



PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
 DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

OCDPC 344/2016

PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA E CLE. ANNUALITA' 2015

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

Regione Marche

Comune di Altidona



Regione:



Soggetto realizzatore:

Dott. Geol. Giuseppe Capponi

Collaboratore:

Dott. Geol. Stefano D'Alessandro

Altre collaborazioni:

Dott. Geol. Alessio Acciarri

Data:

Ottobre 2018

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
1.1. Finalità degli studi	2
1.2. Descrizione generale dell'area comunale	3
1.3. Definizione dei documenti di base utilizzati nello studio	5
1.4. Aree da sottoporre agli studi di MS	5
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1. Sismicità storica dell'area di studio.....	5
2.2. Sismicità recente dell'area di studio	7
2.2.1. Sequenza sismica del 2016.....	8
2.3. Pericolosità sismica di base.....	9
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	12
3.1. Inquadramento geologico.....	12
3.2. Assetto geomorfologico	13
3.3. Assetto stratigrafico	14
3.4. Elementi tettonici.....	18
3.5. Considerazioni finali sull'architettura stratigrafica e sull'assetto morfologico e strutturale	19
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	20
4.1. Dati pregressi	20
4.2. Dati acquisiti ex-novo.....	21
4.2.1. Esecuzione di indagini di tipo HVSR	21
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO FINALIZZATO ALLA MS	21
5.1. Unità geologico tecniche: definizione e parametrizzazione	21
5.2. Sezioni geologico-tecniche.....	22
6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE	23
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	24
7.1. Struttura del database	24
7.1.1. Struttura di archiviazione dei file	25
7.2. Risultati	28
7.2.1. Zone stabili	28
7.2.2. Zone stabili suscettibili di amplificazione.....	28
7.2.3. Zone instabili	28
7.2.3.1. Faglie attive e capaci (FAC)	28
7.2.3.2. Liquefazioni (LQ)	28
7.2.3.3. Instabilità di versante (FR)	28
8. ELABORATI CARTOGRAFICI	30
8.1. Carta delle indagini	30
8.2. Carta Geologico Tecnica per la MS	31
8.3. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).....	34
9. BIBLIOGRAFIA	38
10. ALLEGATI FUORI TESTO:	
10.1. Carta delle indagini in scala 1:5.000	
10.2. Carta Geologico-Tecnica per la MS (CGT_MS) in scala 1:5.000	
10.3. Sezioni geologico-tecniche in scala 1:1.000	
10.4. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) in scala 1:5.000	

1. INTRODUZIONE

1.1. Finalità degli studi

Su incarico del Comune di Altidona (FM), determina del Settore Tecnico n°16 del 04.05.2018, di intesa con la Regione Marche e il Dipartimento della Protezione Civile, è stato eseguito lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 all'interno del perimetro concertato con l'ufficio tecnico comunale.

Si specifica che il seguente studio è stato redatto in linea con quanto previsto da:

- Disciplinare di incarico per lo studio di Microzonazione sismica di livello 1 del Comune di Altidona – Annualità 2015 (allegato A1 – O.C.D.P.C. n. 344/2016);
- Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. Disponibili nel sito web del Dipartimento della Protezione Civile, area “Rischio Sismico”. Link: http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_pub.wp?contentId=PUB1137
- Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e criteri per la microzona. Ingegneria
- Sismica, Anno XXVIII – n.2 – 2011. Link: http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/aggiornamento_indirizzi_microzonazione_sismica.pdf;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. a. Versione 4.0b. Roma, ottobre 2015. 122 pp. Link: http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/StandardMS_4_0b.pdf;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma. Link: http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/LineeGuidaFAC_v1_0.pdf;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2017. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione (LQ). Dipartimento della protezione civile, Roma. Versione 1.0. http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/LG_Liq_v1_0.pdf;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR). Dipartimento della protezione civile, Roma. Versione 1.0. http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/LG_Frane_v1_0.pdf;
- Regione Emilia Romagna, 2015. Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica. Allegato A3 - Procedure di riferimento per le analisi di terzo livello di approfondimento;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2014. Linee guida per l'elaborazione della carta e delle sezioni geologico tecniche per la microzonazione sismica (CGT_MS). Dipartimento della protezione civile, Roma. Bozza, ver. 1.2 beta;
- Significato e contenuto degli studi di MS di livello 2 e 3. Link: http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Significato_e_contenuto_degli_studi_di_MS_dilivello2_e_3.pdf;

- Software per l'archiviazione delle indagini per la MS (SoftMS versione 4.0). Link: Software per l'archiviazione delle indagini per la MS (SoftMS versione 4.0).

1.2. Descrizione generale dell'area comunale

Il territorio del Comune di Altidona ha una estensione di 12,97 Km² ed è situato nella porzione sud-orientale della Provincia di Fermo.

Il Comune è delimitato a nord e a ovest dal territorio comunale di Lapedona (FM), a nord dal comune di Fermo, a sud sia dal territorio comunale di Campofilone (FM) che dal territorio comunale di Pedaso (FM) e ad est dal Mare Adriatico (Fig. 1.1).

Dal punto di vista orografico, il territorio comunale rientra nella fascia costiera del fermano, con quote comprese tra 0,0 m s.l.m. (litorale) e 260,0 m s.l.m. (a confine con il Comune di Lapedona).

Il territorio è costituito essenzialmente da litotipi di età plio-pleistocenica di natura conglomeratica ed arenacea, con grado di cementazione variabile e subordinatamente di natura pelitica, facilmente erodibili; la morfologia, pertanto, risulta particolarmente articolata, in corrispondenza dei primi, con nette rotture morfologiche piuttosto acclivi che risaltano bruscamente sul paesaggio circostante, disposte in direzione est-ovest lungo valli e vallecole e in direzione nord-sud lungo la costa.

I principali rilievi collinari si attestano fino a circa 260,0 m. s.l.m e si ergono ad ovest di Altidona Capoluogo (che si attesta dai 200,0 ai 220,0 m s.l.m.), a confine del territorio comunale di Lapedona.

Le aree più depresse si rinvengono, invece, in corrispondenza della valle alluvionale del F. Aso (posta a Sud del territorio comunale) che digrada da Ovest (con quote massime attorno ai 40,0 m s.l.m.) a Est e termina con la piana costiera, ove sorge l'abitato denominato Marina di Altidona (da 0,0 a 35,0 m s.l.m.).

Per quanto riguarda l'idrografia, il territorio comunale di Altidona ricade nel bacino imbrifero del Fiume Aso. Immediatamente a Nord è presente il Fosso delle Piene, tributario sinistro del Fiume Aso, caratterizzato da un modesto reticolo idrografico che si sviluppa dal rilievo collinare circostante al centro storico con un regime prettamente stagionale.

Altro corso d'acqua di un certo rilievo è rappresentato dal Fosso di San Biagio che segna il confine comunale nella porzione settentrionale e sfocia direttamente a mare.

Diversi sono i corsi d'acqua di minore importanza e a carattere prettamente stagionale, che scorrono lungo i versanti collinari, secondo linee di massima pendenza, affluendo direttamente nel F. Aso, nel Fosso delle Piene e in alcuni casi anche direttamente a mare.

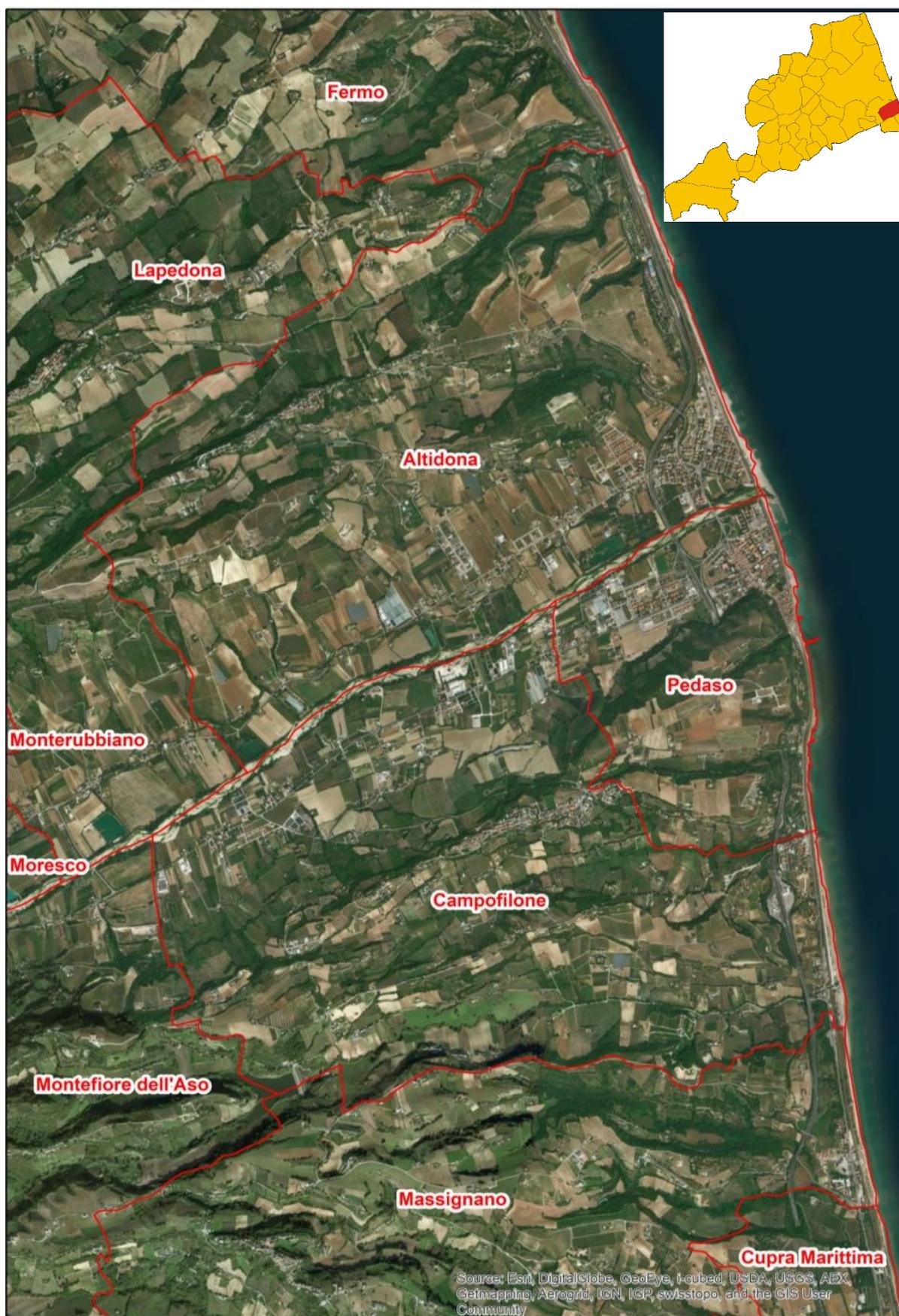


Fig. 1.1 – Inquadramento geografico del Comune di Atidona.

1.3. Definizione dei documenti di base utilizzati nello studio

Per la redazione degli elaborati allegati alla presente indagine sono state utilizzate e prese in considerazione le seguenti cartografie tecniche e tematiche:

- Carta Tecnica Regione Marche in scala 1:10.000;
- Carta Geologica d'Italia – Foglio n.304 “Civitanova Marche” scala 1:50.000 a cura di G. Cantalamessa reperibile ai seguenti link:
http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/note_illustrative/304_Civitanova_Marche.pdf;
- Rilievo Aerofotogrammetrico del territorio comunale in scala 1:2.000 messo a disposizione dall'ufficio tecnico del Comune di Altidona;
- Carta Geologica Regione Marche in scala 1:10.000 reperibile al seguente link:
<http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica/Cartografia/Repertorio/Cartageologicaregionale10000>;
- Piano Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche in aggiornamento al 2016:
<http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Piano-assetto-idrogeologico/PAI-AdB-Marche-agg-2016/Cartografia>;
- Catalogo frane del progetto IFFI con poligoni forniti in formato shapefile dal Centro di MS;

Sono stati inoltre consultati gli studi geologici pregressi riferibili alla redazione del Piano Regolatore Comunale Generale a cura della Dott.ssa Geol. Rina Lura Ferretti e del Dott. Geol. Andrea Ambrogi oltre che indagini e lavori di natura geologico-tecnica, idrogeologica, e geofisica eseguiti dai sottoscritti o altri colleghi nel territorio comunale e depositati nell'Archivio dell'Ufficio Tecnico del Comune di Altidona sia riguardo ad opere di edilizia privata che pubblica.

1.4. Aree da sottoporre agli studi di MS

Di concerto con l'ufficio tecnico comunale e l'Amministrazione Comunale lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 è stato eseguito su di una superficie totale pari a 8,17 km² (pari al 62,99% dell'intero territorio comunale). Lo studio, esteso per un intorno significativamente importante per un approfondimento del contesto geologico delle aree esaminate, ha interessato le aree maggiormente urbanizzate e di futura espansione previste dal P.R.G. comunale. In particolare è stato analizzato l'abitato di Altidona capoluogo, l'intera piana alluvionale del Fiume Aso ricadente nel territorio comunale e l'intera fascia costiera (che a sud include l'abitato di Marina di Altidona) sino a circa 650 metri dalla linea di riva.

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1. Sismicità storica dell'area di studio

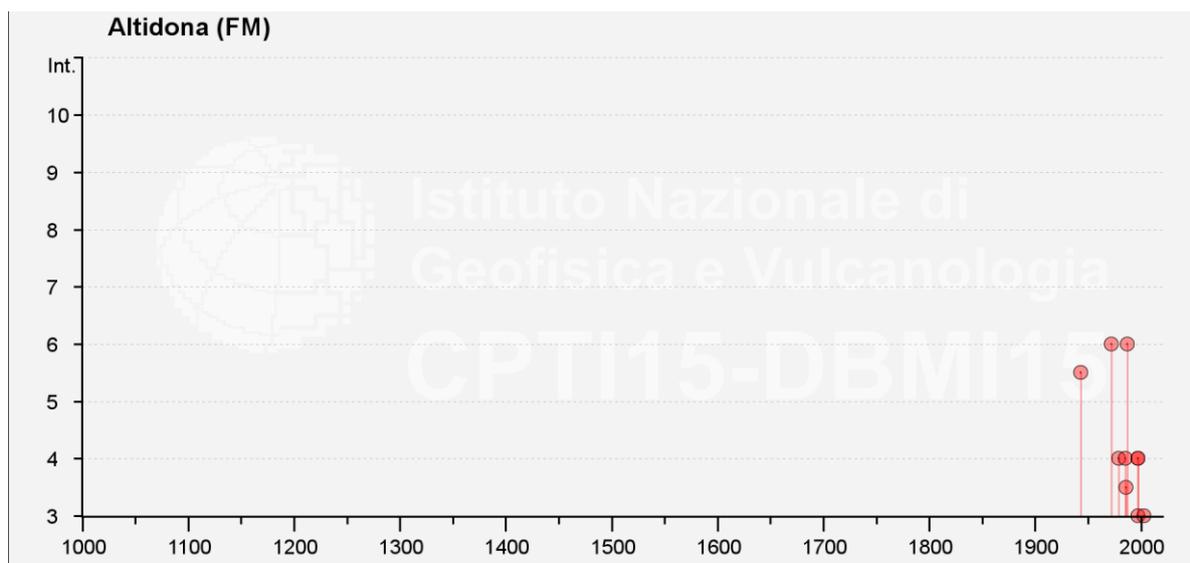
Dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 Database Macrosismico Italiano 2015 dell'INGV (consultabile al seguente link: <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), che fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014, è stato possibile individuare la seguente storia sismica del comune di Altidona (aggiornata all'anno 2014):

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Seismic history of Altidona
 PlaceID IT_52240
 Coordinates (lat, lon) 43.107, 13.796
 Municipality (ISTAT 2015) Altidona
 Province Fermo
 Region Marche
 No. of reported earthquakes 14

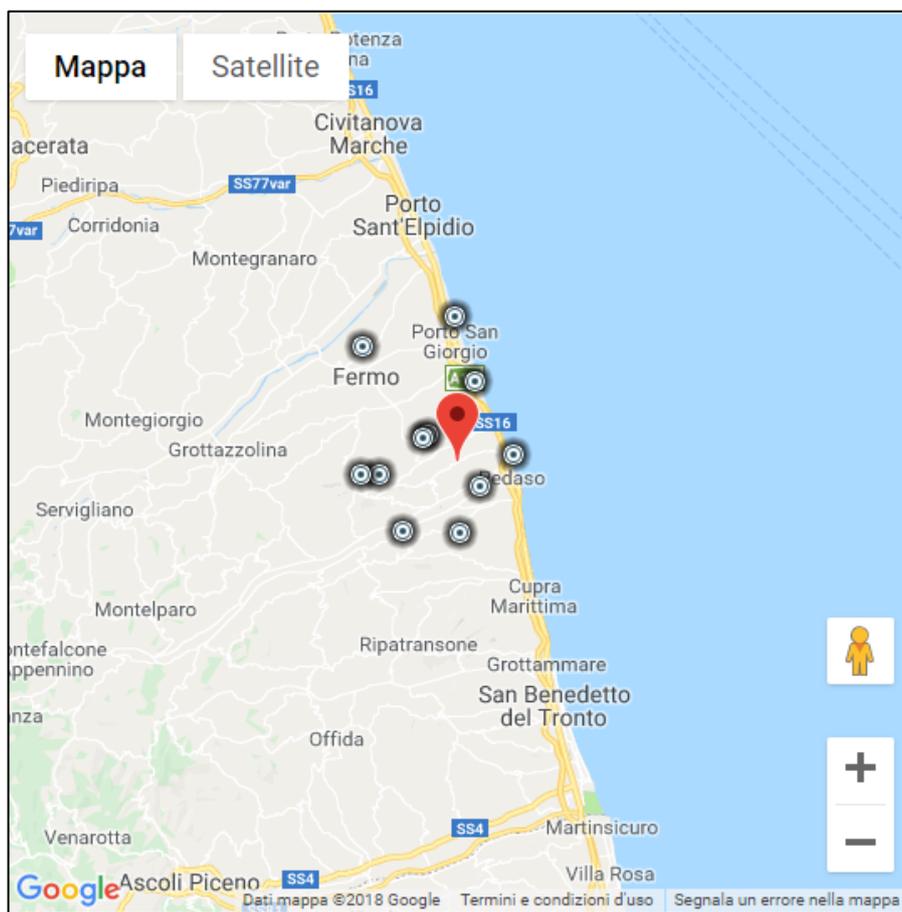
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5-6	1943 10 03 08 28 29.00	Ascolano	170	8	5,67
NF	1971 04 02 01 43 54.00	Valnerina	68	6	4,5
6	1972 11 26 16 03	Marche meridionali	73	8	5,48
4	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5,83
4	1985 05 01 16 57 35.00	Ascolano	51	5	4,09
3-4	1986 10 13 05 10 00.31	Monti Sibillini	322	5-6	4,46
6	1987 09 04 16 42 49.60	Costa Marchigiana	75	6	4,66
4	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
4	1997 10 03 08 55 22.07	Appennino umbro-marchigiano	490		5,22
3	1997 10 06 23 24 53.29	Appennino umbro-marchigiano	437		5,47
NF	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
NF	2003 03 29 17 42 13.74	Adriatico centrale	68		5,43
3	2003 05 25 17 15 13.95	Ascolano	88	4-5	3,81
2	2006 04 10 19 03 36.67	Maceratese	211	5	4,06

Tab. 2.1 - Storia sismica del Comune di Altidona.



Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Lapedona	14	2
San Quirico	1	2
Campofilone	9	4
Pedaso	32	4
Torre di Palme	2	4
Moresco	20	6
Massignano	21	6
Monterubbiano	39	7
Montefiore dell'Aso	25	7
Porto San Giorgio	33	8
Fermo	95	9



2.2. Sismicità recente dell'area di studio

Dal database ISIDE (Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base - <http://cnt.rm.ingv.it/search>) è stato possibile ricercare gli ultimi eventi sismici con magnitudo superiore a 4.0 avvenuti dal 2006 ad oggi entro un intorno di 50 km dal Comune di Altidona.

In particolare nel suddetto periodo si sono verificati n. 9 eventi con una magnitudo $4 \leq M < 5$ e distanza epicentrale inferiore e 50 km.

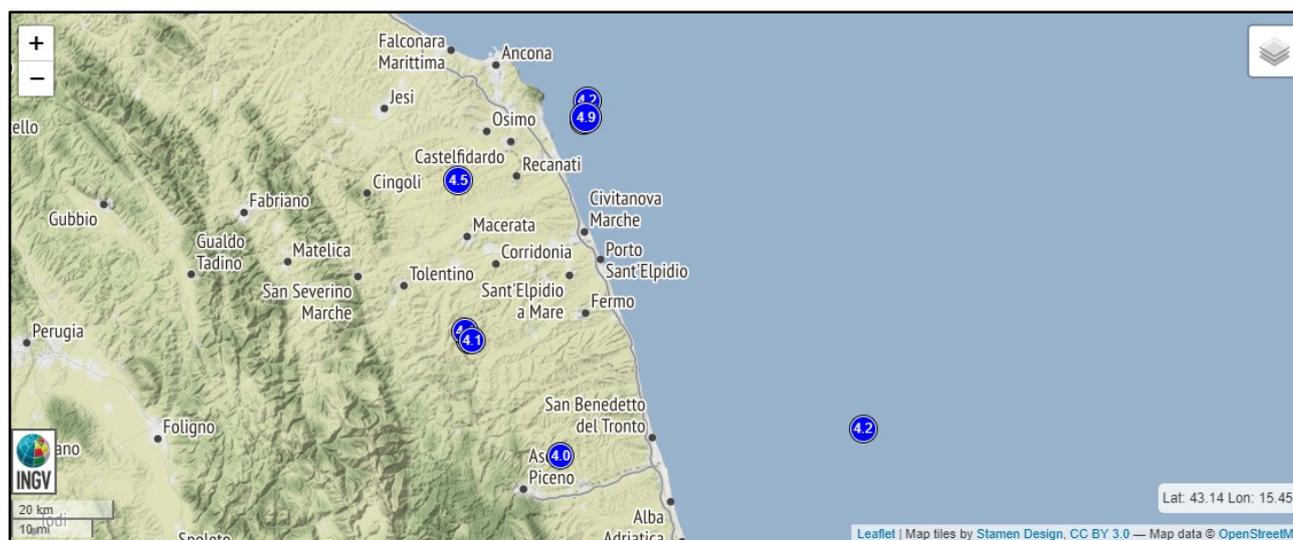


Fig. 2.1 – Ubicazione degli eventi di $M > 4.0$ avvenuti dal 2006 al 02/10/2018 entro un raggio di 50 km dal Comune di Altidona.

N.	#EventID	Time	Latitude	Longitude	Depth/Km	Author	Mag Type	Mag	EventLocationName
1	2107499	2009-09-20T03:50:17.320000	43.399	13.418	37.8	BULLETIN-SISPICK	Mw	4.5	2 km SW Montefano (MC)
2	2145419	2010-01-10T08:33:35.640000	43.119	13.445	16.9	BULLETIN-SISPICK	ML	4.0	3 km W Falerone (FM)
3	2146189	2010-01-12T08:25:11.320000	43.119	13.451	17.1	BULLETIN-SISPICK	Mw	4.1	2 km NW Falerone (FM)
4	2146659	2010-01-12T13:35:45.290000	43.135	13.433	18.1	BULLETIN-SISPICK	Mw	4.1	3 km W Montappone (FM)
5	1589621	2012-12-05T01:18:20.290000	42.9153	13.6617	17.5	BULLETIN-INGV	ML	4.0	2 km N Appignano del Tronto (AP)
6	2367191	2013-07-21T01:32:24.240000	43.5088	13.7225	7.9	BULLETIN-INGV	Mw	4.9	Costa Marchigiana Maceratese (Macerata)
7	2368131	2013-07-21T03:07:24.440000	43.5028	13.7152	8.6	BULLETIN-INGV	ML	4.0	Costa Marchigiana Maceratese (Macerata)
8	2476111	2013-08-22T06:44:51.580000	43.5392	13.7238	8.9	BULLETIN-INGV	Mw	4.2	Costa Marchigiana Anconetana (Ancona)
9	5527661	2015-05-29T13:07:56.160000	42.9652	14.3837	14.6	BULLETIN-INGV	Mw	4.2	Costa Abruzzese-Teramo (Teramo)

Tab. 2.2 – Lista degli eventi di $M > 4.0$ avvenuti dal 2006 al 11/09/2018 entro un raggio di 50 km dal Comune di Altidona.

2.2.1. Sequenza sismica del 2016

Il 24 agosto 2016 (Mw 6.2) e il 26 ottobre 2016 (Mw 6.1) si sono attivati i due estremi meridionale e settentrionale della struttura del Monte Vettore con evidenze di fagliazione di superficie.

L'evento del 24 agosto è stato generato dall'attivazione del segmento di faglia del Cordone del Vettore e segmento del Monte Vettore e ha generato un movimento con rigetto verticale fino a 30 cm.

L'evento del 26 ottobre è stato generato dal segmento di Monte Bove Sud.

Il 30 ottobre, alle ore 7:40 locali, il terremoto di Mw 6.5 è stato invece generato dallo scorrimento di tutto il settore centrale della faglia, con un meccanismo focale normale su un piano orientato circa $N155^\circ$ e pendente in profondità meno di 50° verso WSW.

Il 26/10/2016 alle ore 21:18 (19:18:05 UTC) si è verificato un terremoto al confine tra la provincia di Macerata e quella di Perugia, con magnitudo locale (ML) 5.9 e magnitudo momento (Mw) pari a 5.9, l'evento è stato seguito da numerose repliche di magnitudo minore.

La zona attivata il 26/10/2016 alle ore 21:18 è risultata adiacente a quella attiva nelle settimane precedenti, estendendo l'area attiva dalla zona di Visso verso nord di circa 10 km, fino al centro di Pieve Torina.

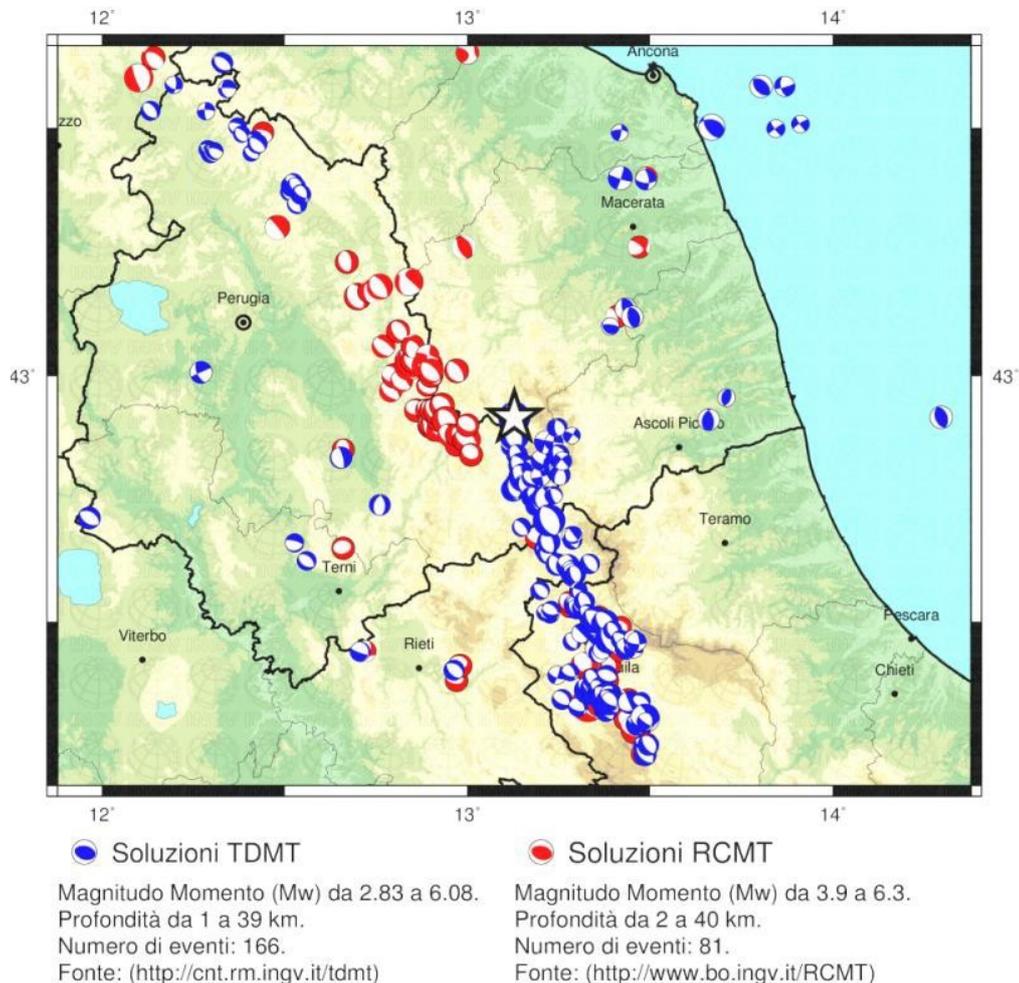


Fig. 2.2 – Meccanismi focali degli eventi sismici avvenuti nel centro Italia.

Si è trattato di una faglia normale (estensionale) con piani di faglia paralleli alla direzione della catena appenninica corrispondente alla probabile attivazione di una nuova struttura, contigua con quella del 24 agosto 2016.

Le profondità ipocentrali calcolate dalla sala sismica INGV sono intorno a 8 km, mentre la posizione del centroide del TDMT è intorno ai 5 km.

La zona di Norcia e Visso è stata interessata in passato da forti terremoti, in particolare da terremoti di magnitudo stimata superiore a 6, come quello del 1328.

L'area interessata è adiacente a quella attiva nel 1997 (Colfiorito) che nella sua estensione meridionale aveva interessato Preci e Sellano. Di seguito la mappa dei meccanismi focali ricavati dai tensori momento sismico.

Tratto dalla “Relazione di dettaglio: Macerata Mw 5.9 del 2016-10-26 19:18:05 UTC; versione del 2016-10-26 ore 22:42:54 UTC. INGV”.

2.3. Pericolosità sismica di base

Nel corso degli anni la normativa italiana di riferimento ha subito continui aggiornamenti che ad oggi, a partire dal 2003 in base all'OPCM n.3274 del 20/03/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale delle Marche n.1046 del 29.07.2003, ha prodotto una classificazione dei singoli territori in base al concetto della stima della "Pericolosità Sismica" secondo dati e metodi aggiornati, condivisi e utilizzati a livello internazionale. In base a tale approccio il territorio comunale di Altidona è stato classificato nella Zona Sismica 3: "Zona con pericolosità sismica medio-bassa, dove possono verificarsi forti terremoti ma raramente".

I criteri stabiliti nell'OPCM n.3519/2006 hanno suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido o pianeggiante (ag), che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. Per il Comune di Altidona valore A(g) è compreso fra 0,05g e 0,15 g (Zona sismica 3). In particolare le quattro celle in cui viene diviso il territorio comunale il valore di A(g) risulta compreso fra 0,179 e 0,181, come evidenziato nell'immagine seguente.

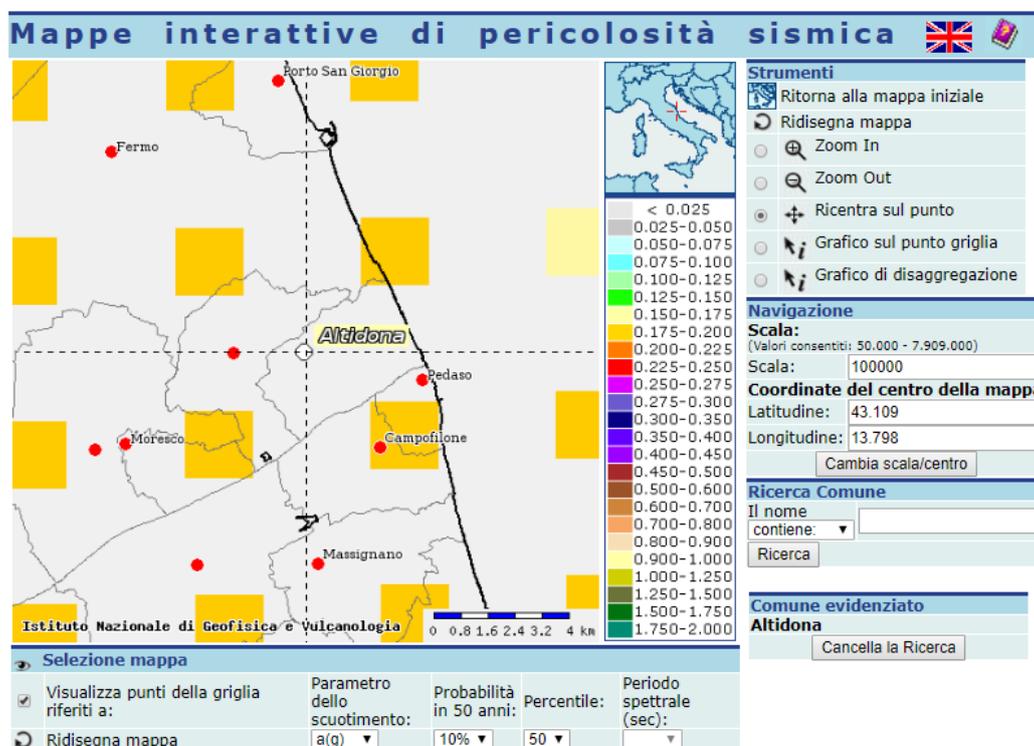


Fig. 2.2 – Mappa della pericolosità sismica di base del Comune di Altidona.

Nella Fig. 2.3 è visibile lo spettro di risposta di riferimento per il Comune di Altidona, ottenuto dal software rexel lite (<http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/CadmoDriver>), a partire dai seguenti criteri di selezione:

- Target spectrum:
- Latitude: 43.1056
- Longitude: 13.7928
- Site classification: A
- Topography: 1
- Nominal life [years]: 50
- Building functional type (Cu): 1.0
- Limit state probability : 0.1

Preliminary record search:

Station site classification: A,A*
Magnitude min: 5.0
Magnitude max: 6.5
Types of magnitude considered: WL
Epicentral distance min [km]: 0.0
Epicentral distance max [km]: 50.0
Include late trigger events: no
Include analog recordings: no

Spectrum matching parameters and analysis options:

Period range min [s]: 0.1
Period range max [s]: 1.1
Tolerance below average [%]: 10.0
Tolerance above average [%]: 30.0
Scaled records: no

Sono inoltre riportati gli spettri degli accelerogrammi selezionati, lo spettro medio degli accelerogrammi selezionati, lo spettro di riferimento da normativa comprensivo dei livelli di tolleranza minimo e massimo.

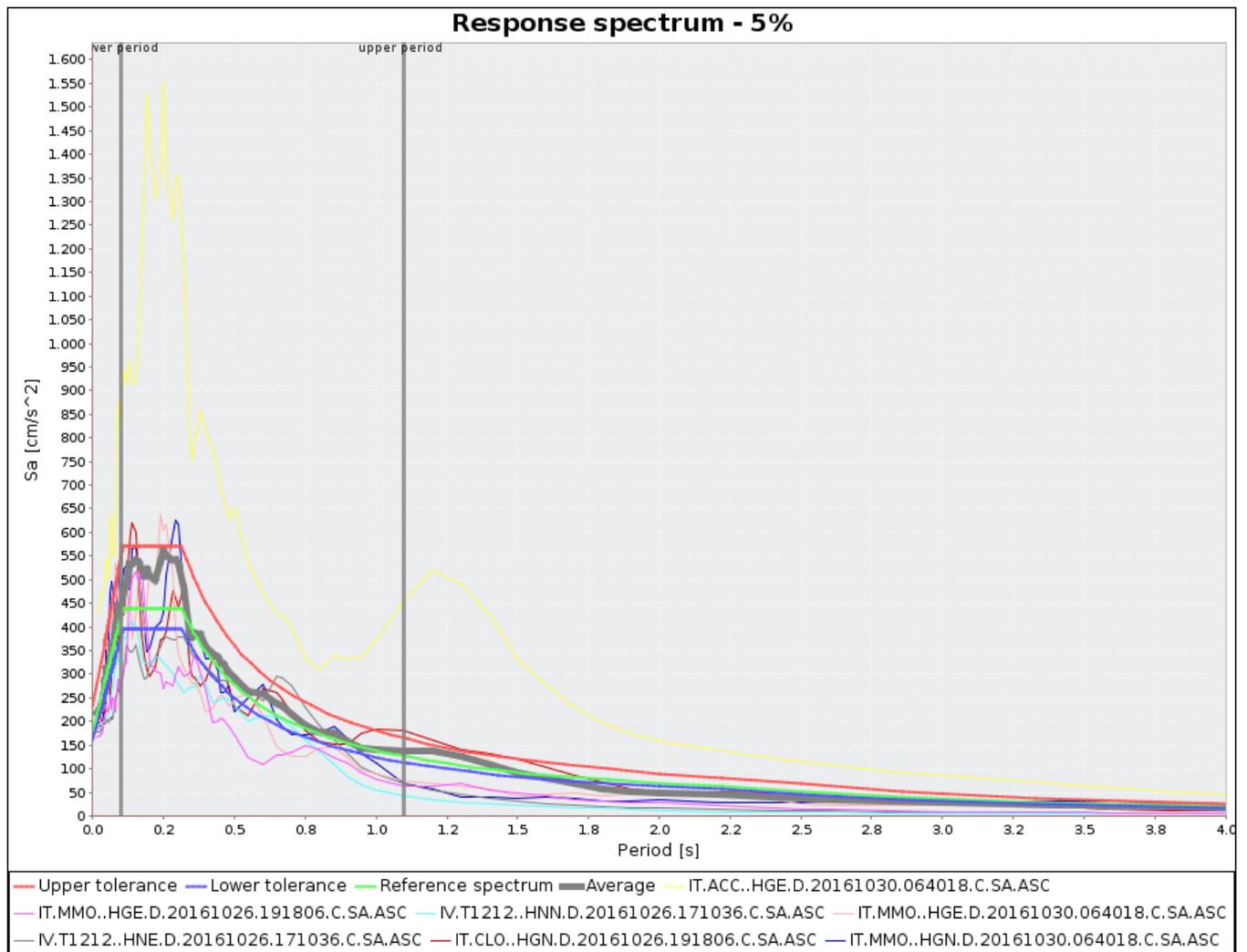


Fig. 2.3 – Spettro di risposta di riferimento per il Comune di Altidona

Consultando il portale ITACA (release 2.2), gestito dall'INGV, non sono presenti nel territorio del Comune di Altidona registrazioni accelerometriche.

Dal database delle faglie sismogenetiche DISS *version 3* (Basili et. al, 2008) redatto dall'INGV il territorio comunale di Altidona non risulta incluso né nelle aree di interesse delle risorse sismogenetiche composite né in quelle di faglie singole.

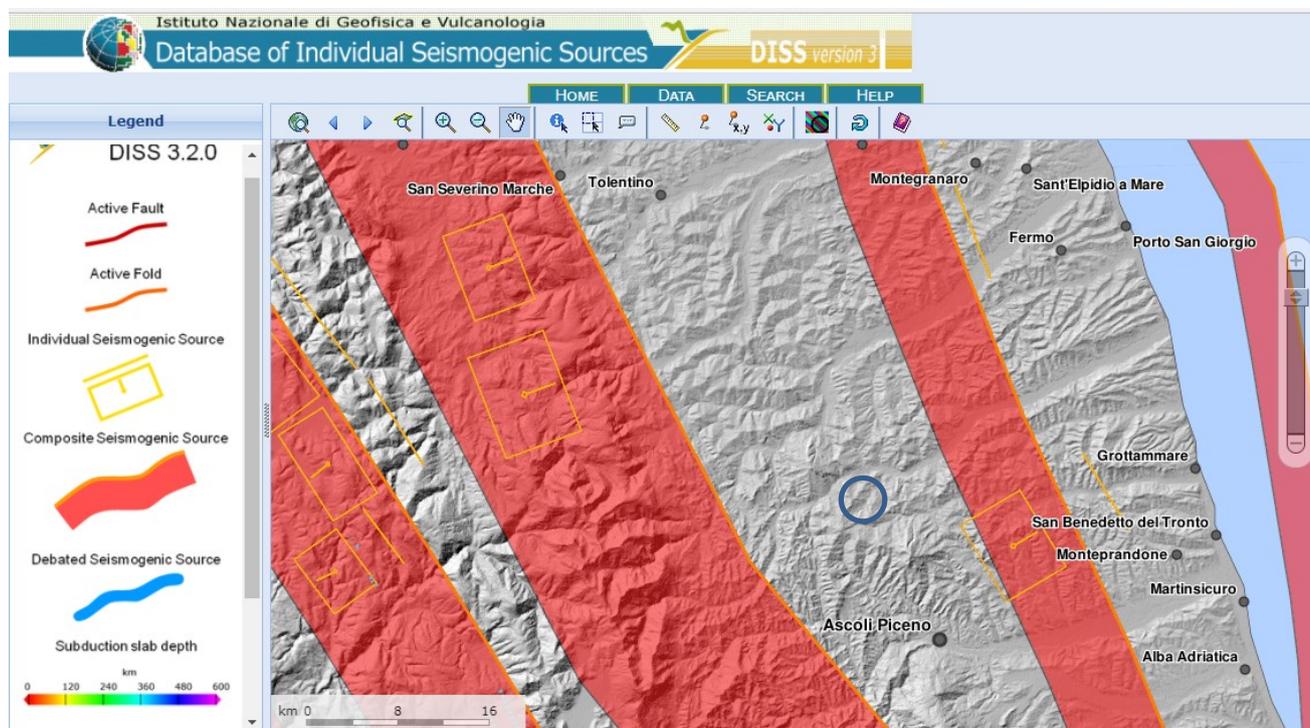


Fig. 2.4 – Mappa delle faglie sismogenetiche individuate dall'INGV nel progetto DISS versione 3

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1. Inquadramento geologico

Il territorio comunale di Altidona ricade nel Foglio “Fermo” n. 125 della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

La carta, in seconda edizione del 1967, è stata realizzata su base di rilevamento 1:25.000 (Foglio “Fermo” n. 125, quadrante II, orientamento NO e SE).

Allo stato corrente è in corso di rilevamento la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, realizzata su base di rilevamento al 10.000, nota con il termine di progetto CARG (Cartografia Geologica) a cura dell'ISPRA (ex APAT, ex Servizio Geologico Nazionale).

L'area in esame è ubicata nella porzione centro-meridionale del Bacino Marchigiano Esterno (o Fossa Periadriatica), costituito dai sedimenti terrigeni del ciclo marino Plio-pleistocenico.

Il bacino marchigiano esterno, ove ricade l'area in esame, assume nel Messiniano i caratteri di un'avanzfossa torbida, colmata dalla potente successione silicoclastica della Formazione della Laga, mentre al passaggio Messiniano-Pliocene viene coinvolto nella strutturazione del sistema a trust appenninico.

La sedimentazione marina continua la deposizione delle Argille Azzurre (Pliocene-Pleistocene inferiore) di ambiente variabile da scarpata a piattaforma continentale ed è chiusa dai depositi litorali della

Formazione di Fermo (Pleistocene inferiore). Questa successione poggia con evidente *unconformity* su un substrato piegato ed eroso costituito dalla Formazione della Laga e, a luoghi, dalla Formazione a colombacci.

Durante il Pliocene-Pleistocene inferiore, l'attività tettonica ha condizionato l'assetto morfologico del bacino marchigiano esterno che, pur mantenendo una sua unitarietà d'insieme, si è articolato in cinque settori principali caratterizzati da una diversa evoluzione da nord a sud. Il settore fermano, quello più depresso, era caratterizzato da una successione pelitica più continua e di maggior spessore (circa 3.000 metri), di ambiente generalmente batiale. Sul bordo esterno del settore, in corrispondenza della dorsale di Porto San Giorgio, dove si realizzava anche l'emersione di una porzione della dorsale, gli spessori sono più ridotti e l'ambiente meno profondo (neritico).

Nell'area in esame il rilevamento geologico di campagna ha evidenziato la presenza di depositi conglomeratici ed arenacei di ambiente marino-costiero, di transizione e continentale, riferibili al Pleistocene inferiore (in corrispondenza della porzione medio-alta dei rilievi collinari), appartenenti alla Formazione di Fermo, sovrastanti la litofacies pelitica della Formazione delle Argille Azzurre (Pliocene medio-Pleistocene inferiore).

I litotipi del substrato sono diffusamente ricoperti, con spessore variabile, dalle coltri continentali (depositi eluvio-colluviali ed accumuli di frana) di età riferibile all'Olocene-Pleistocene superiore; i primi sono costituiti prevalentemente da limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie limose, con elementi ghiaiosi eterometrici, di spessore variabile, dovuti all'alterazione fisica e chimica del substrato e al trasporto dei detriti per ruscellamento diffuso e/o movimenti di massa.

Nella porzione sommitale dei rilievi e della falesia costiera sono rinvenibili spessori rilevanti (10-15 metri) di limi sabbioso-argillosi e/o argilloso-sabbiosi, con concrezioni carbonatiche, tracce di ossidazione e rari elementi ghiaiosi, riconducibili a depositi eluviali di alterazione per lisciviazione della sottostante litofacies conglomeratica.

In corrispondenza, infine, del Fiume Aso e della piana costiera sono presenti depositi alluvionali e costieri attuali e recenti di natura prevalentemente ghiaioso ciottolosa in matrice sabbiosa e con lenti limoso-argillose, sovrastati, nella porzione di raccordo con il versante collinare, da depositi di natura limoso-argillosa, limoso-sabbiosa e sabbioso-limosa con inclusi ghiaiosi di natura alluvionale terrazzata. Dal punto di vista geologico-strutturale i terreni costituenti il substrato sono caratterizzati generalmente da una disposizione monoclinale immergente verso i quadranti orientali con debole inclinazione (da sub-orizzontale a 15° circa); localmente sono rilevabili giaciture con diversa orientazione dovute alla presenza di elementi strutturali o alla presenza di superfici erosive che determinano una discordanza angolare tra le varie unità. Nell'area indagata non sono state rilevate importanti discontinuità tettoniche, anche se non si può escludere la presenza di fratture e faglie a debole rigetto (inattive) in corrispondenza delle vallecole e/o incisioni (ad andamento circa appenninico NNW-SSE), trasversali alle principali dorsali.

3.2. Assetto geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame è molto articolata e può essere divisa in tre principali aree:

- aree di fondovalle, dominate da zone alluvionali a morfologia sub-pianeggiante e da scarpate di erosione fluvio-torrentizia;
- aree interne, collinari, nelle quali sono maggiormente presenti forme legate alla erosione selettiva, ad elevata pendenza, derivanti dalle condizioni strutturali e di cementazione dei litotipi

del substrato (scarpate strutturali) e forme e processi morfogenetici legati all'azione della gravità (corone ed accumuli di frana, di varia genesi, tipologia e stato di attività);

- aree costiere, caratterizzata da antiche forme di erosione marina (falesia inattiva).

Il territorio di Altidona è caratterizzato da una generale corrispondenza tra assetto strutturale ed elementi geomorfologici. Risulta evidente, infatti, come i rilievi che mostrano marcati risalti morfologici corrispondono agli affioramenti dei litotipi a maggior componente arenaceo-conglomeratica (più resistenti all'erosione); viceversa, le aree a morfologia più “dolce” si rinvergono in corrispondenza di litologie prevalentemente argillose, molto sensibili all'azione degli agenti esogeni (litofacies pelitica e pelitico-arenacea, più facilmente erodibili).

Sotto l'aspetto morfostrutturale il territorio è caratterizzato da rilievi tabulari digradanti verso nord-est, separati dalle principali aste vallive, ad andamento circa W-E. I versanti costieri e quelli esposti a nord risultano particolarmente acclivi e talora interessati da frane di dimensioni variabili, prevalentemente quiescenti e a tipologia crollo/ribaltamento e/o complessa.

Frane per crollo o ribaltamento si innescano in corrispondenza delle porzioni più acclivi delle scarpate strutturali, di erosione o antropiche, costituite da materiali litoidi (arenarie e conglomerati). L'elemento morfologico più rilevante, che rappresenta un'emergenza geomorfologica (art. 28 del P.P.A.R.), è costituito dalla presenza di una falesia costiera in posizione arretrata rispetto alla linea di costa attuale, caratterizzata da una linea continua di rilievo peneplanato in sommità e scarpata acclive verso mare, con dislivello di circa 50.0 metri, nella quale sono ben visibili gli affioramenti della serie pleistocenica.

Frane di colamento e scorrimento, a cinematisma roto-traslativo, sono cartografate, in stato attivo, lungo il versante a nord del centro storico che digrada verso il Fosso San Biagio e in stato attivo e quiescente lungo il versante sud che digrada verso il Fosso delle Piene e lungo il versante che digrada verso il Fiume Aso.

La Carta geologico-tecnica redatta con indicazione dei dissesti, alla scala 1:5.000, evidenzia i principali elementi morfologici caratterizzanti l'area indagata: questi sono rappresentati principalmente da forme di versante dovute alla gravità, da forme fluviali e di versante dovute al dilavamento e da forme strutturali.

La tipologia dei fenomeni morfogenetici cartografati e il loro stato di attività, seguono i criteri e la simbologia previsti dagli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica redatti dalla Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica (art.5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n. 3907). Tutti i dissesti individuati in carta sono stati censiti e cartografati dagli studi della Regione Marche, inerenti al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con deliberazione del Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 e pubblicato sul Supplemento n. 5 al B.U.R. della Regione Marche n. 15 del 13/02/2004 e dal Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

Tra le forme strutturali, la principale è costituita dalla scarpata ripida influenzata dalla struttura, che borda la fascia costiera soggetta e fenomeni di crollo e/o ribaltamento di blocchi litoidi.

Per un maggior approfondimento di quanto sopra descritto si rimanda ai capitoli 7.2 “Zone Instabili” e 8.3 “Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS)”

3.3. Assetto stratigrafico

Sono qui di seguito descritte e distinte dalle più antiche alle più recenti, le seguenti Formazioni presenti nel territorio comunale, utilizzando la classificazione del Progetto CARG - Marche nelle loro caratteristiche significative.

Unità del substrato geologico:

- **FAA – Formazione delle Argille Azzurre:** si tratta di un’alternanza di peliti marnose grigio-azzurre e grigio-avana, massive, più o meno siltose, e di peliti siltose in strati sottili e sottilissimi, con straterelli laminati limoso-sabbiosi ocracei, raramente sabbiosi, a granulometria fine (sequenza di BOUMA è di tipo Tce e subordinatamente di tipo Td/e). La granulometria degli strati sabbiosi va da fine a molto fine e la geometria è prevalentemente tabulare. Spesso, al tetto degli strati si rinviene una laminazione trattiva piano-parallela. Nelle peliti massive la stratificazione è in genere poco visibile; tuttavia sono presenti accenni di stratificazione, evidenziata localmente da sottili veli siltosi. Localmente, le peliti, assumono una colorazione nerastra, probabilmente per accumulo di sostanza organica. Comune è la presenza di frustoli vegetali e di frammenti di Molluschi. Tali depositi pelitici rappresentano tipici fanghi emipelagici. Tale litologia è stata classificata nella carta Geologico Tecnica come Substrato Coesivo Sovraconsolidato Stratificato (COS).



Fig. 3.1 – Litofacies pelitica della Form. delle Argille Azzurre (con relativo particolare).

- **Formazione di Fermo:** tale formazione è delimitata alla base da una superficie di discontinuità a carattere regionale, ubicata al tetto dell’Emiliano (Pleistocene inf. P.p.) che la separa dalle sottostanti Argille Azzurre. Al suo interno si riconoscono ulteriori superfici di discontinuità minori che separano depositi marini di diverso ambiente. Nel suo insieme la formazione di Fermo corrisponde ai depositi regressivi terminali del ciclo plio-pleistocenico e la sua età è riferibile al Siciliano. È costituita principalmente da arenarie e conglomerati (subordinatamente da limi e limi sabbiosi) con geometrie e rapporti reciproci piuttosto variabili legati da passaggi graduali alle sottostanti peliti, tramite alternanze, non cartografabili, argilloso-sabbiose e/o sabbioso-argillose. In questi depositi sono individuabili alcune unità litostratigrafiche di spiaggia suddivise in gruppi di facies corrispondenti alla deposizione in altrettanti subambienti deposizionali. Tale litologia è stata classificata nella carta Geologico Tecnica FM come Substrato Granulare Stratificato Cementato (GRS). All’interno di tale Formazione sono state rilevate le seguenti associazioni:
- **Litofacies arenacea (FEM_a):** è costituita da arenarie giallastre ben cernite e, in genere, debolmente cementate, a granulometria da grossolana a fine. Le strutture all’interno degli strati

mostrano una laminazione generalmente piano-parallela e ondulata (Hummocky); localmente al tetto è presente una laminazione incrociata da ripples da onda. Raramente gli strati possono mostrare lamine inclinate immergenti unidirezionalmente verso est, sono presenti, inoltre, strati lenticolari di ciottoli calcarei. Superiormente si passa a depositi che presentano strati medio-spessi a granulometria media, ben classati. Le strutture interne agli strati sono costituite da una laminazione spessa piano-parallela inclinata verso mare. Localmente la successione è chiusa da un livello ciottoloso con forme prevalentemente lamellari e discoidali spiaggiate. I depositi di questa successione mostrano delle discontinuità di sedimentazione evidenziate da superfici erosive. Intercalati in quest'associazione sono stati cartografati orizzonti conglomeratici (FEMb) di spessore variabile che passano lateralmente, verso est, a sabbie.



Fig. 3.2 – Litofacies arenacea della Formazione di Fermo.

- **Litofacies limosa (FEM_f):** quest'associazione si rinviene talvolta a diretto contatto con l'associazione arenacea, altre volte alla base è presente un livello conglomeratico continentale. Spesso al tetto della precedente litofacies ed è costituita da limi sabbiosi, limi e limi argillosi giallastri generalmente massivi con rari Gasteropodi polmonati continentali. Localmente, sono presenti spesse concrezioni carbonatiche. Tali depositi sono riferibili ad ambiente di palude e/o stagno costieri.



Fig. 3.3 – Litofacies limosa della Formazione di Fermo.

- **Litofacies conglomeratica (FEM_b):** È localmente presente al tetto della litofacies arenacea, mentre talvolta è sostituita dall'associazione limosa. Tale litofacies può essere riferita sia ad

ambiente continentale sia marino. Nel primo caso (porzione sommitale dei rilievi collinari e della falesia costiera) essa marca una unconformity sulle arenarie sottostanti ed è costituita da ghiaie e conglomerati poligenici ed eterometrici a matrice sabbiosa e con intercalazioni lenticolari di materiali più fine. I clasti sono arrotondati, prevalentemente calcarei e selciferi. Lo spessore è variabile e generalmente diminuisce verso ovest. La stratificazione è incrociata concava o piano parallela. Tali caratteristiche permettono di attribuire un'origine fluviale a questi depositi. Nel secondo caso (origine marina - porzione medio bassa dei rilievi e della falesia costiera), essa è posta in continuità sui depositi arenacei sottostanti e passa lateralmente, verso est, a sabbie. Tali orizzonti si presentano generalmente clinostratificati con base erosiva sulle sabbie sottostanti, mentre mostrano un contatto prevalentemente graduale con i depositi sovrastanti. Essa è costituita da conglomerati clast-supported a matrice sabbiosa con inclinazione variabile tra i 15° e i 20°. I ciottoli sono triassiali o allungati con diametro massimo intorno ai 10-15 cm. La composizione è prevalentemente carbonatica con sporadica presenza di clasti arenacei e selciferi, la cernita è scarsa. Nella sua porzione inferiore vi è la quasi totale assenza di matrice ed un'elevata classazione granulometrica, le forme dei ciottoli sono lamellari e discoidali con embriciatura verso mare e la stratificazione è cuneiforme con inclinazione massima di circa 5°.



Fig. 3.4 - Litofacies conglomeratica della Formazione dei Fermo.

Unità della copertura:

- **MUSb e MUSbn – Depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati:** costituiscono i depositi litoranei e di fondovalle dei principali corsi d'acqua (Fiume Aso e Fosso delle Piene e Fosso San Biagio); sono costituiti prevalentemente da ghiaie, ghiaie sabbioso-limose con intercalati lenti o livelli discontinui di limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie; al tetto del deposito sono prevalenti i sedimenti a granulometria fine, i quali caratterizzano la porzione terrazzata dei depositi alluvionali con uno spessore massimo di 15 metri. La loro distribuzione è contigua ai corsi d'acqua principali in modo inversamente proporzionale all'età di deposizione (i più recenti vicino ai corsi d'acqua ed i più antichi lontano). La loro potenza varia da pochi metri fino ad almeno 35 metri nelle zone più prossime all'alveo attuale del Fiume Aso. Tale litologia è stata classificata nella carta Geologico Tecnica come terreno di copertura GW/tf (di terrazzo fluviale), GW/sp (di spiaggia), ML/tf (di terrazzo fluviale).

- **MUSa1 – Depositi eluvio-colluviale:** detta unità è composta da depositi eluvio-colluviali presenti lungo i versanti, prevalentemente costituiti da sono costituiti da limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie limose, con a luoghi, inclusi arenacei e/o calcarei eterometrici, nella porzione antistante la falesia costiera tali inclusi ghiaiosi risultano abbondanti e prevalenti. Arealmente molto estesi, rappresentano il prodotto dell'alterazione meteorica delle unità del substrato essi costituiscono una coltre di spessore molto variabile che ricopre diffusamente il substrato e che, localmente, risulta interessata da movimenti di massa. Nella porzione sommitale dei rilievi e della falesia costiera sono rinvenibili spessori rilevanti (10-15 metri) di limi sabbioso-argillosi e/o argilloso-sabbiosi, con concrezioni carbonatiche, tracce di ossidazione e rari elementi ghiaiosi, riconducibili a depositi eluviali di alterazione per lisciviazione della sottostante litofacies conglomeratica. Tale litologia è stata classificata nella carta Geologico Tecnica come terreno di copertura ML/ec (eluvio-colluviali), GM/ec (eluvio-colluviali).

3.4. Elementi tettonici

Dall'analisi della Figura seguente, estratta dalla carta ottenuta dagli studi in campo sismotettonico, condotti dal GNDT, nell'ambito del progetto denominato “*Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad essi associabili*”, che descrive la distribuzione delle faglie attive nella porzione dell'Appennino Centrale, si osserva l'assenza di faglie ritenute attive nel territorio oggetto di studio. Le diverse colorazioni permettono la classificazione delle stesse faglie secondo l'importanza dal punto di vista sismotettonico. In particolare sono state riportate in rosso le manifestazioni superficiali di faglie con chiare evidenze geologiche e geomorfologiche di attività nel corso del Pleistocene Superiore-Olocene e quindi di sicura importanza ai fini sismo tettonici. Tali faglie sono responsabili della dislocazione di depositi e/o forme riferibili o successivi all'ultimo massimo glaciale. Per queste strutture sono in genere disponibili anche parametri come l'entità del movimento o il tempo di ricorrenza di eventi responsabili di fagliazione di superficie, grazie ad analisi paleosismologiche condotte fin dalla seconda metà degli anni ottanta da vari enti di ricerca (Blumetti; 1995; Giraudi e Frezzotti, 1995). In celeste sono riportate le faglie per le quali è nota l'attività nel corso del Pleistocene ma per le quali non sono disponibili dati di superficie sull'attivazione nel corso dello stesso periodo delle precedenti. Queste strutture sono comunque cartografate in previsione di un confronto con dati sismologici che potrebbero approfondire la conoscenza sull'attività delle faglie stesse. Con il colore giallo sono riportate faglie sulla cui attività recente non c'è omogeneità di vedute tra i ricercatori a causa del diverso valore attribuito ad elementi geomorfologici indiziari di attività recente. Con il colore rosa è rappresentata un'ampia categoria di strutture fragili comprendente tutto ciò che è di dubbia interpretazione, in termini cinematici, geometrici o addirittura in rapporto all'origine (tettonica o gravitativa) degli elementi osservati (Fig.3.5).

In ottemperanza con quanto richiesto dagli ICMS si è provveduto altresì alla consultazione del catalogo delle Faglie Capaci del progetto ITHACA dell'ISPRA, dal quale si evince come nell'area in esame e un suo intorno significativo non sono state individuate Faglie Capaci ovvero faglie attive ritenute in grado di produrre fagliazione in superficie, cioè la dislocazione istantanea – cosismica – verticale e/o orizzontale dei terreni lungo uno o più piani di taglio. Faglie Capaci sono presenti, aventi direzione prevalente NW-SE, esclusivamente lungo il settore appenninico.

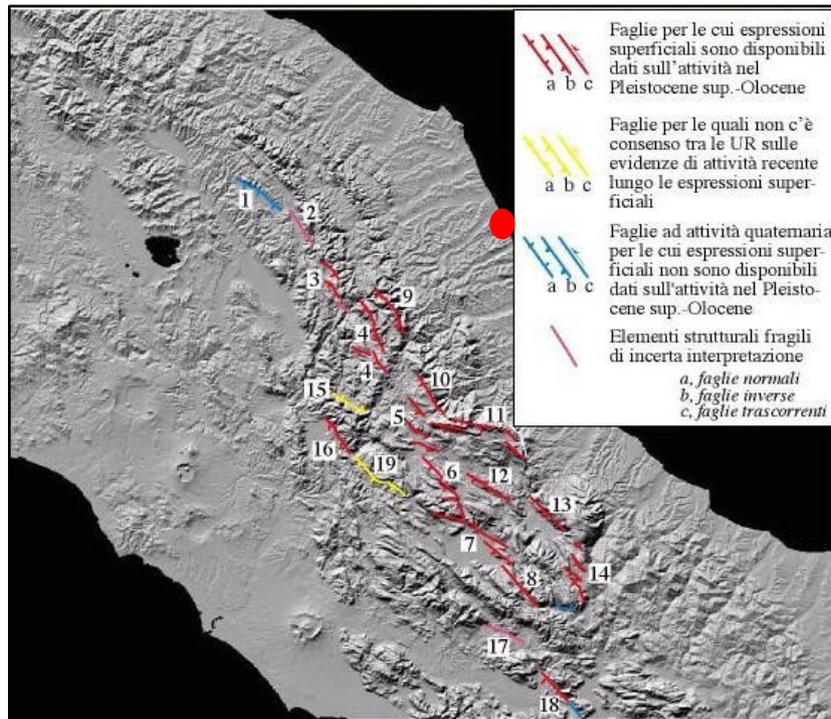


Fig. 3.5 – Carta delle faglie attive dell'Appennino centrale (elementi geologici di superficie). Il punto rosso indica il Comune di Altidona.

3.5. Considerazioni finali sull'architettura stratigrafica e sull'assetto morfologico e strutturale

Dall'assetto stratigrafico sopra descritto il centro storico del Comune di Altidona risulta collocato su di una cresta disposta in direzione E-W. Tale morfologia risulta più accentuata in prossimità dell'abitato storico, che risulta bordato sia ad est che ad ovest da scarpate di origine morfologica ed altezza superiore a 20 metri (ved. Sezione geologica A-A'). In base a tale morfologia accentuata la stessa Sezione A-A' è stata considerata anche come profilo topografico soggetto ad amplificazione sismica da analizzare nelle successive fasi di studio.

Lungo le sezioni B-B' e C-C' sono messi in evidenza i contatti tra i depositi alluvionali attuali e recenti di natura ghiaiosa (GW) e quelli terrazzati di natura limosa (ML) ed i sottostante substrato geologico argilloso (COS), raggiunto dal sondaggio P146.

La fascia costiera sino al confine con il Comune di Fermo presenta una morfologia accentuata per la presenza di una falesia inattiva. Tale area è caratterizzata da una scarpata sub-verticale, un ripiano nella porzione intermedia del versante, sulla quale sorge il civico cimitero, alcune abitazioni ed un tratto del tracciato autostradale, che digrada a pendenza abbastanza accentuata sino a mare.

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

4.1. Dati pregressi

Per un'adeguata copertura dell'area oggetto di analisi di MS di livello I sono state reperite indagini e lavori di natura geologico-tecnica, idrogeologica, e geofisica eseguiti dai sottoscritti o altri colleghi nel territorio comunale e depositati nell'Archivio dell'Ufficio Tecnico del Comune di Altidona come riportato nella tabella seguente.

Tab. 4.1 - INDAGINI PUNTUALI

SIMBOLO	DESCRIZIONE	TIPO DI INDAGINE	n. Indagini reperite per MS livello I	n. indagini eseguite ex-novo per MS livello I	n. totale
	Sondaggio a carotaggio continuo	S	27	--	27
	Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato	SS	19	--	19
	Sondaggio a distruzione di nucleo che intercetta il substrato	SDS	1	--	1
	Sondaggio a distruzione di nucleo	SD	4	--	4
	Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)	CPT	4	--	4
	Prova penetrometrica statica con punta elettrica	CPTE	1	--	1
	Prova penetrometrica dinamica super pesante	DS	28	--	28
	Prova penetrometrica dinamica media	DN	9	--	9
	Prova sismica in foro tipo <i>Downhole</i>	DH	1	--	1
	Pozzo per idrocarburi	PI	1	--	1
	Trincea o pozzetto esplorativo	T	26	--	26
	Stazione microtremore a stazione singola	HVSR	14	11	25
Totale siti puntuali					146
Altre tipologie di indagini puntuali					
	Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni	SC	2	--	2

Tab. 4.2 - INDAGINI LINEARI

SIMBOLO	DESCRIZIONE	TIPO DI INDAGINE	n. Indagini reperite per MS livello I	n. indagini eseguite ex-novo per MS livello I	n. totale
	Stendimento MASW	MASW	3	0	3
Totale indagini lineari					3

4.2. Dati acquisiti ex-novo

Come previsto nell'art. 1 dello schema di disciplinare di incarico professionale per gli studi di MS di 1° livello sono state eseguite ex-novo n. 11 misure dei rapporti spettrali H/V. La loro ubicazione è stata predisposta, laddove necessario, in ragione di almeno un'indagine per ogni MOPS.

4.2.1. Esecuzione di indagini di tipo HVSR

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (SARA GEOBOX 3CH 24 bit – SS45PACK, Sara Electronic Instruments s.r.l) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri), da 4,5 Hz, orientati secondo le direzioni NS, EW e verticalmente, ad alta definizione. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 300 Hz, per una durata di 20 minuti.

Allo scopo di garantire un'effettiva confrontabilità dei risultati ottenuti, a tutte le registrazioni di rumore ambientale è stata applicata, tramite il software GeoExplorerHVSR 2.2.1 della Sara Electronic Instruments s.r.l, la stessa procedura di post-processing basata su una finestrazione di 30 sec, liscio su finestre triangolari proporzionali con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale e $b=10$. In alcuni casi si è proceduto alla rimozione dei transienti più problematici.

Le misure sono state elaborate in modo tale da garantire stime dei valori spettrali nell'intervallo di frequenza 0,2-20 Hz e con 300 valori equi-spaziati in scala logaritmica.

Nella cartella "Indagini/Documenti" sono contenuti i report descrittivi dei risultati delle indagini HVSR eseguite.

La scelta della densità e della distribuzione dei punti di misura è stata effettuata in base al livello di eterogeneità messo in evidenza dal modello geologico del sottosuolo. L'ubicazione delle indagini HVSR eseguite è visibile nella Carta delle Indagini allagata alla presente relazione (da P135 a P145).

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO FINALIZZATO ALLA MS

5.1. Unità geologico tecniche: definizione e parametrizzazione

Il modello del sottosuolo rappresenta lo strumento fondamentale per attingere le informazioni necessarie alla realizzazione della Carta delle Microzone a Comportamento Sismico Omogeneo e per la modellazione della risposta sismica locale. Per la ricostruzione ci si è basati sui dati bibliografici, geognostici e geofisici a disposizione degli scriventi e reperiti presso l'archivio dell'ufficio tecnico comunale.

Come già descritto precedentemente nel territorio comunale di Altidona il rilevamento geologico di campagna ha evidenziato la presenza di depositi conglomeratici ed arenacei di ambiente marino-costiero, di transizione e continentale, riferibili al Pleistocene inferiore (in corrispondenza della porzione medio-alta dei rilievi collinari), appartenenti alla Formazione di Fermo (GRS), sovrastanti la litofacies pelitica della Formazione delle Argille Azzurre (Pliocene medio-Pleistocene inferiore - COS).

I litotipi del substrato sono diffusamente ricoperti, con spessore variabile, dalle coltri continentali (deposti eluvio-colluviali ed accumuli di frana) di età riferibile all'Olocene-Pleistocene superiore; i primi sono costituiti prevalentemente da limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie limose, con elementi

ghiaiosi eterometrici, di spessore variabile, dovuti all'alterazione fisica e chimica del substrato e al trasporto dei detriti per ruscellamento diffuso e/o movimenti di massa (ML/ec, e GM/ec).

Nella porzione sommitale dei rilievi e della falesia costiera sono rinvenibili spessori rilevanti (10-15 metri) di limi sabbioso-argillosi e/o argilloso-sabbiosi, con concrezioni carbonatiche, tracce di ossidazione e rari elementi ghiaiosi, riconducibili a depositi eluviali di alterazione per lisciviazione della sottostante litofacies conglomeratica (ML/ec).

In corrispondenza, infine, del Fiume Aso e della piana costiera sono presenti depositi alluvionali e costieri attuali e recenti di natura prevalentemente ghiaioso ciottolosa in matrice sabbiosa e con lenti limoso-argillose (GW/tf e GW/sp) con spessore massimo pari a 35,0 metri, sovrastati, nella porzione di raccordo con il versante collinare, da depositi di natura limoso-argillosa, limoso-sabbiosa e sabbioso-limosa con inclusi ghiaiosi di natura alluvionale terrazzata (ML/tf) con spessore massimo pari a 20 metri.

Riporti di terreno sono riferibili al rilevato autostradale e a quello ferroviario (RI/zz).

Al paragrafo 8.3, Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), all'interno del quale verranno descritte nel dettaglio le zone in cui risulta suddiviso il territorio comunale in base alle caratteristiche geologico-stratigrafiche e sismiche, saranno dettagliatamente descritti i modelli di sottosuolo.

Pertanto sulla base delle indagini geognostiche e geofisiche reperite ed eseguite ad hoc per la redazione del presente studio sono stati individuati i parametri geotecnici e geofisici riassunti nella seguente tabella.

Tab. 5.1 – Parametri geotecnici e geofisici delle litologie rinvenute

Parametri	Depositi della Copertura					Depositi del substrato	
	RI (zz)	ML (ec)	ML (tf)	GM (ec)	GW (tf-sp)	GRS	COS
Vs (m/s)	100-150	150-300	150-300	200-350	200-650	350-700	300-500
Peso volume (g/cm ³)	1,7-1,8	1,8-2,00	1,9-2,00	1,8-1,9	1,8-2,0	1,8-2,1	2,0-2,2
SPT	---	---	---	---	---	---	---
Coesione non drenata (kPa)	---	70-80	50-70	0,0	0,0	---	150-180
Indice di plasticità	---	9-15	---	---	---	---	---
Coesione efficace (kPa)	---	2,0-47,0	1,0-3,0	---	---	---	15-20
G modulo rigidezza al taglio	---	---	---	---	---	---	---
Coeff. Poisson	---	0,35-0,45	0,35-0,45	0,3-0,35	0,3-0,35	0,3-0,35	0,4-0,45
Modulo edometrico (MPa)	---	4,0-7,0	5,0-8,0	---	---	---	10,0-15,0
Angolo d'attrito (°)	20-22	22-26	25-27	28-32	32-35	32-36	24-26

5.2. Sezioni geologico-tecniche

Al fine di rappresentare graficamente il modello del sottosuolo del comune di Altidona sono state realizzate n.3 sezioni litostratigrafiche schematiche riportate nella tavola Sezioni Geologiche allegata al presente studio.

L'obiettivo delle sezioni eseguite è stato quello di descrivere compiutamente la morfologia, l'assetto strutturale e la geometria fra copertura e substrato geologico.

Il profilo A-A' evidenzia la morfologia a cresta, disposta in direzione E-O, sulla quale sorge il centro storico di Altidona. Tale morfologia risulta più accentuata in prossimità dell'abitato storico, che risulta bordato sia ad est che ad ovest da scarpate di origine morfologica ed altezza superiore a 20 metri. In base a tale morfologia accentuata la stessa Sezione A-A' è stata considerata anche come profilo topografico soggetto ad amplificazione sismica da analizzare nelle successive fasi di studio. In essa è messo in evidenza il contatto tra i depositi della Formazione di Fermo (GRS: litofacies conglomeratica, litofacies arenacea e litofacies limosa), con spessore variabile tra 10 e 50 metri e la sottostante Formazione delle Argille Azzurre (COS). Quest'ultima, lungo i versanti, risulta ricoperta da uno spessore variabile, 3-25 metri, di depositi eluvio-colluviali di natura limosa (ML/ec).

Lungo le sezioni B-B' e C-C' sono messi in evidenza i contatti tra i depositi costieri ed alluvionali attuali e recenti di natura ghiaiosa (GW/tf e GW/sp) e quelli terrazzati di natura limosa (ML/tf) ed il sottostante substrato geologico argilloso (COS), raggiunto dal sondaggio P146. I depositi alluvionali, nella porzione prossima al versante collinare, risultano sovrastati da uno spessore variabile di depositi limosi di natura eluvio-colluviale (ML/ec).

In entrambe le sezioni è stata rinvenuta la presenza di una falda idrica all'interno dei depositi di natura ghiaiosa (GW) posta ad una profondità crescente spostandosi dall'alveo del Fiume Aso verso il versante collinare.

La fascia costiera sino al confine con il Comune di Fermo presenta una morfologia accentuata per la presenza di una falesia inattiva. Tale area è caratterizzata da una scarpata sub-verticale, un ripiano nella porzione intermedia del versante, sulla quale sorge il civico cimitero, alcune abitazioni ed un tratto del tracciato autostradale, che digrada a pendenza abbastanza accentuata sino a mare.

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Le indagini geologiche e geofisiche reperite non hanno permesso la caratterizzazione diretta ed esaustiva di tutti i litotipi rinvenuti nell'area oggetto di analisi di MS di livello I. Non si hanno valori, direttamente misurati su prove di laboratorio, dell'indice di plasticità e del modulo di rigidità al taglio, mentre le velocità delle onde di taglio sono state determinate prevalentemente sulla base di indagini geofisiche eseguite su terreni simili nei comuni limitrofi all'area in esame, ad esclusione dei litotipi GRS e GW/tf e ML/tf dove sono disponibili indagini del tipo MASW (L1, L2 e L3) e un'indagine DownHole (P131).

Si consiglia, pertanto, nelle successive fasi di analisi, di eseguire apposite indagini geofisiche (tipo MASW, DownHole ecc.) volte a misurare direttamente le velocità delle onde di taglio delle unità del substrato e delle coperture (ML, CH, GM). Per le unità del substrato si consiglia, inoltre, di operare in collaborazione con i comuni limitrofi (Pedaso e Campofilone) data l'omogeneità delle litologie rinvenute (GRS e COS).

All'interno della Formazione di Fermo (GRS) sono presenti livelli e lenti di natura limosa con velocità delle onde di taglio inferiore rispetto alle circostanti litofacies conglomeratica ed arenacea, generando così delle inversioni di velocità delle Vs lungo la verticale. Dato il limitato spessore di tali lenti limose, la loro discontinuità e le poco significative amplificazioni registrate nelle indagini HVSR (P142, P143, P144 e P145) eseguite non si è reputato necessario cartografarle singolarmente. Tuttavia si consiglia, nelle successive fasi di studio, di prendere in considerazione ed approfondire il loro comportamento in fase di risposta sismica locale.

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

7.1. Struttura del database

Recependo i dettami indicati negli Standard di Rappresentazione e Archiviazione informatica versione 4.0b, le indagini, reperite ed ex novo, sono state archiviate all'interno di un Database. Allo scopo è stato utilizzato il software *“Soft MS versione 4.0b”* messo a disposizione dalla Protezione Civile e scaricabile dal sito http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/standard_studi_ms.wp. Tale software è uno strumento dedicato agli studi di micro zonazione sismica nel rispetto degli Standard di Rappresentazione e Archiviazione informatica versione 4.0b.



Una volta selezionato il comune oggetto di studio si procede all’inserimento delle indagini suddivise in Indagini Puntuali e Indagini Lineari. Per le diverse tipologie di indagini, le tabelle per l’inserimento dei dati sono le seguenti:

Indagini Puntuali

“Sito Puntuale”;

“Indagini Puntuali”;

“Parametri Puntuali”.

Indagini Lineari

“Sito

Lineare”;

“Indagine Lineare”;

“Parametro Lineare”.

I dati alfanumerici dei siti, delle aree, tipologia di indagine e loro parametri, sono poi archiviate su tabelle appositamente progettate allo scopo. La relazione con gli shapefile è stabilita attraverso i campi ID_SLN (Tabella sito_lineare) e ID_SPU (Tabella sito_puntuale) che rappresentano delle chiavi esterne.

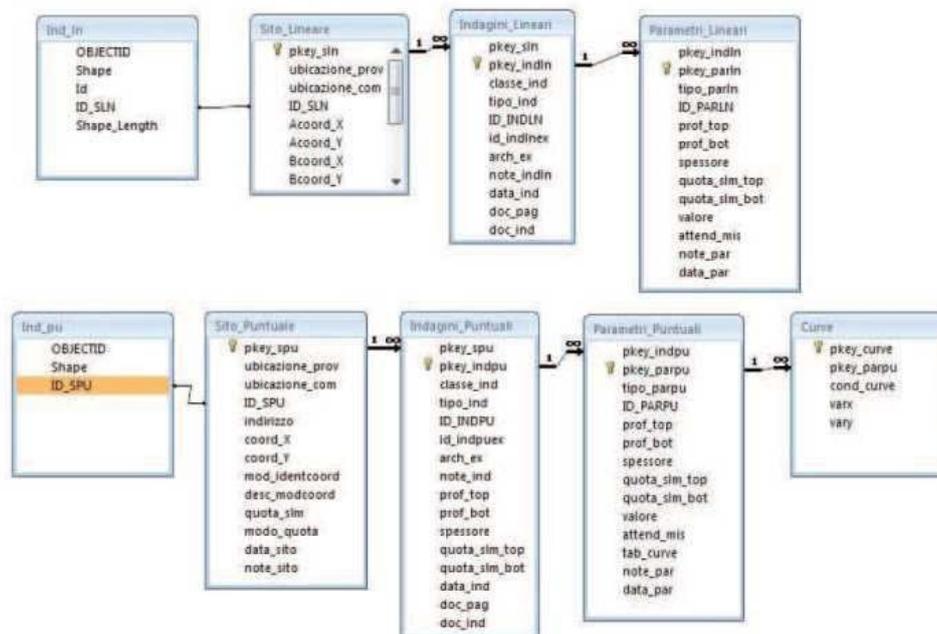


Fig. 7.1 – Relazioni di collegamento tra lo shapefile Ind_pu e CdI_Tabelle_044021

Le tabelle (sopra riportate) sono collegate tra loro attraverso delle chiavi primarie. Nell'archiviazione si procede per gradi partendo dalla tipologia (Puntuale o Lineare) in base alla quale fin da subito viene associata una simbologia geometrica che ne permette l'individuazione. I dati che si trovano nella prima tabella sono relativi all'identificazione, all'ubicazione nello spazio (x,y,z) dei siti e alla stima dell'accuratezza con la quale è stata determinata la loro posizione. Successivamente si immettono i dati identificativi della località del sito (Provincia, Comune, ecc...), dell'ubicazione (coordinate geografiche in un S.R. WGS84ZONA33N), quota topografica e base cartografica di riferimento utilizzata. Con il termine sito puntuale si intende il punto sulla superficie topografica in corrispondenza del quale o a partire dal quale è stata eseguita una determinata indagine. Nella tabella "Indagini_Puntuali" sono rispettivamente archiviate le caratteristiche di tali indagini, e descritte le tipologie d'indagini eseguite in uno specifico sito puntuale. Nella tabella "Parametri Puntuali" si archiviano i parametri associati alle prove descritte nella tabella "Indagini Puntuali". I parametri a loro volta possono essere classificati in parametri diretti come profondità e spessori delle litologie, e derivati, come i parametri geomeccanici dei materiali sottoposti a eventuali prove di laboratorio.

Lo stesso schema di archiviazione e catalogazione delle Indagini Puntuali è utilizzato per le Indagini Lineari. Una volta compilato, il database viene esportato dal softMS ed agganciato allo shapefile Ind_pu e Lineare Ind_Ln attraverso le chiavi esterne ID_SPU e ID_SLN, in modo da permettere di visualizzare sulla carta delle indagini tutte le informazioni associate ad ogni indagine.

7.1.1. Struttura di archiviazione dei file

La struttura di archiviazione dei file inerenti lo studio di microzonazione sismica di livello 1, per il Comune di Altidona, archiviati in cartelle salvate nel supporto informatizzato (DVD) allegato al presente studio, è la seguente:

■ ALTIDONA_S401_Shapefile

■ BasiDati

- CARG_10000
- Comuni
- CTC_WGS84
- PAI 2016
- Shapefile vari

■ GeoTec

■ Indagini

■ Documenti

■ MS1

■ MS23

■ Spettri

■ Plot

■ CLE

■ MS

■ Progetti

■ Vestiture

Nome Cartella	Descrizione sintetica dei contenuti
ALTIDONA_S401_Shapefile	Cartella principale contenente tutte le cartelle funzionali allo studio di microzonazione sismica prodotto.
BasiDati	<p>Cartella contenente le carte di base utilizzate in formato vettoriale e georeferenziate.</p> <p>CARG_10000: cartella contenente i file in formato pdf e Geotiff (proiettati nel sistema di riferimento WGS_1984_UTM_Zone_33N) della Carta Geologica Regionale CARG in scala 1:10.000 del territorio comunale di Altidona;</p> <p>Comuni: cartella contenente gli shapefile Comuni2014 (shapefile fornito dalla Protezione Civile con i confini comunali dell'intero territorio nazionale);</p> <p>CTC_WGS84: cartella contenente gli shapefile della Carta Tecnica Comunale di parte del territorio comunale proiettati nel sistema di riferimento WGS_1984_UTM_Zone_33N;</p> <p>PAI 2016: cartella contenente gli shapefile della perimetrazione ufficiale PAI della Regione Marche aggiornata al 2016</p> <p>Shapefile vari: shapefile vari utilizzati per la redazione delle varie legende contenente il limite dell'area studia dalla Microzonazione sismica di livello 1 ed il confine comunale di Altidona</p>

GeoTec	Cartella contenente gli shapefile riferiti ad elementi geologici, geomorfologici e idrogeologici: Epuntuali; Elineari; Forme; Geoidr; Geotec. Sono inoltre contenuti il raster georeferenziato della Carta geologico tecnica (Carta geologico tecnica.tiff) e la relativa Legenda in formato tiff.
Indagini	Cartella contenente: gli <i>shapefile</i> delle indagini: Ind_pu; Ind_In; il database di Access nominato " CdI_Tabelle_044021 " con le tabelle per l'archiviazione delle indagini; la cartella Documenti con archiviati i documenti pdf delle Indagini_puntuali e delle Indagini_lineari.
MS1	Contiene i seguenti shapefile: Isosub; Instab; Stab.
MS23	Contiene i seguenti shapefile: Isosub; Instab; Stab.
Plot MS1	Cartella nella quale sono inseriti i file di stampa degli elaborati prodotti: Relazione illustrativa; Carta delle indagini (in Scala 1:5.000); Carta geologico tecnica (in Scala 1:5.000); Sezioni geologiche (in Scala 1:1.000); Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (in Scala 1:5.000)
Progetti	Sono contenuti i progetti utilizzati per realizzare le varie carte, in particolare: Carta delle indagini.mxd; Carta geologico tecnica.mxd; Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.mxd Sono inoltre contenuti i seguenti file: Sezioni geologiche.dwg – file di Autocad utilizzato per la realizzazione delle Sezioni geologiche; File raster vari (jpeg e tiff) utilizzati come immagini nella relazione illustrativa e nella carta delle MOPS.

Vestiture	Cartella per le vestiture realizzate (librerie e simboli). Sono inoltre presenti i loghi della Conferenza delle regioni delle Province Autonome, del Dipartimento della Protezione Civile, della Regione Marche, del Comune di Altidona, del Dipartimento di Protezione Civile Regionale Marche, dell'ANCI e dell'Ordine dei Geologi Marche utilizzati per il <i>layout</i> delle carte prodotte.
------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7.2. Risultati

7.2.1. Zone stabili

Nell'area in esame, dai risultati delle indagini geofisiche reperite, non è stata rilevata la presenza del substrato rigido ($V_s \geq 800$ m/s), pertanto non sono state cartografate "zona stabili".

7.2.2. Zone stabili suscettibili di amplificazione

Sono state individuate complessivamente 8 tipologie di zone stabili suscettibili di amplificazioni i cui rapporti litostratigrafici più significativi vengono descritti al capitolo 8.3.

7.2.3. Zone instabili

7.2.3.1. Faglie attive e capaci (FAC)

Dall'analisi della letteratura e bibliografia esistente (Database delle faglie capaci-sismogeniche d'Italia. ITHACA – ISPRA - Servizio Geologico d'Italia) nonché in relazione al rilevamento geologico e geomeccanico eseguito, non risultano presenti sul territorio del Comune di Altidona faglie attive e capaci e/o faglie potenzialmente attive e capaci.

7.2.3.2. Liquefazioni (LQ)

Dalle indagini geognostiche e prove di laboratorio reperite, data l'assenza di fenomeni di liquefazione durante passati eventi sismici nonché sulla base dei terreni di copertura rinvenuti, prevalentemente limoso argillosi di origine eluvio-colluviale e ghiaiosi eterometrici e ben addensati di terrazzo fluviale, non sono osservabili sul territorio comunale di Altidona terreni suscettibili a fenomeni di liquefazione.

7.2.3.3. Instabilità di versante (FR)

Facendo riferimento al catalogo del progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani), al Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), allo studio geologico a supporto del PRG comunale sono state individuate le aree instabili e il loro grado di attività. In generale il territorio comunale presenta, in relazione alle caratteristiche meccaniche del substrato, dei versanti con acclività che vanno da dolce a marcata fino a delle falesie disposte parallelamente alla linea di costa. Quest'ultime risultano essere sede di fenomeni gravitativi del tipo crollo e/o ribaltamento attivi e quiescenti. Frane di colamento e scorrimento, a cinematisma roto-traslato, sono cartografate, in stato attivo, lungo il versante a nord del centro storico che digrada verso il Fosso San Biagio e in stato attivo e quiescente lungo il versante sud che digrada verso il Fosso delle Piene e lungo il versante che digrada verso il Fiume Aso.

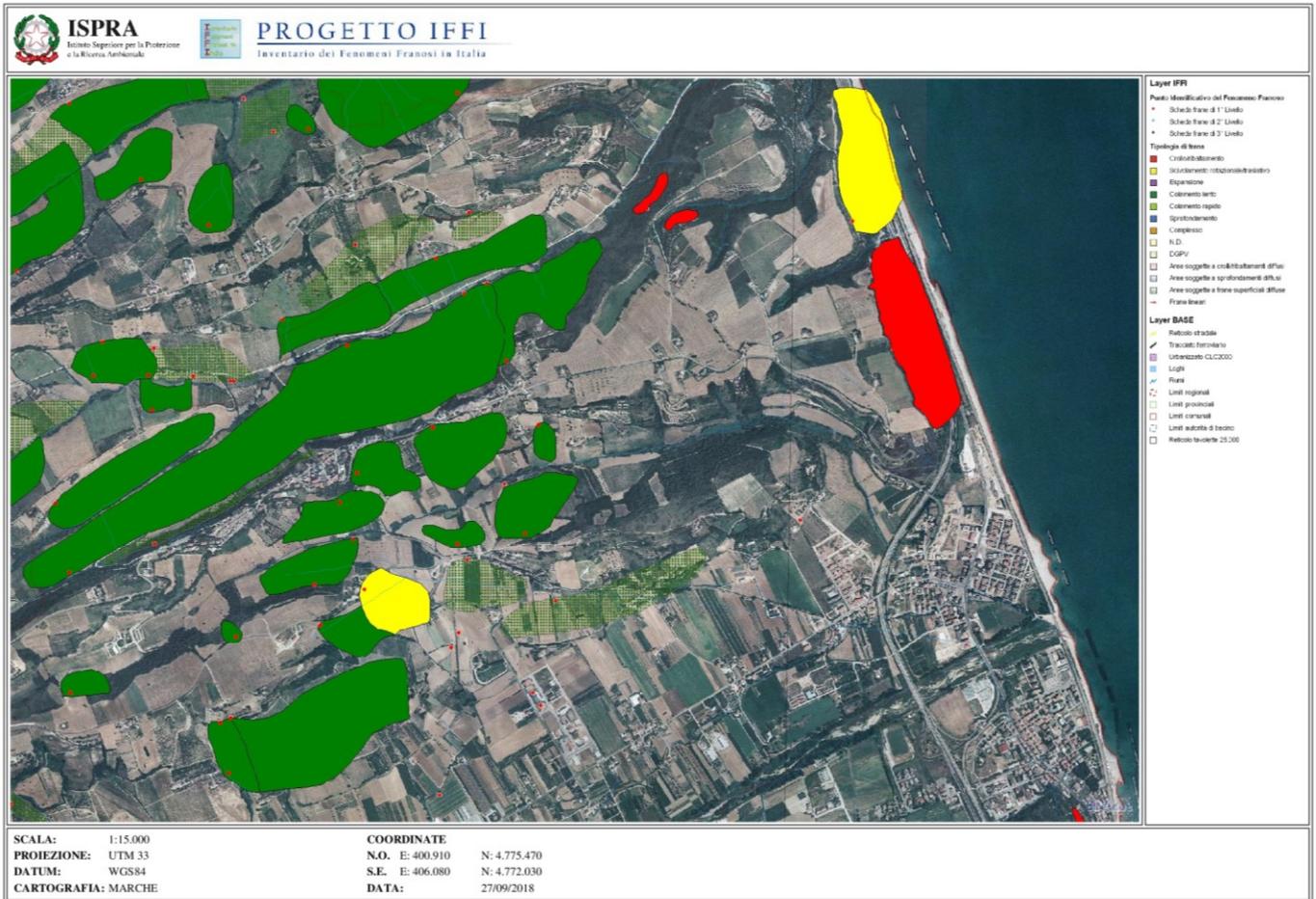


Fig. 7.2 - Stralcio delle aree instabili mappate dallo studio IFFI

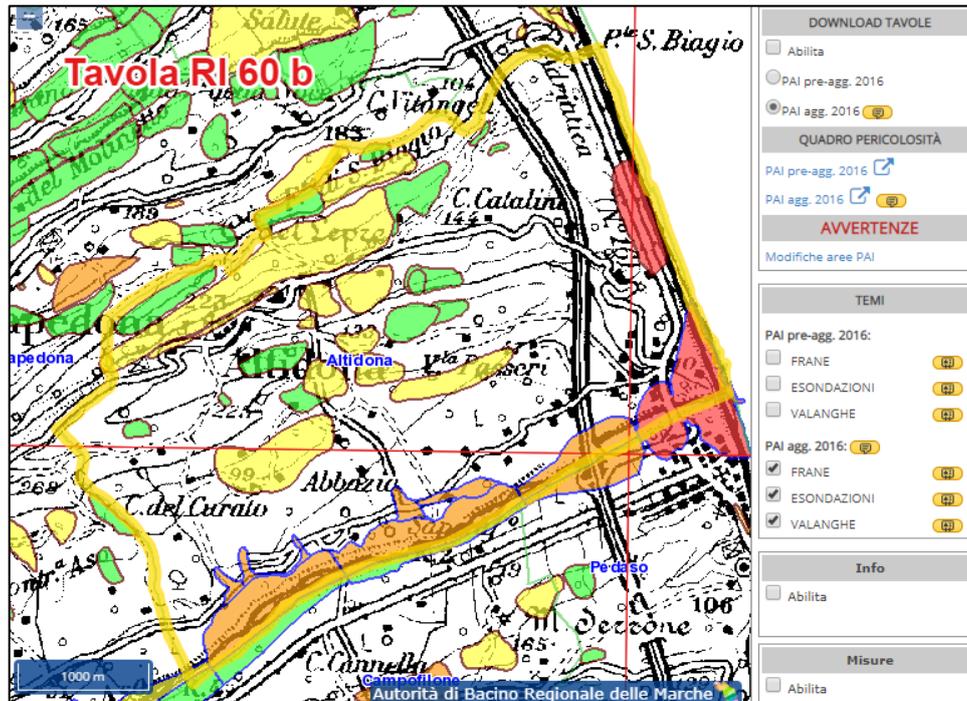


Fig. 7.3 - Stralcio delle aree instabili mappate dallo studio PAI della Regione Marche aggiornato al 2016

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1. Carta delle indagini

La carta delle indagini del Comune di Altidona è stata realizzata allo scopo di fornire informazioni sulle indagini geognostiche e geofisiche effettuate all'interno del territorio comunale. Tutti i dati disponibili sono stati raccolti in un database allo scopo di ricostruire il quadro litologico- stratigrafico delle aree oggetto di studio (aree edificate e/o di futura urbanizzazione) del territorio comunale. Alla carta in questione, oltre ad essere un documento grafico per indicare l'ubicazione delle indagini, viene collegata una banca dati dalla quale possono essere estrapolate le informazioni a carattere geologico e geofisico relative ad ogni singola area. Si tratta in prevalenza di indagini geognostiche sia di tipo diretto (sondaggi) che indiretto (prove penetrometriche) che di indagini geofisiche. Queste informazioni hanno permesso di valutare la litologia, gli spessori dei litotipi presenti, la loro distribuzione plano-altimetrica, nonché i parametri geomeccanici e geofisici. Nella raccolta dei dati non sono stati presi in considerazione le informazioni derivanti da indagini geognostiche ritenute poco rappresentative e/o di fonte incerta. Complessivamente sono state inserite nel database e quindi ubicate sulla carta, **146 indagini puntuali** e **3 indagini lineari** che per tipologia possono essere così riassunte nelle tabelle di seguito riportate.

Tab. 8.1 - INDAGINI PUNTUALI

SIMBOLO	DESCRIZIONE	TIPO DI INDAGINE	n. Indagini reperite per MS livello I	n. indagini eseguite ex-novo per MS livello I	n. totale
	Sondaggio a carotaggio continuo	S	27	--	27
	Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato	SS	19	--	19
	Sondaggio a distruzione di nucleo che intercetta il substrato	SDS	1	--	1
	Sondaggio a distruzione di nucleo	SD	4	--	4
	Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)	CPT	4	--	4
	Prova penetrometrica statica con punta elettrica	CPTE	1	--	1
	Prova penetrometrica dinamica super pesante	DS	28	--	28
	Prova penetrometrica dinamica media	DN	9	--	9
	Prova sismica in foro tipo <i>Downhole</i>	DH	1	--	1
	Pozzo per idrocarburi	PI	1	--	1
	Trincea o pozzetto esplorativo	T	26	--	26
	Stazione microtremore a stazione singola	HVSR	14	11	25
Totale siti puntuali					146
Altre tipologie di indagini puntuali					

	Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni	SC	2		2
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------	----	---	--	---

Tab. 8.2 - INDAGINI LINEARI

SIMBOLO	DESCRIZIONE	TIPO DI INDAGINE	n. Indagini reperite per MS livello I	n. indagini eseguite ex-novo per MS livello I	n. totale
	Stendimento MASW	MASW	3	0	3
Totale indagini lineari					3

Tali dati sono archiviati in formato pdf nella cartella “Indagini/Documenti” consultabile nel DVD allegato.

8.2. Carta Geologico Tecnica per la MS

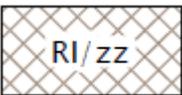
La carta Geologico-Tecnica del Comune di Altidona restituisce informazioni finalizzate alla classificazione dei litotipi presenti in classi predefinite, che definiscono le varie situazioni stratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità.

La scala di rilevamento e di rappresentazione è 1:5000. In essa si distinguono i terreni del "substrato geologico" e quelli della "copertura", che sulla base dei dati a disposizione, indagini geognostiche e affioramenti, sono stati caratterizzati sia dal punto di vista della granulometria sia delle proprietà geomeccaniche. Le singole unità sono state classificate seguendo i dettami dell'Unified Soil Classification System che attribuisce una sigla formata da 2 lettere. Ai terreni della copertura, il cui spessore minimo considerato è di 3 mt, è stato attribuito anche il codice relativo agli ambienti genetico-deposizionali (Figura 1.1.2-1 dello StandardMS4_0b). Si riportano inoltre gli elementi tettonico-strutturali, le forme di superficie e sepolte, le aree con instabilità di versante e gli elementi geologici ed idrogeologici che risultano funzionali agli studi di MS.

Per le descrizioni dei fenomeni di instabilità di versante e il loro stato di attività si sono presi come riferimento il progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani), il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e lo studio geologico eseguito in occasione del PRG comunale. Sono stati eseguiti anche dei rilievi allo scopo di individuare eventuali nuovi fenomeni o movimentazioni di quelli già cartografati nella bibliografia esistente.

Di seguito si riportano dettagliatamente tutti gli elementi oggetti di studio che si ritrovano nella legenda della carta Geologico-Tecnica per la MZS.

Tab. 8.3 - Terreni di copertura

	<u>RI/zz: Terreni contenenti resti di attività antropica (RI)</u> Terreni a granulometria eterogenea, variabile sia orizzontalmente che lateralmente. Depositi da poco ad addensati. Rilevato autostradale e rilevato ferroviario.
	<u>ML/ec: Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di origine eluvio colluviale</u> Depositi prevalentemente coesivi, da poco a moderatamente consistenti e costituiti da granulometria prevalentemente limoso argillosa e rari ciottoli a spessore variabile compreso fra 3 e 25 metri.

	<u>ML/TF: Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di terrazzo fluviale</u> Depositi prevalentemente coesivi, da poco a moderatamente consistenti e costituiti da granulometria prevalentemente limoso argillosa e rari ciottoli a spessore variabile compreso fra 3 e 20 metri.
	<u>GM/EC: Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo eluvio-colluviali</u> Ghiaie di natura calcarea e calcareo-marnosa in matrice limoso-sabbiosa a luoghi abbondante e prevalente con spessore massimo di 10 metri.
	<u>GW/TF: Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie</u> Depositi ciottolosi, ghiaie di natura calcarea e calcareo-marnosa in matrice sabbiosa a luoghi abbondante e prevalente con intercalati livelli di argille-siltose e livelli sabbiosi a luoghi anche spessi con spessore massimo di 35 metri
	<u>GM/SP: Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie di spiaggia</u> Depositi ciottolosi, ghiaie di natura calcarea e calcareo-marnosa in matrice sabbiosa a luoghi abbondante e prevalente con spessore massimo di 20 metri.

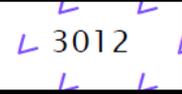
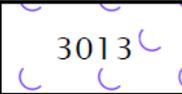
Tab. 8.4 – Substrato geologico

	<u>GRS: Substrato granulare cementato stratificato</u> Conglomerati e ghiaie, a cementazione variabile, con elementi poligenici, eterometrici, ben arrotondati e con intercalazioni di arenarie in strati medi e sottili, da debolmente a ben cementate; localmente sono presenti livelli discontinui di limi-argilloso-sabbiosi. (Formazione di Fermo - Litofacies conglomeratica FEMb - Litofacies arenacea FEMa - Litofacies limoso-argillosa FEMf - Siciliano).
	<u>COS: Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato:</u> Argille siltose e siltoso-marnose, di colore grigio, a basso grado di sovraconsolidazione, con intercalazioni sabbioso-arenacee giallastre, a granulometria fine, in strati sottili. (Formazione delle Argille Azzurre Litofacies pelitica - FAA - Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore)

Instabilità di versante

Facendo riferimento al catalogo del progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani), al Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), allo studio geologico a supporto del PRG comunale sono state individuate le aree instabili e il loro grado di attività. In generale il territorio comunale presenta, in relazione alle caratteristiche meccaniche del substrato, dei versanti con acclività che vanno da dolce a marcata fino a delle falesie disposte parallelamente alla linea di costa. Sono stati, difatti, cartografati movimenti franosi del tipo crollo e/o ribaltamento, attivi e quiescenti, lungo falesia costiera.

Tuttavia alcune delle suddette scarpate sono state negli anni passati consolidate attraverso la realizzazione di interventi di rafforzamento corticale (posa in opera di reti paramassi e funi o opere strutturali di presidio). Inoltre frane di colamento e scorrimento, a cinematismo roto-traslativo, sono cartografate, in stato attivo, lungo il versante a nord del centro storico che digrada verso il Fosso San Biagio e in stato attivo e quiescente lungo il versante sud che digrada verso il Fosso delle Piene e lungo il versante che digrada verso il Fiume Aso.

Tab. 8.5 – Instabilità di versante		
	Tipologia	Numero*
	Crollo o ribaltamento – attiva (FR_A)	3
	Crollo o ribaltamento – quiescente (FR_Q)	3
	Scorrimento – attiva (FR_A)	7
	Colata – attiva (FR_A)	4
	Colata – quiescente (FR_Q)	9
* si fa presente che la numerazione riportata risulta influenzata dalla suddivisione dei vari poligoni delle frane rilevate in relazione alla tipologia di zona stabile suscettibile di amplificazione (paragrafo 2.2.8 degli Standard di archiviazione 4.0b).		

Forme di superficie e sepolte

Nel territorio comunale si rinvengono diverse scarpate con altezze variabili anche > 20 metri. Molte di queste bordano il centro storico che si estende lungo una cresta disposta in direzione circa E-O, caratterizzando una morfologia abbastanza accentuata.

Lungo la valle del Fiume Aso è stato individuato un asse di valle sepolta larga ed alcuni tracciati di paleovalvei di fossetti per la derivazione delle acque di irrigazione.

Sono state tracciate n.3 sezioni geologiche perpendicolarmente sia all'asse del crinale sulla quale sorge il centro storico di Altidona (Sezione A-A') che all'asse di valle del Fiume Aso (Sezioni B-B' e C-C'), al fine di evidenziare al meglio la complessità del sottosuolo investigato.

Tab. 8.6 – Forme di superficie e sepolte		
	Tipologia	Numero*
	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10-20 m)	8
	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (> 20 m)	10
	Orlo di terrazzo fluviale (10-20 mt)	6
	Cresta	2
	Asse di valle sepolta larga (C<0,25)*	1
	Traccia di sezione geologica rappresentativa del modello del sottosuolo	3
*C=H/L con H profondità della valle e L semilunghezza della stessa		

Elementi geologici e idrogeologici

Sulla base del rilevamento geologico-geomorfologico effettuato, nonché degli studi geologici reperiti (PRG, CARG, MS livello I ecc.) sono stati individuati e poi cartografati gli elementi geologici ed idrogeologici elencati nella tabella seguente.

Tab. 8.7 – Elementi geologici ed idrogeologici		
Tipologia		Numero*
 15	Giacitura strati	4
 7,0	Pozzo o sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico (profondità in m)	35
 9,0	Pozzo o sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico (profondità in m)	80
 4,0	Profondità della falda in aree con sabbie e/o ghiaie	28

Elementi tettonico strutturali

In base a quanto riportato da studi geologici e geologico-strutturali pregressi (CARG, PRG ecc.) nel territorio comunale di Altidona non sono cartografabili elementi tettonico strutturali.

8.3. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) è il risultato finale delle indagini di Microzonazione Sismica di 1° Livello, ricavata dalla sintesi di tutti i dati raccolti e descritti negli elaborati precedenti ed è propedeutica per la successiva carta di microzonazione di livello III. L'obiettivo è quello di individuare all'interno del territorio comunale aree omogenee in base alle caratteristiche geologiche, stratigrafiche, geomorfologiche e geomeccaniche, in base alle quali è possibile ipotizzare un analogo comportamento a fenomeni di amplificazione locale indotta dal sisma (amplificazione del moto, induzione e riattivazione di frane e altri dissesti, liquefazione dei terreni, cedimenti differenziali, ecc...).

In generale le informazioni rappresentabili sulla carta delle MOPS possono essere così distinte:

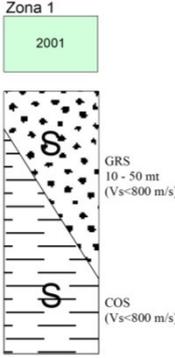
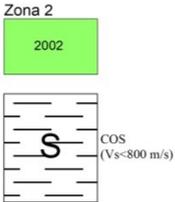
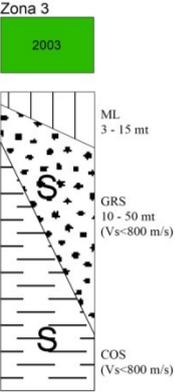
- “zone stabili”, nelle quali non si prevedono effetti locali significativi, poiché caratterizzate da substrato geologico rigido ($V_s \geq 800$ m/s) in affioramento e morfologie pianeggianti o con inclinazioni $< 15^\circ$;
- “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali”, nelle quali si prevedono amplificazioni del moto sismico legato al particolare assetto litostratigrafico e morfologico;
- “zone suscettibili di instabilità” nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio. In particolare tra queste si riconoscono:

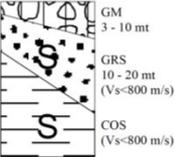
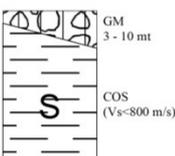
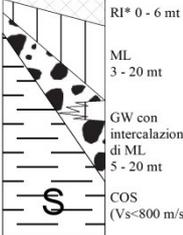
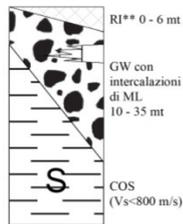
- “zone di attenzione per instabilità di versante”, sia attiva che passiva;
- “zone di attenzione per liquefazione” di tipo 1;
- “zone di attenzione per cedimenti differenziali, crollo di cavità, sinkhole”;
- “zone di attenzione per faglie attive e capaci”;
- “zone di attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti”

Nell’area in esame, dai risultati delle indagini geofisiche reperite, non è stata rilevata la presenza del substrato rigido ($V_s \geq 800$ m/s), pertanto non sono state cartografate "zona stabili".

Per quanto riguarda le "zone stabili suscettibili di amplificazioni locali", che sono quelle predominanti all’interno dell’area studiata, sono state individuate complessivamente 9 tipologie di zone i cui rapporti litostratigrafici più significativi descritti nella seguente tabella.

Tab. 8.8 – Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

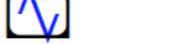
Zona	Descrizione
<p>Zona 1</p> 	<p>ZONA 1: substrato granulare cementato stratificato (GRS) affiorante con $V_s < 800$ m/s con spessore variabile tra 10 e 50 metri su substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (COS) con $V_s < 800$ m/s.</p>
<p>Zona 2</p> 	<p>ZONA 2: substrato granulare cementato stratificato (GRS) affiorante con $V_s < 800$ m/s.</p>
<p>Zona 3</p> 	<p>ZONA 3: limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML) con spessore variabile tra 3 e 15 metri su substrato granulare cementato stratificato (GRS) con spessore variabile tra 10 e 50 metri con $V_s < 800$ m/s su substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (COS) con $V_s < 800$ m/s.</p>

<p>Zona 4</p> <p>2004</p>  <p>ML con intercalazioni di GM 3 - 25 mt</p> <p>COS (Vs<800 m/s)</p>	<p>ZONA 4: limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML) con lenti di ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM) con spessore variabile tra 3 e 25 metri su substrato su substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (COS) con Vs<800 m/s.</p>
<p>Zona 5</p> <p>2005</p>  <p>GM 3 - 10 mt</p> <p>GRS 10 - 20 mt (Vs<800 m/s)</p> <p>COS (Vs<800 m/s)</p>	<p>ZONA 5: ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM) con spessore variabile tra 3 e 10 metri su substrato granulare cementato stratificato (GRS) con spessore variabile tra 10 e 20 metri con Vs<800 m/s su substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (COS) con Vs<800 m/s.</p>
<p>Zona 6</p> <p>2006</p>  <p>GM 3 - 10 mt</p> <p>COS (Vs<800 m/s)</p>	<p>ZONA 6: ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM) con spessore variabile tra 3 e 10 metri substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (COS) con Vs<800 m/s.</p>
<p>Zona 7</p> <p>2007</p>  <p>RI* 0 - 6 mt</p> <p>ML 3 - 20 mt</p> <p>GW con intercalazioni di ML 5 - 20 mt</p> <p>COS (Vs<800 m/s)</p> <p>* RI solo in corrispondenza del rilevato autostradale</p>	<p>ZONA 7: terreni contenenti resti di attività antropica (RI) con spessore variabile tra 0 e 6 metri (<u>solo in corrispondenza del rilevato autostradale come indicato nella CGT</u>) su limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML) con spessore variabile tra 3 e 20 metri su ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie (GW) con lenti di limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML) con spessore variabile tra 5 e 20 metri su substrato su substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (COS) con Vs<800 m/s.</p>
<p>Zona 8</p> <p>2008</p>  <p>RI** 0 - 6 mt</p> <p>GW con intercalazioni di ML 10 - 35 mt</p> <p>COS (Vs<800 m/s)</p> <p>** RI solo in corrispondenza del rilevato ferroviario</p>	<p>ZONA 8: terreni contenenti resti di attività antropica (RI) con spessore variabile tra 0 e 6 metri (<u>solo in corrispondenza del rilevato ferroviario come indicato nella CGT</u>) su ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie (GW) con lenti di limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML) con spessore variabile tra 10 e 35 metri su substrato su substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (COS) con Vs<800 m/s.</p>

Sono state individuate anche 6 tipologie di “zone di attenzione per instabilità”, come di seguito riportato, differenziate in relazione alla diversa successione stratigrafica riconducibile alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali precedentemente descritte.

Tab. 8.9 – Zone di attenzione per instabilità	
	ZA fr – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 1
	ZA fr – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 2
	ZA fr – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 3
	ZA fr – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 4
	ZA fr – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 5
	ZA fr – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 6

Sono state inoltre evidenziate le seguenti “forme di superficie e sepolte” oltre a n°25 punti di misura di rumore ambientale (HVSR) con indicazione dei valori di frequenza di risonanza registrati.
Si specifica che la traccia della sezione topografica utile per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche si riferisce al profilo geologico A-A’ riportato nella carta delle sezioni geologiche

Tab. 8.10 – Forme di superficie e sepolte e punti di misura di rumore ambientale		
Tipologia		Numero*
	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10-20 m)	8
	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (> 20 m)	10
	Orlo di terrazzo fluviale (10-20 mt)	6
	Cresta	2
	Asse di valle sepolta larga ($C < 0,25$)*	1
	Traccia della sezione topografica	1
	Punto di misura di rumore ambientale con indicazione del valore di f_0	25

* $C=H/L$ con H profondità della valle e L semilunghezza della stessa

Faglie attive

Dagli studi reperiti e dai rilevamenti eseguiti, non sono state individuate faglie attive.

9. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1991)–Ambiente fisico delle Marche–Geologia–Geomorfologia–Idrogeologica. Carta Geologica delle Marche- Regione Marche - S.E.L.C.A. s.r.l. Firenze.
- APAT 2005 - Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia)
- Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014
- Blumetti, A. M. "Neotectonic investigations and evidence of paleoseismicity in the epicentral area of the January–February 1703, Central Italy, earthquakes." Perspectives in paleoseismology 6 (1995): 83-100.
- Cantalamessa G. Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 304 Civitanova Marche Cartografia topografica del Comune di Force – Scala 1:5000
- Cartografia geologica d'Italia del Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG – Scala 1:10000
- Cartografia P.R.G. Comunale – Dr. Geol. Domenico Gentili
- Catalogo delle Faglie Capaci del progetto ITHACA dell'ISPRA
- Database Macrosismico Italiano 2015 dell'INGV (aggiornato al 2014). <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>
- Database Macrosismico Italiano 2011 dell'INGV (aggiornato al 2006)
- Deiana e Centamore (1986) – La geologia delle Marche. Carta Geologica delle Marche – Studi geologici Camerti, Dipartimento di Scienze della Terra Università di Camerino.
- Faccioli, E. e al. (1986). Elementi per una guida alle indagini di Microzonazione Sismica Quaderni de “La Ricerca Scientifica”. N. 114. CNR. Roma.
- Giraudi, Carlo, and Massimo Frezzotti. "Palaeoseismicity in the Gran Sasso Massif (Abruzzo, central Italy)." Quaternary International 25 (1995): 81-93.
- Gruppo di Lavoro CSTI, 2005, Catalogo Strumentale dei Terremoti Italiani dal 1981 al 1996 (Versione 1.1), http://gaspdy.df.unibo.it/paolo/gndt/Versione1_1/Leggimi.htm.
- Gruppo di Lavoro MS (2008) – Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Cd-rom.
- Iervolino I., Galasso C., Paolucci R., Pacor F. (2011), Engineering ground motion record selection in the Italian ACcelerometric Archive. Bulletin of Earthquake Engineering 9(6):1761-1778.
- Indagini geologiche del Piano Regolatore generale del Comune di Force
- Indagini geologiche varie redatte dal settore LL PP del Comune di Force
- Indagini geologiche realizzate per la stesura di interventi privati
- Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad essi associabili – GNDT
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macro seismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>
- Luzi L, Pacor F, Puglia R (2017). Italian Accelerometric Archive v 2.2. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Dipartimento della Protezione Civile Nazionale. doi: 10.13127/ITACA.2.2"

- NTC 2008
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto idrogeologico PAI - Norme di Attuazione e misure di Salvaguardia
- Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica. – Specifiche tecniche per la redazione in ambiente GIS degli elaborati cartografici della microzonazione sismica Versione 4.0b (Roma Ottobre 2015) redatto dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica, art.5, c.7 dell'OPCM 13/11/2010

Pedaso, Ottobre 2018

Tecnico incaricato

Dott. Geol. Giuseppe Capponi

.....

Collaboratore:

Dott. Geol. Stefano D'Alessandro

.....

Altre Collaborazioni:

Dott. Geol. Alessio Acciarri