

Progetto di sviluppo concessione "Colle Santo"

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale

Integrazioni
richieste con nota DVA prot. 22746 del 4/10/2017

ALLEGATO E: *Relazione Geologica e sulla Sismicità*

Novembre 2017



Dott. Geol. Massimo Pellegrini

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	QUADRO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO	4
	2.1 <i>Geologia</i>	4
	2.1.1 Evoluzione strutturale	7
	2.1.2 Quadro stratigrafico	8
	2.2 <i>Geomorfologia</i>	12
3	SISMICITÀ.....	20
	3.1 <i>Pericolosità sismica locale</i>	35
	BIBLIOGRAFIA.....	45

1 PREMESSA

L'area pozzi, denominata "Monte Pallano", è situata nel comune di Bomba; da qui avrà origine il gasdotto che procederà per 21,3 km lungo la valle del Fiume Sangro terminando all'impianto di trattamento previsto nella zona industriale del comune di Paglieta.



Figura 1 - Inquadramento Territoriale delle Opere

La presente Relazione Geologica-Sismica viene prodotta a seguito della richiesta di integrazioni, da parte della Commissione VIA Nazionale, al SIA presentato nel mese di giugno 2016.

L'elaborato contiene una descrizione del quadro geologico – geomorfologico e sismico dell'area di sfruttamento dei pozzi, definisce le indagini e gli approfondimenti sia di natura geognostica sia geomorfologica che sarà necessario eseguire in fase di progettazione esecutiva, sia nella fascia di territorio interessata dalla condotta gassifera che dell'area interessata dalla realizzazione della centrale di trattamento, che permetteranno di definire in dettaglio le problematiche legate a tali opere.

Per la redazione della relazione si è fatto riferimento sia a dati ricavati da studi eseguiti a supporto di precedenti istanze sia reperiti in bibliografia.

2 QUADRO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

2.1 Geologia

L'area dei pozzi Monte Pallano (MP 1-2) è ubicato a circa 36 km a sud-est della città di Chieti, nei comuni di Bomba e Pennadomo. Il campo ricade nell'Istanza di concessione "Colle Santo" in un settore di media collina posto a quota 320 m s.l.m. lungo il versante ovest che, con una pendenza media di circa il 13%, scende progressivamente dal centro abitato di Bomba verso il fondovalle del F. Sangro.

Il giacimento di Colle Santo si colloca all'interno dei depositi carbonatici di piattaforma riferiti alle Unità Apulo-Adriatiche deformate dell'Appennino Meridionale. La catena appenninica, formatasi a partire dal Miocene, è il risultato della collisione della placca europea con quella africana, un tempo separate dalla Tetide, ed ha subito una contrazione tettonica fino al Pleistocene medio, portando all'accavallamento delle unità di catena secondo sequenze deformative di tipo ventaglio imbriciato e duplex ed alla loro traslazione sulle successioni Plio-Pleistoceniche di avanfossa deposte al di sopra della Piattaforma Apula (avampaese autoctono dell'App. Merid.). Il prisma di accrezione appenninico ha progressivamente incorporato domini paleogeografici costituiti da piattaforme carbonatiche e bacini oceanici di età Meso-Cenozoica. Strutturalmente si riconoscono infatti successioni di piattaforma carbonatica di mare basso, piegate, fagliate e dislocate secondo thrusts a direzione principale appenninica NO-SE. Con riferimento al settore appenninico meridionale, andando dalla catena verso la costa adriatica, si riconoscono tre domini geologici (Patacca & Scandone, 2007):

- *Area di Catena*: caratterizzata da successioni che costituivano il paleomargine africano, distinte in successioni di piattaforma carbonatica e di bacino, deformate e coinvolte nella strutturazione dell'edificio orogenico appenninico;
- *Area di Avanfossa*: caratterizzata da depositi di Avanfossa plio-pleistocenici e depositi all'interno della depressione sviluppatasi sul fronte della catena per subsidenza flessurale della litosfera della Lower plate;
- *Area di Avampaese Apulo*: caratterizzata da una successione rappresentata da evaporiti triassiche e sovrastanti calcari meso-cenozoici di piattaforma, stratigraficamente sovrapposta al basamento cristallino.

L'area di avanfossa, può essere suddivisa, a causa di elementi strutturali trasversali, in due sub-unità paleogeografiche:

- a) il bacino abruzzese;
- b) il bacino molisano.

Tali bacini subsidenti iniziano a delinarsi a partire dal Cretaceo superiore. Il bacino abruzzese è caratterizzato da una fossa subsidente, nella quale si sedimentano, tra il Pliocene ed il Pleistocene, in continuità, materiali pelitici, che, in pratica si appoggiano alla catena montuosa emersa, già nel Miocene medio. Il bacino molisano è invece caratterizzato nel Miocene inferiore, dall'arrivo di coltri alloctone sicilidi (complesso delle Argille varicolori) di provenienza tirrenica, e nel Miocene superiore dalla sedimentazione di materiali torbiditici (Flysch di Agnone e di Roccapinalveti). Nel

Pliocene medio un nuovo importante impulso tettonico sposta ancora verso Est le coltri alloctone, che vanno, in parte, a sovrascorrere sulle argille che si stavano sedimentando nell'area subsidente dell'avanfossa adriatica.

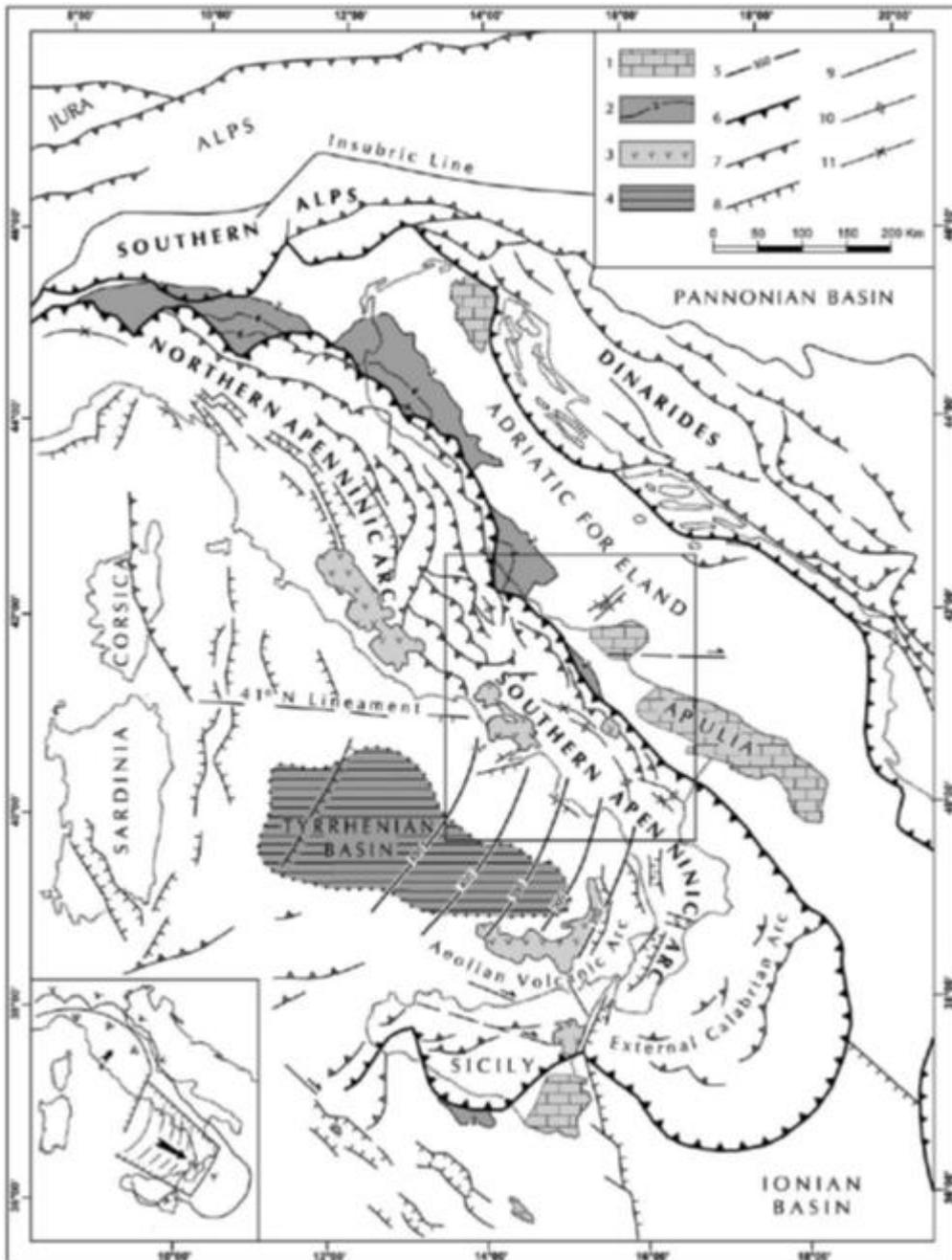


Figura 2 - Schema strutturale della penisola italiana ed aree adiacenti mostrante la suddivisione della catena appenninica in due archi principali: l'Arco Appenninico Settentrionale e l'Arco Appenninico Meridionale (da PATACCA et alii, 1993 con lievi modifiche). Il riquadro delimita l'area rappresentata nella carta geologico-strutturale di tav. 1. Nel riquadro in basso a sinistra è stata schematizzata la diversa struttura litosferica nei due archi appenninici. Le frecce grandi indicano la direzione dell'ultimo trasporto orogenico. La lunghezza delle frecce è proporzionale alla velocità di arretramento dell'asse di flessura della placca in subduzione. Le frecce piccole indicano l'immersione della placca inferiore. 1) Carbonati mesozoicoterziari delle aree di avampaese. 2) Profondità (in chilometri) della base dei depositi plio-pleistocenici nei bacini di avanfossa dell'Appennino e della Sicilia. 3) Principali edifici vulcanici quaternari. 4) Aree del Mar Tirreno con valori dell'anomalia di Bouguer superiori a 200 mgals, a crosta oceanica o continentale assottigliata. 5) Zona di Wadati-Benioff nell'area tirrenica meridionale (profondità in chilometri). 6) Fronte delle Maghrebidi, dell'Appennino, delle Alpi meridionali e delle Dinaridi. 7) Altri sovrascorrimenti principali. 8) Faglie normali. 9) Faglie ad alto angolo, soprattutto faglie trascorrenti. 10) Asse di anticlinale. 11) Asse di sinclinale. (Patacca e Scandone 2007).

Le unità riferibili al bacino molisano, sono: le unità Lagonegresi, le Unità Molisane e l'Unità del Sannio. Le Unità Molisane vengono ascritte ad un dominio paleogeografico più o meno articolato di mare profondo, il Bacino Molisano, interposto tra la piattaforma appenninica e quella apula. Esse sono costituite da quattro unità tettonico stratigrafiche (Patacca & Scandone, 2007), dall'interno verso l'esterno: Frosolone, Agnone, Tuffillo-Serra Palazzo e Daunia.

Le unità molisane si sovrappongono tettonicamente sia alle unità della piattaforma Apula coinvolte nella strutturazione della catena appenninica sia su quelle che costituiscono la monoclinale di avampaese non deformato. Superiormente, nella zona più interna, tali unità molisane sono ricoperte dall'unità dei Simbruini-Matese, mentre nelle zone più esterne da quella del Sannio e dai depositi silicoclastici di bacini piggy-back o di Avanfossa pliocenica e pleistocenica.

La Falda Sannitica si è deposta ad ovest del dominio di piattaforma appenninica, rappresenta l'unità strutturalmente più alta e risulta formata da una successione a prevalente componente argillosa (Argille Varicolori) e, subordinatamente, calcareo-quarzarenitica.

I depositi plio-pleistocenici costituiscono i termini di colmamento dell'ultima avanfossa appenninica. Si distinguono due cicli pliocenici, il primo prevalentemente arenaceo-sabbioso, il secondo argilloso sabbioso. Un terzo ciclo (Pliocene Sup. Pleistocene Inf.) di tipo trasgressivo-regressivo, è a prevalente componente argillosa.

La Piattaforma Apula è costituita dalle seguenti unità di piattaforma carbonatica: Morrone-Porrara, Queglia, Maiella, Casoli-Bomba e Monte Alpi.

La strutturazione a falde sovrapposte è ben illustrata nella sezione di Figura 3 che schematizza e semplifica quanto finora esposto.

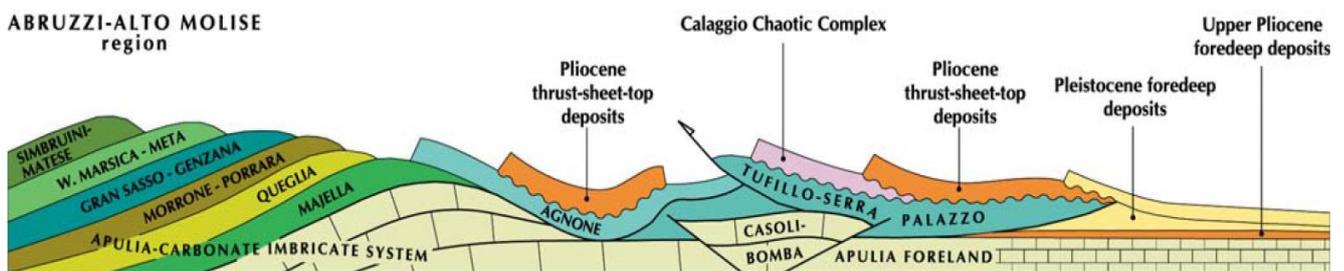


Figura 3 - Rappresentazione schematica dei rapporti geometrici tra le varie unità tettoniche (Patacca e Scandone 2007)

Con riferimento all'area di studio, questa ricade nell'area di Avanfossa, più o meno nella zona di separazione tra bacino abruzzese a N e bacino molisano a S. Durante il Miocene, la catena appenninica era in "gestazione" ed il fatto più caratteristico di questa evoluzione è stato che la parte più interna della geosinclinale, sollevandosi, ha scaricato i suoi materiali nella parte esterna, che era in subsidenza. Le grandi masse che hanno subito tali dislocazioni sono le coltri alloctone e stanno ad indicare sedimenti di geosinclinale che vengono trasportati in zone lontane da quelle in cui hanno avuto origine e che vanno a coprire sedimenti che non sono stati traslati.

La trappola del giacimento è individuata all'interno della porzione meridionale della struttura sepolta Casali-Bomba. A scala regionale tale struttura, che si estende in direzione da N-S a NO-SE per

una lunghezza di circa 30 km e una larghezza di circa 10 km, è caratterizzata da una geometria arcuata.

La struttura Casali-Bomba è interpretata come un'anticlinale di shortcut associata alla riattivazione in regime compressivo di faglie estensionali pre-orogeniche (Calamita et al. 2009, Calamita et al. 2011). A scala regionale risulta delimitata verso ovest da una faglia listrica estensionale immergente a ovest e verso est da sovrascorrimenti a vergenza appenninica con geometria shortcut. Al suo interno la struttura è dislocata da thrust e backthrust secondari paralleli ai lineamenti tettonici principali. Un backthrust a direzione circa NO-SE delimita verso ovest la trappola che costituisce il giacimento. La roccia di copertura che sigilla la mineralizzazione, composta da calcari argilloso-marnosi con spessori di 20-25 m, risulta continua al di sopra di tutto il giacimento.

2.1.1 Evoluzione strutturale

L'assetto strutturale dell'area è il prodotto dell'evoluzione tettonica pre-miocenica e plio-pleistocenica. La deformazione associata a tali eventi ha coinvolto le varie successioni stratigrafiche a partire dai calcari mesozoici, in particolare: i depositi carbonatici della piattaforma apula, i depositi evaporitici messiniani, i depositi silicoclastici di avanfossa e le unità alloctone in sovrascorrimento (Calamita et al., 2011). A partire dal Messiniano e fino al Pliocene, la flessurazione dell'avampaese apulo ha prodotto l'attivazione di faglie estensionali principalmente immergenti verso ovest e allungate in direzione circa NO-SE. I successivi eventi deformativi plio-quadernari hanno prodotto l'inversione delle strutture estensionali preesistenti e l'attivazione di nuove strutture compressive associate al sollevamento di anticlinali tra cui la struttura Casali Bomba. A tali eventi compressivi è associata anche la messa in posto durante il Pliocene delle unità alloctone attraverso sovrascorrimenti a basso angolo a vergenza orientale.

In particolare l'evoluzione geodinamica neogenico-quadernaria del settore appenninico in cui si colloca l'area di studio può essere sintetizzata in tre principali eventi deformativi (*da "Relazione tra geodinamica e morfostuttura e rapporto tra i piani di scollamento profondi e le strutture superficiali delle nuove opere in progetto" Dipartimento di Scienze Geologiche Università Roma 3. Relazione per Forest CMI S.p.A. 2011*):

- il Bacino pelagico molisano subisce una deformazione per thrusting attiva dal Messiniano inferiore sino al Pliocene superiore (Patacca et al., 1992), secondo una direzione di massimo raccorciamento SW-NE, in un processo orogenico che coinvolge progressivamente settori appartenenti alla Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, al Bacino pelagico molisano e alla Piattaforma carbonatica apula. Nell'area in esame, l'unico elemento tettonico individuato con certezza e riferibile a questa fase deformativa è costituito dal contatto per thrusting tra unità molisane (al tetto) e depositi terrigeni riferibili alla piattaforma apula sepolta (al letto). Questo contatto con andamento sub-orizzontale si trova a profondità dell'ordine di 1 km.

- I domini apulo e molisano sono stati successivamente interessati da un evento deformativo trascorrente, che agisce secondo due direttrici e cinematiche: circa N-S, con movimenti destri, e circa N, con cinematica sinistra. La geometria dei principali elementi tettonici è caratterizzata da zone di taglio, localizzate nelle unità strutturali profonde (Piattaforma carbonatica apula), che

evolvono nelle unità strutturali superficiali (Bacino pelagico molisano) in fasci di deformazione trascorrente e obliqua, con geometrie di tipo flower. L'attività trascorrente agisce nel Pliocene sup.pp.-Pleistocene inferiore.

- L'ultimo evento deformativo è di carattere estensionale e agisce su direttrici prevalenti NW-SE con elementi ad alto angolo. Questo evento ha inoltre prodotto localmente la riattivazione dei principali sistemi di faglie trascorrenti pre-esistenti con cinematiche opposte a quelle originarie. Studi condotti nell'area matesina indicano un'età non più antica del Pleistocene inferiore (Ferranti, 1997) o del Pleistocene medio (Brancaccio et al. in 1997). Questo evento è, responsabile della formazione di alcune strutture depresse di primo ordine, sviluppate lungo direttrici tettoniche NW-SE, tra cui il bacino di Boiano s.s. (sensu Russo & Terribile, 1995) e la Valle del medio F. Volturno. Strutture analoghe per orientazione e dimensioni non sono, invece, altrettanto evidenti nel settore dell'Alto Molise.

2.1.2 Quadro stratigrafico

Con riferimento all'area in cui sono stati realizzati i pozzi esplorativi e ad un intorno significativo, il quadro geologico evidenzia la sovrapposizione tettonica della Formazione Tufillo (formazione di mare profondo pre-terrigiena) sul Flysch di Agnone (unità terrigena bacinale messiniana), entrambe ascritte alle Unità Molisane. Il Flysch di Agnone a sua volta è in contatto tettonico con le Argille scagliose delle Unità Sicilidi. Più specificamente l'area dei pozzi è ubicata sulla formazione Flysch di Agnone. L'assetto geologico dell'area è illustrato dalla Carta Geologica di Fig. 4.

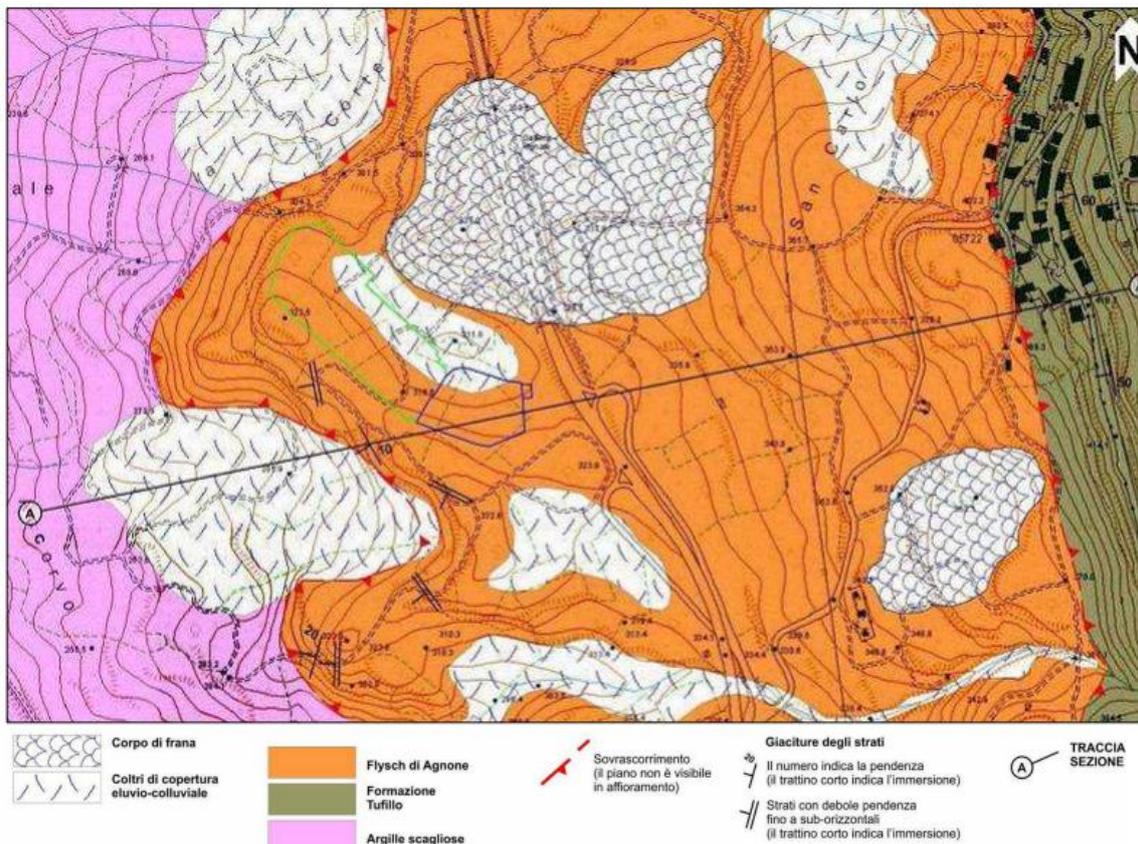


Figura 4 - Assetto geologico dell'area dei pozzi esplorativi. Per l'effettivo e aggiornato assetto geomorfologico si deve fare riferimento alle successive carte geomorfologica di Figg. 8 e 9.

La citata carta geologica, pone in evidenza la netta distinzione tra i termini che costituiscono il fianco occidentale del rilievo di Monte Pallano: una porzione inferiore costituita dai terreni delle Argille Varicolori (Argille Scagliose delle Unità Sicilidi), ed una unità sovrastante costituita dalle alternanze calcareo-marnose del Flysch di Agnone, su cui a sua volta poggia tettonicamente la formazione del Tufillo, anch'essa appartenente, come già detto, alle Unità Molisane.

Oltre a queste, l'area risulta caratterizzata da estese coperture quaternarie, detritiche eluvio-colluviali.

La sezione geologica di Fig 5 illustra i rapporti tra le formazioni citate nell'area dei pozzi.

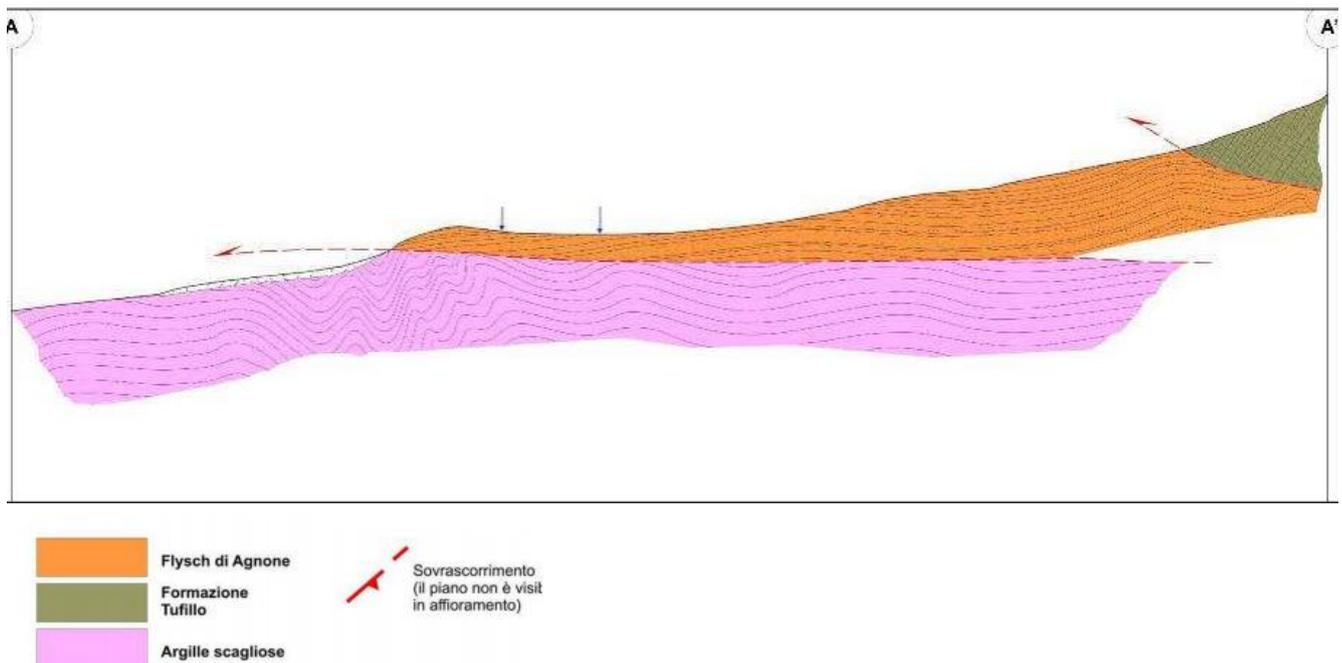


Figura 5 - Rapporti tra i termini della locale serie alloctona (sez A-A'')

Con riferimento all'area dei pozzi, quindi, il quadro geostratigrafico locale è rappresentato dalle seguenti formazioni, dalla più antica alla più recente:

- Argille Varicolori (Oligocene - Miocene inf.)

Esse rappresentano un deposito prevalentemente pelitico di mare profondo, cui s'accompagnano strati lapidei, testimoniando un modesto e intermittente apporto torbido. La parte pelitica è costituita da alternanze di argilliti con prevalenti colorazioni da verde scuro a rossastre, di spessore variabile ed elementi di deformazione tettonica quali fenomeni di stiramento, laminazione e strutture scistose sino a macro scagliose. La parte lapidea è rappresentata da calcareniti tenere, arenarie verdastre e calcilutiti chiare. La formazione è caratterizzata da una forte caoticità, dovuta alla mescolanza di materiale argilloso scaglioso, di probabile origine tettonica, con inclusi lapidei di varia natura e grandezza.

Il tipo di struttura che presentano varia sensibilmente in rapporto alla scala di osservazione. Infatti a piccola scala si può notare l'esistenza di una struttura scagliosa, mentre a scala grande la formazione presenta una struttura disordinata, con inclusi blocchi di natura lapidea (esotici)

anche di notevoli dimensioni, blocchi che sono stati strappati dalla loro sede originaria durante gli spostamenti subiti dall'ammasso a causa delle fasi orogenetiche.

- Formazione di Tufillo (Serravalliano - Tortoniano pp.)

Essa è costituita da depositi flyschoidi, caratterizzati da strati lapidei in alternanze di litotipi dei più variabili, costituiti da brecciole calcaree gradate, da calcari marnosi, da calcareniti, intercalati a livelletti di argille scistose verdastre. La formazione presenta in genere stratificazione netta, ben evidente, con strati di spessore limitato. Le parti più lapidee si mostrano intensamente fratturate, sino a formare blocchi poliedrici anche di dimensioni molto piccole, mentre le parti più plastiche si manifestano sotto forma di scaglie.

Questi depositi formano la zona di alta collina, costituita da dorsali allungate in direzione appenninica, e danno luogo a versanti in genere fortemente acclivi, con le parti esterne frequentemente ammantate di regolite e detrito di spessore variabile.

- Formazione di Agnone (Tortoniano – Messiniano)

La formazione è caratterizzata da strati alternati di marne argillose, argille marnose ed arenarie. Gli spessori degli strati sono molto ridotti (dell'ordine della decina di centimetri nei materiali coesivi a quello di alcuni decimetri in quelli arenacei). Questi ultimi si presentano piuttosto tettonizzati, con fratture e diaclasi a giacitura perpendicolare rispetto a quella della stratificazione. Si riconoscono tre membri (Del Prete, 1979):

- Membro inferiore argilloso: costituito da argille marnose grigie, alternate a marne e calcari marnosi;
- Membro arenaceo mediano: con aspetto più marcatamente flyschoidi, e costituito da alternanze di arenarie e argille; il meccanismo deposizionale è attribuibile a flussi torbidity ad alta concentrazione. Nelle parti basali sono presenti lenti di calcari bioclastici;
- Membro argilloso superiore: costituito da alternanze di siltiti argillose ed arenarie fini. Al contrario del secondo membro, questo si è formato, data la prevalenza di materiale pelitico, con un meccanismo deposizionale di corrente di torbida diluita.

L'area del giacimento è stata scoperta dalla società Agip nel 1966 attraverso la perforazione del pozzo Bomba 1, a cui hanno fatto seguito i pozzi Bomba 2, 3, 4, 6 e 7. In tempi recenti la società Forest Oil ha ripreso il progetto perforando e testando due pozzi direzionati di Monte Pallano 1dir (MP 1dir) e Monte Pallano 2dir (MP 2dir). I dati stratigrafici di questi pozzi permettono di ricostruire anche il quadro geostratigrafico più profondo al di sotto della serie alloctona, caratterizzato dalla seguente successione stratigrafica, dall'alto verso il basso:

- Complesso alloctono dell'Aventino – Sangro;
- Pliocene Inferiore: Argille con intercalazioni siltoso-sabbiose (Formazione Santerno);
- Miocene superiore: Anidriti con intercalazioni marnose (Formazione Gessoso Solfifera);
- Miocene Superiore-Medio: Calcare marnoso e calcare detritico organogeno di piattaforma carbonatica aperta, poco profonda (Formazione Bolognano);
- Cretaceo superiore (Senoniano): Calcare detritico-organogeno, fratturato, di soglia di piattaforma (Piattaforma Apula – Formazione Calcari di Monte Acuto).

Le stratigrafie dei due pozzi MP1 e MP2 e il quadro strutturale stratigrafico del giacimento sono illustrati dalla Fig. 6.

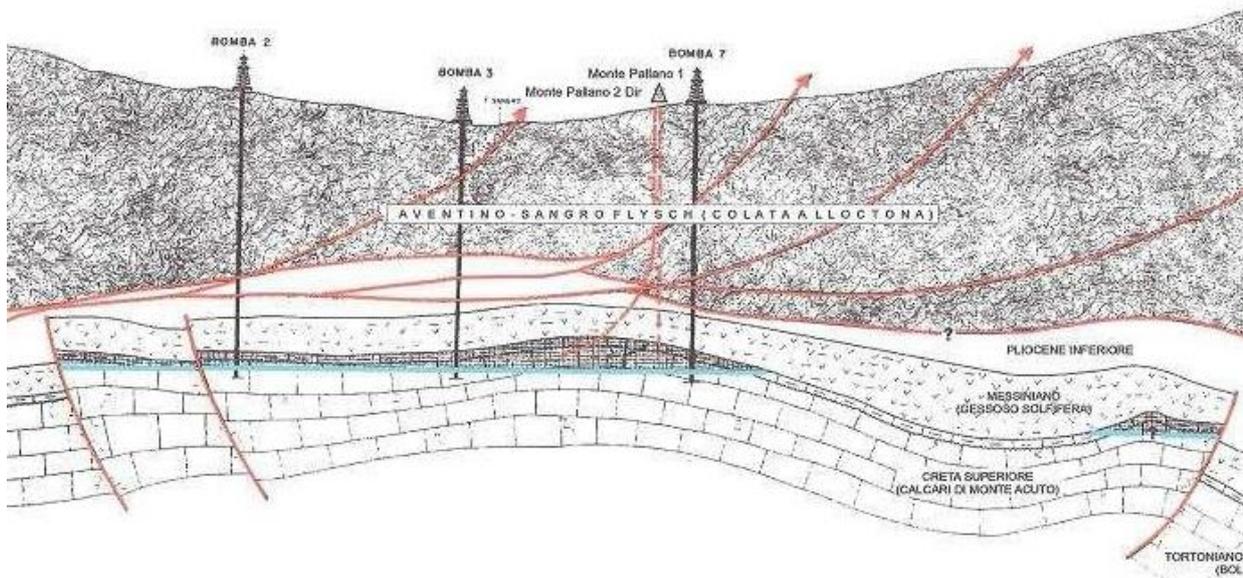
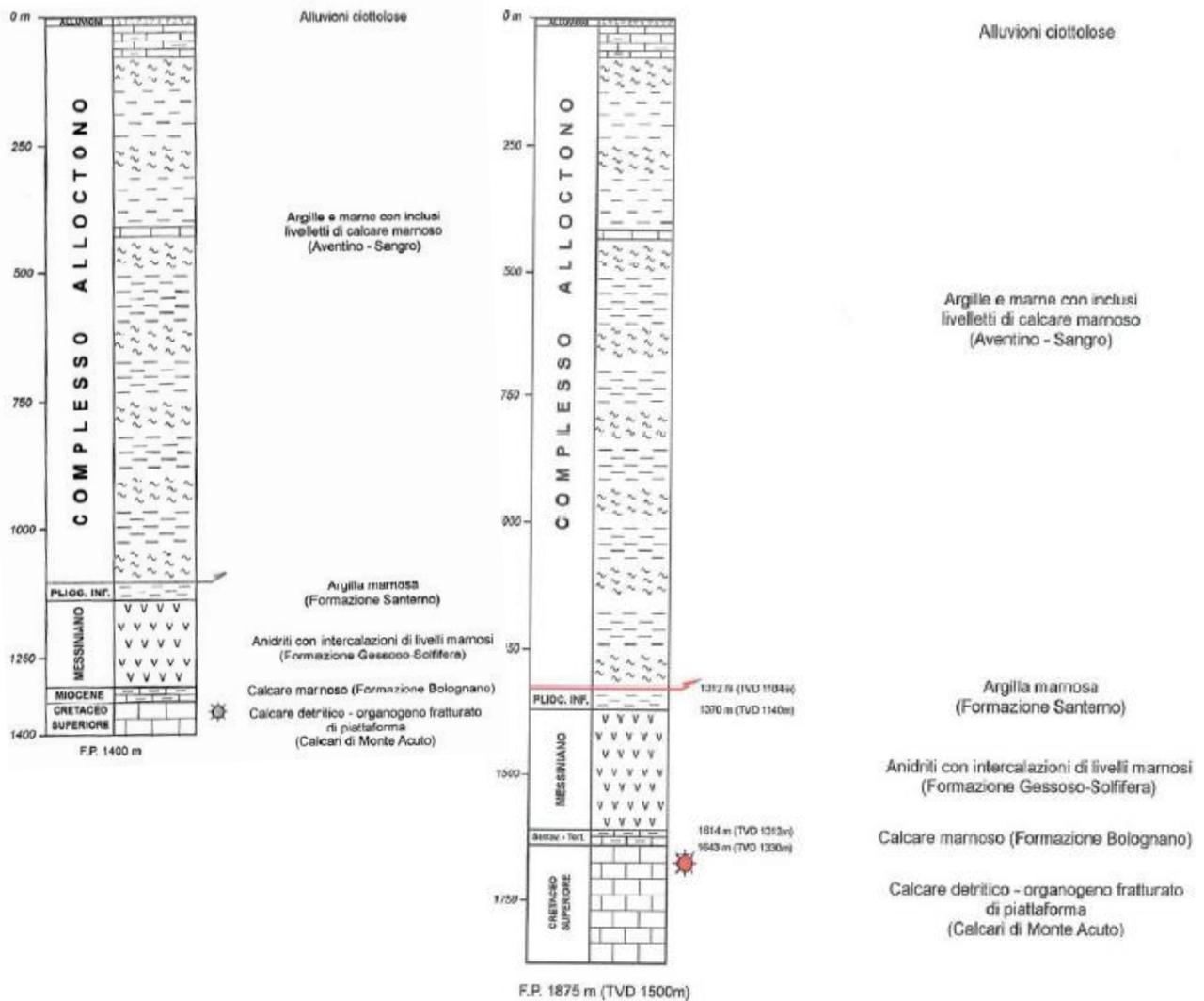


Figura 6 - Sezione geologica strutturale del giacimento e logs stratigrafici pozzi MP1 e MP2

La linea di collegamento dall'area dei pozzi alla centrale di trattamento si sviluppa essenzialmente lungo il fondo valle del F. Sangro. Quest'ultima è caratterizzata da depositi alluvionali di fondo alveo, rappresentati da ghiaie eterometriche di natura calcarea, provenienti soprattutto dal rimaneggiamento delle frazioni lapidee delle formazioni in facies di flysch.

L'area della centrale di trattamento la morfologia risulta pianeggiante, ed è ubicata su depositi alluvionali quaternari del terrazzo di primo ordine del Fiume Sangro, ad quota di circa 40-45 m s.l.m.

Le colline circostanti sono costituite principalmente da sedimenti marini argillosi di età Pleistocenica, caratterizzati da un graduale aumento verso l'alto della granulometria fino ad arrivare ai terreni sabbiosi (sabbie gialle) e conglomeratici (di ambiente di sedimentazione da marino a continentale) che si rinvengono nelle zone con quote topograficamente più elevate: questi terreni sono quindi posti al top della formazione e testimoniano la regressione marina dell'inizio del Quaternario.

Come emerge da studi ed indagini eseguite nel fondovalle, i depositi alluvionali terrazzati risultano costituiti da limi sabbiosi debolmente argillosi, intercalati a lenti di sabbie e ghiaie. I depositi terrazzati poggiano su un substrato costituito dalla formazione delle Argille Grigio-Azzurre, costituita da limi argillosi con sabbie di colore dal grigio all'azzurro, talora con intercalazioni di strati a granulometria più grossolana (sabbie fini) ossidati.

Con riferimento ad indagini geognostiche eseguite circa un chilometro a valle rispetto, all'area su cui è prevista la centrale (Adeguamento Tecnologico per il rispetto della normativa IPPC dell'allevamento avicolo denominato "Campo 1" sito in Loc. Piano La Barca" Relazione Idrogeologico. Dott. Geol. T. Desideri 2012), è stata rilevata la seguente successione stratigrafica:

- terreno vegetale limoso-sabbioso con ghiaie affioranti (copertura decimetrica);
- ghiaie, sabbie sciolte e limi sabbiosi riconducibili ai depositi alluvionali quaternari dello spessore di oltre cinque metri;
- alle profondità maggiori, la formazione in posto, costituita dai depositi limoso-argillosi Plio-Pleistocenici.

2.2 Geomorfologia

Le caratteristiche geomorfologiche di questo settore appenninico risentono molto della natura dei litotipi affioranti, del loro assetto tettonico e della storia morfoevolutiva di lungo termine. Si può constatare una forte relazione intercorrente tra litologia e morfologia: forme collinari con versanti poco acclivi sono caratteristiche dei terreni meno resistenti all'erosione, aventi una prevalenza di termini marnosi ed argillosi, mentre, laddove affiorano i litotipi meno erodibili, calcarei o arenacei, si hanno versanti a forte acclività.

In generale si tratta di un tipico paesaggio fortemente controllato dalla elevata erodibilità di molte delle litologie che vi affiorano e da una relativa interazione tra la dinamica di alveo e di versante. In particolare, quella prevalente nel Bacino del Sangro è soprattutto una dinamica di versante, quindi caratterizzata da numerosi movimenti gravitativi di massa. L'insieme dei vari studi a carattere

geomorfologico eseguiti nell'area riconducono principalmente tale attività a tre tipologie di movimento franoso, in particolare:

- i. Scorrimenti traslazionali, che si sviluppano sostanzialmente nelle coltri detritiche eterogenee;
- ii. Colamenti, prevalenti nelle unità a costituzione pelitica;
- iii. Scorrimenti rotazionali, coinvolgenti le alternanze a scheletro lapideo e/o le unità detritiche con sottostanti unità pelitiche.

Con riferimento all'area di studio, queste tre tipologie di frana indicate sono più o meno presenti nell'area dei versanti prospicienti il Lago di Bomba. Tuttavia le più frequenti sono legate a dinamiche di colamento, favorite dalla costituzione pelitica dei depositi affioranti, in particolare la formazione delle Argille varicolori. Alcuni di questi fenomeni si sviluppano anche al contatto tra queste ultime e la sovrastante formazione del flysch di Tufillo. Tali fenomeni hanno spesso carattere stagionale, con fasi di quiescenza nella stagione secca e riattivazioni in quella piovosa. La pendenza dei versanti, in genere 12%-15%, non è compatibile con le basse resistenze a taglio residue (angolo di attrito $\varphi = 8^\circ \div 10^\circ$) di questi materiali rimaneggiati, e quindi spiega la grande diffusione di fenomeni franosi di questo tipo.

Il versante che dalla zona dei pozzi degrada verso il Lago di Bomba è caratterizzato nella parte superiore dalle alternanze calcareo-marnose del flysch di Tufillo e da pendenze medie elevate. Le pendenze diminuiscono quando si passa al settore caratterizzato dal Flysch di Agnone, sui si trova anche l'area dei pozzi. Il passaggio alle sottostanti Argille varicolori è ancora marcato da un aumento di pendenza. Il settore inferiore successivo, caratterizzato da queste ultime, mostra pendenze medie più basse.

Nella parte bassa del versante le argille varicolori sono interessate da estesi fenomeni di colamento, mentre il sovrastante flysch di Tufillo si rinviene in forti stati di disturbo tettonico, specie in corrispondenza delle parti più superficiali dove, all'intersecarsi di una fitta maglia di fessure e modeste faglie, si aggiunge un accentuato stato di degradazione meteorica. Per tali motivi la formazione risulta ricoperta da una spessa coltre regolitico-detritica, estendentesi verso valle fino a ricoprire in più punti il contatto con le argille varicolori. E' questa coltre che, nella maggior parte dei casi, è soggetta a fenomeni gravitativi.

Un ultimo dato può contribuire ad un'analisi più precisa della situazione geomorfologica dell'area in esame e della sua più prevedibile evoluzione: lungo qualsiasi sezione planoaltimetrica, dal crinale in destra idrografica sino al letto del fiume Sangro, si rappresenteranno, a mezzacosta, zone subpianegianti. Questi ripiani, lungo uno dei quali, per esempio, è impostata una parte della S.S.V. Fondo Valle Sangro, talora sono costituiti da zone di accumulo o detritico o di paleofrana, pertanto a grande rischio di movimento gravitativo o di riattivazione di antichi movimenti.

Tutta la zona rilevata e potenzialmente soggetta a franamenti, con fenomenologia da crollo e ribaltamento per gli intervalli più spessi e competenti e topograficamente alti, con fenomenologia principalmente di scivolamento planare laddove ci siano sovrapposizioni (nelle alternanze) di materiali litoidi, compatti, su intervalli più coesivi, argillosi, reologicamente meno rigidi, plastici, che peggiorano sensibilmente le proprie caratteristiche geotecniche in presenza di acqua.

La diffusa presenza di dissesti nell'area in esame è dimostrato dal fatto che gli estensori del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) hanno classificato l'intera zona in sponda destra del Lago di Bomba come P2 – Area a pericolosità elevata (Carta della pericolosità – Foglio 371 O), Fig. 7, a causa della presenza di frane di genesi complessa allo stato quiescente, frane intese come accumuli dovuti a diversi meccanismi di movimento che agiscono in diverse parti della massa spostata e che, per loro complessità, non possono essere riconosciuti in maniera separata e distinta.

Nel 2005 la Forest Oil C.M.I. S.p.A., nell'ambito degli studi di supporto alla redazione del SIA, con lo scopo di documentare la situazione geomorfologica esistente nell'area coperta dal permesso in oggetto, e di valutare l'evoluzione dei fenomeni avvenuti in tempi passati e di prevederne, per quanto possibile, quella futura, anche in funzione di caratterizzare la zona dei pozzi ha fatto eseguire uno studio geomorfologico di dettaglio (Caratterizzazione geomorfologica dell'Area del Permesso di ricerca "Monte Pallano". – GEOMAP 2005).

I risultati dello studio che ha previsto anche un'analisi fotogeologica su voli relativi a diversi anni, ha portato ad una rappresentazione della distribuzione delle varie forme di dissesto esistenti nell'ambito di tutta l'area analizzata (in scala 1:25.000), Fig. 8, e a un elaborato in scala 1:5.000 (Figura 9) di dettaglio con la situazione esistente nell'area del campo pozzi e nel suo ristretto intorno. Di seguito si illustrano i risultati del suddetto studio.

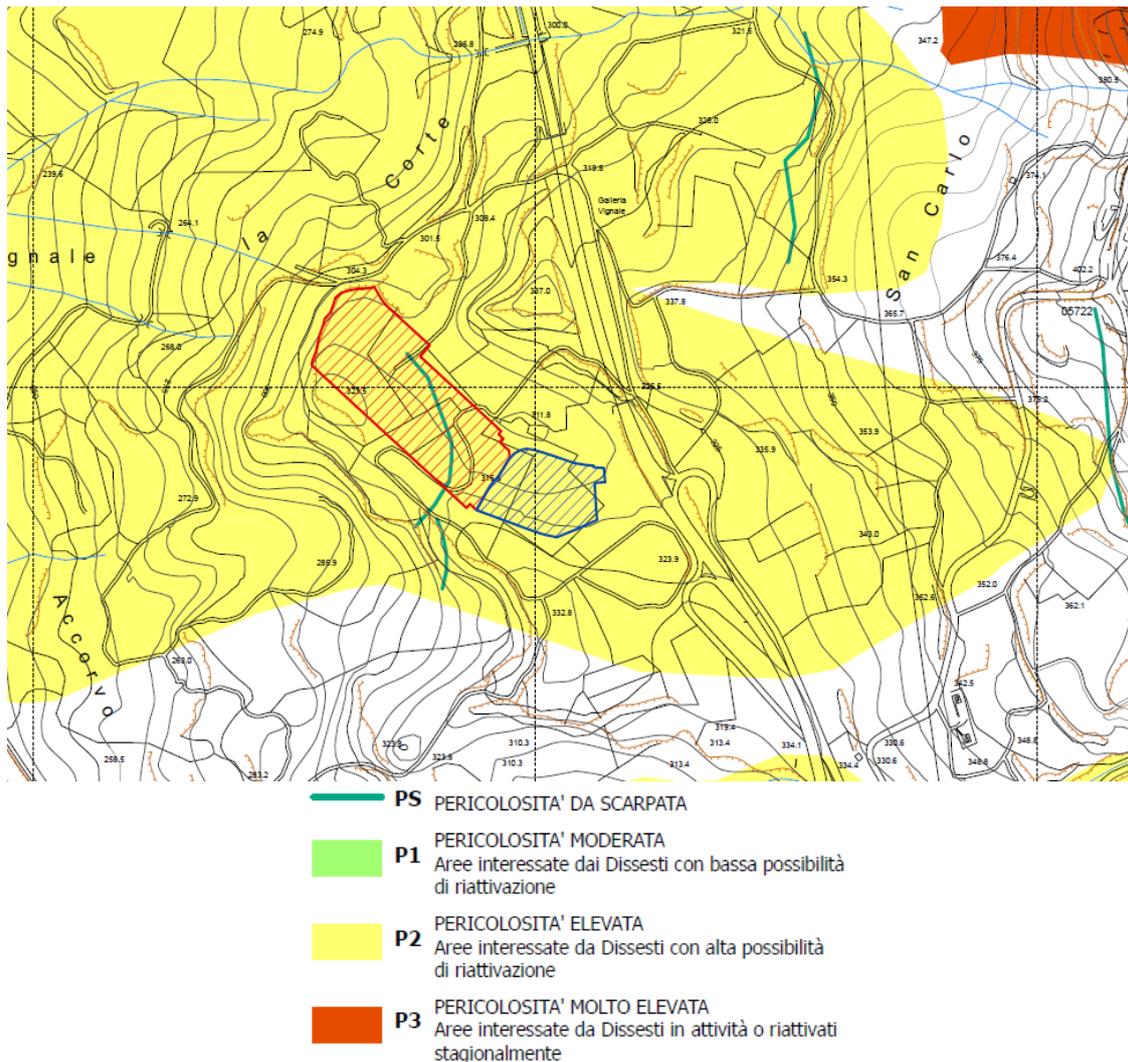


Figura 7 - Carta della Pericolosità del P.A.I. (in rigato blu l'area dei pozzi. In rigato rosso è indicata l'area che nel 2005 era stata indicata come possibile per la realizzazione della centrale di trattamento, oggi spostata nella zona industriale di Atessa-Paglieta).

a) Analisi regionale (FIG.8)

Come evidenzia la carta geomorfologica, le situazioni morfologiche esistenti sui due versanti della valle del Sangro sono molto diverse tra loro, poiché mentre sull'occidentale esistono le classiche forme dovute alla gravità in relazione alle caratteristiche ambientali e ai tipi di terreno affioranti, nel versante orientale la situazione si presenta molto più complessa. Vi si riconoscono, infatti, almeno due deformazioni gravitative profonde di versante, originatesi in epoche remote, sulle quali si sono imposti in successione vari eventi franosi, classificabili da antichi a recenti, alcuni dei quali ancora soggetti ad evoluzione.

Le aree coinvolte dai movimenti gravitativi di massa si estendono dalle pendici del Colle Butino fino oltre il limite settentrionale dell'area studiata, con andamento parallelo al corso del Sangro e alla dorsale del Monte Pallano. Il limite della deformazione topograficamente più alta e cronologicamente precedente è situato all'incirca alle quote 600-650 metri, in corrispondenza dell'evidente rottura di pendio corrispondente al contatto tra il Flysch di Agnone e la sovrastante Formazione Tuffillo, mentre quello della deformazione inferiore è mediamente situato alla quota 350 e coincidente per un lungo tratto col piede della scarpata situata a valle della vecchia strada statale

Sangritana, che è attraversata da ambedue le linee di taglio nella parte inferiore dell'area rappresentata in carta.

I fenomeni attribuibili ad epoche antiche, sempre caratterizzati da dimensioni molto grandi rispetto a quelle verificatisi in periodi più recenti, sono stati individuati su ambedue i versanti, ma tra questi assumono particolare importanza i due fenomeni situati su quello orientale, tra Colle Butino e l'abitato di Bomba, i cui orli di distacco sono impostati a monte della linea di deformazione superiore e i rispettivi accumuli hanno coinvolto tutti i terreni affioranti fino al fondovalle. La paleofrana situata più a Sud, sul cui fronte è impostata la spalla destra della diga, mostra di aver subito parziali riattivazioni, attribuibili a varie epoche, ma in generale è in gran parte stabilizzata, mentre quella situata più a Nord, che interessa anche la periferia meridionale di Bomba, presenta ancora evidenti ed estesi fenomeni attivi.

Le frane avvenute in periodi più recenti, classificate come vecchie o in atto, sono molto più numerose, di dimensioni e tipologia variabili, e possono essere impostate direttamente su rocce del substrato o su accumuli di frana. Le frane vecchie corrispondono in gran parte a fenomeni preesistenti al 1954, epoca in cui erano attive o già quiescenti, o che hanno assunto uno stato di quiescenza in epoca posteriore al 1954 ma antecedente il 1995. Le frane in atto possono talvolta rappresentare fenomeni di nuova generazione, ma nella maggior parte dei casi sono riattivazioni di fenomeni già esistenti. Qualora l'evoluzione di un'area franosa sia stata molto veloce ed abbia conseguentemente alterato le varie forme succedutesi nel tempo, in modo da non permettere di riconoscerle integralmente su tutti i voli analizzati, l'insieme è stato generalmente incluso nelle aree instabili, evidenziando al loro interno solo i fenomeni in atto più recenti.

Forme di versante dovute alla gravità

-  Limite superiore di area interessata da deformazioni gravitative profonde.
-  Orlo di distacco di frana, ciglio di svuotamento o arretramento.
-  Accumulo di frana antica o paleofrana.
-  Accumulo di frana vecchia, più o meno stabilizzata.
-  Accumulo di frana in atto.
-  Frana indifferenziata non rappresentabile arealmente.
-  Zona instabile, interessata da deformazioni plastiche superficiali.
-  Manifestazioni di instabilità in atto non rappresentabili arealmente.
-  Depressione di origine gravitativa.

Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

-  Traccia di alveo abbandonato.
-  Tratto di alveo in erosione incanalata.
-  Area in erosione profonda per vallecole o calanchi.
-  Orlo di terrazzo fluviale o lacustre, scarpata di varia natura.

Forme dovute ad attività antropica

-  Cava inattiva, ex cantiere.
-  Terreni di riporto.
-  Limite del permesso di ricerca "Monte Pallano".
-  Limite dell'area rappresentata in scala 1:5.000 nella figura 2.

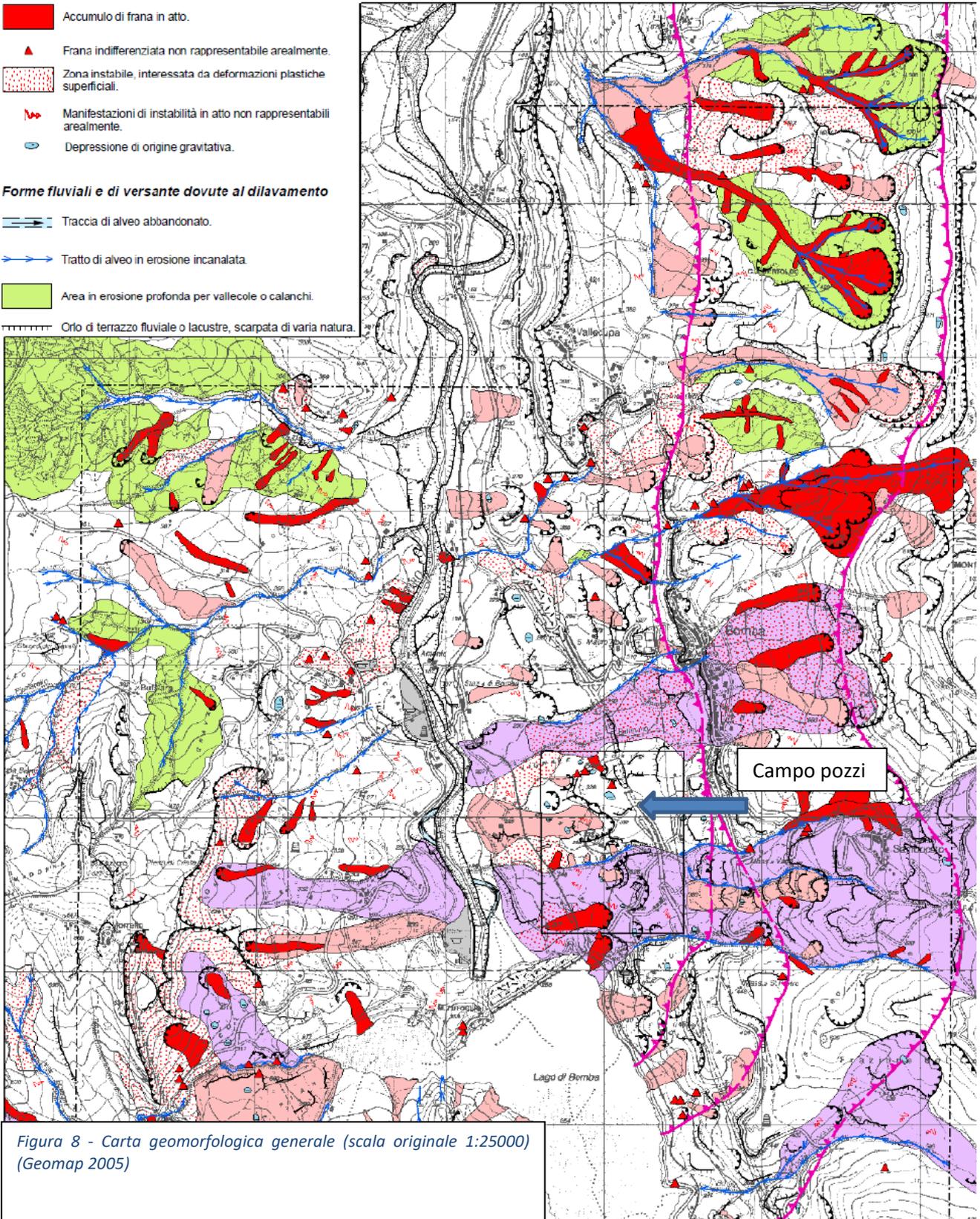


Figura 8 - Carta geomorfologica generale (scala originale 1:25000) (Geomap 2005)

b) Analisi di dettaglio del campo pozzi (FIG.9)

L'analisi dell'area del campo pozzi è stata effettuata utilizzando gli stessi mezzi, ma le informazioni ottenute sono state in questo caso rappresentate con maggior dettaglio ed adattate ad una base topografica in scala 1:5.000, evidenziando inoltre anche l'instabilità potenziale di alcune aree che presentavano sintomi e/o condizioni generali molto simili a zone attigue, già interessate in varia misura da fenomeni gravitativi

Come risulta evidente dalla rappresentazione delle condizioni morfologiche esistenti nell'area del campo pozzi, la zona a valle della strada a scorrimento veloce, presenta un basso grado di acclività perché corrisponde ad una superficie terrazzata modellata su rocce a comportamento rigido.

Il rilievo geologico-geomorfologico dell'area evidenzia quindi come l'area pozzi sia ubicata in corrispondenza di un'area attualmente geomorfologicamente stabile e caratterizzata dall'affioramento del substrato argilloso-arenaceo del Flysch di Agnone. L'area, tuttavia come mostra la carta è contornata da situazioni geomorfologiche delicate caratterizzate da potenziale instabilità e/o da fenomeni gravitativi che dimostrano l'estrema fragilità del contesto geomorfologico. Poco a sud sono presenti movimenti franosi attivi (ascrivibili a fenomeni di soliflusso e colamento). L'area risulta inoltre caratterizzata dalla presenza di orli di scarpata di degradazione e/o di frana e orli di erosione con influenza strutturale. L'analisi porta a concludere che, indipendentemente dalle forme rilevate e dalla loro caratterizzazione, si deve presupporre che quasi ovunque esistono le condizioni favorevoli al verificarsi di riattivazioni parziali o totali nei fenomeni individuati, anche se ritenuti quiescenti, o al verificarsi di nuovi movimenti gravitativi in aree che attualmente sono ritenute abbastanza stabili non presentando particolari sintomi.

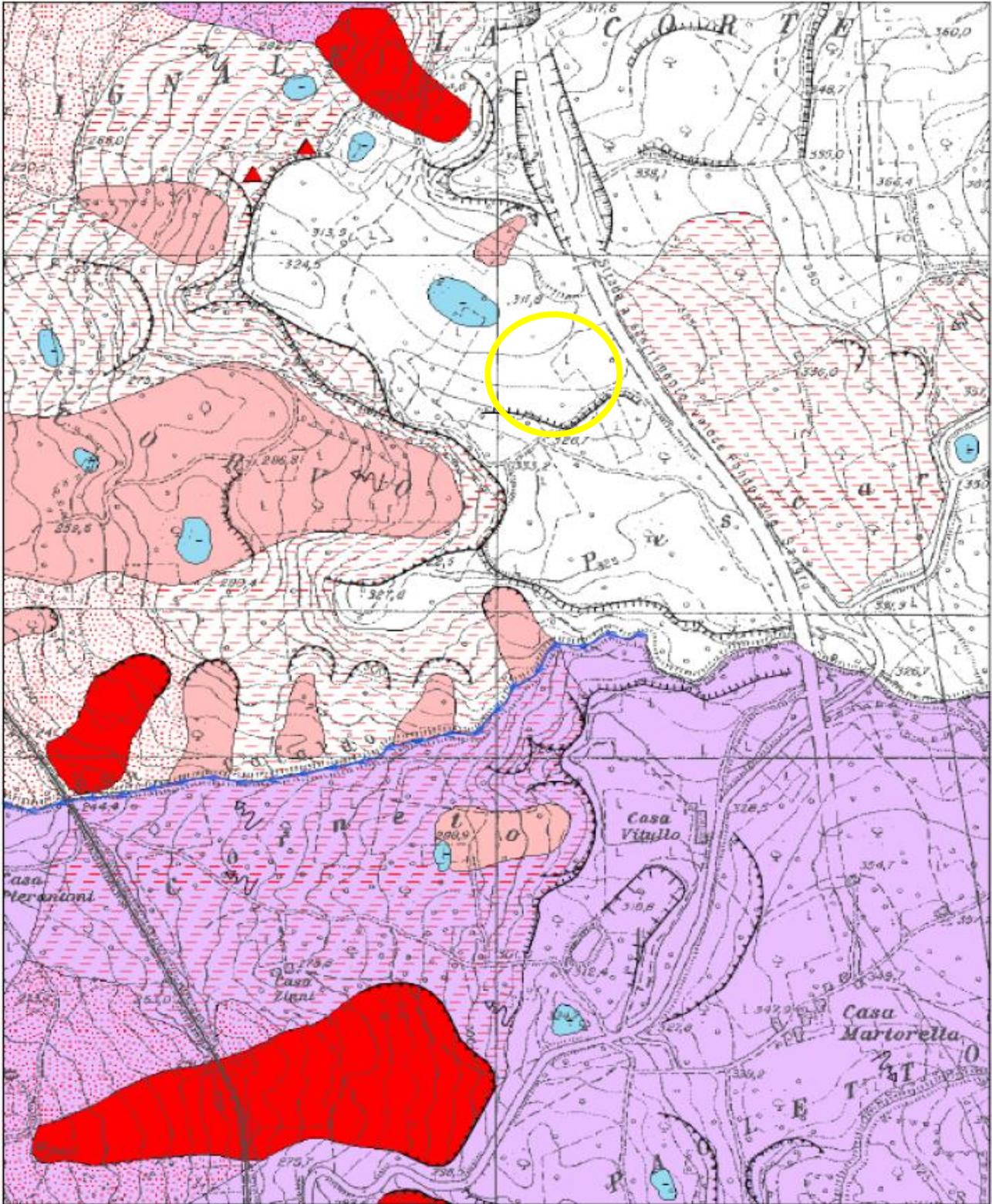


Figura 9 - Carta geomorfologica (scala originale 1:5000). Nel cerchio giallo l'area del campo pozzi. (Geomap 2005)

3 SISMICITÀ

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), Fig.10.

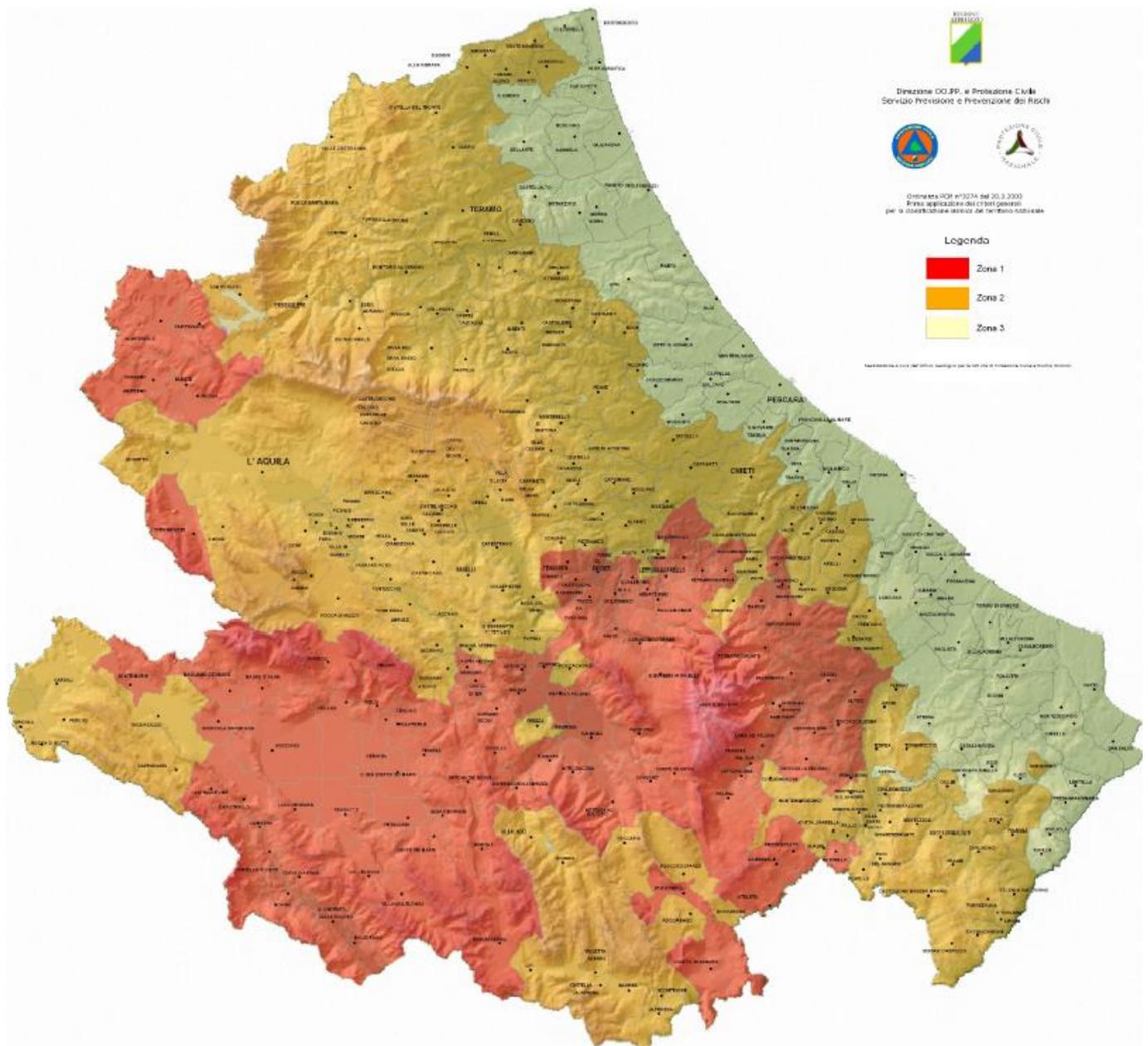


Figura 10 - Classificazione sismica regione Abruzzo

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.

L’area interessata dal progetto di sfruttamento (campo pozzi, condotta gas e centrale di trattamento, interessa una serie di comuni tutti compresi nella provincia di Chieti. I comuni interessati, con la rispettiva attribuzione di zona sismica, sono:

Comune	Zona sismica
Bomba	2
Roccascalegna	1
Archi	2
Altino	1
Perano	2
Atessa	3
Paglieta	3

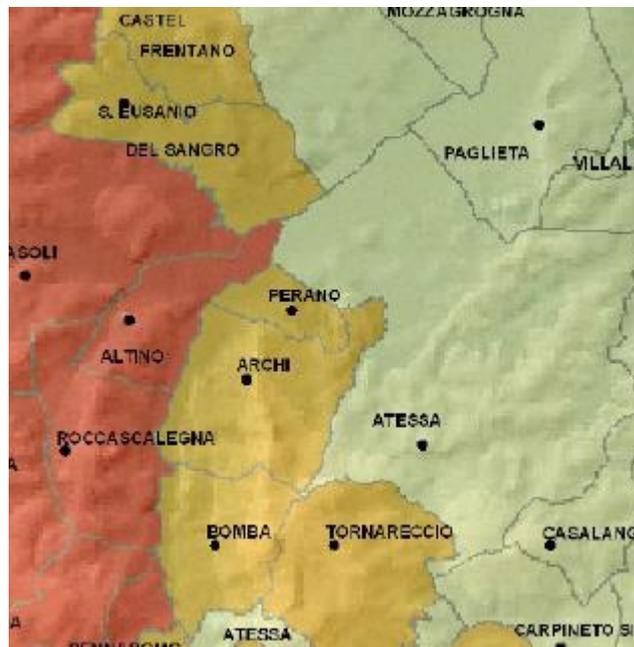


Figura 11 - Classificazione sismica comuni interessati dal progetto di sviluppo

Tale classificazione, è sostanzialmente dovuta a sorgenti sismogenetiche non necessariamente prossime all’area di studio, ma che fanno comunque risentire localmente l’azione di propagazione dei sismi, in particolare, fra quelle più significative, si possono segnalare, Fig. 1 (DISS 3.2):

- *Sorgente sismogenetica Tocco Casauria – Tremiti*

Questa sorgente composita si estende dal settore della catena del Gran Sasso confinante con il Massiccio della Maiella ad ovest sino alle Isole Tremiti ad Est, quindi tra l’alta valle del F. Pescara (ovest) e la valle inferiore del F. Sangro (est), ed appartiene al sistema trascorrente destro che interessa l’Adriatico centrale e meridionale. La zona rientra in una delle zone mesosismiche dei catastrofici eventi del 5 e 30 dicembre 1456 (Mw 7.0 e 6.6, rispettivamente), un terremoto multiplo che ha colpito gran parte dell’Italia meridionale. Questa sorgente sismica risulta un lungo sistema di faglie trascorrenti, a cinematica destra, il cui percorso sembrerebbe attraversare il dominio Apulo, attraverso l’alta regione Vastese (ad E), e le Isole Tremiti (in mare aperto ancora più ad E

ed a NNW del promontorio del Gargano). La direzione della sorgente è basata su quella delle strutture regionali sepolte (N80 – N100). L'immersione è ricostruita tramite considerazioni geologiche e geometriche (70° - 90°). L'inclinazione risulta obliqua, trascorrente destra, basata sui dati geologici e sismologici (170 – 230). Anche la minima e massima profondità sono ricostruite su dati geologici e sismologici (rispettivamente 11.0 e 20.0 km). Il tasso di scorrimento è stato dedotto dalle osservazioni geologiche nelle strutture adiacenti che condividono lo stesso sviluppo tettonico della sorgente di Tocco Casauria – Tremiti (0,1 a 0,5 mm/anno). La massima magnitudine è estrapolata da quella della sorgente individuale più larga associata (Mw 6.0).

- *Sorgente sismogenetica Sulmona basin*

Importante conca intramontana dell'area appenninica, è bordata ad est da un'importante struttura tettonica ad andamento NW-SE: la faglia di Sulmona. Quest'ultima struttura si sviluppa lungo il versante occidentale dei rilievi carbonatici del gruppo del M.te Morrone, immergendo a SW di circa 50°. La lunghezza totale della struttura è pari a circa 23 chilometri. La faglia in questione presenta evidenze morfologiche (scarpate di faglia) e geologiche (dislocazioni dei depositi continentali quaternari) che ne sottolineano l'attività tardo-quaternaria. Questa sorgente assieme all'altra sorgente *Barisciano Sulmona Basin* fa parte del *Abruzzo normal fault system*, sistema sismogenetico appenninico. Massima magnitudine per questa sorgente Mw = 6.4.

- *Sorgente sismogenetica Aremogna- Cinquemiglia*

La struttura tettonica, nota in letteratura con il nome di "faglia Aremogna- Cinquemiglia" (11c) (ACMF in D'Addezio *et al.*, 2001), borda ad oriente due importanti bacini intramontani: la Piana delle Cinque Miglia a nord ed il Piano dell'Aremogna a sud. Il segmento che borda la Piana delle Cinque Miglia ha una direzione media N150° con immersione a SW di circa 50. Gli indicatori cinematici sul piano di faglia suggeriscono una cinematica prevalentemente distensiva. L'attività quaternaria della faglia è confermata da evidenze morfologiche e geologiche. Massima magnitudine per questa sorgente Mw = 6.4.

- *Sorgente sismogenetica Shallow Citeriore Basal Thrust*

Faglia inversa a basso angolo immergente verso SO. Si colloca tra il bordo esterno del Massiccio della Maiella e le strutture costiere. Testimonia i movimenti orogenici compressivi verso Est. La minima e massima profondità sono ricostruite su dati geologici e sismologici (rispettivamente 3.0 e 8.0 km – Lavecchia, de Nardis 2009). Il tasso di scorrimento è stimato variabile da 0,1 a 0,5 mm/anno. La massima magnitudine è basata su dati relativi ai sismi più forti sull'area (Mw 5.6).

- *Sorgente sismogenetica Deep Citeriore Basal Thrust*

Importante thrust fault a basso angolo immergente verso SO. Questa struttura si sviluppa a cavallo del massiccio della Maiella, sul versante sud-orientale dell'Appennino centrale. Questa sorgente di fatto rappresenta l'estensione verso sud del fronte sismogenetico profondo compressivo della fascia pedeappenninica marchigiana. La minima e massima profondità sono ricostruite su dati geologici e sismologici (rispettivamente 8.0 e 18.0 km – Lavecchia, de Nardis 2009). Il tasso di scorrimento è stimato variabile da 0,1 a 0,5 mm/anno. La massima magnitudine è basata su dati relativi ai sismi più forti sull'area (Mw 6.8).

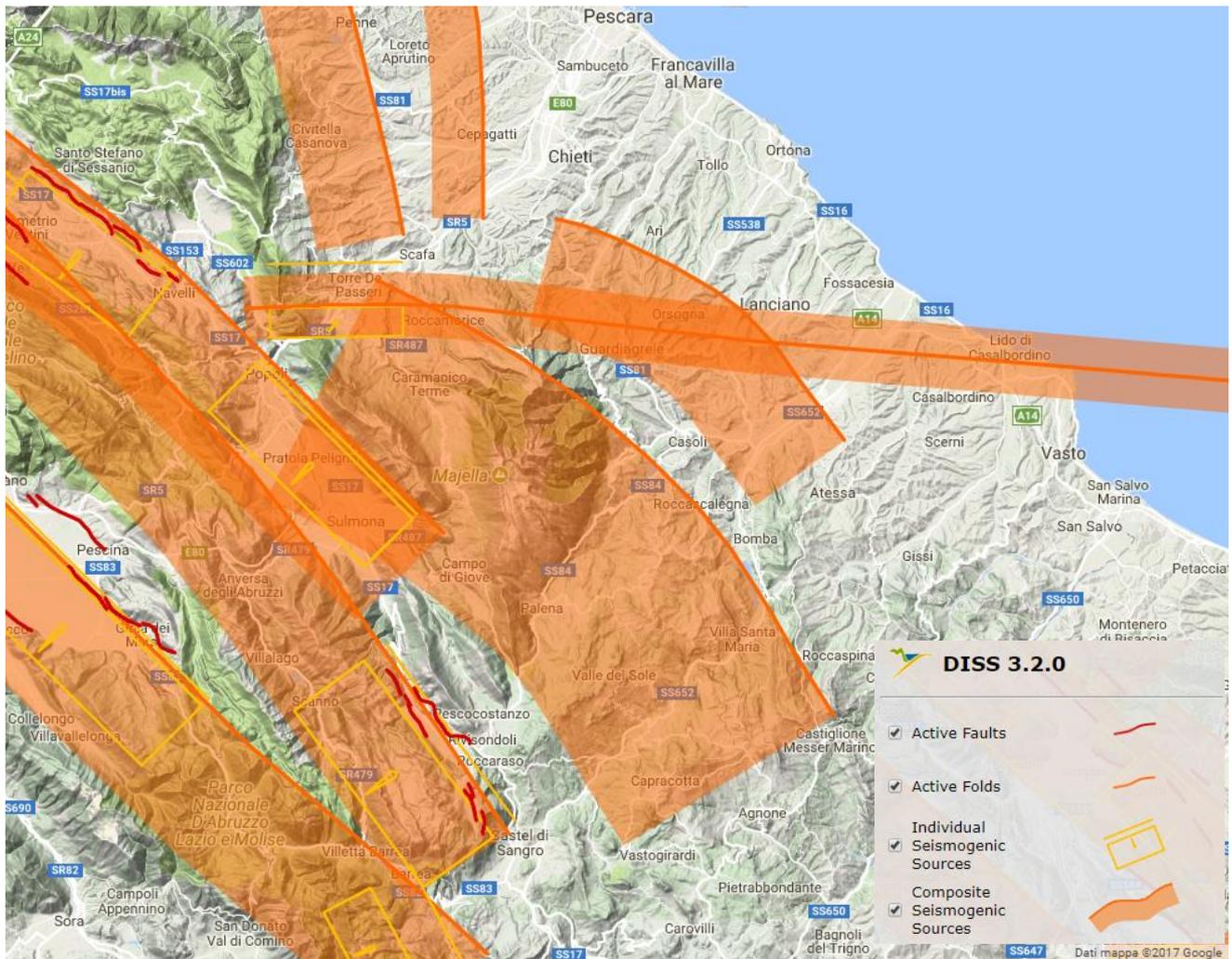


Figura 12 - Ubicazione sorgenti sismogenetiche (da INGV "Database of Individual Seismogenic Sources", DISS, ver 3.2)

Con riferimento all'area interessata dagli interventi, appaiono abbastanza significative in particolar modo il *Deep Citeriore Basal Thrust* il cui allineamento non è molto distante dalla zona dei pozzi e con riferimento alla condotta e alla centrale di trattamento, appaiono significative rispettivamente la *Shallow Citeriore Basal Thrust* e la struttura di *Tocco Casauria – Tremiti*.

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.13.



Figura 13 - 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).

ZS Name	ZS9	MwMax AR	Tassi Mwmax Co-04.2 AR	Tassi Mwmax Co-04.4 AR	b Co-04.2	b Co-04.4	MwMax GR	Tassi Mwmax (Co.04.2) GR	Tassi Mwmax (Co.04.4) GR
Savoia	901	5.91	0.21	0.21	-1.18	-1.26	6.14	0.11	0.14
Vallese	902	6.14			-1.26	-1.05	6.14	0.14	0.21
Grigioni - Valtellina	903	5.91	0.21	0.21	-1.26	-1.05	6.14	0.14	0.21
Trieste - Monte Nevoso	904	5.68			-1.12	-1.32	6.14	0.14	0.09
Friuli - Veneto Orientale	905	6.60			-1.06	-1.12	6.60	0.37	0.34
Garda - Veronese	906	6.60		0.14	-1.14	-1.70	6.60	0.11	0.08
Bergamasco	907	5.91	0.14	0.14	-1.71	-1.48	6.14	0.04	0.06
Piemonte	908	5.68			-1.91	-1.67	6.14	0.04	0.06
Alpi Occidentali	909	5.68	0.21	0.33	-1.27	-1.38	6.14	0.10	0.09
Nizza - Sanremo	910	6.37			-1.12	-1.06	6.37	0.14	0.12
Tortona - Bobbio	911	5.68			-1.47	-1.33	6.14	0.05	0.09
Dorsale Ferrarese	912	6.14	0.12	0.12	-1.35	-1.32	6.14	0.12	0.12
Appennino Emiliano-Romagnolo	913	5.91		0.21	-1.80	-1.53	6.14	0.07	0.18
Forlivese	914	5.91			-1.33	-1.23	6.14	0.14	0.21
Garfagnana - Mugello	915	6.60			-1.34	-1.36	6.60	0.11	0.12
Versilia-Chianti	916	5.68	0.21	0.33	-1.96	-1.58	6.14	0.04	0.06
Rimini - Ancona	917	6.14	0.12	0.12	-1.04	-1.01	6.14	0.12	0.12
Medio-Marchigiana/Abruzzese	918	6.37	0.14	0.21	-1.10	-1.11	6.37	0.14	0.21
Appennino Umbro	919	6.37			-1.22	-1.39	6.37	0.26	0.21
Val di Chiana - Ciociaria	920	5.68	0.28	0.33	-1.96	-1.58	6.14	0.06	0.17
Etruria	921	5.91		0.08	-2.00	-2.01	6.14	0.05	0.04
Colli Albani	922	5.45			-2.00	-2.01	5.45	0.37	0.25
Appennino Abruzzese	923	7.06			-1.05	-1.09	7.06	0.14	0.14
Molise-Gargano	924	6.83			-1.04	-1.06	6.83	0.13	0.14
Ofanto	925	6.83			-0.67	-0.75	6.83	0.17	0.17
Basento	926	5.91			-1.28	-1.38	6.14	0.10	0.09
Sannio - Irpinia - Basilicata	927	7.06			-0.74	-0.72	7.06	0.43	0.69
Ischia - Vesuvio	928	5.91	0.21	0.21	-1.04	-0.66	5.91	0.21	0.21
Calabria tirrenica	929	7.29			-0.82	-0.79	7.29	0.17	0.17
Calabria ionica	930	6.60			-0.98	-0.89	6.60	0.17	0.21
Canale d'Otranto	931	6.83			-0.63	-0.63	6.83	0.21	0.21
Eolie - Patti	932	6.14			-1.21	-1.08	6.14	0.21	0.33
Sicilia settentrionale	933	6.14	0.21	0.33	-1.39	-1.24	6.14	0.20	0.31
Belice	934	6.14			-0.96	-0.93	6.14	0.20	0.20
Iblei	935	7.29			-0.72	-0.69	7.29	0.12	0.17
Etna	936	5.45	0.33	0.33	-1.63	-1.22	5.45	0.33	0.33

Tabella 1 - Caratteristiche Zone sismogenetiche

Sulla base di tali zonazioni, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica. Con riferimento alla regione Abruzzo, la carta della pericolosità è illustrata in Figg.14 e 15.

L'area di studio non è mai stata interessata direttamente da terremoti rilevanti. Prendendo in considerazione i territori limitrofi invece, sono da citare sette eventi con intensità compresa tra 7.5 e 10.5, dei quali il più remoto risale al 101 d.C. e il più recente al 1933. Consultando il catalogo del Centro Nazionale Terremoti – INGV (<http://cnt.rm.ingv.it/>), si apprende che dal 01/04/2005 ad oggi, in un raggio di 30 km dal centro del gasdotto (lat. 42.1007, long. 14.3638), si sono verificati alcuni eventi sismici, tutti di magnitudo inferiore a 3.4; il più forte di questi risale al 15/09/2009 ed è stato localizzato nel comune di Montenerodomo (Chieti).

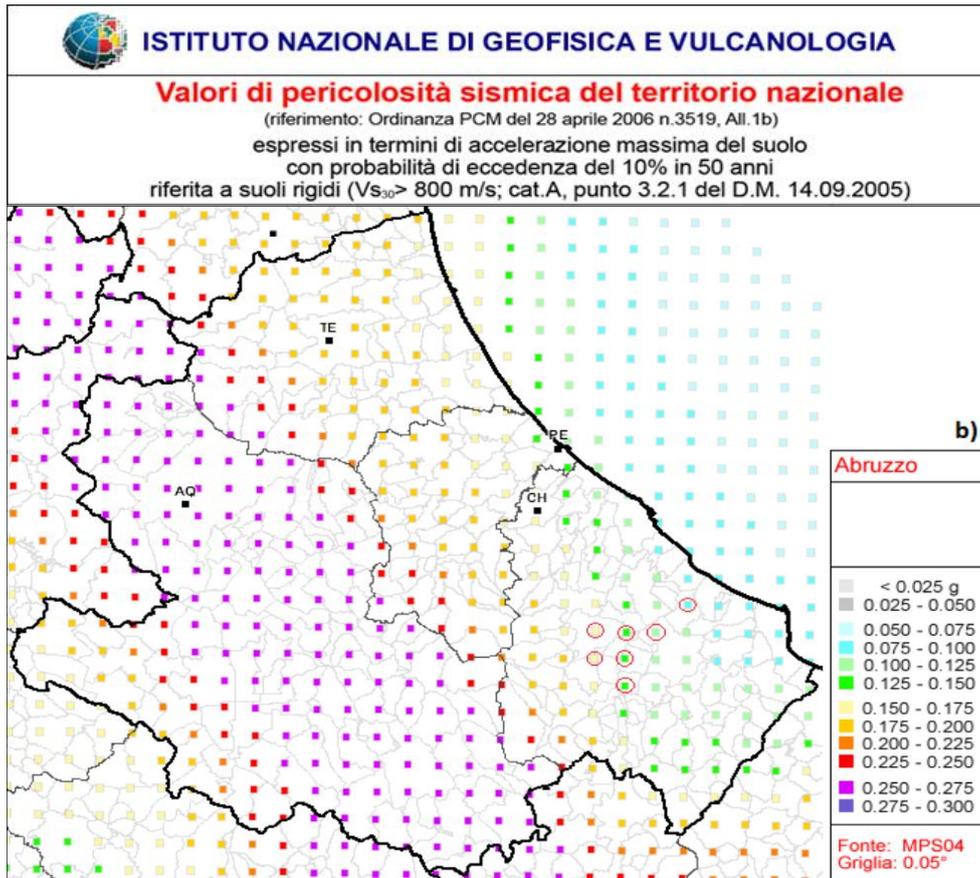


Figura 14 - Distribuzione valori di pericolosità sismica (da INGV). I cerchi evidenziano i territori interessati

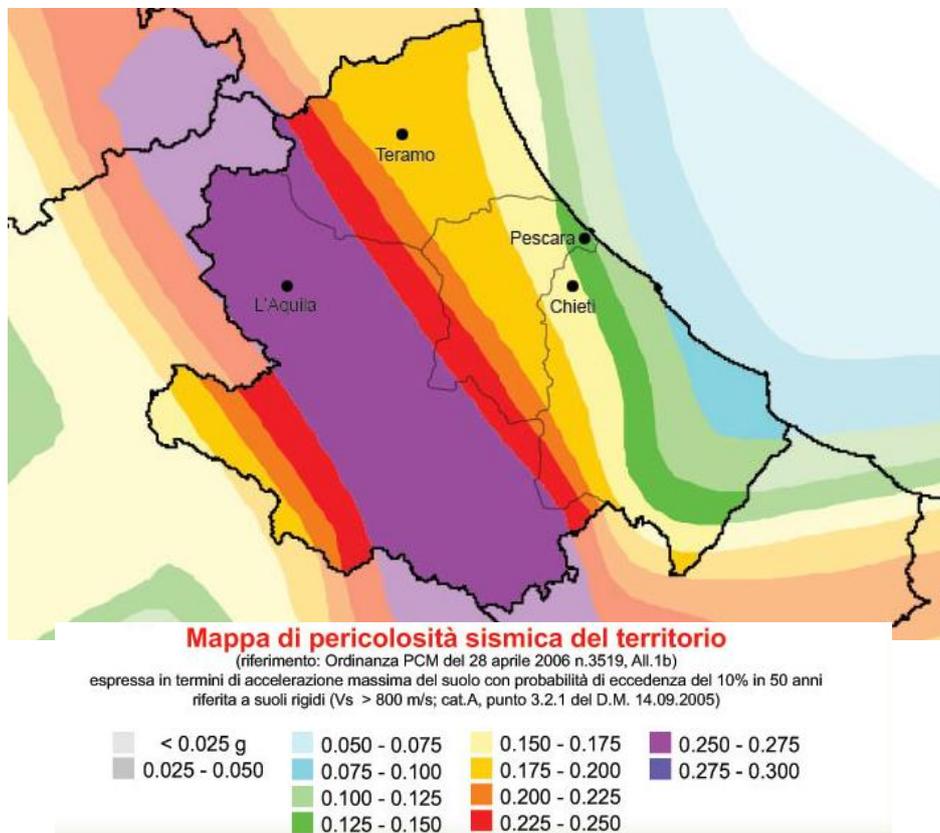


Figura 15 - Mappa della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (da INGV)

La Fig. 16 mostra gli epicentri dei terremoti che, in epoca storica, hanno interessato il territorio regionale; non si registrano localizzazioni epicentrali afferenti l'area di studio. La Fig.17 rappresenta la carta della sismicità per eventi con intensità maggiori di 2 in tempi molto recenti (dal 1985 ad oggi). Nell'area di studio si evidenzia un unico evento (cerchiato in rosso) nei pressi di Roccascalegna di magnitudo 2.7 risalente al 1987.

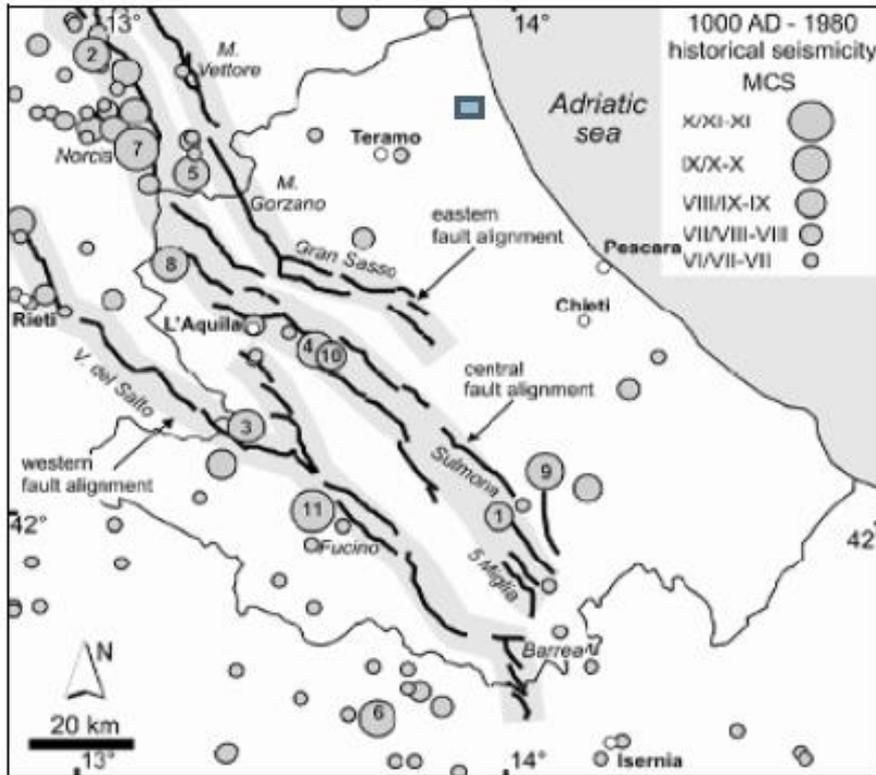


Figura 16 - Localizzazione epicentrale dei maggiori terremoti avvenuti in epoca storica (Pace et alii, 2002)

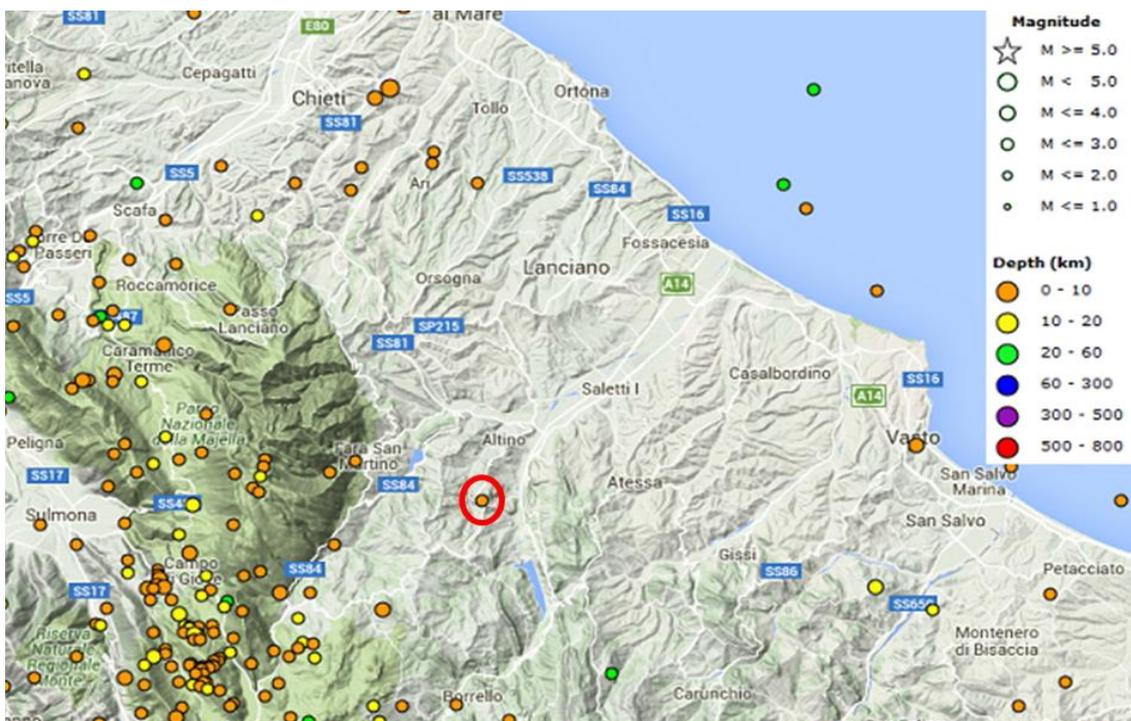


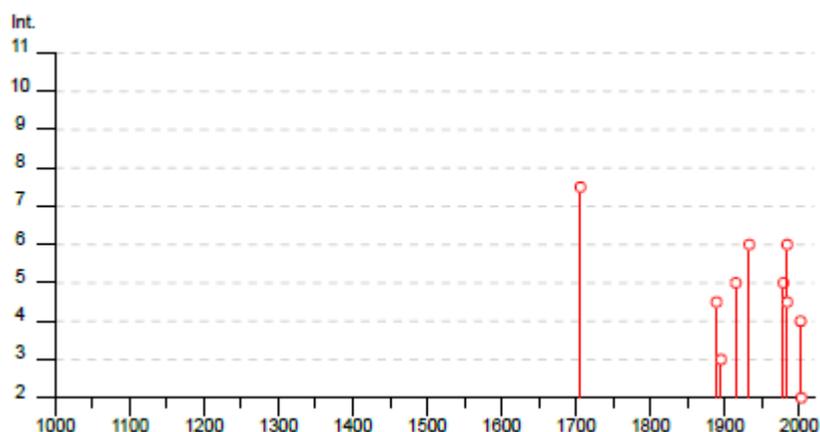
Figura 17 - Carta della sismicità. Eventi di magnitudo > 2 dal 1985 ad oggi

La sismicità storica del territorio interessato dagli interventi può essere desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15. Il relativo database DBMI15 è stato realizzato nell'ambito delle attività del TTC (Tema Trasversale Coordinato) "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV, con il contributo parziale del Dipartimento della Protezione Civile. La sismicità del territorio interessato dai vari interventi è riassunta nelle tabelle e nei diagrammi che seguono. Nelle tabelle sono riportati i sismi con magnitudo maggiore o uguale a 5.

Bomba

PlaceID IT_57543
 Coordinate (lat, lon) 42.035, 14.366
 Comune (ISTAT 2015) Bomba
 Provincia Chieti
 Regione Abruzzo
 Numero di eventi riportati 15

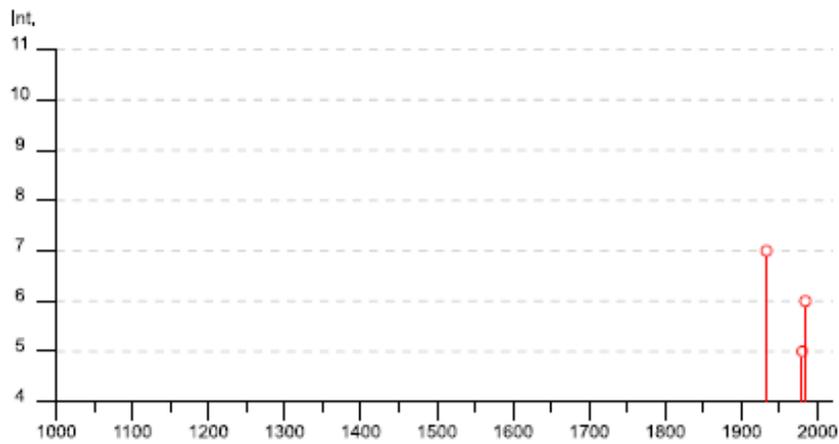
Effetti		In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1706	11	03	13			Maiella	99	10-11	6.84
4-5	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
3	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
5	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
6	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90
NF	1948	12	31	03	32		Monti Reatini	95	8	5.42
5	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
6	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86
4-5	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
NF	1992	07	16	05	38	5	Chietino	107	5-6	4.22
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
NF	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57
2	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64



Roccascalegna

PlaceID IT_58075
 Coordinate (lat, lon) 42.062, 14.308
 Comune (ISTAT 2015) Roccascalegna
 Provincia Chieti
 Regione Abruzzo
 Numero di eventi riportati 4

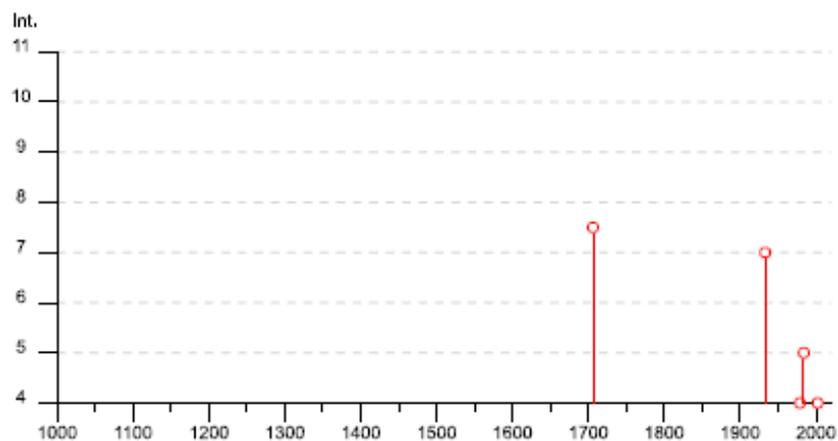
Effetti										
In occasione del terremoto del										
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90
3	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
6	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86



Archi

PlaceID IT_57515
 Coordinate (lat, lon) 42.089, 14.382
 Comune (ISTAT 2015) Archi
 Provincia Chieti
 Regione Abruzzo
 Numero di eventi riportati 11

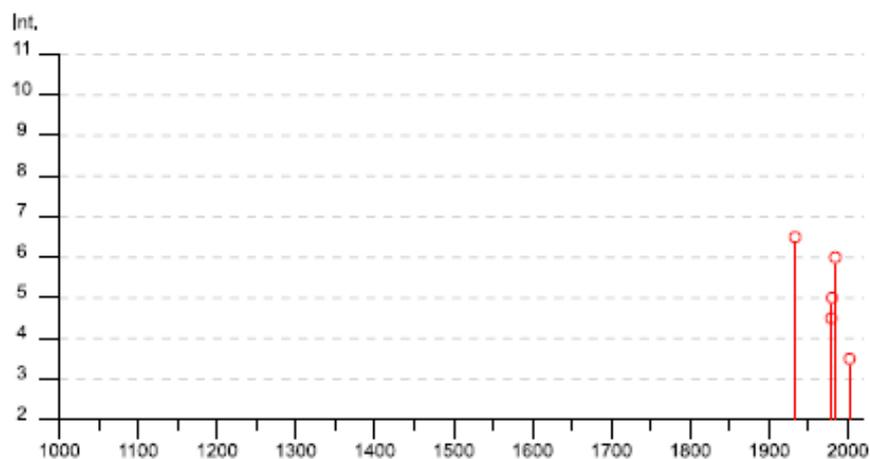
Effetti											In occasione del terremoto del		
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
7-8	1706	11	03	13			Maiella	99	10-11	6.84			
7	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90			
4	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83			
5	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86			
NF	1987	07	03	10	21	5	Costa Marchigiana	359	7	5.06			
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77			
3-4	1992	02	18	03	30	0	Chietino	73	5-6	4.11			
NF	1992	07	16	05	38	5	Chietino	107	5-6	4.22			
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72			
NF	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44			
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64			



Altino

PlaceID IT_57496
 Coordinate (lat, lon) 42.102, 14.331
 Comune (ISTAT 2015) Altino
 Provincia Chieti
 Regione Abruzzo
 Numero di eventi riportati 8

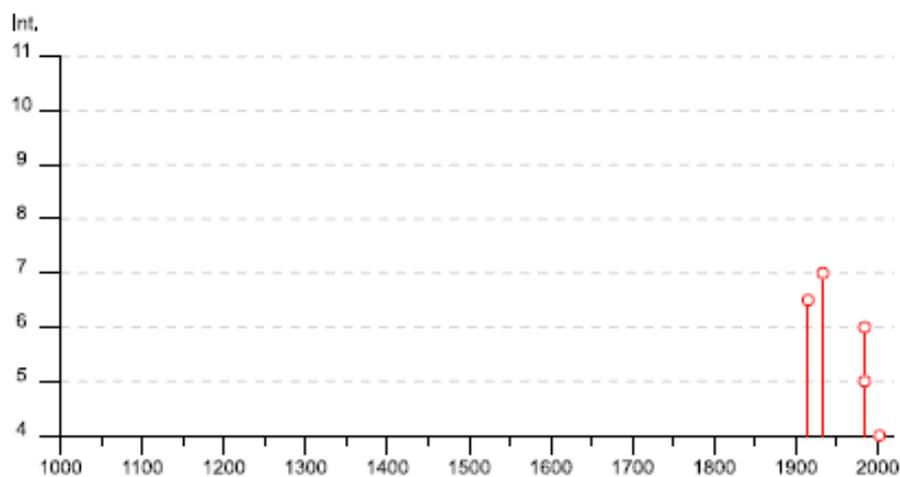
Effetti		In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
6-7	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90	
NF	1948	12	31	03	32		Monti Reatini	95	8	5.42	
NF	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04	
4-5	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83	
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
6	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86	
3-4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72	
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64	



Perano

PlaceID IT_57998
Coordinate (lat, lon) 42.104, 14.396
Comune (ISTAT 2015) Perano
Provincia Chieti
Regione Abruzzo
Numero di eventi riportati 9

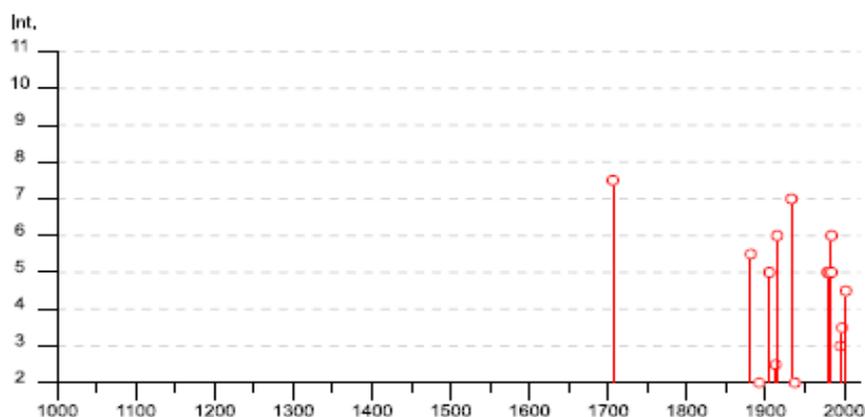
Effetti											In occasione del terremoto del		
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
6-7	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08			
7	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90			
6	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86			
5	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47			
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77			
NF	1992	07	16	05	38	5	Chietino	107	5-6	4.22			
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72			
NF	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44			
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64			



Atessa

PlaceID IT_57539
 Coordinate (lat, lon) 42.066, 14.446
 Comune (ISTAT 2015) Atessa
 Provincia Chieti
 Regione Abruzzo
 Numero di eventi riportati 24

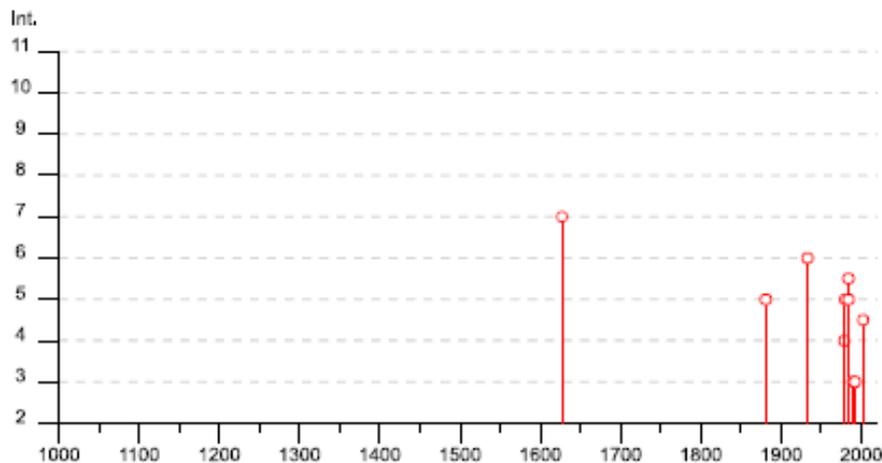
Effetti		In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
7-8	1706	11	03	13			Maiella	99	10-11	6.84	
5-6	1881	09	10	07			Chietino	43	7-8	5.41	
2	1892	06	06				Isole Tremiti	68	6	4.88	
F	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11	
NF	1897	04	27	02	17	5	Maiella	27	5	4.21	
NF	1904	11	02	15	32	0	Marsica	44	5-6	4.54	
5	1905	08	25	20	41		Valle Peligna	29	6	5.15	
NF	1912	07	02	07	34		Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55	
2-3	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35	
6	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08	
7	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90	
2	1937	07	17	17	11		Tavoliere delle Puglie	40	6	4.96	
NF	1938	08	12	02	28	3	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56	
NF	1948	12	31	03	32		Monti Reatini	95	8	5.42	
5	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83	
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
6	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86	
5	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47	
NF	1992	07	16	05	38	5	Chietino	107	5-6	4.22	
3	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15	
3-4	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97	
4-5	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72	
4-5	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57	
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64	



Paglieta

PlaceID IT_57965
 Coordinate (lat, lon) 42.165, 14.499
 Comune (ISTAT 2015) Paglieta
 Provincia Chieti
 Regione Abruzzo
 Numero di eventi riportati 11

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1627	07	30	10	50		Capitanata	64	10	6.66
5	1881	09	10	07			Chietino	43	7-8	5.41
F	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
6	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90
4	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86
5	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
3	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3	1992	07	16	05	38	5	Chietino	107	5-6	4.22
4-5	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72



3.1 Pericolosità sismica locale

La pericolosità sismica dipende essenzialmente da due elementi:

1. Dalle caratteristiche sismiche dell'area, ossia dalla presenza e/o distanza dalle sorgenti sismiche attive, dall'energia e dal tipo dei terremoti nonché dalla frequenza degli eventi. Questi aspetti afferiscono alla "pericolosità sismica di base";

2. Dalle caratteristiche geologiche, morfologiche e geotecniche del territorio di riferimento. Queste caratteristiche possono influenzare notevolmente le caratteristiche dell'evento sismico in superficie e costituire appunto gli elementi predisponenti al verificarsi dei fenomeni di amplificazione o di instabilità del suolo (cedimenti, frane, liquefazione). Questi aspetti afferiscono alla "pericolosità sismica locale".

Tenuto conto del quadro geologico stratigrafico e geomorfologico ricostruiti per le aree di intervento è possibile individuare le aree che presentano le stesse caratteristiche strutturali e morfologiche per le quali è da prevedere una risposta sismica omogenea, ovvero definire le zone ove sono da escludersi fenomeni di amplificazione locale di qualsiasi origine e/o natura. Per la loro definizione si può fare riferimento a gli scenari di "pericolosità locale" di cui alla tabella che segue:

Sigla	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
P1 a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	<i>Instabilità per frana</i>
P1 b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
P1 c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
P2 a	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali depositi altamente compressibili, ecc.	<i>Instabilità per cedimenti e/o liquefazioni</i>
P2 b	Zona con depositi granulari fini saturi	
P2 c	Zona caratterizzate da coltri di terreni di riporto o che hanno subito riempimenti antropici	
P3 a	Linea di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc..)	<i>Amplificazioni topografiche</i>
P3 b	Zona di cresta e/o cocuzzolo: appuntita – arrotondata	
P4 a	Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	<i>Amplificazioni litologiche e geometriche</i>
P4 b	Zona di fondovalle stretta ($C > 0.25$) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale .	
P4 c	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio - lacustre	
P4 d	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loess)	
P4 e	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
P5 a	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	<i>Comportamenti differenziali</i>
P5 b	Zona ove sono presenti o potenzialmente presenti cavità sotterranee o sinkhole	

Tabella 2 - Scenari di Pericolosità Sismica Locale

La tabella elenca le zone e/o elementi litologici, geomorfologici soggette ad instabilità e suscettibili di amplificazione e comportamenti differenziali, in cui si possono rendere necessari i successivi livelli di approfondimento.

L'insieme dei dati a disposizione permette un'analisi in tal senso, diretta solamente alla zona del campo pozzi e alle aree direttamente contermini.

- Condotta

Per quanto riguarda la condotta gassifera, sarà necessario, in sede di progettazione esecutiva, eseguire studi geomorfologici e geologici di dettaglio lungo tutto il tracciato, al fine di definire le reali condizioni di pericolosità di carattere geomorfologico con cui l'opera andrà ad interferire. Localmente, specie in nei tratti dove la condotta attraverserà depositi di fondo valle e/o comunque sciolti, dovranno altresì essere eseguite indagini geognostiche, sondaggi a carotaggio e/o prospezioni sismiche a rifrazione, mirate a determinare lo stato di addensamento degli eventuali depositi incoerenti attraversati e le caratteristiche sismiche degli stessi. Ciò permetterà di ricavare i necessari parametri sia geotecnici che sismici per verificare la suscettibilità alla liquefazione degli stessi depositi e per affrontare gli eventuali interventi di messa in sicurezza geomorfologica che si rendessero necessari.

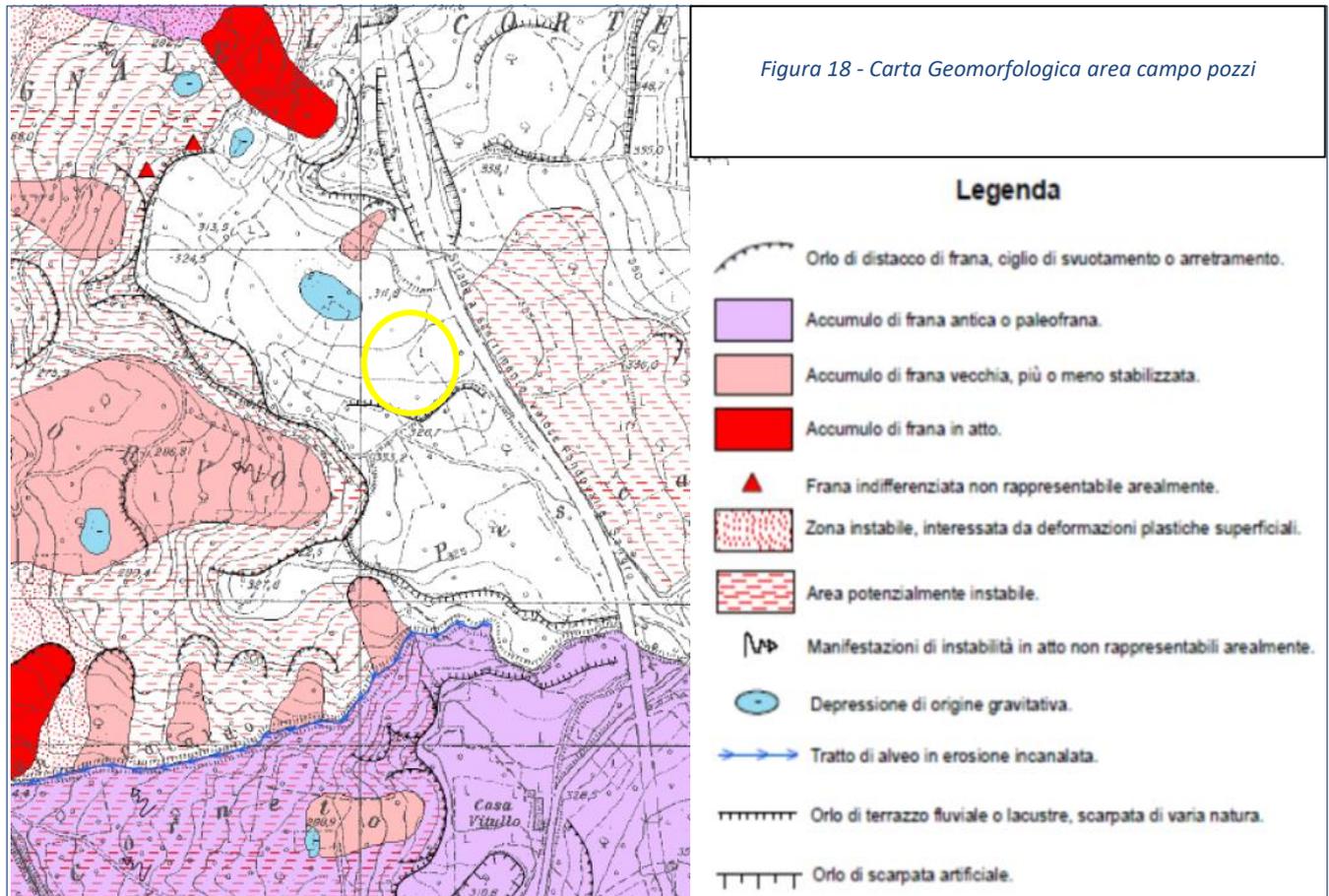
- Centrale di trattamento

Per l'area della centrale di trattamento, così come previsto peraltro dalle NTC 2008, in sede di progettazione esecutiva, dovranno essere eseguite indagini geologiche e geognostiche, mirate alla verifica effettiva del quadro geostratigrafico e alla definizione del quadro geotecnico parametrico locale e sismico sito-specifico. Sulla base dei dati ricavati sarà possibile verificare le varie problematiche sia di carattere geologico/geotecnico che sismico da affrontare per la progettazione e per la realizzazione dell'opera. In particolare sarà necessario eseguire sondaggi geognostici spinti fino alla profondità di almeno 15 metri dal p.c. e/o comunque sufficiente a superare lo spessore dei sedimenti alluvionali e a penetrare nel substrato antico. In fase di perforazione saranno eseguite prove di tipo SPT al fine di ricavare dati relativamente allo stato di addensamento dei depositi alluvionali e più in particolare degli orizzonti sabbiosi e/o ghiaiosi sabbiosi. Sui campioni recuperati saranno eseguite prove granulometriche. In corrispondenza dei livelli coesivi saranno prelevati campioni indisturbati da sottoporre a un opportuno programma di prove di laboratorio geotecnico, mirato a ricavare oltre che le caratteristiche fisiche, i parametri caratteristici di resistenza al taglio, stato di consolidamento e moduli di compressibilità. L'esecuzione di adeguate prospezioni sismiche (tomografie sismiche a rifrazione onde P ed Sh), così come richiesto dalle NTC 2008, fornirà la caratterizzazione sito specifica dei vari depositi e le VS30. L'insieme dei dati così raccolti, oltre che fornire i necessari parametri geotecnici/sismici ai progettisti delle opere, permetterà di valutare la suscettibilità alla liquefazione dei depositi e l'entità dei possibili cedimenti indotti dai carichi.

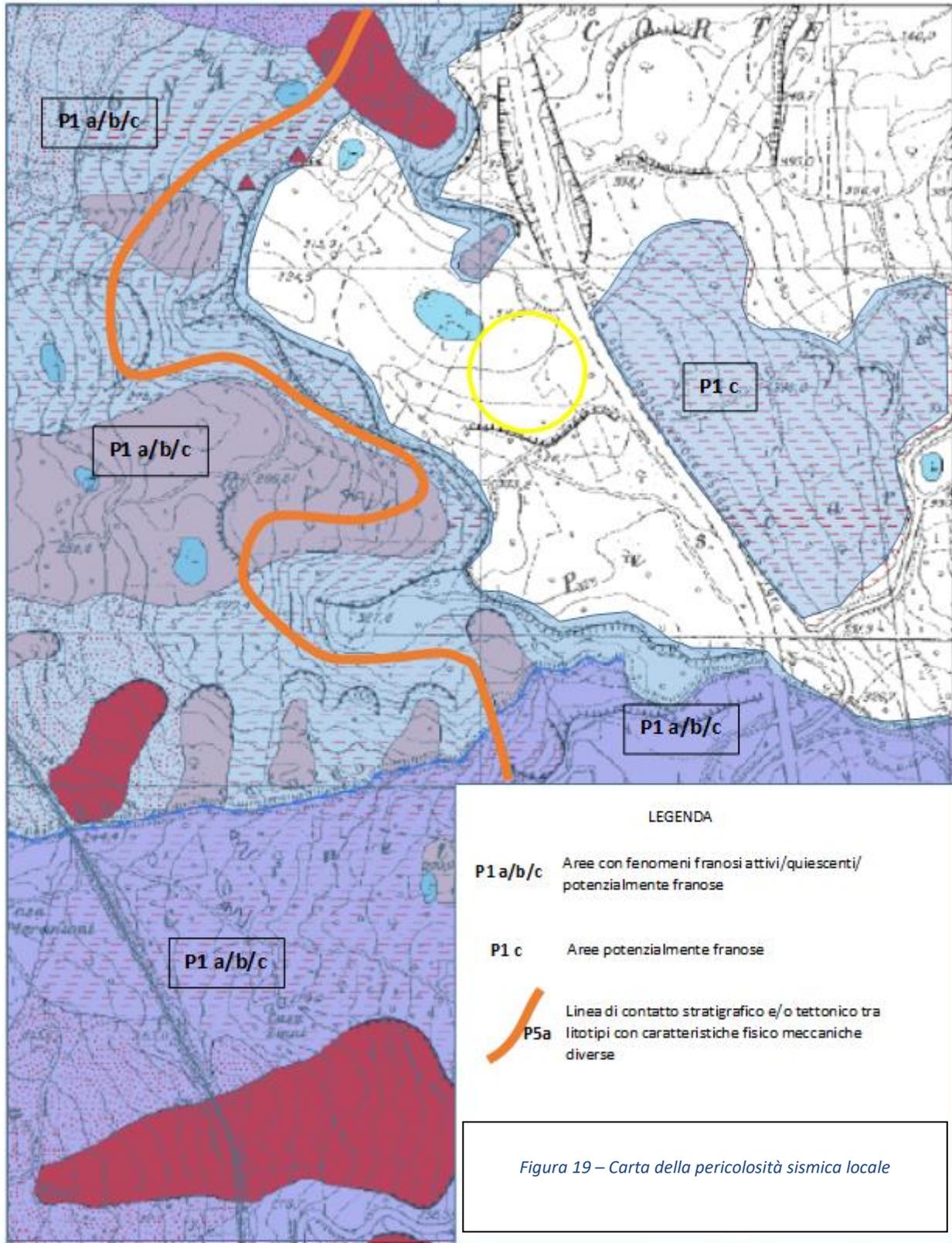
- Area Campo pozzi

Sotto il profilo geomorfologico, Fig. 18, l'area del campo pozzi, presenta un basso grado di acclività; corrisponde di fatto ad una superficie terrazzata modellata su rocce a comportamento rigido. Il rilievo geologico-geomorfologico ha evidenziato come l'area sia attualmente geomorfologicamente stabile e caratterizzata dall'affioramento del substrato argilloso-arenaceo del Flysch di Agnone. Tuttavia essa è contornata da situazioni geomorfologiche delicate caratterizzate da potenziale instabilità e/o da fenomeni gravitativi, a dimostrare l'estrema fragilità del contesto geomorfologico. Poco a sud sono presenti movimenti franosi attivi (ascrivibili a fenomeni di soliflusso e colamento). L'area risulta inoltre caratterizzata dalla presenza di orli di scarpata di degradazione e/o di frana e orli di erosione con influenza strutturale.

Con riferimento al quadro geologico stratigrafico, l'area evidenzia la sovrapposizione tettonica della Formazione Tuffillo (formazione di mare profondo pre-terrigena) sul Flysch di Agnone (unità terrigena bacinale messiniana), entrambe ascritte alle Unità Molisane. Il Flysch di Agnone a sua volta è in contatto tettonico con le Argille scagliose delle Unità Sicilidi. Quest'ultimo contatto è a valle e non lontano rispetto all'area del campo pozzi. Alla luce di tali quadri geologico, strutturale e geomorfologico, tenendo conto degli scenari di pericolosità così come delineati nella tabella 2 si può realizzare la Carta della Pericolosità sismica locale, illustrata in Fig.19.



Il quadro che emerge quindi evidenzia una relativa sostanziale stabilità dell'area del campo pozzi (cerchio giallo), ma mette ben in luce come al contorno vi siano aree potenzialmente instabili per azione sismica, legate a movimenti gravitativi attivi e/o quiescenti, alla presenza di aree potenzialmente instabili e a lineamenti corrispondenti al sovrascorrimento del Flysch di Agnone sulle Argille Varicolori.



L'area dei pozzi è stata oggetto in passato di accertamenti geognostici in particolare vi sono stati eseguiti alcuni sondaggi che ne hanno ricostruito il quadro stratigrafico nei primi 25-30 metri dal p.c., Fig. 20. In partica sono stati eseguiti due sondaggi nell'area dei pozzi e altri sette sondaggi nell'area contigua, in cui originariamente si pensava di realizzare la centrale di trattamento. La successione litologica dei sondaggi S1 e S2 (zona Campo pozzi) è costituita praticamente da Arenaria più o meno

fratturata biancastra, mentre nei sondaggi S5-S6-S7 è costituita da Argilla limosa più o meno compatta, talora con livelletti arenacei.

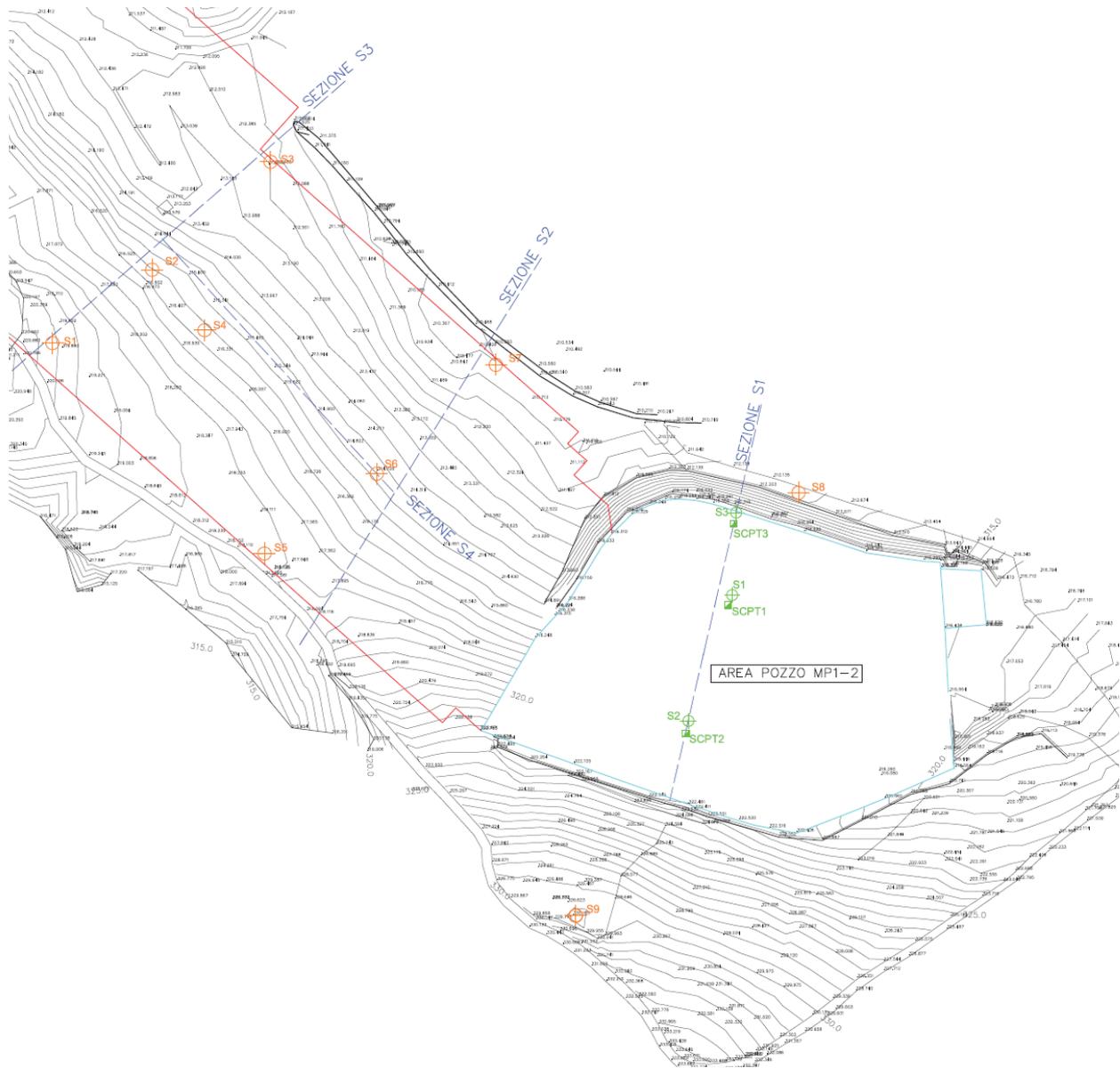


Figura 20 - Ubicazione sondaggi geognostici (campagna Forrest 2008)

Lo schema starebbe quindi a indicare che l'area è caratterizzata da variazioni laterali di facies, passando da zone in cui si riscontra una facies più puramente lapidea, arenacea e calcarea marnosa, a zone in cui la facies litologica è caratterizzata da una successione argillitica/argillosa, probabilmente variamente alterata nelle parti più superficiali. Con riferimento alle zone corrispondenti alle sezioni di Fig.20, tali indagini hanno rilevato il seguente quadro, Fig.21:

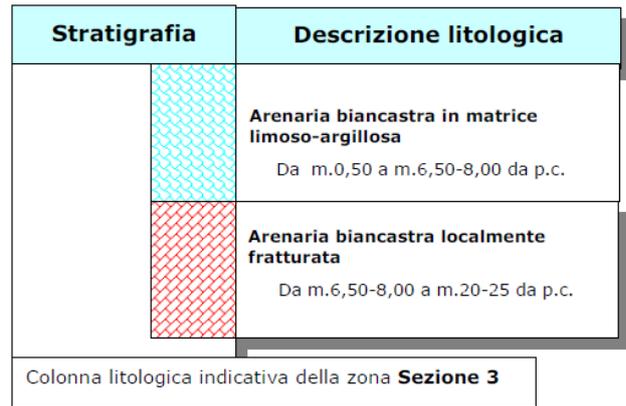
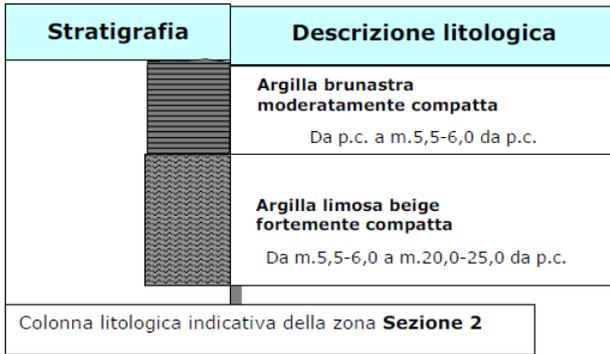


Figura 21 - Quadro stratigrafico area ex centrale/Campo pozzi

Nell'ambito di tali indagini sono stati realizzati n° 3 down-hole, Fig.22÷24.

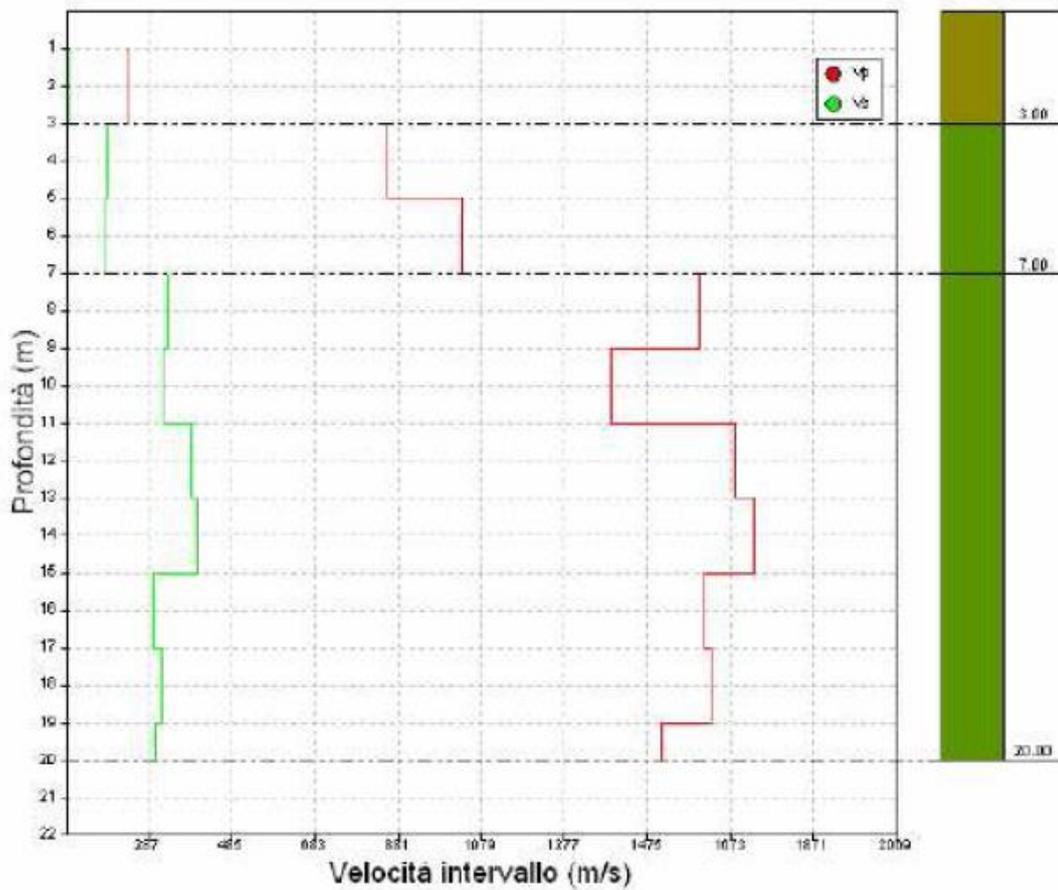


Figura 22 - Diagramma velocità Down-hole S4

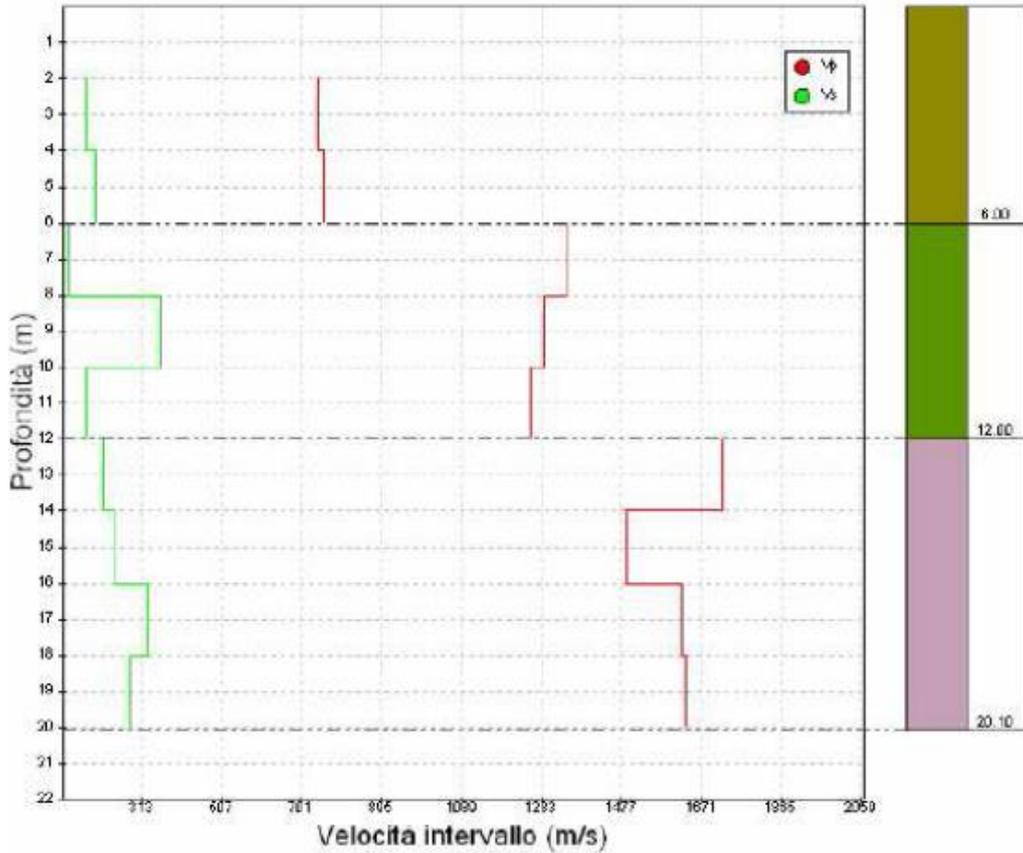


Figura 23 - Diagramma velocità Down-hole S6

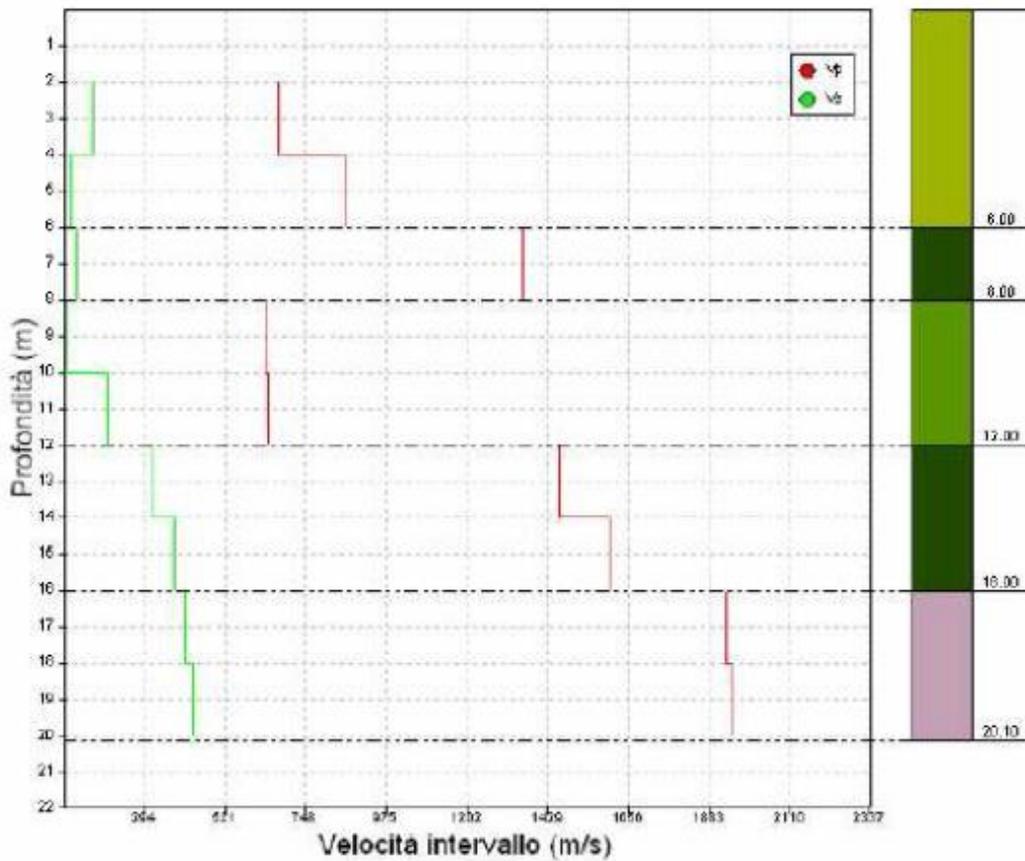


Figura 24 - Diagramma velocità Down-hole S7

L'interpretazione dei down-hole ha permesso di evidenziare le caratteristiche sismo-stratigrafiche delle formazioni attraversate, di definirne i moduli elastici e di caratterizzare il sito alla luce dell'O.P.C.M. n° 3274 e s.m.i.

L'interpretazione dei dati sismici, alla luce delle indagini dirette, ha permesso di trarre le seguenti conclusioni:

- Nell'area di studio si evidenziano principalmente n° 3 sismostrati:

p.c.	÷	-3.0 metri	(sismostrato 1)
-3.0	÷	-6.0/-10.0 metri	(sismostrato 2)
-6.0/-10.0	÷	-20.0 metri	(sismostrato 3)

con i relativi moduli elastici:

Sismostrati	Velocità media onde P V_p (m/s)	Velocità media onde S V_s (m/s)	Coefficient e di Poisson dinamico ν	Modulo di YOUNG dinamico E_d (t/m ²)	Modulo di taglio dinamico G_d (t/m ²)	Modulo di compressibilità dinamico K_d (t/m ²)
1	400	150	0,43	$1,4 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^3$	$2, \cdot 10^4$
2	920	160	0,48	$1,5 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^5$
3	1.620	320	0,48	$6,2 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^4$	$5,1 \cdot 10^5$

- Estrapolando i dati emersi dalle indagini sismiche, la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio è $V_{S30} = 200-270$ m/s; alla luce di tali valori, il sito indagato rientra nella **Categoria di suolo di tipo C**.

La stratigrafia nell'area, ad esclusione delle zone dove la componente litoide arenacea–calcarea marnosa è subaffiorante, è caratterizzata da argilliti più o meno alterate ad argille. L'insieme dei dati relativi alle prove SPT eseguite in foro durante la perforazione dei vari sondaggi ha mediamente indicato, salvo nei primi metri più disturbati e alterati, valori di N_{SPT} generalmente superiori a 30, ad indicare come i depositi siano relativamente compatti. La componente sabbiosa, come mostrano le granulometrie eseguite sui vari campioni prelevati in fase di perforazione, mostra percentuali variabili da un minimo pari a circa 1% ad un massimo pari al 20%, con la frazione argillosa mediamente compresa tra 50% e 80%. Si tratta quindi di depositi a composizione granulometrica fondamentalmente abbastanza omogenea con distribuzione pressoché entro il fuso corrispondente alle argille e limi. Alla luce di tali dati, appare del tutto improbabile che tali depositi, anche in caso di sismi ad elevata intensità, possano dare luogo filtrazioni in grado di determinare fenomeni di liquefazione. In geotecnica, per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Tuttavia tale fenomeno è potenzialmente probabile in quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25% max, Fig. 25;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati.
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 metri).

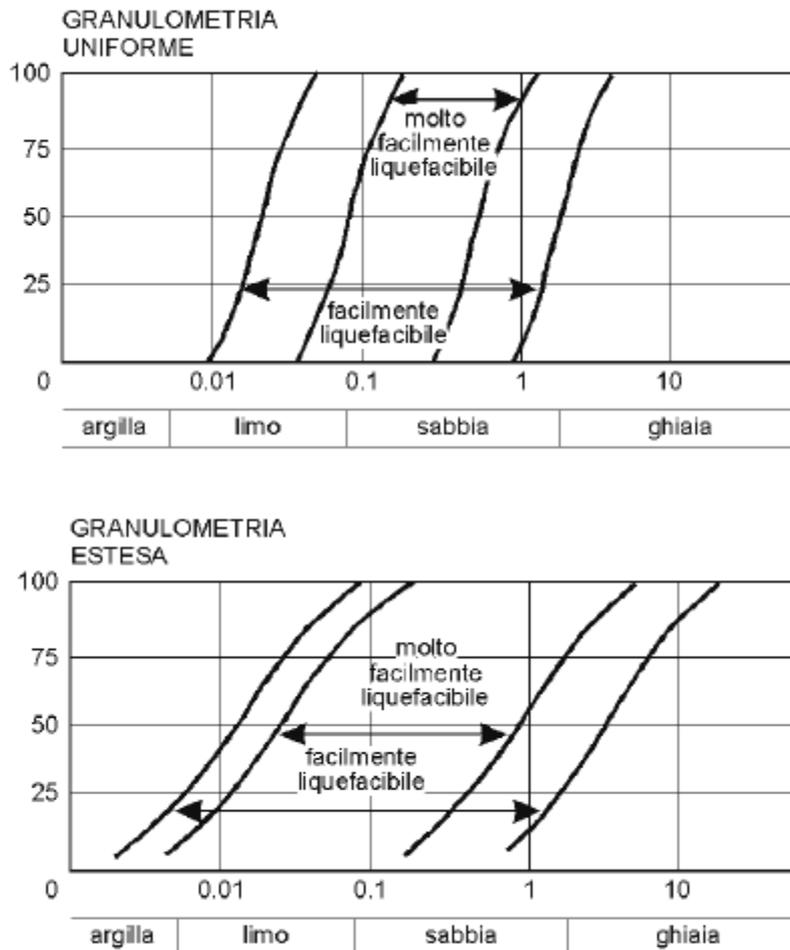


Fig. 25 Fuso potenzialmente liquefacibile

BIBLIOGRAFIA

- Calamita F., Piacentini T., Pizzi A., Rusciadelli G, Trincardi F.– Note della Carta Geologica d'Italia ISPRA – Progetto CARG a scala 1:50000 – Foglio 372 Vasto, 2011.
- Ciaranfi N., Guida M., Iaccarino G., Pescatore T., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Sgrosso I., Torre M., Tortorici L., Turco E., Scarpa R., Cuscito M., Guerra I., Iannaccone G., Panza G.F. & Scandone P. (1983). Elementi sismotettonici dell'Appennino Meridionale. Boll. Soc. Geol. It., 102, 201-222.
- Crescenti U. (1975). Sul substrato prepliocenico dell'avanfossa appenninica dalle Marche allo Ionio. Boll. Soc. Geol. It., 94, 583-634.
- D'Argenio B., Pescatore T & Scandone P. (1973). Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania). Atti Acc. Naz. Dei Lincei, Quaderno 183, 449-72.
- D'Argenio B., Pescatore T & Scandone P. (1975). Structural pattern of the Campania-Lucania Apennines. Quaderni de "La Ricerca Scientifica", 90, 313-327.
- Del Prete M. (1979) : Rilievo geologico e geomorfologico delle sponde del lago di Bomba (Abruzzo) con particolare riferimento al rischio di frana - Geol. App. e Idrog., 14 (2).
- Meletti e Valensise. Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo 2004.
- Migliorini C. (1937). Short account of the geological conditions and of the oil prospection of a zone in southern Italy. 2nd World Petr. Congr.
- Mostardini F. & Merlini S. (1986). Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. Mem. Soc. Geol. It., 35, 177-202.
- Patacca E. & Scandone P. (2007). Geology of the southern Apennines. . Boll. Soc. Geol. It.
- Patacca E. & Scandone P. (2001). Late thrust propagation and sedimentary response in the thrust-belt-foredeep system of the Southern Apennines (Pliocene-Pleistocene). In: Anatomy of an Orogen: the Apennines and Adjacent Mediterranean Basins (Vai G.B. & Martini I.P. Eds), Kluwer Academic Publishers, Great Britain, 401- 440.
- Scandone P. (1972). Studi di geologia lucana: Carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative. Boll.Soc. Natur.in Napoli, 81, 225-300.
- Scandone P. (1975). The preorogenic history of the Lagonegro basin (Southern Apennines). In: Geology of Italy (C. Squyres ed). The Earth Science Society of the Libyan Arab Republic, 305-315.
- Scandone P. e Stucchi M. (2000). La zonazione sismogenetica ZS4 come strumento per la valutazione della pericolosità sismica. In: Galadini F., Meletti C. e Rebez A. (a cura di), Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999). Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 3-14.
- Vezzani L. & Ghisetti F. (1998) : Carta geologica dell'Abruzzo - Scala 1:100000-Ed.Selca.
- INGV "Database of Individual Seismogenic Sources", DISS, ver 3.2

- Dipartimento della Protezione Civile, INGV. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- INGV –TTC "Banche dati e metodi macrosismici". Catalogo parametrico dei sismi CPTI15 - DBMI15.
- Allegato 6 al SIA presentato da CMI 2016. Relazione tra geodinamica e morfostruttura e rapporto tra i piani di scollamento profondi e le strutture superficiali delle nuove opere in progetto - Prof. M. Mattei, Prof.ssa S. Corrado, Dott. G. Fubelli Dipartimento di Scienze Geologiche Università Roma TRE e Dott.ssa S. Bigi, Dipartimento di Scienze della Terra Università Roma "La Sapienza" – (2011).
- Allegato 7 al SIA presentato da CMI 2016. Caratterizzazione Geomorfologica dell'area del permesso di ricerca "Monte Pallano", GEOMAP (2005).
- Allegato 14 al SIA presentato da CMI 2016. Studio della subsidenza indotta dalla futura produzione del progetto "Colle Santo" - Dream srl (2016).
- PROGER (2010). Istanza di Concessione Sviluppo Campo Monte Pallano. Studio di compatibilità idrogeologica Area della centrale di trattamento Gas.
- PTCP. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Chieti. Indagine fisica geologica.
- Dott. Geol. T. Desideri (2012). Adeguamento Tecnologico per il rispetto della normativa IPPC dell'allevamento avicolo denominato "Campo 1" sito in Loc. Piano La Barca" Relazione Idrogeologico.