



COMUNE DI GUIGLIA PROVINCIA DI MODENA

QUADRO CONOSCITIVO SICUREZZE DEL TERRITORIO PROVINCIA DI MODENA



MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO DI GUIGLIA RELAZIONE TECNICA

GRUPPO DI LAVORO

Ufficio tecnico comunale
Responsabile:
Francesco Uccellari

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: Monica Amici

 **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 GUIGLIA

INDICE

INTRODUZIONE.....	1
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
<i>SINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO SUPERIORE (AES) (Pleistocene medio? - Olocene)</i>	7
<i>SUCCESSIONE DELLA VAL TRESINARO</i>	8
<i>FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI</i>	8
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	13
DEPOSITI CONTINENTALI.....	15
MODELLAZIONE SISMICA.....	16
INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO	16
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 <i>Re-Mi</i>	27
Microtremori con la tecnica <i>HVSR</i>	28
CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	28
PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	28
Carta delle indagini.....	28
Carta litomorfologica	30
Carta delle frequenze naturali del terreno.....	33
<i>Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica o delle Aree Suscettibili di Effetti Locali</i>	36
SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	41
Carta delle nuove indagini.....	42
Carta delle velocità delle onde di taglio <i>S (Vs)</i>	42
Carta dei fattori di amplificazione - microzonazione sismica	44
Nota esplicativa della codifica dei dati utilizzati nelle elaborazioni cartografiche.....	47
BIBLIOGRAFIA	50

ELABORATI

QC.02.1.1.1 Guiglia	Indagini pregresse nuove	1:10.000
QC.02.1.1.2.1 Guiglia	Sezioni geologiche	1:10.000
QC.02.1.1.2 Guiglia	Lito-morfologica	1:10.000
QC.02.1.1.3 Guiglia	MOPS	1:10.000
QC.02.1.1.4 Guiglia	Frequenze naturali dei terreni	1:5.000
QC.02.1.2.1 Guiglia	Nuove indagini	1:5.000
QC.02.1.2.2 Guiglia	Velocità delle onde di taglio (Vs)	1:5.000
QC.02.1.2.3 Guiglia	Fattori di amplificazione	1:5.000

ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche

INTRODUZIONE

Nel contesto delle analisi per la valutazione delle condizioni di sicurezza, di stabilità e pericolosità sismica del territorio Comunale di Guiglia (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, PTCP Modena e relative NA, 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 Guiglia 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 Province Autonome (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 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 Guiglia (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 sviluppata 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 effettuate 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 eseguite dal S.I.T. della Provincia di Modena.

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il territorio comunale di Guiglia si estende su una superficie di 49 kmq ed è delimitato nella fascia occidentale dal F.Panaro dalla confluenza ad esso del Fosso Valdastra a sud sino a nord di Pietrarossa. Da qui prosegue in direttrice est attraverso Cà Nova - Cà dei Mattioni sino alla confluenza tra il Fosso Castiglione ed il Fosso della Serretta, seguendo quindi quest'ultimo sino a La Busa - Casa Turci di Sotto - Cà dei Tonecchi. Da quest'ultimo toponimo prosegue in direttrice meridionale attraverso Bellaria - Bombevere - Il Campazzo, sino al Torrente Ghiaie. Seguendo detto torrente prosegue in direttrice sud occidentale sino alla confluenze tra quest'ultimo ed il Fosso Ugolini di Sgarabiglia sino a La Guidana - Cà Cabri - Cà Galone - Vedeta - Serra - Molino Tripoli - Cà di Piodo. Da quest'ultimo toponimo prosegue in direttrice meridionale seguendo La Strada Statale Passo Brasa sino a Cà Brugnino - Tre Fanti - Cà Cedretto.

Da tali località si dirige in senso ovest attraverso Boschetti - Cà Nicolai - Cà Montecuccolo - Cà di Lucca - Palancato - Riazzi, per poi seguire il corso del Fosso Valdastro sino a raggiungere la confluenza col F.Panaro.

Il Comune di Guiglia (MO) ricade nel settore orientale delle tavolette LEVIZZANO II NE e PAVULLO NEL FRIGNANO II SE, appartenenti al F° MODENA N° 86 I.G.M., e nella parte occidentale delle tavolette VIGNOLA III NO e ZOCCA III SO, appartenenti al F° BOLOGNA N° 87.

Le tavolette sopraindicate appartengono quasi totalmente al quadrato di 100 km di lato PQ zona 32T.

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

GUIGLIA N° 219160,

CASTELLO DI SERRAVALLE N° 220130,

COSCOGNO N° 236030,

ROCCA MALATINA N° 236040,

Il territorio comunale ha geometria subtrapezoidale allungata in direttrice SN con lato maggiore al confine settentrionale, ed è delimitato 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 a 49 kmq.

Dal punto di vista altimetrico i terreni sono compresi tra 125 ÷ 200 m slm, in fondovalle F. Panaro 695 - 702 mslm di Ca Monte Cuccola e Rigalo nel settore al confine meridionale centrale dell'area comunale.

Tali quote collocano il territorio in esame 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 300 / 400 m slm ed il paesaggio presenta forme sostanzialmente dolci nelle parti nord - nord orientale e fascia occidentale del comune e discretamente vivaci - rupestri nel settore allungando in senso sud nord che costituisce zone centrali meridionali e settentrionali.

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, nelle zone meridionali e centrosettentrionali centrali dove affiorano prevalentemente 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 fratturazione e faglie affioranti, caratterizzano la fascia meridionale dell'area comunale formata dai litotipi prevalentemente arenaci della Formazione di Pantano che costituiscono il M. della Riva, Monte Orsello, zone a sud ed a nord del capoluogo, sud aree a est di Samone; equivalenti acclivi forme caratterizzano le alternanze di strati arenacei del Membro di Anconella, Formazione di Antogola, nelle quali sono scolpiti i Sassi di Rocca Malatina; assumono simili aspetti anche i membri ad alternanze arenaceo fini siltose della Formazione di Cigarello nelle zone meridionali: Ca Baccano, zone nord ovest di Monte Orsello e ad occidente del capoluogo.

Nell'insieme si osserva che le morfologie meno accentuate contraddistinguono litozone appartenenti alle formazioni Pre-Flysch più facilmente erodibili, che costituiscono la fascia occidentale meridionale, le zone settentrionali ed orientali centro settentrionali e parti sud occidentali 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 nell'area settentrionale orientale dell'area comunale; sono molto diffusamente presenti ammassi di frana di considerevole entità nella parte sud occidentale del territorio.

Si riscontrano altresì processi in evoluzione di tipo profondo, che non assumono imponenti estensioni areali, distribuiti in significative percentuali nella zona orientale centro settentrionale.

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 Guiglia (MO) appartiene in percentuali praticamente equivalenti ai fogli 235 PAVULLO NEL FRIGNANO e 219 SASSUOLO, rispettivamente zone meridionali e settentrionali, per una percentuale molto modesta al Foglio 237 SASSO MARCONI all'estremità settentrionale, della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Le complessità ed articolazioni del quadro geologico del territorio 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 219 Sassuolo (*G. Gasperi, G. Bettelli et alii; 2005*) 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 un modesto settore all'estremità nord orientale dell'area comunale.

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

L'area comunale e le zone ad essa circostanti, sono geologicamente attribuibili essenzialmente alle Unità Alloctone (*Bettelli et alii*) ed alla successione Epiligure (*Ricci Lucchi e Ori 1985; Bettelli et alii, 1989*) (*Decandia e Elter, 1972; Elter e Marroni, 1992*).

Le unità liguri esterne che sovrascorrono e si giustappongono alle unità subliguri che a loro volta hanno sovrascorso la Falda Toscana, sono contraddistinte dall'assenza di testimonianze del substrato oceanico sul quale si sono depositate e successivamente scollate durante la fase orogena appenninica. Isolate testimonianze, incluse tettonicamente e per fenomeni sedimentari, del sopracitato substrato sono rappresentate da locali masse costituite da gabbri, graniti, brecce poligeniche, lembi ofiolitici, non presenti nel territorio comunale, ma osservabili ad ovest in prossimità di Ca Grana di Malandrone.

I processi tettonici che hanno coinvolto l'appennino settentrionale hanno scomposto i vari domini paleogeografici impilando e giustapponendo gli stessi in modo complesso, nel periodo che va dal Cretaceo all'attuale, sviluppandosi in due fasi. La prima di queste 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 fratturazione, talora senza rigetti importanti alla scala cartografica. I rigetti riconoscibili lungo tali superfici presentano sia componenti verticali che orizzontali.

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

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

- Unità Quaternarie continentali
- Successione Epiligure
- Dominio Ligure
 - Successioni della Val Tresinaro
 - Formazioni Pre Flysch ad Elmintoidi

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 in narrativa sono di seguito schematicamente descritte relativamente alle caratteristiche litotecniche salienti, riportate e descritte nella legenda della tav. QC.02.1.1.2: Carta Litomorfologica.

UNITÀ QUATERNARIE CONTINENTALI

SINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO SUPERIORE (AES) (Pleistocene medio? – Olocene)

Unità alluvionale da grossolana a fine con alla base una superficie di discontinuità nel margine appenninico e nell'alta pianura, passante a una superficie di continuità nel sottosuolo della pianura, su AEI.

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 e fini; corrisponde al primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive.

SUCCESSIONE EPIFIGURE

FORMAZIONE DI CIGARELLO (CIG) (Langhiano p.p. – Serravalliano)

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

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.

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**SUCCESSIONE DELLA VAL TRESINARO*****ARGILLE DI VIANO (AVI) (Maastrichtiano - Paleocene inf.)***

Argille siltose ed argilliti rosso scure e grigio-bluastre in sottili alternanze, con presenza di radi strati di areniti laminate.

FLYSCH DI MONTE CASSIO (MCS) (Campaniano sup. - Maastrichtiano)

Marne calcaree grigio giallastre con base di areniti calcilitiche, in strati spessi e banchi. Subordinate le intercalazioni di pacchi di strati medi e sottili arenitico-pelitiche.

FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI***ARGILLE VARICOLORI DI CASSIO (AVV) (Cenomaniano - Campaniano sup.)***

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

LITOFACIES A BRECCE ARGILLOSE (AVVm)

Prevalenti brecce argillose,

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

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

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

Prevalenti marne con intercalazioni siltose.

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

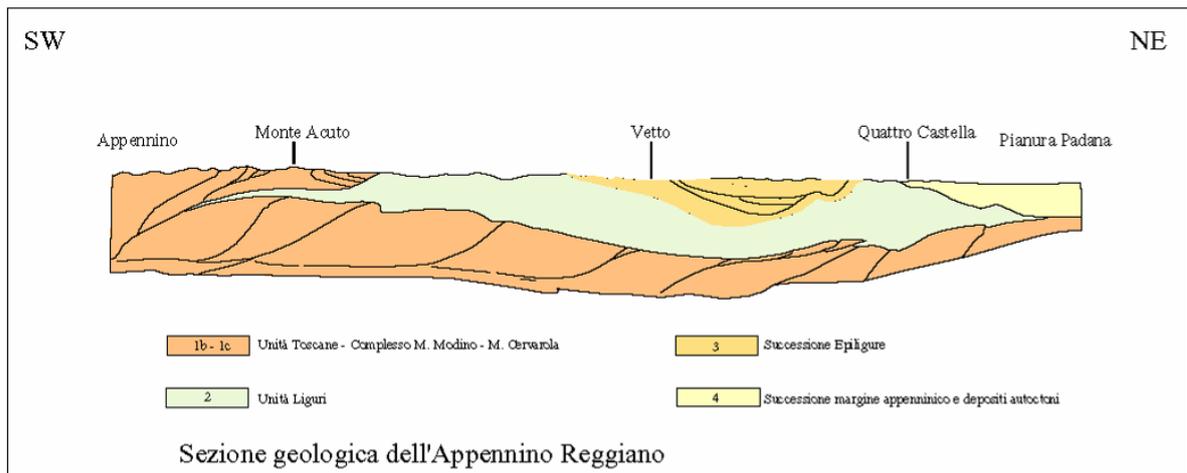
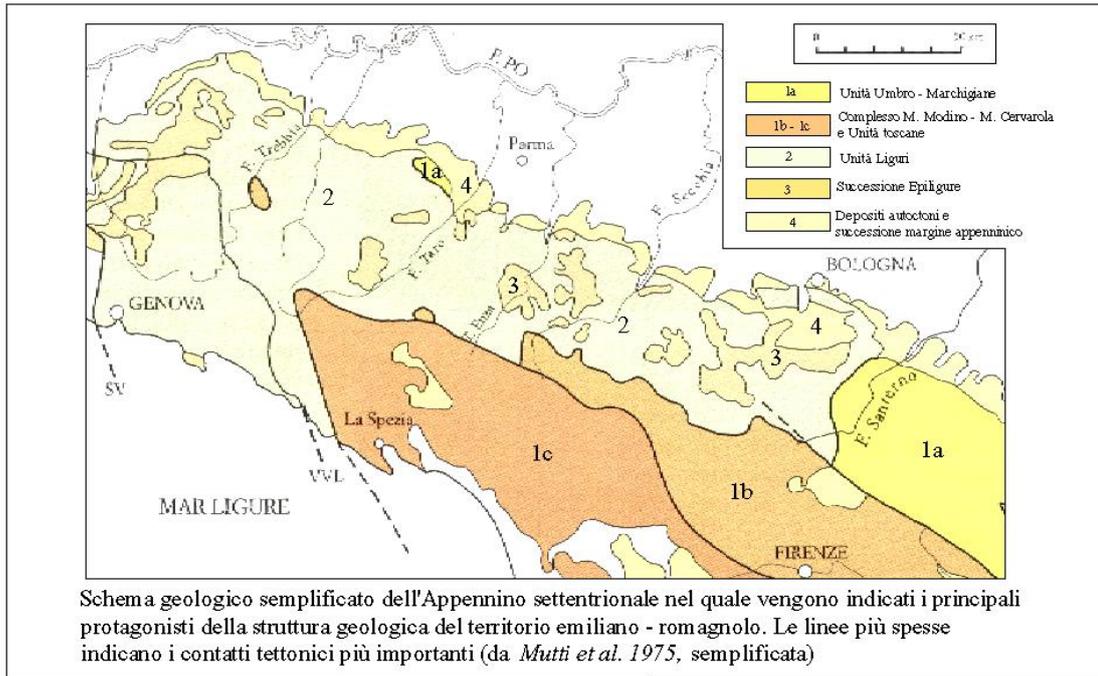
Argilliti rosso violacee e grigio scure per intensa tettonizzazione, recanti patine manganesifere di alterazione.

ARGILLE A PALOMBINI - APA (Cretacico inf.)

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

BRECCE POLIGENICHE- bp1 (Cretacico inf.)

Brecce poligeniche a elementi magmatici.



INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio di Guiglia, compreso circa tra 150/200 e 650/700 m slm, appartiene alle fasce del Medio Appennino e ricade prevalentemente nel bacino idrogeografico del F. Panaro, ed in parte nettamente subordinata al 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, Ponizza e Montoverri, 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 F. Panaro determinati da condizioni geologico strutturali (*Anelli, 1919, Panizza, 1974*). A queste ultime, potrebbe essere correlabile, nelle zone a sud del territorio di Guiglia, l'andamento del tracciato del F. Panaro che tra Montespescchio 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 Guiglia, per quanto riguarda le fasce morfostrutturali dell'Appennino modenese appartiene alle strutture del medio appennino costituito dalle Unità Liguri e Successioni Epiluguri ed in subordine alla fascia delle strutture marginali (*Marchetti, Papani, et alii; G.S.U.E.G.; 1978*).

La prima di dette fasce 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.

Analoghe condizioni sono presenti anche nella seconda unità strutturale nella quale si riscontrano inoltre importanti linee di faglia subverticali che hanno sollevato le formazioni liguri, sulle quali si sono deposte in discordanza le unità marine del margine dell'avanfossa appenninica padana, argille azzurre, che in genere presentano assetti a sinclinali ed anticlinali più o meno asimmetriche con assi a direzione appenninica.

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, rispettivamente: formazioni arenacee e flysciodi, 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 centro meridionale del territorio comunale, tra Cà Mazzoni - Poggiolo - Cà di Frizzone ed intorno di Castellino delle Formiche, descrivono superfici, con pendenze inferiori a 10°, tra loro correlabili, separate da fossi di incisione che le scolpiscono con scarpate di altezze variabili tra 10 e 20 m.

Dette morfologie in funzione delle quote altimetriche alle quali si collocano: 500 ÷ 600 m slm e della conformazione dei rilievi che le circoscrivono, sono riconducibili a processi correlabili a sistemi morfoclimatici nivopluviali.

Le degradazioni più recenti, correlate ad ambiente temperato, sono articolate in processi di versante, quali, incisioni torrentizie, processi carsici, dissesti superficiali, processi di frana, dei quali quelli di maggior estensione e spessore si rilevano nelle zone settentrionali orientali e con dimensioni relative inferiori nei settori sud occidentali del territorio comunale.

Nelle zone meridionali centrali tra Samone - Cà Monte Cuccolo - Cà di Cecchina - Lago dell'Acqua e tra Samone - Lavina - La Buca - Buco dell'Albero - Grotta della Fassurecchia - Correggio, e nella parte orientale centro meridionale tra Rocca Malatina - Ca Mazzoni - Pugnano - Ca Vignola - Molino Albino, sono diffusamente presenti depositi eluviali con spessori in media compresi tra 4 e 5,5 m che costituiscono areali a geometria sub ellittica con assi maggiori allungati in senso sud ovest - nord est e sud nord.

In tali zone nelle quali il substrato è rappresentato dalla Formazione di Pantano sono presenti nell'area di Samone avvallamenti doliniformi sia con morfologia subellittica che circolare con assi maggiori che giungono a 150 - 200 m (pozzi: Pecora - via dei Buoi - Serre Samone; est di Fadano) con profondità di 3 - 5 m, correlati a processi di dissoluzione carsica.

Ai medesimi processi sono attribuibili i depositi sopra descritti che diffusamente rivestono le aree a nord ed a sud di Samone quelle ad ovest di Rocca Malatina che derivano da dissoluzioni prevalentemente di tipo superficiale che si sviluppano sotto la

copertura del suolo, in arenarie calcarenitiche o calcari impuri, generando processi di carsismo o pseudocarsismo coperto.

Le forme 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 e le forme in atto dei versanti determinano 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 che per dissoluzione 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 conformazioni morfologiche e quote altimetriche dello stesso.

Nel settore meridionale e sud orientale sono presenti depositi di versante correlabili a processi di dissoluzione carsica in rocce arenaceo calcaree, che costituiscono coltri di vasta estensione e spessore 4-6 m; nella zona sud occidentale sono presenti accumuli di frana di considerevole estensione, sia attivi che quiescenti. 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 che risultano essere anche quelli percentualmente più rappresentati. Tali accumuli presentano lunghezze variabili in media tra 300 e 450 m, larghezze oscillanti tra 150 e 200 e spessori di 5/7 ÷ 10/15 m. analoghi processi sono rilevabili nella zona orientale centrale e settentrionale.

In quest'ultima tra Ca di sopra - Ca Staffini - Fosso Pietra all'Olio - Castiglione, è presente un'estesa area di frana in evoluzione che coinvolge una superficie di forma sub triangolare - sub trapezoidale, con lunghezza di 600 m e larghezza al fronte di 800 m, con spessori stimabili in 10 ÷ 15/20 m.

Nella fascia centrale del territorio i depositi sono, costituiti prevalentemente da accumuli di frana quiescenti di media estensione e spessore, ed in subordine da frane attive generalmente di modeste dimensioni. Tali corpi di frana sono principalmente di tipo complesso e secondariamente di colata e presentano lunghezze di 300 ÷ 400 m, fronti di

accumulo di insieme con larghezze di 100 ÷ 150 m, spessori di 5/7 ÷ 10 ÷ 15 m. I corpi di frana sopra descritti a luoghi inglobano corpi rocciosi “isolati” di rilevanti dimensioni nei quali sono ancora riconoscibili gli assetti stratigrafici originari che possono indurre a scambiarli per roccia in posto.

Nella zona centrale del territorio allungata in senso sud nord, costituita prevalentemente dai litotipi arenaci - arenaceo pelitici - marnosiltosi della Successione Epiligure sono diffusamente presenti depositi di versante pluvio - colluviali generalmente non in evoluzione ad eccezione dove sono costituiti da materiali residuali da dissoluzione pseudocarsica.

Nella fascia occidentale del territorio si delineano decisamente i depositi alluvionali in forme di terrazzo in adiacenza del F. Panaro, che in genere hanno spessori mediamente compresi tra 5 e 10 m.

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 alluvionali 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 latitanti il F. Panaro.

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 la valle principale del F. Panaro sono presenti conoidi costituite da sedimenti in genere grossolani come si può osservare per il, Rio Rivella, T. Presana alla sua confluenza al T. Ghialetta.

MODELLAZIONE SISMICA

INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

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

Le unità stratigrafiche presenti nel territorio a cui appartiene l'area comunale di Guiglia, sono rappresentati dalle Sub Liguridi, Liguridi, Successione Epiligure (fasi pre e post Burdigaliano) e successione Neogenica del Margine Appenninico.

Quest'ultima, non presente nell'areale di Guiglia, è rinvenibile immediatamente a settentrione del confine comunale, 1-2 Km in territorio di Marano sul Panaro nel quale inoltre affiorano nella parte occidentale e meridionale le unità Sub Liguridi, anch'esse assenti nell'area di Guiglia.

Dette unità tettoniche, differenziate durante la fase ligure, che ne ha causato lo scollamento dalle successioni stratigrafiche ad esse sottostanti (formazioni pre-flysch) e la giustapposizione tettonica alle stesse, sono distribuite secondo fasce ad andamento appenninico.

I complessi tettonici presenti nella zona sono suddivisibili nelle tre unità stratigrafiche strutturali: Unità Tettonica Cassio, Unità Tettonica Monghidoro, Unità Tettonica Leo. Quest'ultima, non presente nel territorio di Guiglia, affiora circa 20 Km a sud ovest ed ovest in corrispondenza della fascia di faglie che costituisce il Sistema della Val Rossenna (*Bettelli et alii, 1989 a*), che in direzione sud ovest giustappone l'Unità Leo all'Unità Monghidoro che è generalmente sovrastante; detta unità non presente nell'area di Guiglia, affiora 15-20 Km a sud ovest.

L'Unità Tettonica Cassio, Sottounità Panaro, che congiuntamente alla successione Epiligure costituisce il territorio di Guiglia, è rappresentata dalle formazioni pre-flysch ed affiora quasi esclusivamente a nord ovest del sistema della Val Rossenna ed è giustapposta alle Unità Leo e Monghidoro rinvenibili a sud ovest della sopra citata linea di faglia.

L'Unità Cassio nell'areale di Guiglia è sigillata dalla Successione Epiligure che costituisce la fascia centrale del territorio allungata in senso sud nord.

Detta successione, che occupa un'area relativamente ribassata dal punto di vista strutturale forma, nella zona di Zocca - Guiglia, una sinclinale con asse a direzione appenninica.

A settentrione, in territorio di Marano s.P., sono presenti le successioni neogeniche del margine interno dell'avanfossa appenninica - padana, depositatesi sul fronte delle Unità Liguri e successivamente inglobati nella catena appenninica. Tali formazioni costituiscono sinclinali ad anticlinali più o meno asimmetriche con asse a direzione appenninica e a luoghi coinvolgono i depositi quaternari meno recenti del Pleistocene inferiore e medio.

L'assetto strutturale della zona in esame deriva da una serie di pulsazioni (o crisi) orogenetiche che dal Cretacico sup - Eocene ad oggi, hanno contribuito alla formazione della catena appenninica. Tale attività è stata presente 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.

I sollevamenti crostali avvenuti in epoche plio-quadernarie nel territorio comunale sono correlati all'attività del lineamento frontale appenninico costituito da una complessa struttura a superfici di thrust o faglie inverse imbricate vergenti a nord, che in pratica corrispondono al limite tra l'appennino e la pianura.

Gli innalzamenti, ed in generale gli spostamenti crostali avvenuti recentemente (Pliocene e Quaternario) nell'area in oggetto, sono individuabili mediante elementi neotettonici lineari (faglie) a sviluppo prevalentemente rettilineo.

L'attribuzione di faglie al periodo plio - quadernario è 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 La Casetta (Samone) a M.o di Fanano (Rocca Malatina), evidenziata da selle, gomiti degli assi idrici superficiali, andamenti rettilinei delle incisioni.
2. Faglia diretta ad andamento sud nord circa da Ca' di Rocca a La Grilla a Lago, evidenziata da catture, gomiti degli assi idrici, andamenti rettilinei delle incisioni, selle.
3. Faglia diretta ad andamento sud ovest - nord est, estesa circa da M.no delle Valecchie a Canova a Fornacella, evidenziata da gomiti degli assi idrici superficiali, selle.
4. Faglia diretta orientata sud ovest - nord est, con andamento sub parallelo a quella precedentemente descritta, estesa circa da Castiglione a Casazza - Ca' dei Ghisellini - Ca Martino, evidenziate da allineamenti di frane, gomiti e deviazioni degli assi idrici superficiali, andamenti rettilinei delle incisioni, selle.

5. Faglia diretta orientata sud sud ovest – nord nord ovest, adiacente al bordo nord orientale del territorio comunale, estesa circa da Monte di Ca Nova a Rio Varvego, evidenziata da allineamento di frane, andamento rettilineo del sopra citato rio, selle.
6. Sovrascorrimento ad andamento appenninico di importanza regionale, immediatamente a settentrione del confine comunale nord circa estesa secondo i toponimi Madonna di Puianello, Ca Torre, Ruseghino evidenziata da deviazioni del fiume Panaro, andamento rettilineo del t.Orsello, gomiti degli assi idrici superficiali, selle.

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 a nord del confine comunale settentrionale.

Sono inoltre individuate faglie del Pliocene – Pleistocene inferiore riattivate, quali le lineazioni orientate nord ovest – sud ovest e sud nord nella zona occidentale circa tra Castagneto e Rocchetta, che interseca il fiume Panaro, e tra M.no Valeccia – Monte Orsello.

Altre faglie riattivate in tale periodo, orientate sud ovest – nord est, sono individuate circa tra Samone e M.no Fanano (Rocca Malatina), tra Ca di Rocca e Lago (ovest di Rocca Malatina) ed immediatamente ad ovest del confine comunale orientale settentrionale con andamento sub parallelo al Rio Varvego.

La sopraccitata carta sismotettonica R.E.R. evidenzia epicentri sismici con magnitudo: $4 < M < 5$, circa a 5 km tra Rocca Malatina e Samoggia, circa a 4 Km a nord del Capoluogo in prossimità di Garofano – Formica circa a 12 Km ad est di Samone.

Sono inoltre indicati epicentri con $M > 5$, 11/12 km a nord est del capoluogo tra Monte Velio e Svignano sul Panaro e 18 Km a nord ovest tra Fogliano e Spezzano; sono altresì identificati epicentri con $5 < M < 5,5$ circa a 18/20 Km ad est sud est di Samone.

L'attività sismica nell'area in oggetto è prevalentemente correlata alla fascia deformativa del Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica ed alle deformazioni del Lineamento del Fronte Appenninico che si estende 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 correlate all'attività dei processi deformativi che interessano le strutture superficiali nei primi 15 km del sottosuolo, prevalentemente collegate a meccanismi focali con componenti compressive e trascorrenti 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 Guiglia 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 Guiglia 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 al 6° grado della Scala Mercalli - Cancani - Sieberg, con magnitudo 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>*).

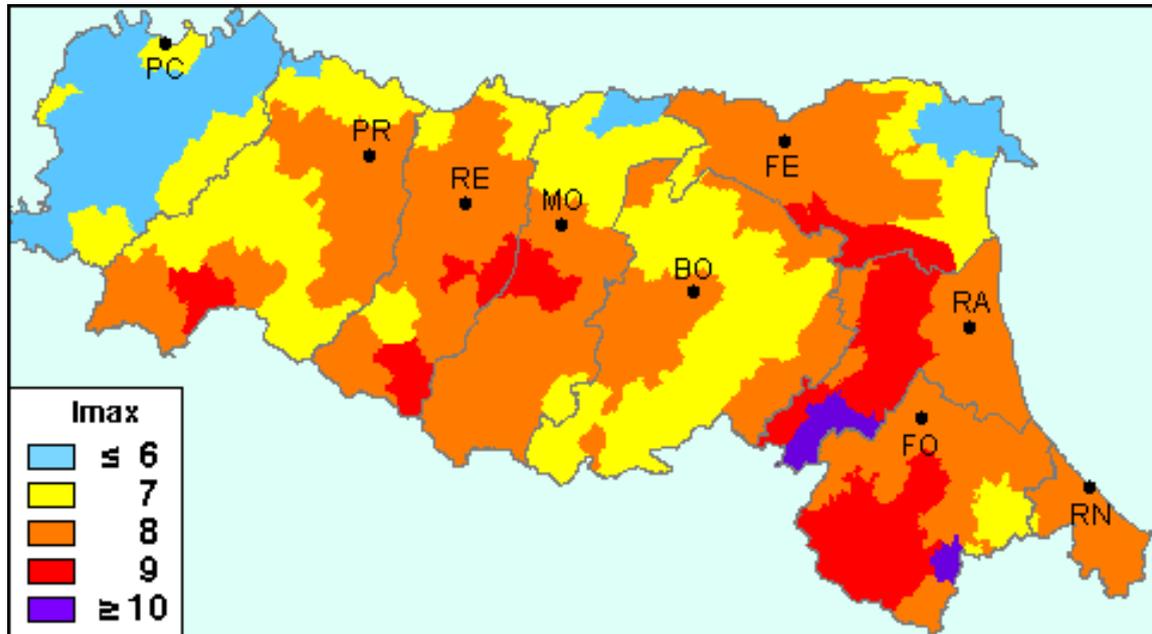
In base alle indicazioni delle NTC di cui al D.M. 14/01/08, nell'area in esame, per strutture di classe 2 (vita nominale $V_n = 50$ anni, coefficiente d'uso $C_u = 1$), per le quali è prevista una probabilità di eccedenza dell'evento sismico corrispondente al 10% in 50 anni, risultano i seguenti coefficienti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

T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_c (s)
475	0.160	2.464	0.290

Attività sismica

Nell'ambito territoriale a cui appartiene Guiglia 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 $M = 5,5 \div 6$.



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 Guiglia, 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:

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

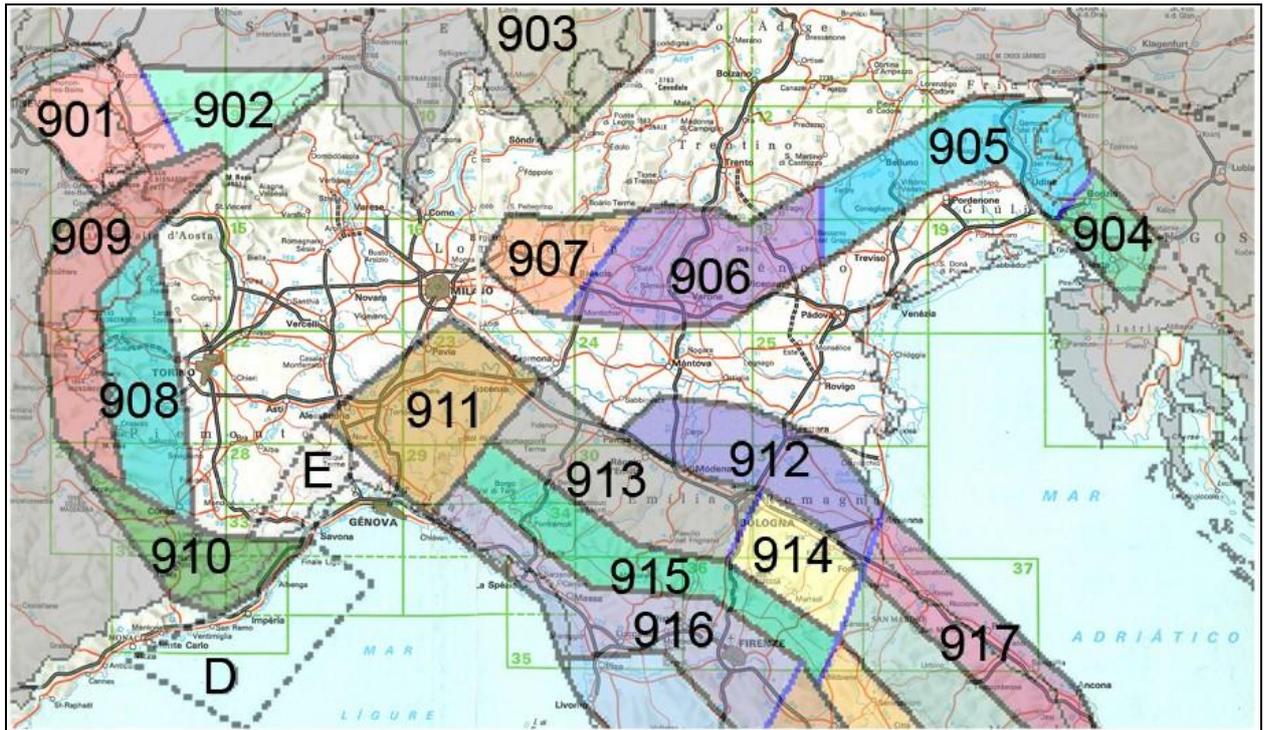
per un eccedenza dell'evento del 10 % in 50 anni;

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 Guiglia, a:

$$a_{gref} = 0,160 \text{ g}$$

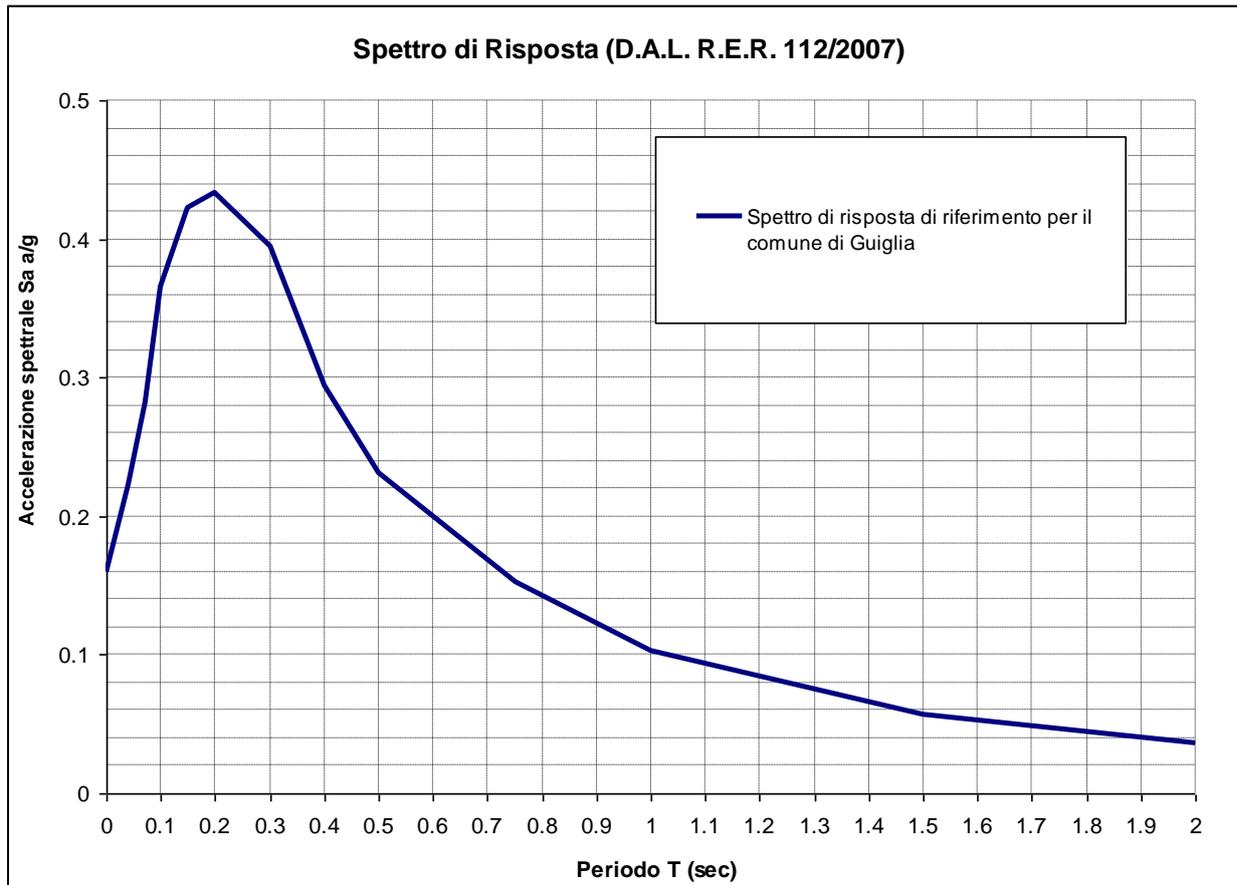


Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

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

$$a_g = 0,160g$$

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



In riferimento a tale spettro, in funzione dei valori di VHS che competono alle unità litostratigrafiche che costituiscono le varie parti del territorio comunale, sono stati 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 Guiglia, determinati mediante elaborazioni con idoneo codice di calcolo.

Storia sismica di Guiglia

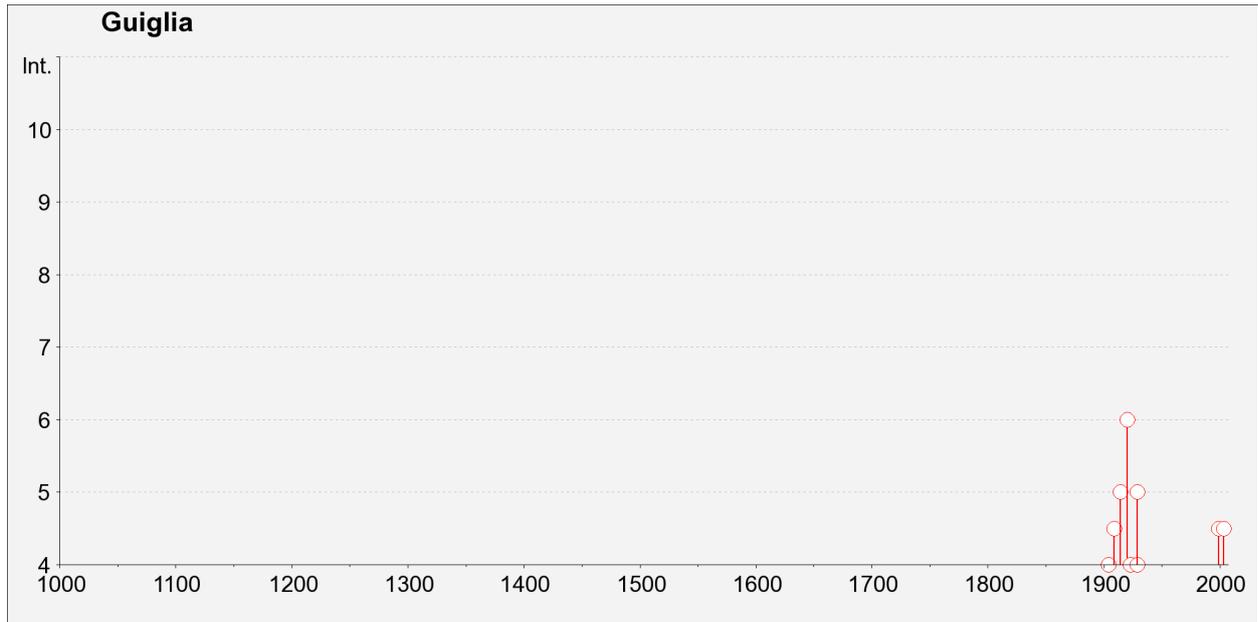
Numero di eventi: 26

Effetti In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
3	1887 02 23 05:2	Liguria occidentale	1516		6.97 -0.15
NF	1902 03 05 07:06	Garfagnana	83	7	4.96 -0.17
3	1904 02 25 18:4	Reggiano	62	6	5.05 -0.18
4	1904 06 10 11:1	Frignano	102	6	5.03 -0.18

Effetti In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	lo	Mw
NF	<u>1904 11 17 05:02</u>	Pistoiese	204	7	5.15 -0.14
4-5	<u>1909 01 13 00:45</u>	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 -0.09
5	<u>1914 10 27 09:2</u>	Garfagnana	618	7	5.76 -0.09
3	<u>1919 06 29 15:0</u>	Mugello	566	10	6.29 -0.09
6	<u>1920 09 07 05:5</u>	Garfagnana	756	10	6.48 -0.09
4	<u>1923 06 28 15:1</u>	FORMIGINE	22	6	4.88 -0.24
3	<u>1929 04 10 05:4</u>	Bolognese	87	7	5.03 -0.13
4	<u>1929 04 19 04:1</u>	Bolognese	82		
5	<u>1929 04 20 01:0</u>	Bolognese	109	7	5.34 -0.13
4	<u>1929 04 29 18:3</u>	Bolognese	45		
5	<u>1929 05 11 19:2</u>	Bolognese	64		
3	<u>1930 05 24 22:0</u>	FIUMALBO	43	5	4.81 -0.17
2	<u>1931 06 10 17:01</u>	Modenese	14	4	4.42 -0.22
3	<u>1983 11 09 16:2</u>	Parmense	850	6-7	5.06 -0.09
NF	<u>1986 12 06 17:0</u>	BONDENO	604	6	4.61 -0.10
NF	<u>1992 04 17 11:5</u>	Monteveglia	56	4-5	4.32 -0.18
NF	<u>1995 10 10 06:5</u>	LUNIGIANA	341	7	4.85 -0.09
4-5	<u>1999 07 07 17:1</u>	Frignano	32	5	4.70 -0.09
NF	<u>2000 06 18 07:4</u>	Parmense	300	5-6	4.43 -0.09
NF	<u>2000 10 03 01:1</u>	Appennino emiliano	tosco- 62	5	4.27 -0.09
NF	<u>2002 11 13 10:4</u>	Franciaorta	770	5-6	4.29 -0.09
4-5	<u>2003 09 14 21:4</u>	Appennino bolognese	133	6	5.29 -0.09



*Dove: I_0 ed M_w = Intensità e Momento sismico epicentrale; I_s = Intensità sismica percepita
 D =Danno di entità non precisabile (indicativamente $I_s > 6$)
 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 di 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 di Vs 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 Vs 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, 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:

- 4 sondaggi meccanici (SM);
- 10 prove penetrometriche statiche (CPT);
- 6 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPH);
- 7 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM);
- 35 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH - SCPT);
- 7 profili sismici a rifrazione attiva, ad antenna monodimensionale, con metodo MASW (MW);
- 2 profili sismici a rifrazione passiva, ad antenna monodimensionale, con metodo Re.Mi. (R);
- 1 misura 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:

- 28 misure di sismica a rifrazione passiva con antenna monodimensionale Re.Mi.;
- 53 misure di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R. tutte validate tranne una.

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 Guiglia può essere suddiviso in due domini: Dominio Ligure e Successione Epiligure.

I settori occidentale, orientale, centro settentrionale e settentrionale, sono prevalentemente costituiti dagli affioramenti delle formazioni alloctone, argillitiche, flyschoidi di età cretacico, oligo - mio - eocenica del Dominio Ligure esterno.

La fascia centrale - centro occidentale, estesa in senso sud nord, è costituita dagli affioramenti rappresentati dai litotipi delle formazioni semiautoctone costituiti da alternanze arenacee ed arenaceo pelitiche - pelitiche, argillitico marnose - argillitiche, di età eo-oligomiocenica della Successione Epiligure.

Le componenti litologiche di queste ultime, costituite principalmente da alternanze arenitiche - arenitico pelitiche, con rapporto arenaria pelite minore di 1 e subordinatamente da alternanze torbiditiche calcaree marnose, costituiscono la zona meridionale orientale tra Samone - C. Gesualdo - Ca Paraglia - Lago dell'Acqua.

Tali litotipi formano anche l'area sud orientale e orientale centrale tra Aia di Samone - Castellino delle Formiche - Pieve di Trebbio - Rocca Malatina - Ultima, la fascia centro settentrionale occidentale tra Monte Orsello - Guiglia capoluogo - Marchino.

Nella parte settentrionale ed orientale centro settentrionale, le unità litologiche sono costituite principalmente da argilliti (APA - AVV - BAI) ed in percentuale circa equivalente da alternanze arenaceo pelitiche, con rapporto arenaria/pelite <1 (SCB).

Condizioni simili si riscontrano nella zona che costituisce la fascia occidentale dove sono rappresentate in prevalenza litozone argillitiche ed argillose (APA - AVV - AVT - MMP) ed in percentuale subordinata da alternanze pelitico arenacee con rapporto $A/P < 1$ (SCB).

Nell'area settentrionale centro occidentale, sono prevalentemente presenti formazioni marnose - marnoso siltose (CIG) e marnose - marnoso argillose (ANT) della Successione Epiligure alle quali, nella zona centrale occidentale, si associano in percentuale minore le alternanze arenaceo pelitiche con rapporto $A/P < 1$ della Formazione di Ranzano: Membro di Albergana.

Le coperture detritiche distribuite in modo diffuso nel territorio comunale, presentano spessori variabili mediamente compresi tra 2/3 e 5/7 m per quanto riguarda i depositi eluvio colluviali e di 5/10/20 m, relativamente agli accumuli per processi di frana.

In funzione dello spessore dei depositi nelle elaborazioni si è considerata la condizione di sub strato affiorante nei casi di spessore delle coperture inferiori a 3 m.

I processi che hanno contribuito alla formazione dei depositi quaternari nella parte meridionale del territorio comunale, in funzione delle morfologie a pendenza molto bassa $< 8^\circ$ delle coperture, che nei versanti che delimitano le stesse, indicano caratteristiche correlabili a depositi d'ambiente nivopluviale - crionivale, attribuibili al Wurm.

Nel settore meridionale - orientale dell'area comunale, in corrispondenza delle zone costituite dalle sequenze arenaceo - calcarenitiche della Formazione di Pantano, sono presenti estese coperture con spessori mediamente compresi tra 4/5 e 6/7 m che occupano zone più basse morfologicamente rispetto ai versanti arenacei che le circoscrivono. In detti areali, nei settori più meridionali, Samone - Lago dell'Acqua, sono presenti avvallamenti doliniformi con assi che giungono a 150 ÷ 200 m.

Detti depositi, costituiti in prevalenza da limi - limi argillosi, sono correlabili a materiali derivanti da processi di dissoluzione carsica di tipo superficiale che si sviluppa al di sotto della copertura del suolo in rocce a componente arenaceo calcarea nelle quali si e volgono processi pseudo carsici in rocce calcaree impure.

I depositi in narrativa, oltre alle zone sopra indicate, sono presenti nella conca ad ovest di Rocca Malatina ed a sud della stessa, tra Ca di Frizzone - Ca Baccano - Cervara di Sotto / Pratizzola.

In dette aree sono presenti palesi morfologie doliniformi superficiali che evidenziano i processi dissolutivi di tipo sub corticale. Tali depositi, oltre alle zone sopra descritte, sono presenti, con estensioni areali nettamente inferiori, anche nelle zone settentrionali a nord nord-ovest del capoluogo, tra Case S. Stefano e Poiano.

Nei settori meridionali occidentali ed orientali - orientali settentrionali, costituite essenzialmente dalle formazioni delle Unità Liguri, prevalgono nettamente i depositi detritici costituiti da frane, sia quiescenti che attive, di tipo complesso e di colata, di estensione e spessori considerevoli con massimi nell'estremità nord orientale.

I corpi di maggior dimensione nel settore meridionale occidentale, presentano in media lunghezze di 400 ÷ 500 m, larghezze variabili tra 100 ÷ 200 m con massimi di 250 ÷ 300 m al fronte degli accumuli, spessori mediamente compresi tra 5/7 ÷ 10/15 m. In tale zona del territorio la prevalenza dei corpi di frana è in stato attivo.

Analoghe condizioni contraddistinguono la fascia orientale centrale, con percentuale di diffusione dei corpi franosi inferiore rispetto al settore sud occidentale; gli accumuli sono principalmente a morfologia allungata e si sviluppano per lunghezze di 1 ÷ 1,2 Km, evidenziando frane di tipo complesso con prevalenza dei processi per colata.

Nella zona all'estremità nord orientale si rinviene il corpo di frana attiva di maggior imponenza. Tale accumulo, che si sviluppa in substrato prevalentemente argilloso - argillitico, è costituito da più corpi di frana adiacenti / coalescenti, che formano nell'insieme un ammasso a geometria sub triangolare con lunghezza di 1,2 Km e larghezza al fronte di 1,6 Km, con spessore stimabile in 15 ÷ 20/30 m.

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 in componenti limoso sabbioso ghiaiose nei terrazzi di ordine superiore. Tali depositi sono prevalentemente rappresentati al bordo occidentale dell'area comunale in sponda orientale del F.Panaro, dove assumono spessori immediatamente compresi tra 5 e 10 m.

Analoghi depositi, di estensione e spessore nettamente inferiori sono presenti nel settore centrale orientale del territorio comunale in corrispondenza del Rio Monte Orsello - T. Orsello e Rio Fontana il quale, alla confluenza con l'asse idrico principale sopra citato, costituisce una conoide alluvionale di modeste dimensioni; gli spessori dei depositi alluvionali in detta zona sono generalmente inferiori a 5 m.

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 Guiglia 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:

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

Le indagini geofisiche precedentemente effettuate, 7 profili sismici a rifrazione attiva con metodo MASW, 1 verticale a stazione singola con acquisizione di microtremori HVSR, 2 profili a rifrazione passiva con metodo ReMi, 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 queste ultime 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
$F_0 < 0,5$	
$0,5 < F_0 < 1$	
$1 < F_0 < 2$	
$2 < F_0 < 3$	$A < 0,01 \div 2,0$
$3 < F_0 < 5$	$2,0 < A < 3,0$
$5 < F_0 < 8$	$3,0 < A < 5,0$
$8 < F_0 < 10$	
$10 < F_0 < 12$	$5,0 < A < 10$
$12 < F_0 < 15$	
$15 < F_0 < 19$	
$F_0 > 19$	

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.

Complessivamente, tuttavia, si evince che i membri prevalentemente arenacei delle formazioni riscontrate, Successione Epiligure, non indicano marcati risentimenti dal punto di vista sismico. Di solito, le misure realizzate su queste litotipi mostrano sia frequenza di

risonanza generalmente superiori a $7/10 \div 11$ Hz ed ampiezze comprese tra 1,8 e 3, evidenziando contenuti in alta frequenza di scarsa influenza per la pianificazione territoriale; tali litotipi sono inoltre spesso contraddistinti da frequenze inferiori a 1.5 Hz con ampiezze tra 1.5 e 2.5 indicanti elevata profondità del substrato che genera contrasto di impedenza e quindi di effetti dell'amplificazione che risultano in pratica trascurabili.

Analoghe caratteristiche presentano anche le sequenze arenacee del Membro di Anconella Formazione di Antognola con maggiore o minore di 8 o minore di 1.

Moderatamente dissimili sono le caratteristiche di risposta delle unità del Dominio Ligure per le litozone argillitiche più antiche, con grado di deformazione e relativo inferiore, denotano frequenze in prevalenza >13 Hz ed ampiezze 2-3.

Si differenziano le argilliti e le alternanze pelitico arenacee delle unità liguri e le breccie argillose della successione epiligure che sono state interessate da gradi di deformazione maggiori, che evidenziano frequentemente generalmente comprese tra $F_0 = 1.5 \div 4$ Hz con ampiezze tra 2.0 e 2.5 o contenuti in alte frequenze con $F_0 > 20$ Hz ed ampiezze $2.0 \div 2.5$, di basso significato per la pianificazione.

Si diversificano moderatamente le formazioni marnoso siltoso sabbiose ed alternanze arenaceo pelitiche con $A/P > 1$, non interessate da medio grado di fratturazione, della Successione Epiligure, che generalmente evidenziano frequenze comprese fra $F_0 = 1 - 3$ Hz ed ampiezze tra 2 e 3.5 o con contenuti in medio alte frequenze $F_0 = 7 \div 8$ Hz ed ampiezze tra 2.5 e 3.

Dissimili caratteristiche denotano le formazioni marnose marnoso argillose arenaceo pelitiche con $A/P < 1$, della successione epiligure (ANT - RAN4) che presentano frequenze F_0 5-6 Hz con ampiezze di 3 - 3.5.

Da dette caratteristiche generali si discostano sia le formazioni epiliguri che liguri in corrispondenza di fasce di intensa fatturazione e/o di faglia dove le frequenze oscillano in media tra $2 \div 6$ Hz e le ampiezze variano tra 2.5 e 3.5 con valori che rispetto alla stessa formazione non fratturata sono frequentemente 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, considerando anche analoghe verticali effettuate in territori adiacenti a quello in oggetto, si riscontrano frequenze comprese in media tra $3 \div 4$ Hz ed ampiezze $2 \div 3$.

Analogo comportamento evidenziano anche i depositi di versante con spessori maggiori di $3 \div 4$ m che mostrano frequenze generalmente comprese tra $3 \div 8$ Hz ed ampiezze $3 \div 5.5$. A tale casistica generale sono correlabili i depositi alluvionali, Sintema

AES8 che, in base ad indagini effettuate sia nel territorio di Guiglia che in aree ad esso limitrofe, denotano frequenze corrispondenti a $2.0 \div 2.5$ 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, elaborata in base a tali informazioni, 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 PTCP 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, si direttamente eseguite nel contesto del presente studio che precedentemente effettuate dallo scrivente e da AA.VV., che hanno esaminato le formazioni affioranti nell'Appennino Reggiano - Modenese, 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 state individuate 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 sequenze prevalentemente arenacee della Formazione di Pantano (PAT), ed il Membro di Sassoguidano (PAT1) della medesima formazione.

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 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 3 a 13 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;

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 3-4-5-6;
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 7-8-9-10-11;
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;
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 1-2-3-4-5-6 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 dell'amplificazione sismica 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.

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 anche allo spessore e continuità verticale dei valori di Vs che caratterizzano la seconda unità litotecnica.

Sono riportati oltre ai valori di Vs 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 Vs 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 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 $V_s H$.

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)
 $V_s = 200/400$ m/sec
- Depositi alluvionali;
 $V_s = 250 \div 350$ m/sec

Formazioni Epiliguri:

- Prevalentemente pelitico - arenacee
 $V_s = 550 \div 650$ m/sec
- Prevalentemente marnose - marnoso pelitiche - argillitiche
 $V_s = 450 \div 550$ m/sec
- Prevalentemente arenacee - arenaceo conglomeratiche - siltoso arenitiche
 $V_s = 700 \div > 800$ m/sec

Formazioni Liguri

- Prevalentemente argillitiche - argillose
 $V_s = 450 \div 550/(600)$ m/sec

- Prevalentemente pelitico arenacee - argilliti con subordinate siltiti - alternanze arenaceo pelitiche

$$V_s = 400 \div 550 \text{ m/sec}$$

Rocce fratturate - detensionate

- Prevalentemente arenacee - arenaceo pelitiche

$$V_s = 200/250 \div 350/450 \text{ m/sec}$$

- Prevalentemente pelitico arenacee - argillitiche

$$V_s = 250 \div 300 \div 400 \text{ m/sec}$$

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 Guiglia 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 dell 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 V_s 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, FA, 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, ed eluvio - colluviali, detriti di falda, 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 - 1.2, per FA.IS $0.1 < T < 1 \text{ sec} = 1$.

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

Si differenziano moderatamente le litozone prevalentemente argillitico - argillose delle unità liguri che hanno subito deformazioni di grado relativo inferiore (APA - AVV), caratterizzate da FA.PGA. = 1.5 ÷ 1.6; FA.IS. $0.5 < T < 1 \text{ sec} = 1.5 \div 1.7$; FA.IS. $0.5 < T < 1 \text{ sec} = 1.4 \div 1.5$.

Risposte sismiche simili alla sopra citate formazioni presentano le sequenze prevalentemente marnose - marnoso argillose (ANT-RAN4) ed argillose - argilloso marnose (MMP) della successione epiliguri, contraddistinte da FA.PGA = 1.6 ÷ 1.8; FA.IS $0.1 < T < 0.5 \text{ sec} = 1.6 \div 1.8$; FA.IS $0.5 < T < 1 = 1.4 \div 1.6$.

Risposte sismiche diverse contraddistinguono le litozone prevalentemente argillitiche delle unità liguri che sono state interessate da grado di deformazione maggiore (APA-AVV) e le brecce sedimentarie a matrice argillosa della successione epiliguri (MVT-BAI)

che evidenziano FA.PGA. = 1.9 ÷ 2.0; FA.IS. 0.1 <T< 0.5 sec = 1.8 ÷ 2; FA.IS. = 0.5 <T< 1 sec = 1.5.

Le alternanze pelitiche arenacee delle unità liguridi (SCB) denotano essere state interessate da deformazioni tettoniche intense e presentano FA.PGA = 1.8 ÷ 1.9; FA.IS 0.1 <T< 0.5 sec 1.9 ÷ 2.0; FA.IS 0.5 <T< 1.0 sec = 1.7.

Si discostano nettamente da detti parametri i fattori di amplificazione rilevati nelle zone di faglia, che denotano prevalentemente valori di FA.PGA = 2.0 ÷ 2,2 FA.IS. 0.1 <T< 0.5 sec = 2.2 ÷ 2.5, FA.IS. 0.5 <T< 1.0 = 1.7 ÷ 2.4.

Le rocce ad elevato grado di fratturazione evidenziano parametri che si differenziano moderatamente da quelli delle zone di faglia e presentano valori FA.PGA = 1.8 ÷ 2; FA.IS 0.1<T<0.5 sec = 1.7 - 1.9; FA.IS. 0.5<T<1.0 sec = 1.1 ÷ 1.5.

Nelle zone interessate da processi carsici, con evidenze dolimiformi in superficie, ad eccezione dei valori di FA.PGA = 1.2 si riscontrano valori di FA.IS praticamente equivalenti a quelli delle rocce ad elevato grado di fratturazione. Si discostano da ciò le zone interessate da carsismo di tipo superficiale subcotale con valori FA.PGA = 1.7; FA.IS 0.1<T<0.5 sec = 1.5 - 1.6; FA.IS. 0.5<T<1.0 sec = 1.4.

Medio elevati - elevati fattori di amplificazione caratterizzano gli accumuli di frana quiescente che evidenziano FA.PGA. = 1.6 ÷ 2.0, FA.IS. 0.1 <T< 0.5 sec = 1.6 ÷ 2.0 ÷ 2.3, FA.IS. 0.5 <T< 1.0 sec = 1.4 ÷ 1.8.

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 ÷ 1.7, FA.IS. 0.1 <T< 0.5 sec = 1.4 ÷ 1.6; FA.IS. 0.5 <T< 1.0 sec = 1.1 ÷ 1.4 dove il substrato è costituito in prevalenza da arenarie, torbiditi arenacee, marne - marne siltose; si rilevano valori di FA.PGA. = 1.8 ÷ 1.9; FA.IS. 0.1 <T< 0.5 sec = 1.7 ÷ 1.9; FA.IS. 0.5 <T< 1.0 sec = 1.4 ÷ 1.5 nelle zone in cui le rocce coperte sono costituite da marne, alternanze arenaceo pelitiche con prevalenza delle peliti ed argilliti.

Comportamento simile denotano anche i depositi alluvionali (AES8) con spessori inferiori a 10 m che evidenziano FA.PGA. = 1.7 ÷ 1.8; FA.IS. 0.1 <T< 0.5 sec = 1.7 ÷ 1.9; FA.IS. 0.5 <T< 1.0 sec = 1.4 ÷ 1.6, 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 AESó
	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/DBMIII>
- GRUPPODI 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
- 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 VALENISE 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 Sismico, Carta Delle Aree Suscettibili Di Effetti Locali.
- A. CAMPISI, M. GUERRA, F. MANENTII, 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 Castelnuovo 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 VILLAMINOZZO (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 through geoelectric prospecting, Atti 4th European Congress in Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni - BO.
- DI DIO G. et Alii (1998) - Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna S.E.L.C.A. Firenze
- SCANDONE P. ET ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.
- 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 Guiglia 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)