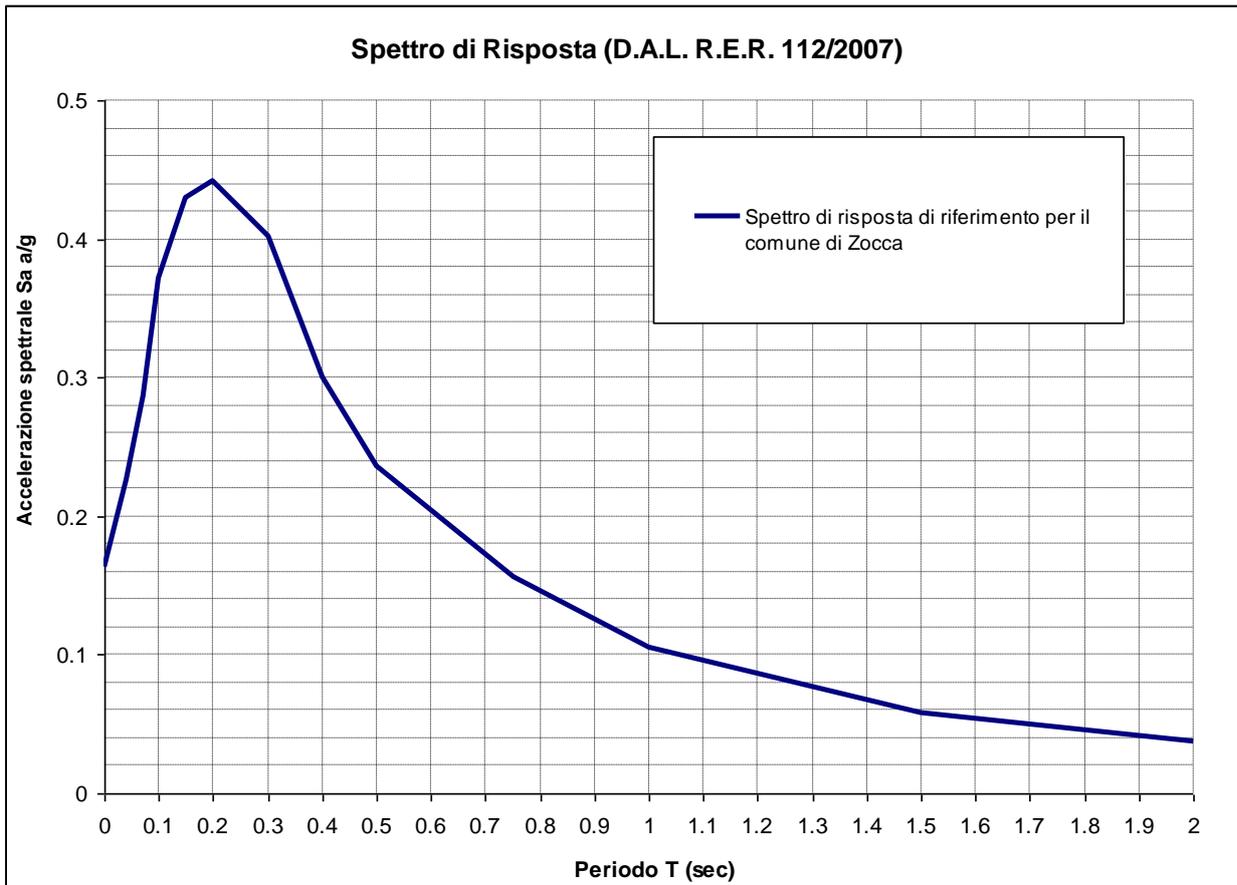


Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

Lo spettro di risposta di riferimento del bedrock sismico o suolo A nel comune di Zocca (MO), per il valore di

$$a_g = 0,159g$$

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, è visualizzato nella seguente figura.



In riferimento a tale spettro, in funzione dei valori di VSH che competono alle unità litostratigrafiche che costituiscono le varie parti del territorio comunale, sono state determinate le amplificazioni in superficie, in funzione dei valori dei fattori di amplificazione, di intensità sismica: FA IS, secondo i parametri esposti nelle tabelle dell'Allegato A2.1.2 della D.A.L. 112/2007.

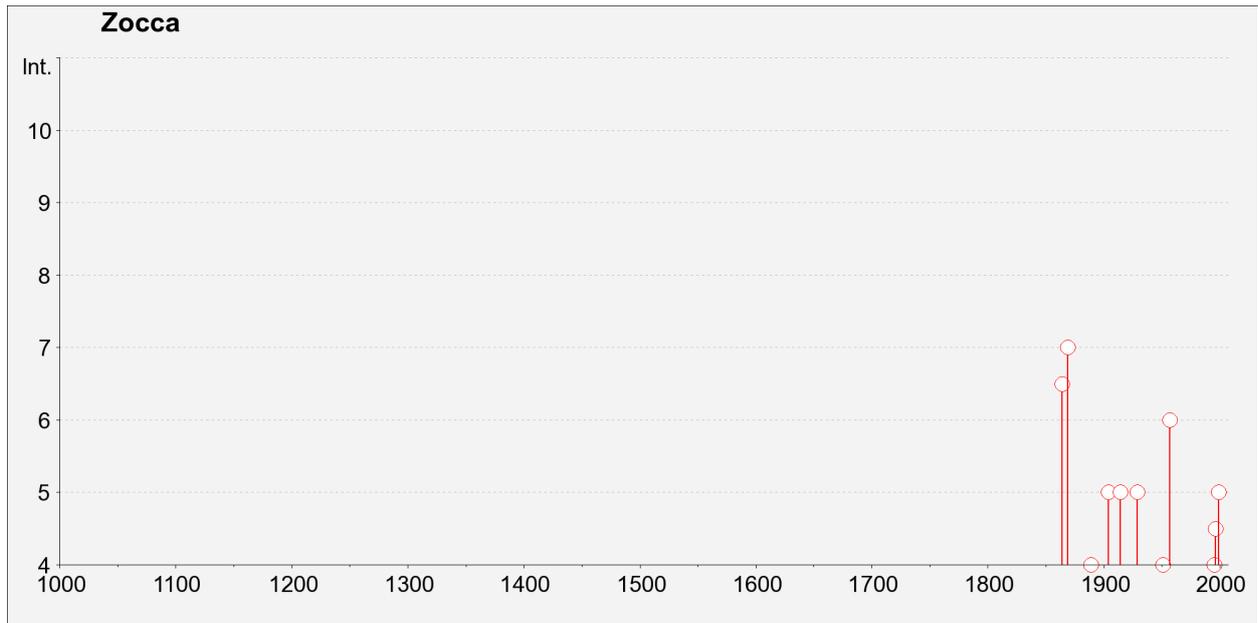
Nelle zone nelle quali sono previsti approfondimenti di microzonazione di III livello in rapporto a quanto previsto nelle DAL 112/2007 art. 4.2, sono da definire i fattori di amplificazione in base agli accelerogrammi disponibili per il territorio di Zocca, determinati mediante elaborazioni con idoneo codice di calcolo.

**Storia sismica di Zocca**  
Numero di eventi: 26

Effetti In occasione del terremoto del:

| I[MCS ] | Data                              | Ax                   | Np   | Io  | Mw         |
|---------|-----------------------------------|----------------------|------|-----|------------|
| 6-7     | <u>1864 03 15</u>                 | ZOCCA                | 13   | 6-7 | 4.90 -0.71 |
| 7       | <u>1869 06 25</u><br><u>13:58</u> | Media valle del Reno | 18   | 7-8 | 5.42 -0.48 |
| 2       | <u>1887 02 23 05:2</u>            | Liguria occidentale  | 1516 |     | 6.97 -0.15 |
| 4       | <u>1889 03 08 02:5</u>            | Bolognese            | 38   | 5   | 4.73 -0.22 |

| Effetti    | In occasione del terremoto del:         |                       |              |     |      |       |
|------------|---|-----------------------|--------------|-----|------|-------|
| I[MCS<br>] | Data                                    | Ax                    | Np           | Io  | Mw   |       |
| 3          | <a href="#"><u>1895 05 18 19:5</u></a>  | Fiorentino            | 401          | 8   | 5.43 | -0.08 |
| 5          | <a href="#"><u>1904 02 25 18:4</u></a>  | Reggiano              | 62           | 6   | 5.05 | -0.18 |
| NF         | <a href="#"><u>1911 09 13 22:29</u></a> | Chianti               | 115          | 7   | 5.19 | -0.14 |
| 3          | <a href="#"><u>1913 02 13 16:3</u></a>  | Appennino<br>emiliano | tosco-<br>27 | 5   | 4.54 | -0.25 |
| 5          | <a href="#"><u>1914 10 27 09:2</u></a>  | Garfagnana            | 618          | 7   | 5.76 | -0.09 |
| 3          | <a href="#"><u>1923 06 28 15:1</u></a>  | FORMIGINE             | 22           | 6   | 4.88 | -0.24 |
| 5          | <a href="#"><u>1929 05 11 19:2</u></a>  | Bolognese             | 64           |     |      |       |
| 4          | <a href="#"><u>1951 10 29 22:4</u></a>  | Valle del Panaro      | 3            | 4   | 4.25 | -0.25 |
| 6          | <a href="#"><u>1957 08 27 11:5</u></a>  | ZOCCA                 | 58           | 5   | 4.65 | -0.21 |
| NF         | <a href="#"><u>1983 11 09 16:2</u></a>  | Parmense              | 850          | 6-7 | 5.06 | -0.09 |
| NF         | <a href="#"><u>1986 12 06 17:0</u></a>  | BONDENO               | 604          | 6   | 4.61 | -0.10 |
| 3          | <a href="#"><u>1987 05 02 20:4</u></a>  | Reggiano              | 802          | 6   | 4.74 | -0.09 |
| 3          | <a href="#"><u>1992 04 17 11:5</u></a>  | Monteveglia           | 56           | 4-5 | 4.32 | -0.18 |
| 4          | <a href="#"><u>1995 08 24 17:2</u></a>  | Appennino bolognese   | 56           | 6   | 4.48 | -0.09 |
| NF         | <a href="#"><u>1995 10 10 06:5</u></a>  | LUNIGIANA             | 341          | 7   | 4.85 | -0.09 |
| 4-5        | <a href="#"><u>1996 10 15 09:5</u></a>  | Correggio             | 135          | 7   | 5.41 | -0.09 |
| 2-3        | <a href="#"><u>1997 12 24 17:5</u></a>  | Garfagnana            | 98           | 5   | 4.36 | -0.09 |
| 5          | <a href="#"><u>1999 07 07 17:1</u></a>  | Frignano              | 32           | 5   | 4.70 | -0.09 |
| NF         | <a href="#"><u>2000 06 18 07:4</u></a>  | Parmense              | 300          | 5-6 | 4.43 | -0.09 |
| 2          | <a href="#"><u>2000 10 03 01:1</u></a>  | Appennino<br>emiliano | tosco-<br>62 | 5   | 4.27 | -0.09 |
| NF         | <a href="#"><u>2002 11 13 10:4</u></a>  | Franciacorta          | 770          | 5-6 | 4.29 | -0.09 |
| 3-4        | <a href="#"><u>2003 09 14 21:4</u></a>  | Appennino bolognese   | 133          | 6   | 5.29 | -0.09 |



*Dove: Io ed Mw = Intensità e Momento sismico epicentrale; Is = Intensità sismica percepita  
D=Danno di entità non precisabile (indicativamente Is>6)  
F=avvertito (presumibilmente senza danni)NF=non avvertito NR=non segnalato*

## **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 e definire gli spessori e variazioni laterali, delle coperture detritiche ed orizzonti di roccia detensionata / molto fratturata, sono state effettuate prospezioni geofisiche a rifrazione con metodo passivo Refraction Microtremor (ReMi), mediante stendimenti ad antenna monodimensionale con lunghezza di 46 - 69 m, e 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 Re.Mi. Sono state inoltre effettuate verticali HVSr anche singolarmente in aree dove informazioni geognostiche o acquisizioni delle onde sismiche di taglio con altri metodi fornivano già informazioni relative alle Vs del substrato roccioso e/o spessori della prima unità litotecnica.

Dette indagini, che saranno in maggior dettaglio di seguito elencate, sono state distribuite sul territorio sia in funzione delle finalità di caratterizzazione sismica dell'urbanizzato che degli ambiti suscettibili di urbanizzazione che delle principali infrastrutture; oltre a ciò sono state effettuate verticali di acquisizione delle Vs anche in altri siti al fine di individuare i valori delle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio di alcuni tipi di roccia in condizioni di substrato litologico affiorante.

### ***Prospezione sismica a rifrazione passiva Re.Mi.***

Le prospezioni 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 2 - 3 m per una lunghezza totale di stendimento, in funzione delle possibilità operative, di 46 - 69 m.

Il metodo passivo permette di determinare e definire una curva di dispersione nelle bande di frequenza tra 2 e 20 Hz.

Tale procedura consente di ottenere uno spettro nella banda di frequenza compresa tra i suddetti valori e permette la ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 30-80 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento.

Per l'acquisizione dei microtremori ambientali sono state effettuate venti registrazioni della durata di 30 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

L'elaborazione del segnale, consiste nell'analisi dell'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.

Il modello di  $V_s$  è modificabile in sede di elaborazione, variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, adottando la curva di dispersione calcolata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

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

### ***Microtremori con la tecnica HVSR***

Le indagini a stazione singola, con acquisizione di microtremori ambientali, sono state eseguite utilizzando un sismometro SRO4MT/S3 ad elevata dinamica (24 bits) attrezzato con geofono tridirezionale da 2,0 Hz di frequenza propria.

L'acquisizione è stata effettuata campionando il segnale a 100 Hz per una durata, più acquisizioni, di circa 20 ÷ 30 minuti.

Tali dati sono stati elaborati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

L'elaborazione HVSR dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nelle allegate schede "Indagine HVSR" in cui la linea nera 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.

## ***CARATTERIZZAZIONE SISMICA***

### ***PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO***

#### ***Carta delle indagini***

In riferimento all'analisi delle caratteristiche litotecniche territoriali è stata effettuata una raccolta dati mediante un censimento delle indagini geognostiche e geofisiche realizzate per varie finalità nel territorio oggetto di studio, presso le Amministrazioni

Pubbliche Locali: Ufficio Tecnico Comunale, Servizio Tecnico Degli Affluenti del Po, Servizio Urbanistica e S.I.T. - Servizio Lavori Pubblici della Provincia di Modena.

In considerazione del contesto geo-litologico in primo luogo sono state considerate, oltre ad un limitato numero di indagini sismiche, i carotaggi di tipo continuo ed alcune indagini penetrometriche qualora direttamente correlabili a sondaggi realizzati in prossimità.

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:

- 6 sondaggi meccanici (SM);
- 9 prove penetrometriche statiche (CPT);
- 1 prova penetrometrica dinamica pesante (DPH);
- 12 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM);
- 29 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH - SCPT);
- 4 profili sismici a rifrazione attiva, ad antenna monodimensionale, con metodo MASW (MW);
- 1 profilo sismico a rifrazione con acquisizione delle velocità delle onde di compressione  $V_p$  (BS);
- 2 misure di sismica passiva con tecnica a stazione singola HVSR (H);

In riferimento alla caratterizzazione degli ambiti: urbanizzati a quelli di prevedibile nuovo sviluppo e principali reti infrastrutturali, preventivamente selezionati in accordo con le Amministrazioni Comunali ed il Servizio Urbanistico e S.I.T. della Provincia di Modena, per i quali risulta necessario effettuare gli approfondimenti sismici prescritti dai testi di indirizzo riportati in premessa, sono state realizzate le seguenti ulteriori indagini:

- 38 misure di sismica a rifrazione passiva con antenna monodimensionale Re.Mi.;
- 70 misure di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R. tutte validate.

Dette prospezioni sono state articolate in due fasi temporali distinte, nella prima di queste, oltre ad investigare gli ambiti sede dell'urbanizzato a di prevedibile nuova urbanizzazione, sono stati anche esaminati tipi litologici non direttamente interessati dalle sopra descritte destinazioni, ma in siti con presenza di roccia affiorante, per caratterizzare

unità rocciose di substrato non presenti direttamente o coperte da sensibili spessori di depositi detritici negli ambiti sopra citati.

Nella seconda fase, sviluppata con prospezioni sismiche passive a stazione singola (H.V.S.R.), e prospezioni a rifrazione passiva con antenna monodimensionale (Re.Mi.), i siti sono stati esaminati e verificati, per un'analisi di maggior dettaglio in zone ad incerta classificazione o di delimitazione delle unità litotecniche.

Le indagini, distinte in esistenti e nuove, sono state georeferenziate in apposito elaborato cartografico in scala 1:10.000 (Tav. QC.02.1.1.1) comprensivo dell'intero territorio comunale.

### **Carta litomorfologica**

Tale elaborato, realizzato alla scala 1:10.000, è stato derivato dalla cartografia geologica, rilevata alla scala 1:10.000, che costituisce la base per i fogli CARG 1:50.000 e dalla cartografia dell'Inventario del dissesto del P.T.C.P. della Provincia di Modena, integrando dette cartografie con rilievi diretti e con i dati ottenuti dalle indagini e prospezioni effettuate nella zona.

A scala regionale il territorio di Zocca può essere suddiviso in due domini:, Dominio Ligure e Successione Epiligure.

Il settore occidentale meridionale è prevalentemente costituito dagli affioramenti delle formazioni alloctone, argillitiche, flyschoidi di età cretacico, oligo - mio - eocenica del Dominio Ligure Esterno.

Le zone orientali meridionali e occidentali centrali - centro settentrionali sono è costituita dagli affioramenti rappresentati dai litotipi delle formazioni semiautoctone costituiti da alternanze arenacee ed arenaceo pelitiche - pelitiche, argillitico marnose - argillitiche, di età eo-eligocenica della Successione Epiligure.

Nella fascia centro orientale le prevalenze litologiche sono rappresentate principalmente da alternanze arenitiche - arenitico pelitiche, con rapporto arenaria pelite minore di 1 e subordinatamente da alternanze torbiditiche calcaree marnose nella zona più prossima al settore orientale.

Nell' area settentrionale le unità litologiche sono costituite principalmente da argilliti ed alternanze arenaceo pelitiche, con rapporto arenaria/pelite <1, ad eccezione di brandelli di limitata estensione areale in prossimità del bordo comunale orientale costituito da alternanze arenaceo pelitiche ad elevato grado di fratturazione.

Condizioni simili si riscontrano nella zona settentrionale orientale dove sono rappresentate in prevalenza litozone argillitiche ed argillose ed in percentuale subordinata da alternanze arenaceo pelitiche con rapporto  $A/P > 1$ .

Le coperture detritiche quaternarie, che si rinvengono nel settore meridionale del territorio comunale, costituite da depositi di versante SL ed in subordine da depositi di ambiente periglaciale, con spessori che variano tra 5 e 10 m, formati prevalentemente da limi - limi argilloso sabbiosi che inglobano clasti litici con dimensioni variabili, dalle ghiaie ai massi; detti depositi, successivamente allo loro messa in posto, sono stati diffusamente interessati da rimobilizzazioni per processi di frana.

Questi ultimi processi nel settore meridionale occidentale e centro orientale costituiscono ammassi di considerevole spessore ed estensione areale: lunghezze tra 1 e 1.5 km, larghezze dei fronti  $0.3 \div 0.8$  km, spessori di  $10 \div 15$  m.

Nelle zone centro settentrionali e settentrionali orientali prevalgono nettamente depositi detritici costituiti da frane, sia quiescenti che attive, di considerevole estensione e spessore, con lunghezze  $1 \div 3$  km e fronti con lunghezze di  $0,7 \div 1.5$  km; di detti corpi quello di maggior imponenza si riscontra nella zona tra l'allineamento Monteombraro - Monte Del Termine e la confluenza T.Ghiaietta - T.Presana, dove raggiunge spessori di  $15 \div 25$  m e forma tutta la fascia orientale centro settentrionale del territorio comunale. La percentuale nettamente maggiore di tali accumuli è rappresentata da corpi in stato quiescente e sviluppa prevalentemente su substrati argillitici - argillosi.

Nelle aree di fondovalle sono presenti depositi alluvionali, in diversi ordini di terrazzamento, costituiti prevalentemente da ghiaie alle base e ghiaie sabbiose nella parte più alta, che si arricchiscono con componenti limoso sabbioso ghiaiose nei terrazzi di ordine superiore; tali depositi sono prevalentemente rappresentati al bordo occidentale meridionale in sponda orientale del F.Panaro, e nella zona settentrionale in corrispondenza del T.Orsello e T.Ghiaietta.

I rapporti stratigrafici e l'assetto tettonico delle unità e formazioni che costituiscono il sottosuolo del territorio comunale di Zocca, nei settori sede dell'urbanizzato e di previsto sviluppo, sono visualizzati nelle allegate sezioni geologiche tav. QC.02.1.1.2.

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

I settori di territorio di Zocca che rivestono interesse per la pianificazione urbanistica sono stati oggetto di una estesa campagna di prospezioni geofisiche che ha permesso di

determinare le caratteristiche dinamiche e meccaniche dei tipi litologici che formano il sottosuolo delle zone sede dell'urbanizzato e di previsto sviluppo.

A tale finalità sono state effettuate:

- 38 prospezioni geofisiche a rifrazione passiva, con antenna monodimensionale, (ReMi) con lunghezza di stendimento di 46 - 69 m,
- 70 Verticali a stazione singola con acquisizione di microtremori (HVSR)

Le indagini precedentemente effettuate, 4 profili sismici a rifrazione attiva con metodo MASW, 2 verticali a stazione singola con acquisizione di microtremori HVSR, 80 prove penetrometriche dinamiche, 3 prove penetrometriche statiche, 24 sondaggi meccanici, anche se prevalentemente localizzate in corrispondenza delle zone urbanizzate, in funzione della variabilità dei litotipi che contraddistingue il sottosuolo di detti siti di indagine, hanno consentito di individuare le caratteristiche dinamiche e geomeccaniche - litomeccaniche generali degli orizzonti che costituiscono le coperture detritiche e le zone con presenza di substrato roccioso detensionato, le proprietà del substrato.

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), risulta evidente l'utilità di detta tipologia di indagine per individuare, come previsto dal primo livello di approfondimento degli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica, le aree con comportamento sismico omogeneo - equivalente.

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

| Frequenze Hz   | Ampiezze A          |
|----------------|---------------------|
| $F_0 (0,5$     |                     |
| $1 < F_0 < 2$  |                     |
| $2 < F_0 (3$   | $A < 0.01 \div 2,0$ |
| $3 < F_0 (5$   | $2,0 < A < 3,0$     |
| $5 < F_0 (8$   |                     |
| $8 < F_0 (10$  | $3,0 < A (5,0$      |
| $10 < F_0 (12$ | $5,0 < A < 10$      |
| $12 < F_0 (15$ |                     |
| $15 < F_0 (19$ |                     |
| $F_0 > 19$     |                     |

Dette associazioni sono state riportate nella “Carte delle Frequenze Naturali del Terreno” (Tav QC.02.1.1.4); 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 ed effettuare alcune considerazioni qualitative sull’area oggetto di studio.

In generale nessuna delle formazioni mostra un comportamento di risposta sismica del tutto omogeneo. Per le medesime formazioni coesistono valori di frequenza ed ampiezza spesso molto differenti. Questi risultati rispecchiano le caratteristiche meccaniche delle formazioni esaminate che, oltre ad essere fortemente tettonizzate ed alterate, sono spesso interessate dalla presenza di fenomeni gravitativi sia superficiali che profondi, e gradi di fatturazione diversi.

In generale, tuttavia, si evince che i membri prevalentemente arenacei delle formazioni riscontrate, Successione Epiligure, non indicano marcati risentimenti dal punto di vista sismico. Le misure realizzate su questi litotipi mostrano sia frequenza di risonanza di solito superiori a  $9 \div 12$  Hz ed ampiezze comprese tra 1,5 e 4, evidenziando contenuti in alta frequenza di scarsa influenza per la pianificazione territoriale; sono inoltre diffusamente riscontrabili in detti litotipi frequenze inferiori a 1.5 Hz con ampiezze tra 2.5 e 3, indicanti elevata profondità del substrato che genera contrasto di impedenza e quindi degli effetti dell’amplificazione, che risultano in pratica trascurabili.

Analoghe caratteristiche presentano anche le alternanze arenaceo pelitiche con  $A/P > 1$  della Formazione di Savigno delle unità alloctone liguri.

Moderatamente dissimili sono le caratteristiche di risposta delle Unità del Dominio Ligure per le litozone argillitiche più antiche, con grado di deformazione relativo inferiore, e le argilliti con calcari delle Unità Subliguri, che denotano frequenze in prevalenza comprese tra  $1,0 \div 2$  Hz.

Si differenziano in modesta misura le argilliti e le alternanze pelitico arenacee delle Unità Liguri che sono state interessate da gradi di deformazione maggiori; dette litozone evidenziano frequenze generalmente comprese tra  $F_0 = 15 \div 3$  con ampiezze tra 2.5 e 3 o contenuti in alte frequenze con  $F_0 > 15$  ampiezze  $2.5 \div 3.5$  di basso significato per la pianificazione.

Si diversificano moderatamente anche le formazioni marnoso siltoso sabbiose ed alternanze arenaceo pelitiche con  $A/P > 1$ , che non sono state interessate intensi e medi gradi di fratturazione, della Successione Epiligure, che generalmente evidenziano frequenze comprese fra  $F_0 = 2 - 3$  ed ampiezze tra 2 e 4 o con contenuti in medio alte frequenze  $F_0 = 7 \div 8$  Hz ed ampiezze tra 2.5 e 3.

Caratteristiche simili presentano le marne - marne argillose epiliguri (ANT) che presentano frequenze  $F_0 < 1$  con ampiezze di 2 - 2.5 o contenuti in medio alte frequenze  $F_0 = 7.5 \div 8$  ad ampiezze maggiori di 10 e quindi di scarsa influenza per la pianificazione.

Dette caratteristiche generali si discostano nettamente sia le formazioni epiliguri che liguri e subliguri in corrispondenza di fasce di intensa fratturazione e/o di faglia, dove le frequenze oscillano in media tra  $3 \div 7$  Hz e le ampiezze variano tra 2.5 e 3.5 con valori che rispetto alla stessa formazione non fratturata generalmente sono raddoppiati.

Molto dissimili sono le condizioni in presenza di depositi gravitativi nei quali in funzione del loro spessore e del substrato sul quale si sono sviluppati, si riscontrano frequenze comprese in media tra  $2 \div 3 \div 7$  Hz ed ampiezze  $2,3 \div 3$ .

Analogo comportamento evidenziano anche i depositi di versante con spessori maggiori di  $3 \div 4$  m che mostrano frequenze generalmente comprese tra  $3 \div 6$  Hz ed ampiezze  $2,5 \div 3$ . A tale casistica generale sono correlabili i depositi alluvionali, Sistema AES8 che, in base ad indagini effettuate sia nel territorio di Zocca che in aree ad esso limitrofe, denotano frequenze corrispondenti a  $1.0 \div 2.0$  Hz ed ampiezze mediamente equivalenti a  $1.2 \div 1.3$  ad eccezione dei siti nei quali detti depositi presentano modesti spessori evidenziati da  $F_0 > 20$  ed ampiezze  $4 \div 5$

**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 Province Autonome, DGR.ER 1051/2011, e DAL 112/2007, 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 sono state utilizzate verticali di indagine geofisica di tipo lineare ed antenna monodimensionale (Re.Mi.) che puntuali a stazione singola (HVSR) sia precedentemente che direttamente eseguite, per una più attendibile individuazione delle unità litologiche contraddistinte da substrato con  $V_s > 800$  m/sec nei primi 30 m del sottosuolo.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPSI) tav. QC.02.1.1.3, in funzione delle informazioni elaborate, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

Al fine di individuare le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica sono stati utilizzati gli elaborati cartografici, prospezioni geognostiche e geofisiche precedentemente effettuate, integrando dette documentazioni con valutazioni redatte con criterio topografico.

Nel contesto delle analisi territoriali sono inoltre state utilizzate le documentazioni rese disponibili dalla Amministrazione Regionale Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, il modello digitale del terreno 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 PTCF della Provincia di Modena.

Per la delimitazione delle aree a diverse caratteristiche litotecniche si è utilizzata la carta del dissesto, individuante le zone soggette a processi in atto e non in evoluzione, prospezioni geofisiche con metodo sismico, indagini geognostiche precedentemente effettuate. Dette indagini hanno evidenziato presenze di coperture e di orizzonti costituiti da depositi - roccia intensamente fratturata / detensionata, con spessori variabili tra 5 ÷

8 e 10 ÷ 15 m che hanno comportato localizzate modifiche dei limiti delle coperture e delle zone indicanti presenza di substrato roccioso affiorante / sub-affiorante, visualizzate nelle carte geologiche CARG.ER ed Inventario del Dissesto del PTCP Modena..

Le disamine delle caratteristiche litotecniche sono state integrate dall'analisi d'insieme delle caratteristiche di fragilità dei depositi e di rigidità delle formazioni litologiche, grado di fratturazione di queste ultime, le condizioni di acclività dei versanti.

L'attribuzione delle proprietà del substrato alle classi con diversa velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m del sottosuolo e del relativo contrasto di impedenza, si è attuata in riferimento a verticali sismiche, sia direttamente eseguite nel contesto del presente studio che precedentemente effettuate dallo scrivente e da AA.VV., che hanno esaminato le formazioni affioranti nell'Appennino Modenese - Reggiano, rapportandole alla caratterizzazione litologico - meccanica e grado di fratturazione delle medesime unità litotecniche ed alla carta della suscettibilità ad effetti attesi redatta nel contesto delle analisi di Quadro Conoscitivo del PTCP.

Le sopradescritte disamine e documentazioni hanno consentito di individuare ambiti litotecnici contraddistinti da diverse caratteristiche geotecniche e di rigidità, definendo i tipi di risposta sismica locale.

In funzione di quanto esposto sono stati individuati come tipi litologici di substrato contraddistinti da velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio maggiore di 800 m/sec nei primi 30 ÷ 40 m del sottosuolo, le successioni pre quaternarie di seguito descritte:

- Formazione di Pantano (PAT), Membro di Sassoguidano (PAT1), Membro di Montecuccolo (PAT2), Formazione di Cigarellò: Membro di M.Luminasio (CIG<sub>2</sub>), Formazione di Savigno: Membro di San Prospero (SAG2), Basalti , Breccie Ofiolitiche, Serpentine.

Per la redazione "Carta delle aree suscettibili di effetti locali (MOPS)", prevista come elaborato fondamentale del presente studio al primo livello di approfondimento, sono state ulteriormente approfondite le analisi delle condizioni locali delle porzioni di territorio urbanizzate o suscettibili di trasformazione urbanistiche, al fine di classificare tali aree nelle categorie previste nell'allegato B della D.G.R. 1051/2011, suddividendole in:

Zone stabili

Zone suscettibili di amplificazione locali

Zone suscettibili di instabilità

- Zone stabili: appartengono a questa classe tutte le aree nelle quali i tipi litologici presenti e le loro condizioni stratigrafiche, di fratturazioni, topografiche, tipi e spessori delle coperture / roccia detensionata, indicano caratteristiche di insieme che denotano grado molto basso - assenza ed in pratica trascurabilità dei possibili effetti di amplificazione locale, zone 1-2-3-4 di legenda.
- Zone suscettibili di amplificazione locali: appartengono a tale categoria tutte le aree con caratteristiche stratigrafiche o topografiche, in presenza di substrato affiorante e coperture tali da indurre effetti locali, zone da 5 a 16 di legenda, secondo quanto indicato dai testi di riferimento indicati in premessa, in particolare dall'allegato 1 della D.A.L. 112/2007.
- zone suscettibili di instabilità, zone FR, FA, Ex PS267, Forme /Elementi sepolti di legenda; sono stati individuati i depositi in frana, distinguendo i dissesti quiescenti, e quelli attivi i versanti potenzialmente instabili, le aree interessate da deformazioni legate a faglia, aree a rischio idrogeologico molto elevato (Ex PS 267) valli strette con  $C < 0.25$ , le aree caratterizzate da presenza di cavità sotterranee, calanchi. Ai fini delle microzonazione sismica in tali zone lo strumento urbanistico comunale dovrà richiedere il terzo livello di approfondimento.

Le delimitazioni delle zone, esposte nella legenda della tav. QC.02.1.1.3, sono così articolate:

### *ZONE STABILI*

1 - Aree in cui non sono attesi effetti locali; zone 1-2-3-4;

*studi richiesti:* indagini per caratterizzare  $V_s$ ; in caso  $V_s > 800$  m/s, nessuna ulteriore indagine; in caso  $V_{s30} < 800$  m/s, valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche;

*microzonazione sismica:* non richiesta nel primo caso, secondo livello di approfondimento nel secondo caso.

*ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI*

2 - Aree con substrato subaffiorante con  $V_s < 800$  m/sec: zone 5-6-7-8-9;  
effetti attesi: amplificazione stratigrafica;  
*studi richiesti*: Valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche litologiche;  
*microzonazione sismica*: secondo livello di approfondimento;

3 - Aree stabili con presenza di depositi alluvionali, conoidi: zone 10-11;  
effetti attesi: amplificazione litostratigrafia, cedimenti, densificazione, liquefazione;  
*studi richiesti*: valutazione amplificazione, stima dei cedimenti densificazione in presenza di materiali a caratteristiche geotecniche scadenti, verifica di suscettività alla liquefazione;  
*microzonazione sismica*: terzo livello di approfondimento per stima cedimenti - densificazione, verifica liquefazione.

4 - Aree potenzialmente instabili con presenza di depositi detritici: zone 12 - 13-14-15-16;  
*effetti attesi*: amplificazione stratigrafica, densificazione, cedimenti, spostamenti;  
*studi richiesti*: valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, valutazione del grado di stabilità del versante con metodo pseudostatico o dinamico e stima degli spostamenti;  
*microzonazione sismica*: terzo livello di approfondimento per verifica di stabilità e stima spostamenti.

5 - Aree suscettibili di amplificazione per effetti della topografia (versanti con acclività  $>15^\circ$ );  
effetti attesi: amplificazione stratigrafica e per effetti della topografia, instabilità dei versanti;  
*studi richiesti*: valutazione del coefficiente di amplificazione topografico e indagini per caratterizzare  $V_s$ ; in caso  $V_{s30} > 800$  m/s è richiesta la sola valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche topografiche (come classe 1); in caso  $V_{s30} < 800$  m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto sia alle caratteristiche litologiche che a quelle topografiche (come classe 2);

*microzonazione sismica:* come classe 1 e classe 2, classe 4, in funzione del tipo di roccia o depositi presenti, valutazione del coefficiente di amplificazione per effetti della topografia.

#### *ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'*

6 - Aree potenzialmente instabili e non stabili con presenza corpi di frana: zone FRa-FRb;

effetti attesi: amplificazione stratigrafica, instabilità dei versanti;

*studi richiesti:* valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, valutazione del grado di stabilità del versante con metodo pseudostatico o dinamico, stima degli spostamenti;

*microzonazione sismica:* terzo livello di approfondimento.

7 - Aree potenzialmente instabili interessate da deformazioni legate a faglia: zona FA; effetti attesi: amplificazione stratigrafica, cedimenti differenziali, potenziale instabilità dei versanti;

*studi richiesti:* valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto a variazione laterale e verticale del grado di rigidità delle rocce, stime dei cedimenti, stabilità dei versanti in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico;

*microzonazione sismica:* terzo livello di approfondimento.

8 - Aree a rischio idrogeologico molto elevato; (EX PS267 - ALLEGATO 4.1 PAI): zona retino nero a 45°;

effetti attesi: amplificazione e instabilità dei versanti;

*studi richiesti:* valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto a caratteristiche litologiche e stratigrafiche, valutazione stabilità dei versanti con metodo pseudostatico o dinamico, ove siano ammessi interventi;

*microzonazione sismica:* terzo livello di approfondimento.

9- Aree caratterizzate da zone carsificate - doline: cavità sepolte;

effetti attesi: amplificazione stratigrafica, cedimenti, instabilità di versante ed al fondo;

*studi richiesti:* in queste aree dovrà essere valutata la risposta sismica locale tenendo conto della presenza delle cavità che possono determinare effetti e cedimenti differenziali, instabilità;

*microzonazione sismica:* terzo livello di approfondimento.

10- Aree caratterizzate da forme e/o elementi sepolti, zona valli strette; effetti attesi: amplificazione stratigrafica per caratteristiche litologiche e variabilità laterale della morfologia del substrato, densificazione, cedimenti differenziali, liquefazione;  
*studi richiesti*: valutazione della risposta sismica locale considerando le condizioni litostratigrafiche e variabilità della morfologia del substrato roccioso, stima della densificazione e cedimenti, valutazione suscettività alla liquefazione;  
*microzonazione sismica*: terzo livello di approfondimento.

Nelle aree di cui alle classi 1-2-4-6-8-9 prossime ai bordi superiori di scarpate o poste a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche (5) lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia secondo quanto previsto al punto 2.5, linee guida ICMS parte II volume 1, o al quanto previsto a punto A2.2 dell'allegato A2 della DAL 112/2007.

Nelle zone 1 e 2, nel caso in cui risulti  $V_{s30} < 800$  m/s, in fase di pianificazione comunale dovranno prioritariamente essere determinati gli spessori delle coperture e la profondità del substrato. Nel caso in cui lo spessore della copertura o la profondità del substrato sia uguale o superiore a 5 m è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione locale. In questo caso, se l'unità litotecnica di copertura è orizzontale e con spessore costante, per la microzonazione sismica è sufficiente il secondo livello di approfondimento; nel caso in cui lo spessore delle coperture non sia orizzontale o sia a pronunciato grado di variabilità, per la microzonazione sismica è richiesto il terzo livello di approfondimento.

Il terzo livello di approfondimento è comunque richiesto nelle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico e nelle aree individuate nella carta provinciale Quadro Conoscitivo del PTCP. MO, come:

- Aree soggette a liquefazione e densificazione;
- Aree stabili e potenzialmente instabili;

qualora in dette zone siano previsti interventi e/o cambi di destinazione d'uso.

## **SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO**

Il secondo livello di approfondimento prevede la conferma e l'eventuale ridelimitazione delle aree oggetto di microzonazione sismica individuate dalla carta MOPS1, effettuando la suddivisione in dettaglio del territorio in funzione di un indice quantitativo che definisce, in base alle condizioni stratigrafiche e topografiche, l'amplificazione sismica attesa ( $T_r = 475$  anni;  $\zeta = 5\%$ ).

Contestualmente alla classificazione del territorio con analisi sismica semplificata di secondo livello, tale elaborazione definisce le aree nelle quali sono necessari gli approfondimenti di terzo livello indicando le disamine da effettuare.

### **Carta delle nuove indagini**

Detto elaborato (QC.02.1.2.1) visualizza l'ubicazione esclusivamente delle nuove verticali di indagine geofisica: Re.Mi., HVSR, effettuate per la microzonazione delle aree urbanizzate e di possibile nuovo insediamento.

La simbologia e caratteristiche degli elementi riportati in carta relativi ai punti di indagine, sono conformi allo standard di rappresentazione e archiviazione informatica previste nell'allegato della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (Art. 5, comma 7 dell'OPCM 13/11/2010, n°3907) versione del 05/10/2011.

La carta ubicazione nuove indagini (QC.02.1.2.1, scala 1:5000) identifica i perimetri delle aree oggetto di microzonazione sismica, visualizzando le verticali di indagine effettuati nelle stesse per l'individuazione dei fattori di amplificazione che competono all'area esaminata.

### **Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)**

La carta delle velocità delle onde di taglio (Vs), Tav. QC.02.1.2.2, scala 1:5000, visualizza i perimetri delle aree oggetto di microzonazione e riporta in corrispondenza dei punti di indagine i valori VSH m/sec ed il valore Hm che competono all'orizzonte litotecnico che determina il principale contrasto di impedenza che condiziona il moto sismico del sito esaminato, definito in funzione o della presenza del bedrock sismico con  $V_s > 800$  m/sec o di pronunciata variazione dei valori di Vs tra il primo e secondo

sismostrato, rapportati allo spessore e continuità verticale dei valori di  $V_s$  che caratterizzano la seconda unità litotecnica.

Sono riportati oltre ai valori di  $V_s$  descritti i valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti i primi 1.5 m pc. costituiti dal suolo e/o litotipi alterati-detensionati di superficie.

I valori di  $V_s$  sono stati calcolati in base a dati acquisiti con indagini:

- Refraction Microtremor: Re.Mi. ;
- Horizontal to Vertical Spectral Ratio: HVSR, in rapporto a prove DP o sondaggi meccanici prossimi.

In riferimento ai valori di velocità  $V_s$  calcolati con la prima delle metodologie sopra indicate ed all'analisi critica delle prove DPSH e sondaggi meccanici disponibili, dalla rilevazione in spaccati di sezioni naturali dei versanti tra loro correlabili, è stato possibile estendere alla seconda metodologia, l'informazione sulla profondità H del substrato rigido avvalendosi della relazione che collega la frequenza di risonanza con la profondità del substrato rigido e la velocità media delle onde S ( $F_0 = V_s/4H$ ).

Ad ogni  $F_0$  determinata mediante la campagna di misure a stazione singola è stato attribuito un intervallo di valori e velocità nel quale probabilmente ricadono H e  $V_sH$ .

In generale le elaborazioni delle acquisizioni effettuate hanno evidenziato:

*Terreni di copertura:*

- Depositi di versante sl (a3, a4, d6)  
 $V_s = 150/200 \div 250/350$  m/sec;
- Accumuli di frana (a2b, a2d, a2g, a2d)  
 $V_s = 200/250 \div 300/350$  m/sec (a2h\_  $V_s = 300 \div 500$  m/sec)
- Depositi alluvionali (AES8);  
 $V_s = 200 / 250 \div 300/350$  m/sec

*Formazioni Epiliguri:*

- Prevalentemente pelitico - arenacee -marnose  
 $V_s = 550 \div 650$  m/sec
- Prevalentemente marnose - marnoso pelitiche - argillitiche  
 $V_s = 450 \div 500$  m/sec

- Prevalentemente arenacee - arenaceo conglomeratiche - siltoso arenitiche  
 $V_s = 650 \div 700 \div > 800 \text{ m/sec}$

#### *Formazioni Liguri*

- Prevalentemente argillitiche - argillose  
 $V_s = 450 \div 550 / (700) \text{ m/sec}$
- Prevalentemente pelitico arenacee - argilliti con subordinate siltiti - alternanze arenaceo pelitiche  
 $V_s = 450 \div 550 \div 350 \text{ m/sec}$
- Prevalentemente arenaceo pelitiche  
 $V_s = 700 \div 800 \text{ m/sec}$

#### *Rocce fratturate - detensionate*

- Prevalentemente arenacee - arenaceo pelitiche  
 $V_s = 300 \div 450 \div 550 \text{ m/sec}$
- Prevalentemente pelitico arenacee - argillitiche  
 $V_s = 250 \div 300 \div 450 \text{ m/sec}$

### **Carta dei fattori di amplificazione - microzonazione sismica**

Gli sviluppi delle aree oggetto di microzonazione sismica di secondo livello di approfondimento individuano 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 valori dei Fattori di Amplificazione (F.A.) calcolati mediante appositi abachi predisposti della Regione o dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale. Nel caso della MS del comune di Zocca trattandosi di comune appenninico, gli abachi del DPC, concepiti per le aree di pianura, non sono utilizzabili, pertanto i fattori di amplificazione sono stati stimati solo in base agli abachi regionali (v. Allegato A2 del DAL 112/2007). Questi ultimi prevedono una serie di dati di ingresso che comprendono il contesto geo-morfologico di riferimento, lo spessore di copertura ed il tipo di substrato geologico ed (in base al tipo di abaco utilizzato) i parametri  $V_{S30}$  e  $V_{sH}$ .

Le caratteristiche delle successioni litotecniche e dei valori di Vs che competono alle stesse, compendiate dai relativi valori dei fattori di amplificazione FA.PGA., FA.IS. 0.1 - 0.5 sec, FAIS 0.5 - 1.0 sec, riferiti alle microzone individuate, sono visualizzate nella legenda della Tav QC.02.1.2.3.

Le microzone sono suddivise in

- zone stabili : S,
- zone stabili suscettibili di amplificazione locali: AL
- zone suscettibili di instabilità Fr, ZF, aree a rischio idrogeologico molto elevato.

Dette zone sono campite in colori diversi e differenti simbologie.

Nelle microzone con presenza di creste e/o scarpate e di versanti con pendenza maggiore di 15°, sono stati determinati i fattori di amplificazione per effetti della topografia, visualizzati in campiture puntinate associate alla sigla ST che individua il valore del coefficiente di amplificazione determinato con le procedure previste al punto 2.5.4.2 e relativi abachi, delle Linee Guida II degli ICMS.

I valori dei fattori di amplificazione di PGA ed IS individuati per le microzone evidenziano comportamenti di risposta sismica sensibilmente differenziati in rapporto alle caratteristiche litologiche, tipo di coperture e spessori che ad esse competono.

Tale diversità si rimarca anche in funzione del grado di rigidità che contraddistingue il substrato sul quale giacciono le coperture detritiche quaternarie: depositi di versante sl, detriti di falda, depositi attribuiti ad ambiente periglaciale, e con accentuate differenze in concomitanza degli accumuli di frana con spessori maggiori: 8 ÷ 10 ÷ 15 m e depositi di versante con potenze di 6 ÷ 8 m.

In linea generale si riscontra che i membri costituiti in prevalenza da arenarie, torbiditi arenacee, marne siltoso arenacee, denotano fattori di amplificazione corrispondenti a per FA.PGA. = 1 - 1.3, per FA.IS 0,1<T<1 sec = 1 ÷ 1.1.

Risposte sismiche dissimili denotano le formazioni prevalentemente pelitiche, alternanze pelitico-arenacee prevalentemente pelitiche delle successioni epiliguri (CIG - ANT4 - CTG), non interessate da elevato grado di fratturazione e faglie, che evidenziano fattori di amplificazione mediamente compresi tra FA.PGA. = 1.4 ÷ 1.6; FA.IS. 0.1 <T< 0.5 sec = 1.2 ÷ 1.5; FA.IS. 0.5 <T< 1.0 sec = 1.0 ÷ 1.3.

Si diversificano moderatamente le argilliti con calcari (AVN) delle Unità Subliguri e le breccie sedimentarie a matrice argillosa delle successione della Val Lavino (FPG1) che

evidenziano FA.PGA =  $1.4 \div 1.5$ ; FA.IS  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $1.4 \div 1.5$ ; Fa.IS  $0.5 < T < 1.0$  sec =  $1.4$ .

Si differenziano moderatamente le litozone prevalentemente argillitico - argillose (APA - AVV - AVT), caratterizzate da FA.PGA. =  $1.6 \div 1.8$ ; FA.IS.  $0.5 < T < 1$  sec =  $1.6 \div 1.8$ ; FA.IS.  $0.5 < T < 1$  sec =  $1.4 \div 1.6$ .

Risposte sismiche molto simili equivalenti alla sopra citate formazioni presentano le sequenze prevalentemente marnose - marnoso argillose (ANT) della Successione Epiligure contraddistinte da FA.PGA =  $1.5 \div 1.8$ ;  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $1.5 \div 1.7$ ; FA.IS  $0.5 < T < 1$  sec FA.IS =  $1.4 \div 1.5$ .

Risposte sismiche sensibilmente diverse contraddistinguono le litozone prevalentemente argillitiche - argillose pelitico arenacee delle liguridi (AVS - AVSa) e prevalentemente argillose della Successione della Val Vino - Unità Samoggia (FPG - FPGa), le formazioni marnoso argillose della Successione Epiligure (BAI - MMP - MUT) che evidenziano FA.PGA. =  $1.7 \div 1.9$ ; FA.IS.  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $1.8 \div 2$ ; FA.IS. =  $0.5 < T < 1$  sec =  $1.6 \div 1.6$ .

Le alternanze pelitiche arenacee delle Unità Liguridi (SCB) denotano essere state interessate da deformazioni tettoniche intense e presentano FA.PGA =  $1.9 \div 2$ ; FA.IS  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $2.1 \div 2.2$ ; FA.IS  $0.5 < T < 1.0$  sec =  $1.9 \div 2.2$ ; fattori di amplificazione praticamente equivalenti mostrano le agilliti detenonate (FPG) della Successione della Val Lavino.

Si discostano nettamente da detti parametri i fattori di amplificazione rilevati nelle zone di faglia e/o rocce ad intensa fatturazione, che denotano valori che giungono sino massimi di 2.4; prevalentemente i fattori di amplificazione corrispondono a FA.PGA =  $1.7 \div 2$ ; FA.IS.  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $1.8 \div 2.2 \div 2.6$ ; FA.IS.  $0.5 < T < 1.0$  =  $1.5 \div 2$ .

Analogamente, come precedentemente accennato, medio elevati - elevati fattori di amplificazione caratterizzano gli accumuli di frana quiescente che evidenziano FA.PGA. =  $1.6 \div 1.9 \div 2.2$ ; FA.IS.  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $1.8 \div 2.0 \div 2.3$ ; FA.IS.  $0.5 < T < 1.0$  sec =  $1.6 \div 1.8 \div 2.4$ .

I depositi di versante sono contraddistinti da un significativo campo di variabilità in funzione del tipo di substrato che rivestono; si riscontrano infatti valori FA.PGA. =  $1.5 \div 1.6$ ; FA.IS.  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $1.3 \div 1.5$ ; FA.IS.  $0.5 < T < 1.0$  sec =  $1.4 \div 1.5$ , dove il substrato è costituito in prevalenza da arenarie, torbiditi arenacee, marne - marne siltose; si rilevano valori di FA.PGA. =  $1.9 \div 2.1$ ; FA.IS.  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $1.7 \div 2$ ; FA.IS.  $0.5 < T < 1.0$  sec =  $1.4 \div 1.8$ , nelle zone in cui le rocce coperte sono costituite da marne ed argilliti.

Comportamento simile evidenziano anche i depositi alluvionali (AES8) con spessori inferiori a 10 m che evidenziano FA.PGA. =  $1.8 \div 2.0$ ; FA.IS.  $0.1 < T < 0.5$  sec =  $1.7 \div 2.0$ ; FA.IS.  $0.5 < T < 1.0$  sec =  $1.2 \div 1.5$ , con valori relativi inferiori in substrati a comportamento più rigido ed a minor grado di fatturazione.

La legenda della QC.02.1.2.3 specifica le aree nella quali sono da effettuarsi approfondimenti di terzo livello per le analisi di microzonazione sismica.

*Dr. Geol. GIAN PIETRO MAZZETTI*

### **Nota esplicativa della codifica dei dati utilizzati nelle elaborazioni cartografiche**

Per le codifiche numeriche utilizzate si è fatto riferimento quelle delle classi esposte nello Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica, versione 1.5 del 5/11/2011, della Commissione tecnica per il monitoraggio degli Studi di Microzonazione Sismica.

L'estensione dei codici si è ritenuta opportuna e necessaria per non eliminare le informazioni contenute nella carta geologica R.E.R, che non trovano collocazione nelle classi previste dai sopracitati standard.

Nelle codifiche sono sempre state mantenute le prime 2 che identificano il campo, le seconde 2 cifre sono in estensione a quelle già presenti nel medesimo campo.

I codici aggiunti e la decodifica sono di seguito elencati.

Codici:

- Codici 3028/29: identificano le frane quiescenti per espansione laterale e di scivolamento in blocco presenti nelle cartografie RER.
- Codice 3065 :identifica le zone ad elevata fratturazione correlate a presenza di faglia , definite in funzione dei valori dei fattori di amplificazione evidenziati dalle verticali di prospezione geofisica effettuati.
- Codici 5025/26/35/36/38: corrispondono, alle linee di sovrascorrimento, di faglia e loro grado di certezza e definizione, presenti nelle cartografie RER.
- Codici 1055/56/57: utilizzati per distinguere il substrato che soggiace ai depositi di tipo rigido ( $V_s > 800$  m/sec) che ad equivalenza degli spessori delle coperture, determina fattori di amplificazione diversi rispetto ai substrati con rocce meno rigide ( $V_s < 800$  m/sec).
- Codice 4040: riferito alla forma: calanchi, presente nelle cartografie RER, non presente negli standard.
- Codice 5061: identifica le creste arrotondate come definito negli ICMS.

#### ZONE DI PIANURA

- Codici 5091/92: individuano gli elementi lineari che corrispondono agli spartiacque idrogeologici e assi di drenaggio idrico sotterranei.

- Codici: 7010/20/30/40/50/60: definiscono linee di isovalori dei vari parametri elaborati: topografia, frequenze, isopieze, soggiacenza, profondità del tetto di orizzonti significativi, velocità della onde di taglio; vedasi elenco di seguito esposto:

| Shape     | Codici aggiunti | Decodifica   |
|-----------|-----------------|--|
| STAB      | 1055            | Deposito di versante su roccia con $V_s > 800$                       |
|           | 1056            | Deposito eluvio-colluviale roccia con $V_s > 800$                    |
|           | 1057            | Deposito eolico su roccia con $V_s > 800$                            |
| INSTAB    | 3028            | Deposito di frana quiescente per espansione laterale                 |
|           | 3029            | Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco o DPGV       |
|           | 3065            | Zone cataclastiche   |
|           | 3090            | Rischio idrogeologico  |
| FORME     | 4040            | Calanchi   |
| ELINEARI  | 5025            | Sovrascorrimento certo   |
|           | 5026            | Sovrascorrimento incerto   |
|           | 5035            | Faglia certa   |
|           | 5036            | Faglia incerta   |
|           | 5038            | Faglia sepolta   |
|           | 5061            | Cresta arrotondata   |
|           | 5091            | Isopieze - spartiacque   |
|           | 5092            | Isopieze - drenaggio   |
| EPUNTUALI | 6030            | Pozzi censiti per le rilevazioni dei livelli della falda sotterranea |

|        |      |                                |
|--------|------|--------------------------------|
| ISOSUB | 7010 | Curve di livello               |
|        | 7020 | Frequenze naturali dei terreni |
|        | 7030 | Isopeize                       |
|        | 7040 | Primo contrasto                |
|        | 7050 | Soggiacenza                    |
|        | 7060 | Tetto AES6                     |
|        | 7070 | Velocità onde di taglio S (Vs) |

## BIBLIOGRAFIA

- 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.BENINI, M.T.DE NARDO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2005) alla scala 1:50.000, foglio 219 SASSUOLO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di G. GASPERI, F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 236 PAVULLO NEL FRIGNNO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 235 PIEVEPELAGO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di G.PLESI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 237 SASSO MARCONI. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLO.
- DGR1051/2011. Deliberazione della Giunta Regionale n. 1051/18/07/2011, "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 . BDMIII, *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)
- DAL 111/2007. Deliberazione dell'assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.112 del 2/5/2007: Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16 comma 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica". Boll. Uff. Reg. Emilia-Romagna n.64 del 17/05/2007. <http://demetra-regione-emilia-romagna-it/> o <http://www-regioneemilia-romagna-it/geologia/>
- 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. (2003) - Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna. S.E.L.C.A. Firenze
- BONIFICAZIONE PARMIGIANA MOGLIA (1983) - Adeguamento della rete idraulica alle nuove esigenze del territorio. A.G.E Reggio Emilia.
- OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.
- L.MARTELLI, A.MANICARDI, G.P. MAZZETTI, C. UGOLETTI. (2009). PTCP MODENA CARTE DELLA SICUREZZA DEL TERRITORIO, RIDUZIONE DEL RISCHIO SISIMICO, CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI.
- A. CAMPISI, M. GUERRA, F. MANENTI, L. MARTELLI, G. P. MAZZETTI (2007) PTCP DI REGGIO EMILIA: Rappresentazione Della Pericolosità Sismica Locale A Scala Provinciale E Indirizzi Per La Pianificazione Comunale, 26° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Novembre
- G.P. MAZZETTI (2006), Evoluzione Geologica Del Territorio Reggiano,. pp. 8-20 in "Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia"; Telesio Editrice, Carnate, Milano.
- M. PAGANI, A. MARCELLINI, R. DAMINELLI, L. MARTELLI, G.P. MAZZETTI (2003). Valutazione Della Pericolosità Sismica Di Castelnovo Ne' Monti, Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della terra Solida, C.N.R., Roma.
- G.P. MAZZETTI (1990). Studio geologico per il P.R.G. di Villa Minozzo (RE). Secondo Seminario cartografia geologica, Regione Emilia Romagna, Poster Section. Mem. Carta Geologica d'Italia - Vol. XLVI, Servizio Geologico Nazionale, Poligrafico dello Stato.
- M. PANIZZA 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 geoelettric prospecting, 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
- SCANDONE P. ET ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.
- BOSELLINI A- MUTTI E - RICCI LUCCHI F. (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET
- 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. MO
- C.N.R. (1980) - Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale - Pubblic. N° 361 ESA Editrice - Roma.
- AA.VV. (1970-1980) - Rapporti ed indagini geognostiche sul territorio di Zocca MO. Documenti inediti.
- 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.

- VANDENBERG J. & WONDERS A.A.H. (1976) - Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-Basin. *Tecnophysics*.
- ENI (1972) - Acque dolci sotterranee - ENI
- AGIP (1969) - Italia II - Geologia e ricerca petrolifera; Pianura Padano Veneta. -Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, ENI
- LOSACCO U. (1949) - La glaciazione quaternaria dell'Appennino Settentrionale. *Riv geografia It*, 56 (2)