



COMUNE DI MARANO SUL PANARO PROVINCIA DI MODENA

QUADRO CONOSCITIVO SICUREZZE DEL TERRITORIO PROVINCIA DI MODENA



MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO DI MARANO SUL PANARO RELAZIONE TECNICA

GRUPPO DI LAVORO

Ufficio tecnico comunale
Responsabile:
Enrico Campioni

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

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

MICROZONAZIONE SISMICA

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

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: Emilia Muratori

 **SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE
PROVINCIA DI MODENA**


SisTeMoNet

STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO

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

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI MODENA

COMUNE DI MARANO

QUADRO CONOSCITIVO

SICUREZZE DEL TERRITORIO

MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO DI MARANO

INDICE

INTRODUZIONE.....	7
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
SINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO SUPERIORE (AES) (Pleistocene medio? – Olocene)	7
SUCCESIONE DELLA VAL TRESINARO.....	9
FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI	9
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.....	26
Prospezione sismica a rifrazione passiva Re·Mi.....	26
Microtremori con la tecnica HVSR	27
CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	27
PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	27
Carta delle indagini.....	27
Carta litomorfologica	29
Carta delle frequenze naturali del terreno.....	31
Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica o delle Aree Suscettibili di Effetti Locali.....	34
SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	39
Carta delle nuove indagini.....	39
Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)	40
Carta dei fattori di amplificazione – microzonazione sismica	42
Nota esplicativa della codifica dei dati utilizzati nelle elaborazioni cartografiche.....	45
BIBLIOGRAFIA	48

ELABORATI

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

ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche

INTRODUZIONE

Nel contesto delle analisi per la valutazione del grado di sicurezza, di stabilità e pericolosità sismica del territorio Comunale di Marano sul Panaro (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 Marano sul Panaro 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 sopraccitate 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 elaborazioni cartografiche eseguite sono pertanto relative, agli ambiti di interesse per la pianificazione a scala comunale.

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

Le analisi di microzonazione sismica, sono state eseguite su commissione dell'Amministrazione Comunale di Marano sul Panaro (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 geologico Centrogeo, Correggio R.E.

Le elaborazioni cartografiche sono state eseguite dal S.I.T. della Provincia di Modena, Corrado Ugoletti.

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il territorio comunale di Marano sul Panaro si estende su una superficie di 45 kmq ed è delimitato nella fascia orientale dal F.Panaro nel tratto da sud ovest di Garofano alla confluenza ad esso del Rio di Benedello a meridione. Da qui prosegue in direttrice ovest assecondando l'andamento di detto Rio sino a M.no Garofano quindi in direzione nord ovest sino a C.Pileci. Da quest'ultimo toponimo prosegue in direttrice settentrionale sino a Cà D'Achille e quindi a nord ovest sino ad intercettare il Rio Torto. Seguendo l'andamento di detto Rio in direttrice nord est raggiunge la confluenza ad esso del Rio Cune e lo segue sino ad ovest di Caselletta. Da quest'ultimo punto prosegue in senso ovest sino a Cà del Bersagliere e quindi verso nord sino ad intercettare il Torrente Traino, seguendolo sino alla confluenza ad esso del Fosso del Traino. Da detto punto prosegue in direttrice prima meridionale e poi orientale sino al Fosso Pratola e lo segue sino alla sua confluenza col Torrente Guerro. Da quest'ultimo punto prosegue in direttrice orientale sino alla Strada Posticcio, assecondandola sino a Casa Corniale. Da detto toponimo si dirige in verso nord est attraverso Cà de' Zanantoni di Sopra - Cervarola - La Palazzina e quindi in direttrice sud est attraversando Cà Vecchia - Casino Miani - Il Triangolo - Rio Piccolo sino a raggiungere in F.Panaro a sud ovest di Garofano.

Il Comune di Marano sul Panaro (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 della tavoletta VIGNOLA III NO, appartenente 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:

LEVIZZANO N° 219110,

MARANO SUL PANARO N° 219120,

S. DALMAZIO N° 219150,

GUIGLIA N° 219160,

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 648.000 ad ovest, 658.500 ad est e dai paralleli 4916500 a sud e 4927500 a nord.

Dal punto di vista altimetrico i terreni sono compresi tra 125 ÷ 200 m slm, in fondovalle F. Panaro e 550 m slm al versante orientale di M. Pizzicano in corrispondenza di Ca Monte Cuccola e Rigalo, nel settore al confine occidentale centro settentrionale dell'area comunale.

Tali quote collocano il territorio in esame nella fascia collinare, con altitudini tra 200÷500 m slm,

Analizzando l'andamento delle curve di livello si osserva che mediamente i terreni hanno altimetria compresa circa tra 200 e 400 m con morfologie sostanzialmente dolci nelle parti nord - nord orientale e fascia occidentale del comune fa eccezione dell'areale a cui appartiene il capoluogo con quote medie tra 120 e 140 m slm che attribuiscono detto settore all'alta pianura.

Il paesaggio presenta morfologie discretamente vivaci nei settori meridionali, correlate alle caratteristiche litologiche del substrato in funzione delle quali i processi erosivi hanno determinato forme di incisione marcate. Aspetti simili si riscontrano anche nella zona centrosettentrionale dove affiorano prevalentemente formazioni argilloso marnose e litozone arenaceo conglomeratiche.

Detti aspetti conseguono anche dalle condizioni climatiche che hanno caratterizzato il territorio in passato, *Wurm*.

Nell'insieme si osserva che le morfologie meno accentuate contraddistinguono litozone appartenenti alle unità subliguri formazione Pre-Flysch relativamente alle Argille Varicolori di Cassio, presenti nella fascia centro meridionale e meridionale.

Altre zone contraddistinte da morfologie a bassa acclività correlate alla presenza di depositi eluvio - colluviali e di versante si riscontrano nel settore meridionale a settentrione di Puzzole e nella fascia centro settentrionale a nord est di Rodiano. Sono inoltre presenti zone del territorio nelle quali le modeste pendenze sono correlabili ad accumuli di frana, per la maggioranza sono in condizioni quiescenti; tali depositi denotano le estensioni e spessori maggiori nell'area settentrionale occidentale dell'area comunale; sono altresì diffusamente presenti ammassi di frana di considerevole entità nella parte meridionale del territorio.

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

Le fasce territoriali adiacenti al F. Panaro e l'area settentrionale orientale alla quale appartiene il capoluogo, correlate a genesi alluvionale, costituiscono settori ad assetto sub pianeggiante con pendenze mediamente comprese tra 0,7 ÷ 1,1% evidenzianti un drenaggio idrico superficiale veloce e l'assenza di processi di incisione accentuati.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Marano sul Panaro (MO) appartiene prevalentemente al foglio 219 SASSUOLO, ed in percentuale inferiore, relativamente alle zone meridionali foglio 235 PAVULLO NEL FRIGNANO 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 219 Sassuolo (*G. Gasperi, G. Bettelli et alii*; 2005) e foglio CARG 235 Pavullo nel Frignano (*G. Bettelli et alii*; 2002) nei quali ricade la maggior parte del territorio del comune; è inoltre opportuno il riferimento alle note del foglio CARG 220 Casalecchio di Reno (*L. Martelli et alii*; 2009).

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, Liguri e Subliguri (*Bettelli et alii*), alla Successione Epiligure (*Ricci Lucchi e Ori* 1985; *Bettelli et alii*, 1989) (*Decandia e Elter*, 1972; *Elter e Marroni*, 1992) ed alla Successione Neogenico-Quaternaria del Margine Appenninico Padano.

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 orogenica appenninica. Isolate testimonianze, incluse tettonicamente e per fenomeni sedimentari, del sopracitato substrato sono rappresentate

da locali masse costituite da gabbri, graniti, brecce poligeniche, lembi basaltici o ofiolitici, osservabili nel settore meridionale occidentale in prossimità di Vedighetto di Sotto e ad ovest del confine comunale nelle vicinanze di Cà Grana di Malandrone.

I processi tettonici che hanno coinvolto l'appennino settentrionale hanno scomposto i vari domini paleogeografici impilando e giustappoendo gli stessi in modo complesso, nel periodo che va dal Cretaceo all'attuale, sviluppandosi in due fasi. La prima di queste ultime ha prodotto pieghe isoclinali compresse nelle liguridi interne, che sono state ulteriormente ripiegate nella seconda fase che ha ancor più riaccurciato 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.

I complessi rapporti tettonici e le ridotte dimensioni degli affioramenti di litozone delle subliguri inglobati nelle unità liguri, in localizzate zone sono individuati come melanges tettonici, Unità di Coscogno, (*Bettelli et Alii*, 1989a).

Le successioni epiliguri che sovrastano e sigillano le unità liguri, si sono deposte in corrispondenza di aree relativamente abbassate, ed i processi tettonici ne hanno obliterato i rapporti della originaria sovrapposizione stratigrafica per tettonica disgiuntiva neogenico quaternaria.

Tali processi hanno costituito una complessa struttura a sinclinali ed anticlinali, più o meno asimmetriche, ad asse appenninico con faglie inverse embricate in direzione settentrionale, che formano la cerniera di saldatura tra la catena appenninica e la regione delle pieghe e thrust sepolti della Pianura Padana, denominata: Lineamento Frontale appenninico.

Detti processi tettonici nelle fasce più settentrionali coinvolgono anche i depositi quaternari continentali pleistocenici.

Le strutture compressive e le superfici di sovrascorrimento della coltre alloctona, successione epiligure e del margine appenninico sono dislocate da faglie disgiuntive subverticali con direzione sia appenninica che antiappenninica. L'età di queste strutture è dunque almeno post -Pliocene inferiore.

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

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

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

- Successione Neogenico – Quaternaria del Margine Appenninico Padano
 - Unità Quaternarie Continentali
 - Unità Marine di Transazione

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

- Dominio SubLigure

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.

SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO PADANO

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 d.C.)

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

UNITA' MARINE DI TRANSIZIONE

ARGILLE AZZURRE***Litozone argilloso marnosa – marnoso siltosa (FAA) (Pliocene inf. – Pleistocene inf.)***

Argille debolmente marnose, localmente siltose, grigio-azzurre, a stratificazione mal distinguibile; locali intercalazioni di sabbie fini in strati sottili o medi.

Litozona arenaceo conglomeratica (FAAac) (Pliocene med.sup.)

Orizzonte arenaceo conglomeratico (FAAac) potente pochi metri e di età dubitativamente pliocenica medio-superiore, costituisce localmente la base della formazione; potenza fino a 1000 metri circa.

SUCCESSIONE EPIIGURE***FORMAZIONE DEL TERMINA (TER) (Tortoniano)***

Marne argillose grigio-scure, sottilmente stratificate o massive, con locali intercalazioni arenacee.

MEMBRO DI MONTARDONE (TER1) (Tortoniano – Messiniano Inf)

Breccie poligeniche a matrice argillosa, con presenza di corpi marnoso siltosi.

FORMAZIONE DI PANTANO (PAT) (Burdigaliano p.p.? – Langhiano p.p.)

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

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

Breccie 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.

DOMINIO LIGURE**SUCCESSIONE DELLA VAL TRESINARO*****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.

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

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

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

Alternanze stratificate arenaceo - pelitiche.

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

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

ARGILLE A PALOMBINI - APA (Cretacico inf.)

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

BASALTI- beta (Cretacico inf.)

Basalti ofiolitici.

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

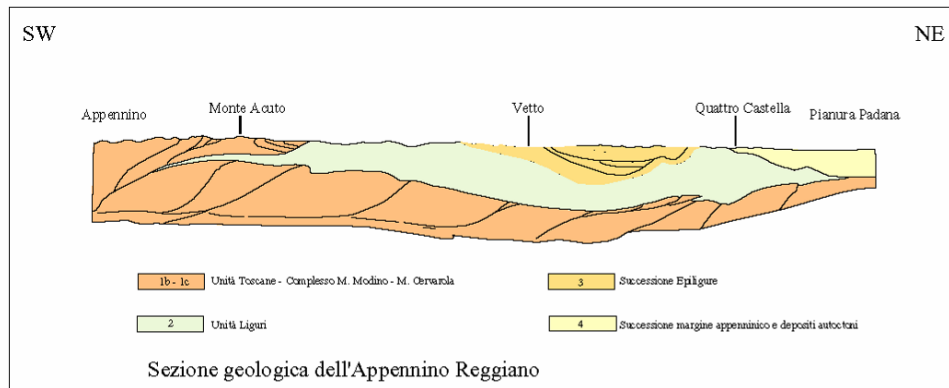
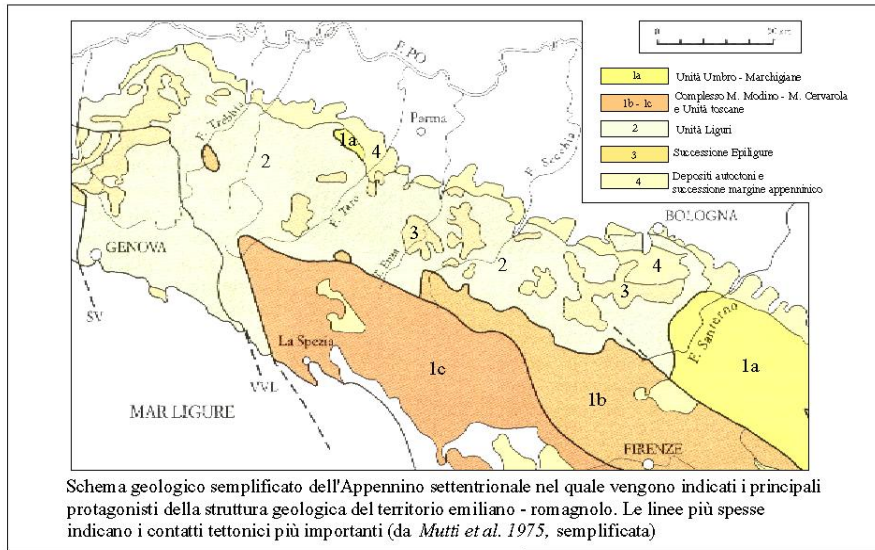
Arenarie torbiditiche a grana fine e molto fine, alternate a peliti grigio-verdine.

FORMAZIONE DI MONTEPASTORE - MPA (Ypresiano - Luteziano)

Arenarie torbiditiche calcarenitico - marnose.

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

Argille rosse, rosate e grigie con intercalazioni calcaree.



UNITÀ CRONOSTRATIGRAFICHE	ETÀ Ma	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA Ma
QUATERNARIO CONTINENTALE	~0.35-0.45	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE SUPERIORE - OLOCENE 0.125
QUATERNARIO MARINO	~0.65	0.89 PLEISTOCENE INFERIORE 1.72
P2	~3.3-3.6	
QUATERNARIO MARINO		
SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO		
SISTEMA EMILIANO ROMAGNOLO INFERIORE		
SISTEMA EMILIANO ROMAGNOLO SUPERIORE		
ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI		

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

ANNI	PERIODI GEOLOGICI	PERIODI STORICI	CIVILTÀ E CULTURE
1.200	STORIA	ALTO MEDIO	EM Civiltà (1.200) EM Civiltà (1.200) EM Roma-Longobardi (1.100-1.200) EM Romano-Barbarica (1.100)
470		ETA ROMANA	EM Scrittura EM Architetture EM Artefatti EM Tracce EM Agricoltura e Civiltà
100	PROTOSTORIA	ETA DEL FERRO	Preistoria (100-270) Civiltà Etrusca (1.100-1.200) Civiltà Umbra (1.100-1.200) Civiltà Sannitica (1.100-1.200) Civiltà Lucana (1.100-1.200) Civiltà del Sud e Sicilia (1.100-1.200) Civiltà di Polignano (1.100-1.200)
100		ETA DEL BRONZO	Civiltà della Ionia (1.100-1.200) Civiltà del Peloponneso (1.100-1.200) Civiltà del Mediterraneo (1.100-1.200) Civiltà del Nord Europa (1.100-1.200)
1.000	PRESTORIA	ENEOLITICO	Civiltà di Polignano (1.100-1.200)
2.000		NEOLITICO	Civiltà del Sud e Sicilia (1.100-1.200) Civiltà di Polignano (1.100-1.200)
6.000	HABITABILITÀ	EPINEOLITICO	9 Habitat (6.000-10.000)
11.200		PALEOLITICO SUPERIORE (I)	Habitat (11.200-13.000) Preistoria (11.200-13.000) Preistoria (11.200-13.000)
14.000	HABITABILITÀ	PALEOLITICO MEDIO	Habitat (14.000-17.000) Preistoria (14.000-17.000)
18.000		PALEOLITICO INFERIORE	Habitat (18.000-20.000) Preistoria (18.000-20.000)
19.000	HABITABILITÀ	PLEISTOCENO SUPERIORE	Habitat (19.000-20.000) Preistoria (19.000-20.000)
20.000		PLEISTOCENO MEDIO	Habitat (20.000-25.000) Preistoria (20.000-25.000)
25.000	HABITABILITÀ	PLEISTOCENO INFERIORE	Habitat (25.000-30.000) Preistoria (25.000-30.000)
30.000		PLIOCENO SUPERIORE	Habitat (30.000-35.000) Preistoria (30.000-35.000)
35.000	HABITABILITÀ	PLIOCENO MEDIO	Habitat (35.000-40.000) Preistoria (35.000-40.000)
40.000		PLIOCENO INFERIORE	Habitat (40.000-45.000) Preistoria (40.000-45.000)
45.000	HABITABILITÀ	MIocene	Habitat (45.000-50.000) Preistoria (45.000-50.000)
50.000		PLIOCENO INFERIORE	Habitat (50.000-55.000) Preistoria (50.000-55.000)
55.000	HABITABILITÀ	MIocene	Habitat (55.000-60.000) Preistoria (55.000-60.000)
60.000		PLIOCENO INFERIORE	Habitat (60.000-65.000) Preistoria (60.000-65.000)
65.000	HABITABILITÀ	MIocene	Habitat (65.000-70.000) Preistoria (65.000-70.000)
70.000		PLIOCENO INFERIORE	Habitat (70.000-75.000) Preistoria (70.000-75.000)

Da: AA.VV. Prov. RE, 1989

SCALA GEO-CRONOMETRICA IN MA			SCALA CRONOSTRATIGRAFICA	
EPOCHE		ETÀ STANDARD		
0	PLEISTOCENE	1.7 CALABRIANO		
5	PLIOCENE	4.2 PIACENZIANO		ROSSI LUGANO
		5.2 TABIARINIANO		
		5.6 MESSINIANO		
10	SUPERIORE	11.5 TORTONIANO		
15	MIOCENE	SERRAVALLIANO		CESSOLANZANO
	MEDIO	15.5 LANGHIANO		
		16.5		
20	INFERIORE	BURDIGALIANO		
		22.5		GIRONDIANO
		24		
25	SUPERIORE	CATTIANO		
30	OLIGOCENE	32		
35	INFERIORE	RUPELIANO		
40	SUPERIORE	40 PRIABONIANO		
		44 BARTONIANO		
45	MIOCENE	45 LUTEZIANO		
50	INFERIORE	53.5 YPRESIANO		
55	SUPERIORE	THANETIANO		
60	PALEOCENE	60 DANIANO		
65	INFERIORE	65		

UNITA' DELLA SCALA STANDARD									
DATAZIONI IN MA	EDON	ERE EDATERRI	PERIODI	EPOCHE	ETA'	ALTRE UNITA'			
			SISTEMI	SERIE	PIANI				
1.8 5 24 37 53.5 65 96 143 212 247 289 367 416 446 509 575	C E N T R O Z I A N O	F O I A C R I O	QUATERNARIO	OLOCENE	VERSILIANO	FLANDRIANO	IRECENTI		
				PLEISTOCENE	TIRRENIANO				
					MILAZZIANO	CRIOFIANO			
			NEOGENE	PLIOCENE	SICILIANO				
					EMILIANO				
					CALABRIANO	SANTERAMO	VILLAFRANCO	ASTIANO	
					PIACENZIANO				
					ZANCLEANO				
					MESSINIANO	PONTICO		ANDALUSIANO	
				MIOCENE	TORTONIANO	PANNONICO			
					SERRAVALLIANO		SARMAZIANO	ELVEZIANO	
					LANGHIANO				
					BURDIGALIANO				
					AQUITANIANO				
					CATTIANO				
PALEOGENE	OLIGOCENE	RUPELIANO	LATORFIANO	TONGRIANO	LUDIANO				
		PRABONIANO		BARTONIANO	SAVERSIANO				
		LUTEZIANO	BIARRIZIANO						
	EOCENE	YPRESIANO	CUSIANO	ALERDIANO	ESPARNACIANO				
			SPILLECCIANO						
		THANETIANO			LANDEMIANO				
	PALEOCENE	MONTIANO							
		DANIANO							
		MAASTRICHTIANO							
	CRETACICO	superiore	CAMPANIANO						
			SANTONIANO						
			CONIACIANO						
TURONIANO									
CENOMANIANO									
ALBIANO									
inferiore		APTIANO							
		BARREMIANO							
		HAUTERIVIANO							
		VALANGINIANO							
		BERRIASIANO							
		PORTLANDIANO							
GIURASSICO	MALM	KIMMERIDGIANO							
		OXFORDIANO							
		DOGGER							
	LIAS	CALLOYANO							
		BATHONIANO							
		BAJOCIANO							
	TRIASSICO	superiore	AALENIANO						
			TOARCIANO						
			RETICO						
		medio	CARNICO						
			LADINICO						
			ANISICO						
PERMIANO	superiore	SCITICO							
		TATARIANO							
		KAZANIANO							
	inferiore	KUNGURIANO							
		ARTINSKIANO							
		SAKMARIANO							
	CARBONIFERO	SILESIANO	ORENBURGIANO						
			GZELIANO						
			MOSCOVIANO						
		DINANTIANO	BASHKIRIANO						
			SERPUNKOVIANO						
			WISEANO						
DEVONIANO	superiore	TOURNAISIANO							
		FAMENIANO							
		FRASIANO							
	medio	GIVETIANO							
		EIFELIANO							
		EMSIANO							
	inferiore	SIEGENIANO							
		GEDINIANO							
		PRIDOLIANO							
		LUDLOVIANO							
		WENLOCKIANO							
		LLANDOVERIANO							
SILURIANO	superiore	VALENTIANO							
		ASHGILLIANO							
		CARADOCIANO							
	inferiore	LLANDEILIANO							
		LLANVIRNIANO							
		ARENIGIANO							
	ORDOVICIANO	superiore	SKIDDAVIANO						
			TREMADOCIANO						
			POTSDAMIANO						
		inferiore	ACADIANO						
			COBLENZIANO						
			DEORGIANO						

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

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio di Marano sul Panaro, compreso circa tra 125/200 e 550 m slm, appartiene alle fascia collinare dell'appennino e dell'alta pianura e ricade prevalentemente nel bacino idrogeografico del F. Panaro.

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, continentale, (AES8 - AES7).

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

Il tipo di drenaggio che si rileva a scala territoriale nel medio appennino 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 meridione di Marano sul Panaro, in territorio di Guiglia e Zocca, l'andamento del tracciato del F.Panaro che tra Montespecchio e M.no 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 Marano sul Panaro, per quanto riguarda la schematizzazione morfostrutturale dell'Appennino modenese appartiene prevalentemente alla fascia delle strutture marginali ed in subordine per la parte più settentrionale orientale alla fascia delle strutture pedeappenniniche neogenico - quaternarie (*Marchetti, Papani, et alii; G.S.U.E.G.; 1978*).

La prima di dette fasce presenta un assetto strutturale complesso rappresentato da sinclinali più o meno asimmetriche, ad asse appenninico con vergenze a N-NE, che si raccordano ad anticlinali strizzate e profondamente erose, interessate da linee di faglia sub verticali e da sovrascorrimenti.

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, che costituiscono il Lineamento Frontale Appenninico.

Le morfologie della zona in oggetto risultano essere diverse in funzione sia delle caratteristiche litomeccaniche e degli assetti strutturali che dell'altimetria del territorio. Si osservano infatti versanti contraddistinti da pendenze di $20^\circ \div 40^\circ$ in formazioni prevalentemente argillitiche, pelitico arenacee ed argilloso marnose, correlate all'assetto strutturale ed all'elevato grado di erodibilità delle stesse, che si sviluppa con maggior intensità secondo i principali assi idrici del territorio che svolgono funzione di locale livello di base per i rii e torrenti minori.

In relazione alle paleoforme del territorio, sono individuabili lembi di superfici terrazzate in tratti di versante abbastanza ben conservati a blanda inclinazione, minore di $8^\circ \div 10^\circ$, attualmente in posizioni morfologiche più rilevate rispetto alle zone ad esse latitanti, che costituiscono zone ad altopiano topograficamente tra loro correlabili; le più estese di dette superfici sono osservabili a nord di Le Puzzele ed a nord est di Rodiano.

Dette morfologie in funzione delle quote altimetriche alle quali si collocano: 500 m slm e della loro conformazione, sono riconducibili a processi correlabili a sistemi morfoclimatici nivopluviali (Wurm).

Altre forme ereditarie nel territorio sono rappresentate da depositi alluvionali antichi terrazzati (AES4 - AES5 - AES7) riscontrabili nella zona settentrionale; sono inoltre presenti depositi alluvionali recenti (AES8-8a) nella zona di conoide opicale sede del capoluogo ed ai lati del F. Panaro, depositi alluvionali sub attuali - attuali in corrispondenza dell'asta di detto fiume.

Le degradazioni più recenti, correlate ad ambiente temperato, sono articolate in processi di versante, quali, incisioni torrentizie, dissesti superficiali, processi di frana, dei quali quello di maggior estensione e spessore si rileva nella zona occidentale settentrionale orientale; altri analoghi accumuli, con dimensioni relative inferiori, si riscontrano nel settore centro occidentale meridionale del territorio comunale.

Le azioni erosive di maggior intensità delle acque incanalate si sviluppano in corrispondenza dell'asta del F. Panaro che è delimitato da depositi alluvionali terrazzati con altezze di incisione di $5 \div 10$ m.

Le forme e processi che caratterizzano il territorio, derivando da cambiamenti di condizioni climatiche più o meno dissimili da quelle attuali, oggi possono essere attive o non attivi. 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 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.

Nella zona centro settentrionale ed in quella sud occidentale sono presenti depositi di versante, che costituiscono coltri di vasta estensione con spessore 4-7 m, che generano superfici ad altopiano tra loro morfologicamente ed altimetricamente correlabili.

Nella zona occidentale centro settentrionale è presente un accumulo di frana quiescente di considerevole estensione, che si sviluppa in direzione sud nord per una lunghezza di 3 km, larghezza di 0,3 ÷ 0,4 km e con spessore di 20 ÷ 30 m.

Nel settore centrale si rilevano altri corpi di frana di dimensione minore, ma comunque ragguardevoli, che in funzione del tipo di substrato argillitico - argilloso nel quale si sviluppano, sono prevalentemente di colata ed in subordine di tipo complesso e per scorrimento.

I corpi tipo attivo sono prevalentemente di colata ed anche se generalmente di dimensioni minori, risultano essere quelli percentualmente più rappresentati. Tali accumuli presentano lunghezze variabili in media tra 200/300 e 500 m, larghezze oscillanti tra 50 e 100 e spessori di 5/7 ÷ 10 m. Analoghi processi sono rilevabili nella zona meridionale.

Nella zona settentrionale orientale e nella fascia che costituisce il bordo orientale del territorio comunale, si delineano decisamente i depositi di conoide nell'area del capoluogo e di terrazzo in adiacenza del F. Panaro.

Detti depositi sono organizzati in cicli sedimentari costituiti da ghiaie sabbiose alla base che passano a sabbie limose e quindi a limi sabbiosi verso l'alto. Tali corpi

alluvionali nel settore di fondovalle del F. Panaro costituiscono terrazzi elevati di 5 ÷ 10 m rispetto all'alveo attuale e presentano mediamente spessori compresi tra 5 e 7/10 m.

Nella zona sede del capoluogo e ad oriente della stessa, i depositi alluvionali costituiscono il settore epicale della conoide del F. Panaro alla quale si sovrappone un unità di conoide inattiva più recente, in corrispondenza dello sbocco in pianura del Fosso Fellano. Tale corpo sedimentario è correlabile ad un sistema paleoidrografico diverso dal reticolo attuale dato che il bacino sotteso del suddetto fosso non è compatibile con la dimensione della conoide ad esso collegata.

Gli spessori dei depositi alluvionali sono mediamente corrispondenti a 10 ÷ 15 m e tendenzialmente hanno potenze inferiori nell'area settentrionale, area produttiva / campo sportivo, dove assumono spessori di 7 ÷ 10 m.

I depositi terrazzati in narrativa sono riferibili al sistema AES8 - AES8a, di età Romana - Attuale. Depositi alluvionali più antichi. In forma di brandelli terrazzati, di modesta estensione, AES4 - AES5, (pleistocene medio?) si rinvencono in prossimità del confine comunale nord orientale in prossimità di C. Serra e Murazzo.

Altri depositi antichi, più recenti di quelli sopra citati, dell'Unità di Nivino AES7a (Pleistocene sup.) sono presenti ad ovest del capoluogo in corrispondenza di il Castello.

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 Torto.

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 Marano sul Panaro, sono rappresentate in prevalenza dalle Unità Liguridi, in percentuali nettamente subordinate dalle Unità subliguri, e subordinatamente alle liguri dalla Successione Epiligure (fasi pre e post Burdigaliano) e successione Neogenica del Margine Appenninico.

Quest'ultima, è rinvenibile nella zona settentrionale dell'area comunale.

Dette unità tettoniche, differenziate durante la fase ligure, che ne ha causato lo scollamento delle 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 Marano s. P., affiora circa 25 ÷ 30 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 Marano s. P., affiora 20 ÷ 25 Km a sud ovest.

L'Unità Tettonica Cassio, Sottounità Tettonica Panaro, che congiuntamente alla Successione Epiligure costituisce il territorio di Marano sul Panaro, 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 Marano s. P. è sigillata dalla Successione Epiligure che costituisce la zona centro settentrionale occidentale del territorio.

Detta successione, che occupa un'area relativamente ribassata dal punto di vista strutturale costituisce, nella zona ad est e ad ovest del comune in narrativa sinclinali con asse a direzione appenninica.

Nell'area settentrionale, sono presenti le successioni neogeniche del margine interno dell'avanfossa appenninica - padana, depositatesi sul fronte delle Unità Liguri e successivamente inglobate 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-quaternarie nel territorio comunale sono correlati all'attività del Lineamento Frontale Appenninico costituito da una complessa

struttura a superfici di thrust e faglie inverse embriciate 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 - quaternario é data da una serie di indicazioni quali "freschezza" degli indizi geomorfologici: scarpate, intense fratturazioni o uncinatura di strati, tratti vallivi rettilinei, catture fluviali, franosità accentuate ed allineate, contropendenze, dislocazione di depositi quaternari (*Wurm*) ecc.

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

1. Faglia diretta, orientata ovest sud ovest - est nord est, circa estesa da Banzola a Madonna di Pianello - T. Traino / T. Guerro - Ca Montanari, immediatamente a nord ovest del confine comunale di Marano sul Panaro evidenziata da gomito del T. Traino, andamento rettilineo dell'asta torrentizia da Madama di Puianello a C. Montanari, deciso gomito dell'asse del torrente con flessione a nord est dopo quest'ultima località.
2. Faglia diretta ad andamento ovest sud ovest - est nord est nella zona meridionale del comune, circa da M.no Ribatino a Rumana / Fontanella, evidenziata da catture, gomiti degli assi idrici, andamento rettilineo della incisione.
3. Sovrascorrimento ad andamento ovest - est, esteso circa da P.gio Olmazzo a Ca Santarelli - Barambana - M. Rovinalto, evidenziato da selle, allineamenti di frane, gomiti negli assi idrici superficiali.
4. Faglia diretta orientata sud ovest - nord est, estesa circa da C.se Bernardoni a Festa - Osteria Vecchia, evidenziata da selle, gomiti e deviazioni degli assi idrici superficiali.
5. Sovrascorrimento ad andamento appenninico di importanza regionale, transitante nel sottosuolo della zona settentrionale del comune, circa esteso secondo i toponimi Madonna di Puianello - Ca Balugani - C. Bellani, evidenze: deviazione 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 nel sottosuolo del settore nord del territorio comunale.

Sono inoltre individuate faglie e sovrascorrimenti del Pliocene - Pleistocene inferiore riattivati, quali le lineazioni orientate ovest - est e sud ovest-nord est nella zona meridionale del comune circa tra C.se Bernardoni a Osteria Vecchia e che interseca il fiume Panaro, a nord est di quest'ultima località.

Altre faglie riattivate in tale periodo, orientate ovest sud ovest - est nord est, sono individuate immediatamente a settentrione del confine comunale nord circa da Madonna di Puianello a Ca Montanari.

La sopraccitata carta sismotettonica R.E.R. evidenzia epicentri sismici con magnitudo: $4 < M < 5$, circa 3 km ad est del capoluogo, 8 km a sud est tra Rocca Malatina e Monte Ombraro, 7 e 11 km a nord est rispettivamente in prossimità di Vignola e Spilamberto.

Sono inoltre indicati epicentri con $M > 5$, circa 10 km ad est e 12 km ad ovest del capoluogo rispettivamente tra Monte Velio e Svignano sul Panaro e tra Fogliano e Spezzano.

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'appennino modenese - reggiano, è correlata 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 connessa all'attività dei processi deformativi che interessano le strutture superficiali nei primi 15 km del sottosuolo, prevalentemente collegate a meccanismi focali a 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 Marano s. P. 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 Marano s.P. 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>*).

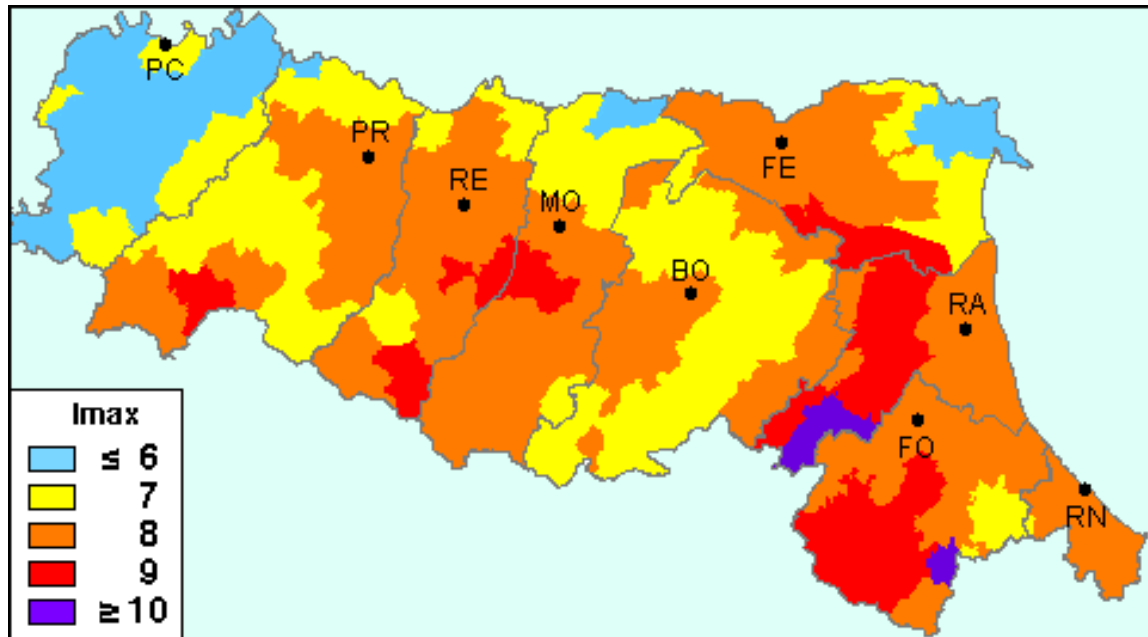
In base alle indicazioni delle NTC di cui al D.M. 14/01/08, nell'area in esame, per strutture di classe 2 (vita nominale $V_n = 50$ anni, coefficiente d'uso $C_u = 1$), per le quali è prevista una probabilità di eccedenza dell'evento sismico corrispondente al 10% in 50 anni, risultano i seguenti coefficienti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

T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_c (s)
475	0.161	2.436	0.290

Attività sismica

Nell'ambito territoriale a cui appartiene Marano s.P. 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 magnitudo 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 Marano s.P., 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:

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

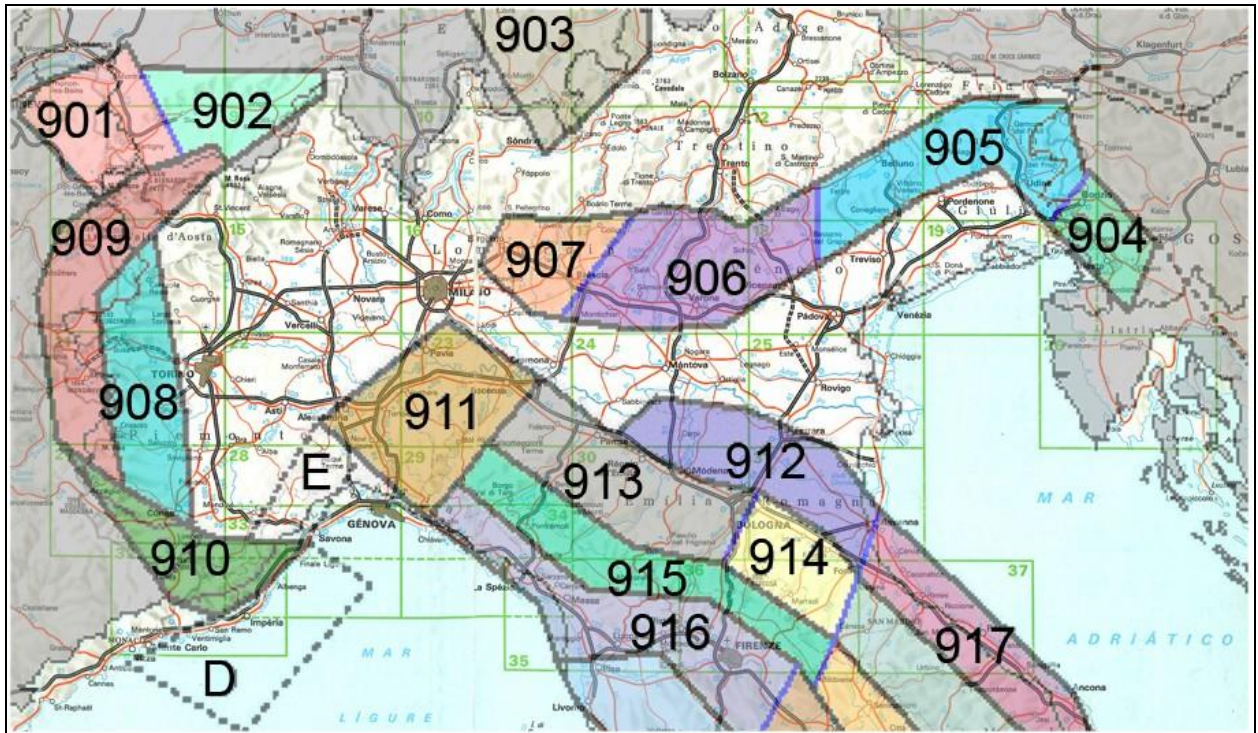
per un eccedenza dell'evento del 10 % in 50 anni;

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 Marano s.P., a:

$$a_{gref} = 0,161 \text{ g}$$

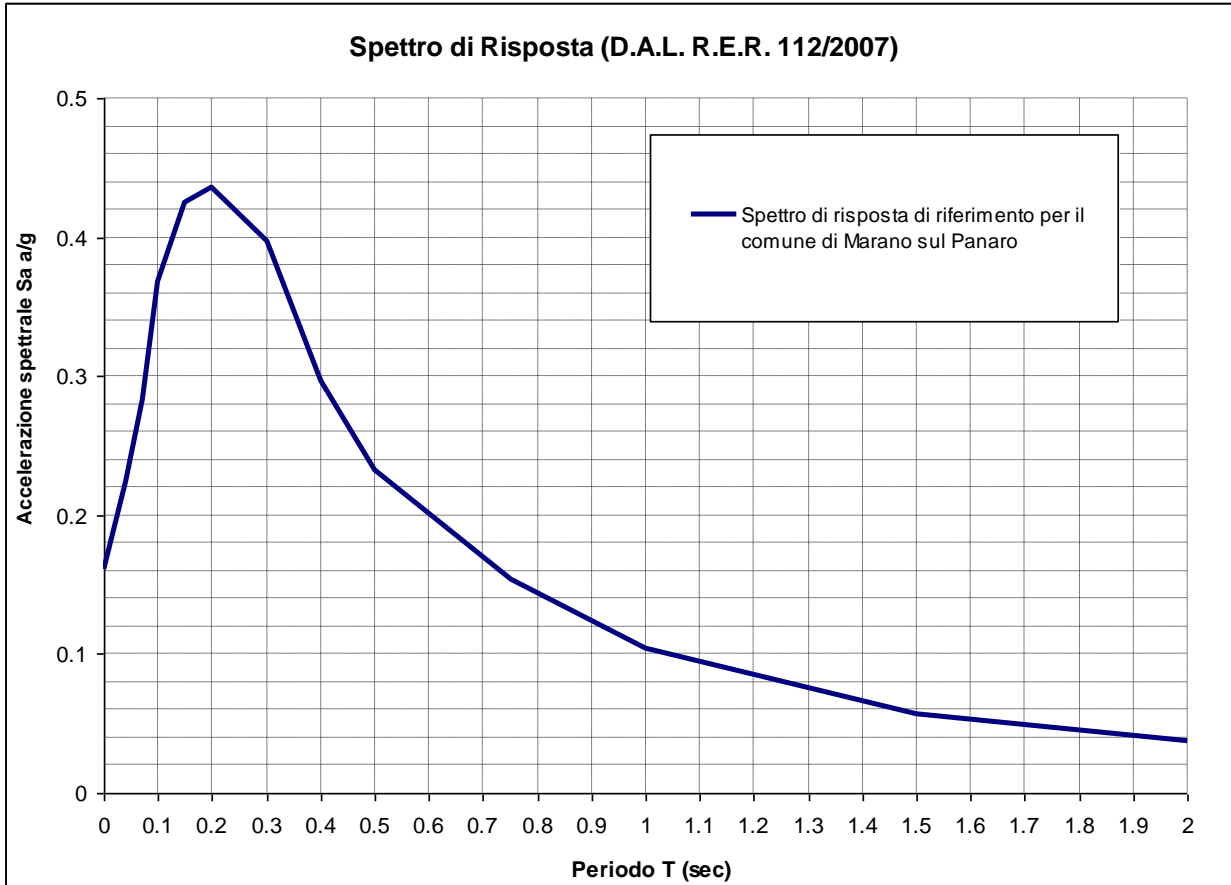


Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

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

$$\alpha_g = 0,161g$$

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 Marano s.P., determinati mediante elaborazioni con idoneo codice di calcolo.

Storia sismica di Marano sul Panaro

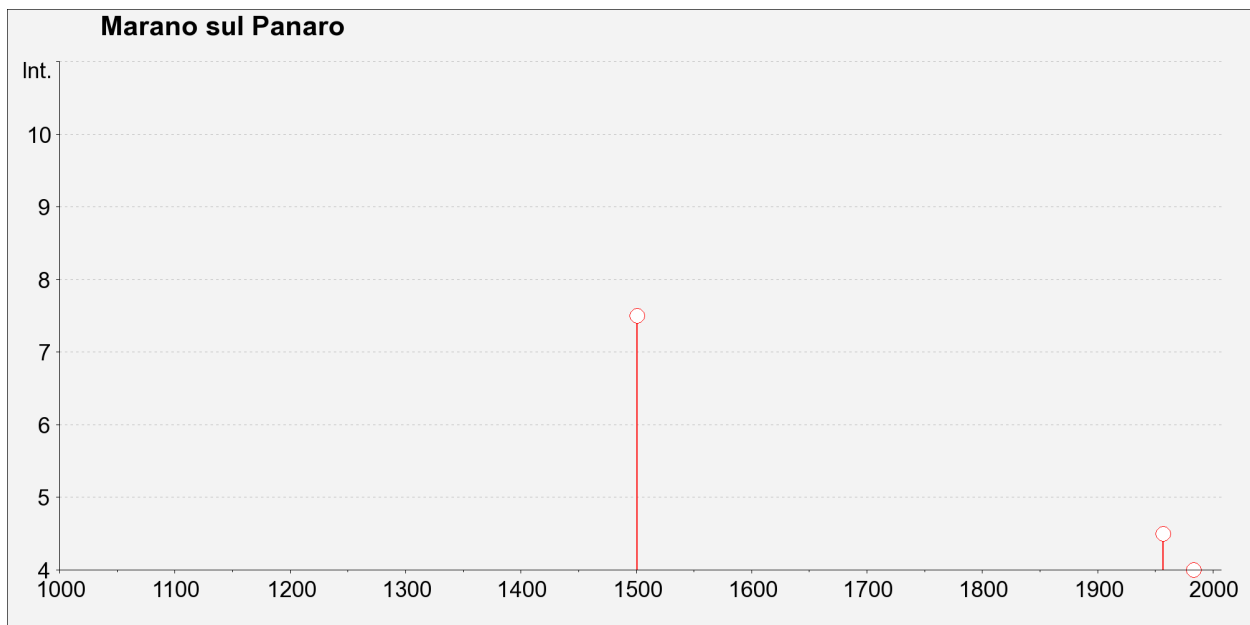
Numero di eventi: 10

Effetti In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
7-8	1501 06 05 10:00	Appennino modenese	20	9	5.98 -0.32
F	1505 01 03 02:00	Bolognese	31	8	5.57 -0.25
4-5	1957 08 27 11:5	ZOCCA	58	5	4.65 -0.21

Effetti In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
4	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7	5.06 -0.09
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6	4.61 -0.10
3	1992 04 17 11:5	Montevoglio	56	4-5	4.32 -0.18
3	1995 08 24 17:2	Appennino bolognese	56	6	4.48 -0.09
NF	1995 10 10 06:5	LUNIGIANA	341	7	4.85 -0.09
2-3	2000 06 18 07:4	Parmense	300	5-6	4.43 -0.09
3	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29 -0.09



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

INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per determinare le velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio Vs delle unità litotecniche che costituiscono i primi 40 ÷ 60/70 m del sottosuolo e definire gli spessori e variazioni laterali, delle coperture detritiche ed orizzonti di roccia detensionata / molto fratturata, sono state effettuate prospezioni geofisiche a rifrazione con metodo passivo Refraction Microtremor (Re.Mi.), 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 V_s è modificabile in sede di elaborazione, variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, adottando la curva di dispersione calcolata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono visualizzati nelle allegare 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 allegare schede "Indagine HVSR" in cui la linea nera continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee sottili rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Carta delle indagini

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

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

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

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

In sintesi tra le indagini esistenti sono stati selezionati complessivamente:

- 6 sondaggi meccanici (SM);
- 10 prove penetrometriche statiche (CPT);
- 1 prova penetrometrica dinamica pesante (DPH);
- 5 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM);
- 11 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH - SCPT);
- 10 profili sismici a rifrazione attiva, ad antenna monodimensionale, con metodo MASW (MW);
- 1 profilo sismico a rifrazione passiva, ad antenna monodimensionale, con metodo Re.Mi. (R);
- 6 misure di sismica passiva con tecnica a stazione singola HVSR (H);
- 1 sondaggio sismico in foro con metodo Down Hole (DH).

In riferimento alla caratterizzazione degli ambiti urbanizzati e quelli di prevedibile nuovo sviluppo e delle 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:

- 27 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.

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 Marano sul Panaro può essere suddiviso in tre domini: Dominio Ligure, Successione Epiligure, Successione Neogenica Quaternaria del Margine Appenninico.

I settori meridionale centrale occidentale, sono prevalentemente costituiti dagli affioramenti delle formazioni alloctone, argillitiche, flyschoidi di età cretacico, oligo - mio - eocenica del Dominio Ligure esterno, rappresentate dall'Unità Tettonica Cassio: Sottounità Panaro nelle zone più a settentrione e dell'Unità Tettonica Coscogno nei settori più meridionali dove ingloba parti delle unità subliguridi.

La fascia centro settentrionale, è costituita dagli affioramenti rappresentati dai litotipi delle formazioni semiautoctone costituiti in percentuali nettamente inferiore da alternanze arenacee ed arenaceo pelitiche e marnose ed in prevalenza da marne argillose e breccie argillose di età eo-oligocenica della Successione Epiligure.

Le componenti litologiche di queste ultime, rappresentate principalmente da argilliti e breccie argillose, costituiscono la zona settentrionale occidentale tra il Paradiso - Denzano - Poggio Grande.

Nella parte settentrionale, le unità litologiche sono costituite principalmente da argille debolmente marnose (FAA) ed in percentuale inferiore da areniti conglomeratiche (FAAac).

La fascia occidentale è in prevalenza costituita da litozone argillitiche ed argillose (APA - AVV) ed in percentuale subordinata da alternanze pelitico arenacee con rapporto $A/P < 1$ (SCB).

Nell'area settentrionale orientale e fascia adiacente al F. Panaro, sono prevalentemente presenti depositi alluvionali in forma di conoide nel primo caso e di terrazzi alluvionali per il secondo.

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, di 5/10 sino a 25 ÷ 30 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 corpi delle coperture con spessori inferiori a 3 m.

I processi che hanno contribuito alla formazione dei depositi quaternari nella parte meridionale (Puzzole) e centro settentrionale (Rodiano) del territorio comunale, in funzione delle morfologie a pendenza molto bassa $< 8^\circ \div 10^\circ$ delle coperture della correlabilità delle forme e delle quote altimetriche indicano caratteristiche attinenti a depositi d'ambiente nivopluviale - crionivale, attribuibili al Wurm.

Nelle zone meridionali - occidentali e centro occidentali, costituite essenzialmente dalle formazioni delle unità liguri, si localizzano prevalentemente i depositi detritici costituiti da frane, sia quiescenti che attive di colata e di tipo complesso, di estensione e spessori considerevoli con massimi nell'estremità nord occidentale.

Il corpo di maggior dimensione è ubicato nel settore centro occidentale settentrionale e presenta lunghezza di 3 km, larghezza variabile tra 0,3 ÷ 0,4 km, spessori mediamente stimabili in 25 ÷ 30 m.

Corpi di frana di dimensioni relative inferiori, lunghezze di 0,5 ÷ 1 ÷ 1,2 km, sono diffusamente presenti nelle zone centrali e meridionali; gli accumuli sono principalmente a morfologia allungata evidenziando frane con prevalenza dei processi per colata e subordinatamente di tipo complesso.

Generalmente i corpi di frana attivi di maggior estensione avvengono con dinamica di colata.

Nella fascia adiacente il F. Panaro, come precedentemente accennato sono presenti depositi alluvionali, in diversi ordini di terrazzamento, costituiti prevalentemente da ghiaie alle base e ghiaie sabbiose nella parte più alta, che si arricchiscono con componenti limoso sabbioso ghiaiose nei terrazzi di ordine superiore; gli spessori sono mediamente compresi tra 5 e 10 m.

Analoghi depositi, di estensione e spessore nettamente inferiori sono presenti nella zona meridionale ed in quella settentrionale del territorio comunale, in corrispondenza dei rii minori, Rio Torto e Fosso Fellano.

I depositi alluvionali dell'area settentrionale orientale alla quale appartiene il capoluogo hanno spessori generalmente compresi tra 10 e 15 m.

I rapporti stratigrafici e l'assetto tettonico delle unità e formazioni che costituiscono il sottosuolo del territorio comunale di Marano sul Panaro, 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 Marano s. P. 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, 10 profili sismici a rifrazione attiva con metodo MASW, 6 verticali a stazione singola con acquisizione di microtremori HVSR, 1 profilo a rifrazione passiva con metodo ReMi, 1 sondaggio sismico con metodo Down Hole, anche se prevalentemente localizzate in corrispondenza delle zone urbanizzate, in funzione della variabilità dei litotipi che contraddistinguono 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 un 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.

In generale, si evince che i membri della Successione Epiligure, sia arenitici che arenaceo pelitici (PAT - ANT4) che marnoso argillosi - argillosi (TER - MVT) indicano medi risentimenti dal punto di vista sismico evidenziati da frequenze di risonanza comprese in media tra 2 e 3 Hz ed ampiezze tra 2,5 e 3; per i termini arenaceo pelitici e frequenze tra 1 e 2 con ampiezze tra 2 e 2,6 per i litotipi marnoso argillosi - argillosi; tale caratteristica anomala per quanto riguarda le frequenze delle analoghe litozone arenacee ed arenaceo pelitiche rispetto ai valori delle stesse riscontrati negli adiacenti territori a sud ovest (Guiglia) è correlata all'intenso grado di deformazione tettonica locale che ha interessato i litotipi in narrativa.

Moderatamente dissimili sono le caratteristiche di risposta delle Unità del Dominio Ligure per le litozone argillitiche più antiche (APA - AVV - SCB) che indicano gradi di deformazione relativi inferiori evidenziando frequenze prevalentemente inferiori a 1,3 - 1 Hz con ampiezze di 2 - 2,5 indicanti elevata profondità del substrato, o contenuti in alta frequenza maggiori di 20 Hz con ampiezze di 3 - 8 di scarsa influenza per la pianificazione; fanno eccezione a ciò le Argille Variegate di Grizzana Morandi (AVT) che evidenziano frequenze di 2 ÷ 2,5 Hz con ampiezze di 2,5 indicando un maggior grado di disturbo tettonico.

Caratteristiche simili denotano le unità subliguri che evidenziano frequenze mediamente comprese tra 2/2,5 Hz e 3 / 4 Hz con ampiezze variabili da 2 a 3,5.

Le unità marine di transizione evidenziano generalmente contenuti in alte frequenze >15 Hz con ampiezze di 2-3 o in basse frequenze minori di 1 Hz con ampiezza di 2.

I depositi alluvionali del Quaternario Continentale sono generalmente caratterizzati da alte frequenze maggiori di 12 ÷ 16 Hz con ampiezze comprese tra 2 e 5 o basse frequenze minori di 1 Hz ed ampiezze di 2 ÷ 2,5; fanno eccezione alcuni settori del territorio, nella zona settentrionale ed i terrazzi a quote relative maggiori del F. Panaro, che evidenziano frequenze in media comprese tra 3 e 4 Hz con ampiezze tra 2 e 4.

Analogo comportamento evidenziano anche i depositi di versante con spessori maggiori di 3 ÷ 4 m che mostrano frequenze generalmente di 5 - 6 Hz ed ampiezze 2 - 2,5 o contenuti in alte frequenze > 15 Hz con ampiezze di 2,5 - 3.

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 alle informazioni sopra descritte, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

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

Nel contesto delle analisi territoriali sono inoltre state utilizzate le documentazioni rese disponibili dalla Amministrazione Regionale Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, il modello digitale del terreno e la banca dati geologica del territorio comunale, resi disponibili in formato digitale dal *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*.

Oltre a ciò si è fatto riferimento alle elaborazioni individuanti i differenti scenari di pericolosità sismica locale e degli effetti locali attesi, di prima fase, redatti nell'ambito del PTCF della Provincia di Modena.

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

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

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

L'attribuzione delle proprietà del substrato alle classi con diversa velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m del sottosuolo e del relativo contrasto di impedenza, si è attuata in riferimento a verticali sismiche, 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 nel territorio di Marano sul Panaro, ad eccezione dei basalti; non sono stati individuati 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.

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 urbanizzato 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, zona 1 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 2 a 14 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, 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, 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; zona 1;

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 2-3-4-5-6-7-8-12-13-14-15-16;

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 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: zona 17;
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°);
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.

9- 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.

In questo caso, se l'unità litotecnica di copertura è orizzontale e con spessore costante, per la microzonazione sismica è sufficiente il secondo livello di approfondimento; nel caso in cui lo spessore delle coperture non sia orizzontale o sia a

pronunciato grado di variabilità, per la microzonazione sismica è richiesto il terzo livello di approfondimento.

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

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

qualora si prevedano interventi sul territorio e/o cambi di destinazione d'uso.

SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il secondo livello di approfondimento prevede la conferma e l'eventuale ridelimitazione delle aree oggetto di microzonazione sismica individuate dalla carta MOPSI, 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 Vs 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 VsH.

In generale le elaborazioni delle acquisizioni effettuate hanno evidenziato:

Terreni di copertura:

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

- Depositi alluvionali;
 $V_s = 250 \div 350 \text{ m/sec}$

Unità Marine di Transizione:

- Prevalentemente argillose debolmente marnose
 $V_s = 500 - 650 \text{ m/sec}$
- Prevalentemente arenaceo conglomeratiche
 $V_s = 500/550 \div 650/750 \text{ m/sec}$
- Prevalentemente arenaceo conglomeratiche fratturate
 $V_s = 350 - 400 \text{ m/sec}$

Formazioni Epiliguri:

- Prevalentemente pelitico - arenacee
 $V_s = 500 \div 600 \text{ m/sec}$
- Prevalentemente marnose - marnoso pelitiche - argillitiche
 $V_s = 350 \div 450 \text{ m/sec}$

Formazioni Liguri

- Prevalentemente argillitiche - argillose
 $V_s = 450 \div 550/(600) \text{ m/sec}$
- Prevalentemente pelitico arenacee - argilliti con subordinate siltiti - alternanze arenaceo pelitiche
 $V_s = 400 \div 550 \text{ m/sec}$

Formazioni SubLiguri

- Prevalentemente calcarenitico marnose - arenitico pelitiche
 $V_s = 450 \div 550/650 \text{ m/sec}$
- Prevalentemente pelitico arenacee - argilliti con subordinate siltiti - alternanze argillose
 $V_s = 400 \div 450 \text{ m/sec}$

Rocce fratturate - detensionate

- Prevalentemente arenacee - arenaceo pelitiche
 $V_s = 350 \div 400/500 \text{ m/sec}$

- Prevalentemente pelitico arenacee - argillitiche
 $V_s = 250 \div 300 \div 350 \text{ m/sec}$

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 Marano sul Panaro 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 VS_{30} e VsH .

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 suscettibili di amplificazione locali: AL
- zone suscettibili di instabilità di versante FR, ZF.

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 - arenaceo pelitiche della Successione Epiligure (PAT - ANT4), denotano fattori di amplificazione corrispondenti a FA.PGA. = 1,5 - 1,7; FA.IS = 0,1<T<0,5 sec = 1,4 ÷ 1,5; FA.IS 0,5<T<1,0 sec = 1,4.

Risentimenti sismici sensibilmente diversi evidenziano le litozone prevalentemente marnose argillose e le brecce argillose della medesima successione (MVT - TER) interessate da intense deformazioni tettoniche, che per la prima litozone (MVT) evidenziano fattori di amplificazione 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; la seconda formazione rappresentata da melanges argillosi (TER) presenta FA.PGA. = 2 ÷ 2,1; FA.IS = 0,1<T<0,5 sec = 2,1 ÷ 2,3; FA.IS 0,5<T<1,0 sec = 1,8 ÷ 1,9.

Risposte sismiche dissimili denotano le litozone prevalentemente argillose, debolmente marnose ed arenaceo conglomeratiche delle unità marine di transizione (FAA - FAAc) non interessate da elevati gradi di fratturazione, che evidenziano 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 = 1,4 ÷ 1,5 con fattori di amplificazione inferiori per le litozone arenaceo conglomeratiche; queste ultime nella zona di Danzano denotano di essere state coinvolte in deformazioni tettoniche, come d'altra parte anche gli altri litotipi presenti in detta area, evidenziate da valori dei fattori di amplificazione FA.PGA. = 1,9 ÷ 2,1; FA.IS = 0,1<T<0,5 sec = 2 ÷ 2,3; FA.IS 0,5<T<1,0 sec = 1,7 ÷ 1,9 che palesano una elevata similitudine con le unità argillose marnose TER.

Le litozone delle unità liguri si differenziano moderatamente nelle componenti prevalentemente argillose APA che sono state suddivise in due sottozone; la prima di queste definita APA1, presenta valori dei fattori di amplificazione simili alle alternanze arenaceo pelitiche con rapporto A/P<<1 (SCB), tali litozone evidenziano FA.PGA. = 1,4 ÷ 1,6; FA.IS = 0,1<T<0,5 sec = 1,5 ÷ 1,6; FA.IS 0,5<T<1,0 sec = 1,4; la seconda litozona, individuata come APA2, mostra fattori di amplificazione simili alle Argille Varicolori di

Cassio e di Grizzana Morandi (AVV - AVT) caratterizzati da FA.PGA. = $1,7 \div 1,9$; FA.IS = $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 1,7 \div 1,9$; FA.IS $0,5 < T < 1,0 \text{ sec} = 1,4 \div 1,5$.

Le formazioni delle unità subliguri denotano diversi risentimenti sismici in rapporto alle caratteristiche litologiche che evidenziano valori FA.PGA. = $1,5 \div 1,7$; FA.IS = $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 1,5 \div 1,7$; FA.IS $0,5 < T < 1,0 \text{ sec} = 1,4$ nelle litozone ad alternanze prevalentemente arenaceo pelitiche (MPA) che denotano similitudine dei valori dei fattori di amplificazione con APA1 ed SCB; d'altra parte le sequenze prevalentemente argillose (AVN) indicano fattori di amplificazione FA.PGA. = $1,7 \div 1,9$; FA.IS = $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 1,9 \div 2,1$; FA.IS $0,5 < T < 1,0 \text{ sec} = 1,6 \div 1,9$.

Le rocce ad elevato grado di fratturazione evidenziano parametri che si differenziano moderatamente nelle unità prevalentemente argillose da quelli delle zone di faglia e presentano valori FA.PGA = $1,9 \div 2,2$; FA.IS $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 2,2 - 2,5$; FA.IS. $0,5 < T < 1,0 \text{ sec} = 1,9$; nelle litozone a componente prevalentemente arenaceo pelitica FA.PGA = 1,8; FA IS $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 1,9$; FA IS $0,5 < T < 1,0 \text{ sec} = 1,5$.

Risposte peculiari denotano i depositi alluvionali sia di conoide che di terrazzo che nelle zone settentrionali del territorio comunale presentano fattori di amplificazione relativi inferiori, corrispondenti ad FA PGA = $1,5 \div 1,6$; FA IS $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 1,2 \div 1,4$; FAIS $0,5 < T < 1 \text{ sec} = 1,1 \div 1,4$ che indicano buona corrispondenza con presenza di substrato arenaceo conglomeratico e delle unità argillitiche liguri a minore grado relativo di deformazione; i depositi alluvionali che rivestono litozone prevalentemente argillose debolmente marnose ed argillose deformate, mostrano valori dei fattori di amplificazione FA PGA = $1,7 \div 1,9$; FA IS $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 1,5 \div 1,8$; FA IS $0,5 < T < 1,0 \text{ sec} = 1,1 \div 1,5$.

Comportamenti simili evidenziano i depositi di versante, che nella zona in esame rivestono prevalentemente litozone argillitiche - pelitico arenacee, che presentano FA PGA = $1,8 \div 2$; FA IS $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 1,7 \div 1,9$; FA IS $0,5 < T < 1,0 \text{ sec} = 1,4 \div 1,6$.

Medio elevati - elevati fattori di amplificazione caratterizzano gli accumuli di frana quiescente che evidenziano FA.PGA. = $1,6 \div 1,9$, FA.IS. $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 1,6 \div 1,9$, FA.IS. $0,5 < T < 1,0 = 1,4 \div 1,6$ nei casi di accumuli con spessori inferiori a 10 m; si riscontrano altresì fattori di amplificazione FA PGA = $2 \div 2,2$; FA IS $0,1 < T < 0,5 \text{ sec} = 2 \div 2,2$; Fa IS $0,5 < T < 1,0 \text{ sec} = 1,6 \div 1,7$ per spessori degli ammassi maggiori di $10 \div 15 \text{ m}$.

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

Dr. Geol. GIAN PIETRO MAZZETTI

Nota esplicativa della codifica dei dati utilizzati nelle elaborazioni cartografiche

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

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

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

I codici aggiunti e la decodifica sono di seguito elencati.

Codici:

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

ZONE DI PIANURA

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

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

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

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

BIBLIOGRAFIA

- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 220 CASALECCHIO DI RENO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di L.MARTELLI, A.BENINI, M.T.DE NARDO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2005) alla scala 1:50.000, foglio 219 SASSUOLO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di G. GASPERI, F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 236 PAVULLO NEL FRIGNNO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 235 PIEVEPELAGO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di G.PLESI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 237 SASSO MARCONI. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia - Romagna SGSS, a cura di F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLO.
- DGR1051/2011. Deliberazione della Giunta Regionale n. 1051/18/07/2011, "Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all'OPCM 3907/2010 e ss.mm". Boll. Uff. Reg. Emilia-Romagna n. 120 del 02/08/2011.
<http://demetra-regione-emilia-romagna-it/> o <http://www-regione-emilia-romagna-it/geologia/>
- LOCATI M., CAMASSI R. E STUCCHI M. (a cura di), 2011. BDMIII, la versione 2011 del Database Microsismico Italiano. Milano, Bologna, <http://Edius.mi-ingv.it/DB/MI11>
- GRUPPO DI LAVORO MS, 2008. "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica". Conferenza delle Regioni e delle province Autonome - Dipartimento della protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
http://www-protezionecivile-it/cms/view-php?dir_pk=395&cms_pk=15833
- DAL 111/2007. Deliberazione dell'assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.112 del 2/5/2007: Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16 comma 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica". Boll. Uff. Reg. Emilia-Romagna n.64 del 17/05/2007. <http://demetra-regione-emilia-romagna-it/> o <http://www-regioneemilia-romagna-it/geologia/>
- MELETTI C. E VALENSISE G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9-App. 2 al rapporto Conclusivo. In: "Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003". Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- BOCCALETTI M. - MARTELLI L. - AA.VV. (2003) - Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna. S.E.L.C.A. Firenze
- BONIFICAZIONE PARMIGIANA MOGLIA (1983) - Adeguamento della rete idraulica alle nuove esigenze del territorio. A.G.E Reggio Emilia.
- OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.
- L.MARTELLI, A.MANICARDI, G.P. MAZZETTI, C. UGOLETTI. (2009). PTCP MODENA Carte Della Sicurezza Del Territorio, Riduzione Del Rischio Sismico, Carta Delle Aree Suscettibili Di Effetti Locali.
- A. CAMPISI, M. GUERRA, F. MANENTI, L. MARTELLI, G. P. MAZZETTI (2007) PTCP DI REGGIO EMILIA: Rappresentazione Della Pericolosità Sismica Locale A Scala Provinciale E Indirizzi Per La Pianificazione Comunale, 26° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Novembre
- G.P. MAZZETTI (2006), Evoluzione Geologica Del Territorio Reggiano,. pp. 8-20 in "Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia"; Telesio Editrice, Carnate, Milano.
- M. PAGANI, A. MARCELLINI, R. DAMINELLI, L. MARTELLI, G.P. MAZZETTI (2003). Valutazione Della Pericolosità Sismica Di Castelnovo Ne' Monti, Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della terra Solida, C.N.R., Roma.
- G.P. MAZZETTI (1990). Studio geologico per il p.r.g. Di Villa Minozzo (RE). Secondo Seminario cartografia geologica, Regione Emilia Romagna, Poster Section. Mem. Carta Geologica d'Italia - Vol. XLVI, Servizio Geologico Nazionale, Poligrafico dello Stato.
- M. PANIZZA ET ALII (1978). Geomorfologia Dell'area Circostante La Pietra Di Bismantova; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, VOL. XCVII, C.N.R.
- MAZZETTI G.P. - NASSER A.Z. - GILLI S. (2003) - Enza the alluvial cone model through geoelectric prospection, Atti 4th European Congress en Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni - BO.
- DI DIO G. ET ALII (1998) - Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna S.E.L.C.A. Firenze
- SCANDONE P. ET ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.
- BOSELLINI A- MUTTI E - RICCI LUCCHI F. (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET
- AGIP (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain. Italy - C.N.R.
- BOSELLINI A. (1981) - The emile fault. A jurassic fracture zone that evolved into a Cretaceous Paleogene sinistral wrench fault. Boll. Soc. Geol. It.
- FERRARI G - POSTPISCHL D.(1981) - Le scale macrosismiche C.N.R. P.F. Geodinamica. Pubbl. N° 387. Ist. Topografia, geodesia e geofisica Mineraria, Univ. MO
- C.N.R. (1980) - Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale - Public. N° 361 ESA Editrice - Roma.
- AA.VV. (1970-1980) - Rapporti ed indagini geognostiche sul territorio di Marano 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)