

Comune di CASTEL CASTAGNA (Provincia di Teramo),

Delibera di C.C. n. 5 del 29.01.2020

PIANO REGOLATORE GENERALE



RELAZIONE GEOLOGICA

CONSULENZA GEOLOGICA - Dr. Geol. Massimiliano FAZZINI PhD

Studio di Geologia Dr. Geol. Massimiliano Fazzini PhD
Via G, Marradi, 11 –San Benedetto del Tronto (AP)
Tel- 338 1334319 E mail : fzzmsm@unife.it – maxfazzini@epap.pec.it

Dott. Geol. Massimiliano FAZZINI PhD

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Fazzini'.



1. SOMMARIO

1.	SOMMARIO.....	2
2.	PREMESSA.....	3
3.	METODOLOGIE DI INDAGINE.....	4
3.1.	Prima Fase: materiale reperito.....	5
3.2.	Seconda Fase: rilevamento in situ.....	5
3.3.	Terza Fase: elaborazione dati.....	6
4.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	6
5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	10
5.1.	Stratigrafia - Depositi terrigeni sin-orogenici di avanfossa.....	14
5.2.	Stratigrafia del quaternario continentale.....	16
5.3.	Sismicità storica dell'area di studio.....	17
5.4.	La sequenza sismica del 2016.....	22
5.5.	Definizione delle Categorie di sottosuolo secondo le NTC 2018.....	31
5.6.	Dati geotecnici e geofisici.....	33
5.7.	Carte delle microzonazioni sismiche.....	34
5.7.1.	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.....	34
5.7.2.	Carta delle Microzonazione sismica.....	36
6.	CARATTERISTICHE CLIMATICHE ED IDROGEOLOGICHE.....	39
6.1.	Lineamenti climatici.....	39
6.2.	Caratterizzazione idrogeologica.....	41
6.2.1.	Complessi idrogeologici individuati nell'area in esame.....	41
6.2.2.	Caratteristiche dei fossi e dei canali esaminati.....	44
7.	VINCOLI E PRESCRIZIONI PRESENTI.....	45
7.1.	Analisi del P.A.I (Piano Assetto Idrogeologico).....	45
7.1.1.	Piano Stralcio Difesa Alluvioni.....	46
7.2.	Analisi del P.T.P.....	47
7.3.	Analisi della "Carta del Vincolo Idrogeologico-Forestale e Zone Sismiche".....	50
8.	ELABORATI CARTOGRAFICI.....	51
8.1.	Mappe tematiche.....	51
8.2.	Mappe di sintesi.....	52
9.	CONCLUSIONI.....	56

2. PREMESSA.

Su incarico dell'Amministrazione Comunale del comune di Castel Castagna (TE) mediante Determina n. 5 del 29 gennaio 2020 del Settore Area Tecnica è stato redatto il presente elaborato il quale è parte integrante dell'incarico affidatomi avente come oggetto: "Redazione della Relazione geologica. L'indagine in oggetto, commissionata dall'Amministrazione Comunale di Castel Castagna (TE), prende in esame l'intero territorio comunale, situato nell'area medio collinare interna della provincia di Teramo.

La presente relazione si prefigge di descrivere in modo dettagliato ciascun aspetto del territorio attraverso una caratterizzazione idro-morfo-geologica dell'area investigata a cui segue un'analisi dettagliata ed una descrizione delle metodologie usate nella valutazione geologica del territorio.

Infine, si illustrano gli elaborati cartografici in allegato, nell'intento di supportare e implementare i dati riassunti nelle carte tematiche.

Lo scopo ultimo dello studio è di acquisire gli elementi atti a valutare le condizioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche ed idrogeologiche del territorio fisico comunale.

L'indagine si è articolata nelle seguenti fasi:

- *analisi di studi e lavori precedentemente effettuati ed eseguiti da diversi geologi;*
- *rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico del sito in esame, effettuato in base agli affioramenti esistenti e alle differenti tipologie di rilevamento;*
- *analisi di indagini geognostiche e geotecniche effettuate in diverse aree del territorio comunale;*
- *analisi di indagini effettuate precedentemente, in particolare in occasione della redazione della microzonazione sismica del terzo livello-*

Tutto ciò consente di fornire un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico d'insieme del territorio comunale di Castel Castagna, una valutazione della sua pericolosità e una proposta normativa per quanto attinente alla disciplina da inserire nelle normative tecniche di attuazione (NTA) del NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE.

3. METODOLOGIE DI INDAGINE.

Lo studio geologico per il “NUOVO PIANO REGOLATORE GENERALE” si è basato sull’analisi delle caratteristiche geolitologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e antropiche dell’intero territorio comunale di Castel Castagna.

In particolare il lavoro è stato strutturato in due fasi: la prima è stata svolta principalmente come attività di campagna, mentre la seconda è consistita nell’elaborazione dei dati e del materiale raccolto dalla bibliografia e dalle ricognizioni effettuate.

La prima fase dello studio è consistita nell’analisi dei dati derivanti da lavori e studi realizzati precedentemente da diversi Geologi, integrata dal rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio del territorio oggetto dello studio, con particolare riguardo al rilevamento delle condizioni di stabilità dei versanti e delle caratteristiche idrauliche generali dei corsi d’acqua, artificiali e naturali, presenti nel territorio comunale

La seconda fase del lavoro si è articolata nelle seguenti parti:

- creazione tramite GIS (QGIS 3.22.7 “Bialowieza”) di geodatabase, ottenuto mediante implementazione dei dati raccolti in campagna tramite schede cartacee e derivanti da indagini pregresse;
- elaborazione dei dati suddetti;
- stesura di carte tematiche dell’area in esame in scala 1:6'000 (UTM32 – WGS 84).

Per quanto riguarda l’ultimo punto, sono state prodotte le seguenti carte tematiche, allegate alla presente relazione:

- 1) Carta Topografica;
- 2) Carta Geologica
- 3) Carta Geomorfologica;
- 4) Carta delle Acclività;
- 5) Carta del Rischio di fenomeni gravitativi (da PAI);
- 6) Carta idrogeologica;
- 7) - Tavola 1 – carta delle indagini (da MZS 3°livello)
- 8) Carta dei Vincoli idrogeologici (da PAI e PSDA);
- 9) - Tavola 4 – Carta delle MOPS (da MZS 3°livello)

Sono poi state infine prodotte le seguenti carte di sintesi:

- 10) Carta di Trasposizione delle Scarpate
- 11) Carta dell’idoneità territoriale (pericolosità)

12) Carta dell'Edificabilità

Infine, dal lavoro di Microzonazione sismica - terzo livello sono state estrapolate anche le seguenti cartografie:

Tavola 2 – Carta geologico – tecnica (completa di n°5 sezioni geologiche A-A'-E-E')

Tavole 5-7 - Carte delle microzonazioni sismiche del terzo livello – per le FA 0.1-0.5, 0.4-0.8, 0.7-1.1

3.1. Prima Fase: materiale reperito.

La stesura del presente lavoro non ha potuto prescindere dal reperimento e dalla consultazione dei seguenti elaborati:

- Piano Territoriale della Provincia di Teramo (2001);
 - Studio dell'ambiente geologico, geomorfologico ed idrogeologico della Provincia di Teramo (1998) del Dott. Leo Adamoli;
 - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini abruzzesi di rilievo regionale e del bacino interregionale del Fiume Sangro (L.18 maggio 1989 n°183, art.17, comma 6 ter);
 - Carta "Schema Idrogeologico della Provincia di Teramo" (lavoro svolto dall'unità operativa n° 10 N CNR – Responsabile Prof. T. Nanni, collaboratori G. Desiderio, C. Folchi Vici, G. Marrone, T. Nanni, S. Rusi);
 - Studio di Microzonazione Sismica, livello 3, effettuato per alcune porzioni di territorio amministrativo comunale da parte dallo Scrivente

È stata altresì effettuata una sommaria analisi storica degli eventi franosi e di quelli che hanno prodotto esondazione in corrispondenza di fiumi e fossi, anche segnalati dagli stessi abitanti del territorio comunale.

3.2. Seconda Fase: rilevamento in situ.

Il rilevamento morfo-idro-geologico è stato condotto utilizzando come base la Cartografia Tecnica Regionale, edita dalla Regione Abruzzo, in scala 1:5.000, e avvalendosi anche della consultazione delle foto aeree del Comune di Castel Castagna, disponibili sul sito della regione Abruzzo.

Tale lavoro è stato incentrato sullo studio della morfologia delle aree collinari e fluviali (in particolare il Fiume Mavone e i suoi affluenti, nonché i torrenti e i fossi minori che insistono

sul territorio comunale). Di questi ultimi sono stati analizzati gli aspetti morfologici – in particolare le scarpate – e idraulici, rivolgendo particolare attenzione alle caratteristiche e alle condizioni dell'alveo, nonché alla tipologia della copertura vegetale ripariale e all'eventuale presenza di opere antropiche.

Il rilevamento di campagna e le analisi aerofotogrammetriche sono state eseguite nell'estate 2019 attraverso osservazioni puntuali prevalentemente destinate al rilevamento più corretto possibile delle alternanze litologiche tra membri maggiormente pelitici piuttosto che arenacei all'interno della formazione della Laga s.l. che interessa l'intero territorio comunale al fine di ottenere una mappatura continua e corretta di tutto il territorio

3.3. Terza Fase: elaborazione dati.

L'elaborazione dei dati raccolti in campagna è stata effettuata attraverso l'utilizzo di supporto informatico (QGIS).

I dati derivanti dalle analisi geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche sono stati implementati in una banca dati cogeoreferenziata (UTM 32 N – WGS84). Questo metodo ha permesso di accrescere il livello di conoscenza territoriale tramite la riqualificazione dei dati ambientali disponibili e prodotti sino ad ora, inserendoli in un unico formato (shapefiles per i dati vettoriali, GeoTIF per i raster) che ha la peculiarità di essere aggiornabile, di facile accesso e fruibile all'utente.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Castel Castagna si estende su una superficie di circa 18,16 km² e consta, oltre al capoluogo comunale, di 6 frazioni: Castagna Vecchia, Chiavoni, Ronzano, Santa Maria, Scaricasale e Villa Ruzzi, oltre a case sparse.

Le quote oscillano tra i 220 m s.l.m. dell'abitato di Santa Maria ed i 608 m s.l.m. circa del belvedere, ubicato sopra la frazione di Scaricasale, in un territorio prettamente collinare a morfologia complessivamente articolata ma non particolarmente acclive (Fig.1).

Da un punto di vista cartografico, la quasi totalità del contesto amministrativo ricade nei seguenti fogli topografici della C.T.R. Regione Abruzzo alla scala 1:5.000, che hanno costituito la base cartografica di tutte le mappe elaborate, insieme con il Modello Digitale del Rilievo prodotto dall'INGV per l'intero territorio nazionale (progetto TINItaly).

- 350012;
- 350023;

- 350051;
- 352054;
- 350064.



Figura 1 - Visione generale del territorio comunale

Da un punto di vista orografico alla mesoscala, l'area ricade nel settore di fascia pedemontana adriatica, compresa tra la dorsale della Montagna dei Fiori a nord-ovest, il versante settentrionale della catena del Gran sasso a sud-ovest e la costa medio- adriatica ad est (Fig. 2). Alla scala locale, il territorio è delimitato a nord e ad ovest dal fondo valle del Torrente Mavone, affluente in destra idrografica del Fiume Vomano mentre il confine amministrativo a sud ed ad est corre lungo la zona di spartiacque secondario tra l'appena citato fiume Mavone ed il torrente Chiarino, affluente in sinistra orografica del Fiume Tavo.

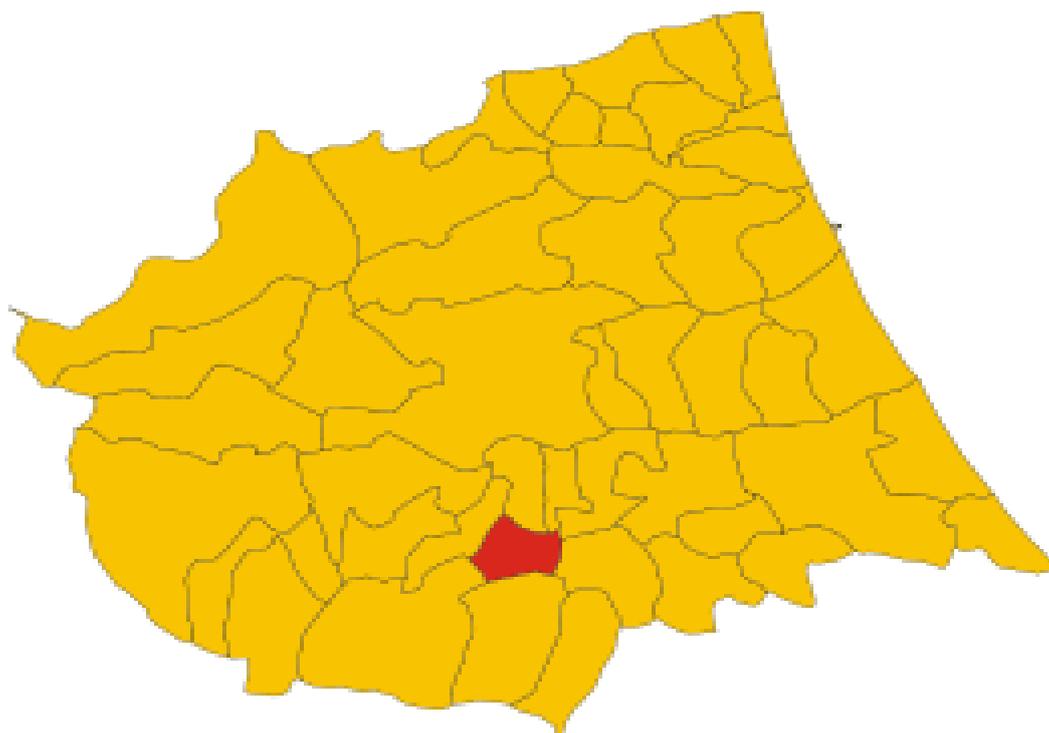


Figura 2 - Ubicazione del comune di Castel Castagna all'interno della provincia di Teramo (fonte wikipedia)



Figura 3: Mappa del rilievo

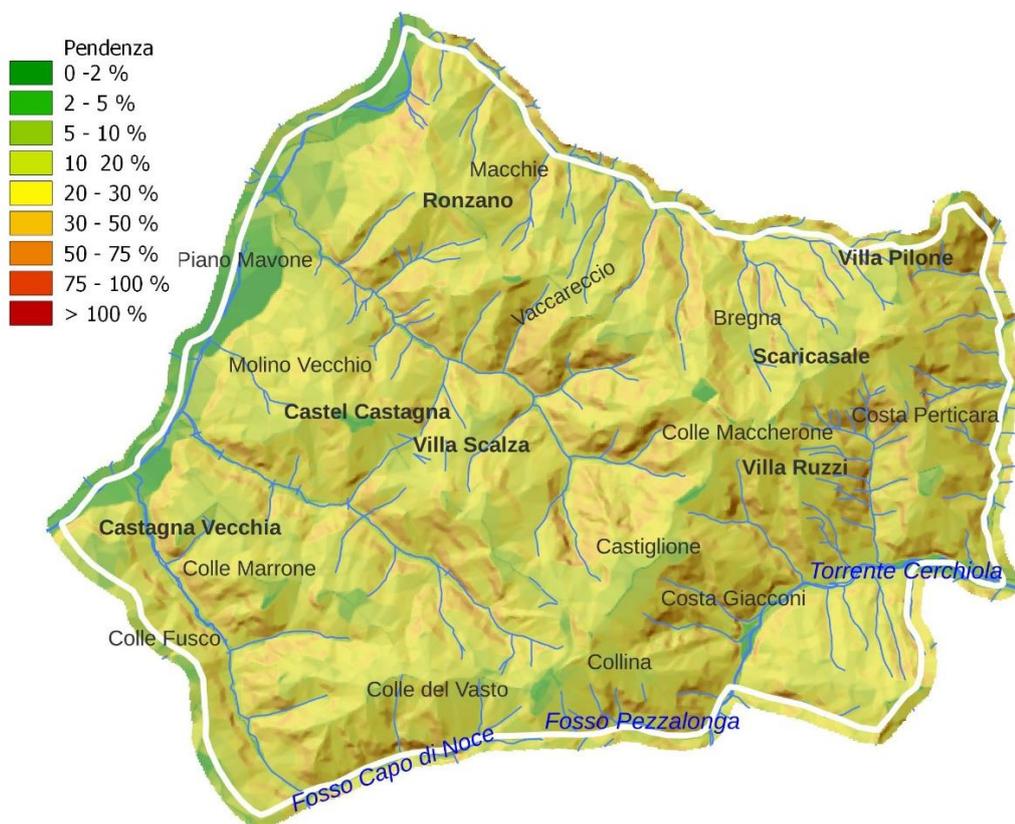


Figura 4: Mappa delle acclività

L'orografia dell'area si presenta piuttosto uniforme, caratterizzata da una serie di rilievi collinari allungati in direzione circa OSO-ENE e NNO-SSE, separati da ampie valli a decorso antiappenninico mentre le valli secondarie dei corsi d'acqua tributari presentano in genere direzione da NNO-SSE a NO-SE (Fig. 3).

La distribuzione delle acclività dei versanti, generalmente medio-bassa, è piuttosto regolare; le ampie piane di fondovalle dei corsi d'acqua principali, mostrano pendenze che non superano il 10%; le aree collinari si presentano più articolate con pendenze comprese tra 10% e 40%; solo localmente sui versanti delle valli secondarie si individuano pendenze comprese tra il 40% ed il 60% o lievemente superiore a tale ultimo valore (Fig. 4).

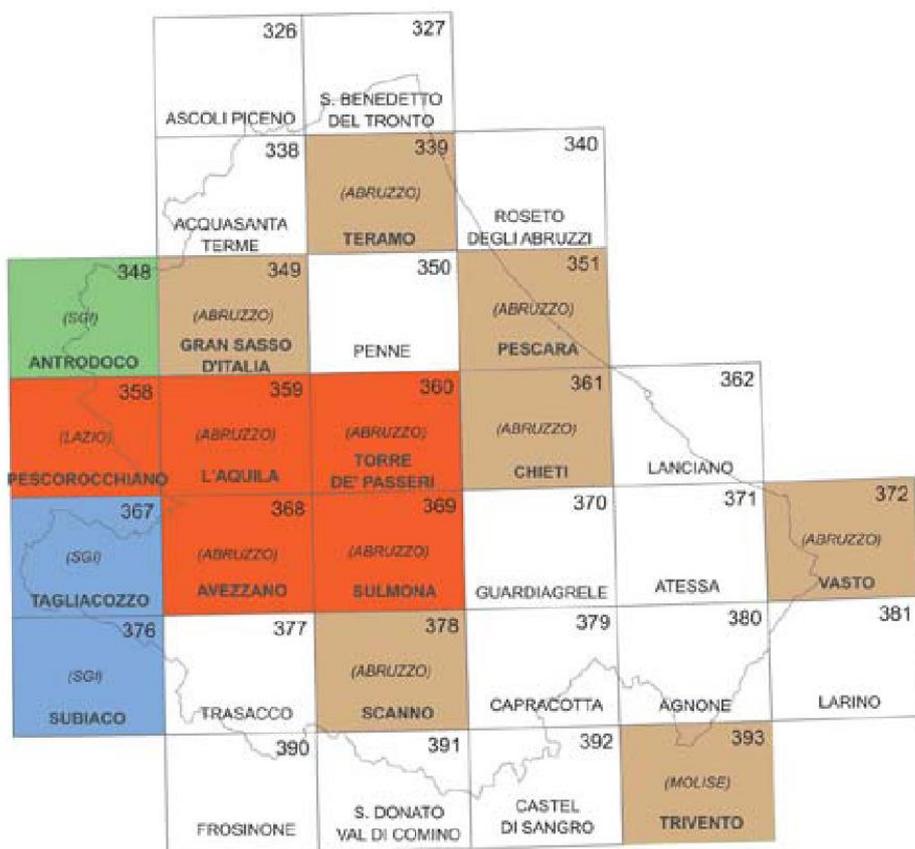
La tettonica quaternaria ha notevolmente condizionato l'assetto morfostrutturale, così come anche l'attuale conformazione del reticolo idrografico dell'intera porzione di territorio compresa tra il massiccio del Gran Sasso d'Italia e la costa adriatica, con le varie fasi di erosione e deposizione derivanti dall'azione combinata del sollevamento regionale e delle variazioni climatiche.

All'inizio del Pleistocene inferiore i primi movimenti distensivi sono associati al sollevamento regionale, già attivo a partire dalla fine del Pliocene medio, ma particolarmente intenso tra la fine del Pleistocene inferiore e l'inizio del Pleistocene medio quando si manifesta una progressiva diminuzione della profondità degli ambienti di sedimentazione, che da condizioni relativamente profonde passano ad ambienti litorali. Il sollevamento dell'area interna durante il Pliocene inferiore ha prodotto una morfologia generalmente poco complessa con dislivelli poco accentuati ed energia di rilievo modesta; tra il Pliocene medio ed il Pleistocene basale nel settore in esame persistono fenomeni di erosione areale successivamente alle quali si avranno erosioni di tipo lineare così intensi da incidere localmente il substrato.

Relativamente all'estensione delle scarpate di varia natura (fluviali, con influenza strutturale, da frana e artificiali), si evidenzia che facendo riferimento alla nota protocollo RA 132630 del 19.05.2015 - in cui il Commissario Liquidatore dell'Autorità di Bacino stabilisce nuove procedure per la trasposizione delle scarpate morfologiche e l'apposizione delle relative fasce di rispetto (art. 20 co. 1 e allegato F delle Norme di Attuazione del PAI). - la lunghezza lineare totale delle scarpate risulta essere di circa 34355 mt, con la relativa fascia di rispetto pari a circa 231,3 ha.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.

La cartografia geologica di riferimento per l'area in esame è a tutt'oggi costituita dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, che comprende il territorio comunale di Castel Castagna nel Foglio 140 Teramo; la carta è piuttosto datata, risalendo agli anni sessanta e ad una scala non compatibile con il dettaglio richiesto per il presente studio. Al 1998 risale, invece, la pubblicazione della "Carta geologica dell'Abruzzo"; è inoltre in corso di rilevamento e pubblicazione la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, progetto CARG (Cartografia Geologica) a cura dell'ISPRA, ma per quanto concerne il territorio abruzzese sono attualmente disponibili solo alcune carte, tanto che lo stesso Comune di Castel Castagna, ricadente nel futuro foglio Penne, non viene ancora coperto da tale cartografia (Figura 5).



LEGENDA

Fogli realizzati secondo le normative del Progetto CARG

- Stampato - pubblicato su web
- In attesa di stampa - pubblicato su web
- In allestimento per la stampa - pubblicato su web
- In corso di realizzazione

Figura 5: Quadro d'unione della Cartografia geologica regionale (CARG) - scala 1:50.000

L'assetto geologico-strutturale del territorio di Castel Castagna deriva dall'evoluzione prevalentemente mio - pliocenica di un sistema orogenico (catena - avanfossa - avampaese) avente vergenza adriatica (fig.6).

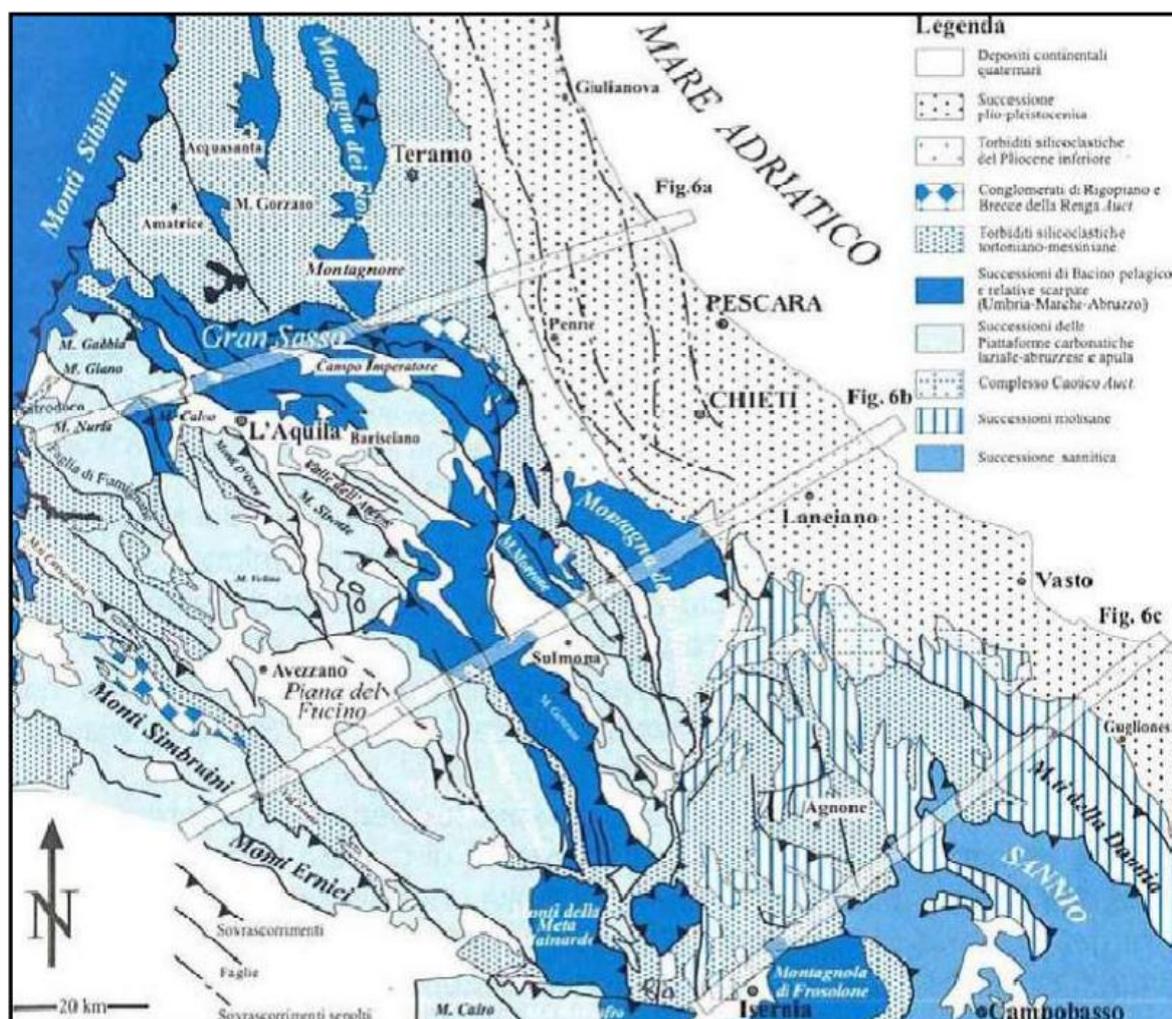


Figura 6 - Schema geologico strutturale dell'Appennino abruzzese (da Crescenti, 2003)

In particolare, l'evoluzione geodinamica del settore centro-appenninico di cui il territorio in esame fa parte, è stata essenzialmente controllata dalla presenza di due unità paleogeografico-strutturali (Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e Bacino pelagico umbro-marchigiano), che si sono sviluppate a partire dal Trias superiore sul margine meridionale passivo dell'antico oceano Tetide in fase di espansione, e dalla cui interazione, nella successiva fase compressiva mio-pliocenica è nata quella parte dell'Appennino centrale, il cui settore in studio costituisce indubbiamente una delle aree più complesse ed interessanti sotto il profilo scientifico.

In tale settore s'individua, infatti, un complesso edificio a thrust rappresentato dalla sovrapposizione, tramite importanti sovrascorrimenti, di tre principali unità stratigrafico-strutturali, a loro volta suddivise in unità minori da altri sovrascorrimenti. Le unità in

Dr. Geol. Massimiliano FAZZINI

questione si indentificano nell'Unità del Gran Sasso, situata a quote più elevate ed in posizione geograficamente più interna, l'Unità della Laga, in posizione intermedia, e l'Unità del Cellino che costituisce l'elemento inferiore e più esterno rispetto al massiccio montuoso. l'Unità della Laga è caratterizzata dalla presenza di *thrust* al cui fronte settentrionale è presente una serie di pieghe anticlinali con il fianco rovesciato e dislocato sull'antistante sinclinale; l'assetto strutturale è quello di un ampio sinclinorio, ad occidente, che si raccorda tramite un anticlinale rovesciata, sopra scorsa verso est sulla più esterna struttura sinclinalica di Miano- Basciano (*Thrust* di Teramo).

È noto come la dorsale della Montagna dei Fiori, avente andamento generale nord-sud, divida il bacino delle Laga in due sottobacini caratterizzati da sedimentazione differente (ben evidente nei territori di studio del Comune di Castel Castagna); il settore ovest arenaceo marnosa ed il settore est pelitico arenaceo. Così, l'unità della Laga sovrascorre verso est all'unità del Cellino con un piano di accavallamento avente sempre direzione nord-sud (Fig. 6).

Nell'area oggetto dello studio, la Formazione della Laga è strutturalmente caratterizzata da un sovrascorrimento corrente lungo il Fosso Leomogna e da varie strutture plicative tipiche dell'Unità Messiniana. Lungo il Fiume Mavone affiorano sedimenti continentali di età quaternaria identificabili in 3 ordini di terrazzo; la tettonica quaternaria ha fortemente condizionato l'assetto morfostrutturale, come anche l'attuale reticolo idrografico, della porzione di territorio compresa tra la catena e la costa adriatica, con le varie fasi di erosione e deposizione sono l'azione combinata del sollevamento regionale e delle ad occidente, che si raccorda tramite un anticlinale rovesciata, sopra scorsa verso est sulla più esterna struttura sinclinalica di Miano- Basciano (*Thrust* di Teramo).

È noto come la dorsale della Montagna dei Fiori, avente andamento generale nord-sud, divida il bacino della Laga in due sottobacini caratterizzati da sedimentazione differente (ben evidente nei territori di studio del Comune di Castel Castagna); il settore ovest arenaceo marnosa ed il settore est pelitico-arenaceo. Così, l'unità della Laga sovrascorre verso est all'unità del Cellino con un piano di accavallamento avente sempre direzione nord-sud (Figura 7).

Nell'area oggetto dello studio, la Formazione della Laga è strutturalmente caratterizzata da un sovrascorrimento corrente lungo il Fosso Leomogna e da varie strutture plicative tipiche dell'Unità Messiniana. Lungo il Fiume Mavone affiorano sedimenti continentali di età quaternaria identificabili in tre ordini di terrazzo; la tettonica quaternaria ha fortemente condizionato l'assetto morfostrutturale, come anche l'attuale reticolo idrografico, della

porzione di territorio compresa tra la catena e la costa adriatica, con le varie fasi di erosione e deposizione sono l'azione combinata del sollevamento regionale e delle variazioni climatiche quaternarie.

Dalla lettura della carta geologico-tecnica prodotta nel primo livello dello studio di microzonazione sismica, risulta evidente come le unità che dominano l'area di studio si identifichino nelle alternanze torbiditiche di arenarie e marne argillose appartenenti ai depositi della Laga. Le stratificazioni presentano in prevalenza direzione circa nord-sud immersione est e pendenza compresa tra i 25° - 80°, con alcune variazioni locali.

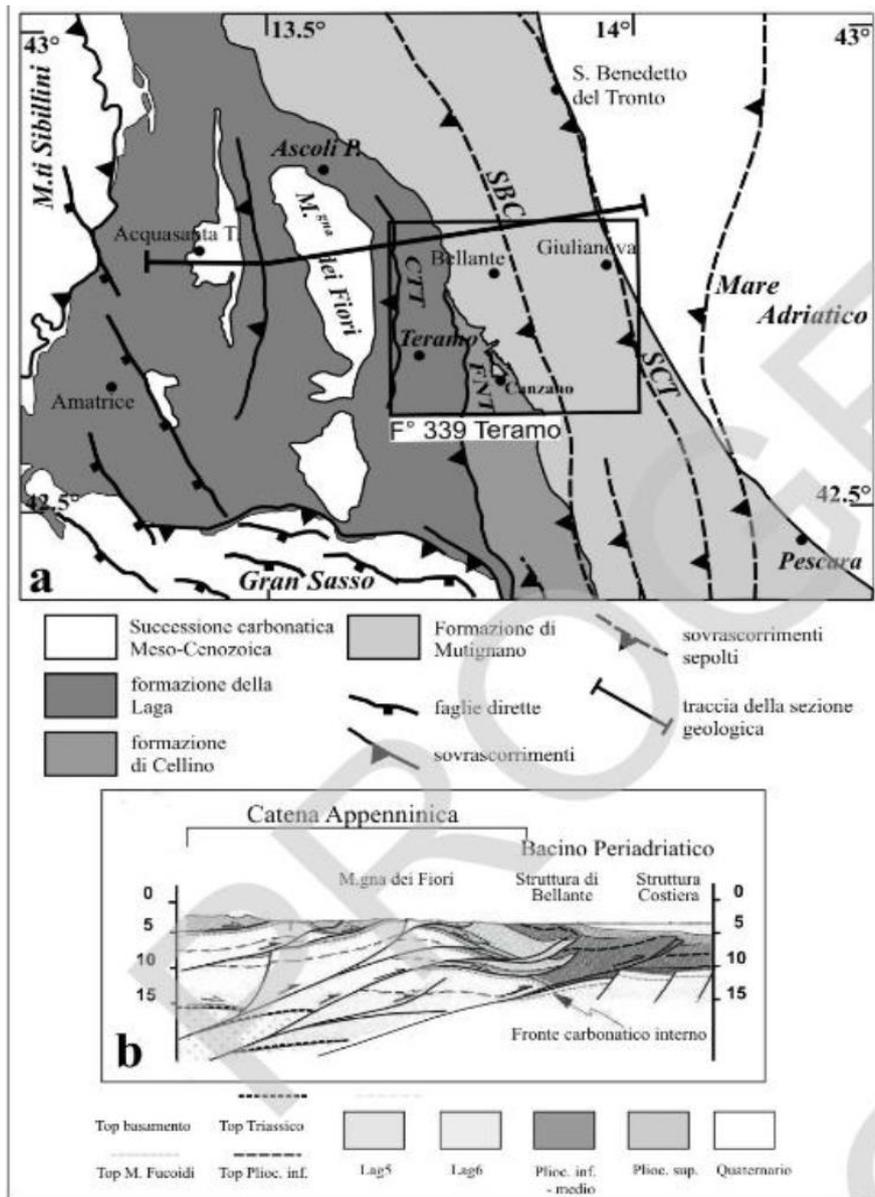


Figura 7 - Carta geologico-strutturale dell'area di Castel Castagna (Foglio n. 339 della Carta geologica d'Italia 1:50.000, Scisciani e Monfalcone, 2005).

In sintesi, il territorio amministrativo comunale è litologicamente caratterizzato nel suo settore più occidentale da alternanze arenaceo- pelitiche, all'interno delle quali sono visibili

ulteriori livelli arenacei di potenza estremamente limitata (LAG 5b e 5c) mentre la porzione di territorio centro-orientale, identificabile ad est dell'allineamento Castagna Vecchia-Castel Castagna-Ronzano, è caratterizzata dalla presenza di litotipi pelitico-marnose, all'interno delle quali è sovente possibile rinvenire livelli arenacei aventi potenza lievemente più significativa

Nell'area di studio il substrato geologico è dunque costituito dai depositi terrigeni silicoclastici appartenenti come riportato nel foglio Teramo (n° 339 della Carte Geologica d'Italia, scala 1:50.000), all'Unità della Laga - associazione pelitico-arenacea (LAG5b) e membro di Teramo - associazione pelitico-arenacea di Spiano (LAG6a) ed associazione pelitico-arenacea di Fosso Rio (LAG6c)

I depositi continentali olocenici di origine alluvionale e di versante ricoprono il substrato geologico, affiorando non estesamente ma frequentemente nell'area di studio.

Evidentemente, infine, La ricostruzione del modello del sottosuolo è legata alla scarsa quantità delle indagini effettuate e reperite in bibliografia.

Di seguito vengono descritte le unità geologiche affioranti:

5.1. Stratigrafia - Depositi terrigeni sin-orogenici di avanfossa

I membri 5 e 6 sono cronologicamente e litostratigraficamente, correlabili rispettivamente con i membri "Evaporitico" e "Post Evaporitico", ben noti nella letteratura geologica (CENTAMORE et al., 1990,1991, 1993; ADAMOLI, 1993). Per entrambi si è operata una suddivisione in associazioni di facies tenendo conto del rapporto A/P e delle facies torbiditiche prevalenti. Sono stati inoltre individuati e mappati, entro il membro LAG6, alcuni strati guida la cui continuità è stata verificata alla scala regionale. Affiora con maggiore estensione e frequenza nelle aree sud-occidentali del territorio comunale.

Formazione della Laga – associazione pelitico – arenacea (LAG5b - ALS)

Consiste prevalentemente di strati spessi e molto spessi di marne-argillose, alternati a strati torbiditici pelitico-arenacei sottili o medi (thin bedded turbidites= TBT, A/P<1) in intervalli di alcuni metri. Localmente, mostra rapporti latero-verticali con la parte sommitale della litofacies arenacea LAG5a. Gli spessori totali non superano i 250 metri.

Membro di Teramo (LAG6) - (Messinano supr. – Pliocene inf.)

Costituito, in prevalenza, da marne argillose ed argille marnose alternate ad intervalli pelitico-arenacei in strati da sottili a spessi, organizzati in megasequenze positive (associazione di facies LAG6a). Alle suddette facies si alternano intervalli arenaceo-pelitici o arenacei in strati spessi (associazioni LAGc). Lo spessore complessivo è di circa 1500 m ma nell'area analizzata, non affiorano i membri b, d ed e. Oltre alle suddette associazioni, sono stati distinti numerosi strati guida aventi spessore decametrico o pluridecametrico. In letteratura l'età è riferita, in base alla biostratigrafia a foraminiferi planctonici, al Messiniano post - crisi di salinità; dubbia, nella parte sommitale, la presenza del Pliocene inferiore. Le associazioni di nannofossili calcarei, sia nelle non distanti sezioni di riferimento di Rapino e Miano e Ponzano, che in campioni sparsi sono costituite da rari *Discoaster brouweri* TAN, 1927, *D. pentaradiatus* BUKRY & PERCIVAL, 1971, *D. quinqueramus* GARTNER, 1969, *Reticulofenestra pseudoumbilicus* RIO et al., 1990 (molto rara), *Sphenolithus* spp., *Amaurolithus primus* BUKRY & PERCIVAL, 1971, *A. delicatus* GARTNER & BUKRY, 1975, *Calcidiscus macintyreii* BUKRY & BRAMLETTE, 1969, MURRAY & BLACKMAN, 1898, *Rhabdosphaera* spp., *Pontosphaera* spp., *C. leptoporus*, *Syracosphaera* spp e da frequenti *Helicosphaera carteri* WALLICH, 1877, *Reticulofenestra minuta* ROTH, 1970, *R. minutula* GARTNER, 1967, *Dictyococcites antarcticus* Haq, 1976, BACKMAN, 1980, *Coccolithus pelagicus* WALLICH, 1977. Tali associazioni consentono *D. productus* di riferire il membro in esame al MESSINIANO superiore p.p.; dubbia la presenza della parte basale del Pliocene

Associazione pelitico-arenacea di Spiano (LAG6a – ALS - Pliocene inf.)

Costituita da peliti marnoso-argillose grigiastre in strati da medi a molto-spessi, mal definiti, alternate a torbiditi arenaceo-pelitiche e arenacee in strati medio-spessi. Le areniti mostrano granulometria da medio-grossolana (facies F5) a fine (F8- 9a). Rapporto A/P in genere variabile fra 1/5 ed 1/8. Lo spessore complessivo è valutabile in almeno 600 m.

Associazione pelitico-arenacea-vulcanoclastica (LAG6b – ALS - - Pliocene inf)

Successione di torbiditi in strati medio-fini a grana fine, di colore giallastro o ocra-arancio, con rapporto A/P variabile per lo più fra 1/4 e 1/2. L'associazione di facies, è nel complesso pelitico-arenacea. Contiene un orizzonte a vulcanoclastiti riodacitiche biancastre ben noto in letteratura e datato a c.a 5.5 MA. Potenza variabile fra 40 e a 80 m.

Associazione pelitico-arenacea di Fosso Rio (LAG6c – ALS - Pliocene inf.)

E' composta da prevalenti marne argillose grigio plumbee contenenti subordinati letti arenitici, a granulometria fine, caratterizzati dagli intervalli tipici della sequenza di Bouma (F8-F9a). A determinate altezze si osservano intervalli arenaceo-pelitici spessi da alcuni metri ad oltre 100 m. Quelli di maggior spessore sono stati distinti come associazioni di facies (LAG6d e LAG6e) mentre le intercalazioni di spessore più modesto (dell'ordine dei 10-50 m) sono state distinte come singoli strati.

5.2. Stratigrafia del quaternario continentale

Nell'area oggetto dello studio affiorano depositi continentali attribuibili al Pleistocene superiore - Olocene. Si tratta principalmente di depositi di ambiente fluviale e di conoide alluvionale affioranti lungo la valle del Fiume Mavone - affluente in dx idrografica del Fiume Vomano - e dei loro affluenti principali. In misura minore sono presenti coltri eluvio-colluviali e depositi di frana. I depositi fluviali sono localmente organizzati in tre ordini di terrazzi, conservati prevalentemente in sinistra idrografica, la cui estensione e continuità laterale tende, in generale, a diminuire procedendo verso la testata delle valli. I depositi più antichi - del primo ordine - sono presenti in lembi isolati.

La correlazione tra i diversi terrazzi è stata eseguita procedendo dai depositi attuali verso quelli più antichi, tenendo conto delle caratteristiche litologiche, dell'altezza dei depositi sul fondovalle, della presenza e stato di evoluzione dei suoli alla sommità dei terrazzi, dell'estensione areale e dello spessore dei depositi terrazzati. In base all'ubicazione ed alle caratteristiche dei terrazzi fluviali, è stata definita una cronologia relativa degli eventi erosivi e deposizionali. L'assenza di dati cronologici assoluti impedisce di fare correlazioni più precise, specie per i depositi olocenici, peraltro speso in continua evoluzione.

Depositi di frana (fra - Olocene - attuale) –

Sono costituiti da accumuli caotici - frammenti litici arenacei, eterometrici fino ai piccoli blocchi - con quantità variabile di matrice siltoso-sabbiosa e cementazione generalmente scarsa. Si tratta di materiali mobilizzati da fenomeni gravitativi avvenuti in passato, ed in parte ancora soggetti a movimenti, presenti nei versanti dell'area in esame.

Depositi alluvionali (GCff - Pleistocene sup - Olocene - attuale) –

I Depositi alluvionali di terzo ordine, costituiti da ghiaie, sabbie e limi fluviali, con livelli e lenti di argilla, dell'alveo e della piana alluvionale attuale. Le ghiaie fluviali, massive o a stratificazione incrociata, sono costituite da clasti di dimensioni da decimetriche a centimetriche, poligenici (prevalentemente carbonatici ma anche arenaci e silicei), da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni e tasche di sabbie laminate e limi argillosi. Sono diffusi lungo l'alveo e sono molto spesso incisi dall'alveo. I depositi alluvionali del secondo ordine si elevano in prossimità dell'abitato di Santa Maria di Ronzano e Bivio Castel Castagna sul fondovalle attuale di alcuni metri. Localmente il corso d'acqua incide anche il sottostante substrato. Lo spessore è molto variabile; esso è misurabile direttamente solo dove l'alveo incide il substrato ma orientativamente si può stimare i 5-15 metri. I terrazzi del primo ordine affiorano nel settore occidentale del territorio comunale tra la frazione Bivio di Castel Castagna e il confine con il territorio comunale di Isola del Gran Sasso; essi sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose poligeniche con clasti da centimetrici a decimetrici, sub-arrotondati a composizione prevalentemente carbonatica e subordinatamente arenacea e silicea. La superficie sommitale dei depositi si trova a quote che mediamente si elevano sul fondovalle da 120 m a 150 m (settore occidentale). Gli spessori massimi stimati sono di 10-30 m.

5.3. Sismicità storica dell'area di studio

Con l'approvazione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 si assiste all'emanazione dei criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le

Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 Del 2001-"Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale; la sua approvazione ha di fatto eliminato le porzioni di territorio "non classificato", divenute zona 4, nelle quali è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. Con l'approvazione dell'O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006 sono state pienamente recepite le novità introdotte dall'O.P.C.M n. 3274/2003

ed ulteriormente affinate. Il nuovo studio di pericolosità ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. La suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido si basa sulla tabella di valori riportata in Figura 8.

Il territorio comunale di Caste Castagna ricade di conseguenza interamente in zona 2 – elevata sismicità, dove sono possibili forti terremoti.

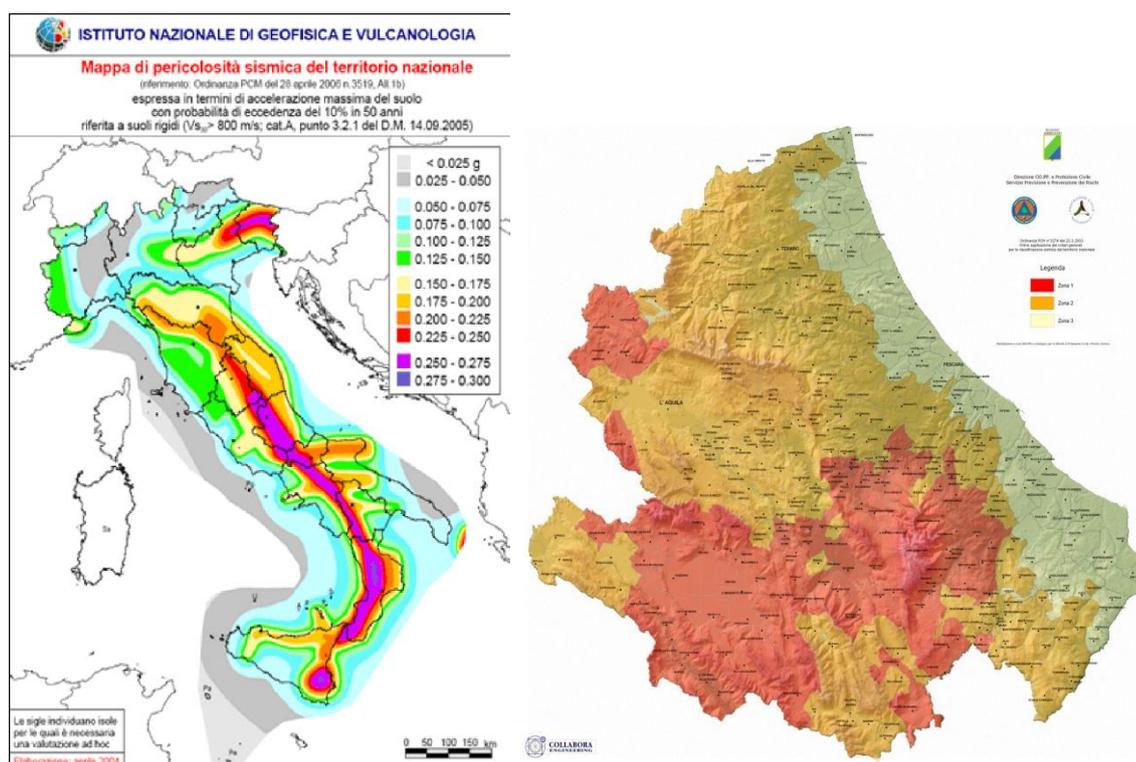


Figura 8 - Carta della classificazione sismica regionale al 2012, in riferimento al recepimento da parte delle Regioni e Province autonome dell'OPCM 20 marzo 2003 n. 83274 (Fonte Dipartimento di Protezione Civile Nazionale). A dx mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in riferimento all'OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519 (Fonte Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia).

Le attuali N.T.C. (D.M. del 20 febbraio 2018) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona il territorio comunale precedentemente veniva fornito di un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche; dal 1 luglio 2009, con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad un'accelerazione di riferimento "propria", individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto ed in funzione della vita nominale dell'opera.

Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. Il territorio comunale di Castel Castagna ricade nell'intervallo di valori compreso tra 0.175-0.2 g (Fig. 9).

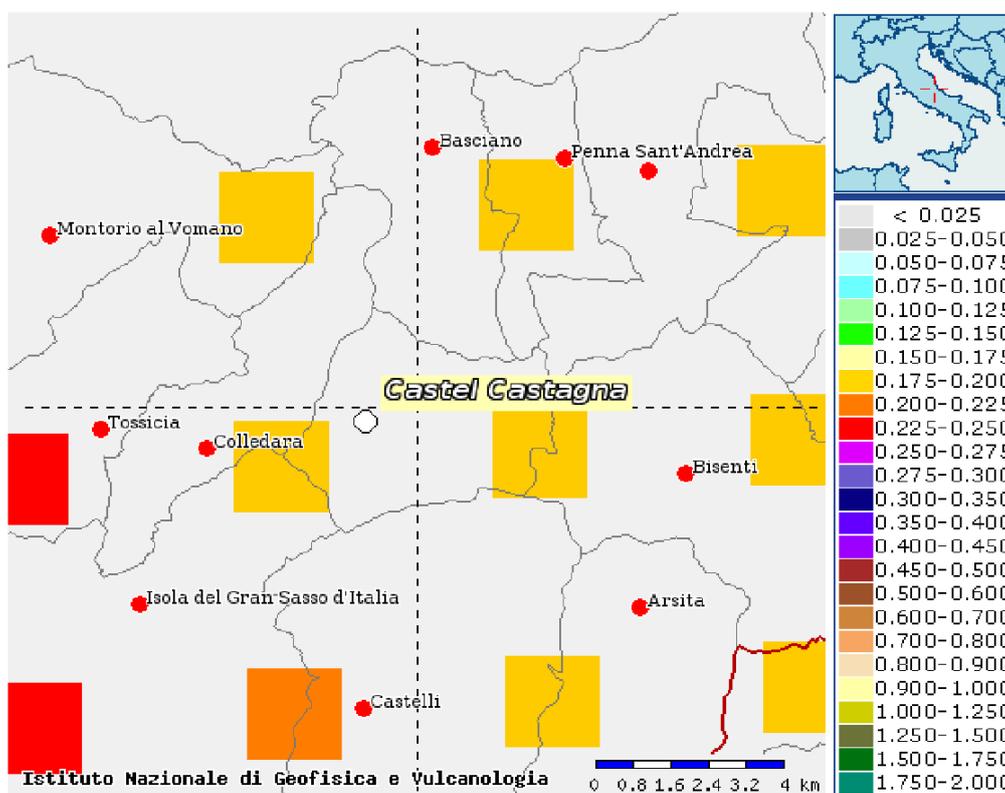


Figura 9 - Mappa di Pericolosità Sismica di riferimento nell'intorno dell'area di studio.

La ricostruzione della sismicità storica del Comune di Castel Castagna è stata effettuata basandosi innanzitutto sull'analisi del Database Macrosismico Italiano - DBMI15 (Locati et al., 2016), il quale consente la consultazione online dei dati macrosismici di tutte quelle località a cui sono associate osservazioni di danno riferibili ad almeno 3 eventi sismici nella finestra temporale 1000-2014. In relazione al Comune di Castel Castagna, il database contiene solamente 7 record relativi ad eventi sismici storici.

Per ciascun terremoto sono stati quindi riportati i valori di intensità macrosismica (IMCS) osservata nel territorio comunale in occasione degli eventi considerati, l'area epicentrale, il numero di Macroseismic Data Point (NMDP), l'intensità epicentrale (I_0) e la magnitudo momento (M_w) stimata mediante relazioni empiriche. I valori di intensità sono espressi in accordo con la scala Mercalli-Cancani-Sieberg (Sieberg, 1930), come riportato nelle tabelle 1 e 2 e figura 9.

IN OCCASIONE DEL TERREMOTO DEL:										EFFETTI
DATA						AREA EPICENTRALE	NMDP	Io	Mw	IMCS PIETRACAMELA
Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se					
1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69	VII - VIII
1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04	IV
1959	01	01	23	58	1	Teramano	46	5	4.33	III
1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86	IV
1997	10	06	23	24	5	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47	IV
1999	10	10	15	35	5	Alto Reatino	79	4-5	4.21	NF
2009	04	06	01	35	4	Aquilano	316	9-10	6.29	V - VI

Tabella 1 - Valori di intensità macrosismica osservati nel Comune di Castel castagna tratti dal database DBMI15 (Locati et al., 2016).

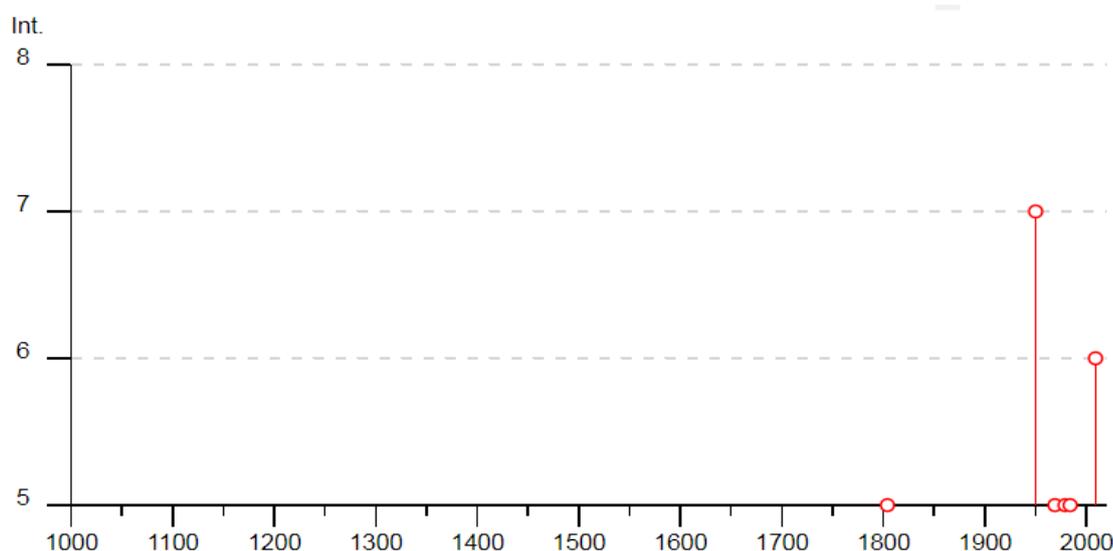


Figura 9 - Valori di intensità macrosismica IMCS ≥ 5 attribuite al Comune di Castel Castagna, dall'anno 1000 al 2014, tratte dal database DBMI11 (Locati et al., 2016).

GRADO	SCOSSA	DESCRIZIONE DEGLI EFFETTI
IV	Moderata	Avvertita da molte persone, tremito di infissi e cristalli, leggere oscillazioni di oggetti appesi.
V	Piuttosto forte	Avvertita anche da persone addormentate, caduta di oggetti.
VI	Forte	Qualche leggera lesione negli edifici e finestre in frantumi.
VII	Molto forte	Caduta di fumaioli, lesioni negli edifici.
VIII	Rovinoso	Rovina parziale di qualche edificio; qualche vittima isolata.

Tabella 2 - Stralcio della scala delle intensità macrosismiche Mercalli-Cancani-Sieberg (Sieberg, 1930).

Come è possibile osservare dai dati disponibili, antecedentemente alla crisi sismica iniziata il 24 agosto 2016, i più recenti terremoti a maggiore intensità con epicentro nelle vicinanze dell'area di studio sono quelli che si sono verificati il 5 settembre 1950 ed il 6 aprile 2009, con valori di intensità macrosismica osservati nel territorio comunale rispettivamente di VII e di VI grado. Di tali eventi si riportano in Figura 9 ed in Figura 10 le mappe con indicazione della distribuzione degli effetti macrosismici rispetto all'area del Comune di Castel Castagna

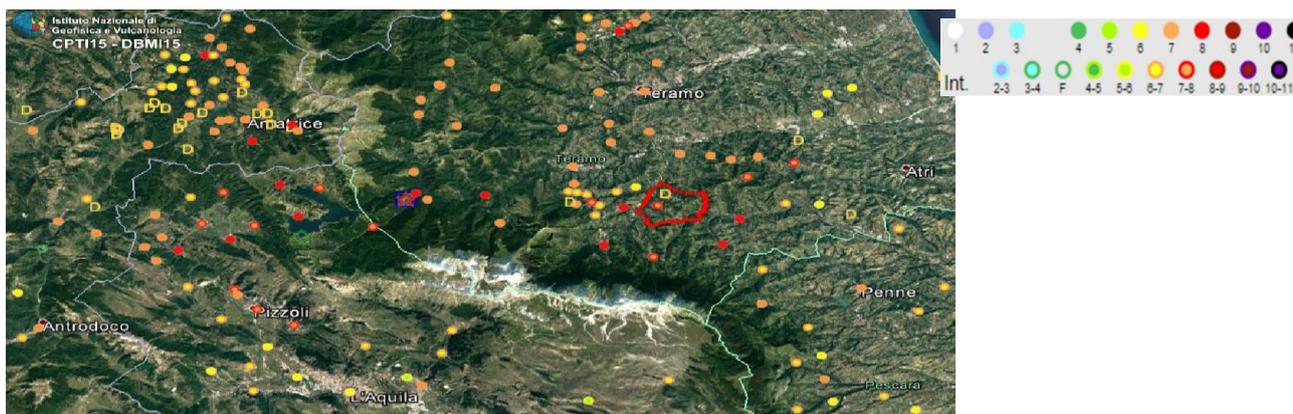


Figura 10- Effetti della scossa del 5 settembre 1950. Dati DBMI15. In rosso è rappresentato il perimetro del Comune di Pietracamela che si colloca immediatamente ad est rispetto all'area epicentrale, in una fascia caratterizzata da intensità macrosismiche variabili tra il VII e l'VIII grado della scala MCS.

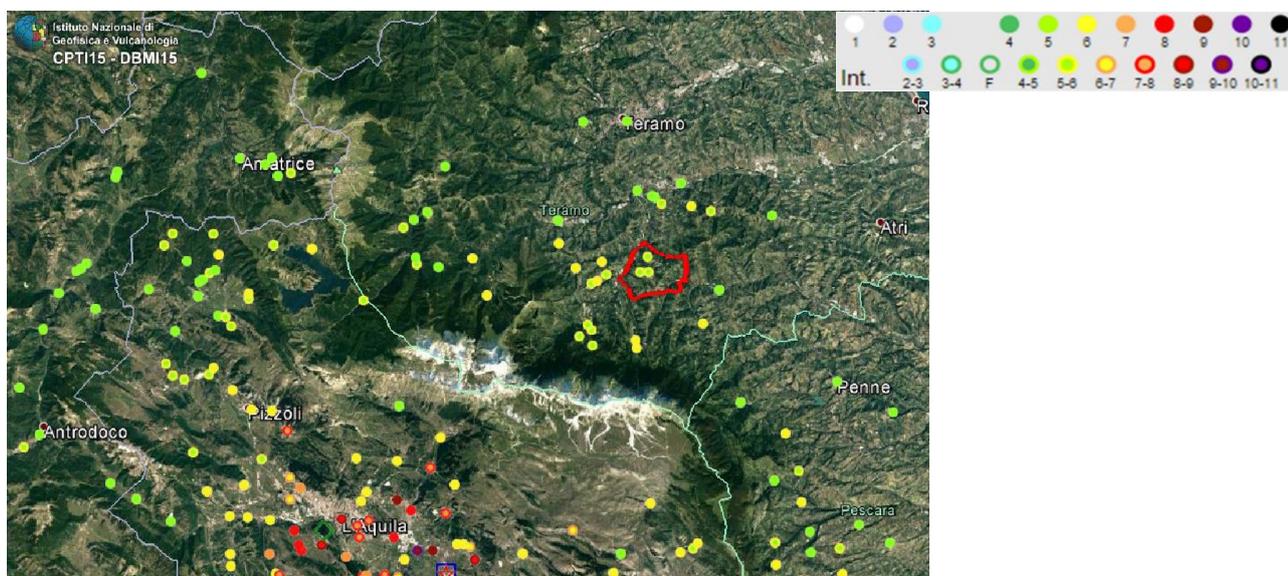


Figura 11 - Effetti della scossa del 6 aprile 2009. Dati DBMI15. In rosso è rappresentato il perimetro del Comune di Castel Castagna che si colloca a nord rispetto all'area epicentrale, in una fascia caratterizzata da intensità macrosismiche variabili tra il V ed il VI grado della scala MCS.

5.4. La sequenza sismica del 2016

La sequenza sismica del centro Italia, iniziata con il terremoto di Mw 6.0 di Amatrice e la forte replica di Mw 5.4 avvenuti il 24 agosto 2016, è stata caratterizzata da forti terremoti, in particolare alla fine del mese di ottobre 2016. Il 26 ottobre due eventi di Mw 5.4 e 5.9 hanno interessato l'area posta al confine tra Marche ed Umbria tra i Comuni di Castelsantangelo sul Nera (MC), Norcia (PG) e Arquata del Tronto (AP). La mattina del 30 ottobre, un terremoto di Mw 6.5, avente epicentro non lontano da Norcia ha interessato l'intera area già profondamente interessata dalla sequenza sismica; quest'ultimo evento è stato il più forte terremoto registrato negli ultimi 30 anni in Italia. A quasi cinque mesi dall'inizio dell'emergenza sismica, il 18 gennaio 2017 si sono verificati quattro eventi di magnitudo >5.0.

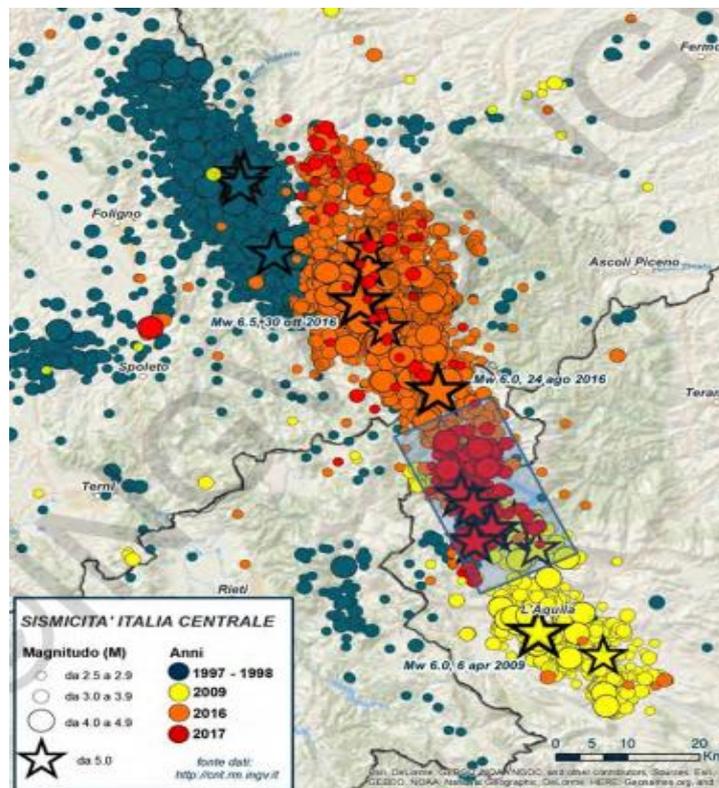


Figura 12 - Maggiori sequenze sismiche in Italia centrale negli ultimi 10 anni. Sono riportati gli epicentri dei terremoti: in blu la sequenza sismica del 1997 (Umbria - Marche, Colfiorito), in giallo la sequenza del 2009 (L'Aquila), in arancione (2016) e in rosso (2017) la sismicità più recente. Nel rettangolo è rappresentata l'area dove la sismicità e il momento sismico rilasciato sono stati finora inferiori rispetto alle aree adiacenti e si possono attendere eventi di $M > 5.5$.

Gli eventi si collocano nella parte meridionale della sequenza sismica. La sismicità 2016-2017 del centro Italia si sviluppa in un'area compresa tra la sequenza del 1997 (Umbria -

Marche) a nord e la sequenza del 2009 (L'Aquila) a sud. In Figura 12 sono evidenziati in mappa i rapporti tra queste sequenze.

Nella figura 13 è riportata la mappa degli epicentri aggiornati al 29_01_2017.

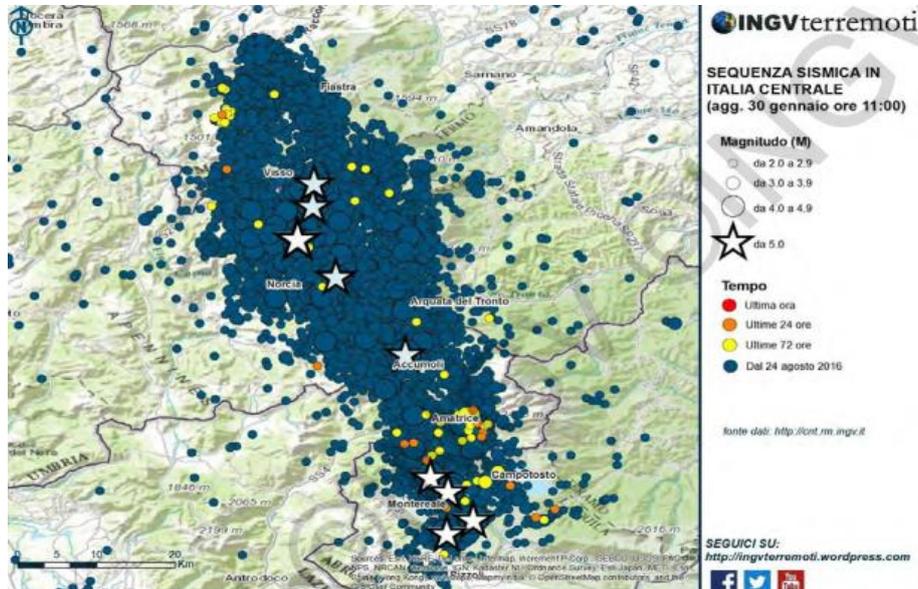


Figura 13 - Sequenza sismica in Italia centrale aggiornamento 30 gen 2017 ore 11. Mappa degli eventi sismici con magnitudo maggiore di 2.0, distribuzione degli epicentri della sequenza sismica del Centro Italia.

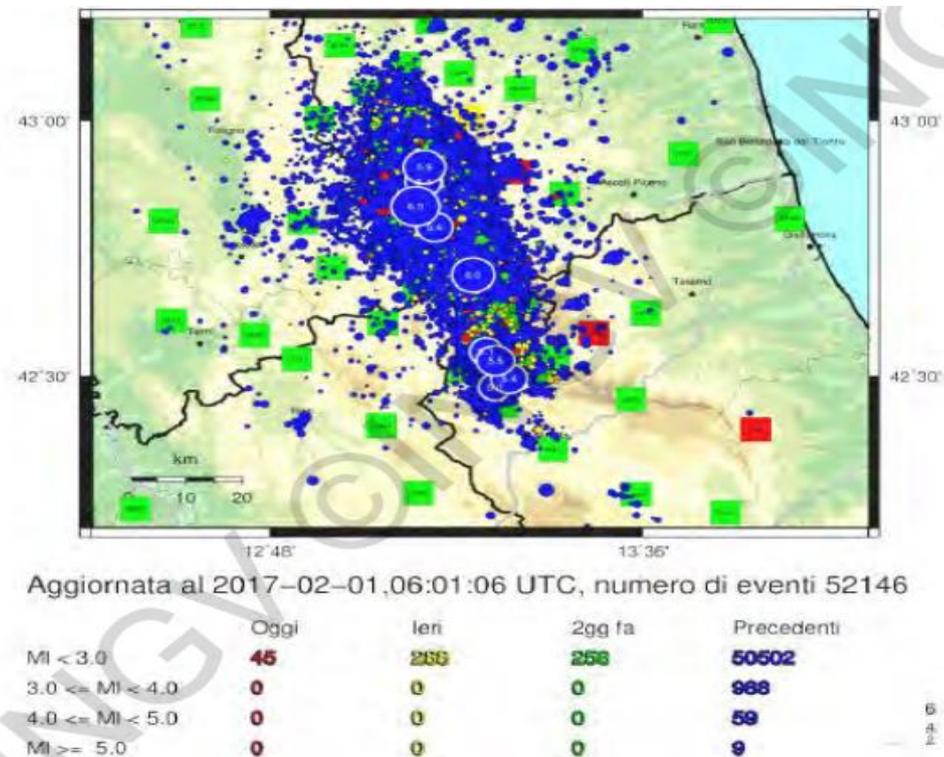


Figura 14 - Mappa epicentrale della sequenza sismica.

Le localizzazioni riportate sono quelle distribuite nella banca dati ISIDe (Marchetti et al., 2016; Annals of Geophysics, Vol. 59 2016, Fast Track 5 2016: The Amatrice seismic sequence: preliminary data and results). La sequenza sismica conta al momento oltre 50mila scosse localizzate, di cui 9 con magnitudo ≥ 5.0 , 5.9 con magnitudo tra 4.0 e 5.0, e quasi 1.000 eventi di magnitudo compresa tra 3.0 e 4.0 (Fig. 14).

L'andamento temporale della sequenza è descritto nei grafici che contano il numero di terremoti giornalieri e cumulati della sequenza e il rilascio di momento sismico giornaliero (figg.15 e 16).

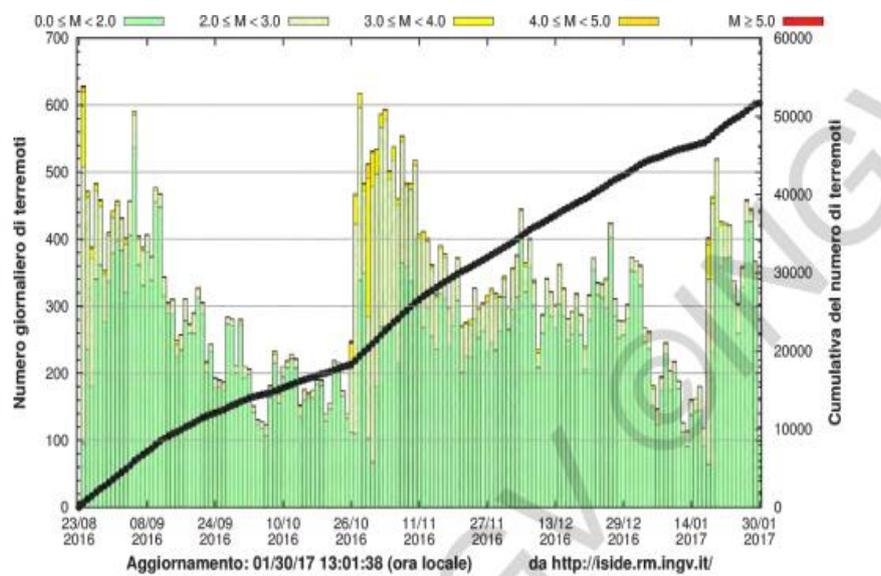


Figura 15 - Numero di eventi giornalieri e cumulati della sequenza sismica.

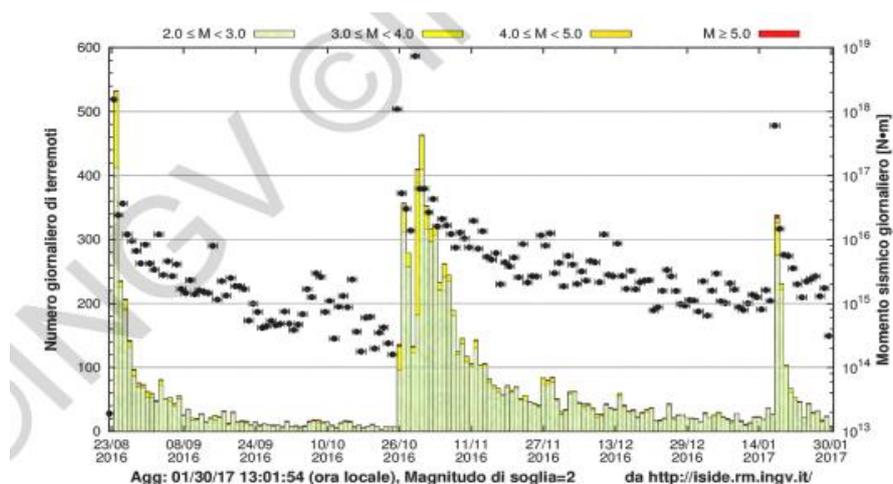


Figura 16 - Numero di eventi giornalieri e rilascio di momento sismico giornaliero della sequenza sismica.

I meccanismi focali degli eventi principali a partire dal 24 agosto 2016 mostrano una cinematica coerente con una faglia distensiva con piani nodali in direzione NW-SE (fig.17).

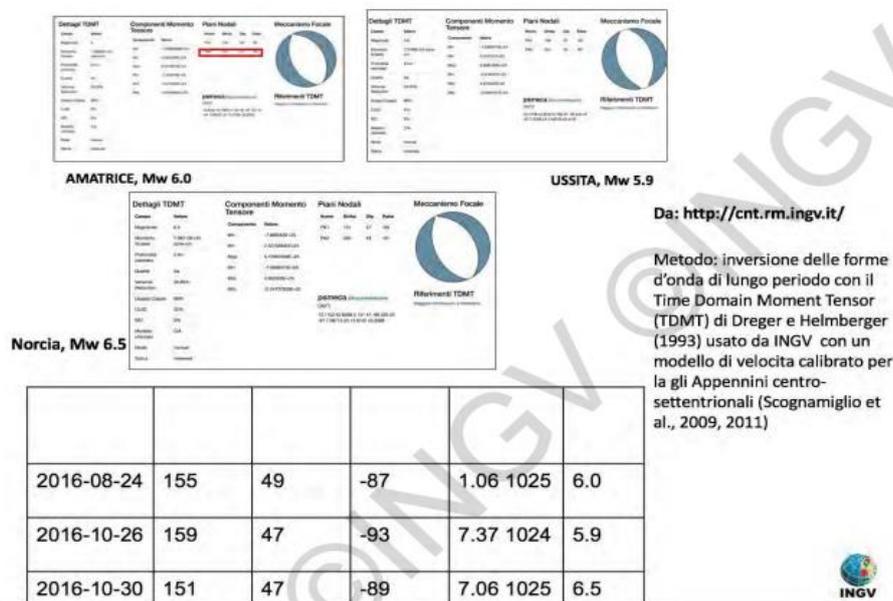


Figura 17 - Meccanismi focali dei terremoti più forti e valori del momento sismico rilasciato dagli eventi principali.

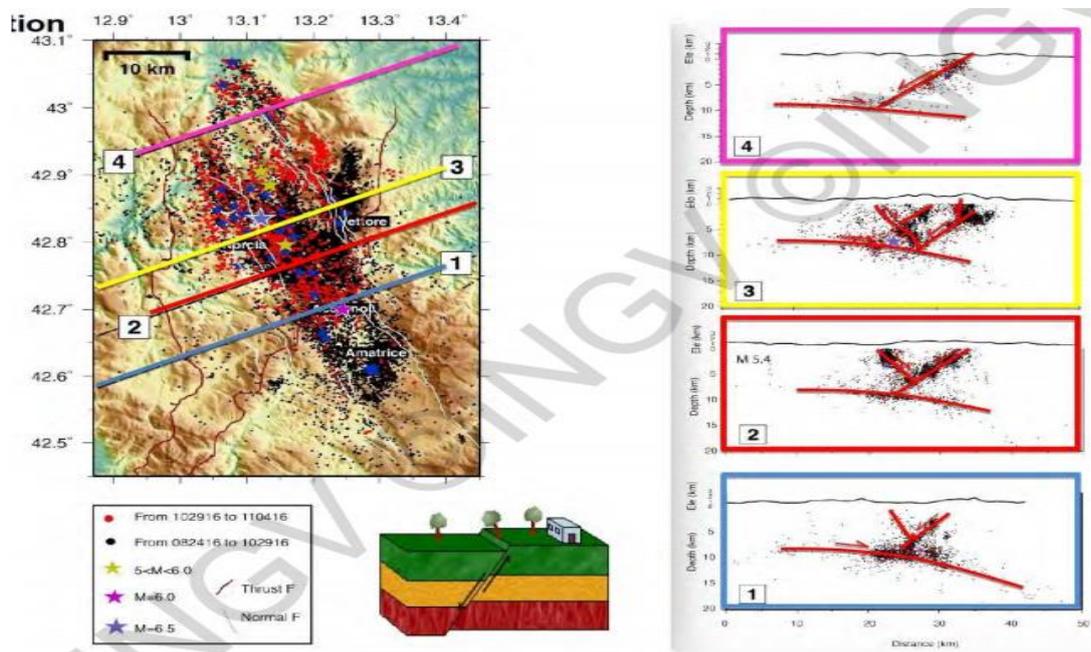


Figura 18 - Mappa e distribuzione in profondità degli ipocentri dei terremoti. A destra le quattro sezioni che corrispondono alle linee riportate nella mappa. Gli ipocentri disegnano un sistema di faglie distensivo piuttosto complesso; queste sono schematizzate con le linee rosse sulle sezioni stesse.

Le localizzazioni ipocentrali della sequenza ci mostrano la geometria del sistema di faglie in profondità. Nella sovrastante figura 18 sono mostrate 4 sezioni disegnate procedendo da nord a sud. La faglia principale, su cui ha avuto luogo il maggior rilascio di slip è la faglia immergente a sud-ovest che da una profondità di circa 10 km raggiunge la superficie in corrispondenza dei sistemi di faglia noti come Monti della Laga e Monte Vettore-Monte Bove.

Per meglio definire i rapporti spaziali tra la sequenza sismica del 2009 e la sismicità in corso è riportata in una mappa di maggior dettaglio la porzione meridionale della sequenza (Fig. 19).

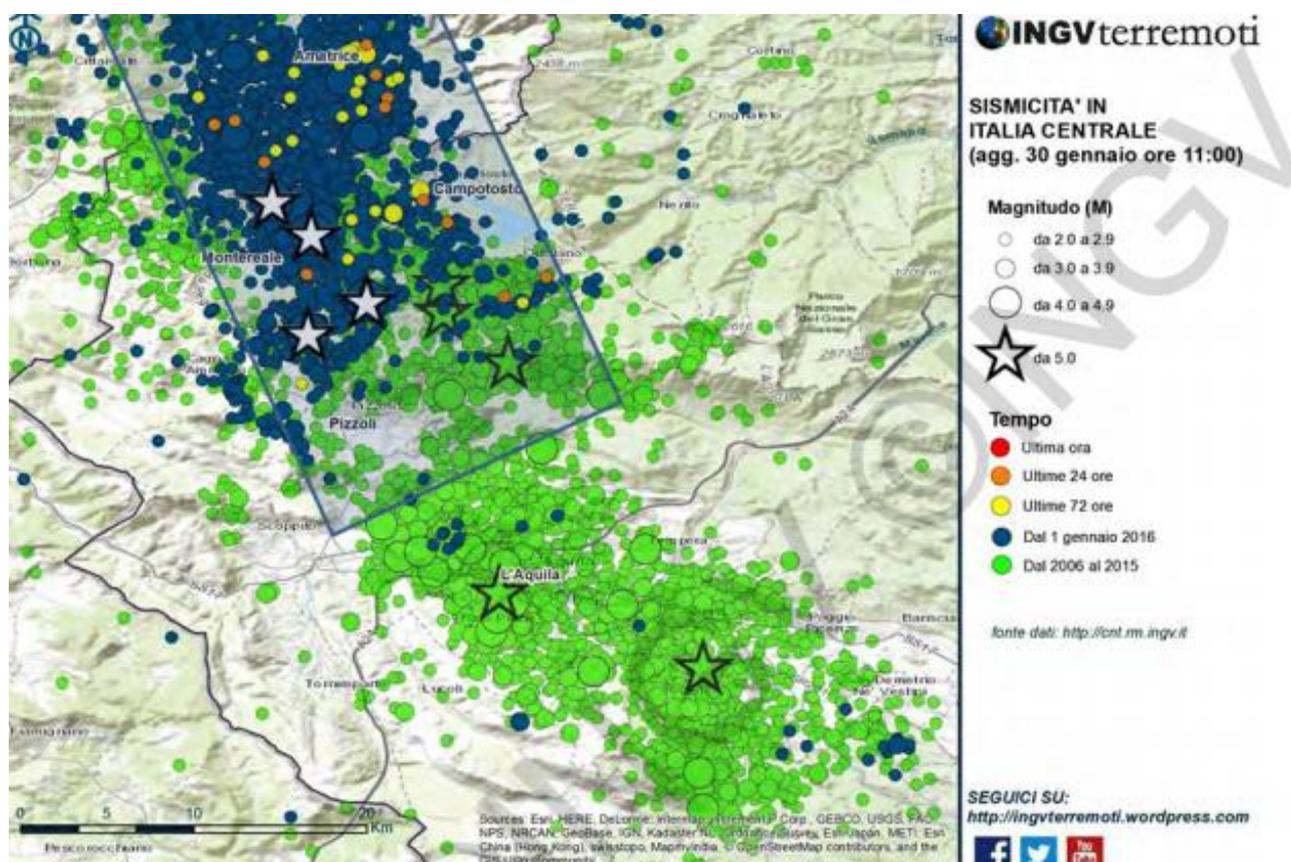


Figura 19 - Sismicità in Italia centrale. Sismicità nella zona tra Amatrice e L'Aquila: in verde gli epicentri dei terremoti dal 2006 al 2015, in blu gli eventi 2016-2017. Nel rettangolo è rappresentata l'area dove la sismicità e il momento sismico rilasciato sono stati finora inferiori rispetto alle aree adiacenti e si possono attendere eventi di $M > 5$.

La rilocalizzazione degli eventi di magnitudo maggiore o uguale a 5.0 del 18 gennaio 2017 e delle successive repliche mostra una chiara riattivazione della parte centro-meridionale del sistema di faglia dei Monti della Laga dunque piuttosto prossima all'area oggetto dello studio con una geometria del tutto consistente a quella osservata nel corso

della sequenza del 2009. In particolare, si identifica una struttura immergente a SW con pendenza di circa 45° che tende a verticalizzarsi nella parte più alta sopra i 5 km dove né prima del 18 gennaio 2017, né durante la sequenza del 2009, era stata osservata sismicità rilevante.

I modelli di faglia estesa permettono di comprendere la cinematica della rottura, in particolare, la distribuzione di dislocazione sul piano di faglia, la durata dell'evento e la velocità di rottura. Solitamente tali modelli vengono ricavati invertendo i dati accelerometri (di norma fino a frequenze di 0.5/1 Hz) e/o dati geodetici (SAR/GPS a frequenza zero). Una volta ottenuto il modello cinematico è possibile utilizzarlo come input per calcolare sismogrammi sintetici anche in zone dove non si hanno dati registrati. In questo modo si possono ricavare i parametri del *ground motion* stimati. Per la sequenza dell'Italia centrale del 2016-2017 sono disponibili modelli cinematici ottenuti invertendo solo i dati accelerometrici per i seguenti eventi (tab. 3).

#	Lat	Lon	Depth	Day	Month	Year	Mw	Strike	Dip
1	42.70	13.24	7.3	24	08	2016	6.0	156	50
2	42.90883	13.1403	5.5	26	10	2016	5.9	159	47
3	42.8398	13.11	9.52	30	10	2016	6.5	151	47
4	42.55	13.29	8.5	18	01	2017	5.5	161	51
5	42.51957	13.29224	11	18	01	2017	5.4	140	40

Tabella 3 - Referenze dei modelli plottati: 1) Tinti et al., 2016, GRL 2) Chiaraluce et al., 2017, submitted to SRL 3) Chiaraluce et al., 2017, submitted to SRL 4) Personal communication Tinti & Scognamiglio 5) Personal communication Tinti & Scognamiglio.

Per ricavare i modelli di sorgente cinematica abbiamo usato il metodo d'inversione Non-negative least-squares (per il metodo vedi bibliografia in Tinti et al., 2016). Gli accelerometri sono stati integrati nel tempo e filtrati tra 0.02 e 0.5 Hz. Le funzioni di Green sono calcolate utilizzando il modello CIA (per il metodo vedi bibliografia in Tinti et al., 2016), e filtrate nella stessa banda di frequenza.

Le caratteristiche principali dei modelli ottenuti sono le seguenti:

24 agosto Mw=6 (AMATRICE EQ.). Il modello ricavato mostra una distribuzione di slip eterogenea rappresentata da due aree di massima dislocazione (slip patches): una localizzata up-dip rispetto all'ipocentro e una seconda più estesa verso nord-ovest. Il massimo valore di dislocazione è di circa 100 cm (Tinti et al., 2016).

26 ottobre Mw=5.9 (VISSO EQ.). Questo evento è in realtà un doppio evento i cui ipocentri sono localizzati a 4 km di distanza l'uno dall'altro. La rottura inizia propagandosi verso il basso e poi si propaga in modo unilaterale verso nord-ovest. Il massimo valore di dislocazione è di circa 80 cm.

30 ottobre Mw=6.5 (CASTELLUCCIO EQ.). Il modello cinematico di questo evento mostra un'estesa area di slip (10x6 km²) caratterizzata da un valore medio di slip di circa 130 cm e un massimo slip di 260 cm. L'inversione non include la topografia ma il modello mostra un significativo contributo di slip nella parte più superficiale della faglia modellata (il top della faglia si trova a 850 m sopra il livello del mare).

18 gennaio 2017 Mw=5.5 (MONTEREALE EQ.). Il modello cinematico mostra una direttività up-dip verso NW e in particolare, data la sua posizione geografica, mostra una forte direttività verso Amatrice e Accumoli. Anche i dati registrati riportano ampiezze maggiori in direzione Nord. Il valore massimo di dislocazione è di circa 40 cm. Il top della faglia si trova 800 m circa sopra il livello del mare.

18 gennaio 2017 Mw=5.4 (MONTEREALE EQ.). Il modello cinematico mostra un'area di slip up-dip rispetto all'ipocentro. Il valore di massimo slip raggiunge i 60 cm. L'evento è più profondo quindi il top della faglia ha una profondità di 5,5 km rispetto al livello del mare.

Il Database of Individual Seismogenic Sources (DISS Working Group, 2015) mostra come la maggior parte del territorio di Pietracamela sia interessato dalla presenza della sorgente sismogenetica composita ITCS075, mentre la parte più settentrionale è anche interessata dalla presenza della sorgente sismogenetica composita ITCS027 (Figura 2-14).

La prima struttura, denominata Campotosto Lake-Montesilvano ed orientata Ovest – Est, comprende la sorgente individuale denominata Isola del Gran Sasso (ITIS096), caratterizzata da magnitudo momento massima M_{wmax} pari a 5.7, profondità tra 12 e 17,8 km e slip-rate compreso tra 0.1 e 0.5 mm/anno.

La seconda struttura invece, denominata Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga, si estende dall'Emilia-Romagna all'Abruzzo con orientazione Nord-Ovest – Sud-Est, e comprende le sorgenti individuali di Neviano degli Arduini (ITIS135), Loiano (ITIS058), Cagli (ITIS047), Fabriano (ITIS048), Camerino (ITIS049) e Sarnano (ITIS055).

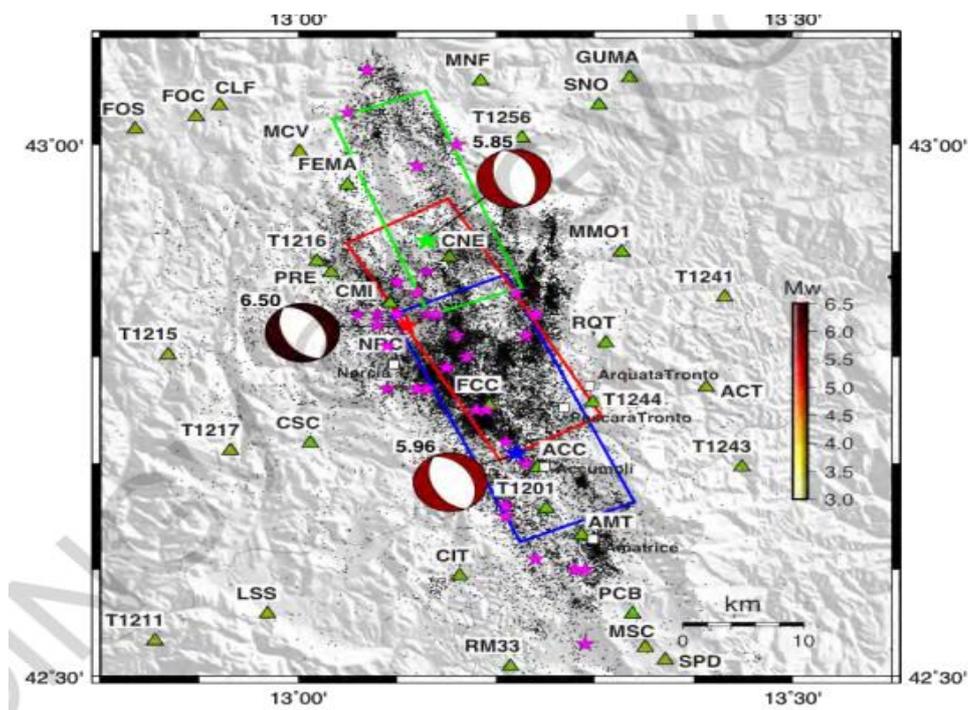


Figura 20 - Stazioni accelerometriche utilizzate durante l'inversione cinematica dei tre eventi principali della sequenza. La geometria dei piani di faglia dei tre eventi è stata scelta utilizzando i momenti tensoriali TDMT dei tre eventi. In blu l'evento del 24/08/2016, in verde l'evento del 26/10/2016 e in rosso l'evento del 30/10/2016.

L'area di studio è inoltre bordata, ad Ovest ed a Sud, da altre tre sorgenti sismogenetiche composite anch'esse approssimativamente orientate Nord-Ovest – Sud-Est e denominate rispettivamente Colfiorito-Campotosto (ITCS028), Barisciano-Sulmona (ITCS040) e Borbona - L'Aquila - Aremogna (ITCS013).

La prima si estende dall'Umbria all'Abruzzo con orientazione Nord-Ovest – Sud-Est, e comprende le sorgenti individuali di Colfiorito North (ITIS017), Colfiorito South (ITIS018) e Sellano (ITIS019); la seconda comprende invece le sorgenti individuali di San Pio delle Camere (ITIS132) e Sulmona Basin (ITIS027). La terza infine comprende invece le sorgenti individuali di Montereale Basin (ITIS015), Aremogna - Cinque Miglia (ITIS003) e Paganica (ITIS131)

Rispetto alle sorgenti individuali citate invece, mentre a quella di Paganica (ITIS131) – basata su dati sismologici, geodetici e geologici – è associata il terremoto del 6 aprile 2009, a quella denominata Isola del Gran Sasso (ITIS096) – basata su dati macrosismici e geofisici – è associata il terremoto del 5 settembre 1950

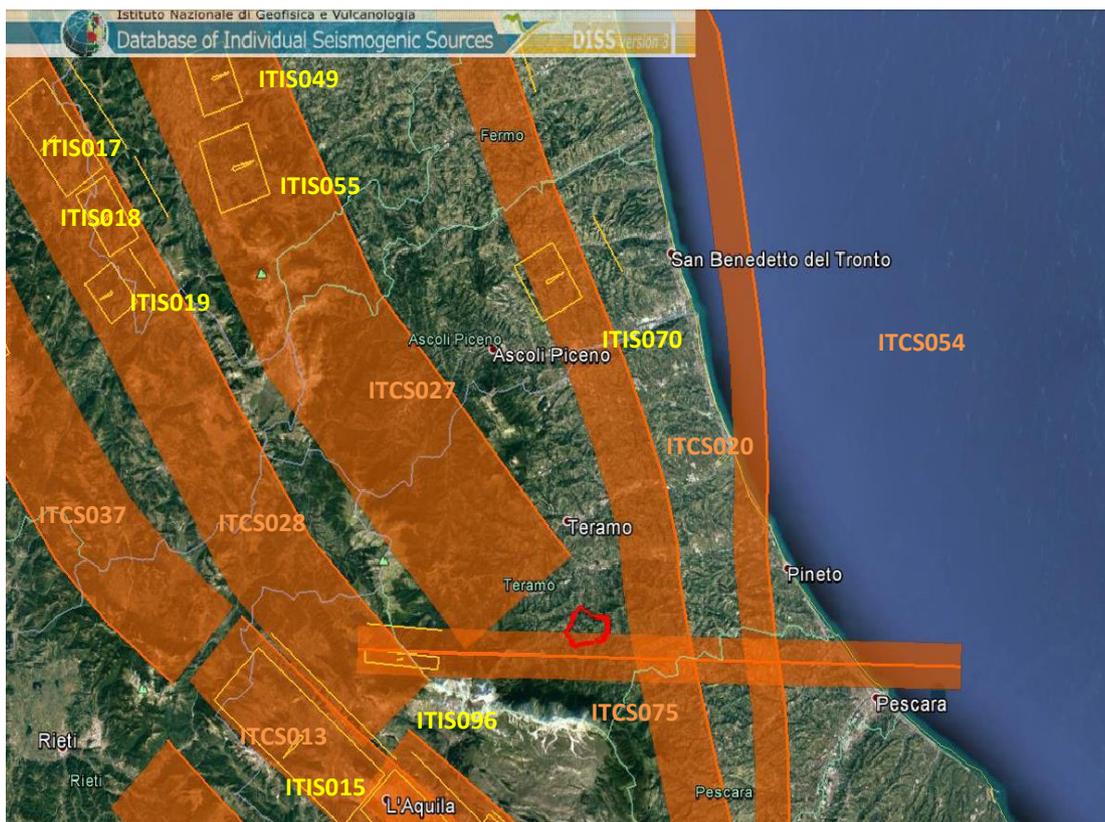


Figura 21. Sorgenti sismogenetiche composite (poligoni arancioni) ed individuali (rettangoli gialli) presenti nel database DISS 3.2.0, nell'intorno dell'area di studio.

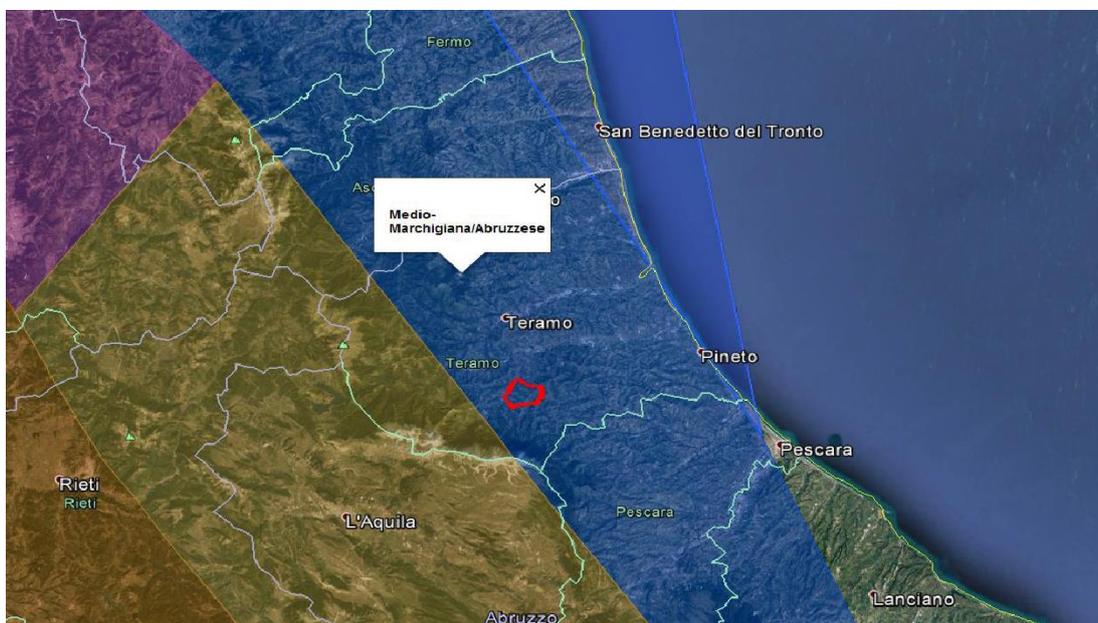


Figura 22- Ubicazione del territorio comunale di Castel Castagna (in rosso) rispetto alla Zonazione Sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004).

Secondo la Zonazione sismogenetica del Territorio Italiano - ZS9, prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004 (Meletti e Valensise, 2004), che rappresenta il riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica nel territorio nazionale, il

Comune di Castel Castagna ricade dentro alla Zona 918 “Medio-Marchigiana/Abruzzese”, caratterizzata da un valore di M_{wmax} pari a 6,37 (Figura 22).

5.5. Definizione delle Categorie di sottosuolo secondo le NTC 2018

L'identificazione della categoria del sottosuolo è basata sulla descrizione stratigrafica e sui valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s . Ai fini della valutazione semplificata della risposta sismica locale, nell'attuale versione delle NTC, non è più consentita la classificazione del sottosuolo sulla base del parametro $NSPT_{30}$ per i terreni a grana grossa e Cu_{30} per i terreni a grana fine. Ciò era invece permesso nelle NTC08.

Le attuali norme tecniche richiedono che la categoria di sottosuolo sia stabilita sulla base del profilo V_s . La misura diretta di V_s attraverso specifiche indagini geofisiche è in ogni caso preferibile, essendo consentita in alternativa la definizione del profilo V_s attraverso il ricorso a correlazioni empiriche “di comprovata affidabilità” solo per il metodo semplificato ed in ipotesi residuali, stante la maggiore incertezza che caratterizza la determinazione di V_s con le citate correlazioni empiriche.

In caso di utilizzo di correlazioni empiriche è comunque raccomandabile non limitarsi all'uso di un singolo modello empirico, al fine di consentire una stima dell'incertezza legata al carattere regionale di tali correlazioni e alla conseguente elevata dispersione dei relativi dati sperimentali.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = H / \sum_{i=1..N} (h_i / V_{S,i})$$

con:

h_i , spessore dell' i -esimo strato (in m);

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato (in m/s);

N , numero di strati

H , profondità del substrato SISMICO (in m), definito come quella formazione, costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Fatta salva la necessità di estenderle indagini geotecniche nel volume significativo di terreno interagente con l'opera, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ definita mediante la media armonica; [3.2.1] delle NTC 18.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella espressione (3.2.1) e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tabella 4

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 4 - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Per tutti i terreni che non rientrano nelle categorie di sottosuolo riportate in Tab 3.2. Il è necessario effettuare l'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL).

Per le categorie B ed E la semplificazione è accettabile se non si rilevano contrasti di impedenza significativi. In caso contrario occorre procedere con analisi di RSL.

Per la definizione della categoria di suolo di fondazione per le differenti zone del territorio comunale, è necessario consultare la carta delle indagini all'interno della quale sono riportate le prove geofisiche effettuate durante l'elaborazione della MZS di terzo livello.

5.6. Dati geotecnici e geofisici

Nel presente capitolo vengono presentate le informazioni geotecniche e geofisiche attualmente disponibili, relative alle litologie presenti nell'area di studio; le informazioni sui parametri geotecnici sono state desunte da prove geotecniche, geofisiche e di laboratorio o in letteratura.

Sono elencate di seguito le litologie descritte in precedenza, con i relativi parametri geotecnici e/o geofisici e le prove da cui essi sono stati ricavati, tra le quali:

- Sondaggi geognostici.
- Prove penetrometriche DPSH (Dynamic Probing Super Heavy).
- Analisi di laboratorio su campioni prelevati.
- Prove geofisiche (HVSr Masw- Down Hole).

I dati qui presentati sono stati ricavati da indagini sia di tipo diretto quanto di tipo indiretto. Per quanto concerne i metodi di analisi diretta del sottosuolo sono state esaminate le stratigrafie provenienti sia da sondaggi a carotaggio continuo, sia da sondaggi a distruzione di nucleo, che seppur meno dettagliate delle prime, offrono informazioni relative allo spessore, alla composizione dei terreni di In relazione ai sistemi d'indagine indiretta, sono stati analizzati log parametrici derivanti da prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DS), oltre ai rapporti di prova provenienti da indagini di tipo geofisico come HVSr, MASW.

Prove penetrometriche dinamiche super pesanti	DS	2	
Sondaggi a carotaggio continuo	S	5	
Trincea o pozzetto esplorativo	T	4	
Misure di microtremore a stazione singola	HVSr	8	
Multi-channel Analysis of Surface Waves	MASW	2	1
	TOTALE	21	1

Tabella 4a – tipologia di indagini disponibili effettuate durante la MZS del terzo livello

Evidentemente, la redazione del terzo livello della microzonazione sismica ha fornito un notevole arricchimento della disponibilità di prove, soprattutto di tipo HVSr e MASW mentre durante l'apposita campagna geologica è stato effettuato un solo sondaggio DH 30 con annesse prove geotecniche all'interno del parco comunale.

TIPOLOGIA DI PROVA	SIGLA	NUMERO
INDAGINI REALIZZATE IN SITU		
Misure di microtremore a stazione singola	HVSR	17
Prove sismiche in foro tipo <i>Down Hole</i>	DH	1
Sondaggi a carotaggio continuo	S	1
Sondaggi con prelievo di campioni	SC	1
Multi-channel Analysis of Surface Waves	MASW	4
INDAGINI REALIZZATE IN LABORATORIO		
Analisi su campione	SM	1
Prove di colonna risonante	CR	1
Prove di taglio torsionale ciclico	TTC	1

Tabella 4b - tipologie di prova disponibili

La maggior parte delle indagini riportate sono concentrate nella zona del centro storico e nelle principali frazioni, dove si è concentrato lo studio di MZS del terzo livello al quale si rimanda per i report, gli elaborati ed i relativi risultati.

5.7. Carte delle microzonazioni sismiche

5.7.1. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

La carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) o carta delle aree suscettibili di effetti locali, è l'elaborato di sintesi fondamentale del primo livello di approfondimento. L'elaborato mostra, mediante riquadri alla scala 1:2.500, la suddivisione degli ambiti indagati in zone suscettibili di amplificazioni locali e zone suscettibili di instabilità. Nella tavola sono riportate le forme di superficie e sepolte già presenti nella carta geologico tecnica e le ubicazioni dei punti di misura di rumore ambientale. Le diverse microzone sono state definite sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche e ad esse sono stati associati codici identificativi progressivi e colorazioni distinte come previsto dagli standard sopra citati. Sono state identificate cinque microzone suscettibili di sola amplificazione locale a cui sono stati attribuiti i codici dal 2001 al 2005.

Di seguito è riportato lo schema dei rapporti litostratigrafici più significativi con la descrizione delle diverse successioni litotecniche in base alle quali sono state definite le microzone. Le descrizioni dei rapporti litostratigrafici sono riportate in maniera sintetica anche nella legenda di cartografia. Diverse aree caratterizzate dalle successioni litologiche

Zona 2004 Depositi colluviali limoso-argillosi poggianti su ghiaie eterometriche limoso-sabbiose da poco a moderatamente addensate (terrazzo alluvionale di secondo ordine). Spessori compresi tra 20 e 30 m. Questa zona si trova esclusivamente in prossimità dell'Abbazia di Santa Maria di Ronzano.

Zona 2005 Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi aventi spessore variabile tra 3 e 10 m, poggianti su substrato lapideo fratturato (substrato 2001). Tale situazione è presente esclusivamente nel capoluogo comunale di Castel Castagna

La carta delle MOPS è disponibile in allegato alla scala 1:2500.

5.7.2. Carta delle Microzonazione sismica

Le carte di microzonazione sismica di terzo livello, o carte dei fattori di amplificazione delle aree, sono state realizzate in accordo con quanto previsto dagli Standard MS 4.0b e rappresentano gli elaborati finali di sintesi dello studio di microzonazione. Mediante riquadri alla scala 1:2.500, vengono illustrati i risultati delle analisi e delle valutazioni eseguite negli ambiti comunali individuati per gli approfondimenti di terzo livello. Gli elaborati cartografici riportano la classificazione delle aree indagate in base all'amplificazione attesa, quantificata tramite fattori parametrici (FA) espressi in termini di intensità di Housner¹ per diversi periodi di vibrazione:

- FA_{0,1-0,5s} (tavola 5) - fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (SI/SI₀) per periodi compresi tra 0,1 e 0,5 secondi;
- FA_{0,4-0,8s} (tavola 6) - fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (SI/SI₀) per periodi compresi tra 0,4 e 0,8 secondi;
- FA_{0,7-1,1s} (tavola 7) - fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (SI/SI₀) per periodi compresi tra 0,7 e 1,1 secondi.

I fattori di amplificazione utilizzati per ciascuno dei tre periodi proposti (FA_{0,1-0,5s}, FA_{0,4-0,8s}, FA_{0,7-1,1s}) sono stati calcolati mediante modellazione bidimensionale, esclusivamente per il capoluogo di Castel Castagna mentre per quanto concerne le frazioni sono stati calcolati con analisi monodimensionali. Nelle tre tavole sono riportate le classi

parametriche individuate secondo gli Standard MS 4.0b, e stabilite sulla base dei valori puntuali di amplificazione ottenuti dalle modellazioni.

La restituzione cartografica in termini cromatici dei fattori di amplificazione è stata effettuata mediante applicazioni ArcGIS ESRI. Occorre ricordare che, nonostante la realizzazione della modellazione bidimensionale per Castel Castagna capoluogo, è stato deciso di attribuire all'intero ambito il fattore di amplificazione massimo, ottenuto per ognuno degli intervalli spettrali indicati dal CentroMS. I fattori di amplificazione ottenuti determinano classi di FA rispettivamente comprese tra 1,9-2 e 1,5-1,6. Per gli ambiti di Villa Chiavone e Villa Ruzzi, i fattori di amplificazione ottenuti risultano generalmente inferiori rispetto al capoluogo, determinando classi parametriche rispettivamente comprese tra 1,9-2 e 1,3- 1,4.

In funzione delle modellazioni effettuate e delle caratteristiche morfologiche, agli abitati di Ronzano e Scaricasale, sono state attribuite classi di amplificazione che mostrano fattori massimi, compresi tra 1,9-2, nel periodo di vibrazione 0,7-1,1s. Al contrario l'ambito di Santa Maria di Ronzano mostra amplificazioni massime per i bassi periodi di vibrazione (0,1-0,5s) con valori compresi tra 2,1-2,2. L'abitato di Castagna vecchia, infine, è caratterizzato dai minori fattori di amplificazione di tutto il territorio indagato, come chiaramente apprezzabile dalle classi riportate in carta comprese tra 1,3 e 1,1. Tale carta è disponibile negli allegati alla scala 1: 2500.

Gli approfondimenti di terzo livello eseguiti per lo studio di microzonazione sismica hanno permesso di escludere la presenza di instabilità di versante all'interno degli ambiti di studio e di definire per essi l'amplificazione sismica attesa. L'amplificazione è stata calcolata mediante analisi numeriche di risposta sismica locale 1D e 2D, basate su dati stratigrafici, indagini di laboratorio e profili di velocità delle onde di taglio (V_s) acquisiti sia in foro che dalla superficie. Tali valori sono stati estrapolati in forma areale in base ai caratteri geologici e morfologicotopografici distintivi degli ambiti di studio.

A causa della scarsa disponibilità di dati geognostici e geofisici pregressi, l'interpolazione areale delle classi di amplificazione è risulta affetta da un certo grado di incertezza. Si è quindi deciso di caratterizzare le aree di studio utilizzando sempre i massimi fattori di amplificazione ottenuti, nei diversi intervalli di vibrazione, mediante risposta sismica monodimensionale e bidimensionale. Questa criticità potrebbe essere in futuro mitigata attraverso la realizzazione di ulteriori approfondimenti di microzonazione che comprendano nuove indagini geognostiche e geofisiche e un numero più elevato di analisi di risposta

sismica bidimensionale. Le tre carte della MZS sono disponibili in formato 1:2500 relativamente alle aree selezionate per lo studio.

6. CARATTERISTICHE CLIMATICHE ED IDROGEOLOGICHE.

6.1. Lineamenti climatici

Complessivamente il clima dell'area comunale può essere definito di tipo sublitoraneo adriatico (tipo Cfa secondo la classificazione di Koppen Geiger), caratterizzato da precipitazioni sufficienti in tutti i mesi, inverni moderatamente freddi, estati calde ma piuttosto ventilate e stagioni intermedie piovose e miti

Il territorio in esame, sia per posizionamento geografico che per complessità orografica, è caratterizzato da un regime meteorologico estremamente dinamico e da un clima piuttosto complesso. In particolare, la presenza della catena del Gran Sasso d'Italia induce a rapidi cambiamenti di temperatura e umidità alla mesoscala anche a causa dei processi di fohnizzazione (su libeccio proveniente da SW discendente) e di *stau* (raffreddamento adiabatico di masse d'aria umida con condensazione, per innalzamento forzato sul lato sopravvento, nel caso specifico bora proveniente da NNE), quest'ultimo responsabile di periodi con precipitazioni intense e persistenti, anche a carattere nevoso in inverno. Non essendoci nel territorio comunale una stazione meteorologica di rilevamento ufficiale, i dati medi mensili ed annui son ostati estrapolati da stazioni limitrofe e caratterizzate dallo stesso clima medio: per le temperature si è fatto riferimento alle stazioni di Isola del Gran Sasso e Guardia Vomano, per le precipitazioni da quella di Tossicia.

Dal punto di vista termometrico, i valori medi annui

Sotto il profilo pluviometrico, la distribuzione media dei cumulati annuali, relativamente al periodo 1961-2015, è di circa 1020 mm distribuiti in circa 115 giorni piovosi. Le precipitazioni più abbondanti sono apportate da flussi sciroccali in seno a passaggi perturbati di origine atlantica mentre le precipitazioni più intense derivano da richiami di aria fredda continentale in seno alla presenza di una depressione posizionata sul medio o basso Tirreno.

Le nevicite, limitate al periodo dicembre – marzo, sono determinate da irruzioni di aria artico-continentale proveniente dal comparto balcanico, talvolta dando luogo a fenomeni anche di un certo rilievo in termini di estensione, intensità e accumulo della coltre nevosa. Le sempre più frequenti ondate di caldo e i periodi siccitosi sono invece causati dall'espansione verso nord dell'anticiclone subtropicale continentale (meglio conosciuto come anticiclone africano) che può stazionare nell'area anche per periodi superiori alle die settimane in situazione di blocco meteorologico.

Nella sottostante tabella 5 vengono riportate le caratteristiche salienti del clima locale:

MESE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Temperatura (°C)	5,5	6,9	9,2	12,5	16,6	20,8	23,4	23,2	19,5	14,8	10,1	6,4
Precipitazioni (mm)	87	81	83	84	71	66	52	62	95	116	117	107

Tabella 5 – Caratterizzazione mensile del clima termopluviometrico locale

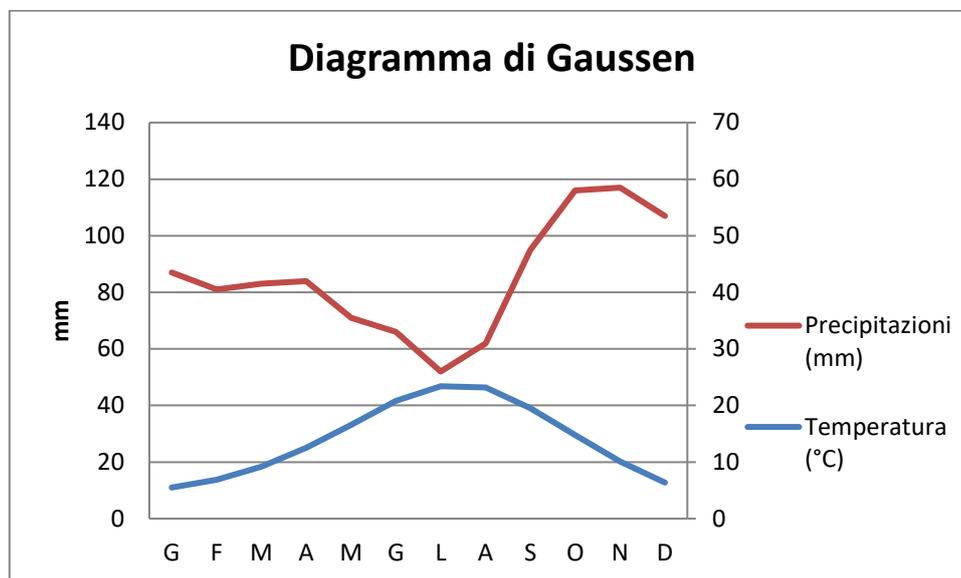


Figura 23 – Diagramma climatico di Gausse

Dalla disamina del diagramma di Gausse si evince anche che non esistono periodi di siccità climatica, visto che la spezzata di 2P non intercetta mai la spezzata delle T (Fig, 23).

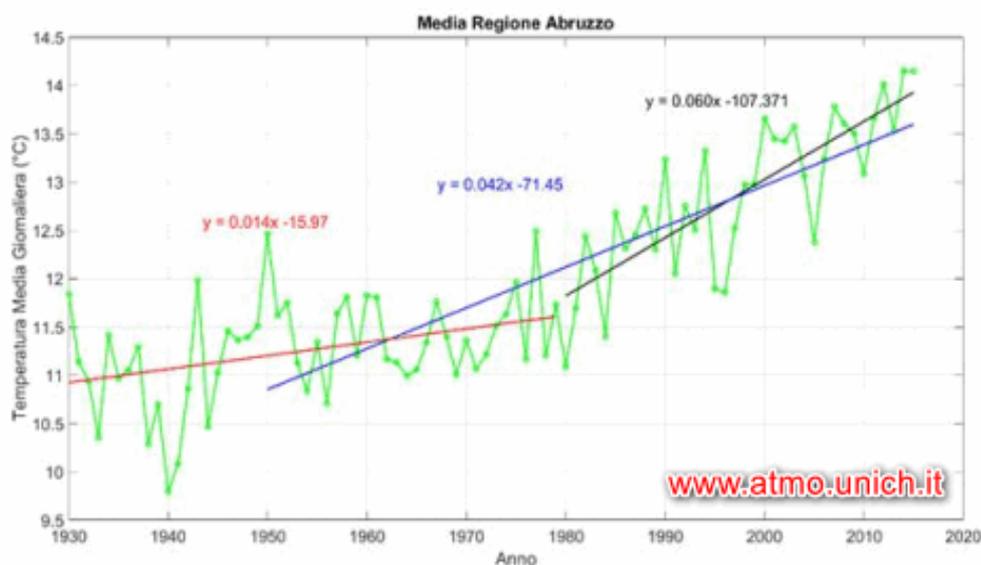


Figura 24 – Trend termometrico quasi secolare relativo alla Regione Abruzzo (fonte CETEMPS).

Il segnale climatico recente, relativo all'intero territorio abruzzese non mostra variazioni significative nell'andamento delle cumulate annue quanto un evidente e significativo

incremento delle temperature medie annue e stagionali come da seguente figura: è evidente che nell'ultimo cinquantennio l'incremento termico medio sia amplificato ed abbia raggiunto valori nell'intero periodo di circa 2°C, in particolare nelle aree di media ed alta collina come quello caratteristico dell'area oggetto dello studio (Fig.24); Paglia *et al.* (in stampa)

6.2. Caratterizzazione idrogeologica

La caratterizzazione idrogeologica dei terreni presenti è stata condotta in base ai dati ottenuti dal rilevamento geomorfologico e geologico dell'area in esame; inoltre, diverse prove penetrometriche effettuate nell'area di studio hanno permesso di ricostruire lo spessore e la variazione spaziale dei depositi presenti.

6.2.1. Complessi idrogeologici individuati nell'area in esame.

I terreni dell'area in esame sono dotati di conducibilità idraulica evidentemente variabile in funzione delle differenze granulometriche e litologiche dei sedimenti che li costituiscono.

Si riconoscono i seguenti complessi, individuati in base alla differente permeabilità (Fig.25):

- depositi alluvionali terrazzati, costituiti principalmente da sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose, con permeabilità elevata, pari a circa 10^{-3} m/sec e conducibilità idraulica pari a $10^{-3/-4}$ m/sec
- depositi alluvionali terrazzati ove prevalenti sono i limi ed i limi sabbiosi, la cui permeabilità, lievemente inferiore, si attesta intorno a 10^{-4} m/sec e la conducibilità idraulica in circa 10^{-5} m/sec
- depositi messiniani-pliocenici marini di avanfossa corrispondenti all'unità della Laga presentano permeabilità piuttosto variabili al loro interno e generalmente comprese tra circa 10^{-5} e 10^{-8} m/sec a seconda della frazione argillosa presente.

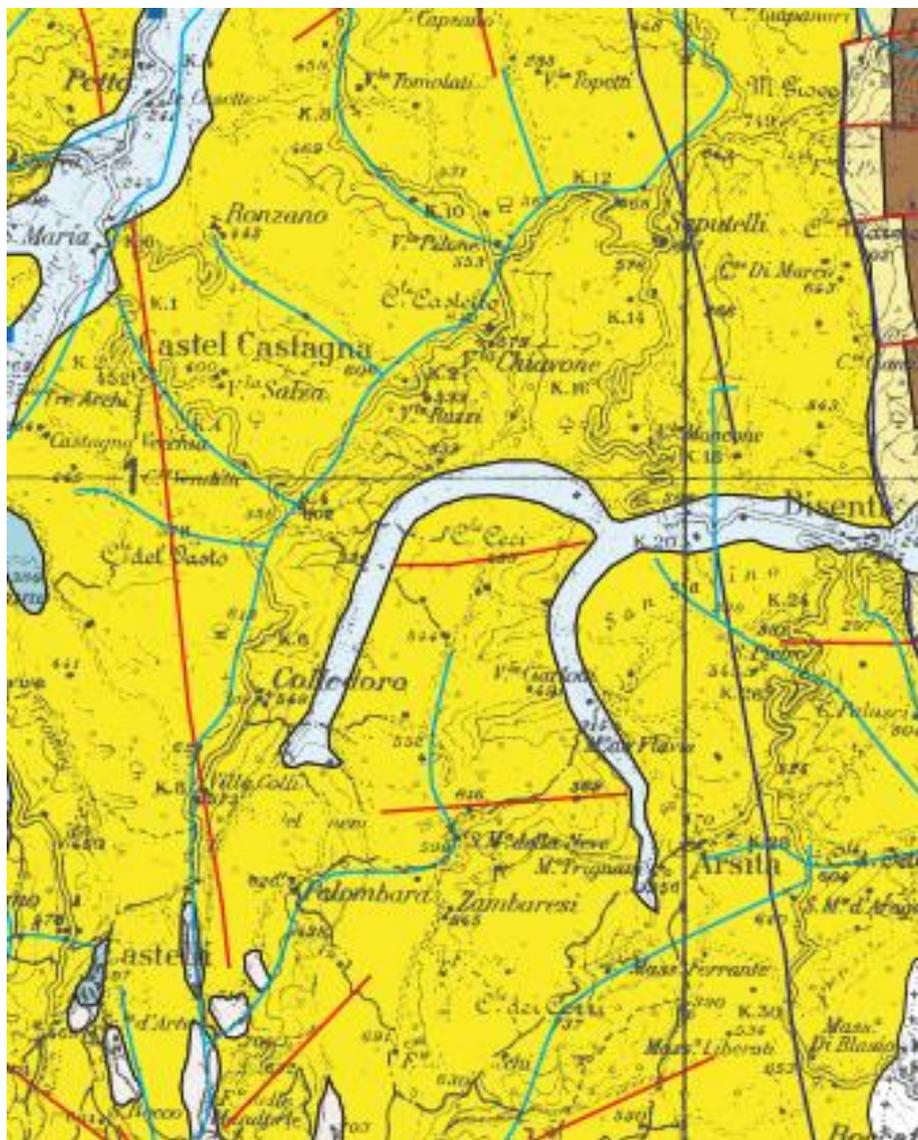
CNR / GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

LINEA 4: Valutazione della Vulnerabilità degli Acquiferi

Lavoro svolto dall'unità operativa n° 10 N - (Resp. Prof. T. NANNI)

SCHEMA IDROGEOLOGICO DELLA PROVINCIA DI TERAMO

G. DESIDERIO¹, C. FOLCHI VICI D'ARCEVIA², G. MARRONE², T. NANNI³, S. RUSI¹



- Faglia
- Sovrascorrimento
- Piezometrica
- Rete acquedottistica
- Traccia di sezione
- Principali linee di flusso delle acque sotterranee degli acquiferi delle pianure alluvionali
- Linea di flusso principale dell'acquifero di base dell'idrostruttura della Montagna dei Fiori
- Potenziali produttori d'inquinanti censiti
- Sorgenti
 - $Q < 10 \text{ l/s}$
 - $10 \text{ l/s} < Q < 50 \text{ l/s}$
 - $Q > 50 \text{ l/s}$

Figura 25 - Stralcio dello Schema Idrogeologico della Provincia di Teramo.

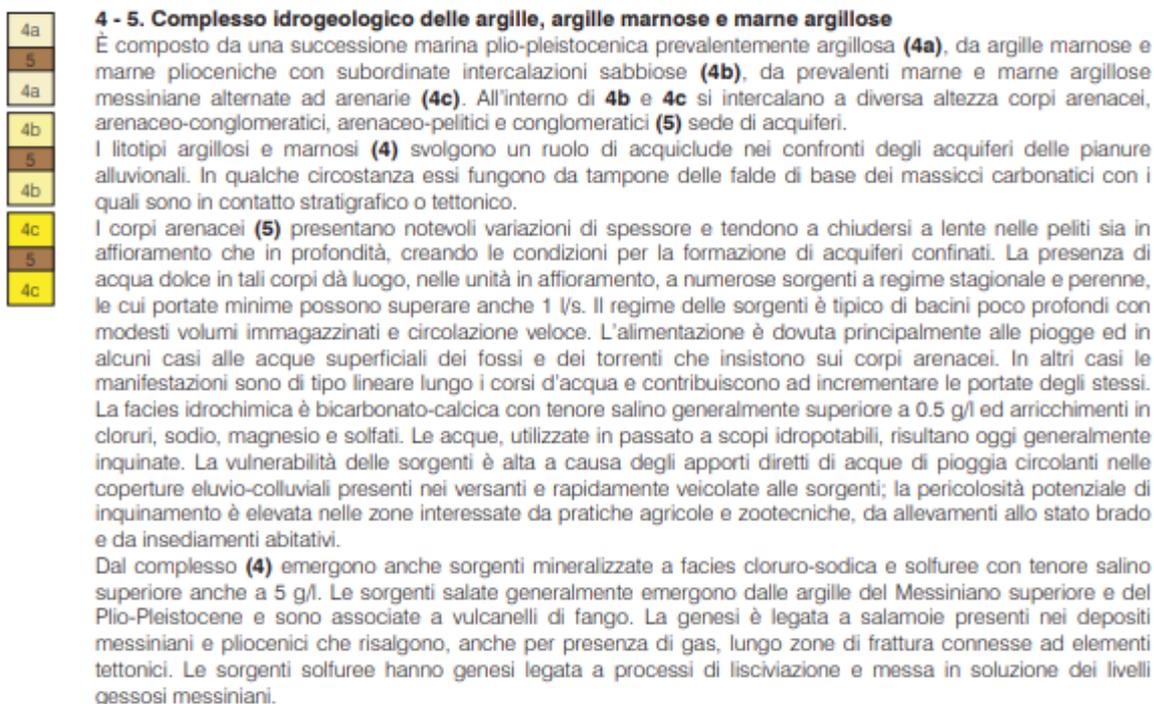
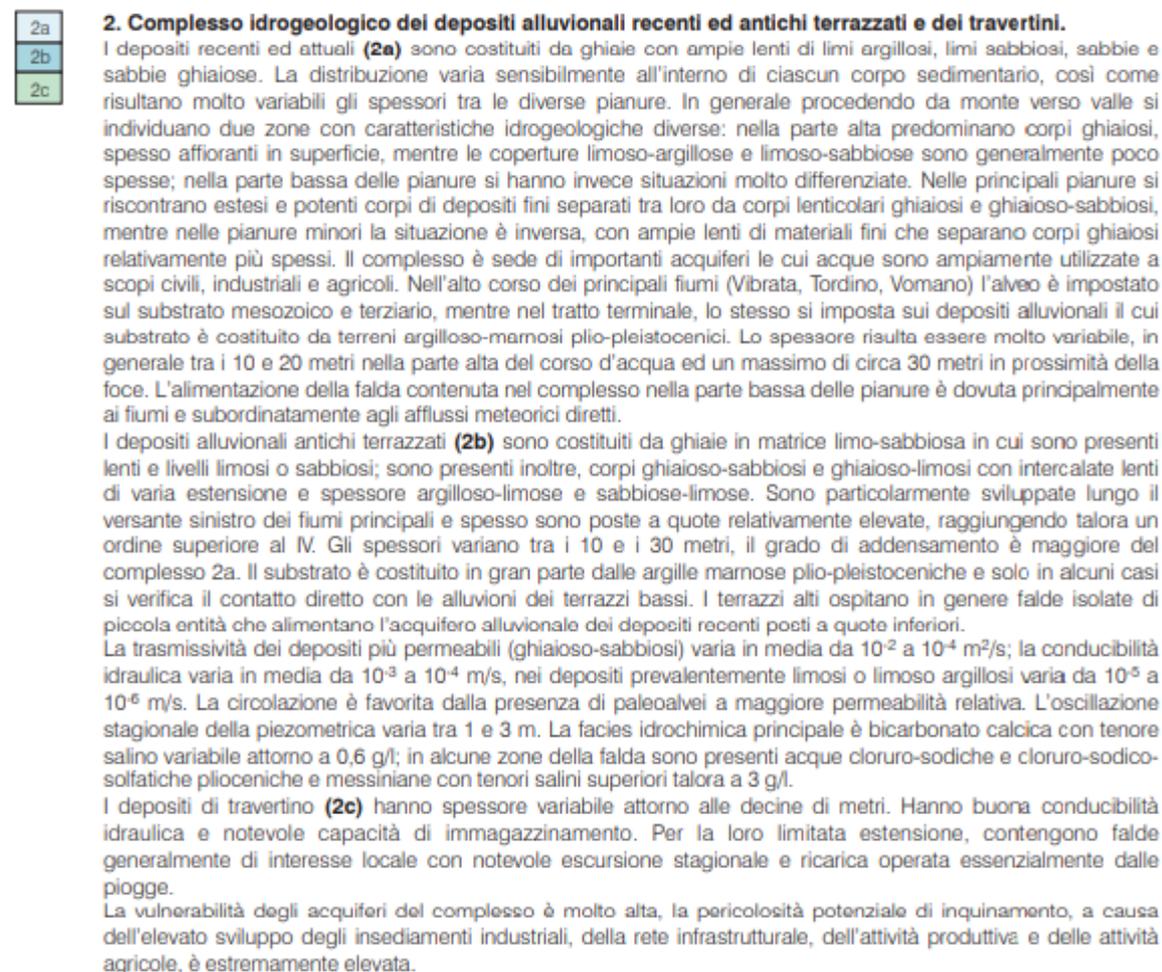


Fig.25b -Legenda dello Schema Idrogeologico della Provincia di Teramo.

6.2.2. Caratteristiche dei fossi e dei canali esaminati

Il territorio comunale di Castel Castagna è caratterizzato da una rete di canali ad andamento longitudinale e trasversale, molto spesso collegati tra loro, spesso in maniera dipendente dall'evoluzione tettonica del sistema; i principali presentano sostanzialmente ad andamento ESE-WNW e confluiscono in sinistra idrografica del Fiume Mavone.

Tale sistema è costituito da diversi canali - fossi naturali con alveo in terra, che scaturiscono nella porzione alto - collinare e vengono poi brevemente rettificati nello sbocco nel fondovalle principale del fiume Mavone;

In particolare, nella zona collinare, si osserva una massiccia presenza di fossi naturali con sponde e scarpate estese in verticale per alcuni metri. Proseguendo verso valle, i fossi in oggetto, in caso di estesa antropizzazione (es frazione fondovaliva di Santa Maria), hanno subito variazioni di forma e grandezza della sezione.

Nell'attuale condizione morfoclimatica, il numero dei fossi e la loro forma sembrerebbero essere sufficienti per lo smaltimento delle acque piovane anche in caso di precipitazioni intense mentre la risposta degli stessi sembrerebbe essere critica in caso di massiva ablazione del manto nevoso (vedi situazione del gennaio 2017) o se l'estremizzazione meteorologica in corso fosse amplificata dal forcing antropogenico in atto.

7. VINCOLI E PRESCRIZIONI PRESENTI

Il comune di Castel Castagna è soggetto a vincoli ed a prescrizioni legate alla presenza di fenomeni di dissesto idrogeologico e secondariamente idrologico, strettamente dipendenti dalle caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche ed idrogeologiche del proprio territorio:

- **PAI:** (Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Fiume Sangro).
- **PTP:** (Piano Territoriale Provinciale della Provincia di Teramo).
- **VINCOLO IDROGEOLOGICO-FORESTALE E ZONE SISMICHE.**

7.1. Analisi del P.A.I (Piano Assetto Idrogeologico).

La distribuzione delle frane e dei dissesti s.l. è alquanto eterogenea benché non particolarmente estesa all'interno del territorio comunale: accanto ad aree sostanzialmente stabili (aree di fondovalle alluvionale e pendii a modesta acclività) esistono aree a moderata franosità - evidentemente caratterizzata da un particolare assetto geo litologico e in presenza di pendii ad acclività almeno maggiore di 25°.

Riguardo alla presenza di eventuali fenomeni franosi recenti o in atto, secondo la Carta Inventario dei Fenomeni Franosi ed Erosivi" - elaborato cartografico del P.A.I della Regione Abruzzo, attualmente in vigore, l'area di studio presenta movimenti gravitativi con livelli di pericolosità e rischio differenti.

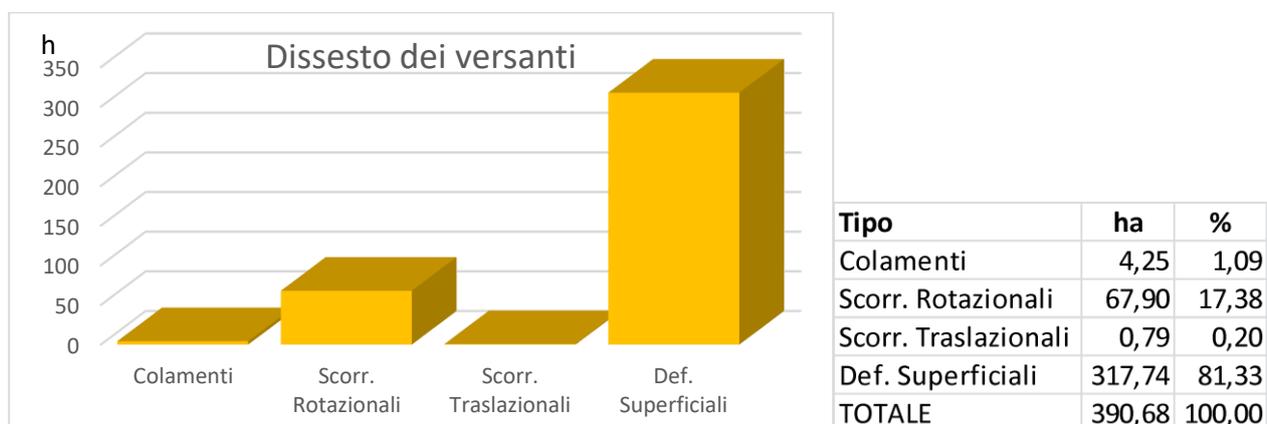


Figura 26 - 

Per quanto riguarda la differenziazione dei movimenti gravitativi, come evidenziato attraverso una complessa analisi (fig.26) risulta evidente come oltre l'80% del totale si

Dr. Geol. Massimiliano FAZZINI pagina 45 di 58

riconosca in deformazioni superficiali lente e solamente l'1% dei movimenti sia di tipo colamento, anche rapido. Di conseguenza, appare ovvia una totale assenza di aree a rischio elevato mentre la quasi totalità delle aree in frana determina un rischio modesto R1.

Si ricorda che, relativamente al grado di rischio, il PAI lo identifica come segue:

- Aree a rischio moderato R1: nelle quali i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali. Tali aree corrispondono a quelle interessate dall'invasione di acqua fangosa.
- Aree a rischio medio R2: aree agricole e antropizzate con presenza di infrastrutture nelle quali sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche. Tali aree hanno le caratteristiche di quelle ubicate a valle e ai margini delle zone in cui si sono accumulati i principali volumi di fango, dove, per la presenza di strade asfaltate allungate nella direzione di scorrimento, si è verificato il transito e accumulo di volumi limitati di fango e acqua fangosa anche a notevole distanza dal fronte del cumulo di frana principale.
- Aree a rischio elevato R3: aree agricole con infrastrutture interessate dal transito e accumulo del fango e detriti e aree agricole e antropizzate al margine e al piede dei flussi fangosi nelle quali sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale. Tali aree hanno le caratteristiche di quelle agricole con edifici e depositi rurali disabitati, campi coltivati, strade secondarie e provinciali, ubicate a monte dei centri abitati e di quelle agricole con edifici abitati e infrastrutture (strade secondarie, provinciali, ferrovia) ubicate a valle, lambite dal fango e interessate da invasione di acqua fangosa che sono state interessate rispettivamente da transito e accumulo delle masse di fango o da accumulo di volumi limitati di fango. L'ampiezza di tali aree dipende dalle caratteristiche di fluidità del fango, dall'altezza di distacco, dal volume del fango, dal verificarsi di ripetute colate nella zona di accumulo della prima colata, dalla presenza di strade asfaltate o canali rivestiti nella direzione di scorrimento della colata.

7.1.1. Piano Stralcio Difesa Alluvioni

Il Piano Stralcio Difesa Alluvioni (in seguito PSDA), è stato disposto ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della legge 18.05.1989 n. 183. Il PSDA è inteso come uno strumento volto al

conseguimento, attraverso la programmazione di opere, vincoli e direttive, di un assetto fisico dei corsi d'acqua regionali compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo ai fini insediativi agricoli ed industriali ed alla salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali, limitando gli interventi artificiali e le interferenze antropiche.

Nel territorio comunale di Castel Castagna non si rilevano aree caratterizzate da pericolosità o rischio idraulico.

7.2. Analisi del P.T.P.

Il Piano Territoriale Provinciale della Provincia di Teramo (PTP), redatto in conformità e secondo le disposizioni contenute nella L.R. 18/83 nel testo vigente e approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n° 20 del 30/03/2001, ha anch'esso normato il territorio da un punto di vista idrogeologico prima dell'adozione di PAI e PSDA.

Di seguito si riporta parte delle Norme di attuazione del PTP. In particolare la L.R. 18/83 sopracitata specifica che il PTP:

- individua zone da sottoporre a speciali misure di salvaguardia dei valori naturalistici, paesistici, archeologici, storici, di difesa del suolo, di protezione delle risorse idriche, di tutela del preminente interesse agricolo;
- fornisce, in relazione alle vocazioni del territorio ed alla valorizzazione delle risorse, le fondamentali destinazioni e norme d'uso: per il suolo agricolo e forestale; per la ricettività turistica e gli insediamenti produttivi industriali ed artigianali; per l'utilizzazione delle acque; per la disciplina dell'attività estrattiva;
- precisa ed articola, per specifica unità territoriale, le previsioni demografiche ed occupazionali e le quantità relative alla consistenza degli insediamenti residenziali;
- indica il dimensionamento e la localizzazione, nell'ambito dei Comuni interessati, degli insediamenti produttivi, commerciali, amministrativi e direzionali, di livello sovracomunale; fornisce il dimensionamento e localizzazione, nell'ambito dei Comuni interessati, delle attrezzature di servizio pubblico e di uso pubblico di livello sovracomunale, con particolare riferimento ai parchi ed ai servizi per la sanità e l'istruzione sentiti, al riguardo, le UU.LL.SS.SS. ed i distretti scolastici competenti;

IL SISTEMA AMBIENTALE

A.1 AREE AMBITI ED OGGETTI DI TUTELA AMBIENTALE E PAESAGGISTICA

A.1.1 AREE ED OGGETTI DI INTERESSE BIO-ECOLOGICO



Art. 5

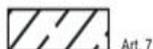
A.1.2 AREE A RISCHIO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO



Art. 6

A.1.3 AMBITI DI ATTENZIONE IDROGEOLOGICA

A.1.3.1 Ambiti di controllo idrogeologico



Art. 7

A.1.3.2 Ambiti di protezione idrologica



Art. 8

Sorgenti idropotabili

Risorse idrologiche

Ambiti di vulnerabilità intrinseca



RI

VI

A.1.4 AREE DI INTERESSE PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE



Art. 9

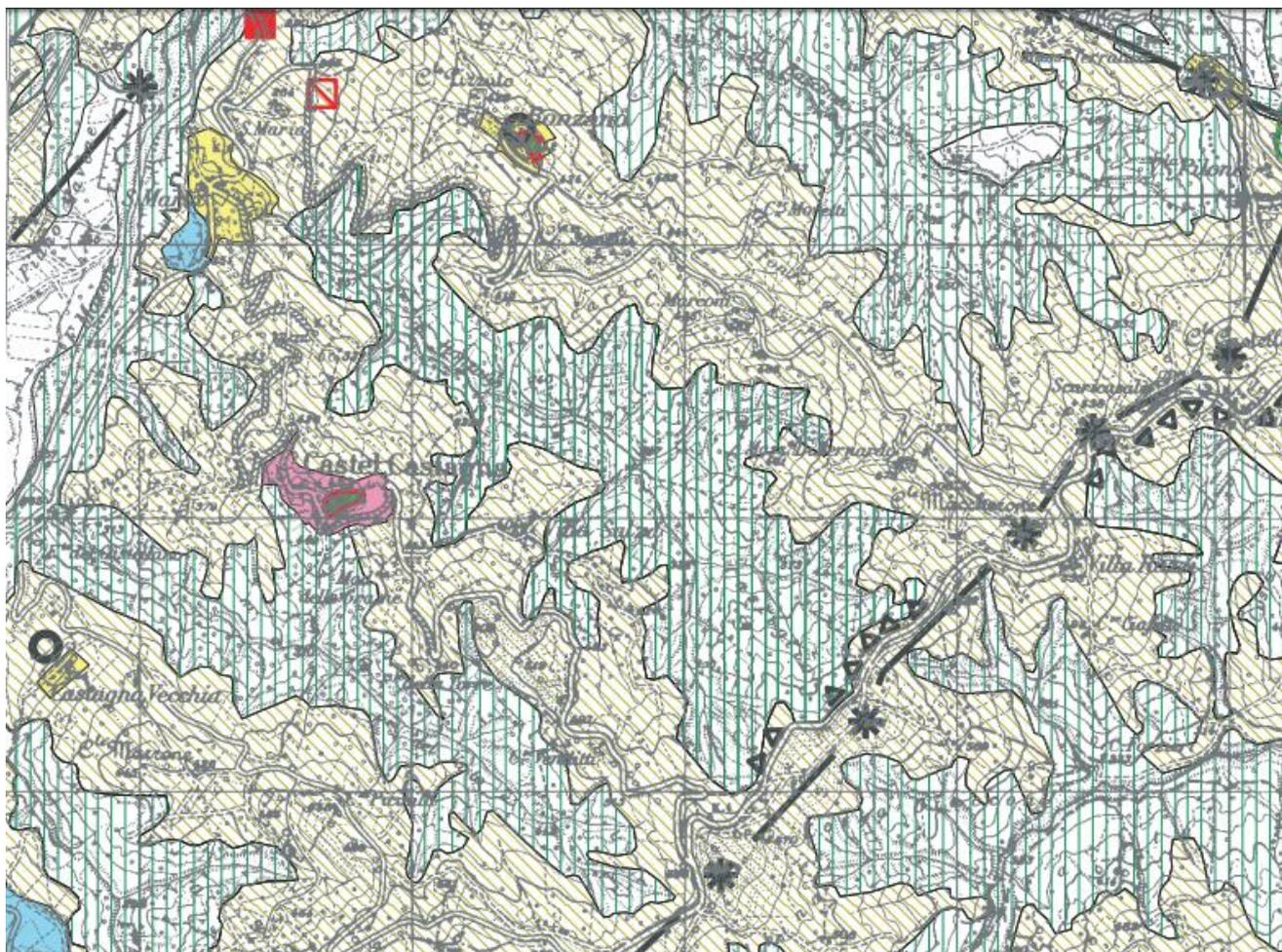


Figura 27 - Stralcio carta PTP

- articola la capacità ricettiva turistica con riferimento ai singoli territori comunali interessati, indicando attrezzature ed impianti per lo svolgimento degli sports invernali

e per l'utilizzazione turistica della montagna, per le attività balneari e per gli approdi turistici e relativi servizi, individuandone le localizzazioni nonché le fondamentali tipologie ricettive, con particolare riguardo alle strutture per il turismo sociale, alle attrezzature a rotazione d'uso ed agli insediamenti turistico-residenziali;

- individua il sistema della viabilità e di trasporto e la rete delle altre infrastrutture di interesse sovra comunale;
- fissa le quantità massime di territorio che i singoli Comuni possono destinare, nel decennio, alle nuove previsioni residenziali e produttive;
- garantisce attraverso specifiche norme una percentuale minima di fabbisogno di alloggi per usi residenziali e turistici da soddisfare, da parte dei Comuni, mediante il recupero di edifici esistenti degradati e le quote minime di residenza da realizzare come edilizia economica e popolare.

In particolare, ai fini di questa indagine, si può osservare come il comune di Castel Castagna sia soggetto, per quanto riguarda le "aree ambiti ed oggetti di tutela ambientale e paesaggistica", all'articolo **6: aree a rischio geologico ed idrogeologico**;

Le NTA così riportano:

Art. 6 Aree a rischio geologico ed idrogeologico. 1. *Nelle planimetrie di piano 1:25.000 sono individuate le aree a rischio geologico ed idrogeologico che comprendono le aree soggette ad erosione, a frane attive o quiescenti, a processi gravitativi di versante (deformazioni lente, deformazioni gravitative profonde).*

2. *Le prescrizioni del presente articolo hanno efficacia diretta: i Comuni, in sede di formazione dei propri strumenti urbanistici, debbono svolgere adeguate analisi per l'approfondimento delle conoscenze dei singoli fenomeni anche attraverso specifiche indagini strumentali in sito, al fine di definire una più precisa perimetrazione ed una più specifica disciplina d'uso e di intervento, nel rispetto delle prescrizioni contenute nel presente articolo. In base a tali indagini potranno pertanto essere proposte modifiche relative solamente ai perimetri e ad eventuali integrazioni di aree.*

3. *Nel caso le suddette indagini accertassero che la causa di rischio non sussiste più, l'area individuata sarà parificata agli "ambiti di controllo idrogeologico" di cui al successivo art. 7.*

4. *Nelle aree di rischio geologico ed idrogeologico sono vietati nuovi interventi infrastrutturali ed ogni attività di trasformazione urbanistica e edilizia. Sono ammessi esclusivamente interventi di difesa e consolidamento del suolo e del sottosuolo, di risanamento e di restauro ambientale. Le pratiche colturali eventualmente in atto debbono garantire la coerenza con il riassetto idrogeologico dell'area ed essere corredate delle necessarie opere di regimazione idrica superficiale*

Nei terreni individuati come frane antiche o deformazioni lente e gravitative profonde, già interessati da insediamenti stabili e da infrastrutturazioni extraurbane e rurali, possono essere previsti interventi di ristrutturazione e di completamento volti esclusivamente alla sistemazione igienico funzionale e alle riduzioni

del rischio, nel rispetto degli strumenti urbanistici, previa specifiche indagini e perizie geologiche che ne garantiscano la fattibilità e le modalità.

7.3. Analisi della “Carta del Vincolo Idrogeologico-Forestale e Zone Sismiche”.

La “Carta del Vincolo Idrogeologico-Forestale e Zone Sismiche” (ai sensi della legge n° 68 del 02.02.1960 ed aggiornato nell’anno 1985), indica che la quasi totalità del territorio comunale di Castel Castagna è sottoposta al vincolo idrogeologico forestale. Il vincolo idrogeologico forestale, tra i tanti motivi, veniva apposto per prevenire fenomeni di instabilità dei pendii (Regio Decreto 30 Dicembre 1923 n. 3267).

Il Regio Decreto di cui sopra è una normativa non certo recente, tuttavia, leggendo gli articoli, vi si intuisce una approfondita conoscenza del territorio e la maggior parte degli strumenti cartografici-normativi come il “Piano Territoriale della Provincia di Teramo” riprendono le indicazioni o parte delle indicazioni fornite già nel 1923 da questo Regio Decreto.

L’articolo n. 1 del Regio Decreto del 30 Dicembre 1923 – n. 3267 cita testualmente: “Sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9 possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.”

Il Vincolo Idrogeologico è evidentemente assente in tutto il territorio comunale come riportato nella “Carta dei vincoli” in allegato.

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1. Mappe tematiche

Per descrivere in modo sintetico ed efficace il territorio oggetto dello studio sono state elaborate le informazioni a tal fine rilevanti producendo dieci mappe tematiche in scala 1:6.000 (massima risoluzione rappresentabile su un foglio formato A0), fornite in allegato e di seguito sinteticamente descritte.

All. 1: Carta topografica

Sulla base di una rappresentazione raster del rilievo (tinte altimetriche più ombreggiatura, entrambe derivanti dal DEM prodotto dall'INGV per l'intero territorio nazionale con il progetto TINItaly), sono riportati con appropriata rappresentazione gli elementi rilevanti relativi a orografia, idrografia e antropizzazione, desunti dalla cartografia vettoriale prodotta della Regione Abruzzo per la realizzazione della Carta Tecnica Regionale (CTR).

All. 2: Carta geologica

Sulla base topografica di cui sopra (con esclusione delle tinte altimetriche, come per ogni altra successiva mappa) sono state rappresentate con idonea simbologia le informazioni relative alle formazioni affioranti e ai depositi continentali spessi (depositi alluvionali).

All. 3: Carta geomorfologica

Sulla base topografica sono state rappresentate simbolicamente le informazioni relative ai litotipi affioranti (colori pieni), nonché ai depositi continentali (tramite retinatura), ai processi geomorfologici (sempre tramite retinatura) e alle relative forme (tramite vestizione di elementi lineari), specificando morfogenesi e stato di attività.

All. 4: Carta dell'acclività

Sulla base topografica è stata rappresentata l'acclività dei versanti (calcolata sulla base del modello digitale del rilievo prodotto dall'INGV) tramite una rampa di colori (dal verde al rosso tramite il giallo per valori progressivamente crescenti).

All. 5: Carta del rischio

Sulla base topografica sono stati riportati i poligoni individuati nell'ambito del PAI per i livelli di rischio crescenti (da 1 a 4) tramite idonee retinature (con colori dal giallo al rosso per valori via via maggiori).

All. 6: Carta idrogeologica

Sulla base topografica sono stati rappresentati tramite colori diversi le litologie a diversa permeabilità e i depositi alluvionali.

All. 7: Carta delle indagini

Sulla base topografica sono state riportate le indagini effettuate durante la campagna MZS di terzo livello

All. 8: Carta dei vincoli

Sulla base topografica sono stati riportati i poligoni relativi ai diversi tipi di vincolo presenti nell'area di studio.

All. 9: Carta della MZS di terzo livello

Sulla base topografica, per i differenti intervalli di frequenza sono stati riportati i valori di amplificazione sismica calcolati con modelli di simulazione utilizzati per l'intero cratere sismico del 2016

All. 10: Carta della trasposizione delle Scarpate

Sulla base topografica sono state riportate tutte le scarpate individuate, distinte per meccanismo genetico prevalente, nonché le fasce di rispetto relative a quelle principali di rilevanza ai fini della pianificazione urbanistica e territoriale.

8.2. Mappe di sintesi

Dall'analisi e dalla comparazione degli elementi acquisiti ed analizzati nella ricerca, considerando dunque le valutazioni di tipo geologico s.l. geomorfologiche, morfometriche, sismiche e derivanti dalle evidenze emerse nel PAI e nel PSDA sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici di sintesi:

- ***Allegato 11: Carta della Pericolosità Territoriale***
- ***Allegato 12: Carta dell'Idoneità Territoriale all'edificazione***

Entrambe le cartografie sono state prodotte, come le precedenti, alla scala 1:6.000 e sono prodotte sovrapponendo i tematismi alle medesime basi topografiche.

All. 11: Carta della Pericolosità territoriale

La carta di pericolosità territoriale evidenzia mediante la sovrapposizione dei vari *layer* inerenti le singole cartografie prodotte, gli elementi più significativi di pericolosità rilevati nel territorio in esame.

In particolare, riposta l'estensione dei fenomeni gravitativi e fluvio-denudazionali, delle aree a rischio di esondazione, delle fasce di rispetto per le principali scarpate e dei pendii particolarmente acclivi.

All.12: Carta di idoneità territoriale all'edificazione

La carta di idoneità territoriale suddivide il territorio in tre classi:

CLASSE 1 – Edificazione consentita (colore verde)

In questa classe sono comprese le aree che non presentano problematiche degne di nota, ovvero le zone a morfometria regolare che non presentino acclività superiori ai 15° e le aree fondovalliche o pianeggianti anche di sommità o intermontane s.l., non soggette a fenomeni di esondazione o di instabilità dei versanti.

In queste aree, lo studio analitico geologico e le relative indagini geognostiche e geofisiche effettuate saranno mirate alla ricostruzione della stratigrafia di dettaglio, della piezometria e delle caratteristiche geomeccaniche e sismiche del territorio (con approfondimenti locali rispetto alla MZS di terzo livello), così da progettare correttamente la fondazione.

Di fatto, le aree che rientrano in questa specifica classe, non sono soggette a limitazioni per quanto riguarda le scelte urbanistiche; è comunque richiesto il rispetto delle prescrizioni evidenziate nelle NTC 2018

CLASSE 2 – Edificazione condizionata (colore arancio)

In questa classe rientrano le aree che pur non mostrando condizioni di instabilità s.l. attive o quiescenti possono, per caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche o morfometriche essere interessate da fenomeni gravitativi ed idraulici s.l.:

- Aree interessate in passato da movimenti gravitativi attualmente inattivi (concetto di attività da rivedere anche in funzione del nuovo “clima”).
- Versanti morfologicamente irregolari caratterizzati da ruscellamento diffuso, soliflusso, *soil slip* e deformazioni superficiali lente
- Aree soggette ad esondazione classificate nel PSDA come zone a Pericolosità moderata e/o media
- Aree a rischio liquefazione
- Aree interessate dall'eventuale presenza di cavità sotterranee
- Pendii con acclività compresa tra i 15° e i 45°.

In tali aree, le indagini geognostiche saranno mirate oltre che alla ricostruzione della stratigrafia di dettaglio, della piezometria e delle caratteristiche geo meccaniche dei terreni nel rispetto delle NTC 2018 anche a valutazioni delle condizioni di stabilità prima evidenziate sia precedentemente che posteriormente alla realizzazione dell'opera.

Saranno altresì richiesti studi specifici nelle aree a potenziale rischio liquefazione (non presenti nel territorio comunale) e nelle aree soggette a potenziale esondazione (Studio di compatibilità idraulica) così come da norme di attuazione dettate dal PSDA

Le aree che rientrano in questa specifica classe sono soggette ad edificazione condizionata sulla base del contesto geologico s.l. in cui si trovano. In esse sono richieste studi e controlli non limitati ai singoli manufatti ma estesi ad una porzione di territorio più estesa, con particolare riferimento alla valutazione delle condizioni di stabilità dei pendii e versanti e/o del rischio esondazione.

CLASSE 3 – Edificazione sconsigliata (colore rosso)

In questa classe rientrano aree interessate da dissesti idrogeologici attivi e quiescenti, aree di fondovalle a rischio esondazione presenti all'interno della cartografia PSDA come

aree a Pericolosità elevata e/o molto elevata e zone in cui sono necessarie ed urgenti interventi di messa in sicurezza. In particolare rientrano in questa aree:

- Versanti o pendii con acclività maggiore di 45°;
- Versanti irregolari caratterizzati dalla presenza di movimenti gravitativi o forme di erosione calanchiva (attivi o quiescenti);
- Tratti di fondovalle a rischio esondazione presenti all'interno della cartografia PSDA come aree a Pericolosità elevata e/o molto elevata per cui è richiesto uno studio di compatibilità idraulica;
- Scarpate morfologiche rilevanti;

Le aree che rientrano in questa classe sono soggette a **edificazione sconsigliata** in quanto caratterizzate da pericolosità geomorfologica elevata.

In particolare, infine le carte di MZS del terzo livello - Tavole 5-7 - rappresentano rispettivamente:

- FA0,1-0,5s (tavola 5) - fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (SI/SI0) per periodi compresi tra 0,1 e 0,5 secondi;
- FA0,4-0,8s (tavola 6) - fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (SI/SI0) per periodi compresi tra 0,4 e 0,8 secondi;
- FA0,7-1,1s (tavola 7) - fattori di amplificazione espressi in rapporto di Intensità di Housner in superficie e al bedrock sismico (SI/SI0) per periodi compresi tra 0,7 e 1,1 secondi.

9. CONCLUSIONI

Su incarico dell'Amministrazione comunale di Castel Castagna (TE) è stato redatto uno studio geologico s.l., geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico sulle aree interessate dal costituendo **Piano Regolatore generale**.

Il presente elaborato è stato redatto seguendo le "Linee guida regionali - allegato A" inerenti "*Indagini e studi da eseguire a corredo degli strumenti urbanistici ai fini del rilascio di compatibilità geomorfologica*" (ex legge 64/1974 Art. 13 D.P.R. 380/2001. Art 89).

Nonostante che il territorio fisico piuttosto complesso, dominato da una complessa orografia pur senza elevatissime energie di rilievo, nel comune di Castel Castagna, non si riscontrano complessivamente problematiche di natura idrogeologica ed idrologica estese e dunque che precludano eventuale nuova edificazione.

Lo studio è stato finalizzato a documentare ed illustrare i principali caratteri geologici caratterizzanti il territorio così da verificarne la compatibilità con il nuovo strumento urbanistico

Lo studio è stato organizzato in due fasi principali:

La prima fase è consistita nell'analisi dei dati derivanti da lavori e studi realizzati precedentemente da diversi Geologi, integrata dal rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio del territorio oggetto dello studio, con particolare riguardo al rilevamento delle condizioni di stabilità dei versanti e delle caratteristiche idrauliche generali dei corsi d'acqua, artificiali e naturali, presenti nel territorio comunale oltre che dallo studio di microzonazione sismica di terzo livello realizzata dallo scrivente.

La seconda fase del lavoro si è articolata nelle seguenti parti:

- creazione tramite GIS (QGIS 3.22.7 "Bialowieza") di geodatabase, ottenuto mediante implementazione dei dati raccolti in campagna tramite schede cartacee e derivanti dalle scarse indagini pregresse;
- elaborazione dei dati suddetti;
- stesura di carte tematiche dell'area in esame in scala 1:6'000 (UTM32 – WGS 84).

Tale cartografia multi tematica ha avuto una finalità prettamente applicativa, richiesta in un PRG, vale a dire quella di una comprensione immediata dei caratteri del territorio

nelle sue componenti sovra menzionate (geologiche, geomorfologiche idrogeologiche, climatiche e sismiche)

- 1) Carta Topografica;
- 2) Carta Geologica
- 3) Carta Geomorfologica;
- 4) Carta delle Acclività;
- 5) Carta del Rischio di fenomeni gravitativi (da PAI);
- 6) Carta idrogeologica;
- 7) Carta dei Vincoli (da PAI e PSDA);
- 8) - Tavola 1 – carta delle indagini (da MZS 3°livello)
- 9) - Tavola 4 – Carta delle MOPS (da MZS 3°livello)

Sono poi state infine prodotte le seguenti carte di sintesi:

- 10) Carta di Trasposizione delle Scarpate
- 11) Carta dell'idoneità territoriale
- 12) Carta dell'Edificabilità

La carta inerente la **Trasposizione delle Scarpate** (carta 10) è stata in particolare prodotta ai fini dell'adempimento dell'Articolo 20, comma 1 delle Norme di Attuazione del P.A.I. inerente la Trasposizione delle Scarpate morfologiche di differente origine all'interno dello strumento urbanistico del comune.

A tale carta è stata associata la corrispondente *Relazione Illustrativa - Trasposizione Scarpate Morfologiche*

All'interno del territorio comunale di Castel Castagna, è stata riscontrata la presenza di zone instabili piuttosto omogeneamente distribuite ma che solo in parte interessano il capoluogo comunale e le frazioni più importanti, centri abitati nei quali tra l'altro sono in corso di effettuazioni e o talvolta terminati diverse opere di consolidamento sia su immobili, sia su infrastrutture viarie. Altri interventi sono in immediata fase di attuazione o già programmati nel centro storico e nelle frazioni, in particolare in quella di Villa Ruzzi, in relazione ai più importanti fenomeni gravitativi più o meno superficiali e complessi che risultano particolarmente attivi soprattutto in occasioni di fenomeni meteorici particolarmente intensi ma brevi ma soprattutto in occasione di precipitazioni prolungate o da rapida ablazione del manto nevoso.

Tale ultima evidenza rappresenterà, con ogni probabilità, il problema di pianificazione territoriale più importante fondamentale già nel presente ed ancor più in un immediato futuro e in tal senso si raccomanda vivamente di progettare un sistema di monitoraggio climatologico **low cost**, attualmente carente in tutta l'area che comprende il territorio oggetto dello studio, al fine di analizzare quantitativamente l'importanza del *climate change*, di costituire una nuova banca dati alla mesoscala e soprattutto di avere uno strumento di mitigazione del rischio idrogeologico che, unito a previsioni alla scala locale potranno essere realmente operativi e decisivi.

Evidentemente, poi, il presente lavoro ha esaminato principalmente le compatibilità del Piano con le caratteristiche geologiche e dunque nonostante l'approfondimento derivante dal minuzioso rilevamento di campagna e della redazione della Microzonazione Sismica del Terzo livello, ogni singola opera, per essere realizzata, dovrà fare riferimento alle specifiche norme previste delle NTC 2018 nonché alle puntuali prescrizioni di P.A.I. e P.S.D.A. qualora se ne renda necessario. Inoltre, vista la collocazione dell'area in zona sismica 2, si dovrà tenere conto in particolare delle carte di MZS calcolate mediante simulazioni numeriche specifiche per le differenti classi di FA (MZS di terzo livello – cartografia principale allegata o disponibile presso l'Ufficio Tecnico o sul sito open data: <https://sisma2016data.it>).

Dott. Geol. Massimiliano Fazzini PhD