



Attuazione dell'articolo 11 dalla legge 24 Giugno 2009. n. 77

O C D P C 293/2015

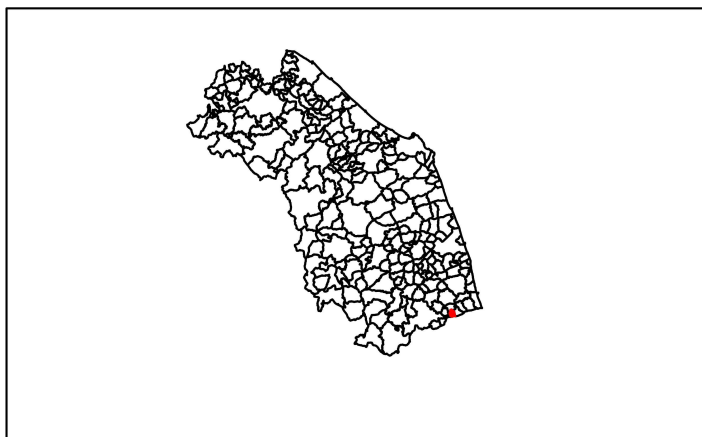
PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA. ANNUALITA' 2014


# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

### Regione Marche

#### Comune di Colli del Tronto



Regione Marche 	Soggetto realizzatore Dott. Geol. Tonino Colletta  Collaboratore Dott. Geol. Lara Nibbi	Data Maggio 2017
---	---	---------------------

## **INDICE**

1. INTRODUZIONE .....	3
1.1. Articolazione dello Studio .....	3
2. PERICOLOSITÀ DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1. Analisi macrosismica .....	6
2.2. Classificazione e Pericolosità Sismica .....	13
2.3. Disaggregazione della PGA .....	16
2.4. Zonazione sismogenetica.....	17
3. ASSETTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO .....	21
3.1. Inquadramento Geologico .....	22
3.2. Inquadramento geomorfologico.....	25
3.3. Assetto strutturale.....	26
3.4. Caratteristiche idrografiche .....	26
3.5. Caratteristiche idrogeologiche .....	27
4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI .....	30
4.1. Dati Geotecnici .....	30
4.2. Dati Geofisici .....	32
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....	34
6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE .....	35
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	36
8. ELABORATI CARTOGRAFICI .....	37
8.1. Carta Delle Indagini .....	37
8.2. Carta Geologico-Tecnica.....	41
8.3. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1) - MOPS....	47
9. BIBLIOGRAFIA .....	50

## **Allegati**

1. Carta delle Indagini in scala 1:10.000
2. Carta Geologico tecnica in scala 1:10.000
3. Sezioni geologiche in scala 1:2.000
4. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica Livello 1 (MOPS) in scala 1:10.000
5. Archivio informatizzato in ambiente GIS

## **1. INTRODUZIONE**

Il Capo del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale Italiana con propria Ordinanza n.293 del 26 ottobre 2015 ha disposto il riparto dei contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, previsti dall'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77, relativamente all'annualità 2014.

Il successivo Decreto n.138/DPS del 09/08/2016 del Direttore del Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile della Regione Marche ha individuato i territori comunali sui quali effettuare le indagini di microzonazione sismica di 1° livello, nonché le analisi delle condizioni limite per l'emergenza (CLE) riferite alla V° annualità. Nell'ambito di tale scenario, il Comune di Colli del Tronto (AP) e per esso Andrea Cardilli nella qualità di sindaco pro-tempore e legale rappresentante ha affidato al sottoscritto, dott. geol. Tonino Colletta, l'incarico professionale, finalizzato all'effettuazione delle indagini di Microzonazione Sismica almeno di Livello 1.

L'incarico consiste nell'espletamento delle attività volte alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (in seguito M.O.P.S.) da effettuarsi secondo gli standard tecnici nazionali di riferimento di cui all'Art. 2, nella loro versione più aggiornata disponibile, attraverso la valutazione della pericolosità sismica locale e conseguenziale rischio sismico.

Tale analisi rappresenta per l'amministrazione pubblica un importante strumento conoscitivo necessario a orientare le scelte in materia di programmazione territoriale, pianificazione urbanistica, pianificazione delle emergenze e definizione della normativa tecnica per la progettazione. La presente relazione illustrativa ne sintetizza tutte le fasi di lavoro fin qui svolte, descrivendone sia le fasi operative effettuate in campagna, sia quelle elaborative di studio. Tale attività si è resa possibile grazie alla collaborazione tra il sottoscritto e il geologo Lara Nibbi, coinvolta a vario titolo e in relazione alle proprie specifiche competenze.

### **1.1. Articolazione dello Studio**

Lo scopo di tale studio è quello di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o sub comunale) le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

L'analisi ha interessato quindi aree edificate, edificande e talora agricole, ricomprendendo gran parte del territorio comunale di Colli del Tronto.

Le osservazioni geologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche e geofisiche sono state mirate alla conoscenza del modello tridimensionale del sottosuolo, che rappresenta lo strumento conoscitivo propedeutico alla redazione della carta di microzonazione sismica.

La modellazione ha riguardato in particolare la distribuzione spaziale e i vari rapporti geometrici tra i depositi della copertura e le formazioni del substrato.

Nello specifico le attività che sono state svolte sono di seguito riportate:

- Ricognizione di campo per il rilevamento geo-litologico e geomorfologico di campagna, effettuato alla scala 1:10.000.
- Acquisizione dei dati pregressi, presso l'ufficio tecnico del Comune di Colli del Tronto, sull'assetto geologico dell'area derivanti da precedenti studi realizzati per opere pubbliche e private. Sono stati presi in considerazione i logs litostratigrafici da sondaggio; i risultati di campagne geofisiche nonché l'elaborazioni di prove penetrometriche.
- Analisi di tutto il materiale raccolto, attraverso una cernita e successiva omogeneizzazione delle informazioni utili ai fini del presente studio, tradotto nella carta delle indagini.
- Rilevamento geologico-geomorfologico di campagna per la revisione e aggiornamento degli elementi stratigrafici.
- Realizzazione ex novo di n.16 indagini geofisiche passive (HVSR) finalizzate alla conoscenza della risposta sismica dei terreni in termini di contenuto in frequenza.
- Definizione finale del modello di sottosuolo in maniera attendibile circa i rapporti stratigrafici, esplicitati attraverso la carta geologico-tecnica e una serie di sezioni geologico-tecniche rappresentative sia in termini di spessori che in termini di parametri dinamici, utilizzabili come input in fase di modellazione dei livelli successivi.
- Lo studio di Livello 1 viene infine sintetizzato in una carta che individua le zone dove, sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche, è possibile prevedere un comportamento omogeneo in caso di terremoto, denominata Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

In merito alle cartografie prodotte, per ciò che concerne sigle, colori e codici; nonché per l'archiviazione digitale dei dati ci si è riferiti agli STANDARD DI RAPPRESENTAZIONE E ARCHIVIAZIONE INFORMATICA Versione 4.0b della Commissione tecnica per la microzonazione sismica.

Le cartografie di base utilizzate sono:

- Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 fogli n. 327090 e 327100.

- APAT- Servizio Geologico Italiano – Fogli 133 – 134 Ascoli Piceno e Giulianova  
Note Illustrative
- Carte P.A.I. - Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto in scala  
1:10.000.
- Ambiente Fisico delle Marche - Geologica – Geomorfologica – Idrogeologia -  
scala 1:100.000 (Centamore & Pambianchi ed altri).
- Carta geologica dei depositi Plio – Pleistocenici tra il fiume Tenna ed il fiume  
Tronto – scala 1:50.000 (Centamore).
- Carta geologica regionale sezione n. 327100 e 327090 in scala 1:10.000.

I risultati delle indagini e i valori dei parametri presentati in questa relazione sono intesi a solo uso della Microzonazione Sismica del territorio comunale di Colli del Tronto e pertanto ai soli fini di pianificazione urbanistica. In nessun caso i risultati delle indagini e i valori dei parametri potranno essere impiegati ai fini della progettazione edilizia in zona sismica per la quale vigono Unicamente le Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2008).

Le scale e i metodi della Microzonazione Sismica non coincidono con quelli della progettazione edilizia in zona sismica.

Nessuna responsabilità potrà essere attribuita agli autori di questa relazione per l'uso improprio dei dati in essa presentati.

## **2. PERICOLOSITÀ DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO**

Colli del Tronto è un comune italiano della provincia di Ascoli Piceno nelle Marche.

La definizione della sua pericolosità di base passa per la conoscenza della sismicità storica di area vasta e sito specifica. Sono quindi trattati, in tale sede, i risultati degli studi sismici pregressi, messi a disposizione dagli enti (INGV), riguardanti la sismicità storica e la carta della pericolosità di base

Le informazioni su cui concentrare l'attenzione sono:

- i dati dei singoli eventi che hanno colpito la località oggetto di studio (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani);
- le informazioni derivanti dallo studio della disaggregazione della Peak Ground Acceleration;
- analisi e inquadramento dell'area nella zonazione sismogenetica ZS9.
- analisi e descrizione delle sorgenti sismogenetiche presenti nei dintorni dell'area in esame (Database of Italian Seismic Sources).

### **2.1. Analisi macrosismica**

Nell'ultimo secolo, tra i terremoti che hanno prodotto danni, si segnalano quelli di Senigallia (AN) nel 1930, di Offida (AP) nel 1943, quelli di Ascoli del 1972, fino alle recenti sequenze sismiche di Arquata del Tronto a partire dal 24 agosto 2016.

Oltre ai terremoti che si sono generati nel territorio marchigiano è necessario ricordare quelli con epicentro nelle regioni limitrofe che hanno prodotto danni anche nelle Marche come (Norcia, 14 gennaio 1703 colpita da uno dei terremoti più forti della storia sismica italiana; Sansepolcro, Rimini, Forlivese e Aquilano).

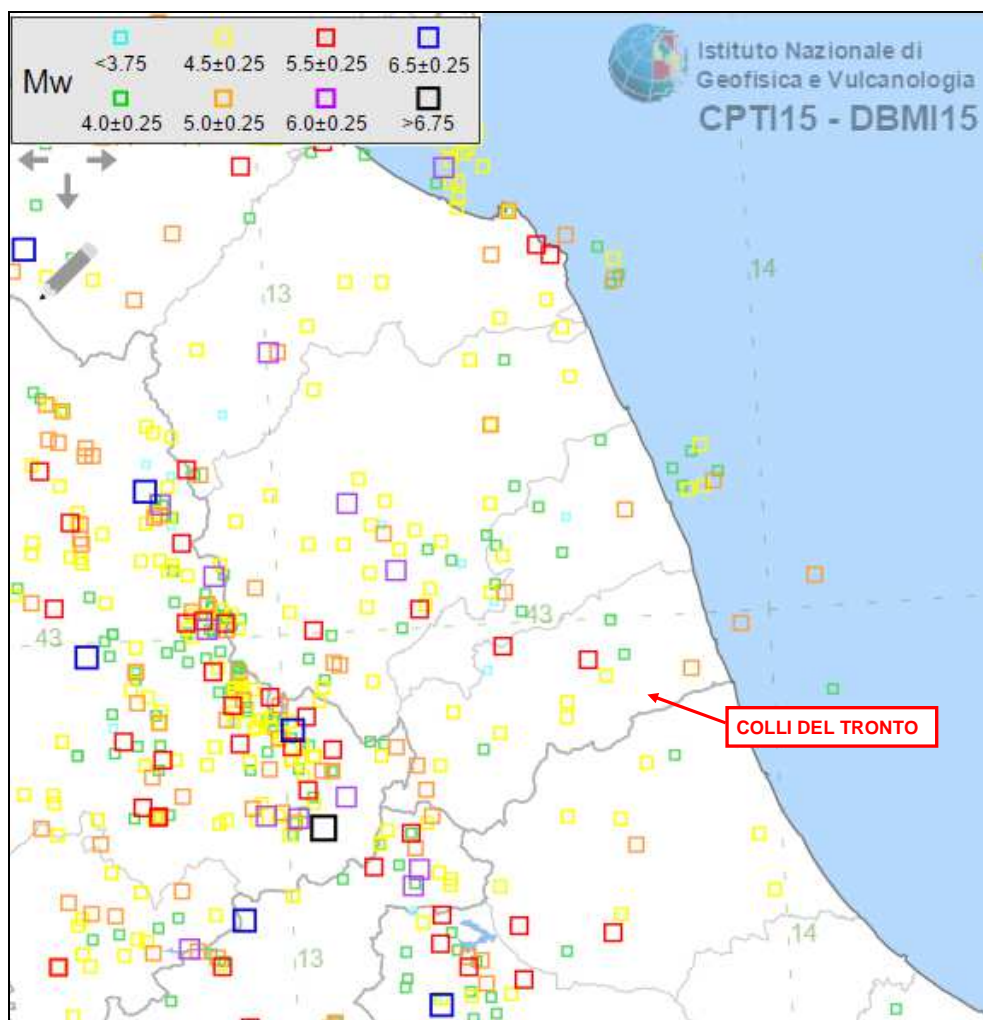
Per quanto riguarda la sismicità storica si è fatto riferimento al database delle osservazioni macrosismiche reso disponibile dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Le informazioni su cui concentrare l'attenzione sono:

- i dati dei singoli eventi che hanno colpito la località oggetto di studio (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani);
- le informazioni derivanti dallo studio della disaggregazione della Peak Ground Acceleration;
- analisi e inquadramento dell'area nella zonazione sismogenetica ZS9;
- analisi e descrizione delle sorgenti sismogenetiche presenti nei dintorni dell'area in esame (Database of Italian Seismic Sources).

La sismicità storica del Comune di Colli del Tronto è stata ricavata dal database DBMI15 associato al catalogo CPTI15 release 1.5, realizzato da Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016 CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes Istituto Nazionale Di Geofisica E Vulcanologia doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.

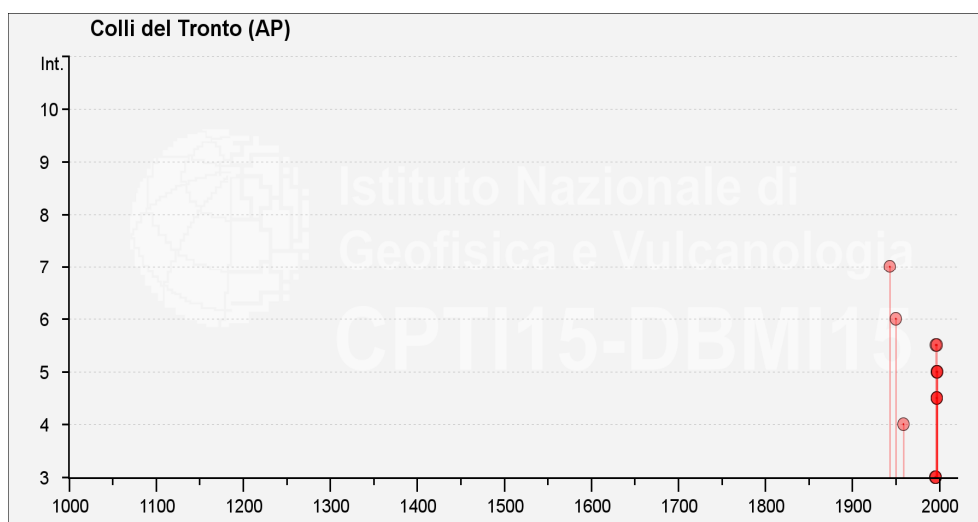
Tale studio si è reso possibile nell'ambito della linea di attività INGV T3 “Pericolosità sismica e contributi alla definizione del rischio” e quale contributo alle attività dell'Allegato “A” dell'accordo quadro INGV-DPC 2012-2021.

Esso fornisce un set omogeneo d'intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relative ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.



Catalogo parametrico CPTI15. - Finestra temporale dei terremoti dall'anno 1000 all'anno 2014 - <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

Dal database attraverso l'opzione "ricerca per località" è stato possibile ottenere lo schema sinottico delle osservazioni macrosismiche di terremoti avvertiti nel comune di Colli del Tronto al di sopra della soglia del danno, sia in forma grafica sia tabellare.



[http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/)

L'intensità massima al sito, in scala Mercalli, è indicata con "Intensity", la località epicentrale con "Epicentral area", l'intensità massima dell'area epicentrale in scala Mercalli, con la sigla "Io", la magnitudo momento dell'evento con la sigla "Mw" mentre con "NMDP" è indicato il numero di osservazioni macrosismiche del terremoto.

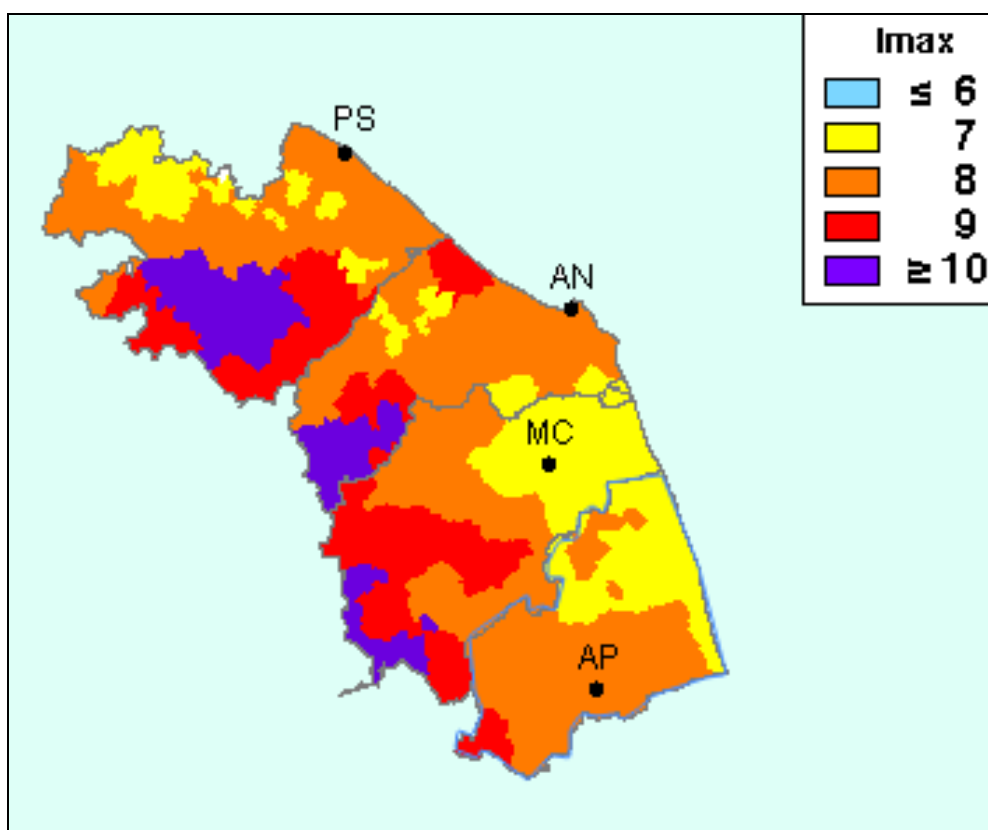
File downloaded from CPTI15 - DBMI15					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of			Colli del Tronto		
PlaceID			IT_52384		
Coordinates (lat, lon)			42.876, 13.748		
Municipality (ISTAT 2015)			Colli del Tronto		
Province			Ascoli Piceno		
Region			Marche		
No. of reported earthquakes			14		
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1943 10 03 08 28 29.00	Ascolano	170	8	5,67
6	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5,69
4	1959 01 01 23 58 14.00	Teramano	46	5	4,33
3	1995 12 30 15 22 08.73	Fermano	106	5	4,19
3	1996 01 01 12 21 41.54	Maceratese	91	5-6	4,20



3	1996 01 22 18 37 44.36	Fermano	76	5	3,96
5-6	1996 07 09 10 23 07.21	Costa abruzzese-marchigiana	45		4,20
5-6	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
4-5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
5	1997 10 03 08 55 22.07	Appennino umbro-marchigiano	490		5,22
4-5	1997 10 06 23 24 53.29	Appennino umbro-marchigiano	437		5,47
5	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
4-5	1997 11 09 19 07 33.27	Valnerina	180		4,87
5	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78

[http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

Da quanto sopra emerge che il territorio comunale di Colli del Tronto ha fatto registrare un'intensità al sito media circa pari a 4,6 con un picco di 7 (Imax) nell'anno 1943, in occasione della sequenza sismica che ha interessato il territorio ascolano con magnitudo momento pari 5,67 Mw confermata anche dalla mappa delle "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani".



Per il periodo successivo al sisma del 05-04-1998, le informazioni sono state ricavate dal catalogo di sismicità strumentale ISide impostando come parametri di ricerca, oltre al

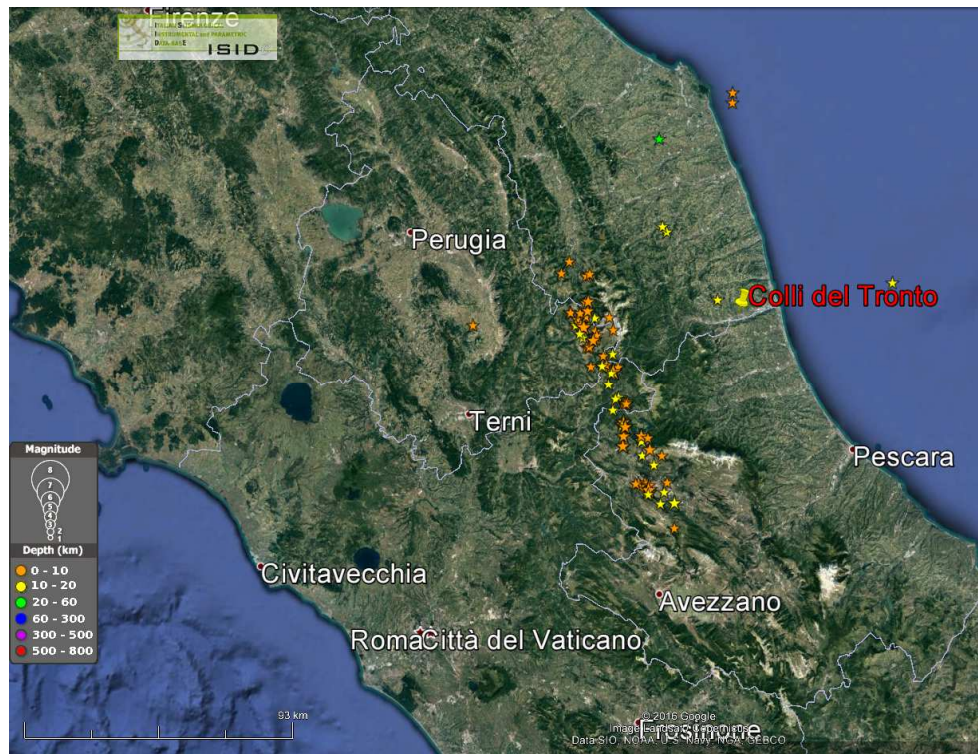
comune stesso, un sisma di magnitudo minima 4,0 Mw fino con una distanza massima epicentrale pari a 100 km.

Data Da: 198/06/20 A: 2017/04/20					
Area Comune: Colli del Tronto Distanza (km): 100.0					
Magnitudo Min: 4.0 Max: 10.0 Tipo: Mag pref					
Profondità (km) Min: ND Max: ND					
Terremoti totali: 113					
Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
1998-06-02 23:11:22.310	43.170	12.817	9.5	4.2 - Md	BULLETIN
1998-06-05 21:53:11.760	43.179	12.818	9.4	4.1 - Md	BULLETIN
1998-06-25 00:32:51.920	43.005	12.862	4.5	4.0 - Md	BULLETIN
1998-08-15 05:18:09.990	42.446	13.058	5.0	4.5 - Md	BULLETIN
1999-10-10 15:35:52.260	42.685	13.108	5.0	4.0 - Md	BULLETIN
2000-06-11 22:55:31.410	43.151	12.763	5.0	4.0 - Md	BULLETIN
2000-06-27 07:32:32.070	41.983	13.036	5.0	4.0 - Md	BULLETIN
2000-12-16 07:31:06.930	42.528	12.624	7.7	4.0 - Md	BULLETIN
2006-10-21 07:04:10.010	43.628	12.980	36.3	4.2 - ML	BULLETIN
2009-03-30 13:38:38.960	42.321	13.376	9.8	4.0 - Mw	BULLETIN
2009-04-06 01:32:40.400	42.342	13.380	8.3	6.1 - Mw	BULLETIN
2009-04-06 01:36:29.190	42.352	13.346	9.7	4.7 - ML	BULLETIN
2009-04-06 01:40:50.650	42.417	13.402	11.0	4.1 - ML	BULLETIN
2009-04-06 01:41:32.690	42.377	13.319	8.5	4.0 - ML	BULLETIN
2009-04-06 01:41:37.770	42.364	13.456	8.7	4.3 - ML	BULLETIN
2009-04-06 01:42:49.970	42.300	13.429	10.5	4.2 - ML	BULLETIN
2009-04-06 02:37:04.250	42.360	13.328	8.7	4.9 - Mw	BULLETIN
2009-04-06 03:56:45.700	42.335	13.386	9.3	4.3 - Mw	BULLETIN
2009-04-06 07:17:10.140	42.356	13.383	9.0	4.1 - Mw	BULLETIN
2009-04-06 16:38:09.730	42.363	13.339	10.0	4.3 - Mw	BULLETIN
2009-04-06 23:15:36.760	42.463	13.385	9.7	5.0 - Mw	BULLETIN
2009-04-07 09:26:28.610	42.336	13.387	9.6	4.9 - Mw	BULLETIN
2009-04-07 17:47:37.340	42.303	13.486	17.1	5.4 - Mw	BULLETIN
2009-04-07 21:34:29.770	42.364	13.365	9.6	4.3 - Mw	BULLETIN
2009-04-09 00:52:59.690	42.489	13.351	11.0	5.2 - Mw	BULLETIN
2009-04-09 03:14:52.260	42.335	13.444	17.1	4.2 - Mw	BULLETIN
2009-04-09 04:32:45.050	42.445	13.434	9.8	4.1 - Mw	BULLETIN
2009-04-09 19:38:16.960	42.504	13.350	9.3	5.0 - Mw	BULLETIN
2009-04-13 21:14:24.470	42.498	13.377	9.0	4.8 - Mw	BULLETIN
2009-04-23 15:14:08.310	42.247	13.484	10.3	4.0 - Mw	BULLETIN
2009-04-23 21:49:00.840	42.228	13.486	9.7	4.2 - Mw	BULLETIN
2009-06-22 20:58:40.270	42.445	13.354	13.8	4.4 - Mw	BULLETIN
2009-07-12 08:38:51.370	42.328	13.379	10.1	4.2 - Mw	BULLETIN

2009-09-20 03:50:17.320	43.399	13.418	37.8	4.5 - Mw	BULLETIN
2010-01-10 08:33:35.640	43.119	13.445	16.9	4.0 - ML	BULLETIN
2010-01-12 08:25:11.320	43.119	13.451	17.1	4.1 - Mw	BULLETIN
2010-01-12 13:35:45.290	43.135	13.433	18.1	4.1 - Mw	BULLETIN
2010-08-28 07:08:03.250	42.834	12.654	6.7	4.1 - Mw	BULLETIN
2012-12-05 01:18:20.290	42.915	13.662	17.5	4.1 - Mw	BULLETIN
2013-07-21 01:32:24.240	43.509	13.723	7.9	4.9 - Mw	BULLETIN
2013-07-21 03:07:24.440	43.503	13.715	8.6	4.0 - ML	BULLETIN
2013-08-22 06:44:51.580	43.539	13.724	8.9	4.2 - Mw	BULLETIN
2015-05-29 13:07:56.160	42.965	14.384	14.6	4.2 - Mw	BULLETIN
2016-08-24 01:36:32.000	42.698	13.234	8.1	6.0 - Mw	BULLETIN
2016-08-24 01:37:26.580	42.712	13.253	9.0	4.5 - ML	BULLETIN
2016-08-24 01:56:00.580	42.601	13.276	7.7	4.3 - Mw	BULLETIN
2016-08-24 02:33:28.890	42.792	13.151	8.0	5.4 - Mw	BULLETIN
2016-08-24 03:40:10.930	42.614	13.244	10.7	4.1 - Mw	BULLETIN
2016-08-24 04:06:50.980	42.771	13.124	6.2	4.4 - Mw	BULLETIN
2016-08-24 11:50:30.560	42.820	13.160	9.8	4.5 - Mw	BULLETIN
2016-08-24 17:46:09.500	42.659	13.215	10.3	4.2 - Mw	BULLETIN
2016-08-24 23:22:05.830	42.654	13.210	11.8	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-08-25 03:17:16.700	42.745	13.193	9.0	4.3 - Mw	BULLETIN
2016-08-25 12:36:05.210	42.600	13.282	7.5	4.4 - Mw	BULLETIN
2016-08-26 04:28:25.910	42.605	13.292	8.7	4.8 - Mw	BULLETIN
2016-08-27 02:50:59.310	42.843	13.238	7.8	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-08-28 15:55:35.390	42.823	13.232	8.7	4.2 - Mw	BULLETIN
2016-09-03 01:34:12.150	42.770	13.132	8.9	4.2 - Mw	BULLETIN
2016-09-03 10:18:51.210	42.861	13.217	8.3	4.3 - Mw	BULLETIN
2016-10-16 09:32:35.480	42.748	13.176	9.2	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-10-26 17:10:36.340	42.880	13.128	8.7	5.4 - Mw	BULLETIN
2016-10-26 19:18:05.850	42.909	13.129	7.5	5.9 - Mw	BULLETIN
2016-10-26 21:42:01.940	42.863	13.121	9.9	4.5 - Mw	BULLETIN
2016-10-27 03:19:27.130	42.843	13.143	9.2	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-10-27 03:50:24.080	42.984	13.120	8.7	4.1 - Mw	BULLETIN
2016-10-27 08:21:45.600	42.873	13.097	9.4	4.3 - Mw	BULLETIN
2016-10-27 17:22:22.920	42.839	13.099	9.0	4.2 - Mw	BULLETIN
2016-10-29 16:24:33.170	42.811	13.095	10.9	4.1 - Mw	BULLETIN
2016-10-30 06:40:17.360	42.832	13.111	9.2	6.5 - Mw	BULLETIN
2016-10-30 06:41:17.010	42.772	13.136	9.3	4.3 - ML	BULLETIN
2016-10-30 06:43:08.810	42.767	13.138	9.7	4.0 - ML	BULLETIN
2016-10-30 06:44:30.670	42.855	13.085	8.3	4.6 - ML	BULLETIN
2016-10-30 06:55:41.060	42.712	13.197	10.8	4.1 - ML	BULLETIN
2016-10-30 06:55:54.210	42.751	13.231	10.9	4.1 - ML	BULLETIN
2016-10-30 06:56:05.780	42.799	13.108	10.5	4.2 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:00:40.250	42.876	13.053	9.9	4.1 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:01:32.690	42.777	13.223	9.4	4.0 - ML	BULLETIN

2016-10-30 07:04:59.390	42.826	13.060	10.0	4.0 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:05:56.340	42.796	13.161	9.1	4.1 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:06:45.200	42.874	13.057	9.9	4.1 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:07:53.690	42.715	13.188	10.2	4.2 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:08:35.450	42.713	13.142	9.9	4.3 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:13:05.210	42.693	13.226	10.6	4.5 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:34:47.900	42.927	13.133	9.5	4.0 - ML	BULLETIN
2016-10-30 07:38:59.030	42.682	13.157	10.7	4.0 - ML	BULLETIN
2016-10-30 08:35:58.560	42.837	13.079	10.3	4.3 - Mw	BULLETIN
2016-10-30 11:21:08.660	43.062	13.066	7.7	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-10-30 11:58:17.460	42.845	13.057	9.8	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-10-30 12:07:00.210	42.842	13.076	9.7	4.5 - Mw	BULLETIN
2016-10-30 13:34:54.400	42.806	13.166	9.6	4.1 - Mw	BULLETIN
2016-10-30 18:21:09.000	42.782	13.150	8.5	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-10-31 03:27:40.300	42.761	13.086	10.6	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-10-31 07:05:44.890	42.839	13.126	9.5	4.0 - Mw	BULLETIN
2016-11-01 07:56:40.340	42.990	13.135	8.3	4.8 - Mw	BULLETIN
2016-11-01 18:03:07.660	42.800	13.157	9.4	4.0 - ML	BULLETIN
2016-11-03 00:35:01.290	43.028	13.049	8.1	4.7 - Mw	BULLETIN
2016-11-12 14:43:33.860	42.719	13.206	9.8	4.1 - Mw	BULLETIN
2016-11-14 01:33:43.970	42.859	13.156	10.9	4.1 - ML	BULLETIN
2016-11-29 16:14:02.690	42.529	13.280	11.1	4.4 - Mw	BULLETIN
2016-12-11 12:54:52.970	42.905	13.118	8.5	4.3 - ML	BULLETIN
2017-01-18 09:25:40.390	42.545	13.277	10.0	5.1 - Mw	BULLETIN
2017-01-18 10:14:09.900	42.531	13.284	9.6	5.5 - Mw	BULLETIN
2017-01-18 10:15:33.400	42.528	13.285	8.8	4.7 - ML	BULLETIN
2017-01-18 10:16:39.600	42.538	13.268	8.2	4.6 - ML	BULLETIN
2017-01-18 10:24:14.200	42.581	13.311	8.7	4.0 - ML	BULLETIN
2017-01-18 10:25:23.730	42.503	13.277	9.4	5.4 - Mw	BULLETIN
2017-01-18 10:39:24.700	42.533	13.271	10.3	4.1 - ML	BULLETIN
2017-01-18 11:07:37.170	42.620	13.256	10.7	4.1 - Mw	BULLETIN
2017-01-18 13:33:36.740	42.473	13.275	9.5	5.0 - Mw	BULLETIN
2017-01-18 15:16:10.420	42.600	13.288	9.0	4.3 - Mw	BULLETIN
2017-01-18 19:32:31.890	42.581	13.233	10.9	4.2 - Mw	BULLETIN
2017-02-03 03:47:55.870	42.993	13.020	7.1	4.0 - Mw	BULLETIN
2017-02-03 04:10:05.320	42.992	13.017	7.1	4.2 - Mw	BULLETIN

<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/result.jsp?page=EVENTS#result>



<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/result.jsp?page=EVENTS#result>

## 2.2. Classificazione e Pericolosità Sismica

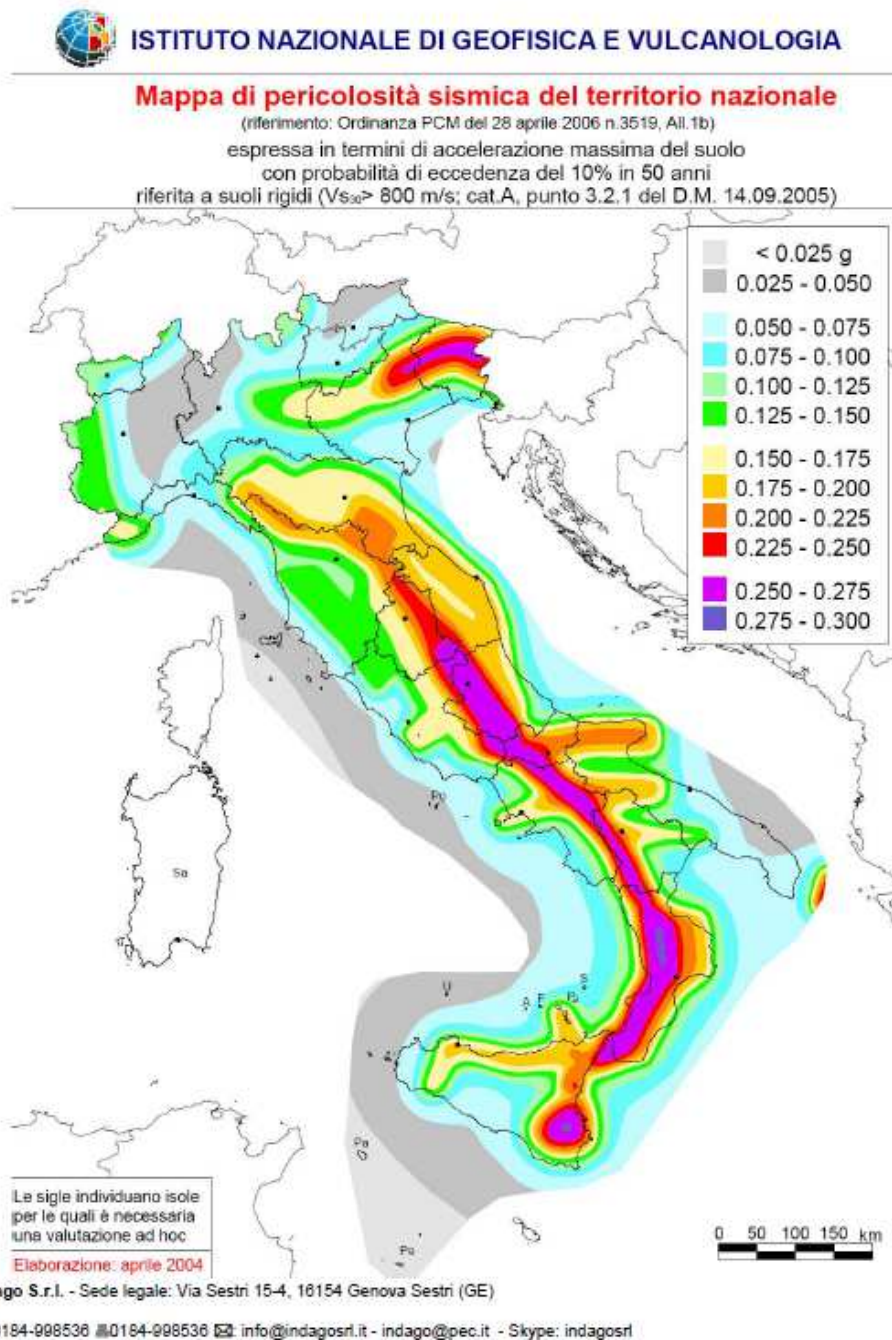
La pericolosità sismica di un sito è indicata attraverso il valore di accelerazione orizzontale (PGA) che ha una determinata probabilità di essere superato in un intervallo di tempo. Con l'Ordinanza PCM 3274/2003 si è avviato in Italia un processo per la stima della pericolosità sismica secondo il metodo classico di probabilità indipendente dal tempo di Cornell.

Tale metodo prevede l'individuazione delle sorgenti sismiche e la suddivisione del territorio in zone con supposta uniforme probabilità di essere epicentro di futuri terremoti. Per ciascuna zona è calcolato il tasso medio di terremoti di una certa magnitudo e il passaggio da magnitudo alla sorgente ad accelerazione risentibile al sito è effettuato attraverso opportune leggi di attenuazione.

La probabilità di avere una certa PGA in un sito è data infine dal prodotto tra la probabilità condizionata di avere quella PGA da un terremoto di magnitudo  $M$  avvenuto a distanza  $R$  data e le probabilità indipendenti che si verifichino eventi di quella  $M$  a quella  $R$ , integrando su tutti i possibili valori di  $M$  e  $R$  e per tutte le sorgenti della zona.

Questo processo ha portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante. Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, la mappa MPS04 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006.

Mappa Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale





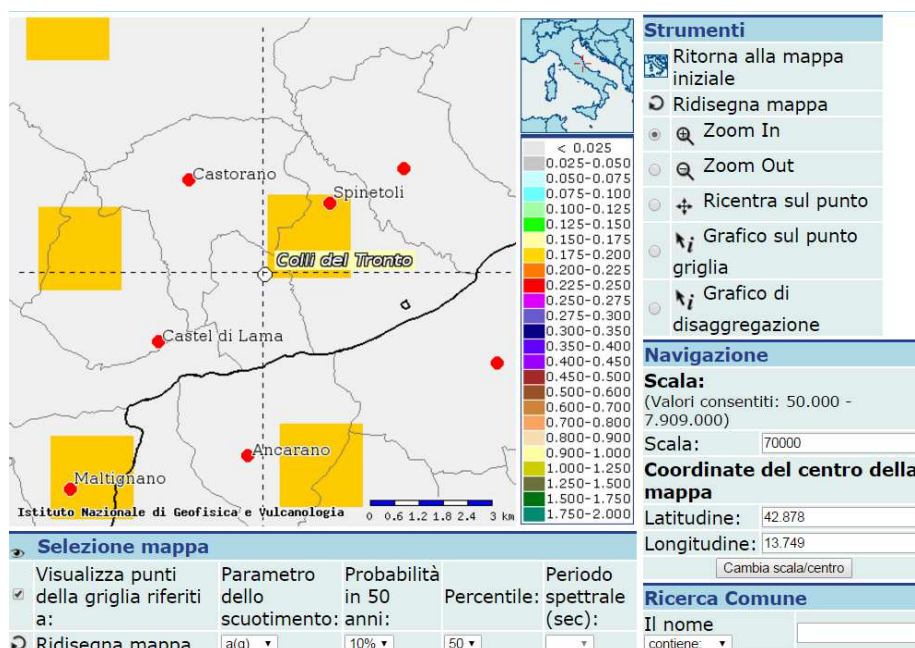
I valori di scuotimento attesi al sito costituiscono anche l'azione sismica di riferimento per la progettazione secondo le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC08) emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con il D.M. del 14 gennaio 2008 (G.U. n.29 del 04/02/2008). Le zone previste per il territorio italiano sono quattro, contraddistinte da differenti valori di PGA come da tabella sottostante:

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g/g$ ]
1	> 0,25
2	0,15 - 0,25
3	0,05 – 0,15
4	< 0,05

Valori di PGA per le varie zone

La Regione Marche con DGR n.1046/CMF del 29/07/2003 ha recepito la nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai sensi del OPCM n. 3274/2003, dalla quale risulta che il territorio di Colli del Tronto, avendo un'accelerazione orizzontale compresa tra 0,175 e 0,200 è stato riclassificato come appartenente alla **Zona Sismica 2** (Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti) con accelerazione di picco pari a **PGA fra 0,15 e 0,25g**.

Il valore di PGA del territorio comunale di Colli del Tronto è stato ricavato dalla Mappa Interattiva di Pericolosità Sismica Nazionale redatta dall'I.N.G.V.

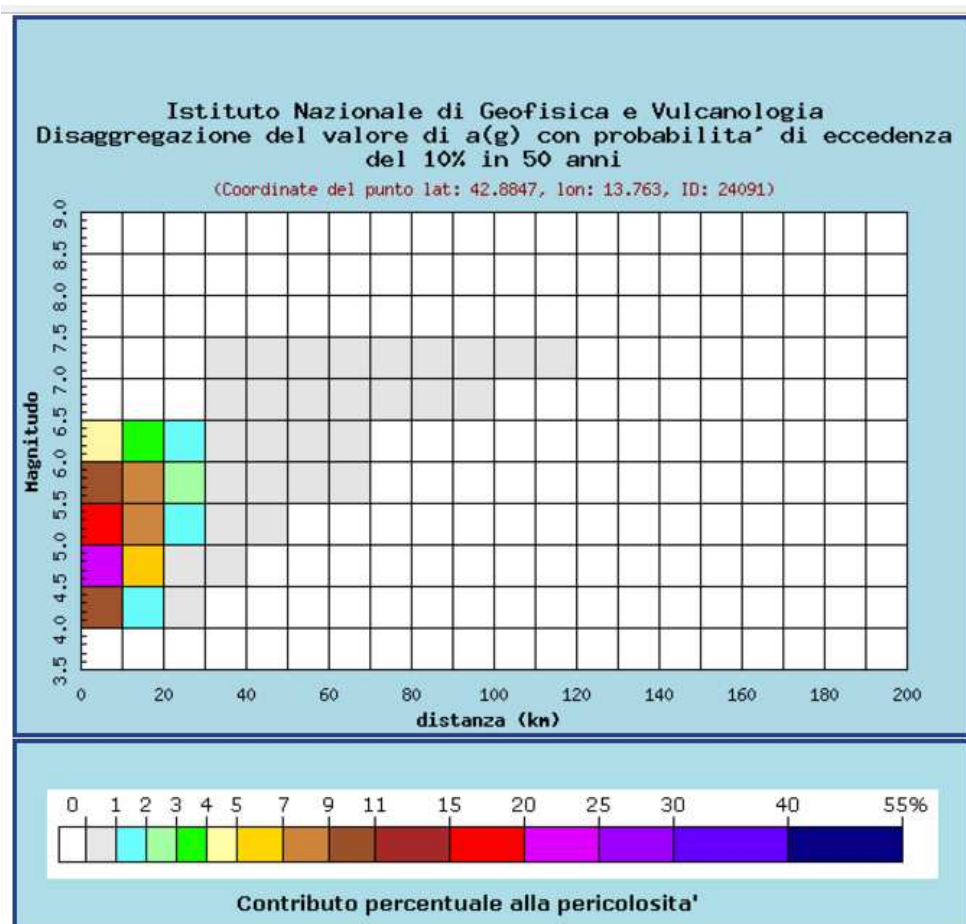


Mappa dello scuotimento  $a(g)$  relativa al comune di Colli del Tronto (AP) - OPCM 3519/2006, da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

## 2.3. Disaggregazione della PGA

Dalla mappa dello scuotimento  $a(g)$  è possibile ottenere la disaggregazione della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) che è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M.

Espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in M –R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.



Dal grafico si osserva come il sito in esame sia caratterizzato da terremoti medi ( $M_w = 5,240$ ) originati da sorgenti sismiche vicine ( $R = 10,500$  Km) con deviazione standard  $\sigma = 0,848$ .



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.8847, lon: 13.763, ID: 24091)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	10.300	22.400	15.900	9.630	4.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.620	6.020	7.670	7.540	3.590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.014	0.496	1.670	2.640	1.580	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.002	0.149	0.675	0.776	0.413	0.321	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.114	0.360	0.458	0.415	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.098	0.258	0.282	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.107	0.155	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.085	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.035	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.240	10.500	0.848

Disaggregazione del valore di ag (Spallarossa D., Barani S., 2007) per differenti valori del tempo di ritorno di 50 anni (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

## 2.4. Zonazione sismogenetica

La strumentazione sismologica e i metodi di analisi dei dati, sempre pi  avanzati, consentono di localizzare con precisione gli ipocentri dei terremoti e di osservare che essi, fatta eccezione per le zone di subduzione, raramente sono pi  profondi di 15-20 km e pertanto   lecito affermare che la maggior parte dei terremoti avviene nella crosta terrestre e pi  raramente nel mantello.

Le porzioni di crosta terrestre da cui possono originarsi i terremoti sono definite zone sismogenetiche mentre le strutture sismogenetiche sono le strutture geologiche attive a livello regionale da cui si originano i sismi pi  violenti.

Questa distribuzione degli ipocentri, osservata per grandi e piccoli terremoti e per la microsismicit  (terremoti con magnitudo inferiore a 2,5), permette di identificare uno

strato sismogenetico definibile come una zona preferenziale, entro la litosfera, per la nucleazione di terremoti.

Il livello inferiore di questo strato è definito dalla profondità massima dei terremoti che vi si verificano e corrisponde, dal punto di vista reologico, alla transizione tra un regime deformativo fragile, in cui la roccia si rompe quando è soggetta a sforzi superiori alla sua resistenza, e un regime duttile, in cui il rilascio di deformazione è pressoché continuo e asismico.

Per la maggior parte dei materiali che si ritiene costituiscano una porzione significativa della crosta terrestre, considerando profili realistici di temperatura, la resistenza aumenta fino a una profondità di circa 15 km, per poi decrescere rapidamente.

Lo spessore dello strato sismogenetico ha importanti conseguenze sulla dimensione dei terremoti poiché corrisponde alla larghezza massima della faglia che si rende disponibile per la rottura; infatti, mentre la lunghezza di una faglia può superare i 1000 km, la sua larghezza ha un limite massimo dato dallo spessore litosferico che ha caratteristiche reologiche tali da rompersi in maniera fragile.

I terremoti che rompono l'intera zona sismogenetica, vengono classificati come grandi; quelli che rompono una parte della zona sismogenetica come piccoli.

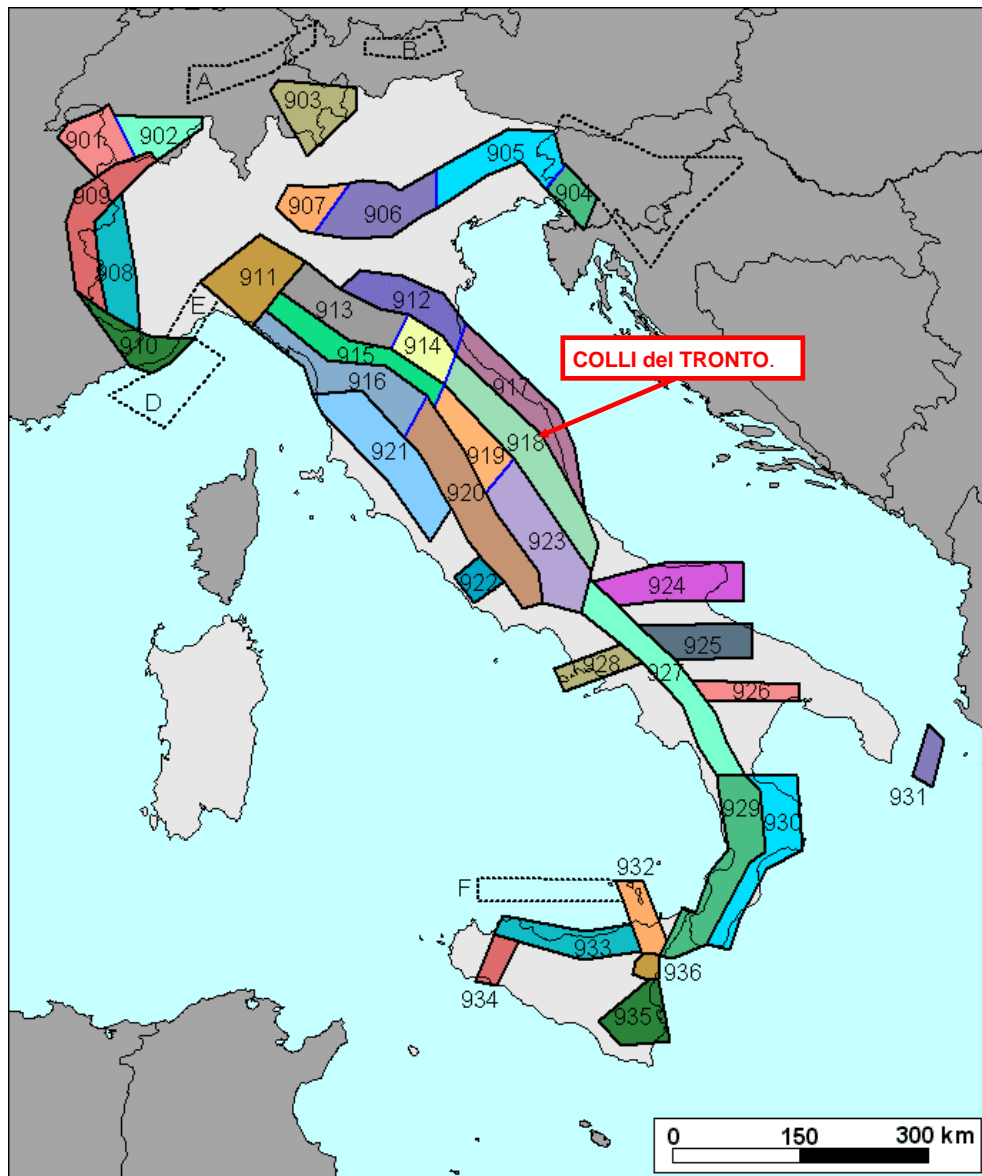
A tal proposito le sorgenti sismogenetiche sono state censite e rese disponibili dall'INGV, attraverso l'elaborazione di una nuova "Mappa di Pericolosità Sismica" di riferimento per il territorio nazionale.

L'architettura della Mappa è la zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004; Meletti et al., 2008), un modello sintetico che avvalendosi delle conoscenze disponibili nel DISS (Database of Individual Seismogenic Sources), descrive la localizzazione delle sorgenti di futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere i ratei di sismicità attesa zona per zona.

In tale contesto, il comune di Colli del Tronto appartiene alla zona ZS918, che, insieme alla 913 e 914, risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo.

In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture.

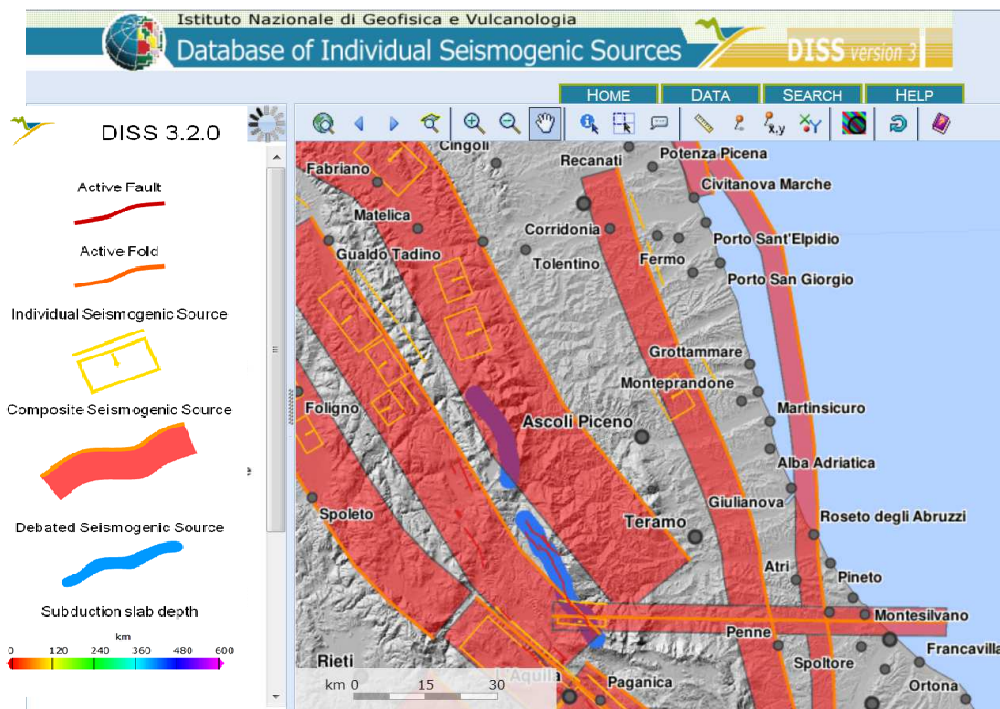
L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo.



Zonazione sismogenetica ZS9, da Meletti e Valensise, 2004, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

Le distanze ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna; lo testimoniano anche gli eventi che hanno avuto risentimenti su aree piuttosto vaste e., eventi del 1799 di Camerino, del 1873 delle Marche meridionali e del 1950 del Gran Sasso, zona 918).

A questa zona sismogenetica (918) sono da riferire alcune sorgenti silenti (es. Monti della Laga, Campo Imperatore).



Carta delle sorgenti sismogenetiche censite con il progetto DISS - Database of Individual Seismogenic Sources, versione 3, dell' Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>)



### 3. ASSETTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Colli del Tronto presenta un'estensione circa pari a 5,9 kmq, sviluppato prevalentemente in direzione Nord-Sud, all'interno di un intervallo altimetrico compreso tra le quote 34,00 e 193,00 m s.l.m. con il municipio ubicato a 168,00 m s.l.m. L'abitato storico, sede del capoluogo, è posto in posizione collinare rispetto alle sue frazioni, la più popolosa delle quali è rappresentata dalla località Bivio Colli, ubicata immediatamente a sud, nella piana del fiume Tronto.

Attualmente la popolazione complessiva è di circa 3.668 abitanti con una densità abitativa pari a 617 ab/kmq (dati ISTAT, 1/1/2016).

Il suo territorio comunale è cartograficamente inquadrato nella carta IGM, scala 1:25.000 nel foglio 133 quadrante I, nella Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000 nelle sezioni 327090 e 327100. Confina a est e a nord con Castorano, a ovest con Spinetoli, mentre a sud il confine è tracciato dall'alveo del fiume Tronto.



In tale sede l'analisi di microzonazione riguarda tutto il territorio comunale con la sola eccezione della porzione orientale, come meglio evidenziato nelle tavole allegate.

### 3.1. Inquadramento Geologico

L'area in esame del presente studio è contenuta nel bacino *periadriatico marchigiano – abruzzese*, compreso fra la dorsale Anconetana nord e il fiume Sangro a sud. Tale bacino è colmato, durante il pliocene medio – Pleistocene inferiore, da depositi della successione marina del Plio-Pleistocene, che rappresentano un ciclo sedimentario del I° ordine post-orogenico disposto secondo una struttura monoclinale blandamente immergente verso est.

La fisiografia del bacino *periadriatico marchigiano – abruzzese* è stata fortemente controllata dall'evoluzione della parte più esterna della catena appenninica.

Gli elementi in questione sono costituiti da due dorsali longitudinali (dorsale di Agugliano – Ortezzano – Bellante, più interna) ad andamento principalmente N – S in faglie trasversali ed oblique, talora impostate sui più antichi sistemi. Queste ultime individuano settori a diversa subsidenza per cui il bacino stesso è frammentato in una serie di depressioni minori: il *settore fermano* il più depresso a nord, il *settore anconetano*, il più rialzato e i *settori maceratese, teramano e chietino* in posizioni intermedie.

Il *settore fermano* il più depresso, era caratterizzato da una successione più continua e di maggiore spessore, di ambiente generalmente batiale, in cui si intercalavano a varie altezze stratigrafiche, torbiditi più o meno grossolani.

Nel *settore anconetano*, il più settentrionale e rialzato, si avevano in generale minori tassi di sedimentazione con lacune sedimentarie assai estese nel tempo e marcate discordanze angolari tra i vari termini della successione, depositatasi in un generale ambiente di piattaforma.

I *settori maceratese, teramano e chietino*, posti a livelli intermedi rispetto ai due precedenti, erano caratterizzati da un generale ambiente di piattaforma nel quale si intercalavano tempestiti e depositi grossolani, talora rimaneggiati dal moto ondoso.

Il bacino periadriatico differisce nettamente dalle più antiche avanfosse del Messiniano (Bacino della Laga) e del Pliocene inferiore (Bacino del Cellino), in quanto queste ultime sono caratterizzate da depressioni più vaste, da sistemi torbiditici assai sviluppati e da un notevole quantità di materiale silicoclastico a granulometria prevalentemente medio – fine.

Il sistema di depressione del bacino periadriatico è invece caratterizzato da dimensioni ridotte, dal confinamento dei sistemi di posizionali relativamente poco sviluppati, dai vistosi appoggi *onlap* dei depositi terrigeni sui bordi delle depressioni e della maggiore abbondanza dei depositi grossolani (es. vedi il Corpo del monte dell'Ascensione).

Nel Pliocene superiore fenomeni compressivi si riattivano e fanno sì che il fronte orientale della Maiella si accavallava sugli antistanti depositi del Pliocene medio e, per effetto della ulteriore strutturazione della dorsale costiera, si produceva uno spostamento verso ovest (*backward shifting*) del depocentro della depressione esterna, come risulta dall'analisi dei profili sismici effettuati nell'area (Casnedi, 1991; Ori et Alii, 1991; Casnedi & Serafini, 1994).

Dalla fine del Pleistocene inferiore, la porzione più interna del bacino veniva interessata da iniziali fenomeni di sollevamento che ne determinavano la progressiva emersione (Ambrosetti et Alii 1982, Dufore et Alii 1989, Dramis 1992).

Come conseguenza di questo sollevamento, i depositi di chiusura della successione marina assumono il loro caratteristico assetto monoclinale con immersione generale verso est che testimonia un motivo di sollevamento generalizzato con ampiezza maggiore in direzione della catena.

Il rapido sollevamento del bacino porta allo sviluppo di una nuova fase tettonica di tipo estensionale, che ha dato origine alle faglie di neoformazione e alla riattivazione di dislocazioni più antiche.

Si ha così la formazione di faglie dirette lungo le quali si sono impostati molti dei principali corsi d'acqua attuali le cui valli corrisponderebbero a importanti faglie a orientamento antiappenninico, all'interno delle quali l'alternarsi delle fasi climatiche pleistoceniche, (Coltorti & Dramis 1978, Coltorti et Alii 1991), dava origine a più ordini di superficie di erosione e di depositi alluvionali di fondovalle e terrazzi. Questi ultimi, maggiormente sviluppati in sinistra idrografica, giungono a quote notevolmente superiori all'attuale alveo, talora raggiungendo lo spartiacque, mentre i terreni plio – pleistocenici si dispongono a estese zolle monoclinali, immergenti a est – nord – est di pochi gradi e tettonicamente poco disturbate.

La successione sedimentaria marina postorogenica depositasi nel bacino periadriatico marchigiano – abruzzese presenta numerose variazioni di facies e di spessore da zona a zona. Al suo interno sono state riconosciute da Cantalamessa et Alii (1986), Ori et Alii (1991) e da Cantalamessa et Alii (1995, 1996) alcune sequenze di posizionali P2, Qm, Qm1, Qc. All'interno delle suddette sequenze sono stati individuati, inoltre, cicli marini del IV° ordine (gruppi di parasequenze) P2a, P2b, P2c (nell'ambito della sequenza P2); Qma, Qmb (nell'ambito della sequenza Qm); Qmc (nell'ambito della sequenza Qm1); Qc1 e Qc2 infine corrispondono alla sequenza Qc.

La base dei cicli sopracitata è caratterizzata in genere da depositi conglomeratici – sabbiosi, che formano singoli orizzonti o corpi composti a geometria lenticolare. La loro deposizione potrebbe essere messa in relazione all'abbondante detrito prodotto sulla retrostante catena in sollevamento, in stretta connessione con altrettante fasi dell'evoluzione del bacino, controllate a loro volta da vari fattori. Tra questi, di norma integrati tra loro (attività tettonica sin sedimentaria, fasi di strutturazione delle dorsali, variazioni eustatiche e climatiche e il disarmonico sollevamento regionale, causa del progressivo basculamento verso est) non sempre è possibile individuare quale abbia maggiormente agito nei diversi momenti della storia evolutiva del bacino.

Le successioni precedentemente descritte poggiano sulla formazione argillosa Pleistocenica incise dall'asta del F. Tronto, le cui dinamiche idrauliche hanno condizionato la morfologia della zona studiata, in funzione dell'evoluzione del bacino idrografico del fiume stesso.

L'azione dei corsi d'acqua e degli agenti atmosferici ha generato una forte diffusione delle coperture continentali quaternarie come i depositi alluvionali, i depositi eluvio-colluviali, i corpi di frana e le conoidi.

#### I depositi alluvionali terrazzati attuali (III° e IV° ordine)

sono principalmente sviluppati nella valle maggiore rappresentata dal fiume Tronto e in alcune valli minori. I depositi terrazzati sono suddivisi, spesso su base morfologica, in più ordini e, come in tutte le valli principali delle Marche, essi sono più sviluppati in sinistra idrografica. Nelle valli dei fiumi principali essi sono caratterizzati da una porzione superiore limoso-argillosa e limoso sabbiosa seguita verso il basso da ghiaie sabbiose di spessore variabile. La parte limosa presenta spessori variabili da circa 2,00 m. a circa 5,00 m mentre i livelli ghiaiosi mostrano spessori variabili dai 2,00 m. ai 6,00 m ed andamenti lenticolare.

#### I terrazzi di I e II ordine

situati alle quote comprese tra i 60 e i 190 m. s.l.m. circa, raggiungono spessori complessivi più elevati fino a circa 15 - 20,0 m.; la frazione ghiaioso-sabbiosa di spessore molto variabile tra i 2,0 e i 5,0 m. risulta sovrastata in superficie dai sedimenti limoso-sabbiosi.

#### Depositi di conoide alluvionale

situata nell'estrema porzione sud-orientale; è un corpo sedimentario formatosi dall'immissione del fosso Morrice sulla pianura del fiume Tronto costituito da un



accumulo di sedimenti a grana medio fine rappresentata da sabbie – limose e miscela di sabbie e limo talora ghiaie.

#### I depositi eluvio-colluviali

derivano dall'alterazione chimica – fisica - meccanica del substrato geologico e dei depositi alluvionali e formano estese coperture eluvio-colluviali di spessore estremamente variabile; sulle sommità delle dorsali morfologiche lo spessore è di circa 1-2 m mentre alla base dei versanti e nelle vallecicole può raggiungere anche i 10 - 20 m. la litologia riflette quella dei terreni da cui si originano ed è essenzialmente limoso-argillosa e limoso-sabbiosa.

### **3.2. Inquadramento geomorfologico**

Dal punto di vista geomorfologico l'area in oggetto evidenzia tutte le caratteristiche tipiche delle valli fluviali marchigiane, dove i corsi d'acqua, superata la dorsale esterna, si distendono in vaste pianure alluvionali. Il fiume Tronto, proveniente da ovest, oltrepassata la formazione della Laga, ha potuto tracciare il proprio corso su terreni costituiti da materiali più erodibili, che hanno permesso la modellazione dell'estesa valle fluviale che ora si presenta con una morfologia fortemente arrotondata tipica dei paesaggi della fascia collinare marchigiana.

Tale fascia, che si estende fino al Mare Adriatico, mostra oltre alla successione marina plio-pleistocenica anche forme del rilievo derivanti dal suo assetto tettonico di blanda monoclinale con debole inclinazione verso Nord-Est.

L'azione della gravità e quella delle acque correnti superficiali, incanalate e non, sono le maggiori responsabili della produzione di forme e depositi. Facilitata e accelerata dalle diverse caratteristiche meccaniche di resistenza di gran parte del materiale costituente l'area in esame, si possono avere differenti tipi di evoluzione del rilievo generalmente in funzione del fattore strutturale.

Sui versanti a reggipoggio, più resistenti alla degradazione per effetto di movimenti di massa, specie dove l'esistenza di livelli meno erodibili alla sommità del versante argilloso, costituendo un vincolo al progressivo abbassamento dell'angolo di pendio, garantisce il mantenimento di un'elevata acclività, assumono prevalente importanza i processi morfogenetici legati all'azione delle acque correnti superficiali incanalate che favoriscono fenomeni di erosione lineare e lo sviluppo di morfotipi calanchivi.

Nelle zone dove si combinano negativamente le scadenti caratteristiche meccaniche dei terreni affioranti, l'azione di agenti di degradazione, le cause antropiche e la disposizione degli strati a franapoggio o traverso poggio, si vengono a creare le condizioni per cui la gravità costituisce uno degli agenti morfogenetici più importanti nel modellamento del rilievo.

In ragione della natura prevalentemente coesiva delle coperture, sono stati rilevati movimenti gravitativi ad evoluzione lenta e durevole nel tempo, interessanti talora interi versanti e coinvolgenti volumi di terreno a diverse profondità.

Nello specifico sono stati rilevati movimenti superficiali fino ad una profondità di 3-4 m inquadrabili in soliflussi nonché frane per colamento con corona/nicchia incerta e superfici di scivolamento comprese tra 10-20 m.

### **3.3. Assetto strutturale**

Dal punto di vista geologico-strutturale i litotipi del substrato sono caratterizzati generalmente da monoclinali pelitiche, con direzione dell'immersione verso NE ed inclinazione di circa 7°-10°. Nell'area indagata non si rilevano la presenza certa di faglie.

### **3.4. Caratteristiche idrografiche**

Il reticolo idrografico minore è costituito, a varie longitudini, dai fossi Vargo, Morrice e Cavatone le cui caratteristiche geometriche e morfologico-idrografiche sono legate essenzialmente alla natura semipermeabile e litologica dei terreni.

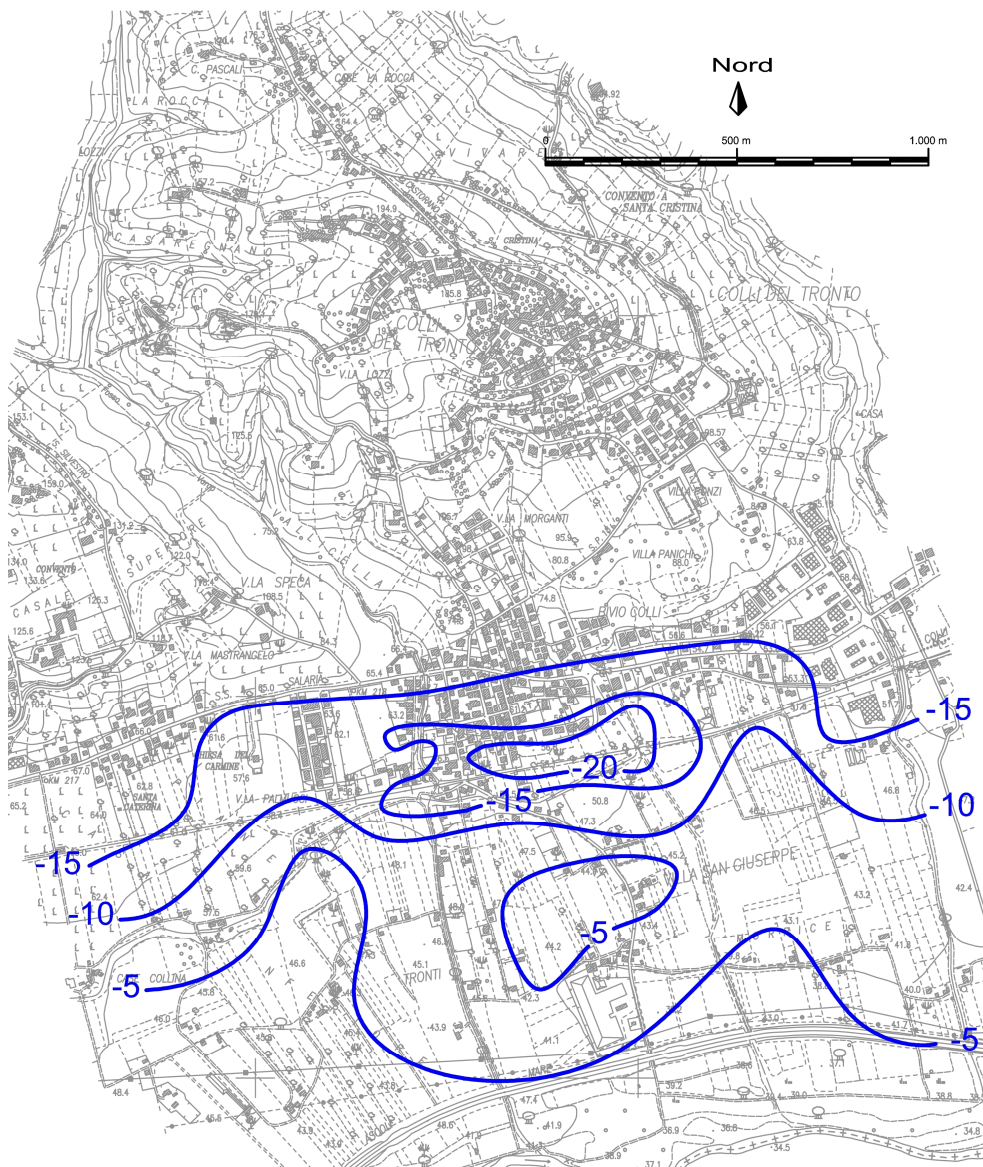
Le acque di precipitazione sono convogliate secondo pendenze più o meno elevate, verso i fossi suddetti, drenanti a loro volta verso il fiume Tronto, principale collettore di tutta la vallata. In corrispondenza della confluenza dei fossi nel fiume, si assiste ad una tendenza naturale a "meandrificare", data dalla bassa pendenza degli alvei e riduzione di velocità delle acque. Il regime delle portate liquide di tali affluenti è a carattere torrentizio, che comporta piene improvvise soprattutto nei periodi di particolare afflusso meteorico autunnali e primaverili, con trasporto di materiale solido sul fondo, e periodi di magra estivi con problematiche legate soprattutto alla scarsità del livello idrico, poiché non si osservano emergenze idriche che sostengono i flussi di base nei periodi a bassa piovosità.

### 3.5. Caratteristiche idrogeologiche

Le dorsali collinari che caratterizzano l'area in esame, costituite dalle argille marnose e sabbiose plio-pleistoceniche, sono caratterizzate da una bassissima permeabilità e, quindi, da una circolazione sotterranea limitatissima.

Esse svolgono la funzione di “acquiclude” sostenendo le falde acquifere dei depositi alluvionali antichi e quelle, più modeste e meno estese, delle coperture colluviali.

Il terrazzo alluvionale recente, di natura ghiaioso-sabbioso-limoso, presente nella porzione meridionale del territorio avente una permeabilità elevata, ospita una falda acquifera libera, tamponata in profondità dal substrato argilloso.



La soggiacenza di tale falda tende a diminuire da nord verso sud passando da valori di profondità pari a -15,0 m dal piano campagna a valori di -5,0 m, con oscillazioni decimetriche imputabili a variazioni climatiche stagionali.

Di seguito l'elenco dei pozzi e la carta delle isosoggiacenze della falda freatica alluvionale.

Id Indagine	Tipo Indagine	Coordinata X	Coordinata Y	Profondità totale (m)	Profondità falda (m)
37	PA	396859	4746006	14,0	4,0
38	PA	397248	4746089	6,0	3,0
39	PA	397302	4746288	23,0	8,5
40	PA	397690	4746204	6,0	6,0
41	PA	398030	4746250	10,0	9,0
42	PA	398567	4746158	10,0	5,0
43	PA	398032	4746362	8,0	8,0
44	PA	397896	4746463	6,0	2,0
45	PA	397938	4746547	7,7	1,0
46	PA	397726	4746627	11,0	8,5
47	PA	397496	4746566	9,0	9,0
48	PA	397165	4746550	6,0	4,0
49	PA	396427	4746975	23,0	18,0
50	PA	396686	4746736	22,0	22,0
51	PA	366726	4746830	18,0	17,0
52	PA	396862	4746840	15,0	14,5
53	PA	397007	4746689	20,0	10,0
54	PA	397364	4746689	20,0	15,0
55	PA	397418	4746849	12,0	12,0
56	PA	397359	4746887	18,0	15,5
57	PA	397423	4746999	20,0	15,0
58	PA	397585	4747072	16,0	16,0
59	PA	397517	4746981	12,5	12,5
60	PA	397564	4746775	20,0	18,0
61	PA	397537	4746699	15,0	15,0
62	PA	397733	4746751	18,0	15,0
63	PA	397616	4746839	27,0	23,0
64	PA	397634	4746986	0,0	12,8
65	PA	397741	4747025	12,0	11,0
66	PA	397819	4746945	15,0	15,0
67	PA	397976	4746947	20,0	22,0
68	PA	398090	4746973	15,0	15,0
69	PA	398161	4747001	14,0	13,5
70	PA	398496	4747360	12,0	11,0
71	PA	398439	4747051	18,0	15,0
72	PA	398363	4746892	24,0	12,0

73	PA	398500	4746962	28,0	26,5
74	PA	398612	4746775	17,0	12,5
75	PA	398513	4747229	20,0	18,2
77	SS	397675	4747266	10,0	4,5
78	SS	397619	4747309	10,0	6,0
79	SS	397568	4747435	10,0	5,5
81	SD	397306	4746863	14,0	13,0
82	SD	397199	4746965	16,0	14,0
122	SS	396430	4747105	15,0	12,0

## 4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

La caratterizzazione geotecnica e geofisica deriva dall'analisi d'indagini pregresse, nonché da indagini realizzate ex-novo.

Sulla base del materiale fornito dall'amministrazione, è stata effettuata una selezione dei documenti tenendo conto dell'attendibilità del dato.

Tra le indagini esistenti sono stati selezionati complessivamente:

- n.1 sondaggi stratigrafici meccanici a carotaggio continuo (S);
- n.15 sondaggi stratigrafici meccanici a distruzione del nucleo (SD);
- n.10 sondaggi a carotaggio continuo con intercettazione del substrato (SS);
- n.25 sondaggi stratigrafici meccanici a distruzione del nucleo con intercettazione del substrato (SDS);
- n.28 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DS);
- n.39 pozzi per acqua (PA);
- n.7 registrazioni sismiche passive di microtremore a stazione singola (HVSr).

Mentre sono state realizzate ex novo:

- n.16 registrazioni sismiche passive di microtremore a stazione singola (HVSr).

### 4.1. Dati Geotecnici

I dati geotecnici sono derivano dall'elaborazione di prove penetrometriche reperite, i cui parametri medi fisico-meccanici sono di seguito riportati:

#### TERRENI DI COPERTURA

<b>Terreno di riporto (RI)</b>			
Number standard penetration test	N <sub>SPT</sub>		2 ÷ 3
Peso Specifico	Y	t/m <sup>3</sup>	1,60 ÷ 1,80
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,00
Angolo di attrito	Ø	°	18 ÷ 24
Modulo elastico	E	Kg/cm <sup>2</sup>	10 ÷ 20
Modulo edometrico	Ed	Kg/cm <sup>2</sup>	- - -

<b>Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML)</b>			
Number standard penetration test	N <sub>SPT</sub>		9 ÷ 10
Peso Specifico	Y	t/m <sup>3</sup>	1,80 ÷ 1,80
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,00
Angolo di attrito	Ø	°	24 ÷ 28
Modulo elastico	E	Kg/cm <sup>2</sup>	50 ÷ 150
Modulo edometrico	Ed	Kg/cm <sup>2</sup>	- - -

<b>Ghiaie pulite con granulometria assortita, miscela di ghiaie e sabbie (GW)</b>			
Number standard penetration test	N <sub>SPT</sub>		15 ÷ 35
Peso Specifico	Y	t/m <sup>3</sup>	1,90 ÷ 2,10
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,00
Angolo di attrito	Ø	°	32 ÷ 36
Modulo elastico	E	Kg/cm <sup>2</sup>	320 ÷ 400
Modulo edometrico	Ed	Kg/cm <sup>2</sup>	-----

<b>Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM)</b>			
Number standard penetration test	N <sub>SPT</sub>		15 ÷ 30
Peso Specifico	Y	t/m <sup>3</sup>	1,90 ÷ 2,10
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	0,00
Angolo di attrito	Ø	°	28 ÷ 32
Modulo elastico	E	Kg/cm <sup>2</sup>	300 ÷ 350
Modulo edometrico	Ed	Kg/cm <sup>2</sup>	-----

TERRENI DEL SUBSTRATO GEOLOGICO:

<b>Coesivo sovraconsolidato in strati sottili argilloso marnosi (COS)</b>			
Number standard penetration test	N <sub>SPT</sub>		>45
Peso Specifico	Y	t/m <sup>3</sup>	1,95 ÷ 2,20
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm <sup>2</sup>	>2,50
Angolo di attrito	Ø	°	0
Modulo elastico	E	Kg/cm <sup>2</sup>	-----
Modulo edometrico	Ed	Kg/cm <sup>2</sup>	350 ÷ 450

## 4.2. Dati Geofisici

I dati geofisici derivano dall'interpretazione di prove HVSr (Sismica passiva a stazione singola – misura del microtremore), di cui n.7 reperite e n. 16 misure realizzate ex novo dal sottoscritto in vari punti d'interesse del territorio comunale.

Tali indagini hanno fornito utili indicazioni circa le frequenze di risonanza del sottosuolo e talora, sia pure indirettamente, una valutazione di tipo litostratigrafico.

Le prove realizzate ex novo, sono state distribuite sul territorio sia in funzione delle finalità di caratterizzazione sismica del costruito sia negli ambiti suscettibili di urbanizzazione e delle principali infrastrutture, cercando di ottenere una conoscenza il più territorialmente estesa.

ID hvsr	Range (Hz)	Max Peak - Fo (Hz)	Prof. (m)	Second Peak (Hz)	Prof. (m)
137	0,5 - 20,0	0,6	50 - 100	1,1	50 - 100
117	0,1 - 64,0	1,4	50 - 100	13,3	10 - 20
124	0,1 - 64,0	1,5	50 - 100	3,0	30 - 50
132	0,5 - 20,0	1,6	50 - 100	8,0	10 - 20
130	0,5 - 20,0	1,9	50 - 100	8,0	10 - 20
135	0,5 - 20,0	2,2	30 - 50	1,4	50 - 100
121	0,1 - 40,0	2,5	30 - 50	13,3	10 - 20
140	0,5 - 20,0	2,6	30 - 50	3,3	20 - 30
119	0,1 - 20	2,7	30 - 50	11,2	10 - 20
133	0,5 - 20,0	3,8	20 - 30	2,2	30 - 50
128	0,5 - 20,0	4,2	20 - 30	1,9	50 - 100
141	0,5 - 20,0	4,2	20 - 30	2,2	30 - 50
127	0,5 - 20,0	5,8	10 - 20	1,3	50 - 100
136	0,5 - 20,0	7,5	10 - 20	5,0	20 - 30
118	0,1 - 64,0	10,5	5 - 10	1,1	50-100
120	0,1 - 64,0	12,7	5 - 10	1,0	50 - 100
126	0,5 - 20,0	13,0	5 - 10	4,1	20 - 30
131	0,5 - 20,0	13,2	5 - 10	1,1	50 - 100
125	1,0 - 20,0	14,1	5 - 10	1,1	50 - 100
129	0,5 - 20,0	15,1	5 - 10	1,3	50 - 100
134	0,5 - 20,0	17,8	5 - 10	1,2	50 - 100
139	0,5 - 20,0	19,4	5 - 10	1,1	50 - 100
138	0,5 - 20,0	19,7	5 - 10	2,0	50 - 100

Le prospezioni geofisiche sono state realizzate utilizzando un tromografo digitale serie "Geobox" in grado di acquisire e registrare (per non meno di 20 minuti) i microtremori o



rumore sismico ambientale, mediante tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente ed elaborate mediante software “Geoexplore”.

Analizzando i dati in termini frequenziali si può evidenziare una sostanziale eterogeneità.

Si alternano misure con picchi HVSR per frequenze con valori superiori a 10 Hz, che denotano la presenza di substrato superficiale e frequenze dell'ordine di pochi Hz, che denota la presenza di un pacco risonante di alcune decine di metri.

In linea di massima tutte le misure hanno restituito due picchi significativi, che hanno consentito di verificare due passaggi di velocità, uno più superficiale dovuto ad un effetto di sito, picco stratigrafico attribuibile al contatto depositi alluvionali (da poco a mediamente addensati-compatti) con il substrato argilloso (formazione litica o sublitoide) e uno più profondo localizzato all'interno della formazione argillosa.

La prova n.137 presenta un contrasto molto profondo (inferiori a 1 Hz), in conflitto con le altre misure e pertanto si consiglia di ripetere l'acquisizione per confermare l'effettiva assenza di massimi significativi.

Le n.7 misure HVSR reperite, finalizzate alla determinazione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità ( $V_{s,30}$ ), oltre ai valori di frequenza, forniscono nel report i valori della velocità media (armonica) delle onde sismiche, ottenuto attraverso procedure di inversione numerica basate sull'applicazione di metodi capaci di gestire l'estrema non linearità del problema.

Sebbene il numero a disposizione sia limitato vengono forniti dei valori medi di riferimento indicativi:

Unità		$V_{s,30}$	
(ML)	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità	m/sec	150 ÷ 220
(GW)	Ghiaie pulite con granulometria assortita, miscela di ghiaie e sabbie	m/sec	260 ÷ 350
(GM)	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	m/sec	200 ÷ 300
(COS)	Coesivo sovraconsolidato in strati sottili argilloso marnosi	m/sec	>400

## **5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO**

Il modello di sottosuolo presenta una serie di sedimenti di ambiente vario legato essenzialmente alla fase terminale dell'evoluzione tettonica del bacino sedimentario.

La sua formazione di base, è costituita per la maggior parte dalla presenza di un substrato geologico di età pleistocenica depositatosi in un bacino marino poco profondo e di bassa energia, di natura coesiva, sovraconsolidato e stratificato in strati sottili argilloso–marnosi (COS).

E' raramente affiorante, poiché risulta talora sepolto da estese coperture eluvio–colluviali limose, con spessori che variano da pochi metri (2-3), fino a decine di metri in corrispondenza degli impluvi a seguito della fase di smantellamento subaereo.

Nelle zone collinari invece il substrato è occultato da potenti spessori di depositi alluvionali terrazzati costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM).

Inoltre il suddetto substrato, rappresenta il bedrock geologico dell'intera pianura alluvionale, coperto da depositi alluvionali recenti costituiti da ghiaie pulite con granulometria assortita, miscela di ghiaie e sabbie (GW) che mostrano spessori variabili da pochi metri nella porzione più meridionale, fino a decine di metri procedendo verso nord.

## 6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Per quanto riguarda le interpretazioni dei dati acquisti si può affermare che, dal punto di vista geotecnico, i dati a disposizione possono essere soddisfacenti per ottenere una buona caratterizzazione del territorio se integrati con nuove campagne geognostiche volte a individuare lo spessore delle coltri sopra il substrato per poter meglio valutare i cedimenti differenziati e i fenomeni di liquefazione.

Dal punto di vista geofisico, il sottosuolo indagato non presenta forti contrasti di velocità delle onde di taglio e, pertanto, si è portati a ritenere modesti gli effetti di amplificazione del moto sismico per effetti stratigrafici, come confermato dalle registrazioni di sismica passiva a stazione singola.

A tal proposito sarebbe auspicabile una densificazione della maglia di acquisizioni di misure di frequenza al fine di produrre una carta delle frequenze naturali dei depositi continua su tutto il territorio comunale.

Inoltre la scarsità d'indagini geofisiche volte alla determinazione delle  $V_{s30}$  dovrebbe essere colmata con prove di sismica attiva utili a definire i profili di velocità e l'individuazione del substrato  $V_s > 800$  m/s.

## 7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 segue le indicazioni contenute negli “Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica” finalizzate all'analisi di pericolosità sismica, necessaria per la valutazione del rischio sismico ed applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica, della pianificazione dell'emergenza e della normativa tecnica per la progettazione.

Per Microzonazione Sismica s'intende la “valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo”.

Per la MS di primo livello, il documento di sintesi finale è rappresentato da una carta del territorio nella quale sono indicate microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) rappresentate sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici.

Tali zone sono state differenziate in base alle caratteristiche lito-stratigrafiche, correlate a differenti tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, ecc.).

Di particolare importanza a questo scopo è stata la ricostruzione del modello geologico tecnico dell'area, l'individuazione dei litotipi costituenti il substrato rigido e la stima di massima del contrasto di impedenza sismica misurato.

Nelle microzone descritte saranno fornite indicazioni sulla tipologia riscontrata con la distinzione nel campo carta di:

- Zona stabile suscettibile di amplificazione,
- Zona di attenzione per instabilità (con simboli indicanti le forme di superficie).
- Zona di attenzione per liquefazione.

Non sono inserite zone stabili in quanto i substrati geologici affioranti, seppur nella scarsità di dati, non hanno le caratteristiche di velocità delle onde di taglio ( $V_s > 800\text{m/sec}$ ) tali da poter essere definiti come substrato sismico.

## 8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Il presente studio riferito al Livello 1 di microzonazione sismica ha prodotto le seguenti elaborazioni e carte tematiche intermedie:

- Carta delle Indagini scala 1:10.000;
- Carta geologico-tecnica scala 1:10.000;
- Sezioni geologico-tecniche, scala 1:2.000.

oltre alla carta finale sintesi:

- Carta delle MOPS scala 1:10.000;

Tutti i prodotti sono stati realizzati utilizzando una piattaforma ArcGis Esri versione 10.2.2.

La base cartografica utilizzata è quella fornita dalla Regione Marche in formato vettoriale. Il sistema di riferimento utilizzato è il WGS 84, nel fuso 33 N. Tutti gli elementi rappresentati all'interno di ogni singolo prodotto (siano essi shapefiles che file di tipo raster) sono proiettati nel medesimo sistema di riferimento. Il layout di stampa è stato progettato e realizzato visualizzando l'intero territorio comunale all'interno di un singolo foglio. Ogni tavola è stata poi esportata in formato pdf.

### 8.1. Carta Delle Indagini

Nella carta delle indagini sono riportate la tipologia e l'ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche utilizzate per le successive elaborazioni. Le simbologie utilizzate sono quelle indicate nelle linee guida nazionali.

Per maggiori dettagli sulle indagini si rimanda al capitolo 4.

Di seguito sono riportate tutte le d'indagini reperite e la relativa provenienza, utilizzate nell'allestimento della carta, tenendo presente della sottostante legenda

#### *Legenda*

<i>S</i>	<i>sondaggio a carotaggio continuo</i>
<i>SD</i>	<i>sondaggio a distruzione di nucleo</i>
<i>SS</i>	<i>sondaggio a carotaggio continuo con intercettazione del substrato</i>
<i>SDS</i>	<i>sondaggio a distruzione del nucleo con intercettazione del substrato</i>
<i>DS</i>	<i>prova penetrometrica dinamica super pesante</i>
<i>PA</i>	<i>pozzi per acqua</i>
<i>HVSR</i>	<i>registrazioni sismiche passive di microtremore a stazione singola</i>

Id Indagine	Tipo Indagine	Coordinata X	Coordinata Y
1	SD	397368	4747944
2	SD	397431	4747948
3	SDS	397424	4747551
4	SDS	397588	4747601
5	SDS	397492	4747480
6	SDS	397804	4747570
7	SDS	398171	4747607
8	SDS	398190	4747514
9	SDS	397763	4747255
10	SD	397837	4747213
11	SDS	397872	4747243
12	SD	397253	4746836
13	SDS	397273	4747000
14	SD	397293	4747073
15	SD	397525	4747899
16	SD	397907	4747494
17	SD	397916	4747578
18	SD	397049	4748825
19	SDS	397183	4748499
20	SD	397407	4748271
21	SD	397347	4748321
22	SD	397500	4748181
23	SDS	397851	4748200
24	SDS	397496	4748360
25	SDS	397307	4748447
26	SDS	397306	4747957
27	SDS	397397	4748011
28	SDS	397564	4747849
29	SDS	397733	4747522
30	SDS	397755	4747487
31	SDS	397720	4747455
32	SDS	397688	4747427
33	SDS	397994	4747809
34	SDS	398302	4747803
35	SDS	397808	4747371
36	SDS	397776	4747345
37	PA	396859	4746006
38	PA	397248	4746089
39	PA	397302	4746288
40	PA	397690	4746204
41	PA	398030	4746250
42	PA	398567	4746158

43	PA	398032	4746362
44	PA	397896	4746463
45	PA	397938	4746547
46	PA	397726	4746627
47	PA	397496	4746566
48	PA	397165	4746550
49	PA	396427	4746975
50	PA	396686	4746736
51	PA	366726	4746830
52	PA	396862	4746840
53	PA	397007	4746689
54	PA	397364	4746689
55	PA	397418	4746849
56	PA	397359	4746887
57	PA	397423	4746999
58	PA	397585	4747072
59	PA	397517	4746981
60	PA	397564	4746775
61	PA	397537	4746699
62	PA	397733	4746751
63	PA	397616	4746839
64	PA	397634	4746986
65	PA	397741	4747025
66	PA	397819	4746945
67	PA	397976	4746947
68	PA	398090	4746973
69	PA	398161	4747001
70	PA	398496	4747360
71	PA	398439	4747051
72	PA	398363	4746892
73	PA	398500	4746962
74	PA	398612	4746775
75	PA	398513	4747229
76	SS	397764	4748039
77	SS	397675	4747266
78	SS	397619	4747309
79	SS	397568	4747435
80	SS	397491	4747376
81	SD	397306	4746863
82	SD	397199	4746965
83	SD	398532	4747334
84	SS	397886	4747963
85	SS	398070	4747858
86	SS	398041	4747894

87	SDS	397488	4746865
88	S	397710	4746932
89	DS	398007	4747433
90	DS	397156	4747076
91	DS	398313	4747159
92	DS	398509	4746254
93	DS	398376	4746377
94	DS	397956	4747299
95	DS	397128	4746040
96	DS	396788	4746144
97	DS	396439	4746935
98	DS	396395	4747508
99	DS	398271	4747557
100	DS	398224	4747617
101	DS	397074	4746754
102	DS	397346	4747528
103	DS	397497	4747287
104	DS	396814	4746969
105	DS	397267	4748258
106	DS	398008	4747104
107	DS	398124	4747448
108	DS	397476	4746575
109	DS	397632	4748024
110	DS	397732	4746887
111	DS	397177	4748430
112	DS	398528	4747179
113	DS	396923	4747973
114	DS	397846	4746974
115	DS	397569	4746987
116	DS	397950	4746286
117	HVSR	397552	4746945
118	HVSR	397727	4747396
119	HVSR	389093	4747479
120	HVSR	397736	4747342
121	HVSR	398032	4747787
122	SS	396430	4747105
123	SS	396484	4747084
124	HVSR	397956	4746355
125	HVSR	398048	4747109
126	HVSR	396804	4746189
127	HVSR	397723	4748091
128	HVSR	397435	4746442
129	HVSR	398080	4746677
130	HVSR	397574	4748331



131	HVSR	398388	4746849
132	HVSR	397684	4746826
133	HVSR	396667	4746930
134	HVSR	396378	4747223
135	HVSR	397210	4746999
136	HVSR	397387	4747540
137	HVSR	397732	4747678
138	HVSR	398282	4747759
139	HVSR	397443	4748035
140	HVSR	396994	4748660
141	HVSR	397650	4747797

## **8.2. Carta Geologico-Tecnica**

Per la realizzazione della Carta Geologico-Tecnica per la Microzonazione Sismica (CGT\_MS) e delle relative sezioni in scala 1: 2.000 che schematizzano i principali rapporti geologico - stratigrafici, è stato effettuato un rilevamento geologico di dettaglio unitamente alla consultazione delle cartografie disponibili (Carta Geologica Regionale in scala 1:10.000, Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000, PRG, PAI, IFFI, etc) e delle indagini geognostiche reperite.

In tale elaborato, necessario per la definizione del modello del sottosuolo e funzionale alla realizzazione della Carta delle MOPS di livello 1, vengono riportati:

- in verde i sondaggi che hanno raggiunto il substrato e relativa profondità del substrato in metri dal p.c.;
- in rosso i sondaggi che non hanno raggiunto il substrato e relativa profondità in metri dal p.c.
- in celeste i pozzi in aree con sabbie e/o ghiaie e relativa profondità della falda (soggiacenza) in metri dal p.c.

Sono state inoltre evidenziate e distinte le unità della copertura da quelle del substrato e le principali forme e processi morfologici (aree in frana e relativo stato di attività, scarpate morfologiche, etc), al fine di identificare le zone suscettibili di amplificazioni locali.

Le coperture, come indicato nello "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica", vengono cartografate solo quando il loro spessore supera i 3,0 m.

Id Indagine	Tipo Indagine	Coordinata X	Coordinata Y	Profondità totale (m)	Profondità substrato (m)	Profondità falda (m)
1	SD	397368	4747944	7,0		
2	SD	397431	4747948	7,0		
3	SDS	397424	4747551	18,5	16,0	
4	SDS	397588	4747601	15,0	13,0	
5	SDS	397492	4747480	13,5	11,2	
6	SDS	397804	4747570	18,0	16,0	
7	SDS	398171	4747607	18,5	15,0	
8	SDS	398190	4747514	10,0	8,5	
9	SDS	397763	4747255	10,0	7,5	
10	SD	397837	4747213	6,0		
11	SDS	397872	4747243	8,0	4,0	
12	SD	397253	4746836	8,0		
13	SDS	397273	4747000	20,5	18,0	
14	SD	397293	4747073	7,0		
15	SD	397525	4747899	3,0		
16	SD	397907	4747494	10,0		
17	SD	397916	4747578	9,0		
18	SD	397049	4748825	21,0		
19	SDS	397183	4748499	12,0	6,0	
20	SD	397407	4748271	11,0		
21	SD	397347	4748321	11,0		
22	SD	397500	4748181	12,0		
23	SDS	397851	4748200	10,0	8,2	
24	SDS	397496	4748360	19,0	18,5	
25	SDS	397307	4748447	27,0	26,0	
26	SDS	397306	4747957	30,5	28,0	
27	SDS	397397	4748011	35,0	33,0	
28	SDS	397564	4747849	22,0	20,0	
29	SDS	397733	4747522	16,7	14,0	
30	SDS	397755	4747487	17,0	11,1	
31	SDS	397720	4747455	17,0	11,3	
32	SDS	397688	4747427	10,0	7,4	
33	SDS	397994	4747809	13,3	12,1	
34	SDS	398302	4747803	15,3	14,5	
35	SDS	397808	4747371	12,5	10,0	
36	SDS	397776	4747345	10,0	9,1	
37	PA	396859	4746006	14,0		4,0
38	PA	397248	4746089	6,0		3,0
39	PA	397302	4746288	23,0		8,5
40	PA	397690	4746204	6,0		6,0
41	PA	398030	4746250	10,0		9,0

42	PA	398567	4746158	10,0		5,0
43	PA	398032	4746362	8,0		8,0
44	PA	397896	4746463	6,0		2,0
45	PA	397938	4746547	7,7		1,0
46	PA	397726	4746627	11,0		8,5
47	PA	397496	4746566	9,0		9,0
48	PA	397165	4746550	6,0		4,0
49	PA	396427	4746975	23,0		18,0
50	PA	396686	4746736	22,0		22,0
51	PA	366726	4746830	18,0		17,0
52	PA	396862	4746840	15,0		14,5
53	PA	397007	4746689	20,0		10,0
54	PA	397364	4746689	20,0		15,0
55	PA	397418	4746849	12,0		12,0
56	PA	397359	4746887	18,0		15,5
57	PA	397423	4746999	20,0		15,0
58	PA	397585	4747072	16,0		16,0
59	PA	397517	4746981	12,5		12,5
60	PA	397564	4746775	20,0		18,0
61	PA	397537	4746699	15,0		15,0
62	PA	397733	4746751	18,0		15,0
63	PA	397616	4746839	27,0		23,0
64	PA	397634	4746986	0,0		12,8
65	PA	397741	4747025	12,0		11,0
66	PA	397819	4746945	15,0		15,0
67	PA	397976	4746947	20,0		22,0
68	PA	398090	4746973	15,0		15,0
69	PA	398161	4747001	14,0		13,5
70	PA	398496	4747360	12,0		11,0
71	PA	398439	4747051	18,0		15,0
72	PA	398363	4746892	24,0		12,0
73	PA	398500	4746962	28,0		26,5
74	PA	398612	4746775	17,0		12,5
75	PA	398513	4747229	20,0	19,0	18,2
76	SS	397764	4748039	20,0	19,4	
77	SS	397675	4747266	10,0	6,0	4,5
78	SS	397619	4747309	10,0	7,0	6,0
79	SS	397568	4747435	10,0	7,1	5,5
80	SS	397491	4747376	11,5	8,5	
81	SD	397306	4746863	14,0		13,0
82	SD	397199	4746965	16,0		14,0
83	SD	398532	4747334	12,0		
84	SS	397886	4747963	20,0	14,2	
85	SS	398070	4747858	14,0	12,6	

86	SS	398041	4747894	13,0	12,1	
87	SDS	397488	4746865	20,0	18,0	
88	S	397710	4746932	10,0		
89	DS	398007	4747433			
90	DS	397156	4747076			
91	DS	398313	4747159			
92	DS	398509	4746254			
93	DS	398376	4746377			
94	DS	397956	4747299			
95	DS	397128	4746040			
96	DS	396788	4746144			
97	DS	396439	4746935			
98	DS	396395	4747508			
99	DS	398271	4747557			
100	DS	398224	4747617			
101	DS	397074	4746754			
102	DS	397346	4747528			
103	DS	397497	4747287			
104	DS	396814	4746969			
105	DS	397267	4748258			
106	DS	398008	4747104			
107	DS	398124	4747448			
108	DS	397476	4746575			
109	DS	397632	4748024			
110	DS	397732	4746887			
111	DS	397177	4748430			
112	DS	398528	4747179			
113	DS	396923	4747973			
114	DS	397846	4746974			
115	DS	397569	4746987			
116	DS	397950	4746286			
117	HVSR	397552	4746945			
118	HVSR	397727	4747396			
119	HVSR	389093	4747479			
120	HVSR	397736	4747342			
121	HVSR	398032	4747787			
122	SS	396430	4747105	15,0	13,5	12,0
123	SS	396484	4747084	15,0	13,0	
124	HVSR	397956	4746355			
125	HVSR	398048	4747109			
126	HVSR	396804	4746189			
127	HVSR	397723	4748091			
128	HVSR	397435	4746442			
129	HVSR	398080	4746677			

130	HVSR	397574	4748331			
131	HVSR	398388	4746849			
132	HVSR	397684	4746826			
133	HVSR	396667	4746930			
134	HVSR	396378	4747223			
135	HVSR	397210	4746999			
136	HVSR	397387	4747540			
137	HVSR	397732	4747678			
138	HVSR	398282	4747759			
139	HVSR	397443	4748035			
140	HVSR	396994	4748660			
141	HVSR	397650	4747797			

Per quanto riguarda i fenomeni d'instabilità dei versanti, sono stati evidenziati, in prima battuta, i dissesti censiti nel Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tronto i cui perimetri e stato di attività vengono riportati in maniera fedele rispetto al PAI, successivamente sono stati inseriti i fenomeni gravitativi attivi riscontrati durante la ricognizione di campo effettuata.

Nello specifico si evidenziano le seguenti unità geologico-tecniche:

#### TERRENI DI COPERTURA

##### **Depositi Eluvio-Colluviali (ML)**

Sedimenti continentali a granulometria mista ed indistinta con limi argillosi e limi sabbiosi, in assenza di stratificazione. Poco addensati a consistenza da bassa a medio bassa. Localizzati prevalentemente nella porzione nord-orientale del territorio, nel versante di destra idrografica del fosso Morrice. Sono presenti anche negli impluvi delle vallecicole dove raggiungono spessori superiori a dieci metri. Classificati secondo gli standard come: Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità.

##### **Depositi Alluvionali Recenti (GW)**

Depositi continentali recenti di dinamica fluviale del Fiume Tronto; riconoscibili in affioramento nei 2 ordini di terrazzamento:

- Terrazzo alluvionale del IV ordine, costituito da ghiaie sabbiose poligeniche con sabbie limose al tetto.

Localizzato nell'estrema porzione sud, a ridosso dell'alveo del fiume Tronto.

- Terrazzo alluvionale del III ordine, costituito da ghiaie sabbiose poligeniche, con

sabbie limose al tetto e intercalazioni lenticolari e/o tabulari di sabbia mal classata. Localizzato a nord del terrazzo del IV con il quale ne costituisce la pianura alluvionale.

Classificati entrambi secondo gli standard come: Ghiaie pulite con granulometria assortita, miscela di ghiaie e sabbie.

### **Depositi Alluvionali Antichi (GM)**

Depositi continentali antichi di dinamica fluviale del Fiume Tronto; riconoscibili in affioramento nei 2 ordini di terrazzamento:

- Terrazzo alluvionale del II ordine, costituito da ghiaie poligeniche a matrice sabbiosa; la stratificazione è massiva o concava.

Localizzato a nord della pianura alluvionale costituisce il piede del rilievo collinare retrostante.

- Terrazzo alluvionale del I ordine, costituito da ghiaie poligeniche a matrice sabbiosa o limi sabbiosi debolmente ghiaiosi; la stratificazione è massiva o concava; sono presenti intercalazioni lenticolari e/o tabulari di sabbia mal classata.

Localizzato a nord del I ordine, sono presenti in lembi a seguito dell'erosione e della degradazione e/o disfacimento subiti.

Classificati entrambi secondo gli standard come: Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo

### **TERRENI DEL SUBSTRATO GEOLOGICO:**

#### **Associazione Pelitica (COS)**

Depositi marini di bassa energia stratificati, sovraconsolidati, costituiti da argille e argille marnose grigio-azzurre stratificate con rari e sottili orizzonti arenitici giallastri.

Localizzati raramente in affioramento in una ridotta porzione centrale in corrispondenza del versante di sinistra idrografica del fosso Vargo.

Classificati secondo gli standard come: Coesivo sovraconsolidato in strati sottili argilloso marnosi.

### 8.3. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1) - MOPS

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) è l'elaborato di sintesi dello studio di Microzonazione Sismica di livello 1; essa individua zone del territorio a comportamento sismico omogeneo per caratteristiche stratigrafiche e topografiche. Lo schema procedurale utilizzato per la redazione di tale carta è quello previsto dagli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" formulati dal Dipartimento della Protezione Civile, e successivo aggiornamento.

Tutte le informazioni provenienti da cartografia di base e rilevamenti di superficie sono state confrontate con i dati provenienti dalle indagini strumentali nuove e pregresse.

Sulla "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica", sono state quindi cartografate le microzone che dal punto di vista QUALITATIVO presentano un comportamento omogeneo. In legenda a fianco di ogni microzona individuata, ove possibile dai dati delle indagini e dalla bibliografia, è stata visualizzata una sezione stratigrafica indicativa. La carta delle Microzone omogenee si presenta quindi come un elaborato articolato nel quale le due principali zone omogenee:

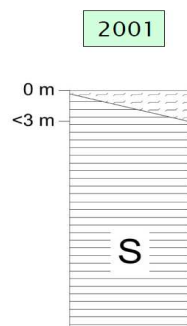
- stabili suscettibili di amplificazioni locali
- suscettibili di instabilità

Successivamente le classi sopra vengono suddivise in sottoclassi in ragione della variabilità litologico-litotecnica per le prime e dei fenomeni cosismici potenzialmente riscontrabili, per le seconde.

Si fa notare che non sono inserite zone stabili in quanto i substrati geologici affioranti, seppur nella scarsità di dati, non hanno le caratteristiche di velocità delle onde di taglio ( $V_s > 800 \text{ m/sec}$ ) tali da poter essere definiti come substrato sismico.

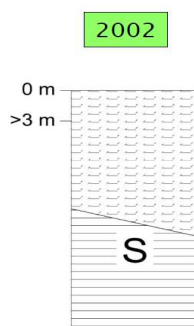
Alla luce di quanto sopra, nella carta delle MOPS sono state cartografate:

- **ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI**



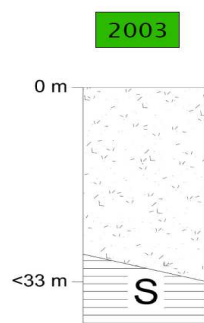
#### ZONA 1

*Copertura eluvio-colluviale in spessori fino a 3,0 m costituita da limi argillosi e limi sabbiosi, poco addensanti in assenza di stratificazione, poggianti su substrato coesivo sovraconsolidato costituito da argille e argille marnose grigio-azzurre stratificate con rari e sottili orizzonti siltosi giallastri*



## ZONA 2

*Copertura eluvio-colluviale in spessori superiori ai 3,0 m, costituita da limi argillosi e limi sabbiosi, poco addensanti in assenza di stratificazione, poggianti su substrato coesivo sovraconsolidato costituito da argille e argille marnose grigio-azzurre stratificate con rari e sottili orizzonti siltosi giallastri*



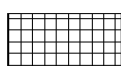
## ZONA 3

*Depositi alluvionali ghiaiosi e sabbiosi in matrice limosa. Sciolti, mediamente addensati e consistenti con spessori fino a 33,0 m, poggianti su un substrato coesivo sovraconsolidato stratificato costituito da argille e argille marnose grigio-azzurre stratificate con rari e sottili orizzonti siltosi giallastri*

### • ZONE DI ATTENZIONE

In tali zone i dati a disposizione non sono sufficienti, in quantità e/o tipologia, per definire se l'instabilità si verificherà effettivamente in caso di evento sismico.

Sono state riconosciute due zone:



### $ZA_{LQ}$ - ZONA DI ATTENZIONE PER LIQUEFAZIONE

*Identificata dalla contemporanea presenza di condizioni predisponenti (AGI, 2008):*

- depositi alluvionali di spessore superiori a 15,0 m con componente sabbiosa prevalente o esclusiva,
- falda a profondità inferiore a 15m
- magnitudo attesa al sito >5,
- accelerazioni massime in superficie (PGA) >0.1g.





$ZA_{FR}$  - ZONA ATTENZIONE PER INSTABILITA' DI VERSANTE

*Coperture eluvio colluviali interessate da dinamica attiva di versante censiti nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Tronto i cui perimetri sono riportati in maniera fedele e confermati dalla ricognizione di campo effettuata, inquadrabili come*

- colata,
- non definito (soliflusso).

- **Punti di misura del rumore ambientale**

Dalle misure del rumore ambientale e relative curve H/V, elaborate con i software grilla e geoexplorer si sono ottenuti i valori di frequenza fondamentale di sito ( $F_0$ ) e talora di frequenze secondarie, nell'ambito del range d'interesse ingegneristico.

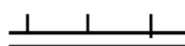


*max peak ( $F_0$ )*

*second peak*

- **Forme di superficie e sepolte**

Sono aree in cui potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione del moto sismico.



*orlo di terrazzo fluviale (10÷20m)*

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Carta Geologica Regionale in scala 1: 10.000 (CARG);
- Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 (Fg. N. 132 - Norcia)
- Indagine geologica per il P.R.G. in adeguamento al P.P.A.R. (Geol. Giovanni Mancini)
- Studio di fattibilità geologica, geomorfologica ed idrogeologica inerente la lottizzazione residenziale Villa San Giuseppe (Geol. Daniele Morganti)
- AA. VV. Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto (PAI) Approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 07/06/2006
- AA.VV. - Progetto IFFI - Inventario dei fenomeni franosi in Italia. Realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome
- AA.VV. – L'ambiente fisico delle Marche – Edizioni SELCA e Regione Marche, 177206, Firenze
- AA.VV. – “La Geologia delle Marche” - Studi Geologici Camerti, volume speciale (1986) –a cura di Centamore E. e Deiana G.
- BARCHI M., GALADINI F., LAVECCHIA G., MESSINA P., MICHETTI A.M., PERUZZA L., PIZZI A., TONDI E., VITTORI E. (2000) - Sintesi delle conoscenze sulle faglie attive in Italia Centrale: parametrizzazione ai fini della caratterizzazione della pericolosità sismica. CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 62 pp.
- CANTALAMESSA G. (2003) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 304 CIVITANOVA MARCHE
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., COLALONGO M. L., MICARELLI A., NANNI T., PASINI G., POTETTI M., RICCI LUCCHI F., con la collaborazione di CRISTALLINI C. & DI LORITO L. (1986)- Il Plio-Pleistocene delle Marche. Studi Geologici Camerti, volume speciale "La Geologia delle Marche", 61-81.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALOU P., MICARELLI A., & POTETTI M. – Elementi di correlazione nella successione marina plio-pleistocenica del bacino periadriatico marchigiano. Studi Geol. Camerti. (in stampa).
- CANTALAMESSA G., MICARELLI A., PICCINI M., POTETTI M. & RICCI LUCCHI F. (1993)-Physical stratigraphy of Pleistocene nearshore and continental deposits in southern Marche (between Aso and menocchia valleys). International Symposium on dynamics of fluvial-coastal system and environmental changes. Abstracts.

- CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1984) – Evoluzione della avanfossa adriatica meridionale nel Plio-Pleistocene sulla base di dati del sottosuolo. Mem. Soc. Geol. It., 24.
- CENTAMORE E., CANTALAMESSA G., MICARELLI A., POTETTI M., BERTI D., BIGI S., MORELLI C. & RIDOLFI M. (1991) - Stratigrafia e analisi di facies dei depositi del miocene e del pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle zone limitrofe – Studi geologici Camerti vlume speciale.
- CENTAMORE E., PAM, BIANCHI G., DEIANA G. CALAMITA F., CELLO G., DRAMIS F., GENTILI B., NANNI T. (1991) - Ambiente fisico delle Marche Geologia – Geomorfologia – Idrogeologia: Scala 1:100.000 - Regione Marche assessorato Urbanistica Ambiente Ecologia Programmazione.
- Database of Individual Seismogenic Sources, versione 3, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>.
- Database macrosismico italiano. DBMI15 associato al catalogo CPTI15 release 1.5, realizzato da Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016 CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes Istituto Nazionale Di Geofisica E Vulcanologia doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.ITCPTI15>. Linea di attività INGV T3 “Pericolosità sismica e contributi alla definizione del rischio” e quale contributo alle attività dell'Allegato “A” dell'accordo quadro INGV-DPC 2012-2021.
- Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - ICMS (Dipartimento di Protezione Civile Nazionale).
- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica - Versione 4.0.b (Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica).

Tali studi hanno fornito utili indicazioni per inquadrare il territorio comunale in un contesto più ampio, relativamente soprattutto alle condizioni geologiche e geomorfologiche.

Sono state infine consultate e utilizzate svariate indagini geologico-tecniche, di committenza pubblica e privata, reperite presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Colli del Tronto (AP).

---

Offida, 04-05- 2017

**G E O L O G O**  
**Dr. Tonino Colletta**  
Ordine dei Geologi della Regione Marche  
– n.575 sezione “A” –