



COMUNE DI CASTEL DI SANGRO

PROVINCIA dell'AQUILA



REGIONE
ABRUZZO



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 3'920,40 KWp

Denominazione Impianto:

CDS1

Ubicazione:

Comune di Castel di Sangro (AQ)

ELABORATO
1.1-VA

Cod. Doc.: 1.0-VA

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA AI SENSI DELLE NTC 2018 E SMI



gae | studio
geology architecture engineering

Scala: --

PROGETTO

PRELIMINARE

DEFINITIVO

AS BUILT



Tecnici e Professionisti:

GEOL. ALESSANDRO MASCITTI
ARCH. MARIA PIA FRANCUCCI – DOTT. AGR. FOR. MARCO CARDINALI
VIA TURATI, 2 - 63074 - SAN BENEDETTO DEL TRONTO (AP) - ITALY
MOB.: +39.349.7545862 - EMAIL: GAESTUDIO.IT@GMAIL.COM
PEC: ALESSANDROMASCITTI@PEC.EPAP.IT
[HTTP://GAESTUDIO.ALTERVISTA.ORG](http://GAESTUDIO.ALTERVISTA.ORG)

| Revisione | Data | Descrizione | Redatto | Approvato | Autorizzato |
|-----------|-------------|---------------------|---------|-----------|-------------|
| 01 | Maggio 2024 | Progetto Definitivo | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |

Il Tecnico:

Alessandro Mascitti
Geologo iscritto all'Albo dei Geologi Regione Marche al n. 717
Specialista in Geologia
ALBO SEZIONE A

il Richiedente:



TW ABR3 s.r.l.
VIA AURELIA ANTICA 272 - 00165 –
ROMA (RM) – piva 17476211000
PEC: terrawatt@unapec.it

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... | 3 |
| 3. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO | 3 |
| 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE | 6 |
| 4.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO..... | 6 |
| 4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO..... | 7 |
| 4.4 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO-PALEOGEOGRAFICO | 11 |
| 4.5 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE | 12 |
| 4.6 QUADRO GEOMORFOLOGICO..... | 17 |
| 4.7 QUADRO IDROGEOLOGICO | 21 |
| 5. RICOSTRUZIONE SISMO-STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA | 24 |
| 5.1 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DA MZS.. | 24 |
| 6. ANALISI TOPOGRAFICA..... | 28 |
| 6.1 CATEGORIA TOPOGRAFICA T..... | 28 |
| 7. ANALISI SISMOTETTONICA E RISCHIO SISMICO | 29 |
| 7.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA..... | 29 |
| 7.2 SISMICITÀ E STORIA SISMICA..... | 30 |
| 7.3 PERICOLOSITÀ SISMICA..... | 33 |
| 7.4 PARAMETRI SISMICI..... | 36 |
| 8. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE O PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE..... | 43 |
| 9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE..... | 44 |

1. PREMESSA

Su incarico della società proponente TW ABR3 s.r.l., società del gruppo TERRAWATT S.r.l., è stata svolta un'analisi preliminare geologico-geotecnico-geofisica relativa al progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare, mediante l'installazione di 7'128 moduli fotovoltaici di potenza unitaria pari a 550 Wp, per una potenza complessiva richiesta di 3.920,4 KWp installati a terra in modo Fisso senza strutture ad inseguimento, sito nel Comune di Castel Di Sangro in Provincia dell'Aquila, denominato "CDS 1".

Secondo quanto previsto dal preventivo rilasciato da E-Distribuzione, rif 391660957 ed accettato dalla Società, l'impianto si collegherà alla RTN per la consegna della energia elettrica prodotta attraverso la realizzazione di una nuova cabina di consegna su suolo privato ricadente in Zona "E1 Agricola" e sarà allacciato alla rete elettrica di Distribuzione MT con tensione nominale di 20 KV tramite costruzione di cabina di consegna, connessa in antenna dalla CP CASTEL DI SANGRO (DJ001380336).

Tale soluzione prevede:

- Costruzione di linea in cavo AEREO Al 150 mmq e cavo INTERRATO Al 185 mmq per ingresso/uscita da cabina che colleghi la cabina di consegna MT alla CP CASTEL DI SANGRO;
- Stallo MT in CP;
- Costruzione di una cabina di consegna MT;
- Quadro in SF6 (con ICS) più Quadro Utente in SF6 DY808 dimensionati per reti con corrente di corto circuito pari a 16 KA.

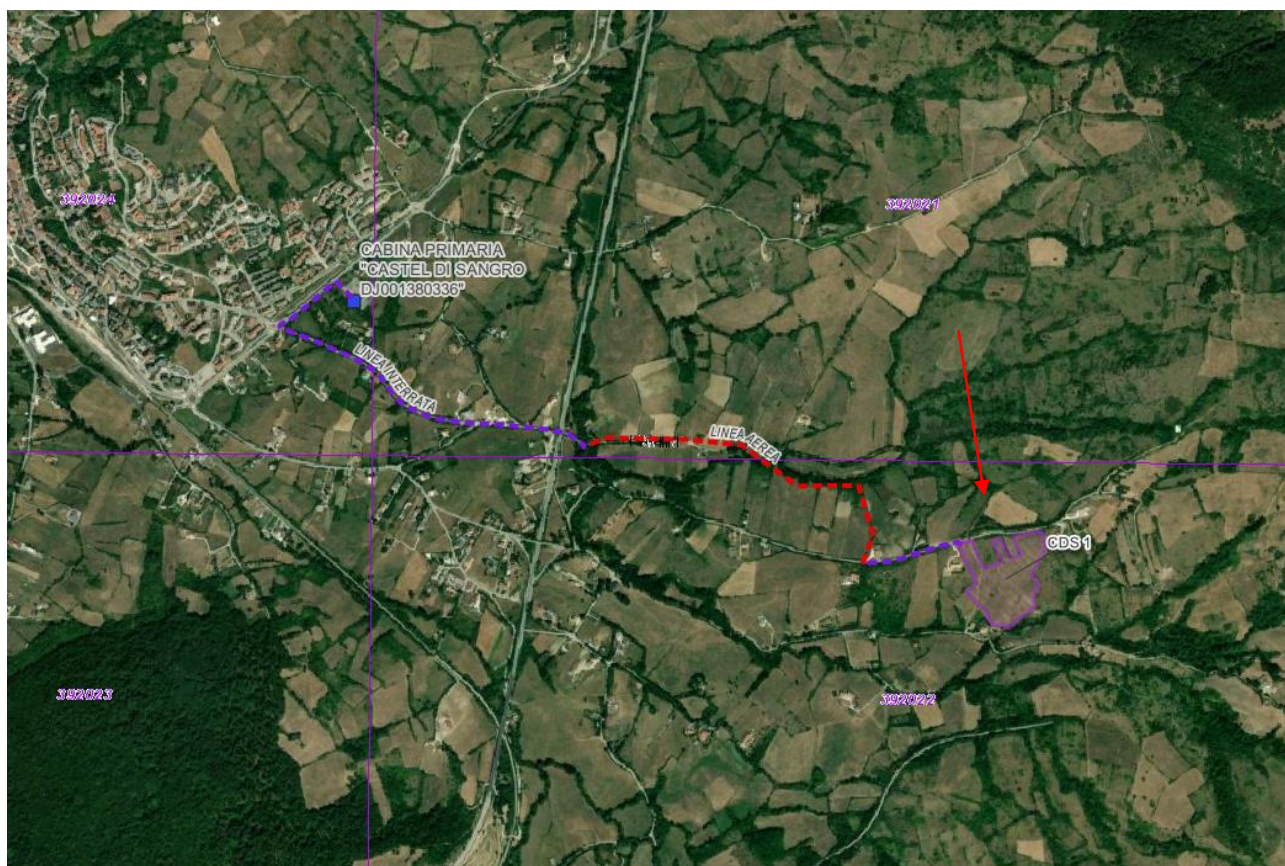


Immagine Satellitare con rielaborazione GIS

Nel seguente studio è stato eseguito un accurato rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico per definire le condizioni al contorno dell'area d'intervento, indicando eventuali prescrizioni da osservarsi in sede di progettazione.

Per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e geofisiche dei terreni interessati dall'opera prevista in progetto, oltre al reperimento di dati lito-stratigrafici di aree limitrofe in possesso dello scrivente, sono stati effettuati sia rilievi in loco oltre alla consultazione ed analisi di tutti i dati derivanti dallo studio di MZS del Comune di Castel di Sangro.

L'analisi, estesa ad un volume di terreno ritenuto significativo ai fini dell'incidenza del progetto, è stata così articolata:

- reperimento di dati esistenti relativi ad indagini eseguite nelle vicinanze dell'area in oggetto;
- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico in un intorno significativo all'area in oggetto;
- caratterizzazione geotecnica dei terreni investigati;
- considerazioni sismiche e stima della pericolosità sismica;
- elaborazione dei documenti cartografici e stesura della relazione esplicativa.

Per la stesura degli elaborati grafici allegati alla presente relazione sono stati consultati e utilizzati i seguenti documenti e cartografie:

- Carta Topografica Regionale – Foglio F153-III NE "CASTEL DI SANGRO", scala 1:25.000
- Carta Tecnica Regionale Sez. 392020, scala 1:10.000
- Carta Tecnica Regionale Sez. 392021, scala 1:5.000
- Cartografia satellitare tratta da Google Earth
- Carta Geologica Regionale
- Cartografia P.A.I. tratta dall'ISPRA (shp dal geoportale nazionale) scala 1:5.000
- Cartografia I.F.F.I. tratta dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale scala 1:5.000.

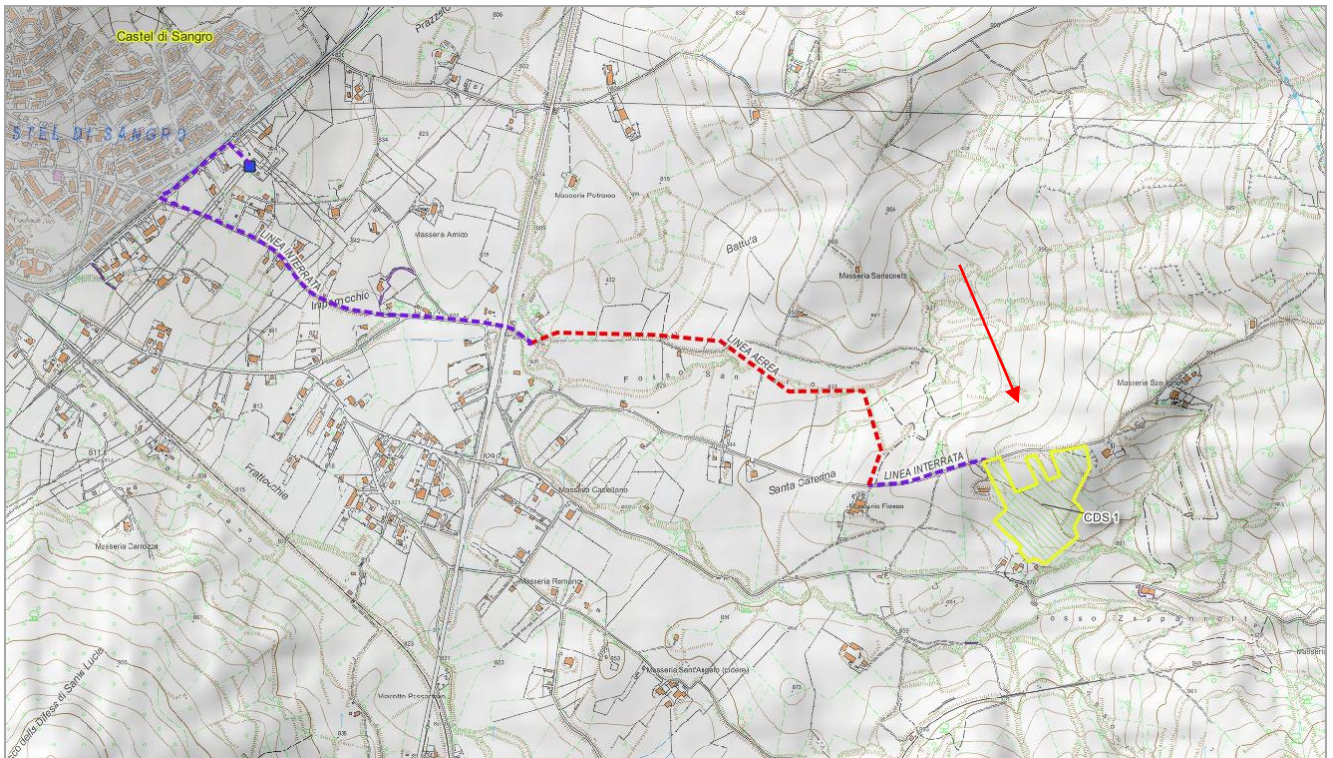
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 recante "*Norme tecniche per le costruzioni*" e Circolare del 02 febbraio 2009, n. 617 del Consiglio Superiore dei LL.PP. (raccolge in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni secondo un'impostazione coerente con gli Eurocodici e con la valutazione della pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale secondo l'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274);
- D.M. 2018 del 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni" e s.m.i..

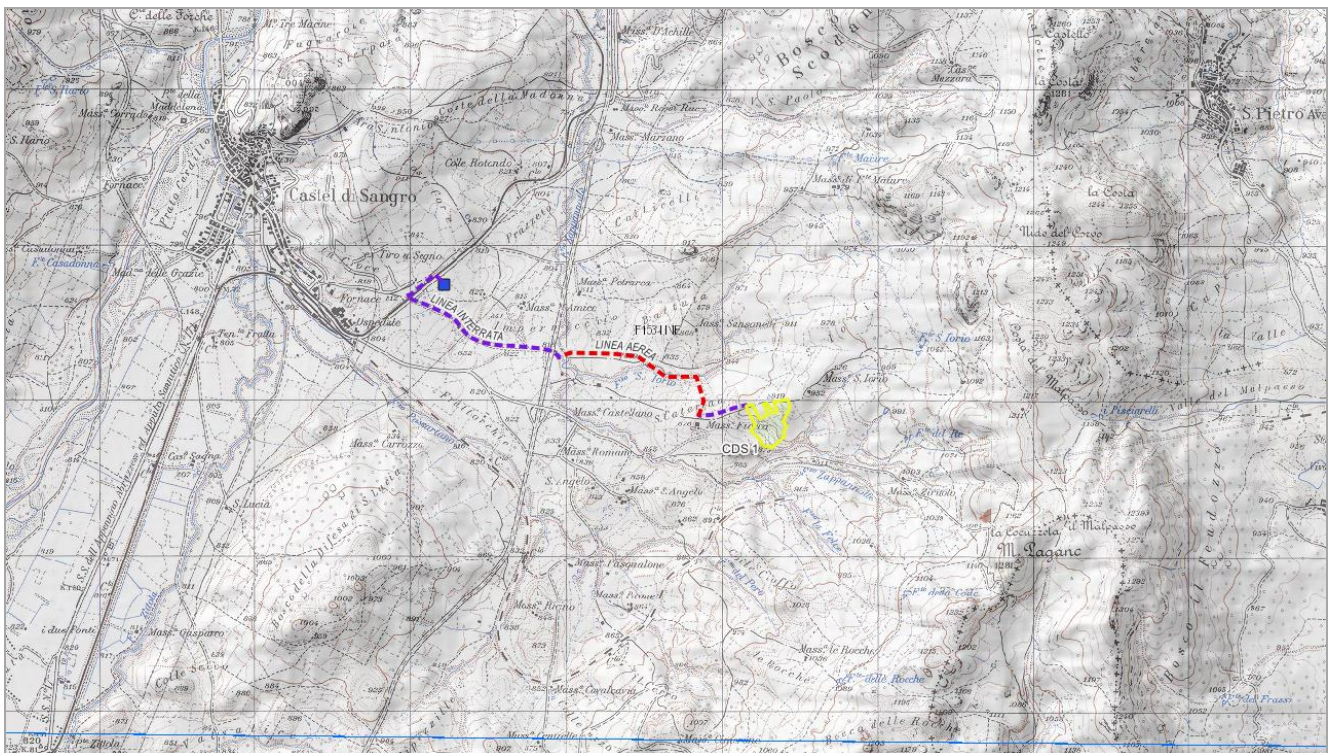
3. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

L'intervento riguarda un'area sita all'interno del territorio comunale di Castel di Sangro in area periferica, nelle vicinanze di una azienda agricola denominata "Masseria San Iorio". E' raggiungibile dalla Strada Comunale Serra S. Iorio nella parte NORD e dalla Strada Comunale Monte Pagano nella parte SUD (part. 513).

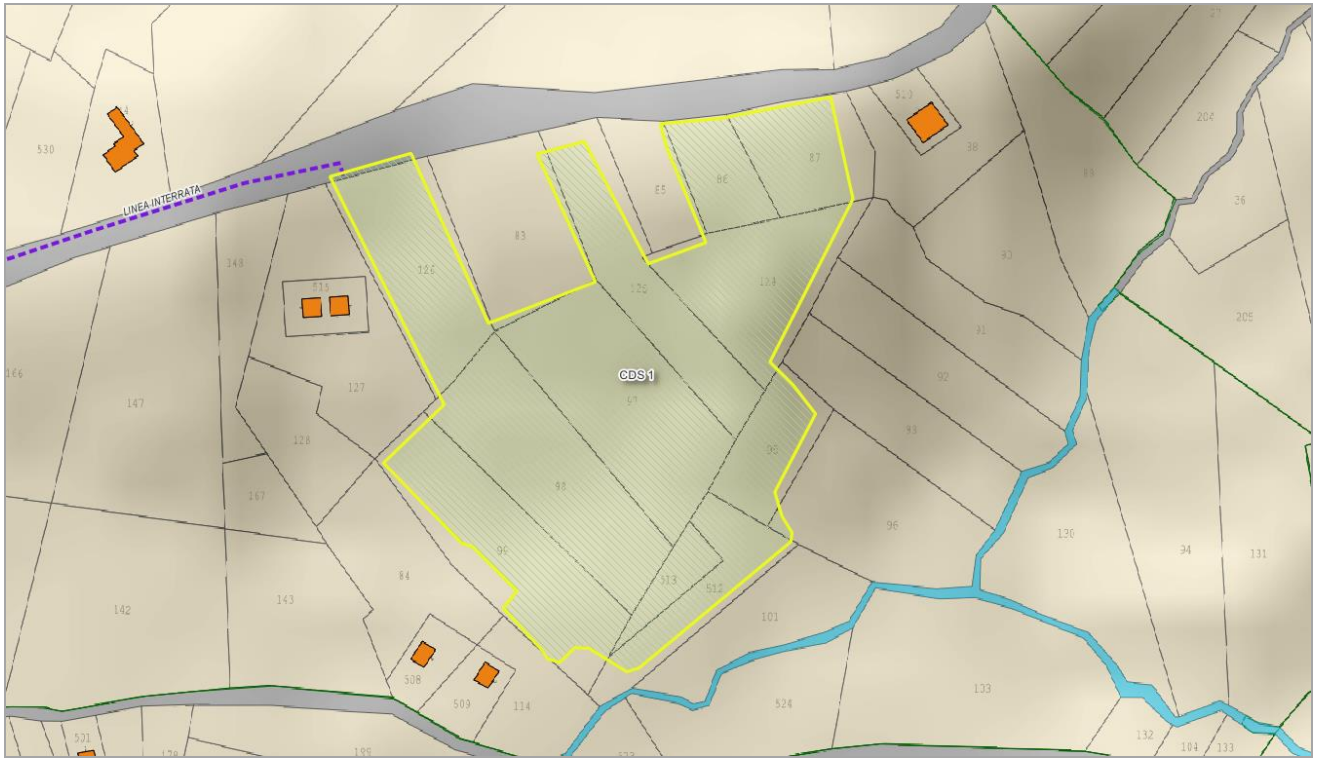
Il sito in studio è localizzabile ad una quota topografica di circa 920m slm e risulta compreso nella Carta IGM Scala 1:25'000 al F153-III NE "CASTEL DI SANGRO" e nelle sezioni 392020 CTR 10k e 392021 CTR 5k della Carta Tecnica Regionale dell'Abruzzo.



Stralcio CTR Regione Abruzzo 10k – Sez. 392020



Stralcio Cartografia ICM scala 1:25'000 - Foglio F153-III NE "CASTEL DI SANGRO"



Stralcio Cartografia Catastale scala 1:2'000



Immagine Satellitare ESRI

4. CARATTERISTICHE GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE ed IDROGEOLOGICHE

4.1 Inquadramento geografico

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 $41^{\circ}47'32''N$ e longitudini di $14^{\circ}6'30''E$.

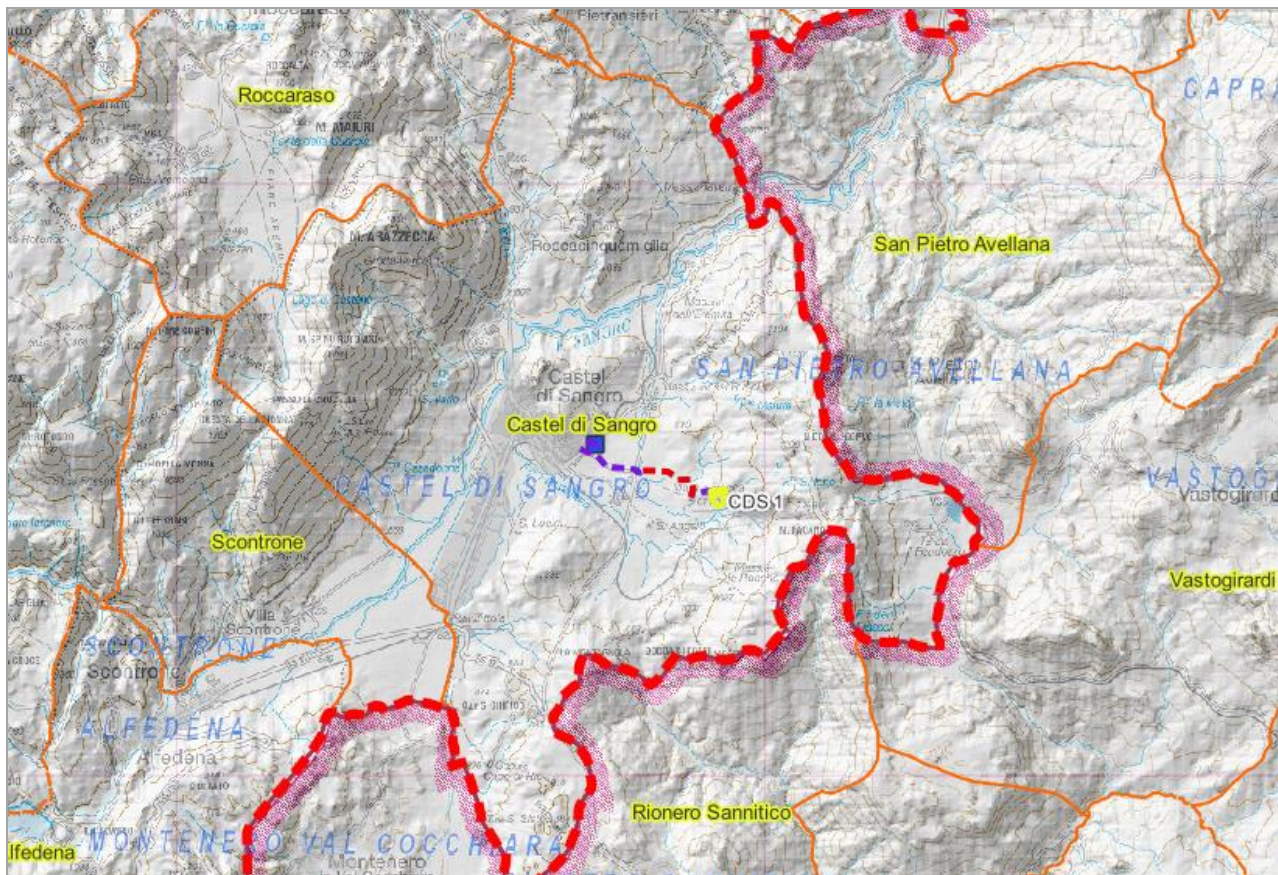


Fig. 1 – Inquadramento geografico impianto

La topografia presenta un andamento piuttosto variabile con cambiamenti di pendenze in funzione della variabilità litologica. Zone a marcata acclività, con pareti talora subverticali 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.

4.2 Inquadramento geologico

La cartografia geologica di riferimento per l'intero territorio è il Foglio CARG in scala 1:50.000 N. 378 "Scanno" a Nord dell'area di intervento, consultabile on-line all'indirizzo https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/378_SCANNO/Foglio.html ed il Foglio N.153 "Agnone" in scala 1:100'000 https://sgi.isprambiente.it/geologia100k/mostra_foglio.aspx?numero_foglio=153 (Fig. 2).



Fig. 2a– Foglio CARG 100k "Agnone" ed Area di intervento

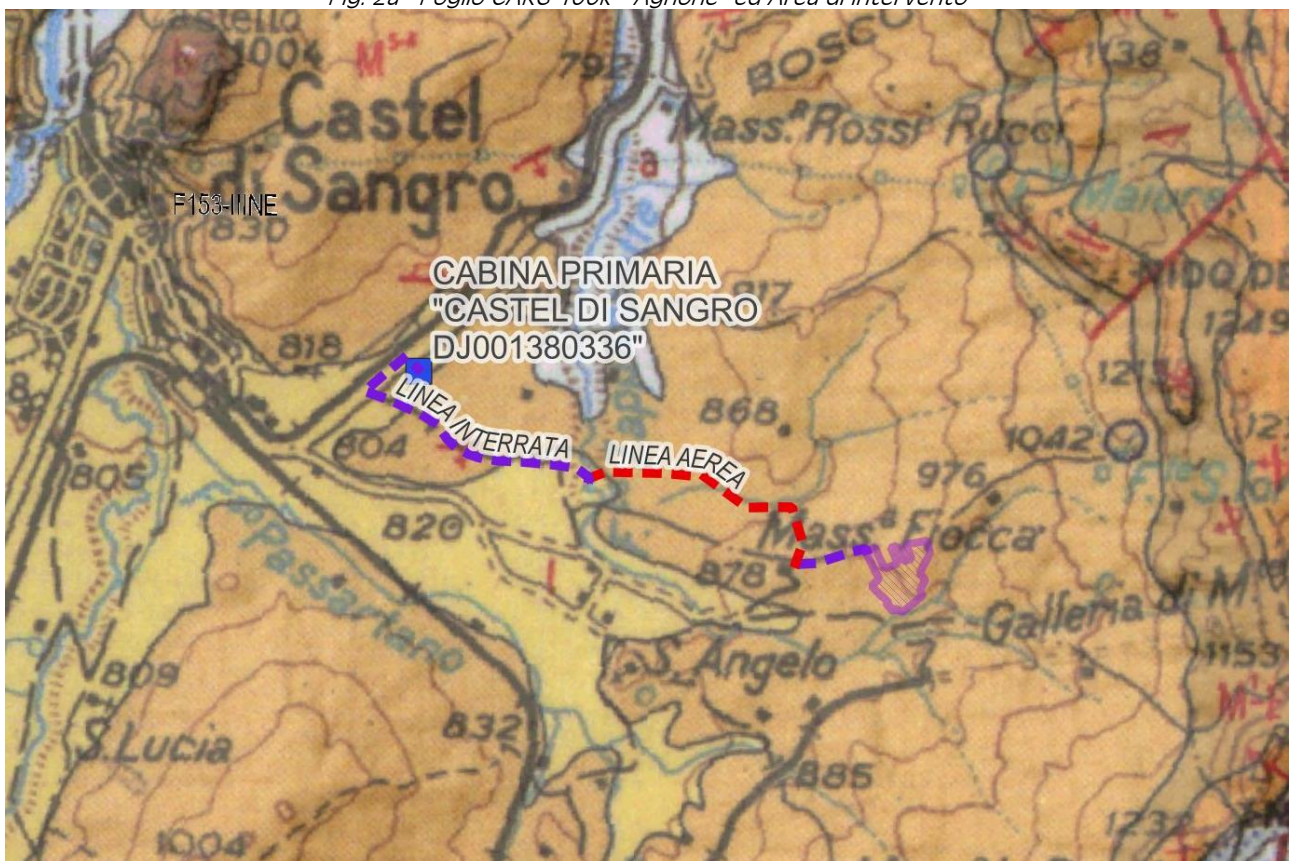
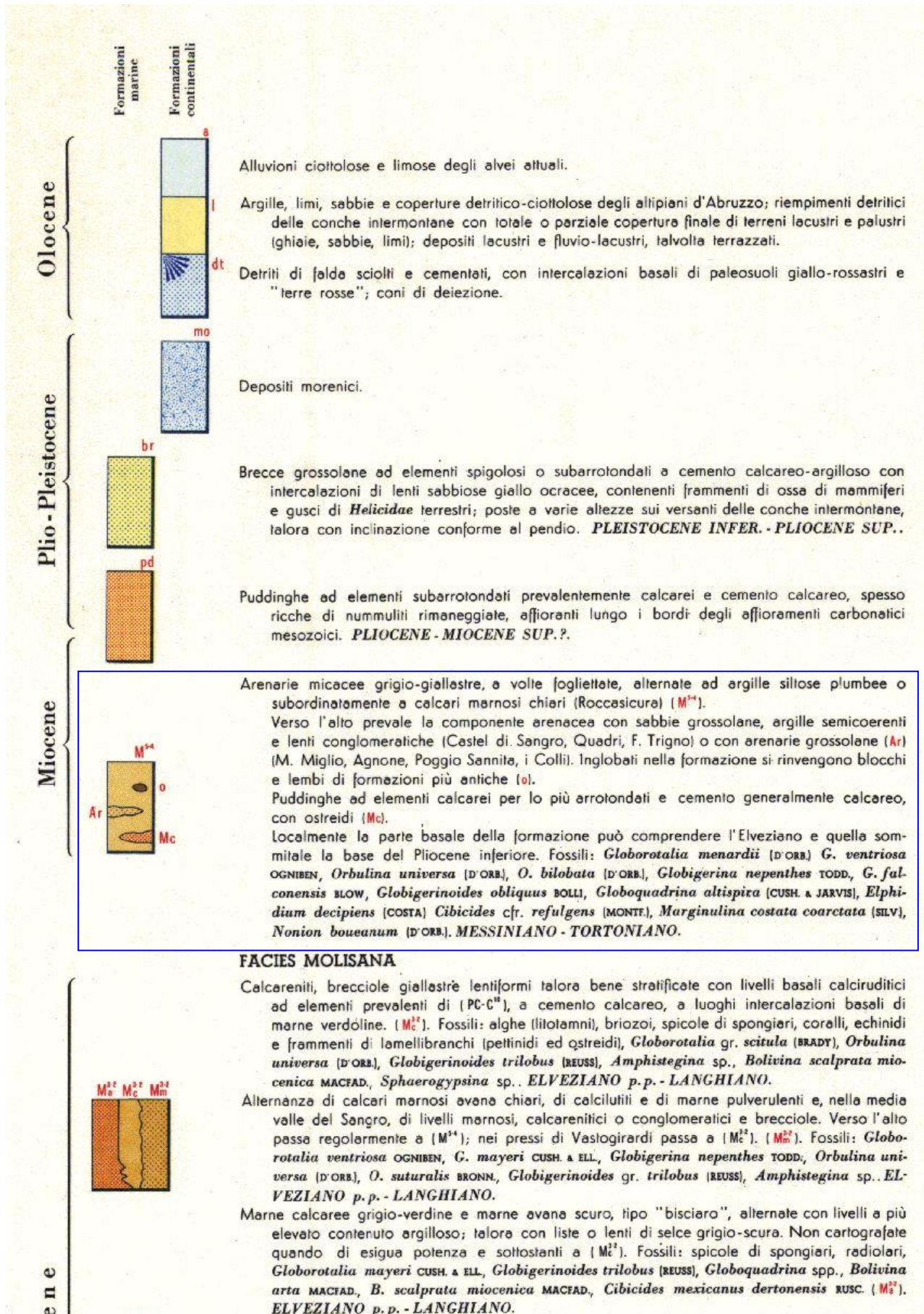
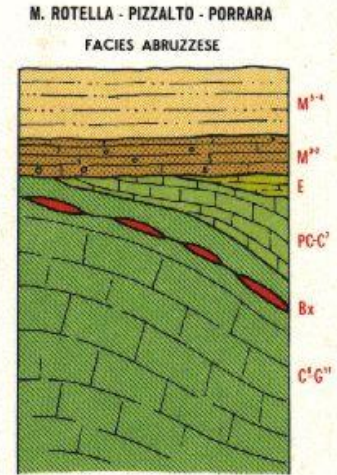
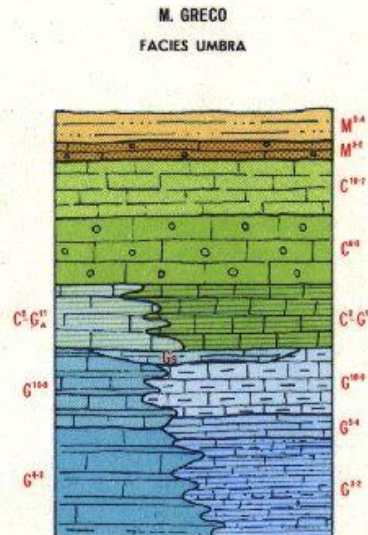
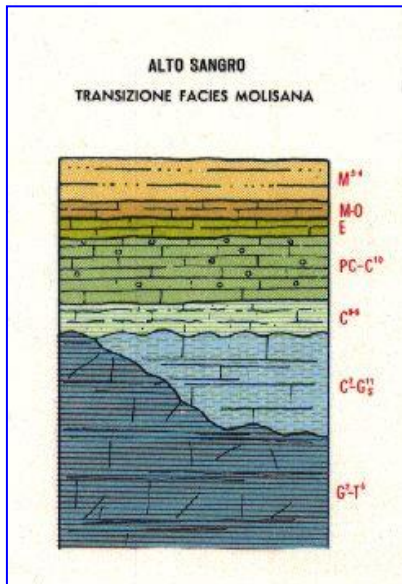


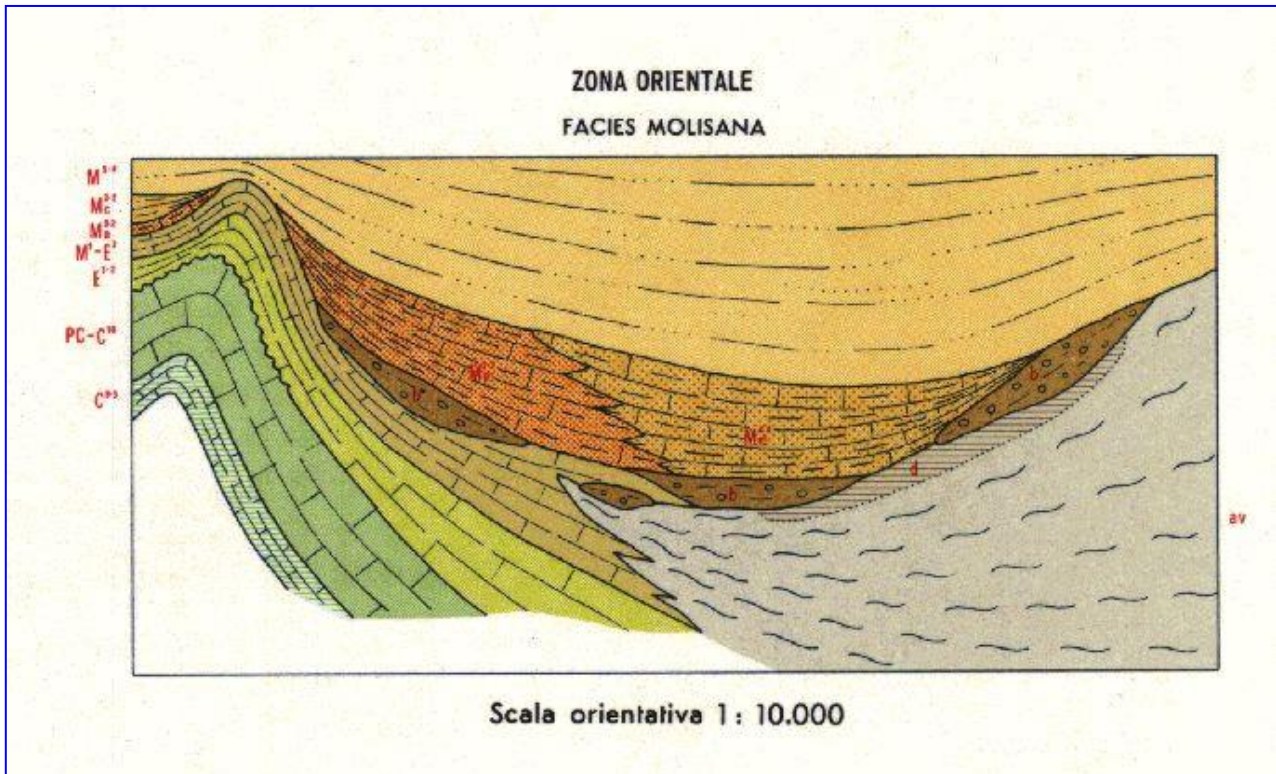
Fig. 2b – Foglio CARG 100k "Agnone" ed Area di intervento (dettaglio) – Unità M⁴

LEGENDA





Scala orientativa 1 : 25.000



4.3 Inquadramento Tettonico

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).

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-quadernaria (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.3).

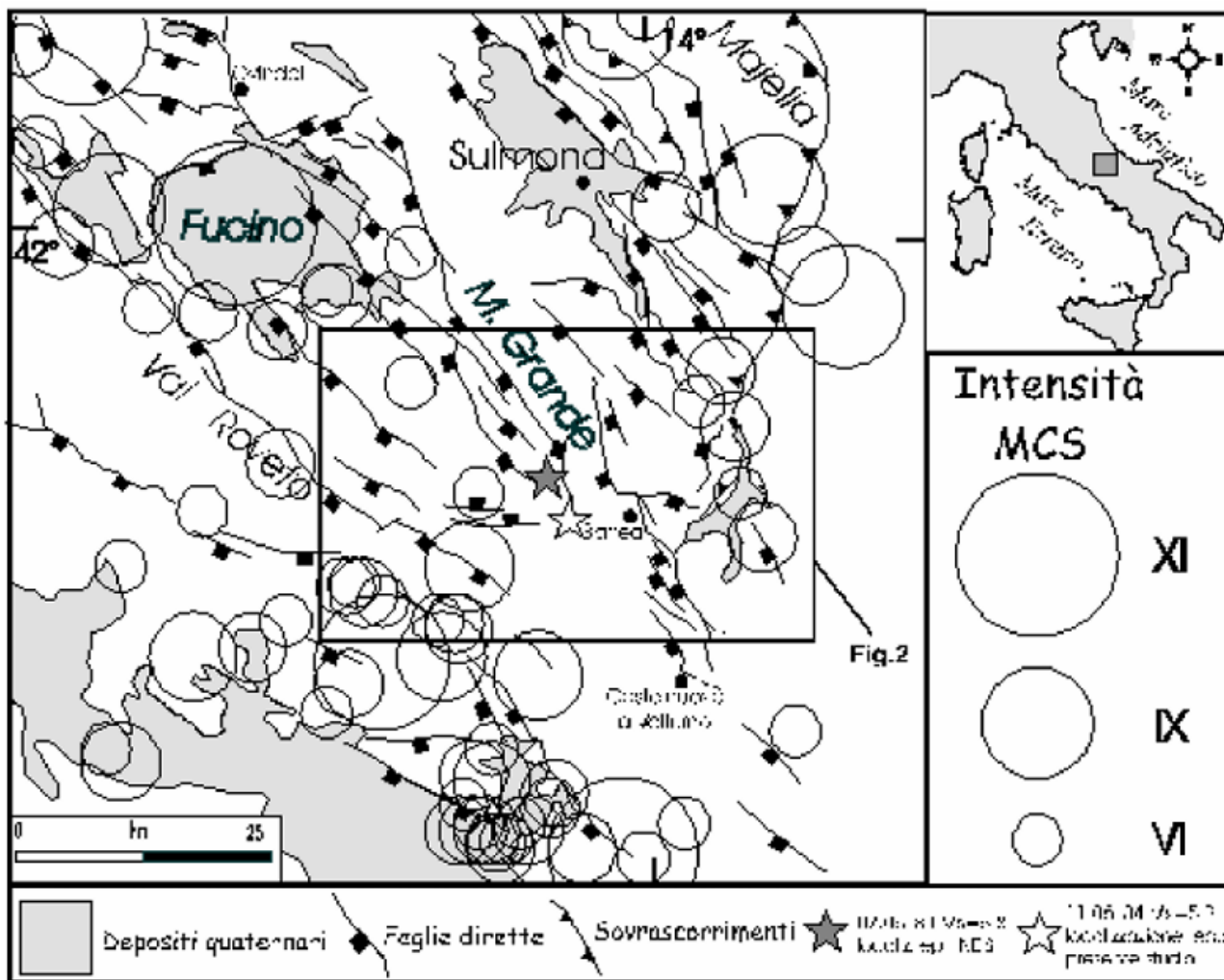


Fig. 3 - Schema strutturale dell'Abruzzo centro-meridionale raffigurante i principali lineamenti tettonici distensivi plioquadernari e gli epicentri dei terremoti storici con intensità epicentrale superiore o uguale al VI grado della Scala MCS accaduti fra l'anno 1000 ed il 1980. (catalogo NT4.1, Camassi & 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.

4.4 Inquadramento stratigrafico-paleogeografico

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).

La zona oggetto di studio si pone nel settore orientale della marsica al confine con le regioni peligine, 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 sovrascorse sui depositi terrigeni silicoclastici messiniani.

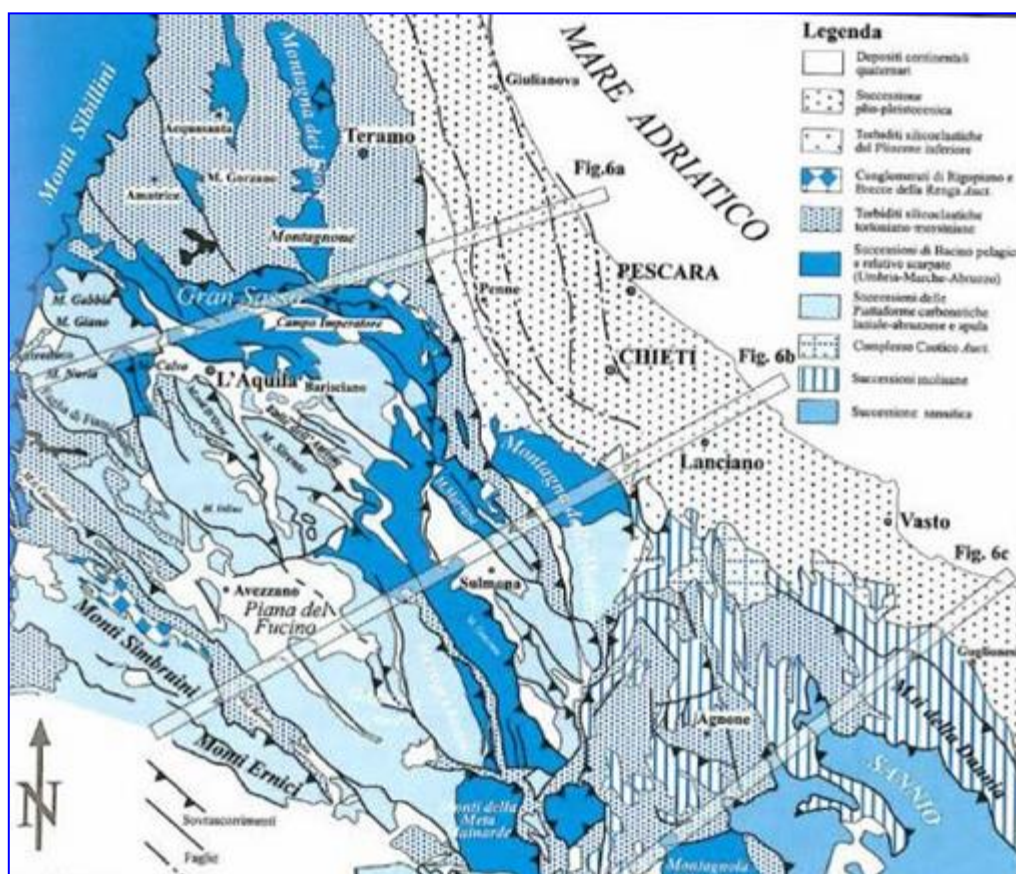


Figura 4 - Schema geologico strutturale dell'Appennino centro-meridionale laziale abruzzese

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 retoscogliera, attraverso depositi di scarpata, passano a facies di mare più profondo, tutti deposti 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 torbidity argilloso-arenacei 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 sì 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.

4.5 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 in 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).

Si è fatto altresì riferimento alla carta geologico-tecnica prodotta nello Studio di MZS comunale, derivata da un accurato rilevamento di campagna con 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)**

- **Flysch di Agnone (FLA) Messiniano (Affiorante sull'area di intervento)**

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 flyschoidale 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 comunale il Flysch di Agnone prevale nella facies arenaceo-argillosa (Fig. 5), 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.

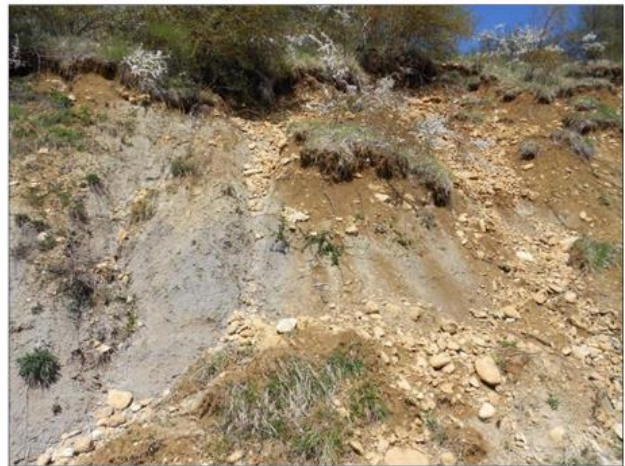


Fig. 5 – viste affioramento del Flysch di Agnone presso il cimitero di Castel di Sangro



Fig. 6 – Particolare della formazione "Flysch di Agnone" in facies sabbiosa in contatto con i depositi glaciali (gla) di genesi quaternaria



Fig. 7 – Passaggio stratigrafico tra i depositi detritici di versante, rilevati nell'area retrostante il cimitero comunale, e il Flysch di Agnone in facies arenaceo-marnosa

➤ 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. 8).

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. 9).

A Nord-est dell'abitato di Castel di Sangro l'unità detritica presenta una granulometria mista con assetto caotico, non cementato (zz). 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).

• Depositi alluvionali terrazzati (at1-at2)

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

La prima, at1, affiora esclusivamente in un piccolo lembo conservato tra la loc. 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 (la) (Fig. 10).

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. 11).



Fig.8 - 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.9 - 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



Fig.10 - Affioramento di deposito alluvionale terrazzato di età pleistocenica (at1) rilevato tra Loc.tà Fornace e Fonte Casadonna in sinistra idrografica del F.Sangro.



Fig.11 - 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. 12). In subordine si intercalano sabbie e limi (allE3IVb).

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



Fig.11 - 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.12) 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.12 - Piccole frane di colamento che interessano la Formazione flyschoida (Flysch di Agnone) in prossimità di Fonte Casadonna (sx idrografica del Fiume Sangro)

4.6 Quadro Geomorfológico

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). 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 affiancano aree anche a forte acclività.

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.

Nel dettaglio dell'area di intervento i corpi idrici secondari presenti sono il fosso Zappanotte a Sud ed il fosso S.lorio a Nord che comunque non presentano interferenze geomorfologiche e/o idrogeologiche con l'area di impianto o le opere in progetto.

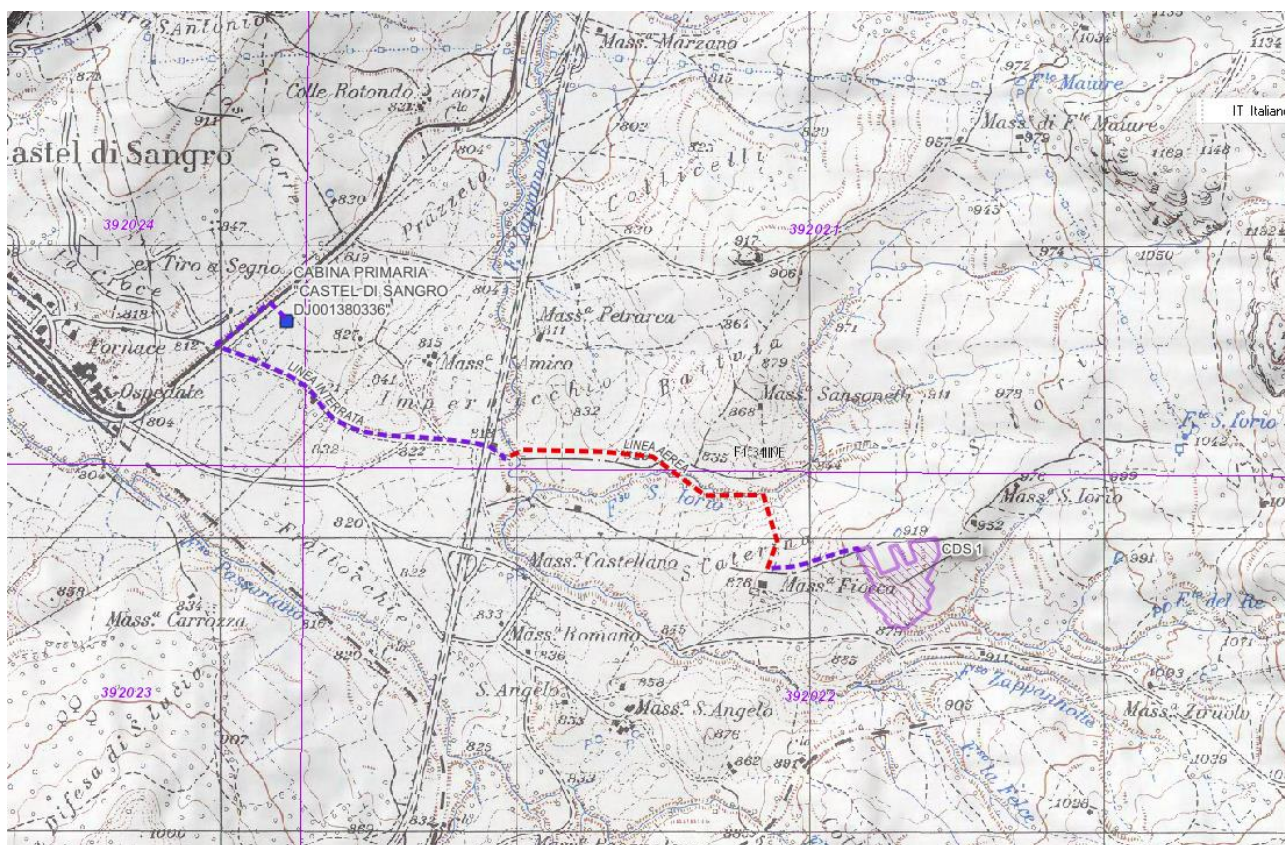


Fig. 13 – Carta IGM con reticolo idrografico

I principali elementi morfologici dell'area comunale nel complesso sono rappresentati da 1) una zona intensamente terrazzata fino a quote di circa 720-730 m s.l.m., legata all'evoluzione tardopleistocenico - olocenica (in cui rientra l'area di intervento); e 2) una zona a morfologia più complessa posta a quote superiori a 720-730 m.

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.

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.

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 1° Variante PAI; lo scenario che è stato modificato ha come codice di individuazione (Carta Inventario PAI) 0660042000.

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 (gl₁); 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.

Dall'analisi della Carta Geomorfologica del PAI della Regione Abruzzo, l'area specifica di intervento non risulta caratterizzata da fenomeni geomorfologici censiti o noti, né dai rilievi in loco sono stati evidenziati elementi predisponenti all'instabilità della stessa che risulta pertanto stabile.

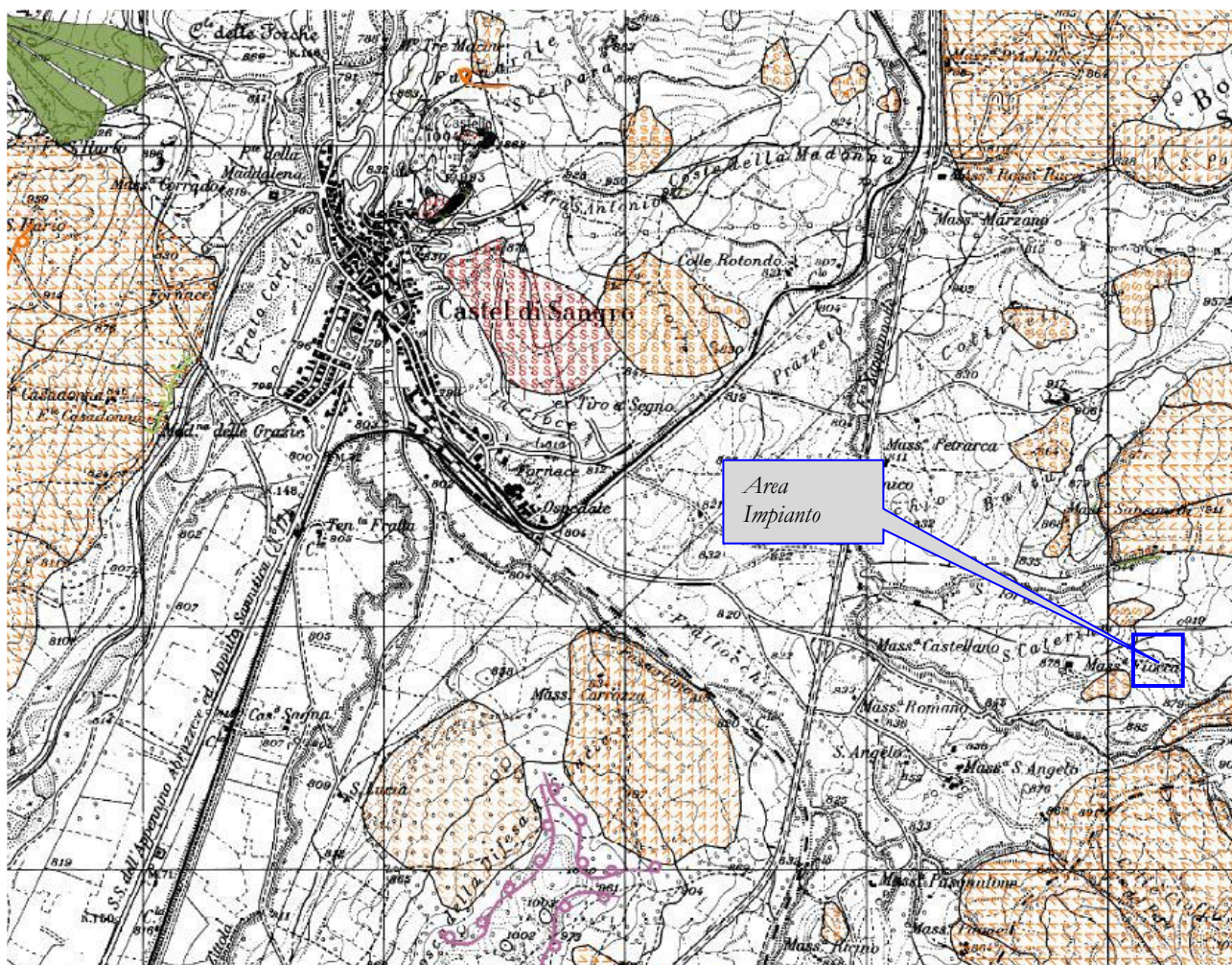


Fig.14 – Carta Geomorfologica allegata al Piano Stralcio di Bacino PAI- Stralcio tratto dal sito ufficiale della Regione Abruzzo – Cartografia PAI

| | | | | |
|--|--|--------------------|-----------|------------|
| Libera territorio Autorità di Bacino | | | | |
| FORME STRUTTURALI | Orlo di scarpata di taglio | | | |
| | Orlo di scarpata con influenza strutturale | | | |
| | Orlo di scarpata di linea di taglio | | | |
| | Orlo di scarpata con influenza strutturale incrementale da rotture di faglia | | | |
| | | STATO DI ATTIVITA' | | |
| | | ATTIVO | CALENDETE | NEGLIATEND |
| FORME PRECISE DI DEFORMAZIONE PER ALCUNE CATEGORIE STRUTTURALI | Orlo di scarpata di degradazione sul dilata | | | |
| | Tensione o trazione | | | |
| | Pressione di trazione | | | |
| | Alzamento incrementale del sollevamento profondo | | | |
| | Alzamento incrementale di deformazioni superficiali lente | | | |
| | Carico di linea di orlo di scarpamento | | | |
| | Carico di linea di scarpamento incrementale | | | |
| | Carico di linea di scarpamento | | | |
| | Carico di linea di pareti compresse (rotture di compressione e di trazione) | | | |
| | Pressione linea o gruppo di pareti (linee con compressione) | | | |
| | Correspondenza significativa nel tempo di linea | | | |
| | Correspondenza significativa nel tempo di linea | | | |
| FORME PRECISE DI DEFORMAZIONE PER ALCUNE CATEGORIE STRUTTURALI | Orlo di scarpata di scarpata di linea o scarpata | | | |
| | Alza con scarpata di linea o scarpata di linea | | | |
| | Alza con scarpata di linea o scarpata di linea | | | |
| | Alza da scarpata di linea o scarpata di linea | | | |
| | Superficie a scarpata di linea o scarpata di linea | | | |
| | Superficie con forme di deformazione prevalentemente diffuse | | | |
| | Superficie con forme di deformazione prevalentemente concentrate | | | |
| | Carica di linea | | | |
| | Carica di linea | | | |
| | Carica di linea | | | |
| FORME PRECISE DI DEFORMAZIONE PER ALCUNE CATEGORIE STRUTTURALI | Forma di scarpata | | | |
| | Forma di scarpata | | | |
| | Forma di scarpata | | | |
| FORME PRECISE DI DEFORMAZIONE PER ALCUNE CATEGORIE STRUTTURALI | Orlo di scarpata | | | |
| | Orlo di scarpata | | | |
| FORME PRECISE DI DEFORMAZIONE PER ALCUNE CATEGORIE STRUTTURALI | Orlo di scarpata di scarpata di linea | | | |
| | Orlo di scarpata di scarpata di linea | | | |
| FORME PRECISE DI DEFORMAZIONE PER ALCUNE CATEGORIE STRUTTURALI | Orlo di scarpata artificiale | | | |
| | Trasformazione artificiale | | | |
| | Trasformazione | | | |
| | Legge artificiale | | | |
| Carico incrementale naturale sul scarpamento | | | | |

4.7 Quadro 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.15). 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.

Relativamente alla pericolosità del Fiume Sangro, si riportano alcune foto dell'alluvione recente datata dicembre 2010, mentre si ricorda un simile evento anche nel novembre 1991.

Sulla specifica area di intervento, sulla base dell'analisi cartografica PAI-PGRA non sono presenti aree a rischio idrogeologico per esondazione né aree censite a rischio geomorfologico PAI per frana (Fig. 16).

Altresì le opere non risultano interferire con il Vincolo Idrogeologico di cui al RD 30/1923 come osservabile dalla cartografia in Fig.17.

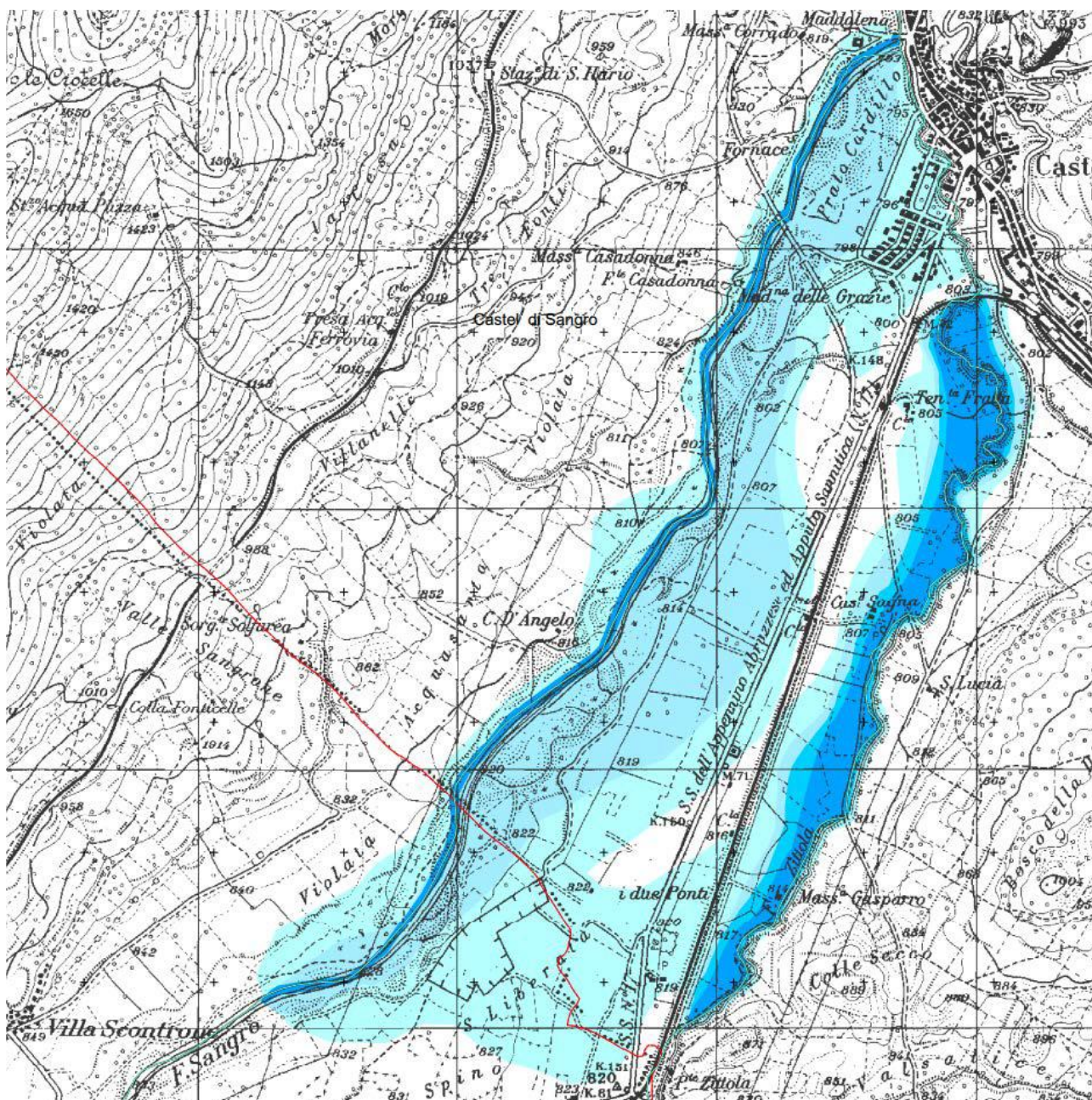







Fig.15 – Carta della Pericolosità allegata al Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) – F.Sangro

LEGENDA:

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

| | | | |
|---|--|---|----------------------|
|  | Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1\text{m}$ $v_{50} > 1\text{m/s}$ |  | Reticolo idrografico |
|  | Pericolosità elevata $1\text{m} > h_{50} > 0.5\text{m}$ $h_{100} > 1\text{m}$ $v_{100} > 1\text{m/s}$ | | |
|  | Pericolosità media $h_{100} > 0\text{m}$ | | |
|  | Pericolosità moderata $h_{200} > 0\text{m}$ | | |

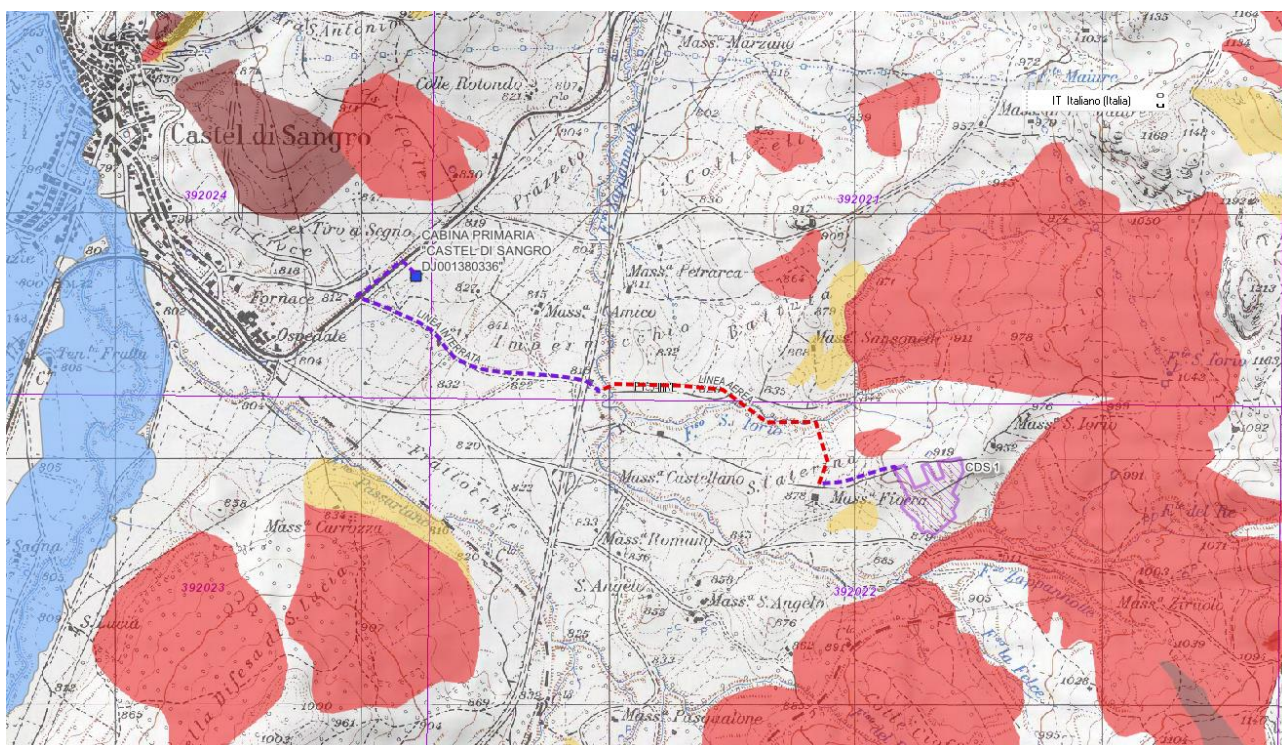


Fig. 16 – Carta di sintesi PGRA-PAI

PAI

- PAI Frane - Aree a Pericolosità da frana
- Molto elevata P4
- Elevata P3
- Media P2
- Moderata P1
- Aree di Attenzione AA

PGRA

- Distretto Appennino Centrale ITE APSFR_area
- ITE_area
- Distretto Appennino Meridionale ITF APSFR_area
- ITF_area

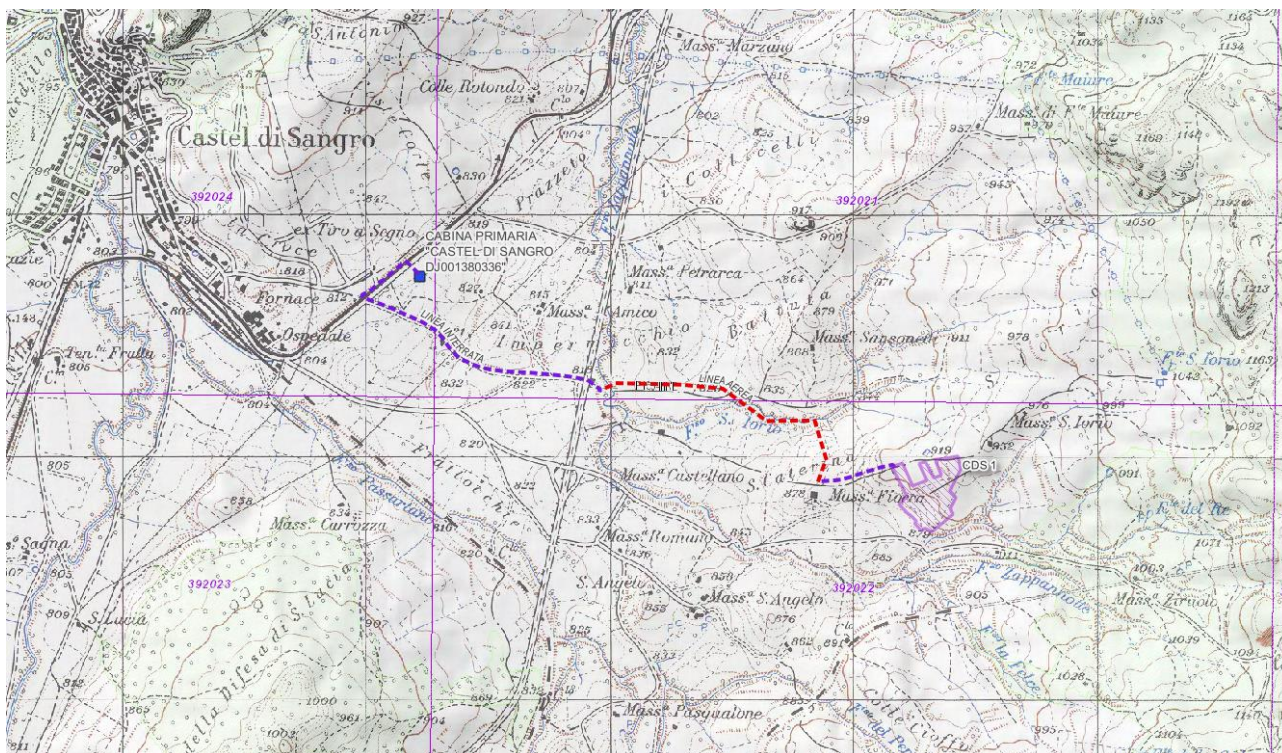


Fig. 17 – Carta delle Aree Sottoposte a Vincolo Idrogeologico RD 30-1923

5. RICOSTRUZIONE SISMO-STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO e CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 Ricostruzione Stratigrafica del Sottosuolo e Caratterizzazione Geotecnica da MZS

La caratterizzazione dell'area di intervento si basa sui dati e risultati derivanti dai sondaggi geognostici – indagini geofisiche e rilievi ed analisi riportati nello studio di MZS di 1° livello del Comune di Castel di Sangro con cartografie e sezioni tematiche.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nell'areale di studio si basa su correlazioni con 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 fisicomeccaniche dei terreni per l'area di intervento e la formazione caratterizzante, ricavata dall'analisi di quanto emerso dalle indagini di MZS comunale; 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, si farà riferimento a 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.

L'area di intervento risulta caratterizzata dalla formazione del Flysch di Agnone in affioramento - formazione marina più recente presente nel settore in esame, 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.

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.

Possono essere distinte due litofacies a comportamento arenaceo e pelitico-argilloso rispettivamente con caratteristiche geotecniche differenziate e sintetizzate nella tabella seguente.

| | Termini arenacei | Termini argillosi |
|---------------------------|---|---|
| Peso di volume naturale | $\gamma = 21.57 - 23.54 \text{ kN/m}^3$ | $\gamma = 19.20 - 20.52 \text{ kN/m}^3$ |
| Angolo di attrito interno | $c' = 22.15 - 35.23 \text{ kPa}$ | $c' = 49.03 - 98.06 \text{ kPa}$ |
| Coesione efficace | $\phi = 30^\circ - 35^\circ$ | $\phi = 23^\circ - 26^\circ$ |
| Velocità Onde S | $V_s \geq 500 - 600 \text{ m/s}$ | $V_s \geq 500 - 600 \text{ m/s}$ |

DEPOSITI DETRITICI/ALLUVIONALI

Limitate coperture detritiche possono essere rinvenute lungo i versanti afferenti l'area in studio o lungo i fondovalle alluvionali e le caratteristiche geotecniche strettamente correlate alla natura litologica dei depositi affioranti possono essere sintetizzate preliminarmente nella tabella seguente per i depositi sciolti:

| | |
|---------------------------|---|
| Peso di volume naturale | $\gamma = 19.22 - 22.59 \text{ kN/m}^3$ |
| Angolo di attrito interno | $\varphi = 30^\circ - 35^\circ$ |
| Coesione efficace | $c' = 0.0 - 71.15 \text{ kPa}$ |
| Velocità Onde S | $V_s = 300 - 400 \text{ m/s}$ |

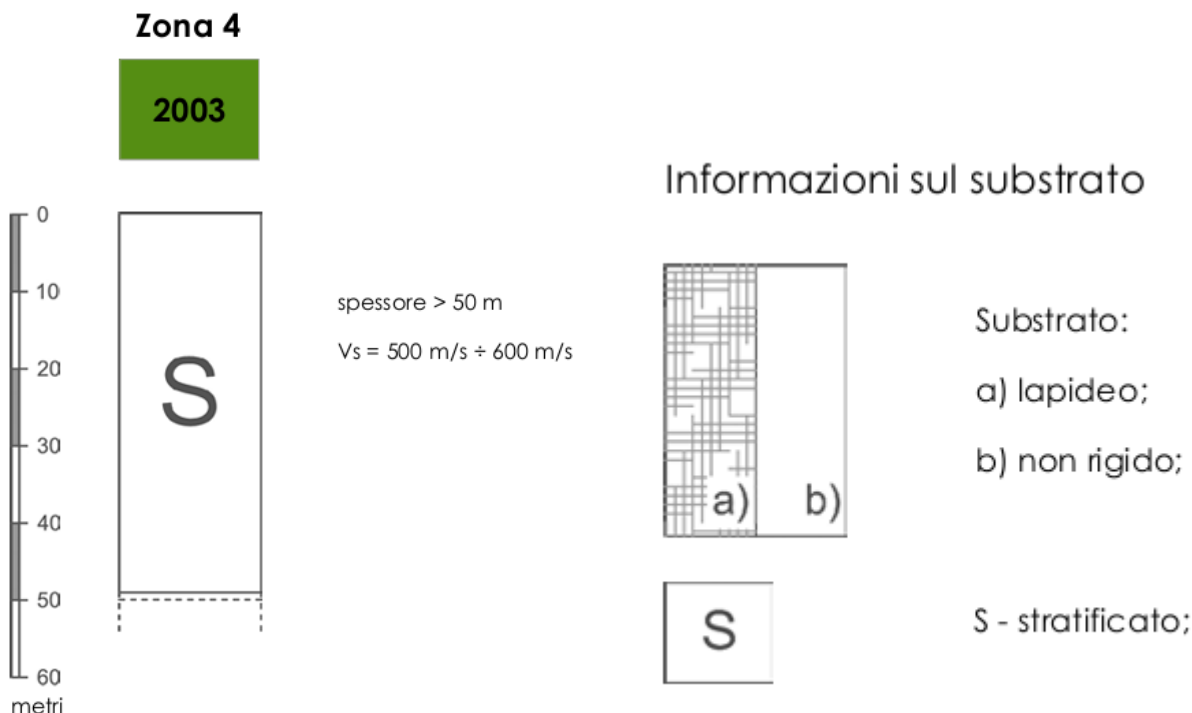
Per i depositi cementati risulta valida la seguente caratterizzazione:

| | |
|---------------------------|---|
| Peso di volume naturale | $\gamma = 22.38 - 25.20 \text{ kN/m}^3$ |
| Angolo di attrito interno | $\varphi = 35^\circ - 40^\circ$ |
| Coesione efficace | $c' = 65.0 - 102.15 \text{ kPa}$ |
| Velocità Onde S | $V_s = 700 - 800 \text{ m/s}$ |

Dall'analisi dei dati di MZS comunale, pur se non estesa all'area di intervento, il sito di impianto è correlabile alla **Zona 4 – 2003**.

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 V_s comprese tra 500 e 600 m/s (Cat. Suolo B ai sensi delle NTC 2018).

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.



L'area relativa alla Cabina Primaria di connessione e l'ultimo tratto di elettrodotto interrato rientra invece nella **Zona 12 – 2011**.

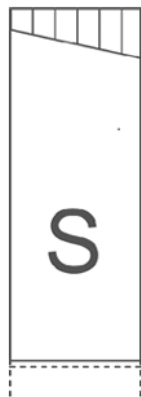
La microzona Zona 12 (2011) si sviluppa a ridosso dei depositi alluvionali del fiume Zittola e del Fosso Passartano. Si tratta dell'unità geologica at2, depositi alluvionali terrazzati recenti con unità litotecnica classificata F1 (limosa). Lo spessore è di circa 3.0 - 7.0 m. La frequenza rilevata in corrispondenza delle

misure 066028P29 066028P30 e 066028P31, è dell'ordine dei 6.0 Hz pur non presentando ampiezze significative.

Preliminarmente nel caso delle opere di connessione CP la Cat. Suolo ai sensi delle NTC 2018 sarebbe prossima a .330-350 m/s e quindi Cat. C.

Zona 12

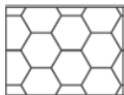
2011



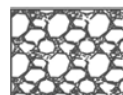
3 ÷ 7 m
 $V_s = 120 \text{ m/s} \div 150 \text{ m/s}$

$V_s = 500 \text{ m/s} \div 600 \text{ m/s}$

LEGENDA DEI TERRENI DI COPERTURA



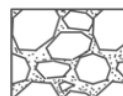
Conglomerati



Depositi ghiaioso sabbiosi



Depositi limoso argillosi - limoso-sabbiosi



Ciotfoli, blocchi e ghiaie con sabbia

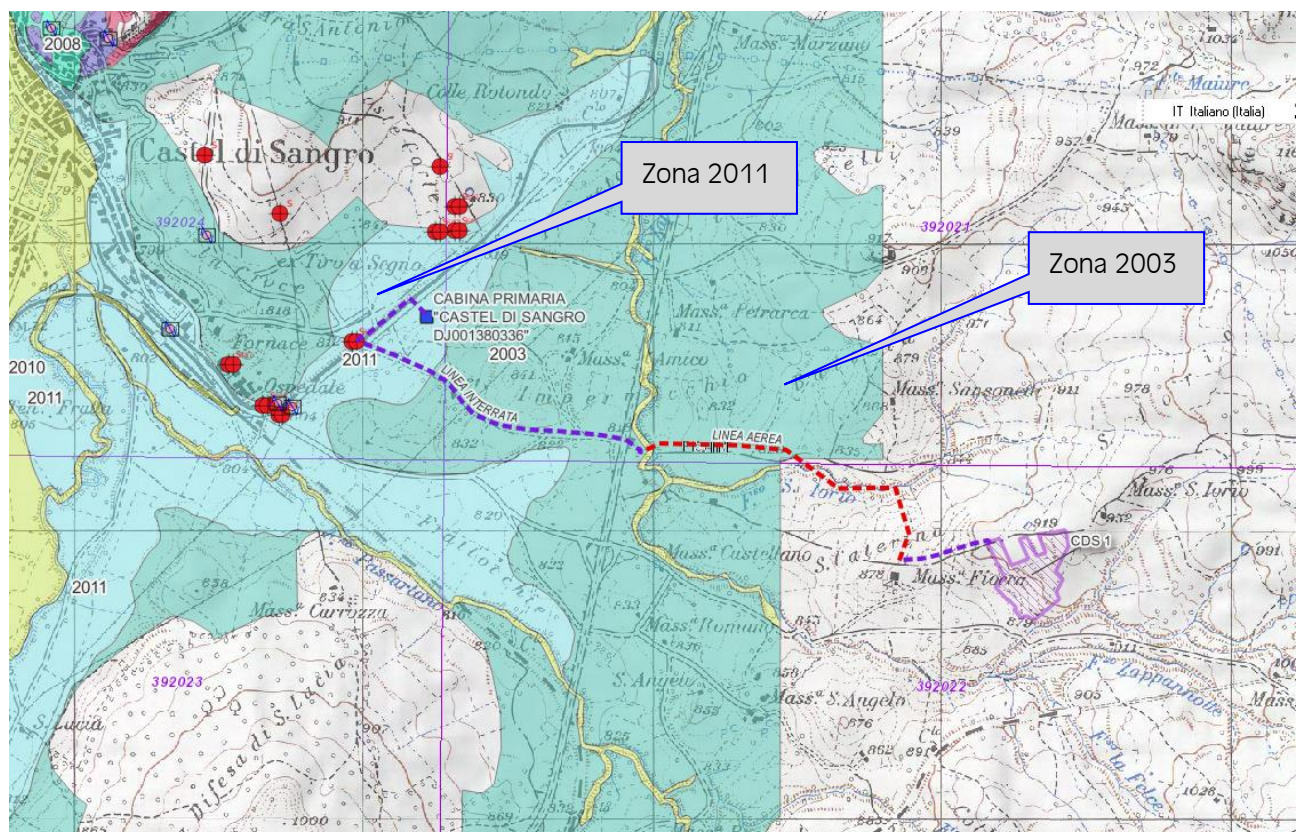


Fig.18 – Carta delle MOPS rielaborata in GIS

L'area di intervento dall'analisi del database del Vs30 del UGSC presenta valori prossimi a 800-1000 m/s fornendo una Cat. di suolo preliminare ai sensi delle NTC 2018 di tipo A.

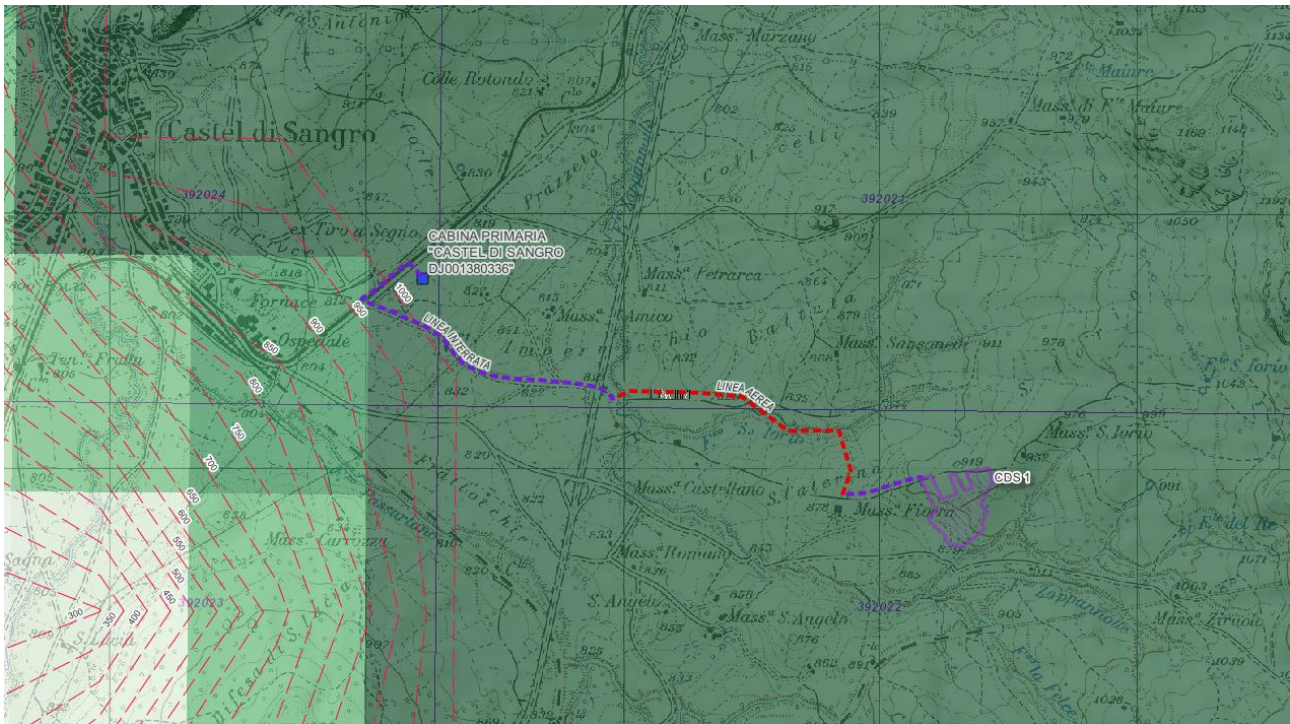
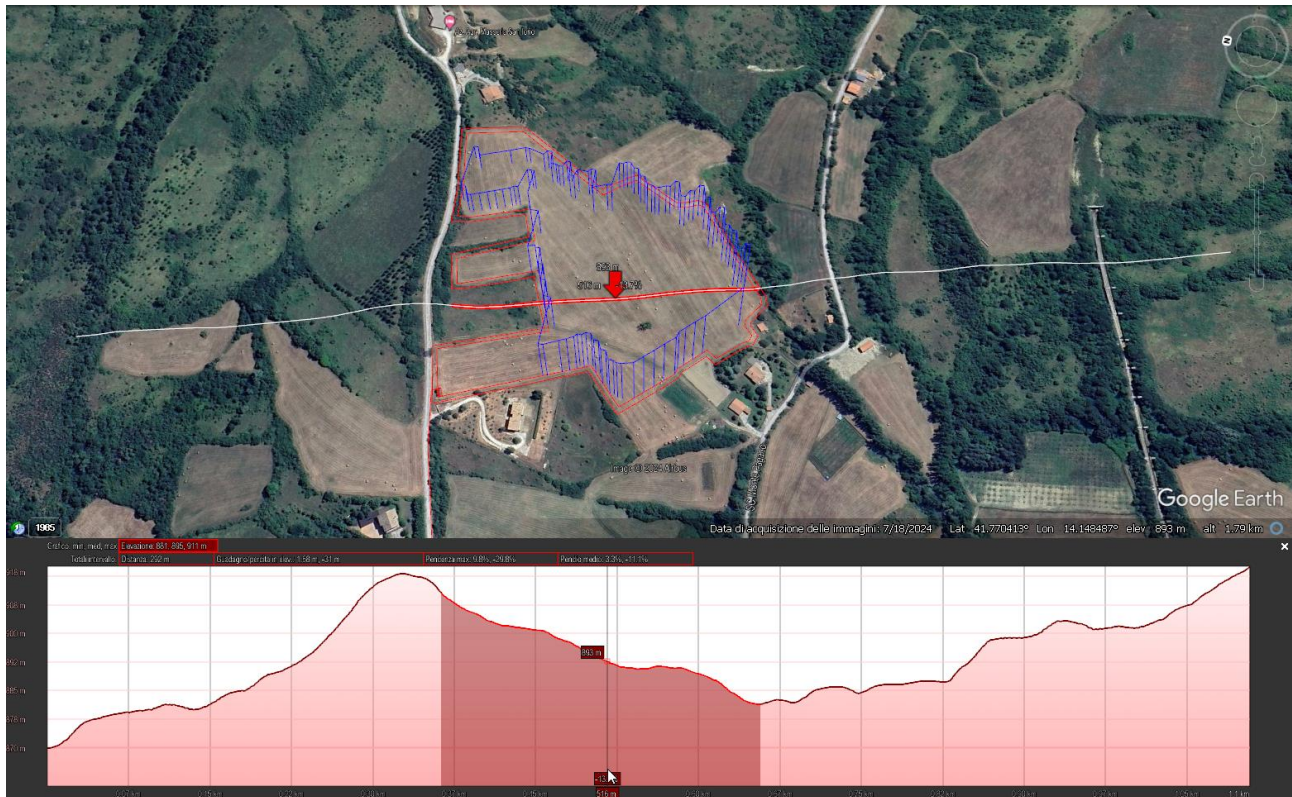


Fig. 19 – Valori del Vs30 per l'area di intervento (fonte dati elaborati UGSC <https://earthquake.usgs.gov/data/vs30/>)

6. ANALISI TOPOGRAFICA

6.1 Categoria Topografica T

Il primo passo consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido).



L'area interessata dagli interventi in progetto insiste su una morfologia collinare con $i < 15^\circ$ ($P < 10\%$) e pertanto (pendenza media 9,7%), conformemente con la Tab. 3.2.IV allegata al D.M. 17 gennaio 2018 di seguito riportata, la **categoria topografica** assegnabile al sito in esame è quindi la **T1** ovvero *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$* .

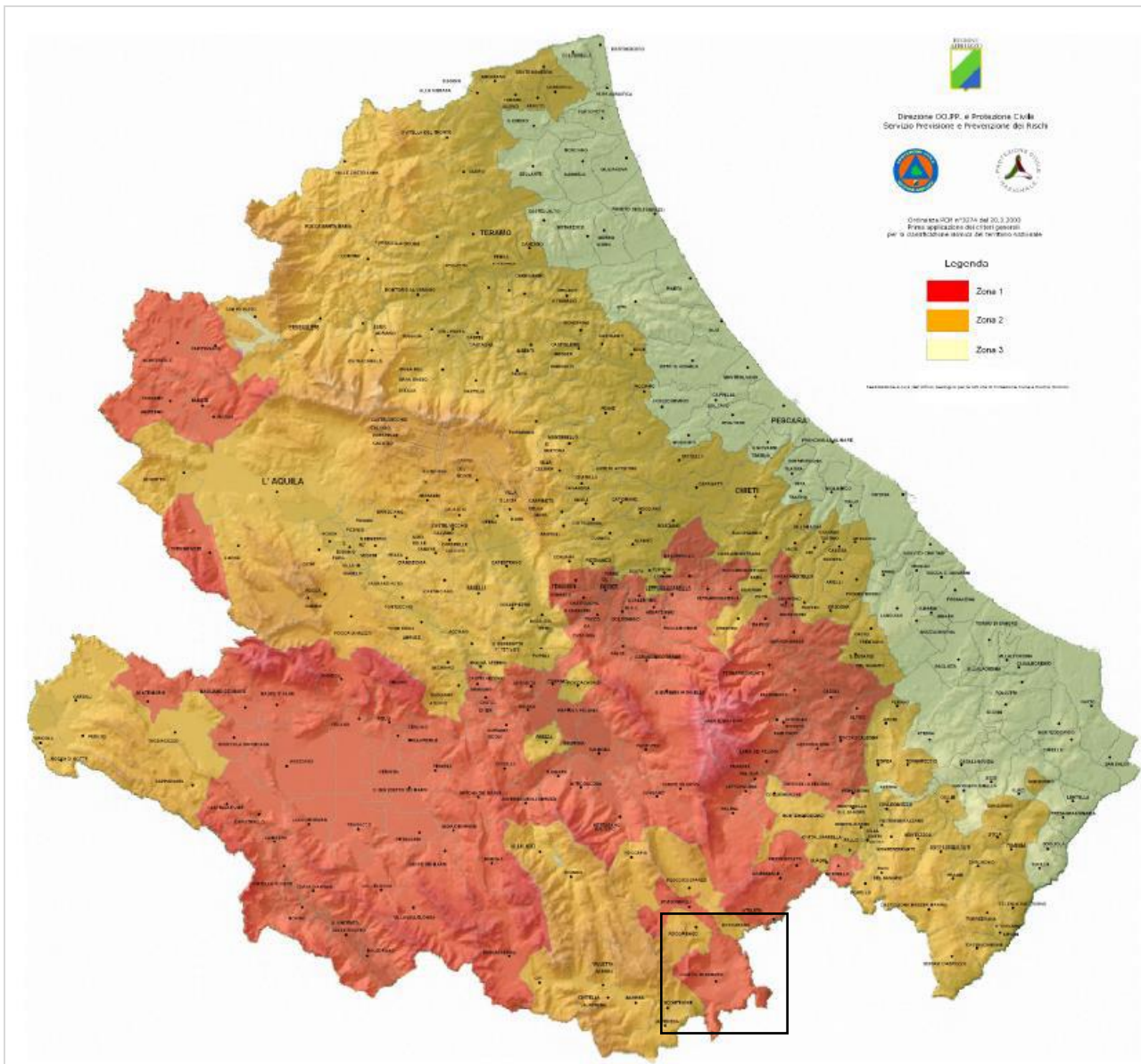
| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Per tale determinazione, dopo aver individuato le coordinate geografiche decimali dell'opera da verificare, lo scrivente, per mezzo del software Geostru-PS della GEOSTRU, ha effettuato una stima della pericolosità sismica caratterizzata dai seguenti parametri sismici:

7. ANALISI SISMOTETTONICA E RISCHIO SISMICO

7.1 Caratterizzazione Sismica dell'area

La Regione Abruzzo è stata storicamente interessata da numerosi e intensi fenomeni sismici, interconnessi con l'assetto geologico e l'evoluzione geodinamica del Sistema Appenninico. L'attività sismica è concentrata prevalentemente lungo la catena appenninica (in particolare a Ovest delle dorsali del Gran Sasso e della Maiella), risultando, invece, più modesta nella fascia pedemontana e costiera. Dal punto di vista sismico la regione è pertanto caratterizzata da una serie di distretti sismogenetici distribuiti su più fasce parallele procedendo dai rilievi interni della catena appenninica verso la costa adriatica. L'Abruzzo è quindi una regione con elevata pericolosità sismica; il suo territorio è caratterizzato da valori di accelerazione sismica massima attesa che variano da un minimo nella zona costiera adriatica (Provincia di Pescara) ad un massimo nella zona assiale appenninica (L'Aquila).



L'Abruzzo è interessato quindi da una notevole attività sismica al confine con il Lazio, l'Umbria e il Molise e lungo tutto il settore appenninico. Questo quadro è legato all'evoluzione tettonica strutturale subita da questa porzione della penisola. Lo studio del danneggiamento indotto da alcuni importanti terremoti storici mette in risalto l'elevato carattere distruttivo della sismicità abruzzese, che ha fatto registrare, come massima intensità macrosismica, l'XI grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) (Avezzano, 1915), ed inoltre ha più volte raggiunto il X grado. Gli eventi particolarmente distruttivi sono stati accompagnati anche da terremoti di media intensità, dal VI all'VIII grado della scala MCS.

7.2 Sismicità e Storia Sismica

Dopo i forti terremoti avvenuti nel XVIII secolo (1703, 1706, 1762), nel territorio abruzzese non si verificarono terremoti di particolare violenza per quasi un secolo e mezzo, fino ai primi del 1900, quando fu proprio la Marsica ad essere colpita prima dal terremoto del 24 febbraio 1904 (I=IX grado MCS, con maggiori danni agli abitati di Rosciolo e Magliano dei Marsi) e successivamente dal catastrofico terremoto del 13 gennaio 1915, con epicentro nell'area fucense (si veda il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani dal 1000 AD al 2006 CPTI11, consultabile online all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>; Fig. 3.1).

Dopo il terremoto del 1915 non ci sono stati eventi di rilievo nell'area fucense e più in general l'attività sismica di fondo è piuttosto bassa, con pochi rari eventi di piccola magnitudo. Negli ultimi anni, l'unica sequenza di rilievo è quella avvenuta poco a NW di Magliano dei Marsi nel gennaio 2011, con magnitudo massima 3.8 (Fig. 3.2).

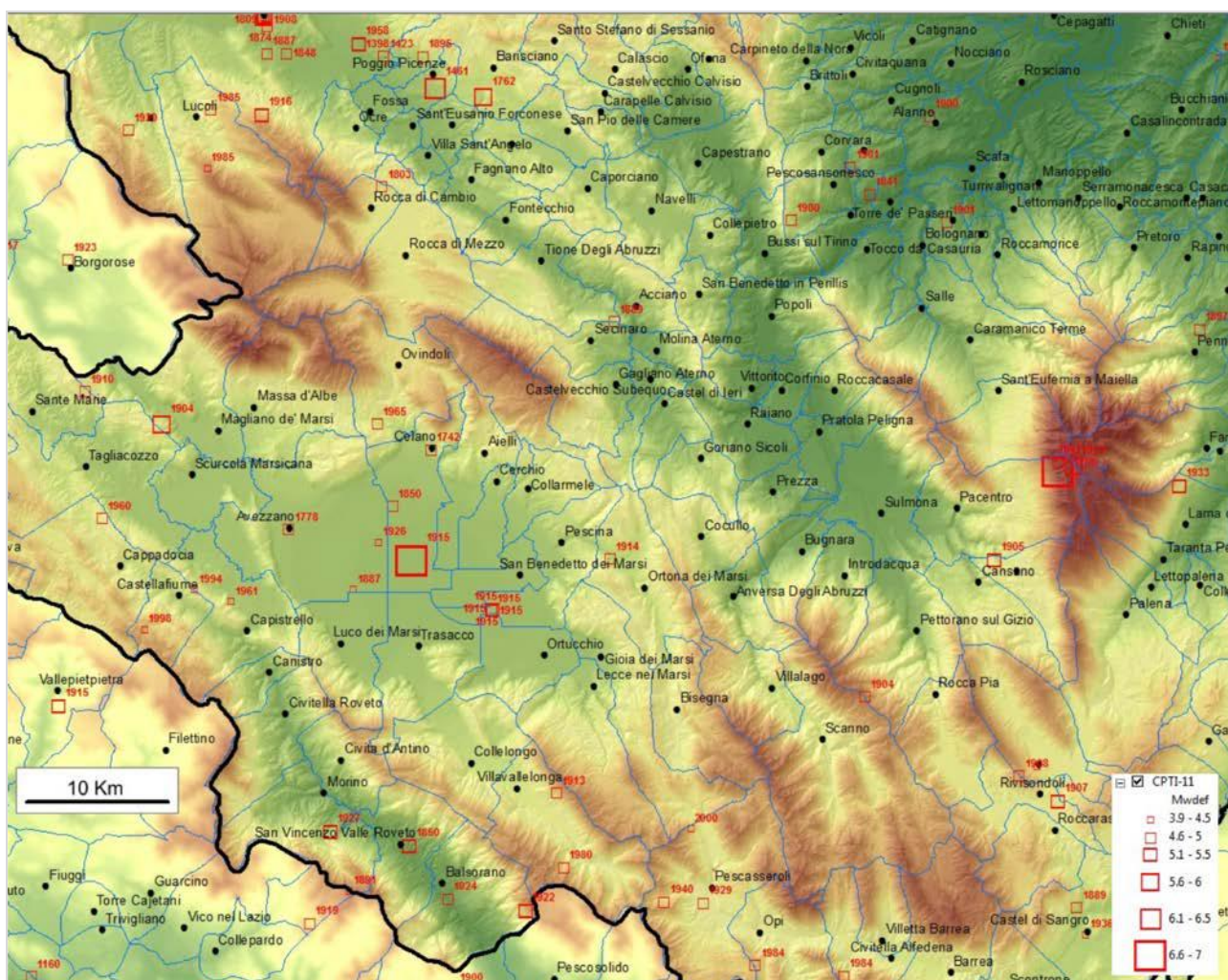


Figura 3.1 – Epicentri dei terremoti storici dal 1000 AD al 2006 tratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11, consultabile online all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/> (scala di magnitudo, Mw)

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.

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.

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.

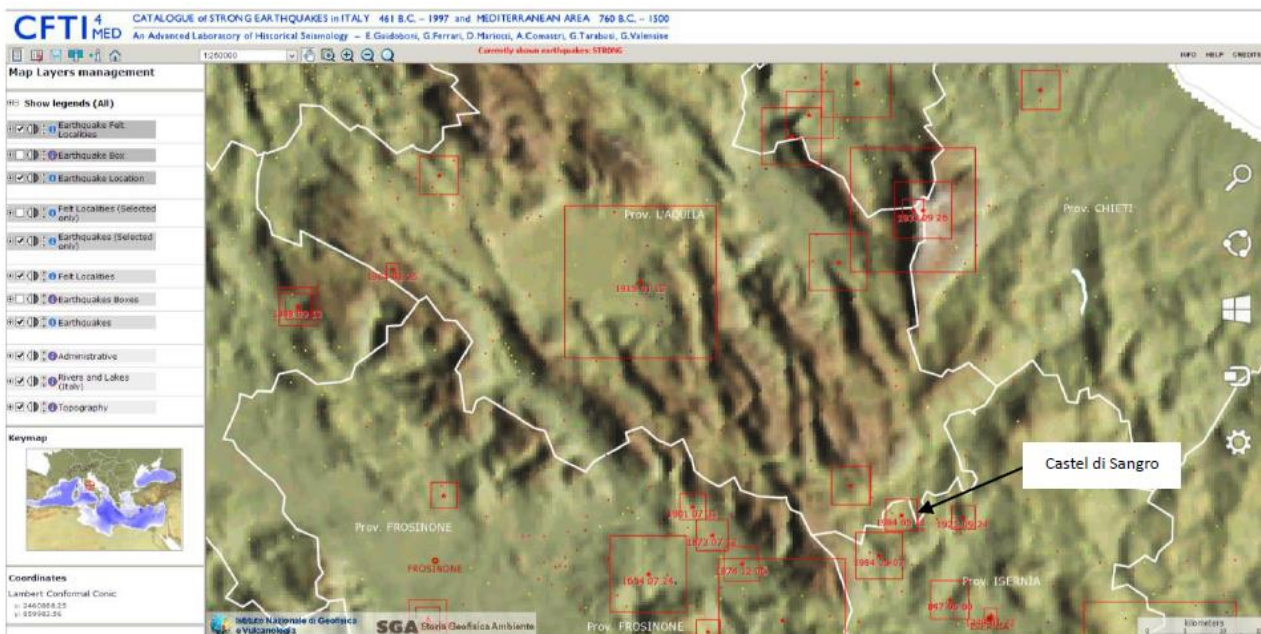
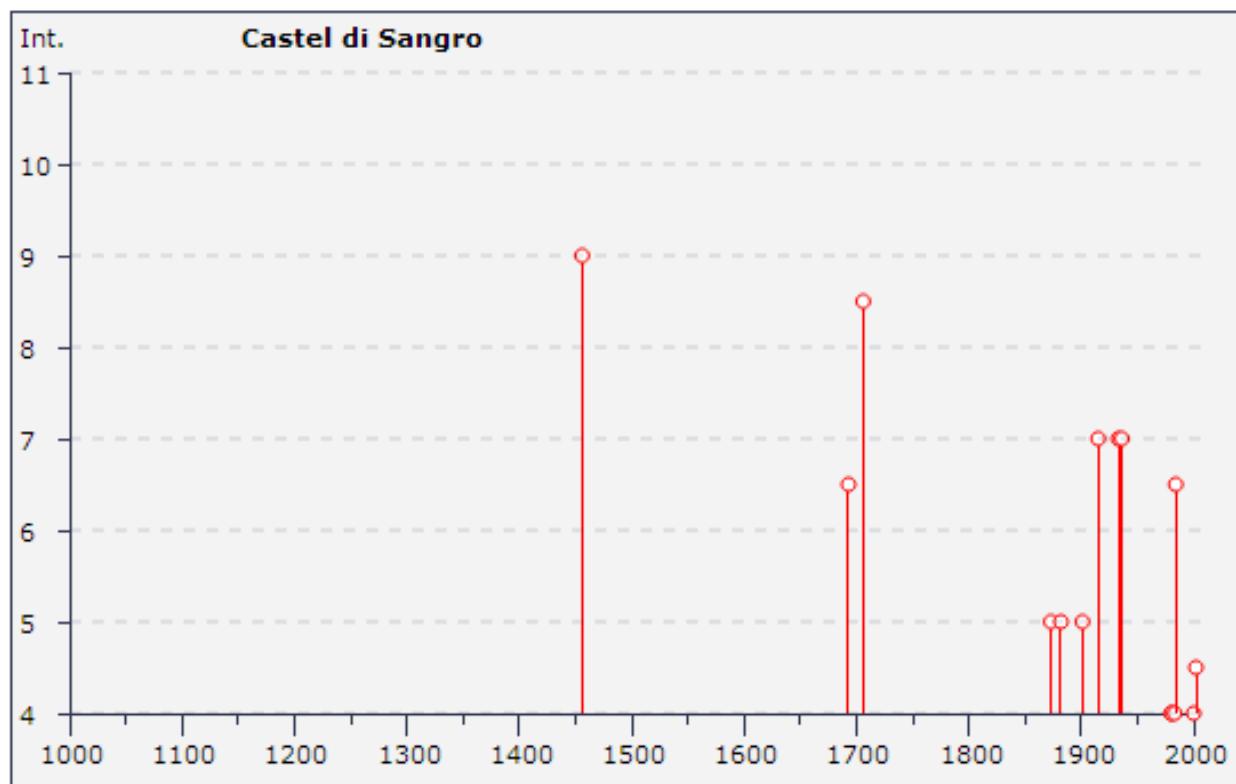


Figura 3.2 – Sismicità strumentale ottenuta dal catalogo ISiDe (<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>) per l'intervallo temporale 2007-2013



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 |

Figura 3.4 – Storia sismica di Castel di Sangro ricavata dal database DBMI11, associato al catalogo CPT11. (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>)

7.3 Pericolosità Sismica

Il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica è rappresentato dalla zonazione sismogenetica ZS9 (Scandone et al. 1996 - 2000) che costituisce la traduzione operativa del modello sismotettonico riassunto in Meletti et al. (2000). In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20.3.2003, n. 3274 è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell'INGV un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici". Tale documento elabora un modello che riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola anche considerando le indicazioni derivanti da episodi sismici più recenti. La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta

superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche (Fig.3.7).



Figura 3.7 - Zonazione sismogenetica ZS9

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

Ogni zonazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Nella tabella che segue sono riassunte le caratteristiche delle varie zone, da cui si evince come le zone al centro catena appenninica e/o comunque legate all'area interessata dagli interventi siano le zone 923 e 918. Le magnitudo massime attese per queste due zone sono $M_w = 6.37$ zona 918 (medio Marchigiana/Abruzzese) e $M_w = 7.06$ zona 923 (Appennino abruzzese).

Nello specifico il territorio comunale e l'area di intervento si trovano all'interno della Zona 923 della zonazione sismogenetica ZS9 utilizzata per costruire la carta di pericolosità sismica nazionale (Fig. 3.7). I

dati numerici sulla zonazione sismogenetica e sull'associata pericolosità sono consultabili online al sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>.

La **Zona 923** è caratterizzata da una magnitudo massima (M_w) di 7.06. La "profondità efficace" dei terremoti, vale a dire la profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità sismica dell'area, così come definito in <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>, è 8-12 Km. Il meccanismo di fagliazione prevalente atteso è distensivo.

La Figura 3.8 mostra i valori di PGA con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno di 475 anni) calcolati su griglia di 0.02 gradi.

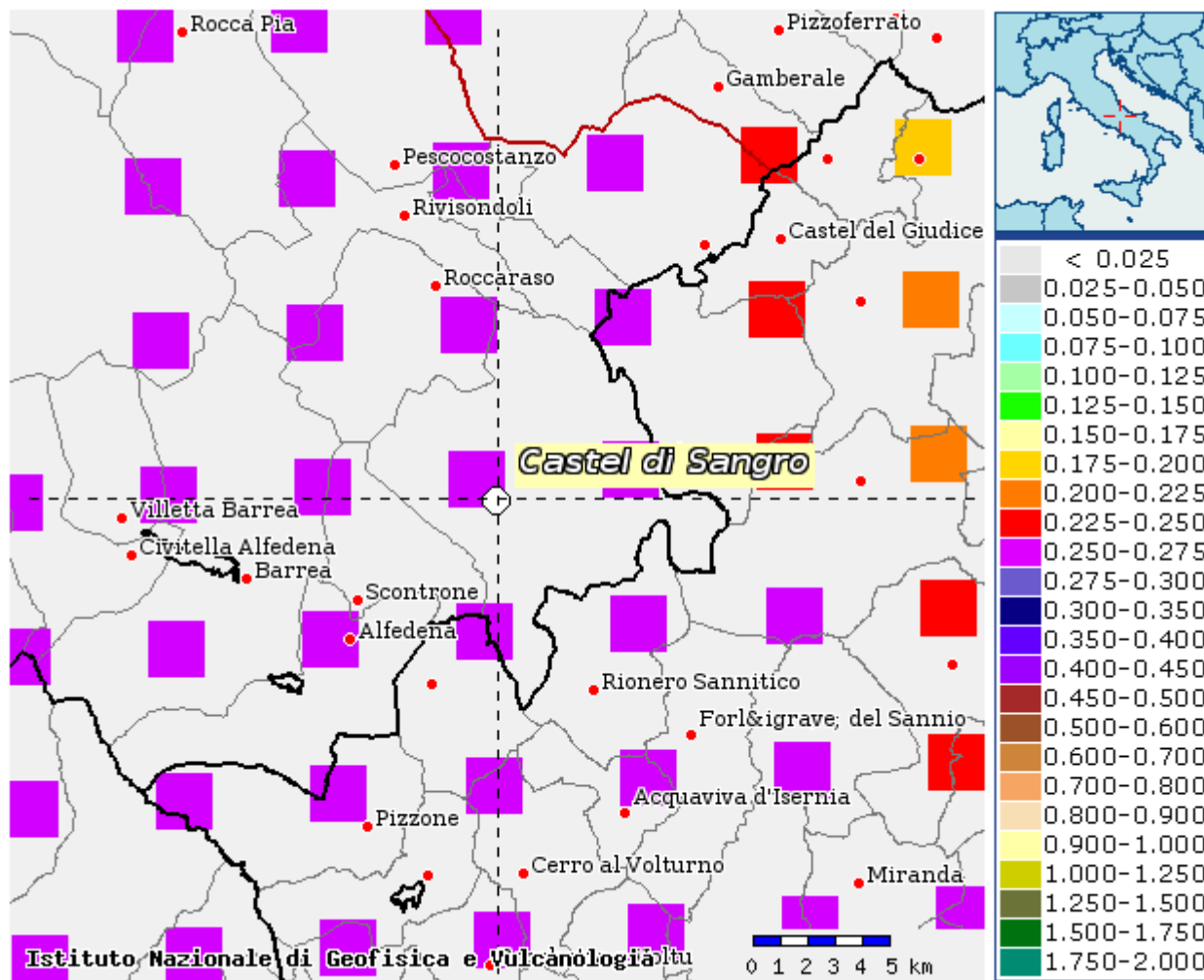


Figura 3.8 –Zonazione Sismogenetica ZS9 (zona 923) e valori di PGA con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno di 475 anni) calcolati su griglia di 0.02 gradi.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 ha introdotto nuovi criteri per la valutazione preliminare della risposta sismica del sottosuolo:

- una nuova classificazione dei comuni italiani secondo quattro zone di pericolosità sismica (Tabella 5), espressa in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo (a_g) su terreni duri e differenti tempi di ritorno, funzione della vita nominale della struttura e della sua destinazione d'uso (nel caso specifico l'area di intervento è classificata come Zona 2).

Tabella 5 - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido

| zona | accelerazione (ag) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni | ag max |
|------|--|--------|
| 1 | $0.25 < a_g \leq 0.35 g$ | 0.35 g |
| 2 | $0.15 < a_g \leq 0.25 g$ | 0.25 g |
| 3 | $0.05 < a_g \leq 0.15 g$ | 0.15 g |
| 4 | $\leq 0.05 g$ | 0.05 g |

- la classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione, sulla base della stima di vari parametri del terreno (Vs, NSPT, cu, e profondità del bedrock). Ad ogni categoria sono stati attribuiti i valori dei parametri dello spettro di risposta per la stima delle azioni sismiche di progetto (nel caso specifico dai dati preliminari geofisici e da MZS l'area di intervento / impianto è classificabile come Cat. Suolo B con Vs30/eq <800 m/s e >360m/s mentre l'area relativa alle opere di connessione (CP) è classificabile come categoria C con Vs30/eq < 360 m/s e >180 m/s).

Tabella 6 - Classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione

| Categoria suolo di fondazione | Profilo stratigrafico | Parametri | | |
|-------------------------------|---|----------------|--------------|---------------|
| | | Vs30 (m/s) | Nspt | Cu (kpa) |
| A | Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi | > 800 | | |
| B | Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità | < 800 > 360 | > 50 | > 250 |
| C | Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza | < 360 > 180 | < 50 > 15 | < 250 > 70 |
| D | Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti | < 180 | < 15 | < 70 |
| E | Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s | | | |

Successivamente l'OPCM n.3519 del 28.04.2006 e le più recenti nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008 prima ed il D.M. 17.01.2018), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di ag pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di ag e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e pianeanti, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F0 e periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante T*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica derivano da elaborazioni e studi dell'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

La severità di un evento sismico dipende principalmente: dall'energia rilasciata in corrispondenza della sorgente sismica (funzione della dimensione della zona di enucleazione e del tipo di rottura), dalla direttività del moto sismico (funzione dell'orientamento della zona di rottura) e dalla distanza dalla sorgente.

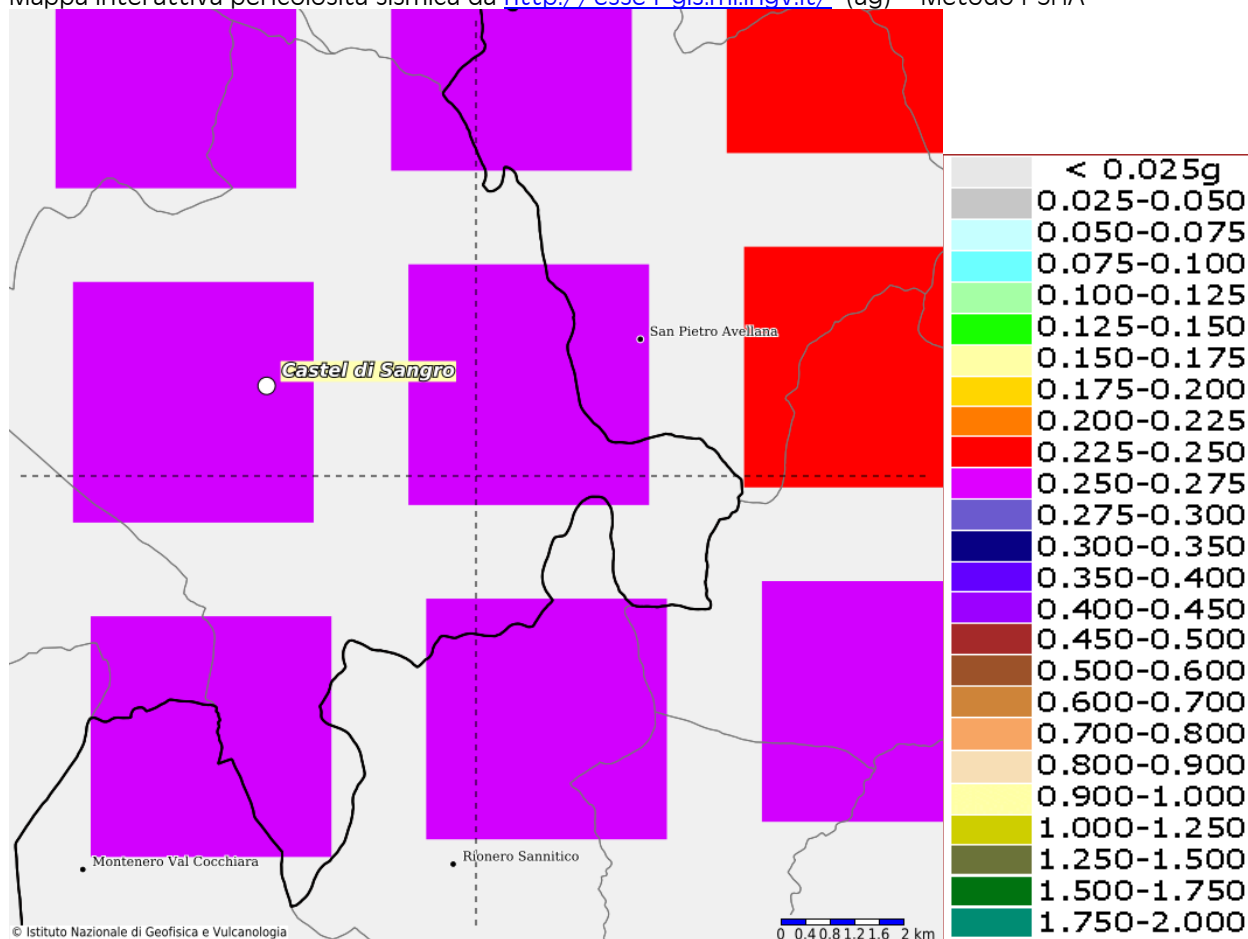
Questi fattori determinano le caratteristiche del “moto sismico al bedrock”, moto sismico di riferimento in un generico sito, intendendo con tale termine il moto in corrispondenza della cosiddetta formazione rigida di base o bedrock.

Per bedrock o formazione rigida di base si intende una formazione lapidea continua e di spessore significativo (alcune decine di metri) rispetto al problema in esame. In assenza di una formazione lapidea, si usa considerare bedrock una formazione di rocce sciolte che abbia caratteristiche geometriche analoghe ed una velocità delle onde di taglio superiore a 700-800 m/s.

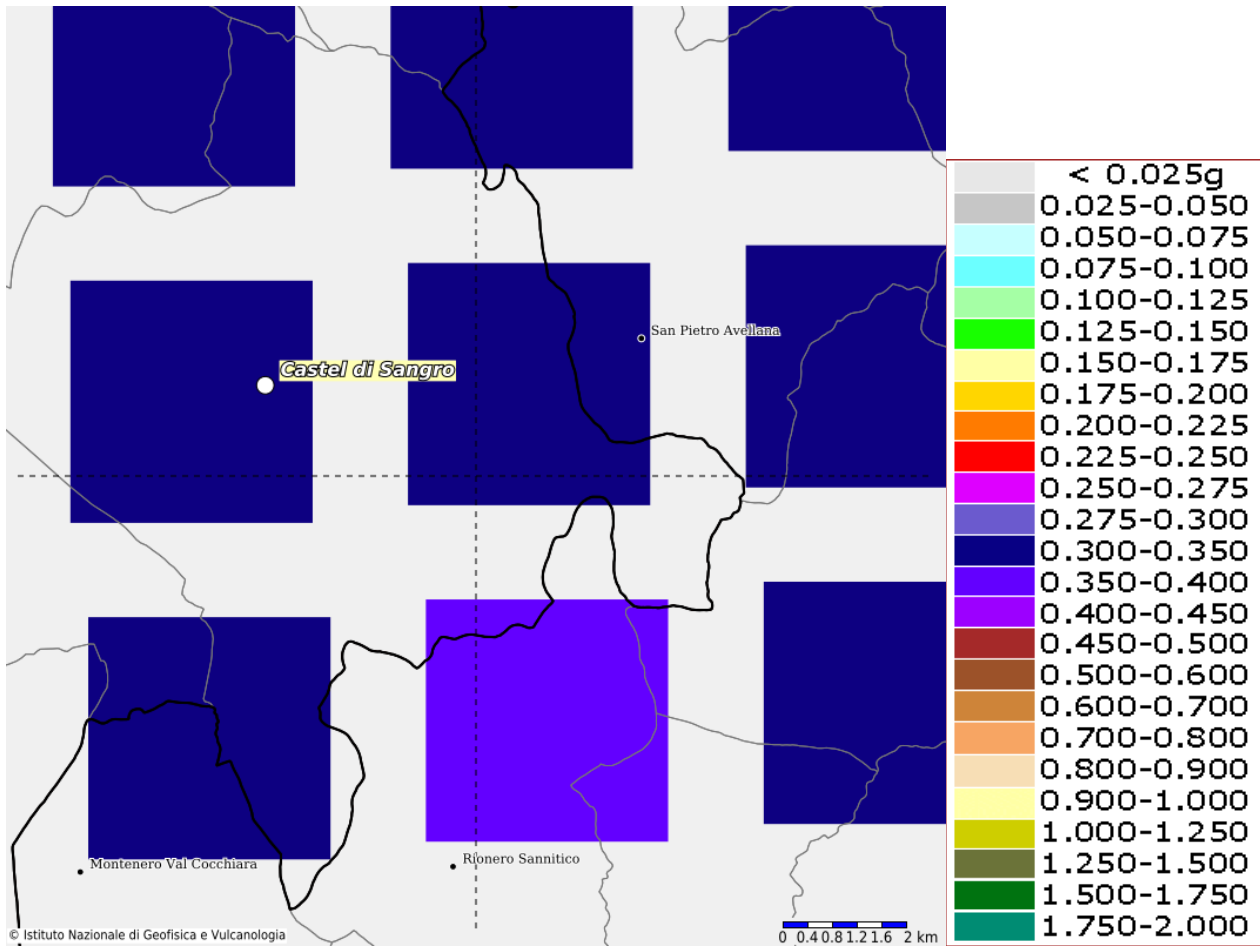
Ai fini degli studi per la mitigazione del rischio sismico, è di estrema importanza considerare che in prossimità del piano campagna, le caratteristiche del moto sismico (ampiezza, durata e contenuto in frequenza) possono variare notevolmente in relazione ai caratteri locali del sito (i.e. caratteristiche geotecniche oltre che caratteri morfologici del sito), dando luogo alla cosiddetta “risposta sismica locale”, vale a dire il moto sismico, così come viene avvertito in superficie, una volta trasformato a causa dei caratteri locali del sito. Infatti, sebbene la maggior parte del percorso delle onde sismiche si svolga all’interno della crosta terrestre, è proprio nel tratto finale, quello nella coltre di terreni sciolti di copertura, che si possono verificare significative modifiche dei caratteri del moto. In quest’ultimo tratto del loro percorso accade che il terreno agisce da filtro delle vibrazioni sismiche attenuando alcune frequenze ed esaltandone altre. Dal momento che le caratteristiche geotecniche e morfologiche possono essere estremamente variabili in zone anche ristrette, uno stesso moto sismico al bedrock può indurre risposte sismiche locali anche estremamente differenziate nell’ambito di un assegnato territorio.

7.4 Parametri Sismici

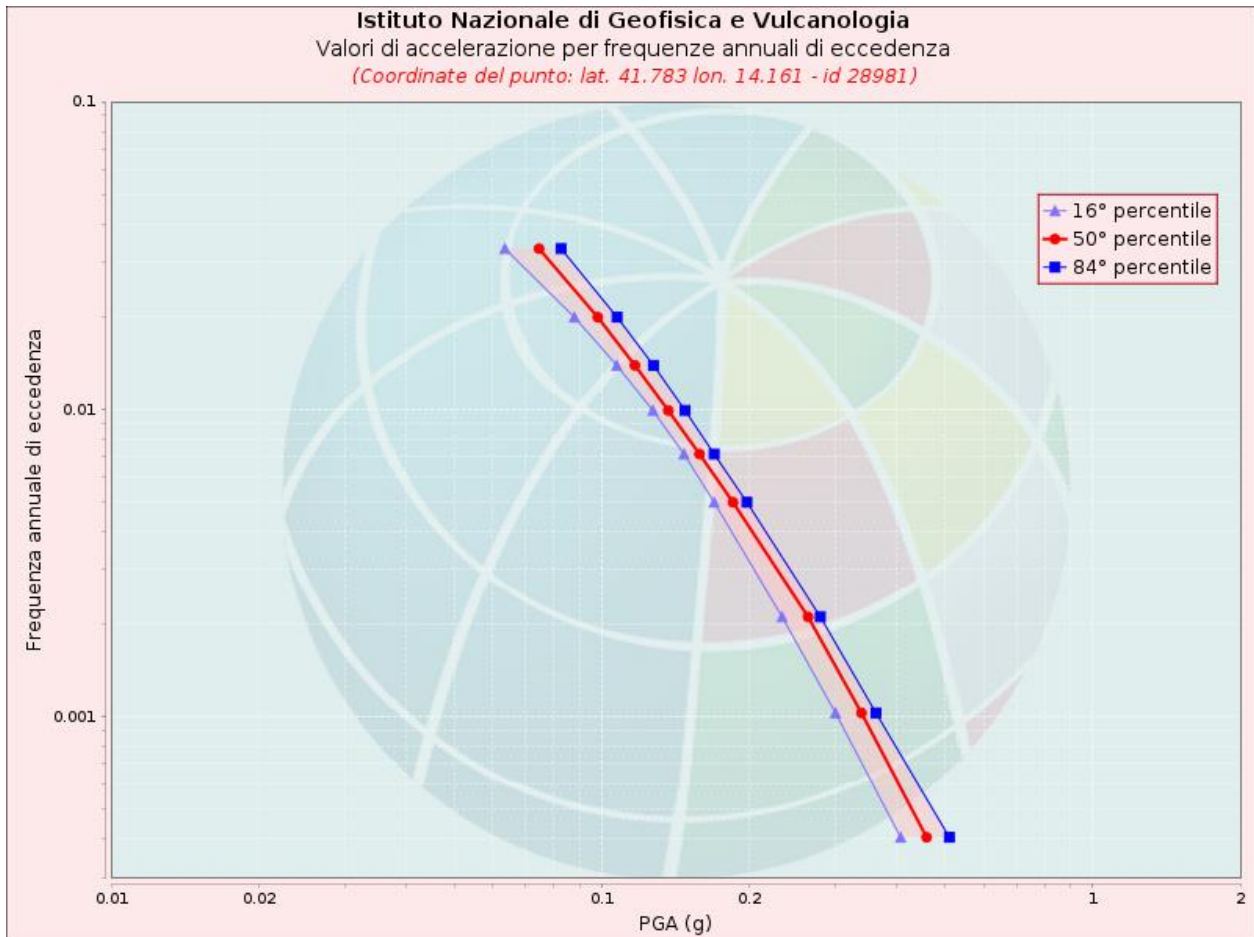
Mappa interattiva pericolosità sismica da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (ag) – Metodo PSHA



Probabilità in 50 anni: 10%



Probabilità in 50 anni: 5%

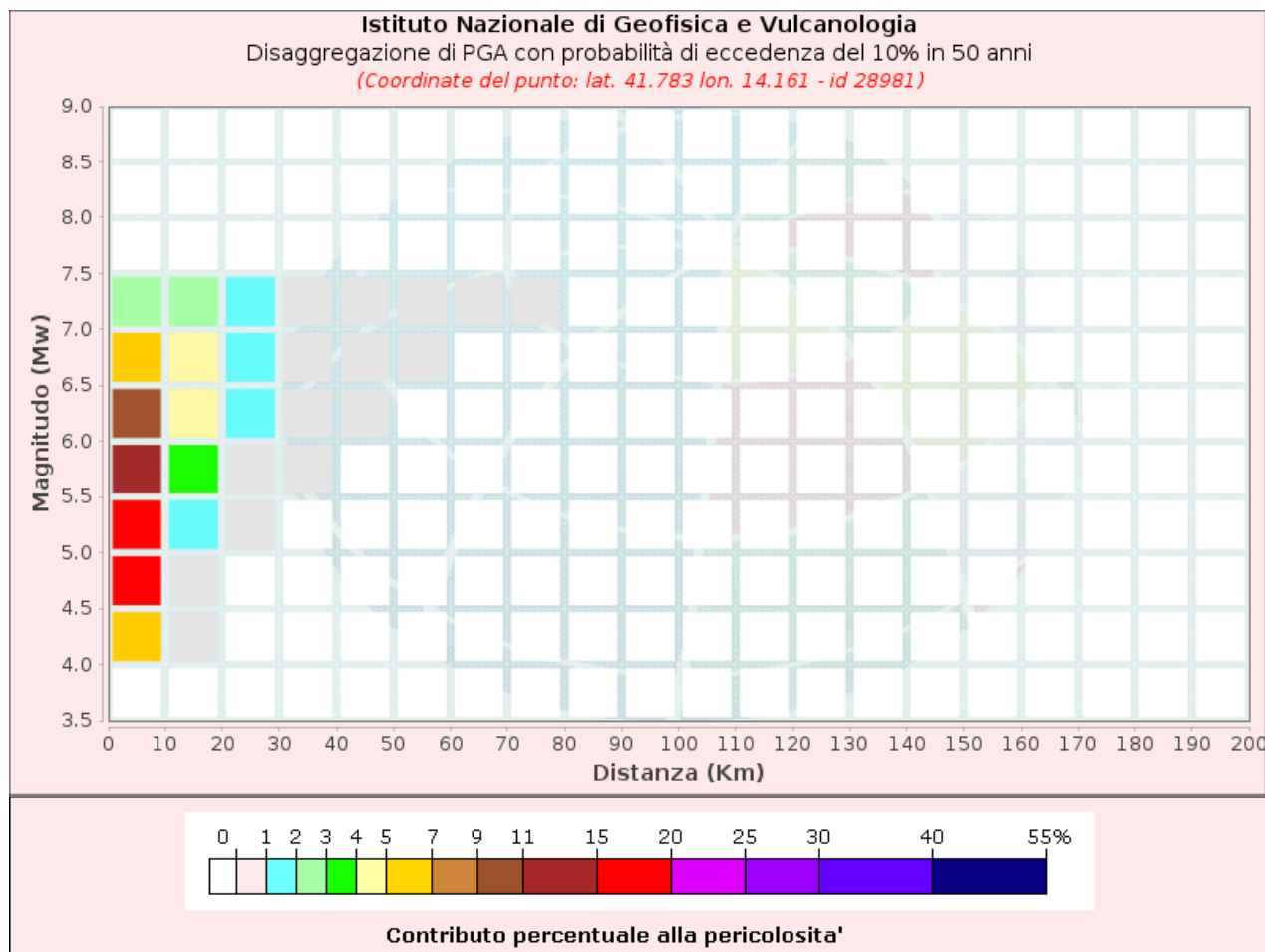


| Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 41.783 lon. 14.161 - id 28981) | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|
| Frequenza annuale di eccedenza | PGA (g) | | |
| | 16° percentile | 50° percentile | 84° percentile |
| 0.0004 | 0.4065 | 0.4592 | 0.5110 |
| 0.0010 | 0.2995 | 0.3383 | 0.3621 |
| 0.0021 | 0.2331 | 0.2633 | 0.2789 |
| 0.0050 | 0.1695 | 0.1852 | 0.1977 |
| 0.0071 | 0.1471 | 0.1582 | 0.1695 |
| 0.0099 | 0.1272 | 0.1367 | 0.1479 |
| 0.0139 | 0.1073 | 0.1168 | 0.1275 |
| 0.0199 | 0.0880 | 0.0982 | 0.1075 |
| 0.0332 | 0.0635 | 0.0745 | 0.0827 |

Grafico di Disaggregazione

| Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.783 lon. 14.161 - id 28981) | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Distanza (Km) | Magnitudo (Mw) | | | | | | | | | | |
| | 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 | 0.0000 | 5.9000 | 17.1000 | 17.5000 | 14.8000 | 10.6000 | 6.5300 | 2.7100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10-20 | 0.0000 | 0.0089 | 0.5210 | 1.9800 | 3.6800 | 4.7600 | 4.8400 | 2.9700 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20-30 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0102 | 0.3140 | 1.0100 | 1.6100 | 1.3600 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30-40 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0019 | 0.1510 | 0.5380 | 0.6050 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40-50 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0034 | 0.1210 | 0.2150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50-60 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0115 | 0.0574 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60-70 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0121 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70-80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0009 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80-90 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90-100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100-110 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110-120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120-130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130-140 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140-150 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150-160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160-170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 170-180 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 180-190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 190-200 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

| Valori Medi | | |
|-------------|----------|---------|
| Magnitudo | Distanza | Epsilon |
| 5.73 | 7.83 | 0.966 |



Per il sito in esame pertanto la Magnitudo media risulta essere 5,73 ad una distanza di 7,83 km, mentre l'ag allo stato SLV risulta compresa tra 0.250-0.275g (0.265g).

Determinata l'ag attesa, i coefficienti sismici caratteristici relativi al baricentro dell'area di impianto sono i seguenti (<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>):

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni 2018

Sito in esame.

latitudine: 41,771273
longitudine: 14,149896
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

| | | | | |
|--------|-----------|--------------|--------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 28980 | Lat: 41,7834 | Lon: 14,0937 | Distanza: 4852,508 |
| Sito 2 | ID: 28981 | Lat: 41,7831 | Lon: 14,1607 | Distanza: 1587,142 |
| Sito 3 | ID: 29203 | Lat: 41,7331 | Lon: 14,1603 | Distanza: 4336,124 |
| Sito 4 | ID: 29202 | Lat: 41,7334 | Lon: 14,0933 | Distanza: 6308,018 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,075 g
 Fo: 2,366
 Tc*: 0,277 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,099 g
 Fo: 2,330
 Tc*: 0,286 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,265 g
 Fo: 2,296
 Tc*: 0,351 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,342 g
 Fo: 2,327
 Tc*: 0,368 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
 Cc: 1,420
 St: 1,000
 Kh: 0,018
 Kv: 0,009
 Amax: 0,888
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
 Cc: 1,410
 St: 1,000
 Kh: 0,024
 Kv: 0,012
 Amax: 1,169
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,160
 Cc: 1,360
 St: 1,000
 Kh: 0,086
 Kv: 0,043
 Amax: 3,020
 Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,080
 Cc: 1,340
 St: 1,000
 Kh: 0,103
 Kv: 0,052

Amax: 3,619

Beta: 0,280

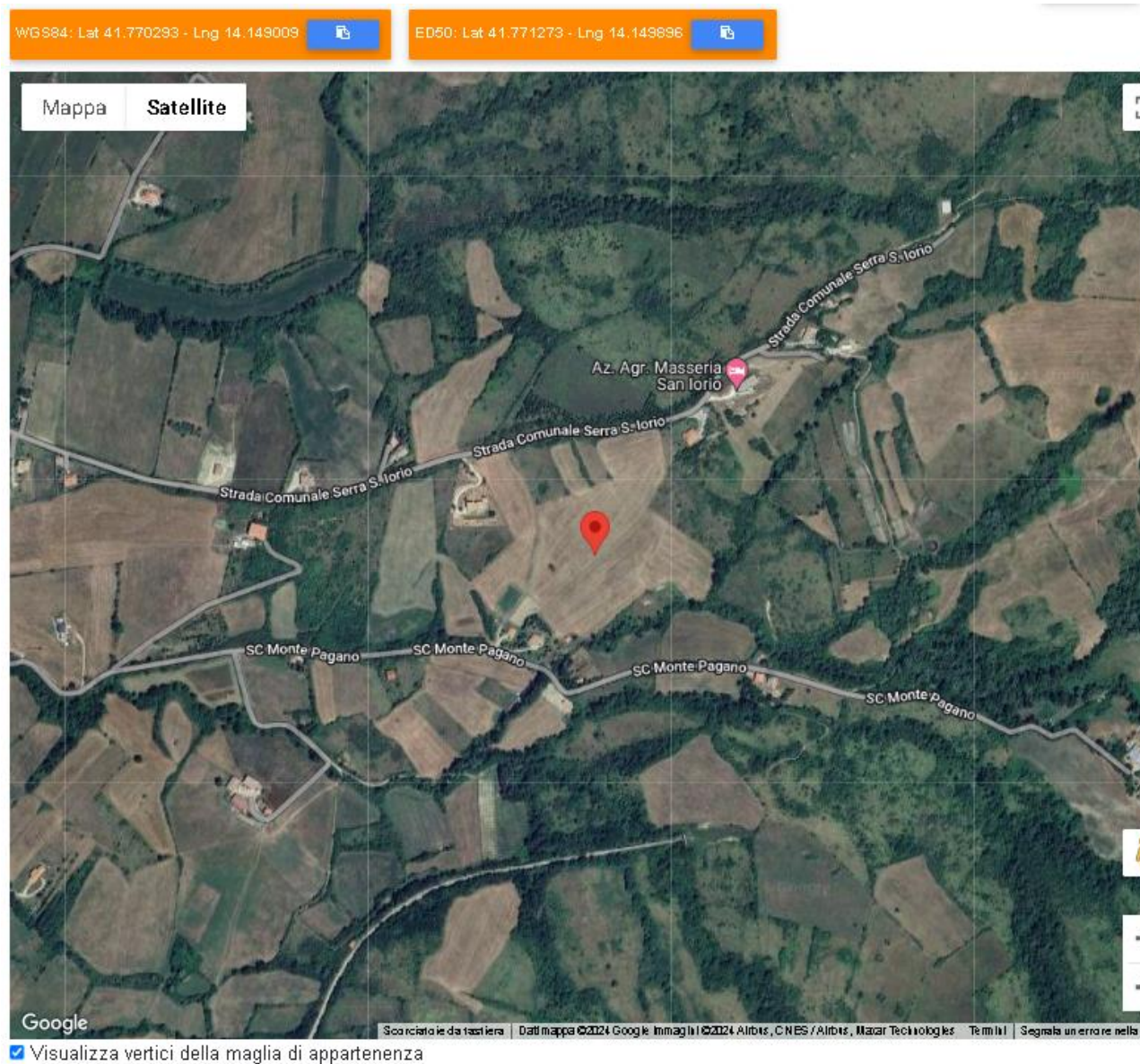
Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 41.770293

longitudine: 14.149009



Stati limite



Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | F ₀ | T _c [*] [s] |
|--|-----------|-----------|----------------|---------------------------------|
| Operatività (SLO) | 30 | 0.075 | 2.366 | 0.277 |
| Danno (SLD) | 50 | 0.099 | 2.330 | 0.286 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.265 | 2.296 | 0.351 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.342 | 2.327 | 0.368 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50 | | | |

Coefficienti sismici



Tipo

Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

1

us (m)

0.1



Cat. Sottosuolo

B



Cat. Topografica

T1

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,20 | 1,20 | 1,16 | 1,08 |
| CC Coeff. funz categoria | 1,42 | 1,41 | 1,36 | 1,34 |
| ST Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0.018 | 0.024 | 0.086 | 0.103 |
| kv | 0.009 | 0.012 | 0.043 | 0.052 |
| Amax [m/s²] | 0.888 | 1.169 | 3.020 | 3.619 |
| Beta | 0.200 | 0.200 | 0.280 | 0.280 |

8. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE O PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE

Per una stima accurata della probabilità di liquefazione di un deposito sabbioso saturo durante un terremoto attualmente non esiste un unico modello in grado di tenere in conto tutti i fattori che concorrono a creare le condizioni perché essa possa verificarsi. Questo è dovuto al fatto che sono troppo numerosi i parametri che governano il fenomeno. I criteri di previsione e i metodi di calcolo che sono stati avanzati in questi ultimi anni si accentrano però su un numero di fattori molto più ridotto rispetto a quelli che intervengono a guidare il fenomeno. Di seguito si fornisce una valutazione semplificata del potenziale di liquefazione dei terreni indagati e caratterizzati nel presente studio.

STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

NTC 2008 § 7.11.3.4

- La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:
 1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5.0;
 2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) $< 0.1 g$;
 3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15.0m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
 4. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di kPa;
 5. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in figura 7.11(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

Quando le condizioni 1 e 2 non risultano soddisfatte, le indagini devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3,4 e 5.

Nel caso in studio la condizione 5 viene sicuramente soddisfatta in relazione alla granulometria dei depositi affioranti di natura flyschoidi arenacea e marnoso-pelitica tendenti al litoide con valori del coefficiente di uniformità escludenti in entrambi gli scenari..

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche nonché litotecniche e sismiche dei terreni sui quali si intende realizzare l'impianto fotovoltaico sul territorio comunale Castel di Sangro denominato "CDS1", è possibile concludere definendo quanto segue:

- L'area si presenta stabile e non vi sono associati particolari aspetti morfologici di dissesto in atto o quiescenti.
- Dal punto di vista geologico il comprensorio sul quale verrà realizzato l'impianto e le relative opere di connessione è costituito da depositi flyschoidi marnoso-arenacei dalle ottime caratteristiche litotecniche (area impianto) ed alluvionali attuali-recenti e terrazzati di natura prevalentemente ciottolosa-sabbioso-limosa e sabbioso-ghiaiosa cementata dalle discrete caratteristiche litotecniche complessive per l'area di connessione (CP);
- Sotto l'aspetto geomorfologico, l'area di intervento è caratterizzata dalle forme riconducibili all'azione fluviale con visibili elementi alluvionali dall'attuale al recente quindi all'antico. Non si rilevano forme di dissesto gravitativo o di erosione concentrata in atto, né interferenze con il reticolo idrico secondario diffuso nell'area in studio.
- Topograficamente le pendenze risultano contenute con pendenza $p < 10\%$ (Cat. Topografica T1) per l'area di impianto e subpianeggianti per l'area di connessione alla rete (CP);
- L'area in esame complessivamente, sulla base del PGRA e del PAI, risulta esterna alle zone censite a pericolosità idraulica o frana; così come non interferisce con aree tutelate paesaggisticamente, corpi idrici o vincolate dal Regio Decreto N°3267 del 30-12-1923;

Pertanto l'intervento in relazione alla configurazione geomorfologica ed idrogeologica, alle caratteristiche geologico-stratigrafiche, alle modeste pendenze dell'area, alla ridotta modifica morfologica dei terreni prevista dall'intervento, alla stabilità complessiva della stessa, alle opere previste relativamente alla regimazione delle acque meteoriche e superficiali, si valuta come compatibile sotto l'aspetto idrogeologico ed idraulico, senza generare denudazioni, instabilità o modifica del naturale regime delle acque;

La caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica del sito di progetto è stata ottenuta tramite i dati derivanti da campagne geognostiche geotecniche e sismiche sulla stessa area ed aree immediatamente limitrofe a quella di intervento con medesime configurazioni lito-stratigrafiche e dai dati ed analisi dello studio di MZS di Castel di Sangro.

- Le caratteristiche litotecniche dei litotipi affioranti ed ivi riscontrati risultano idonee e compatibili ad ospitare le strutture in progetto nonché le relative opere di connessione alla rete necessarie;
 - In merito ad una variazione significativa delle tensioni e dei carichi agenti sugli strati più superficiali indotti dall'intervento, tali da modificare il grado di addensamento, porosità, permeabilità e trasmissività del deposito, si evidenzia che le macchine operatrici di cantiere, i mezzi per il trasporto degli operai addetti al montaggio o attrezzature, dell'ordine di circa $\frac{1}{4}$ del peso dei mezzi agricoli oggi utilizzati del tutto compatibili con una pratica ordinaria agricola e non generano modifiche significative nelle caratteristiche intrinseche dei terreni sotto l'aspetto idrogeologico;
 - In riferimento alle N.T.C. di cui al D.M. del 17/01/18, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, utilizzando le indagini sismiche reperite e sulla base delle analisi di cui allo studio di MZS comunale consultato, si è verificato che il sottosuolo sul quale verranno realizzate che l'impianto fotovoltaico ricade preliminarmente in Cat. B e le opere di connessione nella Categoria C come dettagliato nei paragrafi precedenti.
 - Per il sito relativo all'impianto fotovoltaico e le opere in territorio comunale di Castel di Sangro la Magnitudo media risulta essere 5,73 ad una distanza di 7,83 km, mentre l'ag allo stato SLV risulta compresa tra 0.250-0.275g (0.265g)..
- Tali valori non rappresentano vincolo ostativo per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle relative opere secondarie di collegamento alla rete elettrica relativamente all'aspetto strutturale-fondazionale, al contrario risulta funzionale al fine di adottare le idonee soluzioni tecniche a sopportare le sollecitazioni sismiche attese per il sito.
- Relativamente al potenziale di liquefazione del sito, ai sensi delle NTC 2018 - § 7.11.3.4, nel caso in studio la condizione 5 viene sicuramente soddisfatta in relazione alla natura flyschoidi dei terreni affioranti marnoso-arenacei tendenti al litoide.

Il giudizio complessivo a livello geologico, geotecnico e sismico preliminare per le opere in progetto risulta positivo senza limitazioni ai fini della realizzazione dell'impianto, non avendo riscontrato criticità in ambito geomorfologico, idrogeologico o idraulico.

Si rimanda al paragrafo 5 per la caratterizzazione litotecnica ed al paragrafo 6 ed 7 per la caratterizzazione sismica del sito propedeutiche alle considerazioni strutturali delle opere previste sul sito a livello preliminare.

In fase esecutiva verranno eseguite indagini geognostiche sito-specifiche per ottenere la caratterizzazione puntuale definitiva in ambito geotecnico e sismico.

San Benedetto del Tronto, 08.08.2024

IL GEOLOGO

dott. Alessandro Mascitti



The image shows a handwritten signature of Alessandro Mascitti in black ink. Overlaid on the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE" around the top edge, "Alessandro MASCITTI" in the center, "Geologo Specialista" below the name, "N. 717" below that, and "ALBO SEZIONE A" at the bottom. Below the stamp, the text "(dott. geol. Alessandro Mascitti)" is printed.