UNIONE EUROPEA

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

REGIONE ABRUZZO

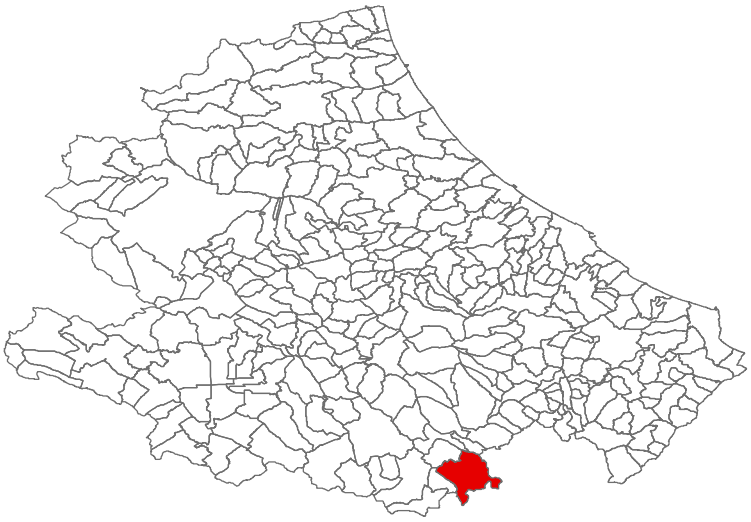
Attuazione dell'Art.11 della Legge 24 Giugno 2009, n. 77
Attivita' di Prevenzione del Rischio Sismico - Microzonazione Sismica del Territorio Regionale
Progetto Cofinanziato con Fondi Comunitari POR-FESR Abruzzo - 2007-2013 Asse IV - Attivita' IV 3.1

MICROZONAZIONE SISMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

REGIONE ABRUZZO

Comune di
Castel di Sangro (AQ)



Validazione del
Tavolo Tecnico MZS

Tecnico incaricato:

Dott. Geol.
Pietromartire Eustachio

Collaboratore:

Dott. Geol.
Cichella Stefano

Data

Dott. Geol. Eustachio Pietromartire
Via Fontevecchia, 4
65010 Spoltore (PE)

SOMMARIO

1.0 INTRODUZIONE

2.0 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 SISMICITÀ STORICA

3.0 ASSETTO GEOLOGICO E ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 PALEOGEOGRAFIA

3.2 ELEMENTI DI TETTONICA

3.3 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

3.4 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

3.5 ASSETTO IDROGEOLOGICO

4.0 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

5.0 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

6.0 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

6.1 MODALITÀ DI VALUTAZIONE DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

6.2 POSSIBILITÀ DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE ALL'INTERNO DELL'AREA STUDIATA

7.0 METODOLOGIA DI ELABORAZIONE E RISULTATI

8.0 ELABORATI CARTOGRAFICI

9.0 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

10.0 BIBLIOGRAFIA

11.0 ALLEGATI

CARTA DELLE INDAGINI

CARTA GEOLOGICO-TECNICA

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E FREQUENZE DI RISONANZA

CARTA DEGLI AFFIORAMENTI

1.0 INTRODUZIONE

Nell'ambito delle attività di Prevenzione del Rischio Sismico lo scrivente ha ricevuto incarico da parte del Comune di Castel di Sangro di eseguire un'attività di studio connessa alla Microzonazione sismica del territorio regionale nell'ambito del Progetto cofinanziato con fondi comunitari POR-FESR Abruzzo 2007-2013.

L'area di studio si colloca in Abruzzo nella provincia dell'Aquila. La città è capoluogo e sede principale della Comunità Montana Alto Sangro e Altopiano delle Cinque Miglia.

Dal punto di vista geografico il territorio comunale si pone nel settore montano della Val di Sangro, l'abitato sorge al limite di una valle molto ampia, sulla riva destra del corso d'acqua. Il Comune di Castel di Sangro è situato a circa 800 m di altitudine s.l.m. e confina con i comuni di Montenero Val Cocchiara (IS), Rionero Sannitico (IS), Rivisondoli, Roccaraso, San Pietro Avellana (IS), Scontrone e Vastogirardi (IS). Il territorio si estende a latitudini di circa 41°47'32''N e longitudini di 14°6'30''E

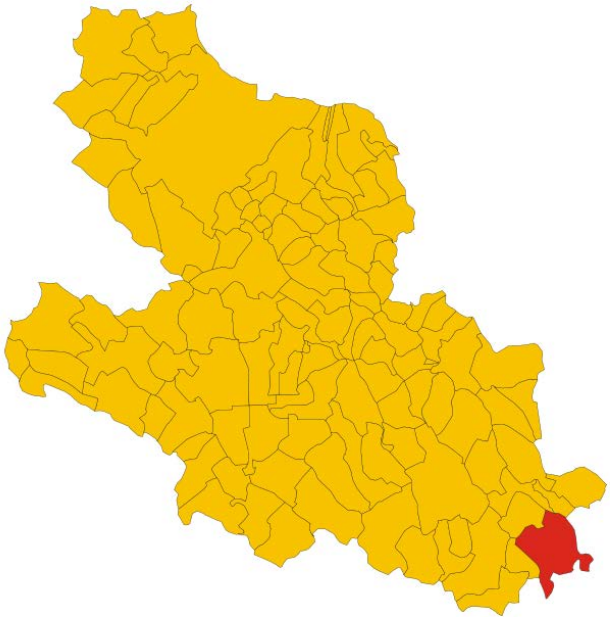


FIg.1 Posizione del comune di Castel di Sangro all'interno della provincia dell'Aquila

L'area di studio comprende anche le frazioni di Roccacinquemiglia e Pontone. La prima è una piccola frazione situata su un colle a 5 km dal capoluogo, in direzione di Roccaraso,

è posta a 1.121 m s.l.m. Pontone è una località situata nella parte nord del territorio comunale, prevalentemente turistica ed è posta a circa 1.000 m s.l.m.

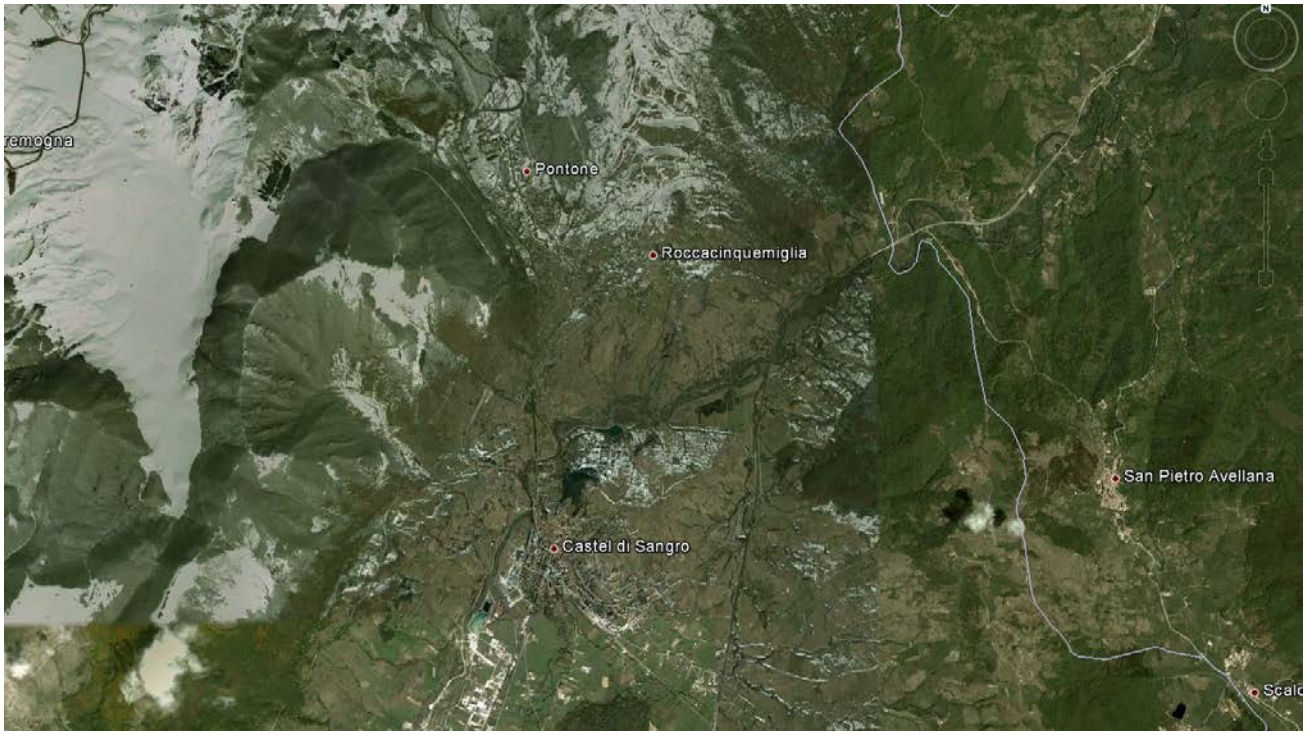


Fig.2 Immagine da satellite del territorio in esame.

L'area di studio ricade nel Foglio 153 "Agnone" della Carta Topografica d'Italia in scala 1:100.000 (IGMI), nel quadrante III Tavoletta NE "Castel di Sangro" della Carta Topografica Regionale in scala 1:25.000 (Regione Abruzzo, 1985). Nella nuova cartografia regionale in scala 1:25.000 (Regione Abruzzo, 2000), il territorio comunale in oggetto è confinato nel foglio 392 Est e Ovest.

In riferimento alla Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000, l'area in esame è individuata negli Elementi 379141, 379142, 379143, 379144, 392011, 392012, 392021, 392022, 392023, 392024, 392033, 392034, 392051, 392063, 392064.

Dott. Geol. Eustachio Pietromartire
Via Fontevecchia, 4
65010 Spoltore (PE)

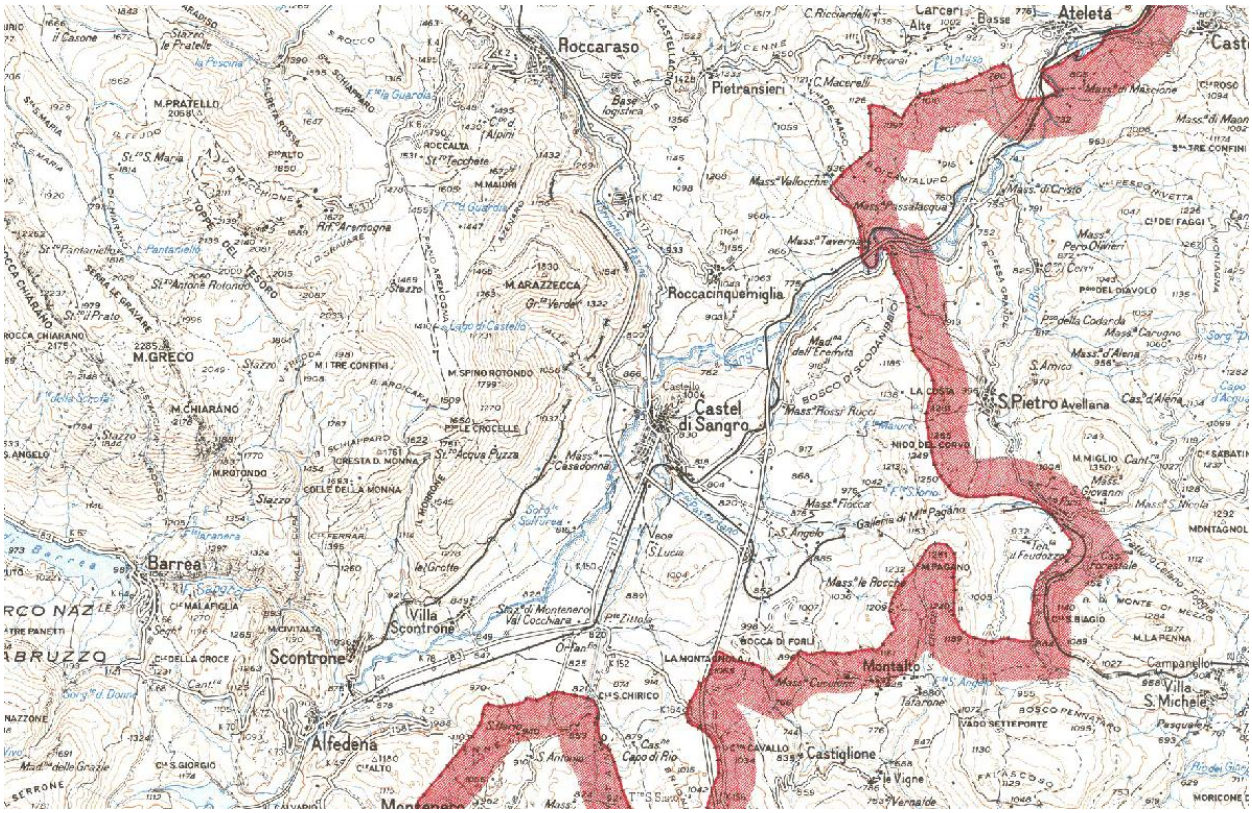


Fig.3 Stralcio Carta Topografica d'Italia scala 1:100000 (IGM)

Dott. Geol. Eustachio Pietromartire
Via Fontevecchia, 4
65010 Spoltore (PE)

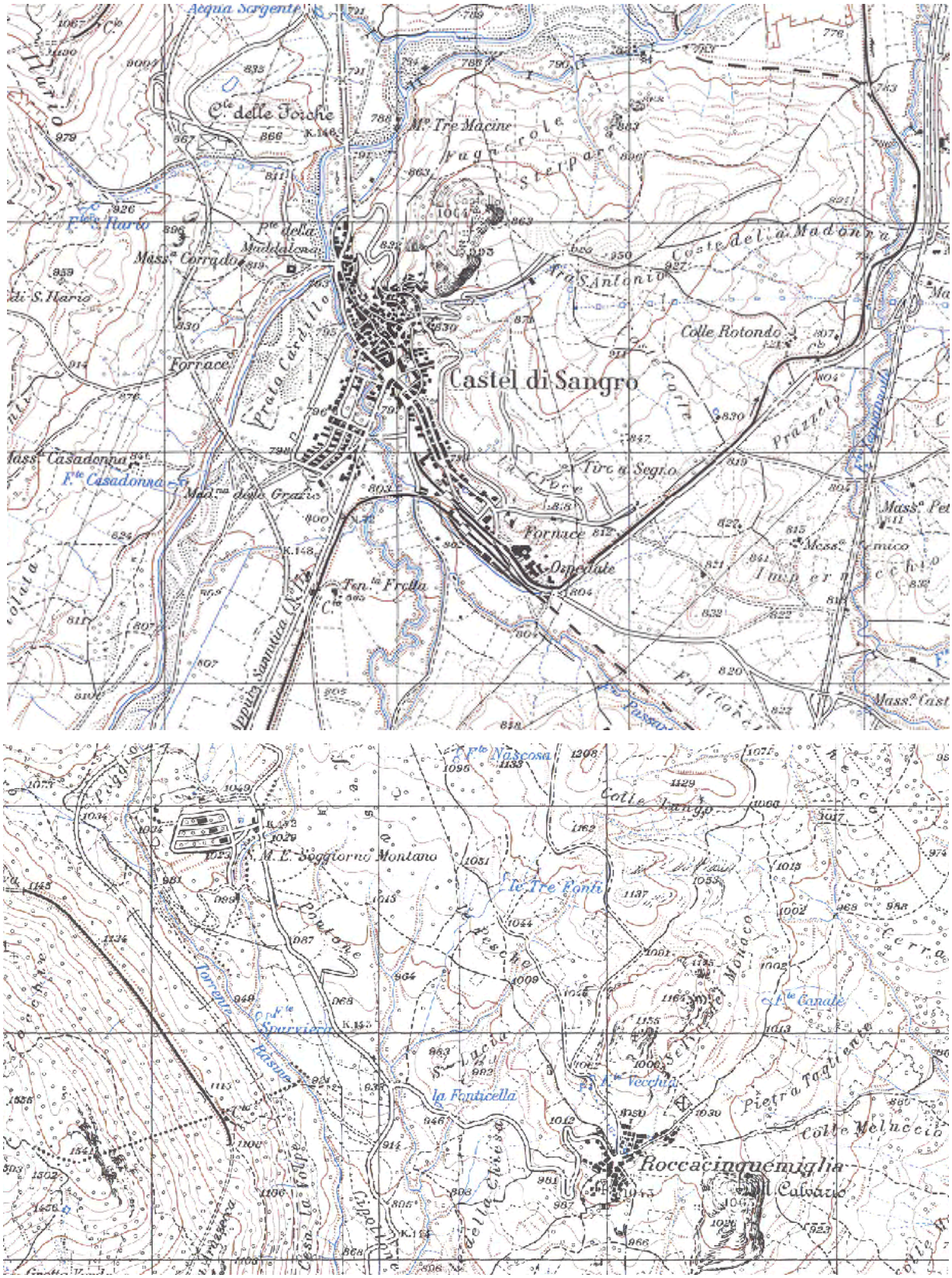


Fig.4 Stralci Carta Topografica della Regione Abruzzo in scala 1:25000. In alto Castel di Sangro, in basso le due frazioni Roccacinquemiglia e Pontone

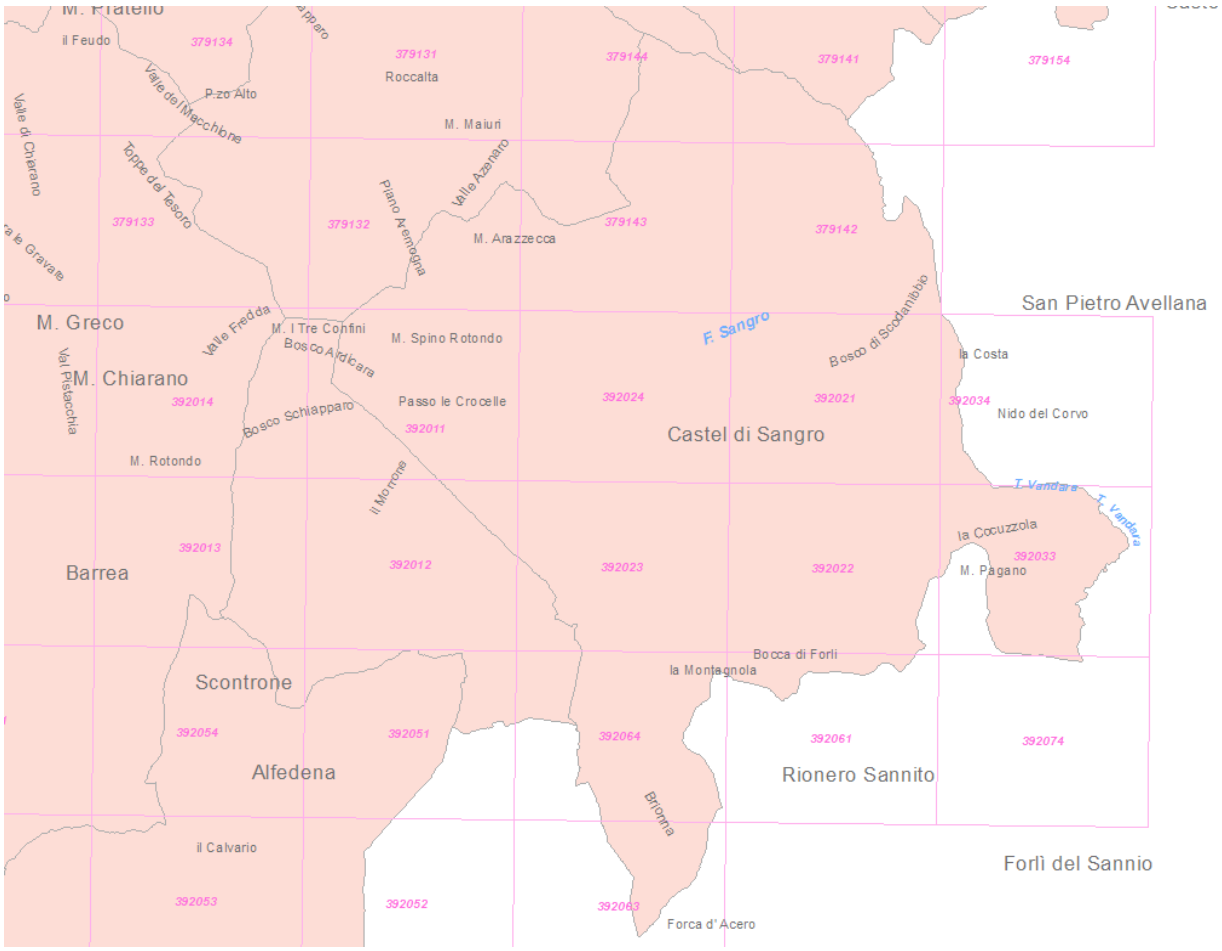


Fig.5 Quadro d'insieme della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000 del comune di Castel di Sangro

La topografia presenta un andamento piuttosto variabile con cambiamenti di pendenze in funzione della variabilità litologica. Zone a marcata acclività, con pareti talora sub-verticali sviluppate in corrispondenza dei termini litoidi, si contrappongono ad aree morfologicamente più blande in corrispondenza dei depositi di natura terrigena.

Il territorio presenta un andamento altimetrico vario, comunque prevalentemente montuoso. Le quote variano da 790 m a circa 1000 m s.l.m. nella zona circostante l'abitato di Castel di Sangro, da 950 a 1050 m s.l.m. nelle frazioni di Roccacinquemiglia e Pontone. Nella zona industriale la quota scende a circa 800 m s.l.m.

I principali rilievi dell'area si rilevano nell'intorno dell'abitato di Castel di Sangro, in particolare ad ESE con le alture di la Costa, La Cocuzzola e M. Pagano, a S con il rilievo de La Montagnola, ad W il Morrone, passo le Crocelle M. Spino Rotondo e a NW M. Arazzecca.

L'accettore idrico principale risulta essere il Fiume Sangro che, unitamente al suo affluente di destra idrografica, il F. Zittola, sagoma una valle alluvionale di modesta ampiezza e tendenzialmente asimmetrica.

2.0 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

SISMICITÀ STORICA

La sismicità storica è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11. Il database è stato realizzato nell'ambito delle "Banche dati e metodi macrosismici" dell' INGV.

La sismicità storica del territorio di Castel di Sangro è riassunta graficamente dal diagramma e nella tabella che seguono.

Numero di eventi: 30

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
9	1456 12 05	MOLISE	199	11	7.22 ±0.13
6-7	1693 03 24	Molise	5	6-7	5.26 ±0.78
8-9	1706 11 03 13:00	Maiella	99	10-11	6.83 ±0.16
5	1873 07 12 06:06	Monti della Meta	62	7-8	5.35 ±0.20
5	1882 06 06 05:40	Monti del Matese	52	7	5.27 ±0.25
NF	1899 07 19 13:18	Colli Albani	123	7	5.13 ±0.17
5	1901 07 31 10:38	Monti della Meta	76	7	5.23 ±0.17
3	1904 11 02 15:32	Marsica est	44	5-6	4.60 ±0.28
NF	1907 01 23 00:20	Adriatico centrale	93		5.06 ±0.15
3	1913 01 03 13:39	Marsica sud-est	44	5-6	4.66 ±0.25
3	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8	5.37 ±0.11
7	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
2	1915 09 23 18:07	Marsica	18		
3	1919 10 22 06:05	Anzio	142		5.48 ±0.15
3-4	1920 06 21 07:22	ATINA	21	5	4.68 ±0.21
3	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10	6.62 ±0.09
NF	1930 10 30 07:13	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
7	1933 09 26 03:33	Maiella	326	9	5.95 ±0.09
7	1936 07 31 05:46	CASTEL DI SANGRO	9	6	4.37 ±0.32
F	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8	5.68 ±0.07
3	1958 06 24 06:07	L'Aquila	152	7-8	5.21 ±0.11
4	1980 06 14 20:56	Marsica sud-est	69	5-6	4.99 ±0.09
4	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
4	1983 08 12 19:36	ROCCHETTA A VOLTURNO	53	5	4.78 ±0.09
6-7	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
NF	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6	4.65 ±0.09
2	1990 05 05 07:21	Potentino	1374		5.80 ±0.09
4	2000 10 25 08:42	Val Comino	57	5	4.17 ±0.15
4-5	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645		5.72 ±0.09
2-3	2003 06 01 15:45	Molise	516	5	4.50 ±0.09

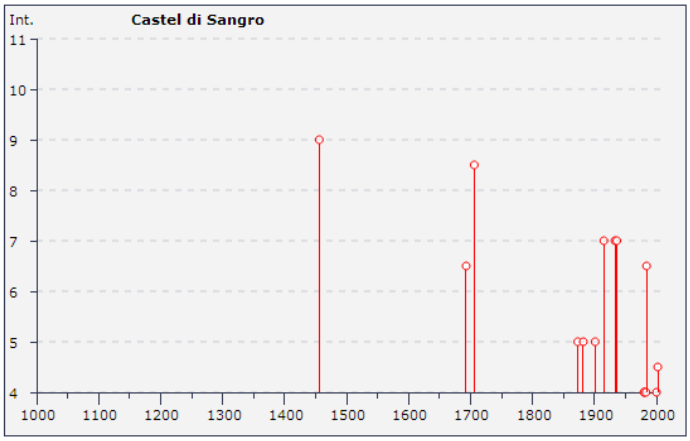


Fig.6 Nella tabella sono elencate le osservazioni aventi la maggiore intensità in scala MCS (Io)

L'area del Comune di Castel di Sangro è caratterizzata da un evento sismico accorso nell'anno 1936, nello stesso tempo durante la sua storia ha comunque risentito dei diversi eventi che si sono susseguiti nelle aree limitrofe a partire dal 1456. Quanto detto è altresì possibile consultarlo nel Catalogo dei Forti Terremoti Italiani (CFTI) promosso dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia.

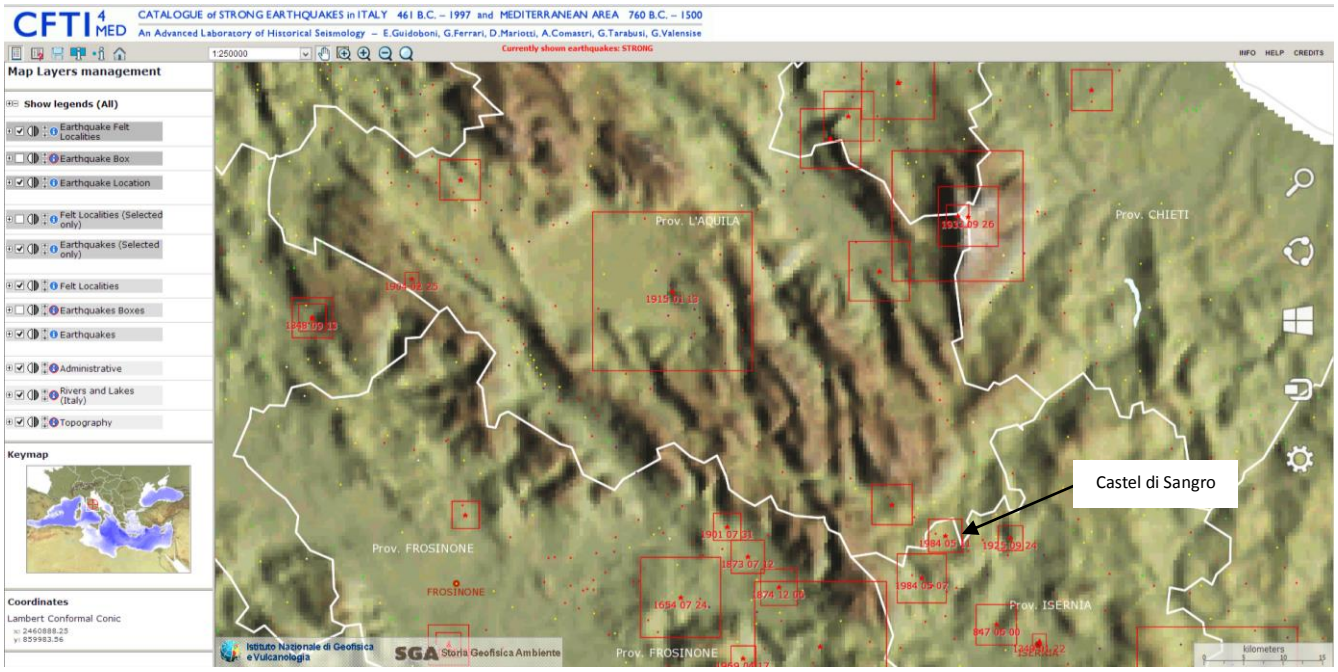


Fig. 7- Eventi sismici nel territorio limitrofo a Castel di Sangro. Immagine tratta da Ccatalogo dei Forti Terremoti Italiani http://storing.ingv.it/cfti4med/).

In base agli effetti risentiti nella ridefinizione del rischio sismico, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sulla G.U. n. 105 del 8.5.2003. il territorio comunale di Castel di Sangro risulta classificato come Zona sismica 1.

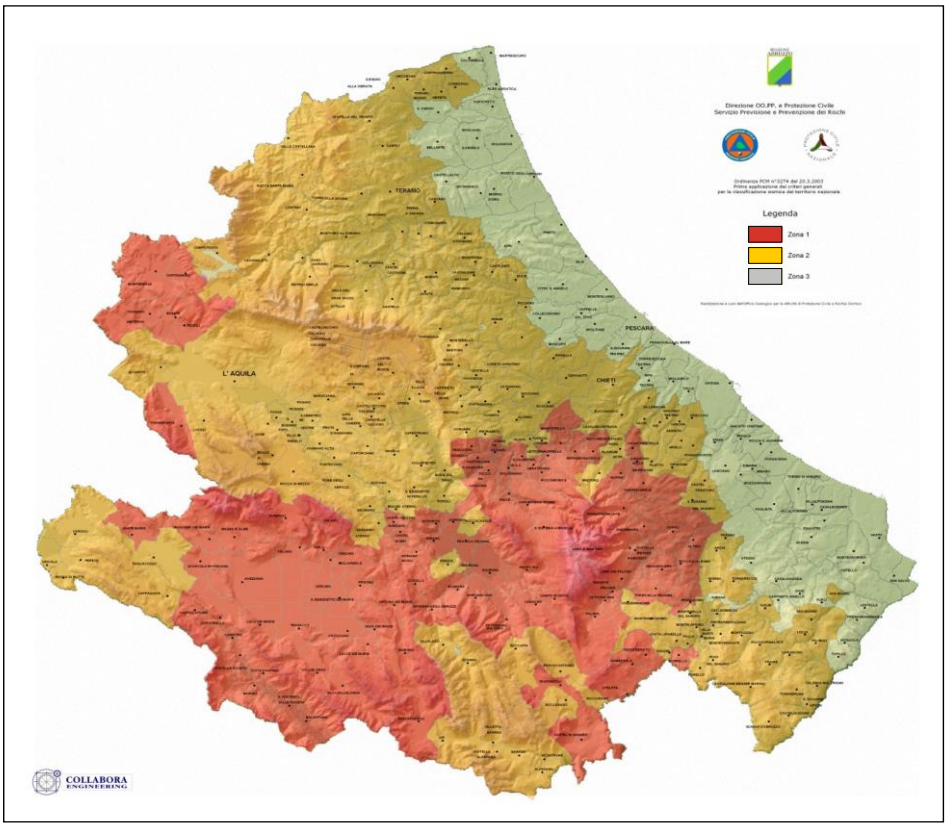


Fig. 8- Classificazione sismica vigente nella Regione Abruzzo

I dati riferiti sono relativi alla Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) redatta dall' INGV e resa attuativa attraverso l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006 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.

Successivamente nell'ambito del progetto INGV DPC S1 (2005-2007) sono state prodotte ulteriori mappe di pericolosità sismica per differenti probabilità di eccedenza in 50 anni basate sullo stesso impianto metodologico di MPS04.

Per quanto concerne l'accelerazione massima al suolo il territorio di Castel di Sangro, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, rientra in una fascia compresa tra 0,250-0,275 g.

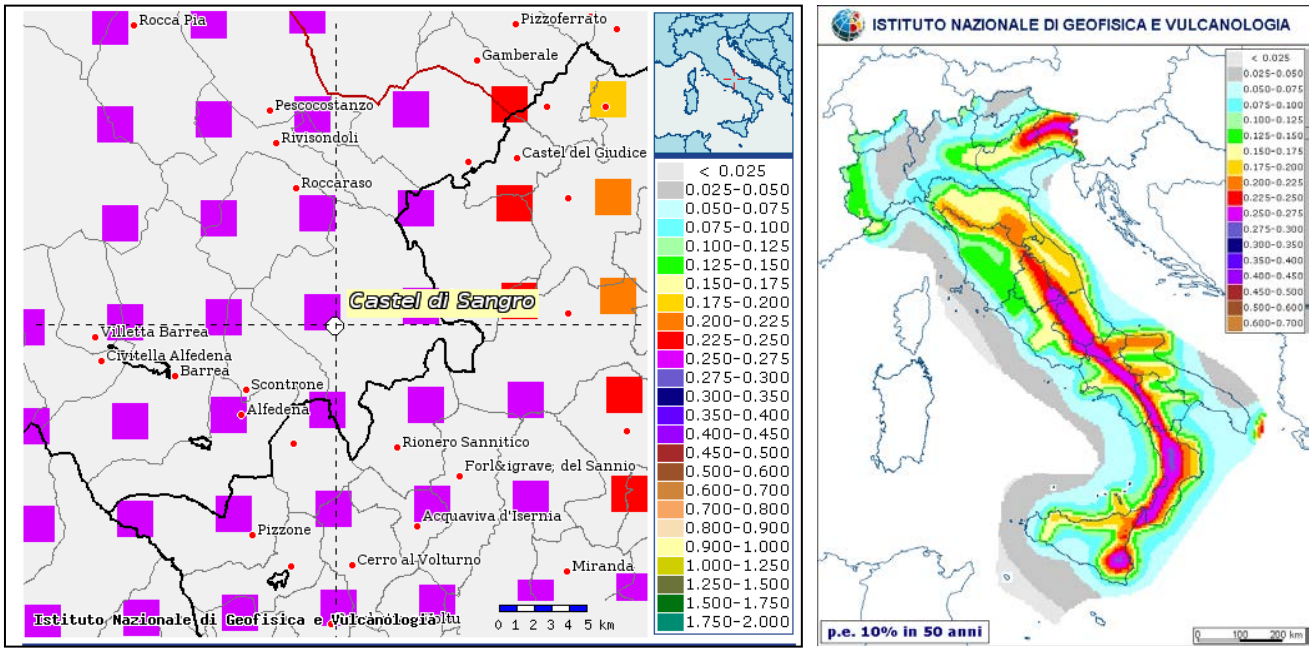
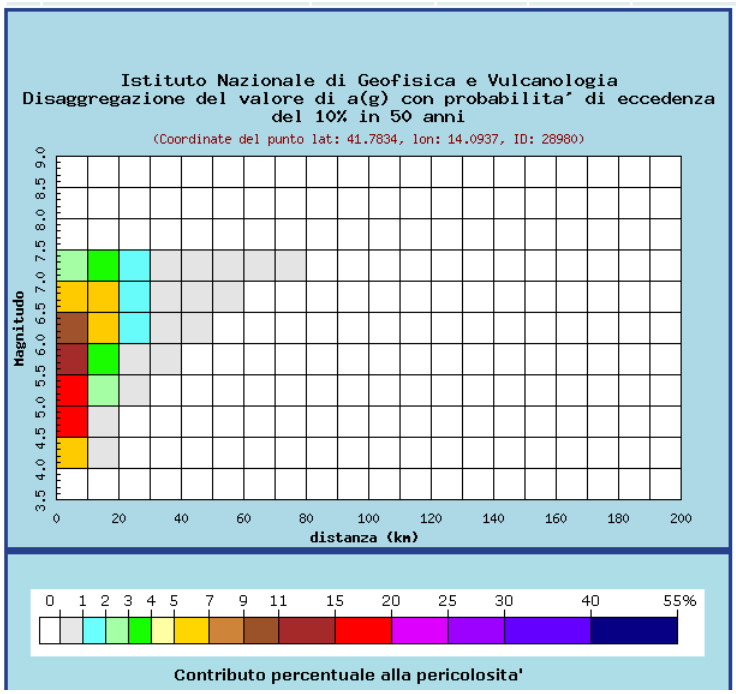


Fig. 9 - Carta di pericolosità sismica del territorio comunale di Castel di Sangro espressa in accelerazione orizzontale di picco con periodo di ritorno di 475 anni. A destra mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.

L'accelerazione massima raggiunge valori di PGA 0.267209 g come da O.P.C.M. 13 novembre 2010 n. 3907 attuazione dell'art. 11 del D.L. 28/4/2009 n.39.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 41.7834, lon: 14.0937, ID: 28980)										
	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	5.760	16.800	17.300	14.700	10.500	6.410	2.620	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.008	0.552	2.160	3.990	5.080	5.090	3.060	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.009	0.312	1.010	1.620	1.370	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.144	0.524	0.594	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.106	0.190	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.050	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	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
5.730	7.920	0.986

3.0 ASSETTO GEOLOGICO E ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

L'area in esame si pone in corrispondenza dell'Appennino centrale abruzzese e più precisamente nella zona di margine orientale della Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese a contatto con le sequenze bacinali (Miccadei, Geologia dell'area Alto Sagittario-Alto Sangro).

Questo settore dell'orogene appenninico si è strutturato durante il Neogene con la sovrapposizione di domini paleogeografici meso-cenozoici di piattaforma carbonatica e bacino, disposti longitudinalmente e trasversalmente alla catena (Parotto et alii, 2003).

3.1 PALEOGEOGRAFIA

Dal Miocene al Pleistocene l'intero settore appenninico è stato sottoposto ad un processo di sollevamento regionale connesso ad una tettonica distensiva che ha determinato lo sprofondamento di interi settori di catena lungo sistemi di faglie dirette, dando luogo a numerosi bacini intermontani quali la piana del Fucino, la Conca dell'Aquila, la Conca di Sulmona, colmati in seguito da successioni di depositi continentali (Cavinato, 1993; Miccadei et alii 1999).

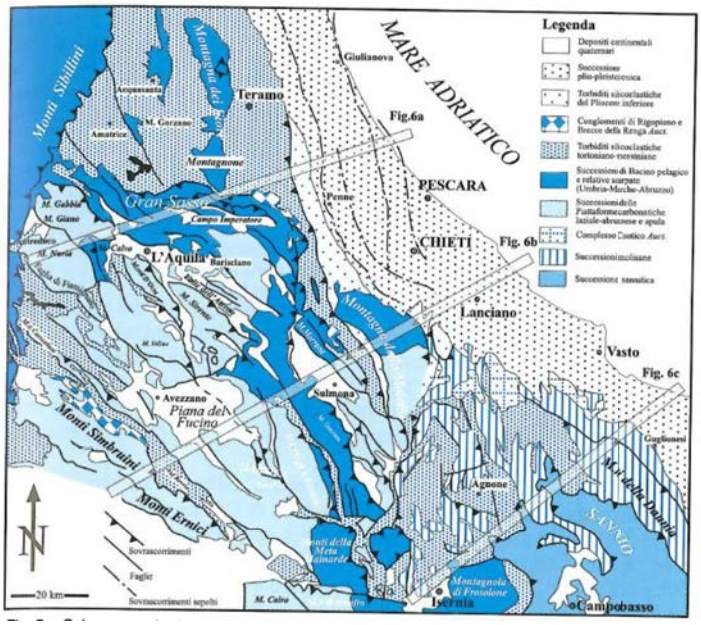


Fig. 10 – Schema geologico strutturale dell'Appennino centro-meridionale

La zona oggetto di studio si pone nel settore orientale della marsica al confine con le regioni peligne, ad E ed i rilievi del gruppo montuoso Monti della Meta-Mainarde, che emergono più a Sud. In questo esteso settore si rilevano le successioni carbonatiche di piattaforma laziale abruzzese sovrascorse sui depositi terrigeni silicoclastici messiniani.

Le successioni carbonatiche, che costituiscono l'ossatura dei principali rilievi Monte Pratello-Aremogna, Monte Calvario-Monte Rotella e Pizzalto e Monti Meta-Mainarde,

rappresentano vari ambienti di deposizione che dalle facies di retroscogliera, attraverso depositi di scarpata, passano a facies di mare più profondo, tutti depostesi in un regime tettonico globalmente distensivo.

Nel Paleogene il regime distensivo diventa compressivo e nel Miocene, con l'evolversi progressivo della catena appenninica si formano anche in quest'area bacini sedimentari marini, stretti e allungati a forte subsidenza, noti come avanfosse, che ospitano forti spessori di sedimenti terrigeni.

Affiorano infatti sedimenti torbiditici argilloso-arencei deposti tra il Miocene superiore ed il Pliocene inf. Contestualmente alla deformazione ed alla costituzione della catena nel bacino di avanfossa, in parte ascrivibili al dominio paleogeografico della piattaforma abruzzese in parte al bacino molisano.

Durante il Quaternario sistemi di faglie già attive dal Neogene che riprendevano, almeno in parte, vecchi allineamenti strutturali compressivi, si riattivano dando vita ad un nuovo processo tettonico distensivo.

Questo processo tettonico distensivo ha generato il paesaggio attuale, costituito da un'alternanza di zone tettonicamente ribassate, i bacini intermontani e da dorsali.

La posizione ribassata dei bacini, come nel caso della Piana delle Cinque Miglia, ha fatto si che ricevessero i detriti generati dall'erosione dei massicci circostanti e che in alcuni momenti della loro storia, venissero occupati da laghi più o meno estesi.

I depositi di riempimento dei bacini intermontani e le depressioni endoreiche, che affiorano in superficie sono costituiti principalmente da argille, limi, sabbie e depositi detritico-ciottolosi.

Il trasporto di questi materiali è avvenuto con modalità differenti ed è stato fortemente influenzato anche dalle condizioni climatiche. Acqua, ghiaccio e gravità si sono contesi il trasporto verso valle di grandi volumi di detrito, ridistribuito poi in seguito dalle acque meteoriche o di disgelo.

3.2 ASSETTO TETTONICO

L'assetto tettonico dell'area marsicana è principalmente legato ad una fase deformativa compressiva a vergenza nord-orientale di età mio-pliocenica e ad una successiva fase distensiva plio-quaternaria (Miccadei, 1993, Corrado et alii, 1990). Le strutture compressive sono dislocate da faglie normali e transtensive ad alto angolo di inclinazione e prevalente immersione occidentale, appartenenti ad un sistema regionale che si sviluppa in direzione NNW-SSE attraverso l'intero Abruzzo centro meridionale, lungo l'allineamento Ovindoli-Fucino-M. Grande-Barrea-Castelnuovo a Volturno (fig.11).

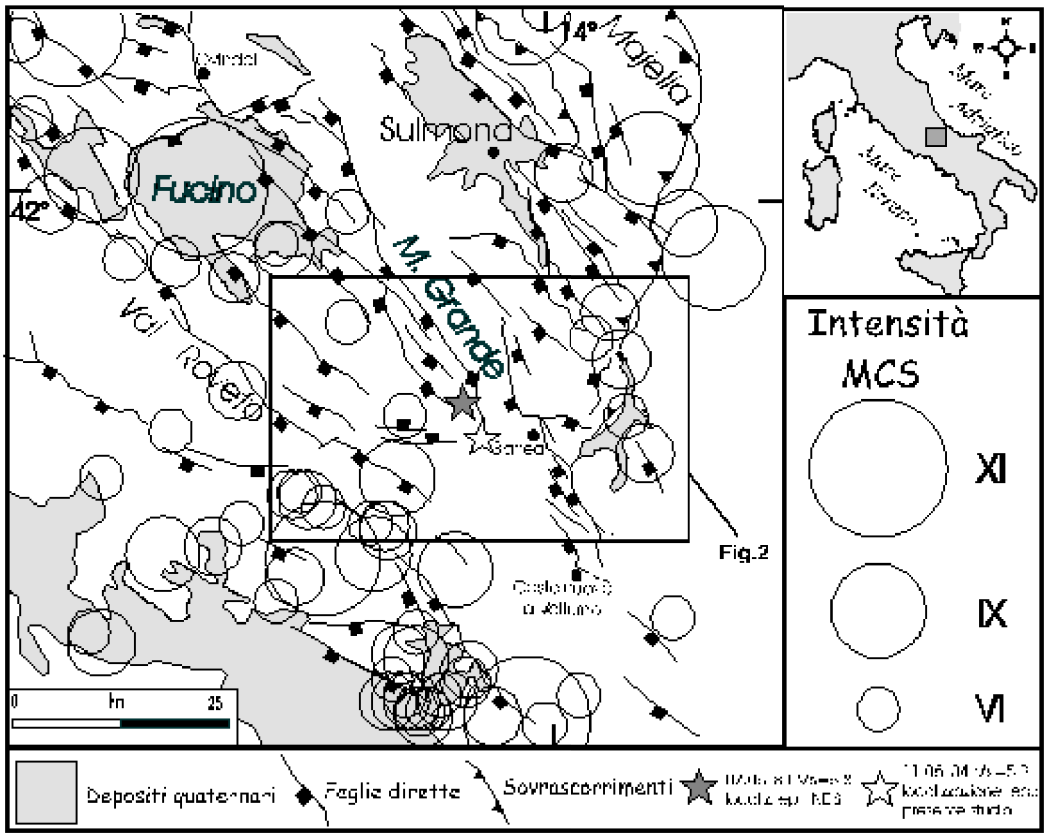


Fig. 11 – Schema strutturale dell'Abruzzo centro-meridionale raffigurante i principali lineamenti tettonici distensivi plio-quaternari e gli epicentri dei terremoti storici con intensità epicentrale superiore o uguale al VI grado della Scala MCS accaduti fra l'anno 1000 ed il 1980. (catalogo NT4.1, Camassi & Stucchi, 1996).

Un recente ed inedito rilevamento geologico-strutturale relativo al settore marsicano sud-orientale ha consentito di definire in maggior dettaglio la geometria ed entità di raccorciamento delle strutture compressive, che risultano spesso controllate dalla preesistente configurazione paleogeografica, nonché i rapporti geometrici fra le strutture

compressive e le successive deformazioni distensive (Di Matteo, 1998; Pace, 1998). Elemento tettonico di particolare rilievo è risultato essere la faglia che disloca ad ovest, con un rigetto di tipo diretto, la dorsale carbonatica della Montagna Grande, già nota in letteratura come "Linea Alto Sangro-Giovenco" (Colacicchi, 1967). Tale struttura è costituita da un segmento settentrionale, qui denominato faglia di Monte Marsicano, che si sviluppa in direzione appenninica (N145°) e da un segmento meridionale, qui denominato faglia della Valle del Sangro, che si sviluppa per circa 10 km in direzione N100° dall'abitato di Opi a Barrea. La faglia di Monte Marsicano immerge mediamente verso WSW di circa 60°; quella della Valle del Sangro verso SSW di circa 80°. Quest'ultima rappresenta una zona di taglio transpressiva sinistra della fase tettonica mio-pliocenica, riattivata in transtensione destra durante la fase distensiva pleistocenica ed attuale.

Le faglie minori, associate ad entrambi i segmenti, sono rappresentate da piani striati con direzioni di scorrimento prevalentemente verso S e verso SSW.
La faglia della Valle del Sangro trova la sua continuazione meridionale in un sistema di faglie dirette, denominato "Sistema di Barrea" che si sviluppa, con direzione NNW-SSE ed immersione WSW, dall'abitato di Barrea a Castelnuovo a Volturno.

3.3 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

Il territorio in esame presenta un assetto litostratigrafico e geologico in "sensu latu" molto complesso.

Si è detto in precedenza che il territorio è interessato da diverse successioni stratigrafiche e quindi da diversi ambienti paleogeografici che vanno da piattaforma e soglia, fino ad ambienti di transizioni pelagica passando per ambienti di scarpata.

Le dorsali montuose che caratterizzano l'area in esame sono costituite da successioni sedimentarie, essenzialmente carbonatiche, di età mesozoica e sono il piccola parte cenozoica, mentre lungo le valli e in corrispondenza dei bacini intermontani e delle conche endoreiche, affiorano ampiamente i depositi terrigeni tardo-miocenici; diffusi in tutta l'area, anche con notevoli spessori, sono infine i depositi continentali quaternari.

In seguito sono descritti i principali caratteri geologici e strutturali dell'area facendo riferimento alla Carta Geologica Ghisetti e Vezzani al Foglio geologico n° 153 Agnone, alla Carta geomorfologica della Piana di Castel di Sangro (Capelli, Miccadei, Raffi).

La carta geologico-tecnica prodotta, derivata da un accurato rilevamento di campagna, è strutturalmente definita sulla base delle indicazioni ripetute nelle Linee Guida della Regione Abruzzo "Standard di Rappresentazione cartografica e archiviazioni informatica – Versione 1.2", pertanto in essa sono contenute tutte le informazioni geologiche, geomorfologiche, litotecniche e idrogeologiche rilevate nell'area e in particolare si sono distinte:

1) Unità geologiche continentali (U.G.Q.);
2) Unità geologiche marine (U.G.M.)
3) Unità litotecniche distinte in due categorie; substrato geologico rigido e non rigido e terreni di copertura
4) Caratteristiche geomorfologiche: sono state individuate forme di dissesto, forme associate e depositi che possono determinare amplificazioni (conoidi, creste) e loro stato di attività; forme topografiche, orli di scarpata morfologica e orli di terrazzo fluviale;

5) Caratteristiche idrogeologiche: sono stati individuati i principali corsi d'acqua a carattere perenne, specchi lacustri e aree con falda a profondità dal p.c. < di 15.0 m
6) Elementi tettonico-strutturali;
7) Grado di fratturazione e valore Jv

Nella descrizione delle diverse unità che compongono la stratigrafia del substrato, si è considerato un areale più ampio di quello di diretto interesse.

UNITÀ MARINE (U.G.M)

Nel territorio comunale di Castel di Sangro affiorano i seguenti termini litostratigrafici dal più antico al più recente:

Flysch di Agnone (FLA) Messiniano

La formazione presenta vasti affioramenti nel settore orientale dell'abitato di Castel di Sangro occupando tutta la zona a quote più elevate da N verso S, Massiccio Don Camillo, Loc.tà Fugnarde, Coste della Madonna, Colle Rotondo fino alla periferia sud-orientale del centro cittadino.

Ad ovest occupa i versanti di Colle delle Forche sviluppandosi lungo una lingua alla base della Loc.tà Casadonna.

Nella zona industriale la formazione affiora sul versante Colle Secco e più ad Est nelle Loc.tà Masseria Castellano e Masseria Ricino ecc. Infine nelle zone Pontone-Roccacinquemiglia la formazione flyschoide riveste i rilievi di loc.tà le Pesche e parte dell'abitato di Roccacinquemiglia.

Gli affioramenti sono spesso mascherati da potenti spessori di depositi detritici e da forme gravitative associate a scorrimenti e colate.

Il Flysch di Agnone è la formazione marina più recente presente nel settore in esame.

E' costituita da un'alternanza pelitico-arenacea con intercalazioni calcarenitico-calciruditiche, sono presenti strati e banchi di arenarie e arenarie grossolane grigio-giallastre, intercalazioni di calcari marnosi, calcareniti e conglomerati.

La formazione affiora come unità litotecnica lapidea (B) ed è classificata come una roccia la cui componente pelitica è sempre predominante con inclusione di olistoliti (Bc). Nell'area di rilevamento il Flysch di Agnone prevale nella facies arenaceo-argillosa (Fig. 14), localmente si osservano blocchi calcarei imballati nel materiale terrigeno.

L'unità si presenta in contatto tettonico con la Formazione di Gamberale-Pizzoferrato e con la formazione di Soglia di Avanfossa, mediante sovrascorrimento e in contatto stratigrafico con le formazioni continentali.

Si riportano di seguito alcune immagini che documentano il passaggio litologico con le formazioni sopra menzionate; in particolare nella zona denominata Fornace, ad ovest dell'abitato di Castel di Sangro, il taglio della strada mostra il passaggio stratigrafico con i depositi terrazzati (at1) (Fig. 12-13) e i depositi detritici di versante (ver) nei pressi del cimitero (Fig.15).

FIG 12. – Loc.tà casadonna. Passaggio stratigrafico tra l'unità alluvionale terrazzata (at1)e il flysch di Agnone (FLA). A destra particolare del limite stratigrafico.

FIG. 13– Affioramento del Flysch di Agnone in facies arenaceo-argillosa in prossimità del cimitero comunale.

FIG.14 – Particolare della formazione “Flysch di Agnone”in facies sabbiosa in contatto con i depositi glaciali (gla) di genesi quaternaria.

Fig.15 – Passaggio stratigrafico tra i depositi detritici di versante, rilevati nell’area retrostante il cimitero comunale, e il Flysch di Agnone in facies arenaceo-marnosa.

FORMAZIONE DI GAMBERALE- PIZZOFERRATO (FGP)

La formazione si rileva a NW dell'abitato di Castel di Sangro nella zona del Castello fino all'antico centro-urbano.

Ulteriore affioramento si rinviene nel nucleo storico dell'abitato di Roccacinquemiglia e su tutto il versante dell'area Fonte Vecchia.

La litologia è rappresentata da alternanze di conglomerati ben cementati in banchi di spessore plurimetrico e calciruditi bioclastiche con selce in banchi da 3 a 5 metri.

Pertanto si presenta come unità litotecnica lapidea (A) con bancate il cui spessore è superiore a 3 metri.

Questa formazione si presenta costantemente con rapporto tettonico di sovrascorrimento rispetto la Formazione del Flysch di Agnone , la sua conformazione prevalente è di scaglia tettonica isolata.

All'osservazione visiva la formazione di Gamberale-Pizzoferrato è molto fratturata nella zona del "Castello" di Castel di Sangro., mentre in corrispondenza delle rupi che costituiscono il centro storico di Roccacinquemiglia i calcari sono meno alterati e presentano un minor grado di fratturazione (Fig. 16 –17).

Fig. 16 - . Formazione di Gamberale Pizzoferrato. L'affioramento è presente NE dell'abitato di Roccacinquemiglia. Il grado di fratturazione della roccia è molto spinto con Jv compreso tra 27-33

Fig. 17- Formazione di Gamberale Pizzoferrato. Affioramenti nel pressi della Frazione Roccacinquemiglia. L'ammasso roccioso si presenta intensamente fratturato con indice Jv compreso tra 59-81

FORMAZIONE DI SOGLIA DI AVANFOSSA (CIC)

La formazione si rileva a NW dell'abitato di Castel di Sangro.

La litologia è rappresentata da alternane di calcari micritici e biomicritici mal stratificati con frammenti di Idrozoi e Coralli della serie del M. Arazecca.

Pertanto si presenta come unità litotecnica lapidea (A) con bancate il cui spessore è superiore a 3 metri.

Questa formazione si presenta con rapporto tettonico di faglia diretta rispetto la Formazione del Flysch di Agnone , rappresenta il blocco di letto.

All'osservazione visiva la formazione si presenta massivo.

Fig. 18 - . Formazione di Soglia di avanfossa.

La formazione occupa un'area periferica rispetto allo studio condotto, a monte del tracciato stradale della S.S. n. 17, in zone esterne a quelle di interesse urbanistico.

UNITÀ CONTINENTALI QUATERNARIE (U.G.Q)

I depositi quaternari sono rappresentati in tutta l'area in esame, l'età è riferibile all'intervallo Pleistocene sup. – Olocene.

Sono costituiti principalmente da depositi detritici di versante, depositi di frana, depositi glaciali e depositi alluvionali.

Depositi detritici (ver)

Nell'area in esame sono state riconosciute e cartografate due diverse unità litotecniche che costituiscono i suddetti depositi. Le quote di affioramento variano da 960 m a 820.0 m e da 800.0 a 795 m s.l.m.. Nella porzione nord-occidentale dell'abitato di Castel di Sangro i depositi di versante sono costituiti da brecce eterometriche e clasti prevalentemente calcarei (di diametro compreso tra 2 e 60 mm E2), da moderatamente addensate a cementate, organizzate in strati spessi da 5 a 20.0 m (E2lla) (Fig. 19).

In particolare, nella zona prossima a Fonte S.Ilario, Acqua sorgente, rispettivamente a SW e a NNE del cimitero, e ad ovest del cimitero di Castel di Sangro, i depositi di versante si presentano grano-sostenuti con medio grado di cementazione (c1) (Fig. 20).

A Nord-est dell'abitato di Castel di Sangro l'unità detritica presenta una granulometria mista con assetto caotico, non cementato (zz) (Fig. 21). Sulla sommità di Colle delle Forche, il detrito si presenta rimaneggiato.

I depositi passano lateralmente, con contatto di tipo stratigrafico, ai depositi alluvionali e ai depositi flyschoidi delle unità marine (Flysch di Agnone).

Dott. Geol. Eustachio Pietromartire
Via Fontevecchia, 4
65010 Spoltore (PE)

Fig. 19 - . Depositi detritici di versante cementati in loc.tà Acqua Sorgente, a nord del cimitero di Castel di Sangro. In basso affioramento detritico rilevato in loc.tà Colle delle Forche, in corrispondenza del cimitero.

Fig. 20 - Versante costituito da depositi detritici appartenenti all'unità litotecnica ver –E2lla a Nord del cimitero di Castel di Sangro a valle della S.S.n.17. Sotto particolare dell'affioramento.

Fig. 21 – Detrito di versante (ver) rilevato in un affioramento nell'area sottostante il Castello, in prossimità dell'antica neviera.

Depositi alluvionali terrazzati (at1-at2)

I depositi alluvionali occupano gran parte del territorio indagato e sono stai distinti in due unità litotecniche at1 e at2.

La prima, at1, affiora esclusivamente in un piccolo lembo conservato tra la loc.tà Fornace e Fonte Casadonna ad ovest di Castel di Sangro. Il deposito, di età pleistocenica, è costituito da ghiaie e ghiaie in matrice limoso-sabbiosa (E3). I clasti sono prevalentemente calcarei, con ciottoli di dimensioni centimetriche arrotondati, immersi in una matrice limoso-sabbiosa di colore marrone-rossastra, addensato (Ia) (Fig. 22).

Fig. 22 - Affioramento di deposito alluvionale terrazzato di età pleistocenica (at1) rilevato tra Loc.tà Fornace e Fonte Casadonna in sinistra idrografica del F.Sangro.

L'unità at2 ha un notevole sviluppo in tutta la porzione meridionale del nucleo abitato di Castel di Sangro e nella zona industriale, lungo le valli del Fiume Zittola e del F.sso Passartano. A nord dell'abitato di Castel di Sangro, in corrispondenza della confluenza tra il F. Zittola e il Fiume Sangro, l'affioramento si riduce in uno stretto corridoio per poi estendersi di nuovo a nord dell'abitato.

Nell'ambito dell'unità geologica at2, nel corso del rilevamento sono state riconosciute due unità litotecniche; la prima costituita da ghiaie sabbiose addensate (E3lb), quindi depositi prevalentemente clasto sostenuti eterogenei ed eterometrici sub-arrotondati e in matrice sabbioso-limosa (Fig. 23).

Fig. 23 - Affioramento di deposito alluvionale terrazzato appartenente all'unità geologica (at2) e all'unità litotecnica E3lb, rilevato all'interno di una proprietà privata in prossimità del F. Zittola.

La seconda unità litotecnica, presente unicamente in destra idrografica del F. Zittola, è caratterizzata da una composizione granulometrica di natura coesiva a moderato grado di consistenza. L'unità è costituita da limi e limi sabbiosi di spessore plurimetrico (F1IV).

Depositi alluvionali attuali (all)

Nel complesso l'unità geologica è presente lungo il corso d'acqua principale del Fiume Sangro con maggiore sviluppo in destra idrografica.

Si tratta di depositi prevalentemente sciolti caratterizzati da ghiaie costituite da clasti eterometrici di matrice calcarea e subordinatamente arenacea, di dimensioni da centimetriche a decimetriche. I clasti hanno forma discoidale e sferoidale con grado di arrotondamento da sub-angolare ad arrotondato a tessitura immatura (Fig. 24). In subordine si intercalano sabbie e limi (allE3IVb).

Lo spessore del deposito può variare da 3 a 20 m.

Fig. 24 - Depositi alluvionali (all) recenti e attuali del F. Sangro

Deposito di frana (fra)

I depositi di frana nel territorio indagato si presentano con una natura granulometrica mista, differenziata da luogo a luogo per litologia e tessitura, in relazione al tipo di substrato coinvolto nel dissesto.

La loro diffusione è maggiore in corrispondenza dei versanti orientali dell'abitato di Castel di Sangro e nella zona Pontone e Roccacinquemiglia.

Si tratta di depositi principalmente argilloso-limosi quando le frane coinvolgono i depositi delle successioni terrigene (Fig.25) e che possono contenere blocchi o frammenti calcarei se sono interessati i depositi continentali di copertura.

Nel caso di coinvolgimento del substrato carbonatico i depositi sono formati da grossi blocchi calcarei con matrice più o meno abbondante. Lo spessore varia in funzione dell'estensione e della tipologia della frana.

Fig. 25 - Piccole frane di colamento che interessano la Formazione flyschoide (Flysch di Agnone) in prossimità di Fonte Casadonna (sx idrografica del Fiume Sangro)

Deposito glaciale (gla)

In località Pontone, a NW ed E della frazione, a quote di circa 1000 m s.l.m., affiorano sedimenti detritici costituiti da blocchi calcarei e conglomeratici di dimensioni metriche con abbondante matrice argillosa e sabbiosa a granulometria medio-grossolana, disposti in assetto caotico, non stratificato, riferibili a depositi glaciali (meglio conosciuti come rock glaciers) (Fig. 26).

L'aspetto complessivo del deposito è quello di una colata con una forma a lingua, il cui movimento è il risultato di ripetuti spostamenti degli elementi detritici a seguito delle trasformazioni del ghiaccio e dell'acqua contenuti nel deposito. Tali colate hanno origine da falde detritiche dei circhi e dei versanti montuosi in genere.

I blocchi e i clasti che compongono il deposito si presentano con ciottoli sfaccettati, striati, talora a spigoli smussati con eterogeneità granulometrica e composizionale sia verticale che orizzontale.

La natura dei ciottoli è eminentemente calcarea, ma sono presenti, anche se rari, ciottoli arenacei, conglomeratici selciferi a testimonianza di una apporto esterno.

In corrispondenza di alcuni trovanti è riconoscibile il trasporto subito, con sottili strie, superfici levigate e forme di abrasione (Fig. 27).

Nell'area in esame i depositi glaciali, oltre che per la loro organizzazione interna, che si può osservare solo in corrispondenza di scavi o di sezioni, sono riconoscibili per la presenza di rocce che non sono direttamente affioranti in questo settore, in senso geologico, ma che vi sono stati portati proprio dall'antico ghiacciaio roccioso.

Il deposito non contiene ormai più ghiaccio all'interno pertanto esso può essere considerato in uno stato fossile, ormai stabilizzato.

Fig. 26 – Frazione Pontone. Particolari dell'unità geologica glaciale costituita da blocchi calcarei e conglomeratici in matrice argilloso-sabbiosa

Dott. Geol. Eustachio Pietromartire
Via Fontevecchia, 4
65010 Spoltore (PE)

Fig. 27 – Particolari di forme di abrasione rilevate su alcuni blocchi calcarei facenti parte del deposito glaciale in Fraz.ne Pontone.

3.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Le principali forme di modellamento rilevate nell'area di indagine sono legate a diversi processi geomorfologici; tali forme e processi sono stati definiti per mezzo di un accurato rilievo geomorfologico di dettaglio che ha avuto come base cartografica di riferimento la Carta geomorfologica allegata al Piano Stralcio di Bacino (PAI) (fig.35). Tale cartografia allo stato attuale non risulta aggiornata sul sito della Regione Abruzzo ma è stata oggetto di successivi aggiornamenti.

In linea generale l'orografia locale è articolata da rilievi con dorsali allungate secondo le direzioni comprese tra NE-SW e NW-SE con quote comprese tra 900-1000 m nell'area di Castel di Sangro e 1100 m nella Frazione di Roccacinquemiglia.

I principali rilievi sono separati dalle valli fluviali dei Fiumi Sangro, corso d'acqua principale, del Fiume Zittola, suo affluente di destra idrografica e F.sso Passartano, che insieme danno forma ad ampie aree sub-pianeggianti (quote comprese tra 780 e 800 m s.l.m.) a cui si affiancato aree anche a forte acclività (Fig.27-28-29-30).

Il reticolo idrografico è ben sviluppato, il Fiume Sangro nel tratto in esame è completamente canalizzato entro argini artificiali fino all'abitato di Castel di Sangro, a Nord di Ponte della Maddalena riprende il suo regolare deflusso. Il Fiume Zittola presenta un pattern moderatamente meandriforme.

Fig. 28 - Foto panoramica di Castel di Sangro dalla base del versante del Castello, si nota l'assetto pianeggiante della valle fluviale in contrapposizione ai versanti impostati sulle formazioni flyschoidi. Affiora nella porzione sommitale uno sperone roccioso appartenente alla Formazione di Gamberale

Fig. 29- Foto panoramica della valle che da Piana delle Cinque miglia porta a Castel di Sangro. I versanti sulla destra sono coperti da depositi detritici di versante

Fig. 30 - Panoramica della Frazione Pontone e dei rilievi circostanti (M.Spino Rotondo e Monte Arazecca) vista da Roccacinquemiglia. La morfologia è caratterizzata da rilievi edificati su formazioni carbonatiche

Fig. 31 - Panoramica della valle del Sangro dall'abitato di Roccacinquemiglia in direzione SSE. I rilievi in destra e sisnistra idrografica dell'asta fluviale sono caratterizzati da formazioni prevalentemente flyschoidi, la morfologia si presenta più dolce e meno accidentata.

Le principali forme rilevate nel territorio sono legate a diversi fattori: forme strutturali, forme di versante dovute alla gravità, forme dovute alle acque correnti superficiali, forme glaciali e di natura antropica.

Le forme strutturali rilevate sono legate alla tettonica con particolare riferimento alle scarpate che si sviluppano lungo i sistemi di faglie al contatto tra litotipi terrigeni del Flysch di Agnone con i litotipi calcarei della Formazione di Gamberale-Pizzoferrato.

I fronti di contatto tettonico, tra le diverse litologie calcaree e argillose, si presentano generalmente molto acclivi e, in particolari condizioni strutturali (elevato grado di fratturazione, strati a franapoggio) i versanti possono mostrare segni di instabilità, generalmente con fenomeni di crollo (Fig. 34).

FIg. 32 - Versante S-SE del “Castello” . L’ammasso roccioso si presenta intensamente fratturato.

Sul rilievo morfologico del “Castello” di Castel di Sangro si individua una cresta in corrispondenza delle massime altezze del rilievo (Fig.33).

Fig.33 - Particolare della cresta calcarea su cui sorge “Il Castello”

Tra le forme di versante dovute alla gravità, nel territorio si riconoscono varie tipologie che presentano un diverso stato di attività, prevale tuttavia lo stato quiescente.

Le forme in roccia, riferibili a crolli e/o ribaltamenti sono state rilevate in corrispondenza dell’alto morfologico su cui si colloca “il Castello” e sul versante sud-occidentale del rilievo; tali forme sono correlate all’elevato grado di fratturazione della roccia, a processi crioclastici (gelo-disgelo, intense precipitazioni) e all’elevata acclività.

Fig.34 - Loc.tà Il Castello - Zona Capoluogo. Fenomeni franosi riconducibili a crolli e ribaltamenti in corrispondenza del versante sud-orientale del rilievo

Altre forme, tipo scorrimenti, colamenti, deformazioni superficiali lente (soliflusso) coinvolgono prevalentemente i versanti impostati nei litotipi flyschoidi.

Alla periferia est dell'abitato di Castel di Sangro la cartografia PAI perimetra il territorio con forme associate a deformazioni superficiali lente (soliflusso), attive e quiescenti. I rilievi di campagna hanno mostrato evidenze di tali fenomeni solo in corrispondenza dei versanti in destra e sinistra idrografica dei piccoli fossi che solcano l'area. L'intensa urbanizzazione e i cospicui interventi antropici su tale versante mascherano le evidenze di tali fenomeni.

In corrispondenza dei versanti ad ovest di Castel di Sangro, in sinistra idrografica del Fiume Sangro, sono presenti estese aree interessate da fenomeni di scorrimento allo stato quiescente e inattivo. Lo stato di attività è stato aggiornato precedentemente a seguito di uno studio di Compatibilità Idrogeologica (Area Casadonna) e recentemente modificato dalla I° Variante PAI; lo scenario che è stato modificato ha come codice di individuazione (Carta Inventario PAI) 0660042000. Pertanto nella Carta Geologico-tecnica ci si è attenuti allo scenario aggiornato in accordo con l'Amministrazione comunale che non intende promuovere alcuna osservazione in corso di istruttoria.

Le principali forme dovute all'azione dell'acqua come agente morfogenetico sono prevalentemente legate all'azione fluviale, e sono rappresentate dalle superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso, localizzate sui rilievi collinari circostanti l'abitato di Castel di Sangro.

Dalla lettura della cartografia PAI la frazione Pontone è investita da una frana complessa quiescente (Codice IFFI 0660177300). Nel sito, come ampiamente illustrato nel capitolo precedente, affiorano i depositi glaciali (gla); nella fase di trasporto il ghiacciaio ha prelevato e trasportato al fronte e alla base una gran quantità di detriti di tutte le dimensioni. L'aspetto complessivo è quello di una colata che prende origine dalle falde detritiche dei circhi e più in generale dei versanti montuosi. La presenza o meno di ghiaccio, all'interno del deposito morenico, determina lo stato di attività; nel caso in questione si tratterebbe di una forma fossile

perché non contenente più ghiaccio ed ormai colonizzata da svariate specie arbustive.

L'assetto caotico del deposito, tuttavia, ad oggi, rende problematica la loro distinzione da frane vere e proprie pertanto sarebbe necessario un maggior grado di approfondimento anche in virtù del notevole sviluppo antropico dell'area e dell'importanza che riveste per la Città di Castel di Sangro dal punto di vista turistico.

Tra gli elementi antropici presenti rivestono importanza la presenza di argini artificiali del F. Sangro e del F. Zittola in corrispondenza dell'abitato di Castel di Sangro fino alla confluenza.

Rientrano, inoltre, in questa categoria tutte le opere presenti sul territorio che hanno avuto come agente modificatore l'intervento umano. Tra di esse, quelle prese in esame nell'area di studio sono rappresentate principalmente da orli di scarpata antropica localizzate a ridosso delle principali infrastrutture viarie.

Dott. Geol. Eustachio Pietromartire
Via Fontevecchia, 4
65010 Spoltore (PE)

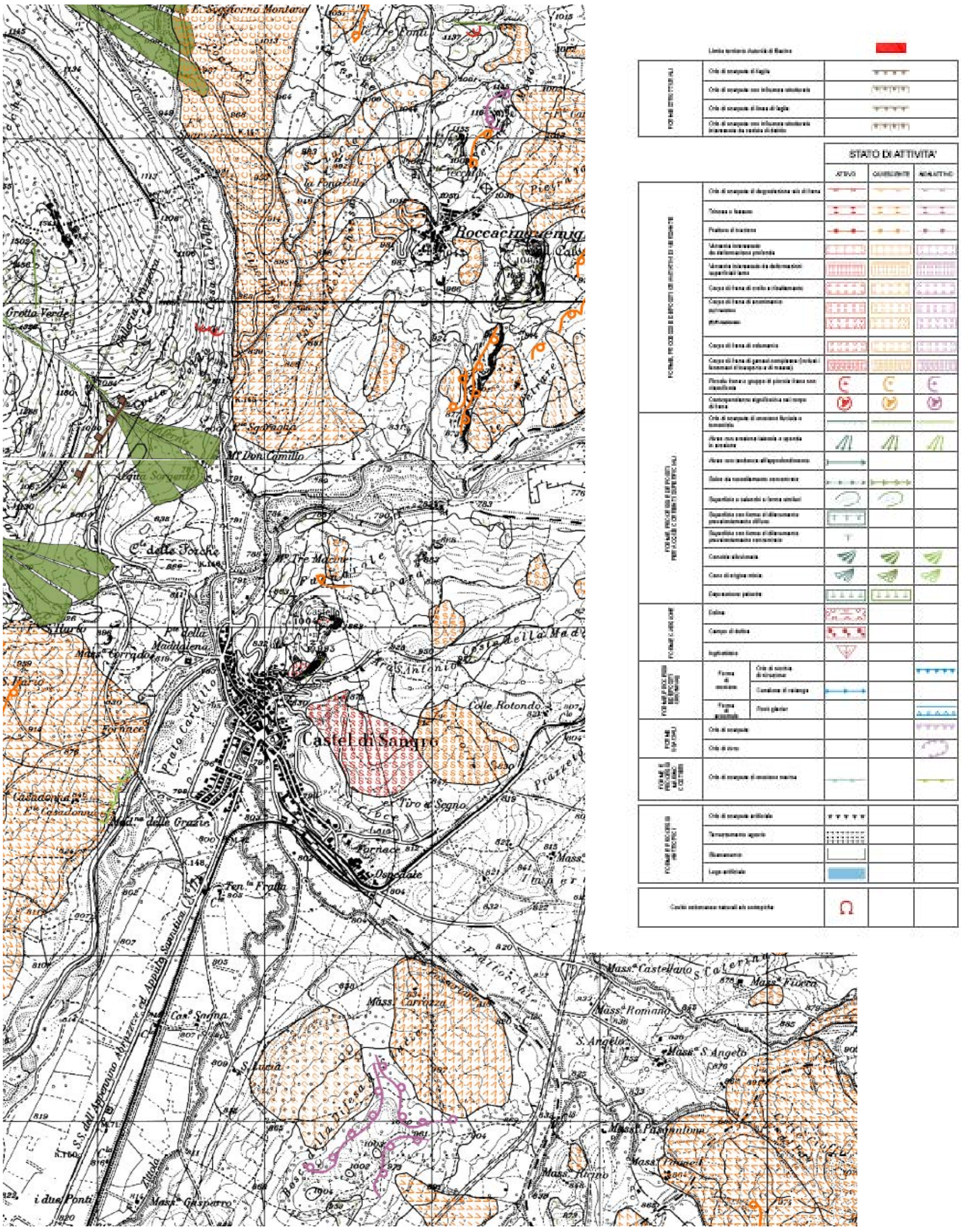


Fig.35 – Carta Geomorfologica allegata al Piano Stralcio di Bacino PAI- Stralcio tratto dal sito ufficiale della Regione Abruzzo – Cartografia PAI

3.5 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il territorio presenta una notevole variabilità litologica, la circolazione idrica sotterranea è quindi influenzata sia da diversi rapporti di permeabilità che caratterizzano le formazioni sia dall'assetto strutturale.

La struttura idrogeologica più importante è rappresentata dal complesso carbonatico che caratterizza i principali rilievi montuosi in destra e sinistra idrografica della Valle del Sangro.

Nell'area in esame sono stati identificati i seguenti complessi idrogeologici:

- *Complesso dei Calcari* : Il complesso è dotato di permeabilità molto elevata, capace di assorbire quasi integralmente le precipitazioni meteoriche. È sede di acquiferi articolati ed imponenti che alimentano sorgenti di notevole interesse ambientale ed economico. Il complesso calcareo presenta una permeabilità anche notevole sia per fratturazione che per carsismo. Il sistema di circolazione può comunque essere influenzato dalla presenza di faglie che rappresentano soluzioni di continuità. Il contatto tettonico intercorrente tra il Flysch di Agnone e il rilievo carbonatico del Castello o di Roccacinquemiglia può dar luogo a sorgenti per "soglia di trabocco".

- *Complesso dei Flysch:* Depositi torbiditici sinorogenici, argilloso-arenacei di diversa età e natura. Questo complesso è privo di permeabilità significativa e svolge una funzione di tamponamento periferico delle strutture carbonatiche. Tuttavia le differenze relative in chiave di permeabilità intercorrenti tra i termini più o meno arenacei o marnosi contribuiscono alla formazione di piccole strutture idrogeologiche di minore importanza che danno luogo alla formazione di sorgenti localizzate nei punti di affioramento dei contatti stratigrafici (sorgenti per limite di permeabilità).

- *Depositi alluvionali*: il complesso alluvionale che costituisce il riempimento recente e attuale della valle del Fiume Sangro presenta una permeabilità da media ad alta per porosità. Questi depositi sono sede di acquiferi locali inoltre il complesso alluvionale è impostato su un substrato impermeabile

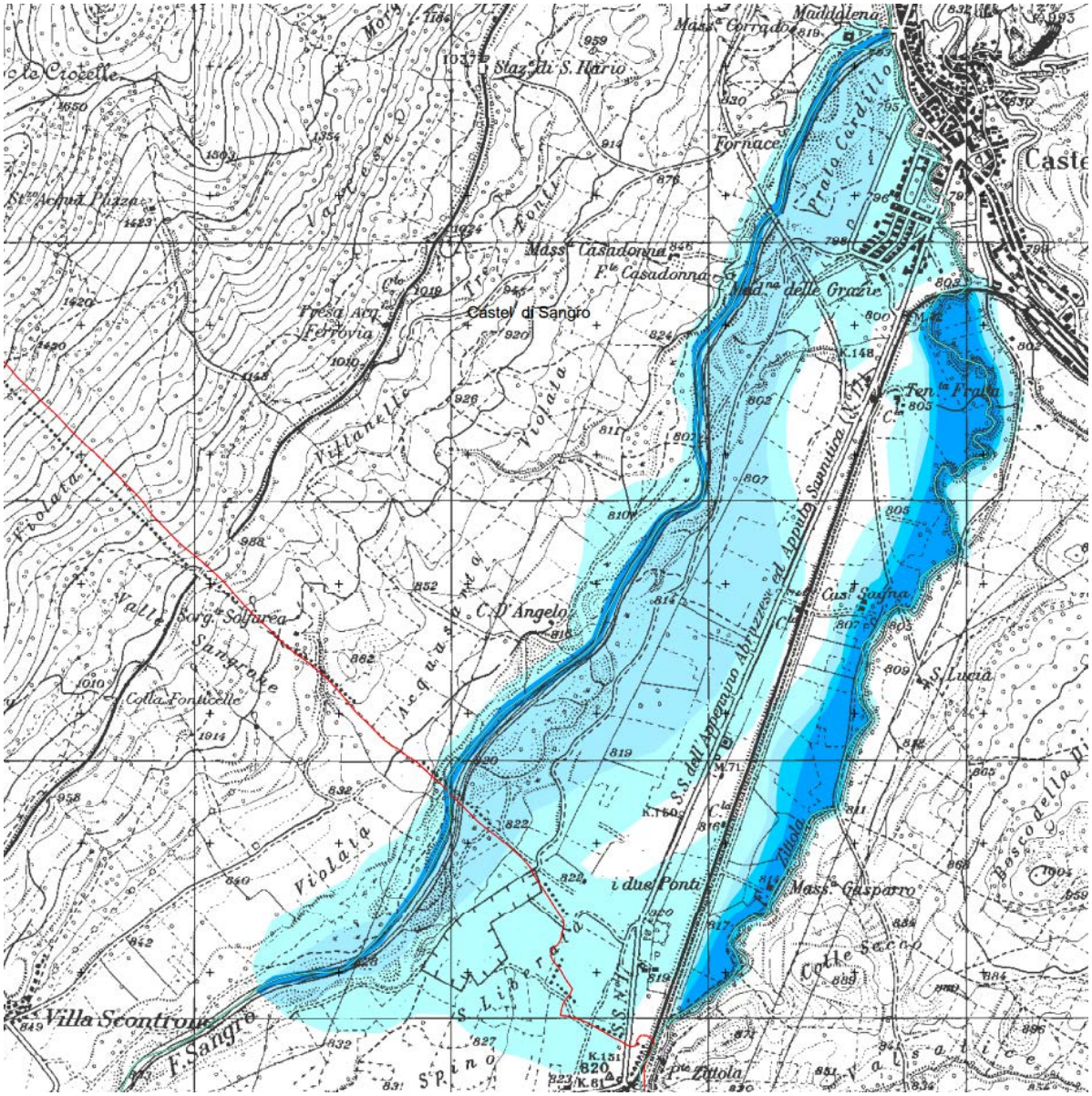
costituito dai terreni del Flysch di Agnone pertanto la falda è unica ed è quella di subalveo.

Ne deriva che il complesso carbonatico è perfettamente chiuso alla sua periferia da limiti a flusso nullo, in corrispondenza del contatto tra i complessi carbonatici permeabili e il complesso dei Flysch, dotato di permeabilità trascurabile. La struttura idrogeologica si può pertanto considerare chiusa, priva di scambi significativi con strutture contigue.

In corrispondenza della pianura alluvionale del Fiume Sangro, i dati geognostici a disposizione individuano un livello piezometrico della falda posta a profondità inferiori a 15 m dal p.c. (indicata in carta con quadrettato celeste).

Nella pagina seguente si riporta la carta della Pericolosità tratta dal Piano Stralcio difesa Alluvioni (PSDA) che individua area a pericolosità molto elevata a ridosso delle aste fluviali dei fiumi Sangro e Zittola (Fig.36). Relativamente al Fiume Zittola, il piano stralcio è attualmente in fase di revisione a seguito di studi più approfonditi che hanno portato ad una ridefinizione con abbassamento del grado di pericolosità.

Per meglio evidenziare la pericolosità del Fiume Sangro, nelle pagine seguenti, si riportano alcune foto dell'alluvione recente datata dicembre 2010, mentre si ricorda un simile evento anche nel novembre 1991.



LEGENDA:

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

Pericolosità molto elevata h50 > 1m v50 > 1m/s	Reticolo idrografico
Pericolosità elevata 1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s	
Pericolosità media h100 > 0m	
Pericolosità moderata h200 > 0m	

Fig.36 – Carta della Pericolosità allegata al Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)

Fig.37 – Alluvione del Fiume Sangro avvenuta nell'anno 2010. L'area alluvionata si pone in destra idrografica del fiume in corrispondenza dell'area industriale e della zona campeggio "Oasi del Sangro".

Fig.38 – Piana alluvionale del Fiume Sangro durante l'alluvione del 2010 in prossimità degli impianti sportivi.

Fig.39 – Alveo del fiume Sangro nel corso dell'alluvione del 2010. Si notano i danni prodotti dall'energia del corso d'acqua all'argine artificiale esterno e agli argini interni del corso di magra.

4.0 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per l'area oggetto dello studio di MZS sono state reperite sia indagini geognostiche che geofisiche elencate nella tabella seguente (Tab. 1). Sono state realizzate ex-novo n°10 misure dei microtremori attraverso la tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios).

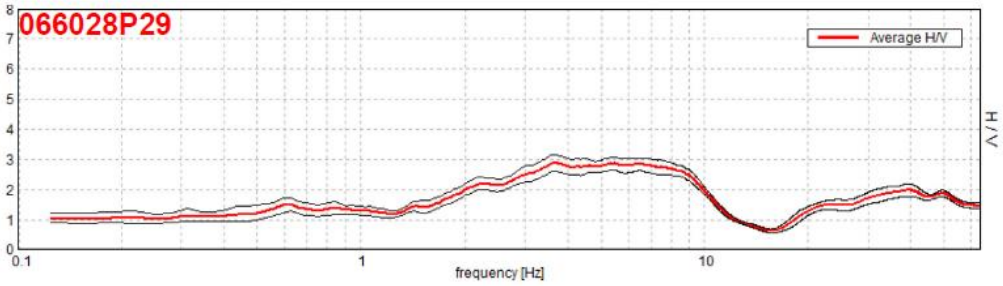
FID	Shape	ID_SPU	Tipologia	Indagini	Sig_p_ind	Descrizion	Down_Hole
0	Point	066028P17	SS	SS	SS18		
1	Point	066028P18	SS	SS	SS19		
2	Point	066028P19	SS	SS	SS20		
3	Point	066028P13	SS	SS,SPT	SS14		
4	Point	066028P14	SS	SS,SPT	SS15		
5	Point	066028P15	SS	SS,SPT	SS16		
6	Point	066028P1	SS	S, SPT	S1		
7	Point	066028P2	SPT	S, SPT	S2		
8	Point	066028P3	SS	S, SPT	S3		
9	Point	066028P16	SDS	SDS	SDS17		
10	Point	066028P10	SS	SS,SPT,	SS10		DH11
11	Point	066028P11	SPT	S, SPT	S12		
12	Point	066028P12	SPT	S, SPT	S13		
13	Point	066028P8	SS	SS,SPT	SS8		
14	Point	066028P9	SS	SS,SPT	SS9		
15	Point	066028P4	SS	SS,SPT	SS4		
16	Point	066028P5	SPT	S, SPT	S5		
17	Point	066028P6	SS	SS,SPT	SS6		
18	Point	066028P7	SPT	S, SPT	S7		
19	Point	066028P20	SPT	S, SPT	S21		
20	Point	066028P21	SPT	S, SPT	S22		
21	Point	066028P25	SS	SS,SPT	SS26		
22	Point	066028P22	SS	SS	SS23		
23	Point	066028P23	SS	SS,SPT	SS24		
24	Point	066028P24	SS	SS,SPT	SS25		
25	Point	066028P26	SS	SS	SS27		
26	Point	066028P27	SS	SS	SS28		
27	Point	066028P28	SS	SS,SPT	SS29		
28	Point	066028P29	HVSR	HVSR	HVSR30		
29	Point	066028P30	HVSR	HVSR	HVSR31		
30	Point	066028P31	HVSR	HVSR	HVSR32		
31	Point	066028P33	HVSR	HVSR	HVSR34		
32	Point	066028P32	HVSR	HVSR	HVSR33		
33	Point	066028P34	HVSR	HVSR	HVSR35		
34	Point	066028P37	HVSR	HVSR	HVSR38		
35	Point	066028P35	HVSR	HVSR	HVSR36		
36	Point	066028P36	HVSR	HVSR	HVSR37		
37	Point	066028P38	HVSR	HVSR	HVSR39		
38	Point	066028P39	HVSR	HVSR	HVSR40		
39	Point	066028P40	HVSR	HVSR	HVSR41		
40	Point	066028P41	HVSR	HVSR	HVSR42		

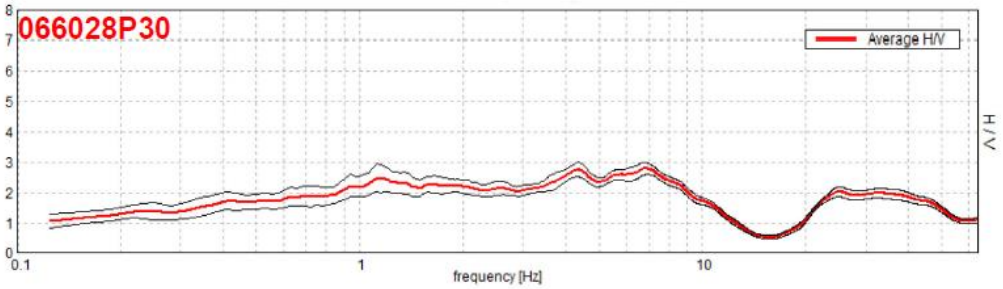
Tab. 1 – Elenco delle indagini puntuali reperite e realizzate ex-novo nel comune di Castel di Sangro.

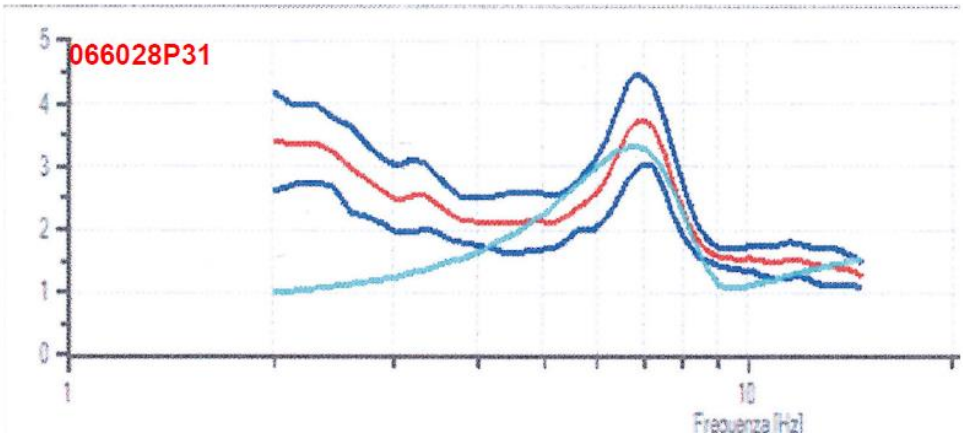
Data la vastità del territorio, per procedere alla caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nell'areale di studio, si è ritenuto opportuno accorpare termini a litologia simile e a comportamento meccanico analogo. Il territorio comunale, dal punto di vista applicativo, è interessato fondamentalmente da litotipi in facies calcarea presenti nel settore orientale, occidentale e nell'area più settentrionale, e da depositi pleistocenici di versante e terrazzati. Mentre in corrispondenza della piana si rilevano sedimenti alluvionali attuali e recenti.

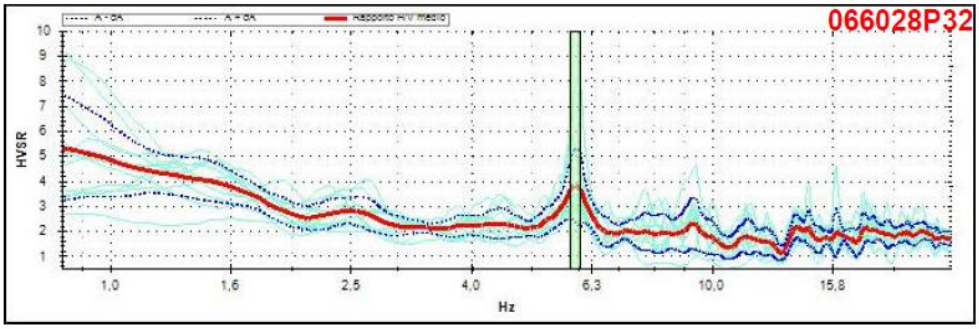
Di seguito si propone una schematizzazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, ricavata dall'analisi di quanto emerso dalle indagini distribuite nell'area; pertanto si è tenuto conto dei risultati di prove e indagini in situ, dell'esperienza diretta maturata nella zona e della bibliografia "locale" e geotecnica esistente su queste tipologie litologiche. Saranno anche forniti valori di Vs per quei litotipi su cui sono state eseguite misure dirette.

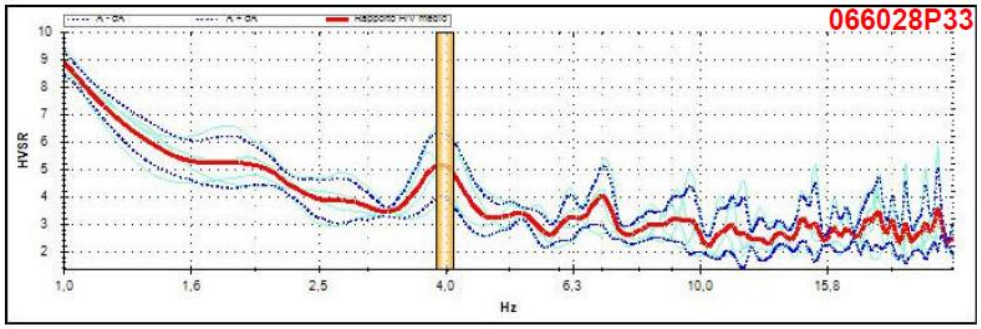
Per fornire stime affidabili della frequenza di risonanza del sottosuolo, sono state eseguite, nel territorio in studio, misure tramite la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR) i cui dati sono stati, inoltre, confrontati con quelli di precedenti indagini di geofisica sia a rifrazione che in foro. A seguire si riportano i risultati delle misure e delle brevi considerazioni in merito ai risultati ottenuti dalle suddette misure, rimandando al Cap. 8 (Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica) per un'analisi più approfondita.

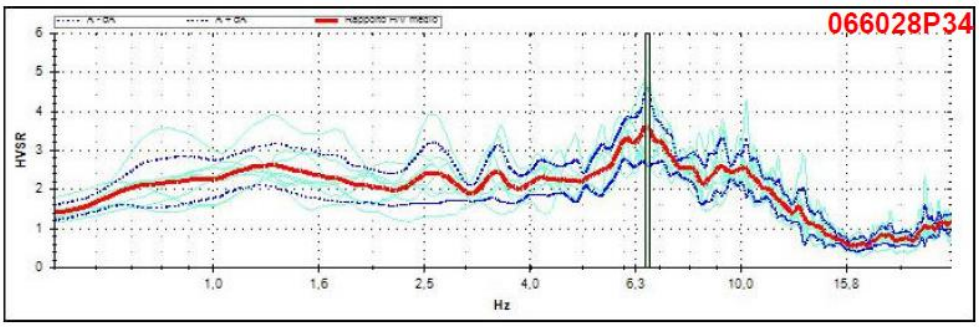

066028P29
Average H/V
H / V
frequency [Hz]

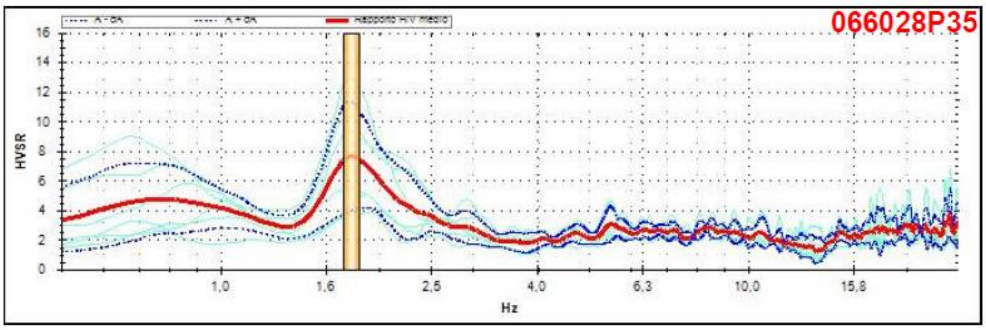

066028P30
Average H/V
H / V
frequency [Hz]

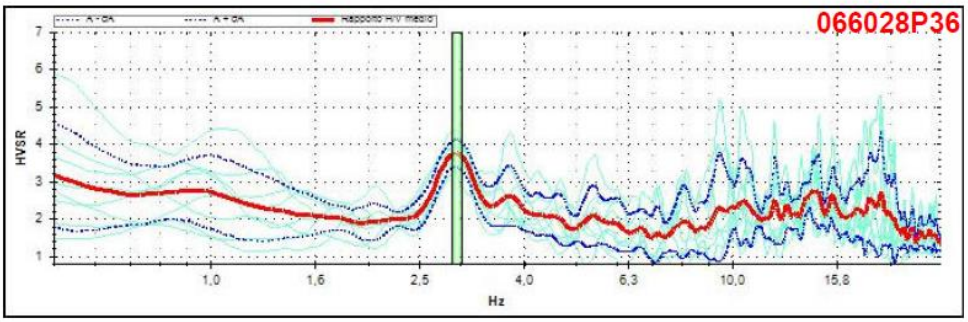

066028P31
Frequenza [Hz]

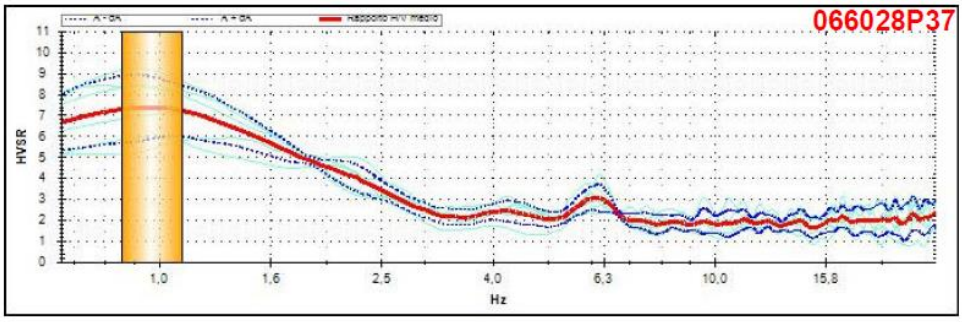

066028P32
HVSR
Hz

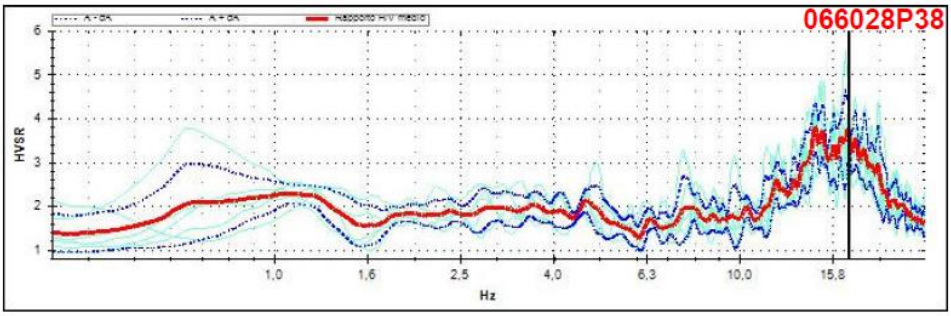

066028P33
HVSR
Hz

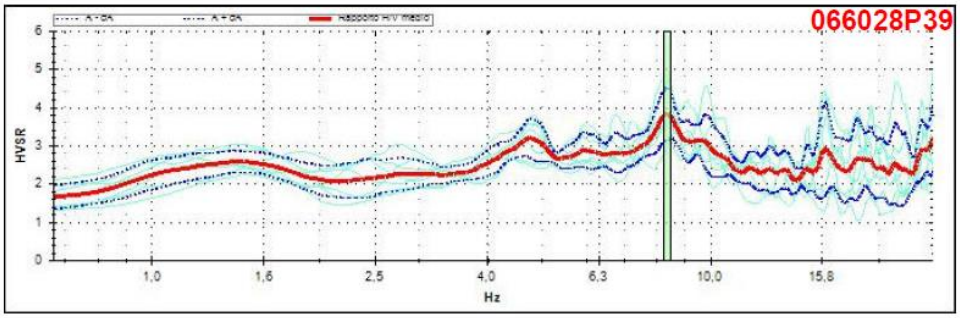

066028P34
HVSR
Hz


066028P35
HVSR
Hz

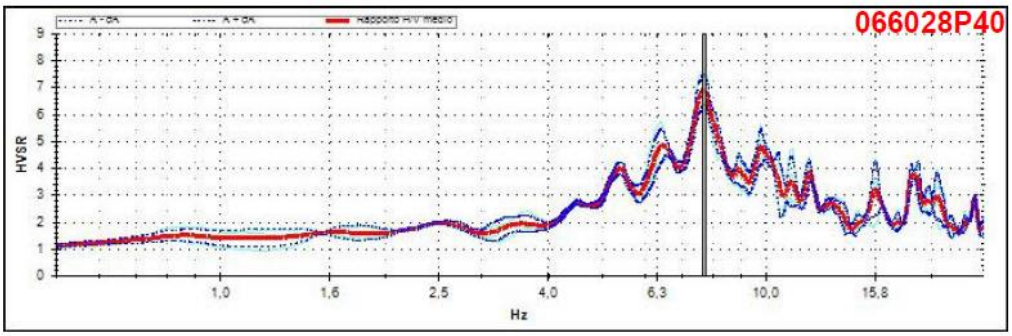

066028P36
HVSR
Hz

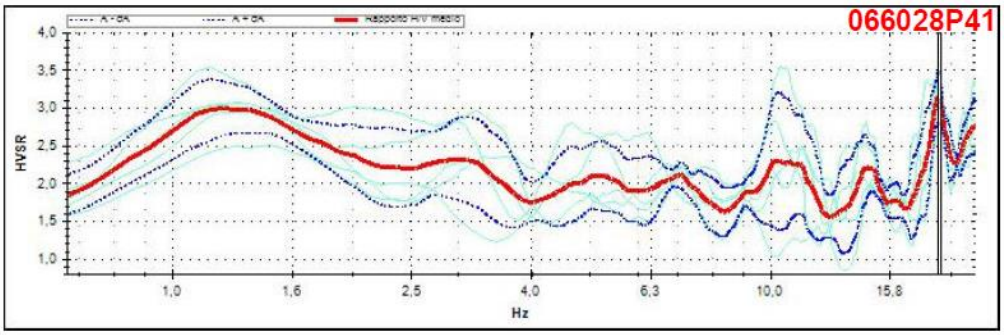

066028P37
HVSR
Hz


066028P38
HVSR
Hz


066028P39
HVSR
Hz

Dott. Geol. Eustachio Pietromartire
Via Fontevecchia, 4
65010 Spoltore (PE)





Nelle pagine seguenti si riportano i dati geotecnici e geofisici, ove disponibili, delle unità deposizionali presenti nel settore di studio. Trattandosi di una schematizzazione, risulterebbe molto approssimativo fornire un valore di spessore delle singole unità; si rimanda, per una conoscenza stratigrafica più dettagliata, alla consultazione della Carta delle MOPS e dei dati stratigrafici forniti in versione digitale.

FORMAZIONI CALCAREE - FORMAZIONE DI GAMBERALE-PIZZOFERRATO

Sono presenti in affioramento con stratificazione di diversa potenza ed intensamente fratturati e variamente disarticolati.

Si tratta di unità litoidi costituite da calciruditi, calcareniti e brecce calcaree, talora in associazione con unità pelitiche siltose che marcano i piani di strato.

Il loro comportamento meccanico è prettamente litoide; la parametrizzazione che si può assumere come generico riferimento è la seguente:

PARAMETRI GEOTECNICI- GEOFISICI

Peso di volume naturale	γ = 22.55 – 26.51 kN/m^3
Angolo di attrito interno	φ = 40° - 45°
Coesione efficace	c'= 78.45 – 147.10 kPa
Velocità Onde S	Vs ≥ 800 m/s

FORMAZIONI FLYSCHOIDI

Sono presenti in affioramento in gran parte del territorio comunale a contatto tettonico con le formazioni calcaree. I depositi sono costituiti da alternanze arenaceo-argillose e calcarenitiche. L'unità si presenta stratificata e in corrispondenza degli orizzonti calcareniti e arenacei molto fratturata.

PARAMETRI GEOTECNICI- GEOFISICI

	Termini arenacei	Termini argillosi
Peso di volume naturale	γ = 21.57 – 23.54 kN/m^3	γ = 19.20 – 20.52 kN/m^3
Angolo di attrito interno	c'= 22.15 – 35.23 kPa	c'= 49.03 – 98.06 kPa
Coesione efficace	φ = 30° - 35°	φ = 23° - 26°
Velocità Onde S	Vs ≥ 500 -600 m/s	Vs ≥ 500 -600 m/s

FORMAZIONI ALLUVIONALI TERRAZZATE

Le unità, definite dalle sigle at_1- at_2, si rilevano principalmente in corrispondenza della piana alluvionale dei Fiumi Sangro e Zittola e solo un lembo del terrazzo più antico in sinistra idrografica del Fiume Sangro.

In generale i depositi risultano formati da elementi calcarei eterometrici associati a una frazione variabile di limi sabbiosi e sabbie-limose; quest'ultime risultano in generale sempre in subordine, ma localmente possono divenire prevalenti.

Il comportamento meccanico dei depositi è associabile a terreni granulari dotati di resistenza attritiva, ma in alcuni casi possono avere valori di coesione legati ad una cementazione per punti.

PARAMETRI GEOTECNICI

Peso di volume naturale	γ = 20.59 – 22.55 kN/m^3
Angolo di attrito interno	φ = 29° - 35°
Coesione efficace	c' = 0.0 kPa
Velocità Onde S	Vs ≥ 400 -500 m/s

In destra idrografica del Fiume Zittola e alla sua confluenza con il Fosso Passartano i depositi alluvionali terrazzati (at2) sono prevalentemente di natura

terrigena e sono costituiti da limi sabbiosi coesivi con sporadici clasti calcarei. I parametri fisico-meccanici di riferimento sono i seguenti:

PARAMETRI GEOTECNICI

Peso di volume naturale	γ = 17.59 – 19.55 kN/m^3
Angolo di attrito interno	φ = 23° - 26°
Coesione efficace	c' = 0.0-2.0 kPa
Velocità Onde S	Vs ≥ 120 -150 m/s

DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI

Tali depositi si rilevano in corrispondenza della piana, nel settore centrale del territorio, e presentano una variabilità litologica dei materiali. Infatti i materiali alluvionali risultano rappresentati da limi argillosi a carattere torboso a cui si associano intercalazioni ed interdigitazioni a geometria discontinua di ghiaie e sabbie.

Il materiale dal punto di vista tecnico ha un comportamento coesivo caratterizzato da mediocri caratteristiche fisico-meccaniche, legate allo scarso grado di consolidazione, con bassi valori di coesione.

Di tale unità geologica non si ritiene significativo, ai fini del presente lavoro, l'attribuzione di parametri geotecnici, poiché si tratta di sedimenti in continua rielaborazione da parte del Fiume Sangro.

DEPOSITI DETRITICI

I depositi risultano spesso posti alla base dei versanti; nell'area del capoluogo il materiale è possibile rinvenirlo come sottile spalmatura ai piedi degli ammassi rocciosi calcarei.

La geometria dei depositi risulta variabile, in funzione degli apporti locali e della morfologia. Il deposito è costituito da una associazione di detrito

eterometrico, prevalentemente calcareo immerso e talora disperso, in una matrice coesiva, più o meno abbondante, di tipo limoso- argillosa- sabbiosa. In generale le dimensioni dei clasti, che compongono il deposito, sono variabili dall'ordine del centimetro al decimetro con trovanti di grosse dimensioni.

Il comportamento fisico meccanico è quello tipico di un terreno granulare con un grado addensamento variabile da medio ad elevato fino a cementato.

Si possono, dunque, assegnare i seguenti valori di riferimento dei parametri fisico-meccanici:

Il deposito detritico prevalentemente incoerente è caratterizzato dai seguenti parametri:

PARAMETRI GEOTECNICI - GEOFISICI

Peso di volume naturale	γ = 19.22 – 22.59 kN/m^3
Angolo di attrito interno	φ = 30° - 35°
Coesione efficace	c'= 0.0- 71.15 kPa
Velocità Onde S	Vs = 300-400 m/s

Il deposito detritico prevalentemente cementato è caratterizzato, invece, dai seguenti parametri:

PARAMETRI GEOTECNICI - GEOFISICI

Peso di volume naturale	γ = 22.38 – 25.20 kN/m^3
Angolo di attrito interno	φ = 35° - 40°
Coesione efficace	c'= 65.0- 102.15 kPa
Velocità Onde S	Vs = 700-800 m/s

DEPOSITI GLACIALI

I depositi si rinvengono nelle due frazioni di Roccacinquemiglia e Pontone. Sono costituiti da sedimenti detritici in assetto caotico costituiti da blocchi, trovanti e clasti calcarei in matrice limoso-sabbiosa.

Si possono assegnare i seguenti valori di riferimento dei parametri fisico-meccanici:

PARAMETRI GEOTECNICI - GEOFISICI

Peso di volume naturale	γ = 21.00 – 24.59 kN/m^3
Angolo di attrito interno	φ = 28° - 35°
Coesione efficace	c'= 0.0 kPa
Velocità Onde S	Vs = 300-400 m/s

Per quello che concerne i dati geofisici, nel territorio comunale di Castel di Sangro sono state reperite solo due indagini. Un'indagine sismica a rifrazione (ID 066028L1) e un'indagine in foro Down-Hole in corrispondenza del sondaggio ID 066028P10.

Inoltre, sono state eseguite n° 10 misure di microtremore al fine di mettere in luce fenomeni di risonanza sismica e di stimare il valore della frequenza alle quali il moto del terreno può essere amplificato.

5.0 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Per la ricostruzione dell'assetto litologico e strutturale dell'area di studio e la definizione del modello geologico del sottosuolo sono state eseguite n. 2 sezioni (cifr. Carta Geologico Tecnica e Carta MOPS) nell'abitato di Castel di Sangro e n° 1 nella Frazione di Roccacinquemiglia-Pontone.

Nell'area in esame come già ricordato, le unità terrigene affiorano in diversi settori e non presentano, generalmente, continuità stratigrafica con le strutture carbonatiche cenozoiche, ma si presentano sempre in contatto tettonico.

Lungo la valle del F. Sangro e del F. Zittola l'unità terrigena (flysch di Agnone) è costituita da una serie di isoclinali, con strati da sub-orizzontali a poco inclinati fino a subverticali dati dal sovrascorrimento dei calcari mesozoici sulle formazioni mioceniche.

Si ritiene che tale assetto sia legato a una deformazione plicativa con pieghe molto strette a luoghi rovesciate interessate da una serie di deformazioni legate agli stress tettonici compressivi.

In corrispondenza dei principali affioramenti si osservano strati a direzione NO-SE o NNO-SSE e con inclinazioni fino a 50-70°.

Nel territorio si rilevano lembi di unità calcaree in contatto tettonico con le formazioni flyschoidi. Tale contatto tettonico con le unità calcaree della Formazione di Gamberale-Pizzoferrato è di tipo "Klippen", con faglie a basso angolo fino a sub-orizzontali. I picchi calcarei isolati costituiscono volumi di roccia isolati prodotti dall'interferenza dei piani di strato e dall'azione erosionale selettiva. Ne deriva un affioramento tettonizzato ma non cataclasato.

Nel dettaglio dei profili geologici realizzati, la sezione A-A' si sviluppa in direzione SW-NE da loc.tà Fonte Casadonna fino alla base del versante sud-orientale de "Il Castello"; lungo la sezione si evidenzia la presenza di depositi del substrato marino in contatto stratigrafico con i depositi alluvionali terrazzati pleistocenici e olocenici (at1, at2 e all). A quote più elevate il flysch è in contatto con i depositi alluvionali terrazzati più antichi (at1) con rapporto di tipo erosivo. A quote

inferiori sono presenti le alluvioni terrazzate dei Fiumi Sangro e Zittola (at2), di natura variabile da ghiaioso sabbiosa a prevalentemente limosa, passanti lateralmente alle alluvioni attuali del Fiume Sangro (all) costituite da ghiaie e sabbie.

In superficie il passaggio stratigrafico tra i depositi alluvionali con le unità deposizionali marine è talora mascherato dalla presenza di depositi detritici di versante (ver), olocenici, derivanti dal disfacimento dei rilievi calcarei circostanti.

La sezione B-B' si sviluppa a sud della precedente e attraversa l'area ricettivo-turistica di Castel di Sangro fino alla Loc.tà Corte. Il modello che ne emerge è sostanzialmente simile a quello precedentemente descritto, con i depositi alluvionali (all) recenti e attuali sovrastanti il Flysch miocenico. Tale modello resta invariato anche in corrispondenza della zona industriale dove prevalgono le formazioni quaternarie alluvionali in assetto sub-pianeggiante a copertura delle formazioni marine mioceniche.

La sezione C-C' vede come substrato geologico sempre la formazione del Flysch di Agnone in assetto isoclinalico e in contatto tettonico con la Formazione di Gamberale-Pizzoferrato di cui affiora un lembo in corrispondenza del centro storico di Roccacinquemiglia con strati sud vergenti e inclinazione comprese tra 80°-85°.

Nella frazione Pontone il substrato è mascherato da depositi di genesi glaciale e periglaciale di età pleistocenica. L'assetto caotico di tali depositi maschera totalmente la morfologia dell'area e rende complessa anche la distinzione tra i depositi glaciali e i depositi di frana ad essi sovrastanti.

6.0 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Il territorio del comune di Castel di Sangro interessa, dal punto di vista geologico, terreni estremamente diversificati per litologia, età e caratteristiche geomeccaniche oltre che di assetto geomorfologico.

Dal punto di vista litostratigrafico l'area di studio si colloca su successioni marine di età miocenica. Le successioni continentali quaternarie sono costituite in gran parte da depositi alluvionali recenti e attuali, depositi detritici di versante, depositi di frana e depositi glaciali. L'età dei suddetti depositi è attribuibile all'intervallo Pleistocene-Olocene.

Dal punto di vista geomorfologico, sono presenti tutti i tipi di processi e forme, prevalentemente allo stato quiescente.

Nell'intero territorio sono presenti forme riconducibili a scorrimenti e deformazioni superficiali lente allo stato attivo e quiescente e frane di crollo in corrispondenza delle principali emergenze calcaree.

Nella frazione Pontone il substrato è mascherato da depositi di genesi glaciale e periglaciale di età pleistocenica. I rilievi di campagna hanno permesso di definire tale unità geologica e litotecnica contrariamente a quanto attribuito dalla cartografia geologica ufficiale che attribuisce al territorio formazioni detritiche.

La formazione glaciale (gla), che si presenta come un ghiacciaio roccioso allo stato fossile (rock glaciers), ha un assetto caotico che non può essere riconducibile ad una frana complessa quiescente come perimetrata nella cartografia PAI.

Tale area, a parere dello scrivente, è meritevole di successivi approfondimenti.

6.1 MODALITÀ DI VALUTAZIONE DELLA POSSIBILITÀ DI OCCORRENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Il pericolo liquefazione deve essere accertato in base alla possibilità di concomitanza di fattori scatenanti (caratteristiche dei terremoti attesi) e predisponenti (suscettibilità dei terreni).

La suscettibilità del terreno deve essere valutata sulla base di prove in sito (SPT e/o CPT e/o prove geofisiche in foro del tipo DH, CH e/o SCPT), esplorando un numero di verticali adeguato all'importanza dell'opera e all'estensione dell'area di indagine e sufficiente ad accertare la variabilità spaziale delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del deposito. Dovrà anche essere determinata con appropriate rilevazioni l'entità delle fluttuazioni dei livelli di falda e nelle analisi dovrà considerarsi la condizione meno cautelativa.

Nelle verticali esplorate la stima del potenziale di liquefazione dovrà essere effettuata con i "metodi semplificati" di seguito specificati, e a tal fine in ogni verticale dovrà essere valutato il picco di accelerazione amax s alla superficie del deposito mediante analisi della risposta sismica locale. L'analisi della risposta sismica locale può essere omessa se nell'area sono stati già eseguiti studi di microzonazione di livello 2 che forniscano nel sito i valori di amax s.

Per l'analisi della risposta sismica locale dovranno essere eseguite prove in sito per la misura di Vs e prove dinamiche di laboratorio (prove di colonna risonante e/o di taglio torsionale ciclico) per la determinazione delle leggi di variazione del modulo di taglio G e del rapporto di smorzamento D, con l'ampiezza della deformazione di taglio γ. Se si adoperano codici di calcolo che eseguono l'analisi della risposta sismica locale in termini di tensioni efficaci, su alcuni campioni rappresentativi (che dovranno essere indisturbati e di ottima qualità), dovranno essere effettuate prove cicliche di resistenza alla liquefazione, mirate a conseguire i parametri necessari per la loro applicazione.

I risultati dello studio devono essere presentati riportando l'andamento con la profondità del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione in ciascuna delle verticali esplorate. Per ogni verticale dovrà anche essere valutato l'indice del potenziale di liquefazione IL di seguito definito.

Se è:

- $0 < IL \leq 5$ il pericolo di liquefazione è basso
- $5 < IL \leq 15$ il pericolo di liquefazione è elevato
- $IL > 15$ il pericolo di liquefazione è estremamente elevato

CASI IN CUI SI PUÒ ESCLUDERE CHE SI VERIFICHINO FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie

•frazione di fine, FC, superiore al 20%, con indice di plasticità PI > 10;

•FC ≥ 35% e resistenza (N1)60 > 20;

•FC ≤ 5% e resistenza (N1)60 > 25

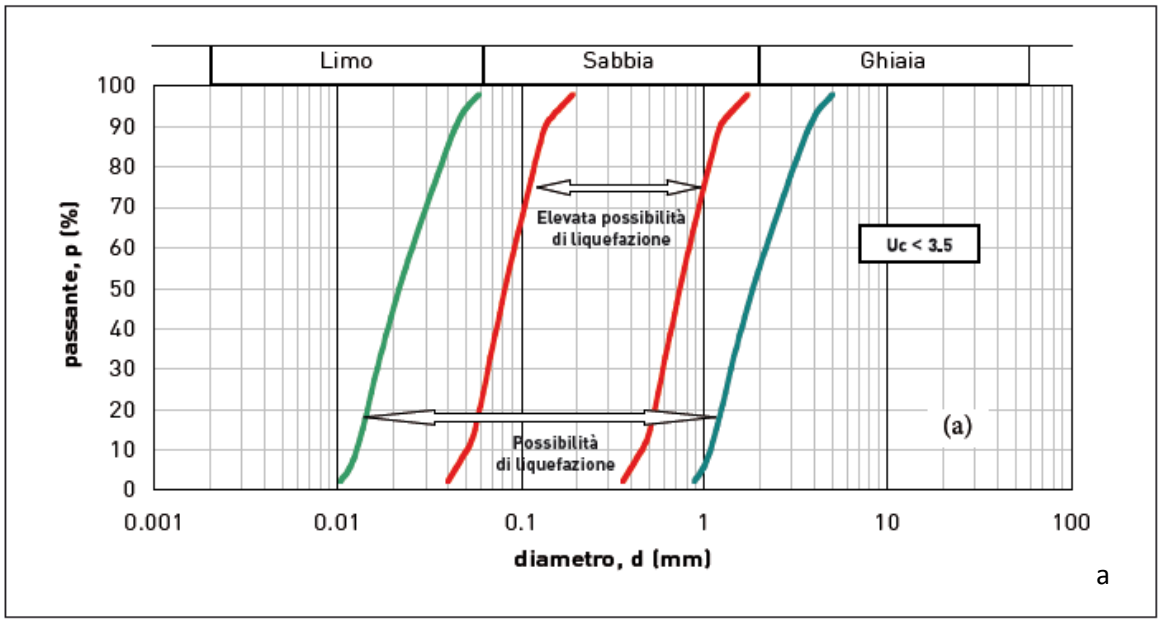
dove (N1)60 è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT , definito dalla relazione:(N1)60 = NSPTCN, in cui il coefficiente *CN* è ricavabile dall'espressione

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v}\right)^{0.5}$$

essendo *pa* la pressione atmosferica e *σ'v* la tensione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 6a nel caso di materiale con coefficiente di uniformità Uc < 3.5 ed in 6b per coefficienti di uniformità Uc > 3.5;

5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



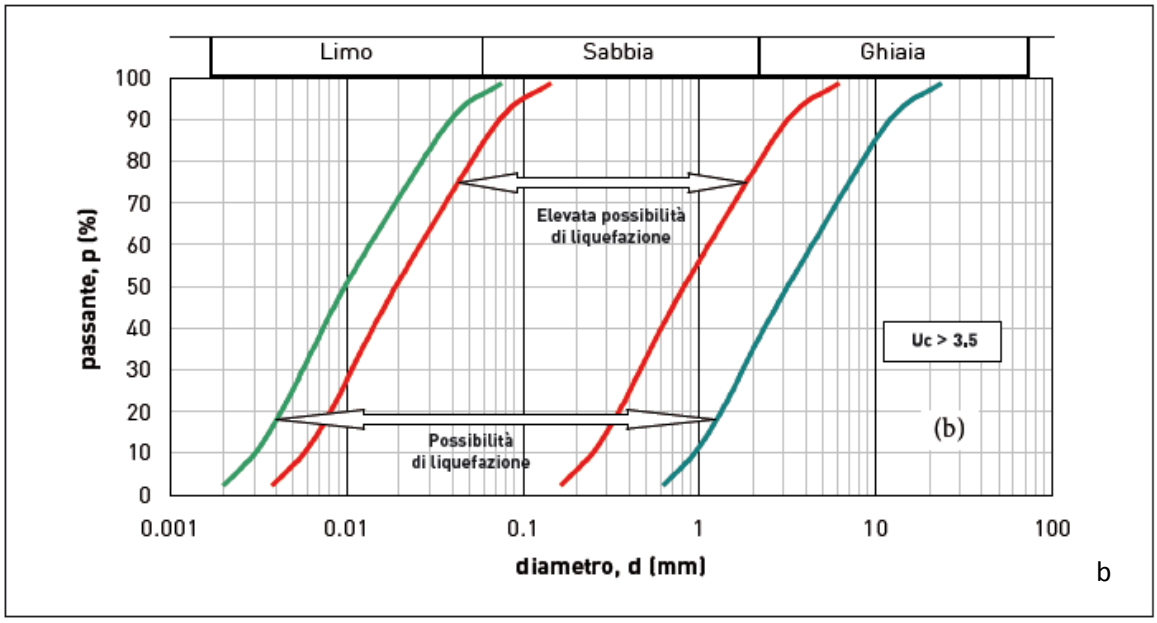


Fig.40 – Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005).

6.2 POSSIBILITÀ DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE ALL'INTERNO DELL'AREA STUDIATA

Nella porzione di territorio studiata le condizioni, viste nel precedente capitolo, possono essere riassunte all'interno del seguente schema:

- la Magnitudo attesa (M_{wmax}) risulta maggiore di 5 (valori medi ottenuti a seguito della disaggregazione della pericolosità con periodi di ritorno di 475 anni);
- l'accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field è maggiore di 0.15 g;
- la profondità della falda in alcune aree della piana alluvionale aree è inferiore a 20.0 m alla profondità di circa e talora prossima al piano campagna, in particolari condizioni idrauliche.
- i depositi alluvionali presenti, mostrano ghiaie sabbiose addensate prevalentemente clasto sostenute eterogenei ed eterometrici sub-arrotondati e in matrice sabbioso-limosa; esclusivamente in destra idrografica del F. Zittola, sono presenti limi e limi sabbiosi.

Nel territorio in esame, ed in particolare nelle aree di affioramento dei depositi prevalentemente ghiaiosi, la probabilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere considerata bassa, data la granulometria prevalentemente grossolana dei depositi e in considerazione dell'elevato stato di addensamento.

Infatti, come visto in precedenza e meglio specificato negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, le aree soggette a fenomeni di liquefazione hanno una granulometria a prevalente componente sabbiosa.

Tuttavia, considerando che le indagini consultate mostrano chiaramente la prevalenza della granulometria grossolana, ma che tali considerazioni non possono essere considerate una certezza in tutta la piana alluvionale, si ritiene utile approfondire la tematica ad un livello di conoscenza superiore laddove i punti che permettono l'esclusione della possibilità di liquefazione non siano soddisfatti.

7.0 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

7.1 METODOLOGIA DI LAVORO

Lo scopo del lavoro è stato quello di individuare porzioni di territorio a comportamento sismico omogeneo e classificarle in base all'entità e tipologia dei fenomeni che vi si verificano in caso di sisma.

Come prima fase è stata concordata con l'Amministrazione la perimetrazione dei centri urbani maggiormente significativi su cui condurre lo studio di MS di Livello 1; si tratta delle aree maggiormente interessate dalla presenza di infrastrutture esistenti e dove si concentra la pressoché totalità delle residenze e delle attività artigianali, commerciali e industriali.

La restante parte del territorio, esterna alle aree indicate, è costituita da territorio a prevalente vocazione agricola, non sono presenti frazioni abitate e neppure insediamenti sparsi e previsioni insediative o infrastrutturali come risulta anche dalla cartografia allegata al Piano Regolatore Generale

Lo studio è stato condotto come di seguito elencato

1 - RACCOLTA DATI

E' stata eseguita una approfondita ricerca dei dati geologici, geotecnici e geofisici attraverso la ricerca presso l'Ufficio Tecnico del comune di tutti i dati puntuali relativi ad indagini in situ e presso studi privati. Si è proceduto poi all'individuazione di tutti i possibili elementi litologici, stratigrafici, morfologici che possano amplificare il moto sismico o produrre uno stato deformativo permanente nelle strutture e nei terreni.

2- RILEVAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Per ciascuna area, capoluogo e frazioni, la cui delimitazione è riportata negli Allegati cartografici, è stato eseguito un rilevamento geologico e geomorfologico di campagna coadiuvato da attività di indagine e ricerca.

I dati bibliografici di riferimento sono stati la cartografia geologica in scala 1:100000 per la conoscenza delle principali formazioni geologiche presenti nel

territorio e la cartografia allegata al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto idrogeologico (PAI) e al Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) per la verifica degli elementi geomorfologici ed idraulici attraverso controlli sul terreno ed esame comparato della perimetrazione delle situazioni di dissesto e di pericolosità idraulica.

3. INDAGINI

Le indagini a disposizione reperite in tutto il territorio di interesse presenti negli archivi della Tecnosoil snc e Geomeccanica Consulting srl, sono state integrate con ulteriori indagini reperite con l'ausilio di colleghi che operano nello stesso settore e da prove di sismica passiva eseguite in questa fase di studio (analisi dei microtremori).

Tutte le indagini raccolte sono state georeferenziate e sono state inserite in un apposito database geognostico. La corretta ubicazione delle indagini reperite e quelle di nuova acquisizione è riportata planimetricamente nella carta delle Indagini allegata al presente studio.

Tutti i dati a disposizione, unitamente ai diversi sopralluoghi eseguiti nel territorio, hanno permesso la stesura di una carta geologico-tecnica. Infine è stata elaborata la Carta delle Microzonazione Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) delle parti di territorio indagate, corredata dai valori dei fattori di amplificazione sismica (F.A.).

Per tutte le cartografie prodotte quale base topografica è stata utilizzata la CTR, in scala 1:5000 fornita dal Servizio di Protezione Civile della Regione Abruzzo.

Per il completamento dello studio di microzonazione, sono state realizzate 10 misure di microtremori (attraverso la tecnica HVSR - Horizontal to Vertical Spectral Ratios) sulle macroaree individuate, utili ad una migliore definizione delle diverse microzone a comportamento sismico omogeneo. Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismometro digitale modello VIBRALOG della M.A.E., dotato di display grafico, tastiera a sfioramento e supporto di memorizzazione di tipo Secure Digital (SD).

La misura prevede la registrazione, senza l'utilizzo di alcun strumento di energizzazione del terreno, del microtremore sismico ambientale nel dominio del tempo, sulle tre componenti dello spazio attraverso il posizionamento dello strumento costituito da un sensore 3D con tre sensori velocimetrici.

La strumentazione di acquisizione presenta le seguenti specifiche:

- Dimensioni: 24,5x14x6,5 cm
- Peso: 3,6 Kg
- Sensore 3D da superficie da 2Hz
- Canali acquisibili: da 1 a 4
- Risoluzione dei convertitori: 24 bit (tecnologia sigma-delta)
- Frequenze di campionamento: 100, 250, 500, 1000, 2000 campioni al secondo
- Intervallo di campionamento: 10.0, 2.0, 1.0, 0.5 ms
- Amplificazione: 36 dB
- Banda passante: 2Hz-30Hz
- Display: LCD monocromatico grafico 320x240 pixel
- Formato scrittura dei dati: SEG-2 e BIN

In fase operativa il rumore sismico è stato registrato nelle tre componenti per un intervallo di tempo di 25 minuti con una amplificazione di 36 dB e una frequenza di campionamento impostata a 250 Hz.

Le prove sono state eseguite ponendo particolare attenzione all'accoppiamento strumento-terreno, curando la messa in bolla dei sensori, valutando la presenza di possibili fonti di disturbo nelle immediate vicinanze dei sensori e ponendo al riparo le

parti mobili della strumentazione da eventuali spostamenti. Si è posta, inoltre, particolare attenzione alla presenza di radici, sottoservizi, vicinanza di edifici, vento o altri disturbi atmosferici in grado di creare disturbo nel segnale H/V inducendo una forte perturbazione a bassa frequenza.

I dati acquisiti sono stati convertiti in file ASCII con software "HVLab" in grado di consentire la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo mediante la tecnica dei rapporti spettrali secondo le linee guida del Progetto Europeo SESAME (Site Effect Sassessment using Ambient Excitations, 2005).

Il processing dei dati verte sul rapporto spettrale tra il segnale del sensore verticale e quelli orizzontali operando su finestre di selezione del segnale il cui numero non deve essere inferiore a 10 per un segnale complessivo utile non inferiore a 200-400 secondi.

Le risultanze dell'elaborazione sono presentate mediante graficazione dei rapporti spettrali H/V delle varie componenti indicando il massimo del rapporto HVSR nel valore di f_0 (Frequenza di risonanza e la sua deviazione standard).

Nella tabella seguente si illustra la qualità del segnale acquisito in base al Progetto SESAME. La prima parte dei criteri è dedicata alla valutazione dell'attendibilità statistica della curva H/V, ovvero se la registrazione è stata effettuata per un periodo sufficientemente lungo e se è stata analizzata per un numero sufficiente di intervalli di tempo adeguati. La seconda parte dei criteri valuta la chiarezza del picco H/V ovvero se la stessa è geometricamente ben definita. Per l'affidabilità della curva H/V devono essere positivi i primi tre parametri mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti almeno cinque dei sei criteri successivi.

Criteria for a reliable H/V curve

i) $f_0 > 10 / l_w$

and

ii) $n_c(f_0) > 200$

and

iii) $\sigma_A(f)<2$ for $0.5f_0<f<2f_0$ if $f0>0.5Hz$

or $\sigma_A(f)<3$ for $0.5f_0<f<2f_0$ if $f0<0.5Hz$

Criteria for a clear H/V peak

(at least 5 out of 6 criteria fulfilled)

i) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$

ii) $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$

iii) $A_0 > 2$

iv) $f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$

v) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$

vi) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

- l_w = window length
- n_w = number of windows selected for the average H/V curve
- $n_c = l_w \cdot n_w \cdot f_0$ = number of significant cycles
- f = current frequency
- f_{sensor} = sensor cut-off frequency
- f_0 = H/V peak frequency
- σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$)
- $\varepsilon(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
- A_0 = H/V peak amplitude at frequency f_0
- $A_{H/V}(f)$ = H/V curve amplitude at frequency f
- f^- = frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
- f^+ = frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
- $\sigma_A(f)$ = "standard deviation" of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
- $\sigma_{logH/V}(f)$ = standard deviation of the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{logH/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve
- $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
- $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits
- $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer
- h = depth to bedrock
- h_{min} = lower-bound estimate of h

Threshold Values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.20 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Le curve H/V ottenute sono state osservate congiuntamente allo spettro delle singole componenti, tale operazione ha permesso di discernere il picco di natura stratigrafica da quello eventualmente generato da fonti di disturbo di origine antropica.

8.0 ELABORATI CARTOGRAFICI

Mediante la consultazione di tutti i dati bibliografici a disposizione, di precedenti indagini dislocate in tutto il territorio e misure di sismica passiva eseguite in questa fase, sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici a corredo della presente relazione.

- Carta delle indagini
- Carta geologico-tecnica
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, nella quale sono state riportate le frequenze fondamentali di risonanza
- Carta degli affioramenti

CARTA DELLE INDAGINI

Tutte le indagini geognostiche reperite presso l'archivio Tecnosoil e presso il comune di Castel di Sangro sono state ubicate su base cartografica CTR, in scala 1:5.000. I dati di riferimento delle indagini puntuali sono stati organizzati nella banca dati georeferenziata, fornita dal Comitato Tecnico della Regione, tramite l'utilizzo di sistemi G.I.S.

Per la rappresentazione cartografica e la relativa archiviazione informatica sono stati seguiti gli Standard predisposti dalla "Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica" del D.P.C.N., versione 2.0 del giugno 2012.

CARTA GEOLOGICO-TECNICA

Per la realizzazione della carta geologico-tecnica ci si è avvalsi di un dettagliato rilevamento geologico-geomorfologico di campagna. I dati di terreno sono stati confrontati con quelli presenti nella cartografia ufficiale Nella carta, redatta in scala 1:5000 sono riportate sia le informazioni "Geologiche" che quelle "Litotecniche oltre che gli elementi geomorfologici e idrogeologici.

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Le osservazioni topografiche, morfologiche, geologiche e geofisiche fino ad ora descritte, hanno permesso di definire e raggruppare zone caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. I dati a disposizione sono stati integrati con nuove indagini geofisiche mediante l'acquisizione di misure di microtremore.

Nello specifico, nel territorio sono state distinte:

- Zone stabili
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Zone suscettibili di instabilità

E' stata definita una sola microzona stabile **Zona 1 (1001**) individuata in tre aree rispettivamente ubicate nel nucleo storico dell'abitato di Castel di Sangro e nella frazione di Roccacinquemiglia e a monte della S.S. n. 17. I depositi sono prettamente calcarei e caratterizzati da un substrato lapideo stratificato affiorante con spessori > 50.0 m e Vs >800 m/s.

Sono state poi definite 10 microzone suscettibili di amplificazioni locali, contrassegnate da una numerazione crescente da **Zona 2(2001) a Zona 12 (2011).**

Nello specifico la **Zona 2** (**2001)** occupa le aree di affioramento della Formazione di Gamberale-Pizzoferrato. Si tratta prevalentemente di depositi calcarei il cui spessore può raggiungere profondità maggiori di 50 m. Il valore delle Vs è superiore a 800 m/s. La misura HVSR 066028*P39* indica la presenza di un picco significativo a 8.36 Hz: le aree sono considerate suscettibili di amplificazioni locali perché ad esse si potrebbero associare fenomeni di amplificazione legati ad effetti di "cresta" del rilievo.

La microzona **Zona 3** (**2002)** si colloca in corrispondenza dei versanti a quote più elevate nei pressi di Fonte Sant'Ilario costituiti da depositi detritici di versante cementati di spessore compreso tra 5 e 25 m e valori di Vs dell'ordine di 700-800 m/s e substrato rigido stratificato con Vs superiori a 800 m/s.

La microzona definita **Zona 4** (**2003**) occupa la maggior parte del territorio e corrisponde agli affioramenti della formazione terrigena del Flysch di Agnone. La zona è caratterizzata da un substrato non rigido stratificato direttamente affiorante con spessore > 30.0 m e Vs comprese tra 500 e 600 m/s.

Delle due misure HVSR eseguite nell'area, 066028P38 e 066028P34, le frequenze sono comprese tra 6.62 Hz e 17.1 Hz con alti contrasti di impedenza associati ad ampiezze dei picchi comprese rispettivamente tra 3.6 e 3.8.

La microzona **Zona 5** (**2004**) si individua in corrispondenza del centro storico di Roccacinquemiglia. L'area presenta una successione stratigrafica costituita da depositi calcarei del substrato rigido della Formazione di Gamberale-Pizzoferrato con spessore compreso tra 10-25 m e caratterizzato da valori di Vs superiori a 800 m/s poggianti su un substrato non rigido stratificato con Vs compreso tra 500-600 m/s. L'area è considerata suscettibile di amplificazioni locali perché ad esse si potrebbero associare fenomeni di amplificazione legati ad effetti di "cresta" del rilievo. La misura H/V 066028P33 ha permesso di individuare un picco significativo a 3.97 Hz con ampiezza 5.

La microzona **Zona 6** (**2005**) si individua in prossimità del Km 146 della S.S. 17, a NW del centro abitato. L'area presenta una successione stratigrafica costituita da depositi detritici di versante non cementati con spessore compreso tra 5-20 m e caratterizzato da valori di Vs compresi tra 300-400 m/s poggianti su un substrato rigido stratificato.

La microzona **Zona 7** (**2006)** si colloca in corrispondenza dei versanti nei pressi di Fonte Sant'Ilario costituiti da depositi detritici di versante cementati di spessore compreso tra 5 e 25 m e valori di Vs dell'ordine di 700-800 m/s e substrato non rigido stratificato con Vs compreso tra 500-600 m/s.

La microzona **Zona 8** (**2007)** è stata individuata esclusivamente nella Frazione Pontone e corrisponde all'unità geologica dei depositi glaciali con spessore compreso tra 8-25 m e caratterizzati da Vs di circa 300-400 m/s che poggiano su substrato non rigido stratificato (Flysch di Agnone). La misura H/V 066028P32 ha permesso di individuare un picco significativo a 5.92 Hz con ampiezza 3.8.

La microzona **Zona 9** (**2008**) si estende da loc.tà Acqua Sorgente a Masseria Corrado e in un piccolo lembo conservato sulla sommità di Colle delle Forche e alla base del versante nord-orientale de "il Castello". L'area presenta una successione stratigrafica costituita da depositi detritici di versante non cementati con spessore compreso tra 5-20 m e caratterizzato da valori di Vs compresi tra 300-400 m/s poggianti su un substrato non rigido stratificato. La misura HVSR 066028P41 individua un picco significativo alla frequenza di 19.17 Hz con ampiezza Ao di 3.1 ed un ulteriore picco a 1.2 Hz.

La microzona **Zona 10** (**2009)** corrisponde ad un piccolissimo lembo di terrazzo alluvionale presente in sinistra idrografica del fiume Sangro tra le loc.tà Fornace e Fonte Casadonna. Il deposito è costituito da ghiaie in matrice sabbioso-limosa di spessore compreso tra 5.0 e 10.0 m e valori di Vs comprese tra 400-500 m/s poggianti su substrato non rigido stratificato con Vs di 500-600 m/s. I dati H/V relativi alla misura 066028P35 mostrano un picco alla frequenza di 1.77 Hz indicativo di un alto contrasto di impedenza con ampiezza di 7.6.

La microzona **Zona 11** (**2010)** è stata attribuita ad una fascia che si estende a ridosso del fiume Sangro ed è caratterizzata da depositi alluvionali attuali con Vs comprese tra 400-500 m/s e spessori compresi tra 3 e 20 m, poggianti su substrato non rigido stratificato con Vs compreso tra 500-600 m/s. Le misure H/V 066028P36 e 066028P37 indicano dei picchi di frequenza variabili da 2.96 Hz a 0.98 Hz con ampiezze di 3.7 e 7.3 rispettivamente.

La microzona **Zona 12** (**2011**) si sviluppa a ridosso dei depositi alluvionali del fiume Zittola e del Fosso Passartano. Si tratta dell'unità geologica at2, depositi alluvionali terrazzati recenti con unità litotecnica classificata F1 (limosa). Lo spessore è di circa 3.0 - 7.0 m. La frequenza rilevata in corrispondenza delle misure 066028P29 066028P30 e 066028P31, è dell'ordine dei 6.0 Hz pur non presentando ampiezze significative.

Infine sono state definite tre zone suscettibili di instabilità corrispondenti alle frane rilevate e ricadenti nella campitura PAI e classificate sulla base del loro stato di attività. Un'ulteriore zona suscettibile di instabilità corrisponde alle aree caratterizzate

da superfici con forme di dilavamento diffuso e contraddistinte cartograficamente come “Sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti”.

CARTA DEGLI AFFIORAMENTI

Fra gli allegati cartografici è stata inserita anche la Carta degli Affioramenti in cui sono riportati i vari stop eseguiti in fase di rilevamento geologico di campagna e la relativa documentazione fotografica corredata di didascalia esplicativa.

9.0 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

L'abitato di Castel di Sangro è un centro montano che sorge alla confluenza dei Fiumi Sangro e Zittola, da sempre fu centro viario di notevole importanza e nel territorio sono conservati resti notevoli di testimonianze sannite, romane e medioevali tanto da conferire lo pseudonimo di "Porta d'Abruzzo".

Per quanto concerne lo sviluppo del tessuto urbano nel tempo si è fatto riferimento alla consultazione delle foto aree disponibili sul sito della Regione Abruzzo. Nello specifico sono state visionate le foto aeree della regione Abruzzo dal 1954 ad oggi e riportate nelle pagine che seguono.

Dati bibliografici riportano che, oltre al terremoto del 1936 del quale non si hanno notizie storiche sui danni arrecati, nel novembre 1943, a seguito di varie e sovrapposte azioni belliche, la città di Castel di Sangro veniva in gran parte distrutta. Negli anni '20 lo sviluppo dell'abitato si presentava come riportato nelle immagini storiche di seguito riprodotte.

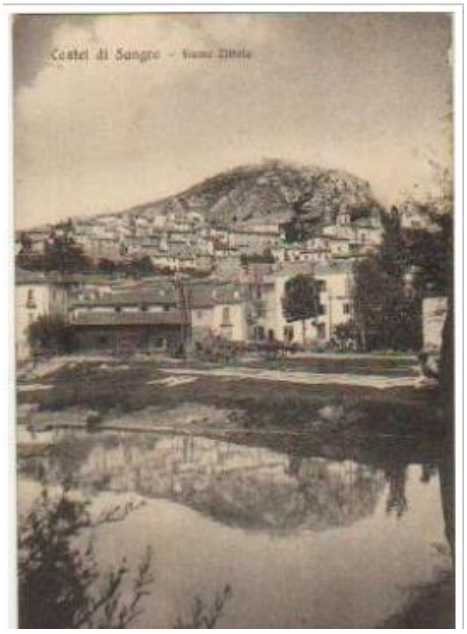


Fig.41 – Castel di Sangro negli anni'20. A sinistra il paese visto dal fondovalle alluvionale del Fiume Zittola.

Nell'interno dell'aggregato urbano la linea formata dal Corso Vittorio Emanuele-Pizza Plebiscito- Via XX Settembre suddivideva la città in due zone altimetricamente ben distinte: a nord est quella alta, a sud ovest quella pianeggiante.

Tale rimase l'assetto fino agli anni '50.

Nel 1954 il centro abitato era esclusivamente sviluppato nella destra del Fiume Sangro in corrispondenza delle propaggini sud-occidentali del colle su cui sorge l'antico Castello; si nota il principio di un processo di urbanizzazione tra il Fiume Zittola e il Sangro con la costruzione di edifici di civile abitazione disposti a schiera, della stazione ferroviaria, mentre non si rinvengono strutture ed edifici lungo la piana alluvionale. La zona industriale non era ancora esistente, come anche la Frazione Pontone, a N di Roccacinquemiglia. L'abitato di Roccacinquemiglia conserva il suo assetto urbanistico, concentrato prevalentemente nella porzione storica, eretta sui depositi calcarei.

La restante porzione di territorio aveva prevalentemente vocazione agricola. (Fig. 42-43)

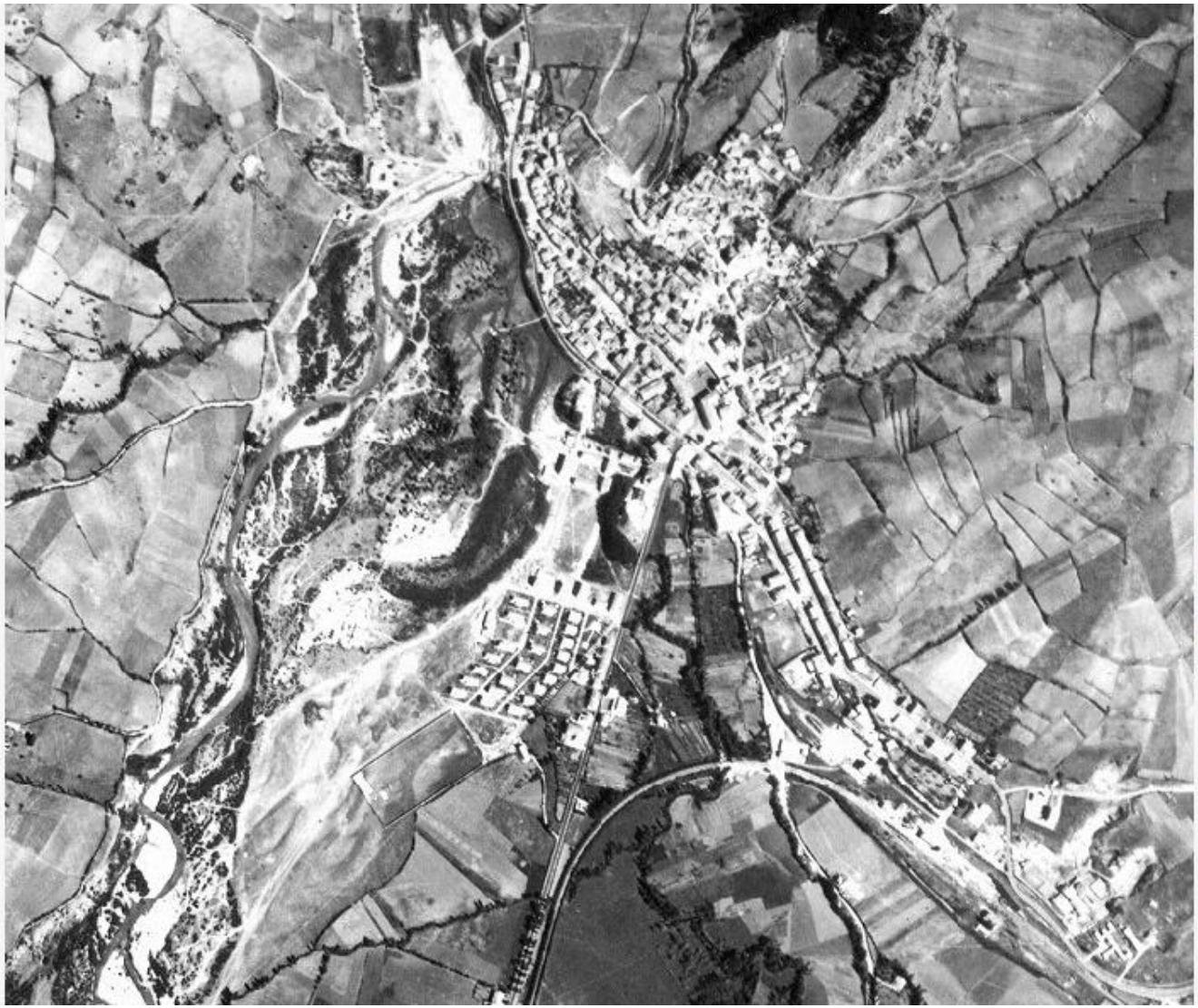
Alla fine degli anni '70 si riscontra un notevole incremento urbanistico della città di Castel di Sangro e la realizzazione di edifici di civile abitazione in corrispondenza della piana alluvionale del Fiume Sangro-Zittola e un principio di industrializzazione che interessa tutta l'area a SSW del territorio. L'abitato di Roccacinquemiglia si espande in direzione NNW mentre la frazione del Pontone non presenta alcun progresso urbanistico (Fig.44-45-46)

Tale sviluppo è andato sempre crescendo ed i nuovi insediamenti hanno interessato l'area prossima all'alveo attuale del Fiume Sangro, fino a lambire l'attuale piana alluvionale.

info:

ripresa	Volo IGM 1954
strisciata n°	109a
fotogramma n°	4089
data ripresa	17/09/1954
committente	IGM
ditta esec.	IGM
focale	153.89 mm
quota di volo	6000 m
scala	1:33000
formato	23 x 23 cm

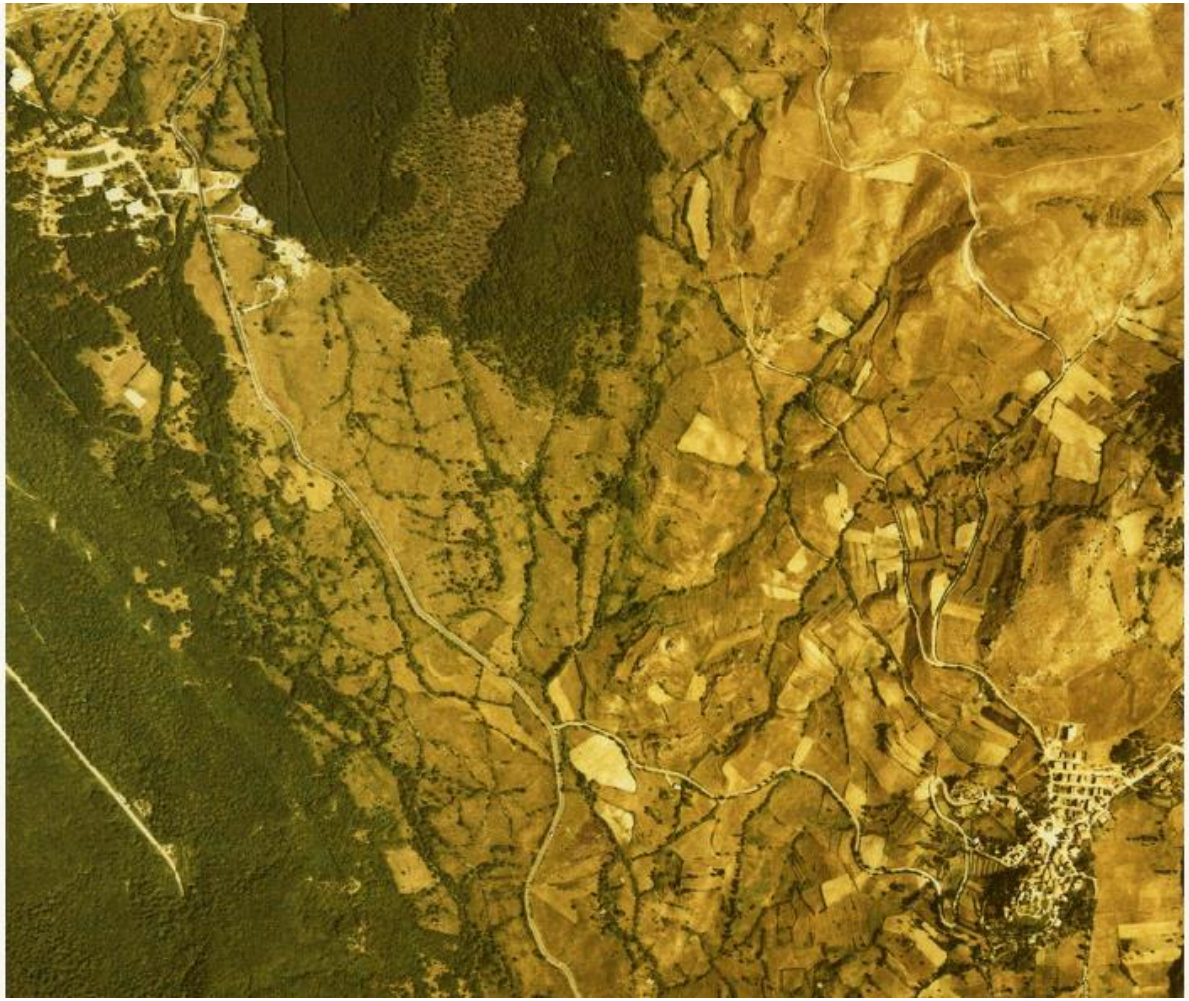
Fig. 42 – Negli anni '54 l'area "Pontone" non era ancora edificata. L'area presenta vocazione agricola.



info:

ripresa	Volo IGM 1954
strisciata n°	109a
fotogramma n°	4087
data ripresa	17/09/1954
committente	IGM
ditta esec.	IGM
focale	153.89 mm
quota di volo	6000 m
scala	1:33000
formato	23 x 23 cm

Fig. 43 – Castel di Sangro. Nel 1954 lo sviluppo ha interessato solo una piccola porzione del territorio ubicata in sinistra idrografica del Fiume Zittola, probabilmente facente parte del piano di ricostruzione post bellico, l'area prossima alla stazione ferroviaria.



info:

ripresa	VCPHF78
strisciata n°	27
fotogramma n°	790
data ripresa	22/08/78
committente	Comunità Montana PHF
ditta esec.	CGR S.p.a.
focale	153,15 mm
quota di volo	2000 m
scala	1:13000
formato	23 x 23 cm

Fig. 44 – Area di Roccacinquemiglia e Pontone. Immagine storica del 1978. Il nucleo storico di Roccacinquemiglia si espande in direzione NNW con la costruzione di numerosi insediamenti abitativi. L'area del Pontone conserva le sue caratteristiche originarie con l'abbandono delle attività agricole.

info:

ripresa	VCPHF78
strisciata n°	29
fotogramma n°	865bis
data ripresa	22/08/78
committente	Comunità Montana PHF
ditta esec.	CGR S.p.a.
focale	153,15 mm
quota di volo	2000 m
scala	1:13000
formato	23 x 23 cm

Fig. 45 – Castel di Sangro. Immagine storica del 1978. Si nota il notevole sviluppo antropico e urbanistico dell'area in risposta alla crescente attitudine turistica del territorio.

info:

ripresa	VCPHF78
strisciata n°	29
fotogramma n°	865bis
data ripresa	22/08/78
committente	Comunità Montana PHF
ditta esec.	CGR S.p.a.
focale	153,15 mm
quota di volo	2000 m
scala	1:13000
formato	23 x 23 cm

Fig. 46 – Area industriale di Castel di Sangro. Nel 1978 si assiste al principio del processo di industrializzazione dell'area.

L'ultima fase di urbanizzazione riguarda la frazione "Pontone" a N del centro abitato di Roccacinquemiglia dove è stata realizzata un'intera area ricettivo-turistica, lungo la ex strada statale Pescara-Napoli, ad oggi in pieno sviluppo come si evince dall'immagine satellitare del 2011 (Fig. 450). L'area oggi è quasi interamente inserita come zona a Pericolosità elevata P2 pertanto la trasformazione del territorio e del patrimonio edilizio, a seguito dell'attuazione delle norme di salvaguardia PAI è stata vincolata alla loro prescrizione.

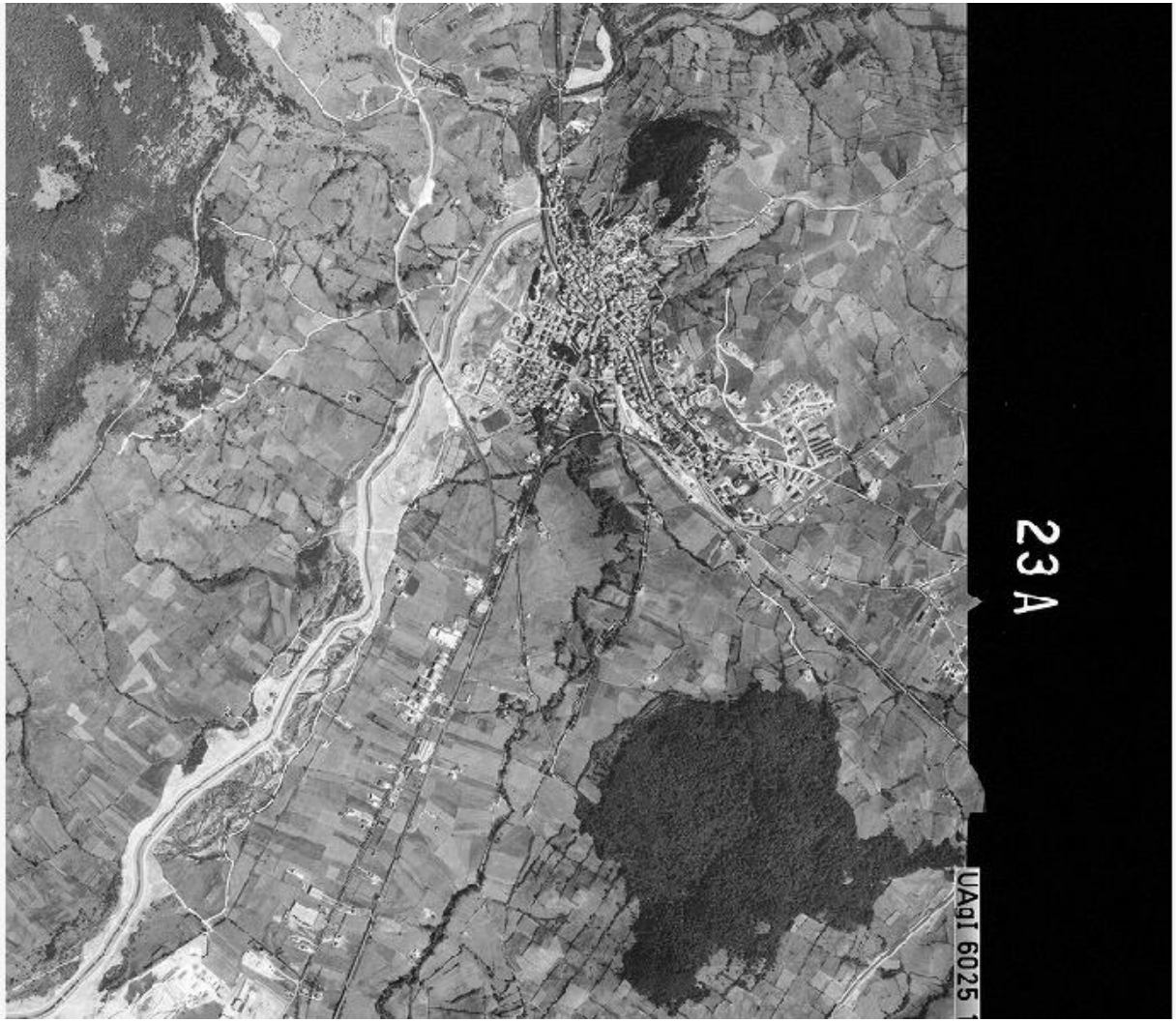
L' intensa edificazione, con il tempo, ha portato alla canalizzazione dell'alveo del Fiume Sangro e del Fiume Zittola che risulta visibile nel suo andamento naturale solo nelle ortofotocarte del 1954 e del 1978.

Il tratto interessato dall'intervento di rettifica e canalizzazione, avvenuto nel 1983-1984, si sviluppa per circa sei chilometri ed il corso d'acqua è chiuso in due ordini di difese spondali in cemento così da modificare sostanzialmente le scarpate di erosione fluviale prodotte dalla forza erosiva del fiume e visibili nelle cartografie storiche e recenti.

Ne deriva che lo sviluppo urbanistico del capoluogo è maturato negli anni principalmente in relazione alle condizioni morfologiche privilegiando il settore collinare, costituito dall'unità geologica del Flysch di Agnone, e le aree pianeggianti della pianura dei Fiumi Sangro e Zittola costituite da depositi alluvionali a granulometria grossolana e fine, trascurando tuttavia le problematiche connesse alla pericolosità idraulica e morfologica del territorio.

Alla luce delle nuove prescrizioni emanate dalla Regione Abruzzo mediante i Piani Stralcio di Bacino, la cartografia PAI e PSDA, pone alcuni limiti alle future trasformazioni urbanistiche del territorio in modo particolare della zona industriale, dove parte del territorio è interessata dal PSDA, e nelle frazioni Pontone e Roccacinquemiglia dove parte del territorio ricade nella campitura PAI.

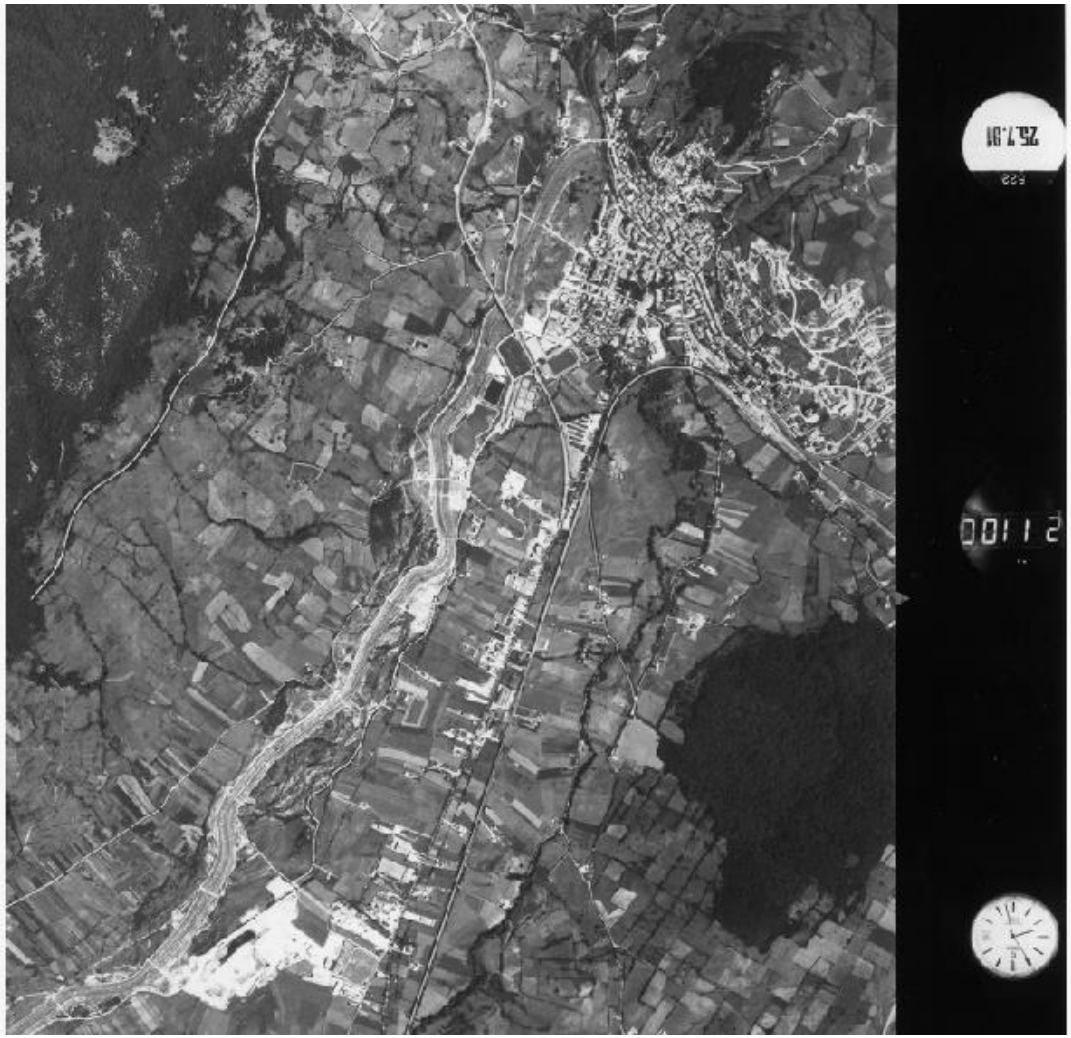
Dott. Geol. Eustachio Pietromartire
Via Fontevecchia, 4
65010 Spoltore (PE)



info:

ripresa	Volo 1982-1986
strisciata n°	23a
fotogramma n°	1208
data ripresa	1985-09-12
committente	Regione Abruzzo
ditta esec.	CGR S.p.a.
focale	153,26 mm
quota di volo	6000 m
scala	1:35000
formato	23 x 23 cm

Fig. 47 – Castel di Sangro e area industriale in un'immagine del 1985. Il corso d'acqua del fiume Sangro subisce i primi interventi di canalizzazione e rettificazione fino alla confluenza con il Fiume Zittola.



info:

ripresa	VIGM91
strisciata n°	69
fotogramma n°	177
data ripresa	25/07/91
committente	IGM
ditta esec.	IGM
focale	153,22 mm
quota di volo	6930 m
scala	1:33000
formato	23 x 23 cm

Fig. 48 – Castel di Sangro e area industriale in un'immagine del 1991. Lo sviluppo antropico dell'abitato prosegue in corrispondenza dell'area collinare a SW del nucleo storico.

info:

ripresa	VIGM91
strisciata n°	66
fotogramma n°	38
data ripresa	25/07/91
committente	IGM
ditta esec.	IGM
focale	153,22 mm
quota di volo	6070 m
scala	1:33000
formato	23 x 23 cm

Fig. 49 – Area Pontone e Roccacinquemiglia. In considerazione della vocazione turistica del territorio lo sviluppo urbanistico dell'area prosegue nella Frazione Pontone che si pone come area ricettivo-turistica.

info:

ripresa	Volo Regione Abruzzo 2007
strisciata n°	6065
fotogramma n°	6065_0220
data ripresa	26/08/2007
committente	Regione Abruzzo
ditta esec.	STEREOCARTO S.L.
focale	120 mm
quota di volo	1200 m
scala	1:5000
formato	16,588 X 9,216 cm

Fig. 50 – Castel di Sangro in un'immagine del 2007. Il capoluogo mostra il suo massimo sviluppo anche nella realizzazione della nuova area ricettivo-turistica e sportiva

Fig. 51 – Immagine satellitare del 2011 dell'area Pontone ove è possibile osservare sulla destra l'ultimo insediamento datato 2010.

10.0 BIBLIOGRAFIA

ASCIONE A., CINQUE A., MICCADEI E. & VILLANI F. (2008) - *The Plio-Quaternary uplift of the Apennine Chain: new data from the analysis of topography and river valleys in Central Italy.* In: P. G. Silva, F.A. Audemard and A. E. Mather Eds. "Impact of active tectonics and uplift on fluvial landscapes and river valley development". Geomorphology, doi:10.1016/j.geomorph.2007.07.022

ASCIONE A., MICCADEI E., VILLANI F. & BERTI C. (2007) - *Morphostructural setting of the Sangro and Volturno rivers divide area (Central-Southern Apennines, Italy).* Geog. Fis. Dinam. Quat., 30 (1), 13-32. Torino.

CAPELLI G., MAZZA R., RAFFI R., AGOSTINI S. & DI BENEDETTO A. (1998) – *Rischio di piena e dinamica fluviale nella Piana di Castel di Sangro (Appennino Centrale – Abruzzo).* Mem. Soc. Geol. Ital., 53: 585– 607.

CAPELLI G., MICCADEI E., RAFFI R. (1997)- *Fluvial dynamics in the Castel di Sangro plain: morphological changes and human impact from 1875 to 1992.* Catena (30), pp. 295-309.

D'ALESSANDRO L., MICCADEI E. & PIACENTINI T. (2003b) - *Morphostructural elements of central-eastern Abruzzi: contributions to the study of the role of tectonics on the morphogenesis of the Apennine chain*. Quaternary International, **101-102**: 115-124, Elsevier Science Ltd and INQUA, Oxford U.K.

MICCADEI E. & PAROTTO M. (1998) – *Assetto geologico delle dorsali Rotella – Pizzalto – Porrara (Appennino Abruzzese orientale).* Geologica Romana, 34, pp. 87-113.

MICCADEI E. (1993) - *Geologia dell'area Alto Sagittario-Alto Sangro (Abruzzo, Appennino centrale).* Geol. Rom., 29: 463-481, 15 fig., 1 carta f.t., Roma.

MATTEI M. & MICCADEI E. (1991) - *Strike-slip tectonics between the Marsica Range and the Molisan basin in the Sangro valley (Abruzzi, Central Italy).* Boll. Soc. Geol. It., 110: 737-745, 6 figg., Roma.

PATACCA E., SCANDONE P., MAZZA P. (2008) – *The Miocene land-vertebrate fossil site of Scontrone (Central Appennines, Italy).* Boll. Soc. Geol. It. Vol. 127, n 1, pp. 51-73, 8 ff., 7 tav.

PATACCA E., SCANDONE P., BELLATALLA M., PERILLI N. & SANTINI U. (1992) - *La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise*. In Tozzi M., Cavinato G.P. & Parotto M.: Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia –Vasto. Studi Geol. Camerti, vol. spec. **1991**/2: 417-441.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1971) - Foglio 153 "Agnone" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.