

MICROZONAZIONE SISMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Regione Emilia Romagna
Comune di Castelnuovo Rangone



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Dott. Geol. Andrea Zanotti Collaboratore: Dott. Filippo Tusberti	Dicembre 2022

INDICE RELAZIONE

1. INTRODUZIONE	3
1.1 Elaborati a corredo dello studio	4
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	5
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	5
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	13
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO	13
6. INTERPRETAZIONE E INCERTEZZE	13
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	13
7.1 Fattori di amplificazione considerati per lo studio di MS	14
7.2 Elaborazione dei valori di HSM	15
7.3 Sintesi dei risultati	16
8. ELABORATI CARTOGRAFICI	16
8.1 carta delle velocità delle onde di taglio	16
8.2 carte di microzonazione sismica	17
8.3 carta della distribuzione dei valori di HSM	18

1. INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda unicamente l'aggiornamento degli elaborati di livello 2, che sono stati adeguati alle norme ed agli standard di rappresentazione vigenti, per la formazione del P.U.G. del Comune di Castelnuovo Rangone, secondo quanto richiesto da specifico incarico a firma del dirigente dell'Area Tecnica dell'Unione Terre di Castelli, Arch. Umberto Visone, formalizzato con determinazione n. 1212 del 06/12/2022.

Il lavoro di seguito descritto, svolto con il coordinamento del Dott. Alessandro Bellentani del comune di Castelnuovo Rangone, costituisce pertanto un aggiornamento parziale degli studi e degli elaborati pregressi di microzonazione sismica, realizzati a partire dal 2014, con modifiche fino all'ottobre 2015, dal Dott. Geol. Stefano Castagnetti, (da qui in avanti: "Studi 2014") ai quali si rimanda per ogni informazione di base non esplicitata nel presente lavoro.

La predisposizione e la redazione degli elaborati richiesti, sono state effettuate nel rispetto dei seguenti riferimenti tecnici:

Allegato A2 "Criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza di cui all'Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 532/2018 e Decreto del Capo della Protezione Civile del 9 agosto 2018"

Per quanto non specificato nel suddetto documento, i riferimenti tecnici per la realizzazione dello studio e per l'elaborazione e la redazione delle tavole cartografiche sono rappresentati dai seguenti testi:

- ✓ "Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.2", redatto dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica, da qui in avanti "Standard MS 4.2";
- ✓ "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica", approvato dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (Gruppo di lavoro MS, 2008; AA.VV., 2011), da qui in avanti "ICMS".
- ✓ "Microzonazione sismica - Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da amplificazione". Versione 2.0, redatto dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2022.

Nella redazione dello studio ci si è inoltre riferiti alle seguenti normative:

- ✓ Deliberazione della Giunta Regionale n. 476/2021 Aggiornamento dell'“Atto di Coordinamento Tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017) di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale 29 aprile 2019, n. 630”
- ✓ Deliberazione della Giunta Regionale n. 564/2021 Integrazione della propria deliberazione N. 476 del 12 aprile 2021 mediante approvazione dell'allegato A, "atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)"
- ✓ LR 30/10/2008 n.19 “Norme per la riduzione del Rischio Sismico”;
- ✓ LR 21/12/2017 n.24 “Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio”;
- ✓ DM del 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”.

1.1 Elaborati a corredo dello studio

Gli elaborati del presente aggiornamento parziale dello studio di microzonazione sismica per il Comune di Castelnuovo Rangone sono i seguenti:

- Relazione illustrativa
- Tavole cartografiche elencate in Tabella 1 e illustrate nel capitolo 8;

Elaborato cartografico	Scala
Carta di microzonazione sismica livello 2 – FA PGA	1:10.000
Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FA 0.1 – 0.5s	1:10.000
Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FA 0.4 – 0.8s	1:10.000
Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FA 0.7 – 1.1s	1:10.000
Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FA 0.5 – 1.5s	1:10.000
Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FH 0.1 – 0.5s	1:10.000
Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FH 0.5 – 1.0s	1:10.000
Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FH 0.5 – 1.5s	1:10.000
Carta della distribuzione dei valori di HSM	1:10.000
Carta di confronto CLE e HSM – Tav. A	1:5.000
Carta di confronto CLE e HSM – Tav. B	1:5.000
Carta di confronto CLE e HSM – Tav. C	1:5.000
Carta di confronto CLE e HSM – Tav. riassuntiva	1:10.000

Tabella 1 - Elaborati cartografici predisposti per il presente aggiornamento parziale dello studio di microzonazione sismica del comune di Castelnuovo Rangone

La base topografica di riferimento degli elaborati cartografici è costituita dai raster della Regione Emilia Romagna (DBT scala 1: 5.000 e 1:10.000), aggiornati al 2020, che sono stati georeferenziati secondo il sistema di riferimento richiesto, ovvero nelle coordinate “WGS_1984_UTM_Zone_33N”.

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO*

**si rimanda alla relazione illustrativa di Microzonazione Sismica prodotta dal Dott. Castagnetti, ottobre 2015*

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1. Inquadramento tettonico e strutturale

Secondo le note illustrative del foglio CARG 219 Sassuolo (G. Gasperi, G. Bettelli et alii; 2005) il territorio del comune di Castelnuovo Rangone (MO) appartiene al versante padano dell'Appennino settentrionale, nel quale l'assetto geologico e morfologico è determinato principalmente dalla sovrapposizione di falde tettoniche.

L'area comunale e le zone ad essa circostanti sono geologicamente attribuibili alle Unità Alloctone del Dominio Ligure (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 azioni deformative che hanno coinvolto la fascia delle strutture del margine appenninico, hanno generato un assetto generale a monoclinale immerso verso la pianura che è caratterizzato da strutture a sinclinali ed anticlinali blandamente pronunciate che a monte della fascia esaminata sono contraddistinte da una accentuata inclinazione verso nord/est, degli strati della Formazione delle Sabbie Gialle ora denominata nell'appennino occidentale Sintema di Costamezzana. Dette condizioni descrivono una striscia ad andamento appenninico praticamente rettilineo che definisce una fascia di flessura di importanza regionale che trova continuità ad occidente nella Linea dei Gessi. Nel sottosuolo dei territori a settentrione del sopracitato allineamento, sono presenti strutture antiformali e sinformi ad orientamento appenninico che coinvolgono anche i depositi quaternari continentali pleistocenici; le principali strutture nella zona in oggetto scorrono poco a meridione del margine comunale di Castelnuovo Rangone e risultano rappresentate dall'anticlinale di Ubersetto, con asse a direttrice ovest nord ovest – est sud est che transita presso Solignano nuovo e l'anticlinale di Castelvetro con asse sud est – nord ovest, che termina in corrispondenza del T. Tiepido. Le strutture compressive e le superfici di sovrascorrimento della coltre alloctona e delle successioni Epiligure e Neogenica del Margine Appenninico sono dislocate da faglie disgiuntive subverticali con direzione sia appenninica che antiappenninica. L'età di dette strutture è pertanto

almeno post – Pliocene inferiore e medio. Tali fasce di fagliazione si presentano spesso come zone di intensa fatturazione, talora senza rigetti importanti alla scala cartografica, che lungo le superfici di spostamento presentano componenti sia verticali che orizzontali. Queste strutture attive in periodi recenti hanno decisamente influenzato anche le geometrie del reticolo idrografico.

Le unità litostratigrafiche che costituiscono la fascia del basso appennino modenese e dell'alta pianura, ai quali appartiene anche il territorio di Castelnuovo Rangone, 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
 - Formazioni Pre Flysch ad Elmintoidi

La serie litostratigrafica delle successioni locali è riferita a quella adottata dal progetto CARG., Carta Geologica Regione Emilia Romagna. I tipi litologici delle successioni presenti nei dintorni del territorio studiato sono di seguito schematicamente descritti relativamente alle caratteristiche litotecniche salienti e riportate sinteticamente nella legenda della tav. 1.1: Carta Geologica.

SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO PADANO

UNITÀ QUATERNARIE CONTINENTALI

SUPERSINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO

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) (Olcene età radiometrica della base: 14.000-11.000 anni)

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

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

Depositi ghiaiosi e sabbioso ghiaiosi in corrispondenza delle aste fluviali (T. Tiepido – T. Grizzaga), costituiscono i terrazzi b2.

AES7b – UNITA' DI VIGNOLA (Pleistocene sup.- Olocene basale)

Ghiaie con matrice limo sabbiosa passanti distalmente e lateralmente a limi e limi sabbiosi.

Depositi fluviali terrazzati nelle zone meridionali del territorio e di conoide passanti lateralmente a interconoide nelle aree comunali centrali e settentrionali e distalmente a piana inondabile.

AES7a – UNITA' DI NIVIANO (Pleistocene sup.)

Depositi ghiaioso/sabbiosi di conoide e di interconoide dei Torrenti Tiepido e Grizzaga, che si arricchiscono in intercalazioni di orizzonti limosi - limoso argillosi in direzione nord nella fascia settentrionale del territorio comunale; contatto inferiore in discontinuità sulle unità più antiche.

AES6 – SUBSISTEMA DI BAZZANO (Pleistocene medio?)

Depositi prevalentemente ghiaioso – sabbiosi terrazzati e in parte di paleo conoide del Torrente Tiepido; il contatto inferiore è in discontinuità su unità più antiche, potenza inferiore a 10 metri.

SISTEMA EMILIANO ROMAGNOLO INFERIORE (AEI) (Pleistocene medio?)

Alternanze di ghiaie limoso/sabbiose e limi; contatto inferiore in discontinuità su

FSG e su FAA mediante una superficie di discontinuità di importanza regionale, potenza affiorante variabile da pochi metri a circa 100 m (T. Tiepido).

SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO

SISTEMA DI COSTAMEZZANA (CMZ) (Pleistocene inf?)

Ex Formazione delle Sabbie Gialle (FGS) degli Autori

Sabbie medie e medio fini ben selezionate con locale stratificazione obliqua, sovrapposte ciclicamente e giustapposte ad argille e limi grigio nerastri con intercalate lenti di ghiaie fini e medie sabbiose; depositi di delta conoide ad energia fluviale variabile da elevata a bassa e di ambiente lagunare. Contatto basale erosivo o netto e discordante sulle unità sottostanti; spessore inferiore a 200 m.

FORMAZIONE DELLA ARGILLE AZZURRE

Litozona argilloso marnosa – marnoso siltosa (FAA) (Pliocene inf. sup.- Pleistocene inf.)

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

Litozona arenaceo conglomeratica (FAAac) (Pliocene medio 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.

Membro di Monte Arnone (FAA7) (Pliocene medio sup.)

Corpo caotico costituito da brecce a matrice argillosa formato da materiali di provenienza ligure o epiligure, intercalazioni di peliti plioceniche.

Potenza variabile da pochi metri a qualche decina di metri.

SUCCESSIONE EPILIGURE

FORMAZIONE DEL TERMINA (TER) (Tortoniano)

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

Membro di Montardone (TER1) (Tortoniano – Messiniano Inf.)

Brecce 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)

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

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

Peliti e marne verdognole con patine mangesifere, stratificazione mal distinta.

Membro di Anconella (ANT4) (Chattiano)

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

FORMAZIONE DI RANZANO

Membro di Albergana (RAN4) (Rupeliano)

Alternanze pelitico arenacee in strati generalmente da molto sottili a medi passanti a peliti grigio scure. Rapporto A/P <<1. Potenza affiorante da poche decine di metri a oltre 100 metri.

MARNE DI MONTE PIANO (MMP) (Luteziano sup.- Bartoniano inf.)

Argille ed argille marnose rosate e verdi in sottili alternanze, recanti strati sottili di arenarie feldspatiche poco cementate verso l'alto stratigrafico le argille rosate passano gradualmente a marne siltose grigie. Contatto netto su B AI, in discontinuità su AVI.

BRECCE ARGILLOSE DI BAISO (BAI)

Membro di Pian di Setta (BAI2) (Luteziano sup.- Bartoniano)

Brecce poligeniche grigio scure a prevalente matrice argillosa, con clasti eterometrici di argille e calcilutiti fini derivanti da APA. Stratificazione mal distinguibile; potenza massima di oltre 500 metri. Contatto inferiore discordante sulle unità Liguri e su BAI1; interdigitazione con BAI1 e BAI6;

Membro della Val Fossa (BAI1) (Luteziano sup.- Bartoniano)

Brecce poligeniche grigio nerastre a matrice argillosa con clasti eterometrici di calcilutiti, argilliti e arenarie derivanti in prevalenza da AVV e subordinatamente da SCB; presenti inclusi riferibili a MMP; stratificazione mal distinguibile.

Potenza massima di alcune decine di metri. Contatto inferiore discordante e sulle unità Liguri, interdigitazione con BAI2 e BAI6.

DOMINIO LIGURE

FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI

ARGILLE VARICOLORI DI CASSIO (AVV) (Cenomaniano – Campaniano sup.)

Argilliti rosse verdi sottilmente stratificate, caotiche per intensa tettonizzazione; spessore stimabile in oltre 200 m, in parziale eteropia con SCB.

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

Alternanze arenaceo pelitiche/pelitico arenacee in strati da sottili a molto spessi, costituiti da arenarie fini molto fini passanti ad argille marnoso siltose grigi o scure; spessore oltre 250 m in eteropia su AVV.

La zona oggetto di studio si colloca nella fascia di alta pianura modenese in un settore influenzato dai fenomeni deposizionali del Torrente Tiepido che durante le fasi di esondazione ha deposto sedimenti a granulometria variabile da grossolana a fine con variabilità laterale elevata

Nel comune di Castelnuovo Rangone affiora la sola Successione Neogenico-Quaternaria del Margine Appenninico Padano.

Con riferimento alla cartografia geologica della Regione Emilia Romagna, nell'area in esame affiorano depositi appartenenti alle sotto riportate coperture quaternarie:

sigla	AES7b
nome	unità di Vignola
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Villa Verucchio - unità di Vignola
tipo	unità
descrizione	Unità costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi, e da limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie. Al tetto sono spesso presenti suoli decarbonatati di colore da rosso bruno a bruno scuro
legenda	AES7b - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Villa Verucchio - unità di Vignola
età	Pleistocene sup. - Olocene basale
sigla tessitura	L
tessitura	limo
deposito	deposito di piana inondabile in area interfluviale
ambiente	piana alluvionale

L'Unità di Vignola affiora esclusivamente tra la porzione Nord dell'abitato di Castelnuovo Rangone ed il margine settentrionale del territorio comunale.

sigla	AES8
nome	Subsintema di Ravenna
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna
tipo	subsintema
descrizione	Unità costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta spesso un suolo parzialmente decarbonatato non molto sviluppato di colore giallo-bruno
legenda	AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna
età	Pleistocene sup. - Olocene
sigla tessitura	L
tessitura	limo
deposito	deposito di piana inondabile in area interfluviale
ambiente	piana alluvionale

Il Subsintema di Ravenna rappresenta l'Unità geologica maggiormente diffusa nel territorio comunale ed interessa sia la porzione meridionale dell'abitato di Castelnuovo Rangone, sia l'intero centro abitato di Montale, che rappresentano le aree di maggior interesse per i presenti studi di microzonazione sismica.

sigla	AES8a
nome	unità di Modena
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
tipo	unità
descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
età	Olocene
sigla tessitura	SLA
tessitura	sabbia limoso-argillosa
deposito	deposito di tracimazioni fluviali indifferenziate
ambiente	piana alluvionale

L'unità di Modena affiora sulle sponde del Torrente Tiepido e costituisce una fascia ad andamento N-S, scarsamente antropizzata, che taglia in due porzioni distinte il comune di Castelnuovo Rangone.

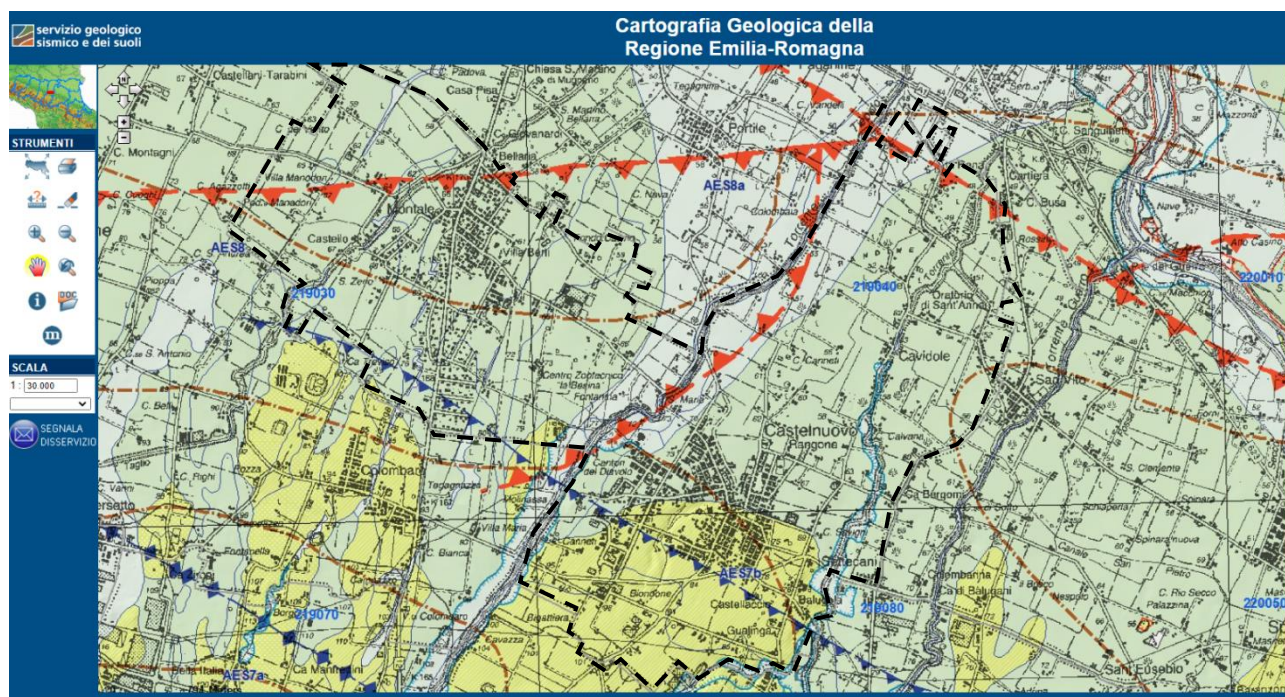


Figura 1- Cartografia geologica della Regione Emilia- Romagna

LEGENDA

-----	confine comunale
Linee geomorf./antrop. (50K)	
—	orlo di scarpata di cava certo
—	orlo di terrazzo fluviale certo
Isolinee di unità del sottosuolo (50k)	
—	isobata della base del pliocene
Elementi strutturali (50K)	
▼	sovrascorrimento profondo post-tortoniano dedotto
◆	traccia di superficie assiale di anticlinale con asse orizzontale certa
◆	traccia di superficie assiale di anticlinale con asse orizzontale sepolta
Limiti di unità geologiche (50K)	
—	contatto con area non rilevabile
—	contatto stratigrafico o litologico certo
▼	sovrascorrimento principale sepolto
Unità geologiche (50K)	
■	AES6 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsinema di Bazzano

	AES7a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Villa Verucchio - unità di Niviano
	AES7b - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Villa Verucchio - unità di Vignola
	AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna
	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
	h3 - Cava riempita

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI*

**si rimanda al capitolo 3 della relazione illustrativa di Microzonazione Sismica prodotta dal Dott. Castagnetti, ottobre 2015*

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO*

**si rimanda al capitolo 4 della relazione illustrativa di Microzonazione Sismica prodotta dal Dott. Castagnetti, ottobre 2015*

6. INTERPRETAZIONE E INCERTEZZE

Tenuto conto di quanto già espresso dal Dott. Castagnetti nella relazione illustrativa degli “Studi 2014” in merito ai criteri di elaborazione delle indagini utilizzate per la determinazione della stratigrafia e dei valori di Vs, nella redazione del presente lavoro si è cercato di mantenere coerenza tra i dati puntuali e lineari disponibili ed il contesto descritto sia dalla Carta geologico-tecnica con relative sezioni, del febbraio 2015, sia dalla Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, del febbraio 2015.

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Il presente aggiornamento dello studio sismico di livello 2 degli “Studi 2014” ha consentito di calcolare i fattori di amplificazione sismica delle MOPS precedentemente individuate, mediante gli abachi predisposti dalla Regione Emilia-Romagna e riportati nella DGR 476/2021 (Allegato A2), che costituiscono un aggiornamento, anche metodologico, rispetto a quelli allegati alla DAL 112/2007 e alla DGR 2193/2015, precedentemente utilizzati per gli “Studi 2014”.

I paragrafi del presente capitolo illustrano i risultati dello studio e le metodologie di elaborazione utilizzate per determinare i diversi fattori di amplificazione sul territorio.

7.1 Fattori di amplificazione considerati per lo studio di MS

I fattori di amplificazione considerati nel presente approfondimento sono quelli indicati nella DGR regionale n. 476/2021; questi vengono calcolati per un tempo di ritorno dell'evento sismico pari a $T_r = 475$ (con smorzamento $\zeta = 5\%$) e sono così elencati:

- **FA PGA:** rapporto tra la massima ampiezza dell'accelerazione ricavata alla superficie del deposito e ricavata sull'affioramento "rigido" (PGA/PGA0). Il fattore di amplificazione dipende dalla frequenza di eccitazione armonica, dal fattore di smorzamento D e dal rapporto tra l'impedenza sismica, prodotto tra densità-velocità, della roccia base e quella del deposito;

- **FA_{T1-T2}:** Rapporto dell'intensità spettrale in accelerazione ricavata alla superficie del deposito e ricavata sull'affioramento "rigido". I fattori di amplificazione calcolati si riferiscono ai seguenti intervalli di integrazione del periodo proprio T:

SA1: 0,1s-0,5s [FA0105]

SA2: 0,4s-0,8s [FA0408]

SA3: 0,7s-1,1s [FA0711]

SA4: 0.5s-1.5s [FA0515]

- **FH_{T1-T2}:** Intensità spettrale di Housner, indicatore della pericolosità sismica, definito come l'area sottesa dello spettro di risposta di pseudovelocità per determinati periodi dello scuotimento. Nel nostro caso, si devono determinare i fattori di amplificazione per i seguenti intervalli di integrazione del periodo proprio T:

SI1: 0,1s-0,5s [FH0105]

SI2: 0,5s-1,0s [FH0510]

SI3: 0,5s-1,5s [FH0515]

7.1.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali: calcolo dei fattori di amplificazione

Ai fini dei calcoli dei fattori di amplificazione sono stati utilizzati gli Abachi presenti nell'allegato 2 della DGR regionale n. 476/2021, con particolare riferimento al paragrafo A2.1.2. – MARGINE di tipo B, che vengono sotto riportati:

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

Fattore di Amplificazione **PGA**

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5
SA2	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7
SA3	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1
SA4	3,0	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9

Fattori di Amplificazione **SA1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), **SA2** ($0,4s \leq T \leq 0,8s$), **SA3** ($0,7s \leq T \leq 1,1s$) e **SA4** ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6
SI2	2,9	2,8	2,5	2,3	2,1	2,0
SI3	3,3	3,1	2,7	2,4	2,2	2,0

Fattori di Amplificazione **SI1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), **SI2** ($0,5s \leq T \leq 1,0s$), **SI3** ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

7.2 Elaborazione dei valori di HSM

L'aggiornamento in oggetto ha comportato la determinazione dei valori di HSM (Naso et al., 2019), parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in %g), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity (ASIUHS), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0,1s \leq T \leq 0,5s$, diviso per ΔT (in questo caso pari a $0,4s$) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

I valori di $ASI_{UHS}/\Delta T$, calcolati per ogni punto della griglia INGV, sono riportati nel file `all_4_coord.kmz` (cartella `Allegato_4.zip`) disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

Il vantaggio nell'utilizzo di questo nuovo parametro consiste nel fatto che esprime lo scuotimento atteso con valori assoluti, in termini di accelerazione (g), e quindi permette una vera e propria classificazione della pericolosità sismica locale, per TR=475 anni.

7.3 Sintesi dei risultati

I criteri di elaborazione dei dati precedentemente descritti hanno fornito i risultati espressi nella Tabella 2, sotto riportata:

ZONA	SETTORE	Vs30	FA PGA	FA 0105	FA 0408	FA 0711	FA 0515	FH 0105	FH 0510	FH 0515	HSM
2001	MARGINE B	350	1.6	1.7	1.9	2.3	2.1	1.7	2.1	2.2	0.55-0.70
2002		300	1.6	1.7	2.1	2.4	2.3	1.8	2.3	2.4	
2003											

Tabella 2 – Sintesi dei risultati

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

A corredo del presente studio di aggiornamento sono stati prodotti gli elaborati cartografici elencati in Tab. 1, per i quali si è adottata una scala 1:10.000, risultata la più adatta a garantire sia un buon grado di dettaglio e di leggibilità, unito comunque alla praticità di mantenere nello stesso foglio tutti gli areali sottoposti a studio, sia uniformità con gli “Studi 2014” che restano validi per il primo livello di approfondimento e per l’analisi della Condizione Limite per l’Emergenza. Per le carte di confronto tra CLE e HSM sono state redatte tre tavole a scala 1:5.000 con lo scopo di rendere maggiormente visibili le strutture e le infrastrutture strategiche. Tale lavoro ha comportato l’aggiornamento ai più recenti standard di rappresentazione delle carte di CLE edite negli studi 2014, che comunque restano valide a livello di contenuti.

8.1 Carta delle velocità delle onde di taglio

Questa riporta i valori puntuali della VS30 (velocità media equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m a partire dal piano campagna) ricavata dalle indagini sismiche (RE.MI, MASW e misure di microtremore a stazione singola).

Non dovendo apportare modifiche è stata mantenuta sia la carta già prodotta negli “Studi 2014”.

8.2 Carte di microzonazione sismica

Costituiscono il risultato dell'analisi di microzonazione sismica di secondo livello suddividendo i territori studiati in "zone" caratterizzate da ugual fattore di amplificazione.

Come specificato nel capitolo 1, in ossequio alle linee guida regionali (D.G.R. n. 476/2021 e 564/2021), per il comune di Castelnuovo Rangone sono state realizzate ex novo, con le procedure descritte al capitolo 7., le seguenti cartografie:

8.2.1 Carta di FA PGA

Trattandosi di un territorio piuttosto omogeneo la carta in esame presenta, all'interno degli areali studiati valori molto simili, ricompresi nella classe 1.5 -1.6. In questo caso non sussistono differenze con i risultati esposti negli "Studi 2014".

8.2.2 Carta di FA 0.1 – 0.5 s

I fattori di amplificazione calcolati nell'intervallo di integrazione del periodo compreso tra 0.1 e 0.5s presentano una distribuzione dei valori ricompresi nella classe 1.7 -1.8, come negli studi precedenti.

8.2.3 Carta di FA 0.4 – 0.8 s

In questo caso si assiste ad una prevalenza della classe 1.9 – 2.0, riferibile alla zona 2001 a maggiore diffusione nel territorio esaminato.

Nella fascia orientale del Comune di Castelnuovo Rangone sono presenti areali minori, riferibili alla zona 2002, dove i valori di $FA_{0.408}$ passano alla classe 2.1 – 2.2.

8.2.4 Carta di FA 0.7 – 1.1 s

Nell'intervallo temporale considerato la distribuzione dei valori si presenta uniforme risultando ricompresa nella classe 2.3 – 2.4 su tutto il territorio esaminato.

8.2.5 Carta di FA 0.5 – 1.5 s

Anche in questo caso la distribuzione dei valori si presenta uniforme risultando integralmente ricompresa nella classe 1.7 – 1.8.

8.2.6 Carta di FH 0.1 – 0.5 s

In termini di Intensità di Housner, nell'intervallo considerato, la carta ottenuta presenta dei valori omogenei in tutti gli areali, con valori di amplificazione di 1.7 – 1.8.

8.2.7 Carta di FH 0.5 – 1.0 s

In questo intervallo sussiste una prevalenza della classe 2.1 – 2.2, riferibile alla zona 2001, a maggiore diffusione nel territorio esaminato.

Nella fascia orientale del Comune di Castelnuovo Rangone sono presenti areali minori, riferibili alla zona 2002, dove i valori rientrano invece nella classe 2.3 – 2.4.

8.2.8 Carta di FH 0.5 – 1.5 s

Come nell'intervallo precedente si rileva una prevalenza della classe 2.1 – 2.2, riferibile alla zona 2001, a maggiore diffusione nel territorio esaminato. Nella fascia orientale del Comune di Castelnuovo Rangone sono presenti areali minori, riferibili alla zona 2002, dove i valori rientrano invece nella classe 2.3 – 2.4.

8.3 Carta della distribuzione dei valori di HSM

La carta del parametro HSM per lo scuotimento atteso (per $0,1s \leq T \leq 0,5s$) è interamente ricompresa nella classe 0.55 – 0.70 (espressa in g).

8.3.1 Carte di confronto tra HSM e CLE

Come specificato in precedenza nelle tavole di confronto realizzate per il presente lavoro, le carte di CLE edite negli “studi 2014”, tuttora valide, sono state aggiornate ai più recenti standard di rappresentazione informatica.

In conclusione le elaborazioni evidenziano valori di amplificazione piuttosto omogenei su tutto il territorio comunale. Negli intervalli temporali maggiori/uguali a 0.4-0.8s i valori di FA ed FH subiscono degli incrementi in corrispondenza delle aree site nella fascia orientale del Comune di Castelnuovo Rangone, dove prevalgono i terreni delle Zone 2002 e 2003.

Modena, Dicembre 2022

Dott. Geol. Andrea Zanotti

