

## INDICE

1. PREMESSA .....	pag. 2
2. METODI DI STUDIO .....	pag. 4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....	pag. 6
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	pag. 10
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA.....	pag. 13
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	pag. 15
7. CONDIZIONI GEOSISMICHE DELL'AREA.....	pag. 17
8. CONCLUSIONI .....	pag. 24
9. BIBLIOGRAFIA.....	pag. 25

## TAVOLE

■ TAV. 1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE CON STRALCIO DELLA TAVOLETTA IGM IN SCALA 1:25.000 E DELLA CARTA GEOLOGICA IN SCALA 1:100.000	
■ TAV. 2	CARTA DEGLI SCENARI DEL RISCHIO (PIANO STRALCIO PER LA RIMOZIONE DELLE SITUAZIONI A RISCHIO PIÙ' ALTO AUTORITÀ DI BACINO DEI FF. LIRI/GARIGLIANO E VOLTURNO)	SCALA 1:25.000
■ TAV. 3	CARTA GEOLITOLOGICA	SCALA 1: 5.000
■ TAV. 4	CARTA IDROGEOLOGICA	SCALA 1: 5.000
■ TAV. 5	CARTA DELLE PENDENZE	SCALA 1: 2.000
■ TAV. 6	CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA	SCALA 1: 2.000
■ TAV. 7	UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E SEZIONE GEOLOGICA	SCALA 1: 5.000

## ALLEGATI

➔ ALL. 1	CAMPAGNA INDAGINI
➔ ALL. 2	COLONNA STRATIGRAFICA CON FOTO DEL SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO (S1) E SCHEDA DI ELABORAZIONE DELLA S.P.T.
➔ ALL. 3	ANALISI E PROVE DI LABORATORIO, PROSPEZIONE GEOFISICA DOWN-HOLE

## 1. PREMESSA

Nel mese di Gennaio 2007 la Signora **Dato Teresina ed altri** hanno incaricato il sottoscritto geologo Dott. Bonifacio Taddeo, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con N° 2090 dal 09/05/01, di redigere una relazione geologica, come prevede la normativa vigente, per il Piano di Lottizzazione ed intervento edilizio con incarico alla ditta esecutrice dei lavori "**INGECO GROUP s.r.l.**" ubicato nei pressi di Via G. Feola e del campo sportivo nel Comune di Altavilla Irpina.

Le opere in progetto interessano l'unità immobiliare riportata nel Foglio 8 delle particelle n. **270, 823, 1313, 1314, 1315, 1316, 1317**. Il progetto prevede la lottizzazione dell'area e la costruzione di villette, aventi due piani fuori terra e un piano interrato con struttura in c.a., e che si sviluppino in pianta con forma regolare.

Accettato l'incarico e presa visione dell'opera progettuale, il relazionante si è recato sul sito al fine di riconoscere la situazione litostratigrafica locale, di definire l'origine e la natura dei litotipi affioranti, il loro stato di alterazione e degradabilità, la consistenza, il volume significativo, lo schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea, i lineamenti morfologici e i dissesti in atto o potenziali, così come richiesto dal D.M. 11/03/1988 e dalla L.R. N.9/83.

Per determinare la geologia locale dell'area oggetto di studio nel contesto regionale, il relazionante ha integrato i dati in suo possesso con una ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente; ciò ha permesso una prima acquisizione di informazioni, dati e conoscenze che hanno consentito la programmazione e la conduzione del lavoro.

L'indagine è stata espletata in osservanza delle vigenti normative per aree sismiche:

- ✓ **LEGGE REGIONALE 7 GENNAIO 1983 N. 9** - Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico.
- ✓ **LEGGE 02 FEBBRAIO 1974, N. 64** - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- ✓ **D.M. 07 GENNAIO 1981, N. 9** - Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico.
- ✓ **D.M. 11 MARZO 1988** - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ✓ **D.M. 16 GENNAIO 1996** - Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi.
- ✓ **DELIBERAZIONE N. 5447 GIUNTA REGIONALE DELLA CAMPANIA DEL 07 NOVEMBRE 2002** - Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania.
- ✓ **ORD. P.C.M. 3274 DEL 20 MARZO 2003** - Normativa Sismica Nazionale.
- ✓ **PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA** - Relazione Geologico - Tecnica, indagini e relativi allegati.

## 2. METODI DI STUDIO

Per determinare la geologia locale dell'area oggetto di studio, nel contesto regionale, il relazionante ha integrato i dati in suo possesso con una ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente; ciò ha permesso una prima acquisizione di informazioni, dati e conoscenze che hanno consentito la programmazione e la conduzione del lavoro.

Dopo un attento esame dei luoghi ed un rilevamento geologico di dettaglio, sono state esaminate le possibili informazioni da estrapolare in zona e sono stati verificati:

- la situazione litostratigrafica locale, l'origine e la natura dei litotipi presenti in zona;
- l'andamento dei piani di discontinuità litologica esistenti;
- i lineamenti geomorfologici e morfologici, inseriti nel contesto geologico strutturale regionale e locale;
- i dissesti in atto o potenziali tenendo in considerazione la "Carta Degli Scenari Del Rischio" (Piano Stralcio per la Rimozione delle Situazioni a rischio più alto Autorità di Bacino dei ff. Liri / Garigliano e Volturno);
- lo schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea e la conoscenza della forma delle superfici di falda, idrogeologicamente importanti, in quanto consentono di riconoscere le aree di alimentazione, di drenaggio delle falde e le principali direzioni di deflusso delle acque, di definire gli spartiacque sotterranei e di calcolare i gradienti idraulici.

Sono state altresì realizzate indagini dirette per risalire alle condizioni litostratigrafiche superficiali e per definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, per recepire i parametri geotecnici e per verificare la distribuzione spaziale e i rapporti stratigrafico - strutturali tra le formazioni presenti nell'area di interesse, attraverso:

- a. **Rilevamento geologico** di dettaglio (scala 1: 5.000), dell'area di interesse e delle aree limitrofe;
- b. **Ricerca ed acquisizione dati** da studi ed indagini eseguite in zona e nelle aree limitrofe con litotipi congruenti;

- c. **Esecuzione di N. 1 sondaggio a carotaggio continuo** lungo l'asse stradale in progetto, fino ad una profondità di 25,00 mt. dal piano campagna, per acquisire una precisa stratigrafia del sottosuolo, la posizione e la natura delle eventuali discontinuità presenti;
- d. **Esecuzione di N. 1 S.P.T. (Standard Penetration Test) in foro (S<sub>1</sub>)** per ottenere valori quantitativi sulla consistenza e sulla resistenza alla compressione semplice e alla penetrazione del suolo e per ricavare un campione indisturbato di terreno;
- e. **Esecuzione di N. 1 indagine sismica Down-Hole** per un'ottimale comprensione delle caratteristiche dei suoli, riportando tutti i risultati qualitativi e quantitativi evidenziati, per acquisire una stratigrafia del sottosuolo, la posizione e la natura delle eventuali discontinuità presenti di supporto alle indagini dirette;
- f. **Analisi e prove di laboratorio geotecnico** per una corretta descrizione litologica, per determinare le caratteristiche fisiche e meccaniche attraverso l'analisi granulometrica e l'esecuzione di una prova edometrica.
- g. **Censimento dei pozzi** esistenti in zona, con freatimetro elettrico, per individuare il livello piezometrico.

I risultati delle ricerche, dei rilevamenti geologici e di tutto quanto precedentemente elencato pongono le fondamenta e sono parte integrante (Vedi Allegati e Tavole) per le deduzioni geologico - tecniche ed idrogeologiche del presente studio.

Dopo un attento esame dei luoghi ed una campagna di rilevamento geologico di dettaglio (scala 1:5.000), sono stati esaminati i tagli artificiali esistenti in zona e le possibili informazioni da estrapolare in un contesto a bassa urbanizzazione.

Si è cercato, inoltre, di verificare la distribuzione spaziale e i rapporti stratigrafico-strutturali esistenti tra le formazioni presenti attraverso la correlazione tra il rilevamento geologico e l'elaborazione delle indagini geognostiche eseguite nell'area e le indagini eseguite per il P.R.G.

La presente relazione è stata consegnata in n. 3 copie alla INGECO GROUP s.r.l. nel mese di Gennaio 2007.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Per descrivere la genesi dell'Appennino e quindi le condizioni che hanno portato alla creazione delle formazioni, esistono diversi modelli che illustrano la paleogeografia dell'articolato bordo della zolla europea e di quella africana.

Le prime ricostruzioni si differenziano tra loro principalmente per il numero di piattaforme carbonatiche e bacini, ad esse intercalati, esistenti. Una simile configurazione è giustificata dal regime distensivo, mesocenoico, che ha comportato un assottigliamento crostale. L'evoluzione tettono-sedimentaria della Catena Appenninica ha inizio con la fase epirogenetica Retico-Liassica e determina l'individuazione di aree di piattaforma neritica a sedimentazione carbonatica separate da bacini, che persisteranno fino al Miocene inferiore.

Lo schema proposto in numerosi lavori da diversi autori dell'Università di Napoli nel periodo dal 1973 al 1975 individua un modello paleogeografico con più piattaforme carbonatiche neritiche (Campano-Lucana o piattaforma interna, Abruzzese-Campana o piattaforma esterna, e Apula) separate da bacini pelagici (Bacino Silentino, Lagonegrese e Molisano).

Nel Langhiano si verifica una prima fase tectogenetica, a carattere regionale con componente traslativa, che porta le unità Sicilidi e Liguridi ad accavallarsi sulla piattaforma interna, che a sua volta si accavalla sui depositi del Bacino Lagonegrese.

Si origina, così, il Bacino Irpino (Cocco et alii, 1972), il cui margine interno (Occidentale) è costituito da falde alloctone di provenienza tirrenica (Unità Sicilidi, Liguridi, Unità Campano-Lucane e Unità di Lagonegro) ed il margine esterno (Orientale) è costituito dalla Piattaforma Abruzzese-Campana o dalla piattaforma Apula caratterizzata esclusivamente da movimenti verticali, generando su di essa una tipica sequenza sedimentaria di "annegamento" (Pescatore et alii, 1980; Pescatore e Senatore, 1986).

Il Bacino Irpino, quindi, ha le caratteristiche di un'avanfossa e la sua evoluzione ha generato la migrazione del suo asse da SW verso NE con un diacronismo delle facies

terrigena, in esso si depositano le Unità Irpine (Flysch di Castelvete, di Gorgoglione e di Serrapalazzo). Fino al Tortoniano, nel Bacino Irpino, si ha un'attiva sedimentazione, per lo più terrigena con evidente tendenza regressiva.

Il Tortoniano-Messiniano segna l'inizio del processo di rifting del Tirreno, producendo un intenso sollevamento del fronte orogenico, ed un incremento della velocità di spostamento della catena verso il margine passivo, coinvolgendo, così, il Bacino Irpino (Critelli & Le Pera, 1995).

Infine, lo schema proposto da Pescatore nel 1989 individua nell'Oligocene-Miocene due ampie piattaforme carbonatiche neritiche, piattaforma Appenninica e Apula, separate da un bacino, Bacino di Lagonegro (Figura 2.6).

Nel Miocene medio, dopo una fase tettonica con accavallamenti obliqui rispetto alle zone paleogeografiche mesozoiche, vengono progressivamente deformate la piattaforma Appenninica e il Bacino di Lagonegro (Figura 2.7).

Nel Bacino Irpino, si distinguono diversi domini paleogeografici:

- Bacini tipo "piggy-back" localizzati sulle coltri (Flysch di Gorgoglione);
- Bacini di avanfossa in senso stretto ubicati al piede delle coltri (Formazione di Serrapalazzo e Flysch di Castelvete);
- Bacini di avampaese posti in aree non ancora interessate dai movimenti tettonici (Formazione di Faeto).

Pescatore definisce, infine, il Bacino Irpino come "l'avanfossa miocenica della catena appenninica".

I terreni presenti nel territorio di Altavilla Irpina sono terrigeni. La formazione di base è rappresentata da una facies molassica sabbiosa limosa sciolta, ben rappresentata nell'area. Le sabbie e i limi giallastri ed avana, generalmente ben compattati o consolidati saturi, scarsamente plastici passano sovente, verticalmente o lateralmente, a lembi di smembramento o a facies detritiche a granulometria più grossolana (sabbie e ghiaie eterogranulari, poligeniche, spesso arrotondate in facies pseudopuddingoidi). La giacitura del complesso è generalmente caotica, senza evidenti tracce di stratificazione, nell'ambito del complesso.

Su tale complesso si rinviene in modo trasgressivo, la formazione conglomeratici- puddingoide a granulometria grossolana, a matrice micritica talvolta pseudocristallina e spastica. Si tratta di una formazione potente e regolare a clasti poligenici, ma in prevalenza calcareo-marnosi; la matrice sabbiosa o calcarea, cementa fortemente gli inclusi tanto che la formazione non alterata presenta un habitus litoide duro e resistente.

I terreni caratterizzanti, il territorio di Altavilla Irpina, possono essere così schematizzati dall'alto verso il basso:

➤ *Depositi Quaternari*

- Depositi alluvionali
- Detriti di versante
- Depositi piroclastici.

➤ *Complesso Terrigeno Terziario*

- Unità di Altavilla
- Flysch di Castelvetero.

➤ *Depositi Quaternari*

- **Depositi alluvionali (Olocene):**

Costituiti da alluvioni sabbioso-ghiaioso-conglomeratiche presenti nei torrenti (T. San Giulio, T. Pietrastornina; T. Avellola) e nel Fiume Sabato, che bordano rispettivamente la parte occidentale e settentrionale del territorio comunale. La loro estensione è esigua e limitata alle aree interessate dagli alvei dei suddetti corsi d'acqua, e di nessun rilievo per i siti di intervento.

- **Detriti di versante (Olocene):**

Sono caratterizzati da clasti eterogenei con spigoli subarrotondati frammisti a materiale piroclastico e sono presenti in piccoli affioramenti in diverse zone del territorio.

- **Depositi piroclastici (Olocene-Pleistocene):**

I depositi piroclastici, sia litoidi che sciolti, sono presenti con scarsi affioramenti di diversa estensione in varie zone del territorio comunale.



I depositi litoidi sono i più antichi e appartengono all'Ignimbrite Campana definita anche Tufo grigio Campano presente in località Tufara. Si tratta di materiale tufaceo di colore grigio o ocra marroncino con pomici nere e scorie; litoide in profondità ed alterato nella parte superficiale.

Quelli incoerenti si rinvencono in vari affioramenti nel territorio comunale. Si tratta di cineriti di colore variabile dall'ocra al grigiastro alternate a livelli di pomici avana del periodo flegreo, con intercalati paleosuoli e, a luoghi, materiale detritico sciolto.

➤ *Complesso Terrigeno Terziario*

▪ **Unità di Altavilla** (Messiniano-Pliocene medio):

Ampiamente rappresentate nel territorio comunale è costituita da alternanze di arenarie, a luoghi debolmente argillose, livelli sabbiosi e strati marnosi in genere grigiastri. All'interno si rinvencono anche puddinghe con ciottoli poligenici e ben arrotondati immessi in una matrice limo-sabbiosa ocra marroncino.

La facies più diffusa è quella arenacea, ma banchi di un ampio affioramento di puddinghe si rinvencono, nella zona a Nord dell'abitato e nei pressi del centro storico. Nel sito di intervento interessato da tale unità, le indagini svolte hanno evidenziato la presenza della facies puddingoide, ma non manca quella arenaceo-pelitica.

I terreni appartenenti a questa unità si trovano in discordanza stratigrafica sulla sottostante formazione arenaceo-pelitica del Flysch di Castelvete, anche se è possibile rilevare contatti in presenza di faglie.

▪ **Flysch di Castelvete** (Langhiano-Tortoniano):

Questa unità molto presente sul territorio comunale, si ritrova nella parte a Nord Ovest. È caratterizzata da arenarie a grana medio-fine con intercalazioni argillose e presenza di lenti e livelli di ciottoli poligenici arrotondati e puddinghe. All'interno di tali litotipi si rinvencono olistoliti costituiti da blocchi calcarei estremamente fratturati e di dimensioni variabili appartenenti alla serie mesozoica.

#### **4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA**

Il territorio del Comune di Altavilla Irpina risulta compreso tra le pendici settentrionali del Partenio e il Fiume Sabato, ha forma, a grandi linee, circolare e si estende su una superficie di 14,1 Km<sup>2</sup>. Confina a Nord con i Comuni di Ceppaloni, Chianche, Petruro Irpino e Tufo, ad Est con Principato Ultra, a Sud con Grottolella, e ad Ovest con S. Angelo a Scala, Pietrastornina e Arpaia ed è compreso tra le quote altimetriche massime di 566 m s.l.m. nel punto più alto Monte Toro e minime di 205 m s.l.m. nel punto più basso a Nord in prossimità del Fiume Sabato.

Il territorio comunale ricade, con riferimento alla cartografia ufficiale redatta dall'I.G.M., nei Fogli F. 173 - Benevento e F. 185 - Salerno Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e, per una definizione più accurata e dettagliata, nelle tavolette F. 173 - Altavilla II SW e F. 185 - Montefredane I NW.

L'area, interessata dalla presente indagine, si trova a Sud del centro urbano di Altavilla Irpina ed insiste con valori di **acclività contenuti**, ad una quota media di circa **355 m s.l.m.**

Il sito, oggetto del piano di lottizzazione, è servito dalla strada comunale Via D. Bruno e dalla Via G. Feola ed è contraddistinto in catasto dal foglio di mappa n. 8 delle particelle n.821 e 823.

I litotipi affioranti, nella zona oggetto di studio, sono prevalentemente costituiti da limo bruno di origine piroclastica con livelli sabbiosi gialli e da sabbie e ghiaie eterogranulari, poligeniche, facenti parte della formazione conglomeratico-puddingoide, a granulometria grossolana, a matrice micritica talvolta pseudocristallina e spatica.

Per una maggior precisione i litotipi presenti, con riferimento al sondaggio S1 eseguito in zona, sono:

- Limo bruno con sabbia di colore giallastro - marrone chiaro frammista a materiali piroclastici più o meno rimaneggiati, a tratti argillosi. Tali litotipi, appartenenti alla

facies detritica della formazione puddingoide, materiale di accumulo gravitativi, sacche e livelli indifferenziati irregolari, sono di origine quaternaria.

- Limo argilloso di colore bruno giallastro con sabbia rimaneggiata e con ciottoli di natura silicea a spigoli subarrotondati. Tali materiali, generalmente distribuiti nell'area indagata, sono di età miocenica.

Nell'ambito di questa formazione non sempre è possibile individuare dei limiti formazionali netti e quasi mai stabilire dei rapporti stratigrafici tra i termini litologici, data anche la caoticità dell'assetto tettonico e strutturale. La posizione strutturale di tali materiali, generalmente distribuiti su tutta l'area in oggetto, non è rilevabile per la mancanza di tracce evidenti di stratificazione e, come già detto, per la giacitura caotica.

Al di sopra dei terreni descritti, vi è la coltre superficiale humizzata ed areata, la cui potenza è molto variabile da punto a punto.

Questa coltre ha, inoltre, una composizione molto eterogenea in quanto è costituita sia da una matrice siltosa – sabbiosa – limosa sia da materiale di riporto.

Si tratta, in prevalenza, della porzione più alta dei terreni dove si possono distinguere, in continuità, due tipi di depositi detritici, uno colluviale, costituito da elementi clastici che hanno subito un modesto trasporto ad opera della gravità e delle acque di scorrimento, l'altro eluviale, costituito dalla parte dei terreni di substrato alterata dagli agenti della dinamica esogena antecedentemente alla deposizione delle coperture piroclastiche.

Per quanto riguarda la stabilità dell'area strettamente interessata dall'opera in titolo, si può ritenere in equilibrio, allo stato attuale dei luoghi, e non si evidenziano, infatti, limitatamente al sito in esame, dissesti attivi, né particolari aspetti morfoevolutivi tali da poter indicare possibili evoluzioni morfogenetiche negative in seno ai terreni sopra descritti, come confermato dalle vigenti carte del rischio della pericolosità da frana dell'Autorità di Bacino (Carta degli Scenari del Rischio - Piano Stralcio per la Rimozione delle Situazioni a rischio più alto Autorità di Bacino dei ff. Liri / Garigliano e Volturno).

Lo studio morfologico dell'area di Altavilla Irpina è stato eseguito basandosi su osservazioni dirette di campagna e col sussidio della Carta Topografica dell'IGM in

scala 1: 25.000, nonché dalla Carta Topografica, ricavata dall'aerofotogrammetria del 1998, in scala 1: 5.000. Sono state, inoltre, osservate foto aeree che hanno permesso di riconoscere i caratteri morfologici delle particolari aree presenti.

La morfologia dell'area è legata, principalmente all'assetto morfostrutturale su cui hanno agito fattori modellanti esogeni, prevalentemente legati all'azione erosiva delle acque, sia di tipo lineare che areale. Il livello di base della rete idrografica, che costituisce il riferimento attuale, è rappresentato dall'alveo del Fiume Sabato e dall'alveo dei torrenti (San Giulio, Pietrastornina e Avellola). Il primo è caratterizzato da un andamento con anse pronunciate, con direzione da Est verso Nord, fino alla fine del limite comunale, il secondo, con direzioni da Sud-Ovest a Nord, si presenta con i tipici caratteri torrentizi fino alla confluenza nel F. Sabato.

Le forme e le azioni descritte sono rilevabili su tutto il territorio comunale e sono palesemente indicati dai bassi scarti altimetrici rilevabili. Infatti, la quota più alta corrisponde a 566 m s.l.m. di Monte Toro, mentre quella più bassa risulta essere di circa 205 m s.l.m. del Fiume Sabato.

Da una osservazione fatta a scala regionale si può constatare che il corso del Fiume Sabato è prevalentemente controllato da fattori strutturali, tali da separare il blocco di Altavilla I. dal blocco Torrioni-Tufo, confermato anche dal fatto che a tratti rettilinei seguono variazioni di direzioni del corso d'acqua con anse spiccate.

La forma morfologica riconosciuta, nell'area sede dell'opera progettuale, è rappresentata da una classica *forma denudazionale*. In base a tale forma, l'evoluzione morfologica dell'area di interesse in Altavilla I. è indotta prevalentemente dall'azione erosiva delle acque meteoriche e delle acque incanalate, infatti la dorsale si presenta con incisioni torrentizie temporanee.

La capacità erosiva delle acque incanalate aumenta notevolmente in corrispondenza di zone a maggiore acclività e in presenza di materiale più fine.

Anche se le forme si presentano più blande dove affiorano le sabbie e i limi, si è osservata, nell'area oggetto di studio, una zona **subpianeggiante** con pendenze che non superano il 7%.

## 5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

La precipitazione media annua, rilevata dal Servizio Idrografico dello Stato, in corrispondenza dei pluviometri più vicini all'area, è di circa 1000 mm/anno, ripartita per il 70% circa nel semestre invernale - autunnale e per il 30% circa nel semestre estivi - primaverile. I fattori climatico - atmosferici favoriscono un ruscellamento superficiale a carattere marcatamente stagionale, peraltro giustificato dalla permeabilità medio - bassa della coltre superficiale. Tale coltre di copertura presenta una lenta infiltrazione causata dall'abbondanza della frazione fine, che consente un regolare assorbimento delle acque meteoriche.

L'andamento della circolazione idrica sotterranea, anch'essa legata alle precipitazioni atmosferiche, è rispondente alle caratteristiche degli acquiferi dei complessi costituiti dai terreni descritti, essenzialmente condizionati dalle variazioni litologiche, vi è presenza di **falda** alla profondità di **12 mt.**, come evidenziato nel sondaggio **S1**, effettuato nella zona di interesse.

Dal punto di vista idrogeologico, importanza assumono i terreni appartenenti ai depositi quaternari, si distinguono quindi due tipi di complessi idrogeologici: Complesso dei depositi vulcanici plio-quaternari (complesso delle piroclastiti da caduta) e Complesso dei depositi molassici tardorogeni (complesso molassico).

### **Complesso delle piroclastiti da caduta:**

Depositi incoerenti costituiti in gran parte da pomici e ceneri derivanti dall'attività esplosiva dei centri eruttivi campani e subordinatamente del Vulture. Per la giustapposizione laterale e verticale di termini granulometricamente differenti, costituiscono acquiferi eterogeni ed anisotropi la cui trasmissività è generalmente mediocre.

### **Complesso molassico:**

Depositi terrigeni molassici da marini a continentali costituiti da argille, arenarie e conglomerati scarsamente cementati; nella parte alta (Unità di Altavilla), potenti intercalazioni di puddinghe carbonatiche.

Costituiscono acquiferi eterogenei ed anisotropi con circolazione idrica sotterranea frazionata in falde di modesta potenzialità con recapito in sorgenti di importanza locale.

La circolazione idrica sotterranea può essere da superficiale a relativamente profonda, in relazione alla presenza di limiti di permeabilità da definiti ad indefiniti. Il tipo di permeabilità è misto, contribuendo ad essa, in termini globalmente uguali, sia la porosità nei termini non litificati che la fessurazione, significativa nelle parti di ammasso roccioso maggiormente litificate; il grado di permeabilità è variabile dal medio-alto al medio.

Nell'insieme quindi il grado di permeabilità è basso ( $K = 10^{-6}$  cm/sec).

## 6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Dai dati acquisiti dalla campagna di rilevamento geologico, a mezzo di correlazioni con dati dedotti da lavori in possesso dello scrivente eseguiti in zone limitrofe e con terreni congruenti con quelli in predicato, aventi caratteristiche geologico - tecniche simili, rappresentanti il complesso in oggetto, è stato possibile individuare diversi orizzonti geotecnici, costituiti da terreni in prevalenza limo argillosi e limo sabbiosi di colore bruno, che si presentano, a luoghi, in alternanza con i materiali detritici, della formazione puddingoide.

Per la caratterizzazione del volume tecnicamente significativo del terreno di fondazione possono essere attribuiti i parametri fisico - meccanici, di seguito riportati, ricavati dalle indagini geognostiche eseguite sui terreni geolitologicamente esistenti in sito<sup>1</sup>.

Per i litotipi, con riferimento al sondaggio **S1**, sono presenti, dall'alto verso il basso, i seguenti livelli geotecnici significativi:

**I STRATO: COLTRE SUPERFICIALE E TERRENO DI RIPORTO** costituito da accumuli di varia origine e natura prevalentemente con presenza di limo e sabbia, a luoghi argillosa, di origine piroclastica, di colore nerastro con inclusioni di ciottoli calcarei (spessore 0,00-0,50 mt.).

Ha caratteristiche geotecniche molto scadenti, pertanto non è stata presa assolutamente in considerazione per l'appoggio di opere fondali, le prove hanno evidenziato:

<b>Peso di Volume:</b>	$\gamma = 1.60 \text{ g/cm}^3$
<b>Coesione Drenata:</b>	$c = 0.01 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Angolo di Attrito Interno:</b>	$\phi = 18^\circ - 20^\circ$
<b>Modulo Edometrico:</b>	$E = 20 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Velocità Media Onde Longitudinali:</b>	$V_p = 316 \text{ m/s}$

---

<sup>1</sup> Sono state esaminate ed analizzate le **indagini geognostiche e le prove di laboratorio** realizzate in sito che fanno riferimento al sondaggio **S1** (Vedi Allegati alla presente relazione).

**II STRATO: LIMO SABBIOSO** di colore marrone scuro, coesivo, molto compatto, frammisto a materiali piroclastici più o meno rimaneggiati, a tratti argillosi, coerente, con inclusioni di conglomerati calcarei e arenacei a spigoli arrotondati (spessore 0,50-5,00 mt.; 6,00-12,00 mt. e 16,00-19,00 mt.). Ha caratteristiche geotecniche discrete per l'appoggio di opere fondali, le prove hanno evidenziato:

<b>Peso di Volume:</b>	$\gamma = 1.80 \text{ g/cm}^3$
<b>Coesione Drenata:</b>	$c = 0.15 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Angolo di Attrito Interno:</b>	$\phi = 23-25^\circ$
<b>Coefficiente di spinta a riposo</b>	$k_0 = 0.59$
<b>Coefficiente di Poisson</b>	$\nu = 0.37$
<b>Modulo Edometrico:</b>	$E_{Ed} = 42 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Modulo di Young</b>	$E = 23.4 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Modulo di rigidezza al taglio</b>	$G = 8.5 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Velocità Media Onde Longitudinali:</b>	$V_p = 490 \text{ m/s}$

**III STRATO: LIMO ARGILLOSO CON SABBIA** di colore marrone - giallastro, coesivo, compatto, frammisto a materiali piroclastici più o meno rimaneggiati, con inclusioni di conglomerati calcarei e arenacei a spigoli arrotondati (spessore 5,00-6,00 mt., 12,00-16,00 mt. e 19,00-21,00 mt.). Ha caratteristiche geotecniche discrete per l'appoggio di opere fondali, le prove hanno evidenziato:

<b>Peso di Volume:</b>	$\gamma = 1.90 \text{ g/cm}^3$
<b>Coesione:</b>	$c = 0.15 \text{ kPa}$
<b>Angolo di Attrito Interno:</b>	$\phi = 23-25^\circ$
<b>Coefficiente di spinta a riposo</b>	$k_0 = 0.59$
<b>Coefficiente di Poisson</b>	$\nu = 0.37$
<b>Modulo Edometrico:</b>	$E_{Ed} = 42 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Modulo di Young</b>	$E = 23.4 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Modulo di rigidezza al taglio</b>	$G = 8.5 \text{ Kg/cm}^2$
<b>Velocità Media Onde Longitudinali:</b>	$V_p = 397 \text{ m/s}$

Nel sondaggio (S1) è evidenziato che si è riscontrata la presenza di una falda dai **12,00 mt.** dal p.c.

Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della presente relazione.



## 7. CONDIZIONI GEOSISMICHE DELL'AREA

La legislazione antisismica vigente suddivide il territorio nazionale in tre categorie sismiche (elevata, media e bassa) e ad ognuna di esse assegna un «grado di sismicità  $S$ » pari rispettivamente a 12, 9 e 6. A ciascuna delle suddette categoria di rischio assegna altresì un «coefficiente d'intensità sismica  $C$ » definito dalla relazione:

$$C = (S-2)/100$$

e quindi per la I categoria sismica:  $C = 0.1g$ ; per la II:  $C = 0.07g$ , mentre per la III:  $C = 0.04g$ . Detto parametro  $C$  rappresenta l'accelerazione massima orizzontale in superficie (cioè la prima ordinata spettrale) e quindi la sollecitazione massima alla quale i manufatti devono rispondere elasticamente.

In tal modo ad ogni comune, inserito in una determinata categoria sismica, compete un valore prefissato del coefficiente d'intensità sismica. Ne consegue che l'influenza esercitata dalle condizioni geologiche locali (caratteristiche litostratigrafiche, geomeccaniche, idrogeologiche e morfologiche) sulla modifica di forme ed ordinate spettrali non viene tenuta nella giusta considerazione.

La normativa tecnica vigente stabilisce che bisogna definire le zone omogenee relativamente alla risposta geologico-meccanica dei terreni superficiali e dei terreni interessati dalle opere di fondazione.

In tal senso si procede ad una zonazione sismica che viene effettuata basandosi su una puntuale classificazione tecnica delle «litofacies» presenti nell'area in esame ed in particolare su valori di densità media dei terreni in sito e sui valori delle velocità medie di propagazione delle onde sismiche longitudinali nell'orizzonte considerato.

Il ruolo esercitato dal terreno sull'intensità dell'accelerazione sismica in superficie, quindi, viene affidato a questo parametro « $\varepsilon$ » che consente di incrementare il coefficiente di intensità sismica  $C$  (ossia le azioni sismiche di progetto « $F$ ») fino ad un massimo del 30% rispetto a quelle definite dall'appartenenza a quella determinata categoria sismica.

Il valore del suddetto "coefficiente di fondazione  $\epsilon$ " di norma viene assunto uguale ad 1, ma può essere incrementato fino ad un massimo di 1,3 in presenza di depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 metri, sovrastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche meccaniche significativamente superiori.

Carrara e Rapolla (1987), per definire il valore del parametro " $\epsilon$ " hanno proposto di utilizzare relazioni empiriche dirette fra la rigidità sismica " $R$ " sperimentalmente determinata ed il coefficiente di intensità sismica " $C$ ".

Il minimo valore di " $\epsilon$ " viene assegnato ai terreni con valori di rigidità " $R$ " superiori a 1.5 ( $V_s > 750$  m/s;  $g \geq 2.0$  T/mc), cui compete il minimo incremento sismico.

Per contro, il massimo valore di  $C$  viene associato ai litotipi con valori di rigidità  $R$  inferiori a 0.15 ( $V_s > 125$  m/s;  $g \leq 1.25$  T/mc), cui compete un elevato valore di incremento sismico. Se si accettano incrementi delle azioni sismiche di progetto " $F$ ", nella misura massima del 30%, la relazione tra la rigidità " $R$ " ed il coefficiente di intensità sismica " $C$ " può essere linearizzata.

In definitiva dunque, per valori di  $R$  inferiori a 0.1 si adatterà sempre il valore di  $\epsilon=1,3$ , mentre per valori di  $R$  superiori a 1,5 si assumerà sempre il valore  $\epsilon = 1$ .

Per valori intermedi, invece, dovranno utilizzarsi i fattori di incremento di seguito tabellati:

Intervallo	Rigidità (R)	Coefficiente di fondazione (s)
I	>1.5	1.0
II	1.5÷0.5	1.1
III	0.5÷0.1	1.2
IV	<0.1	1.3

La rigidità verrà calcolata come media ponderata delle rigidità sismiche dei vari sismostrati costituenti lo spessore dei sedimenti considerati:

$$R = \gamma \cdot V_s = (\sum_1^n \gamma \cdot V_s \cdot h) / \sum_1^n h$$

Se il fattore di incremento così determinato dovesse risultare superiore a 1, si moltiplicherà il valore di detto incremento per il "coefficiente di intensità sismica "C" e quindi si procederà alla modifica dello spettro di risposta del terremoto di progetto inerente al sito considerato.

Il D.M. del 07/03/1981 e la Deliberazione N. 5447 del 07/11/2002 della Giunta Regionale fissano per il Comune di Altavilla Irpina un grado di sismicità **S** pari a **9** (2ª categoria), a cui corrisponde un coefficiente di intensità sismica:

$$C = (S-2)/100 = 0.07;$$

tale coefficiente rappresenta il fattore di accelerazione alla quale si vuole che qualsiasi struttura in superficie risponda elasticamente. Al grado di sismicità indicato corrisponde un terremoto di progetto con intensità (**I**) pari a 8.5 gradi della scala Mercalli Modificata.

E' noto però che gli effetti sismici in superficie si manifestano con una messa in accelerazione delle particelle del suolo con una fenomenologia dipendente essenzialmente dalla geologia locale (risposta sismica in sito).

La presenza di terreni a rigidità inferiori a quello di riferimento regionale (serie carbonatiche di piattaforma a rigidità 10 MN/m<sup>3</sup> sec) e le caratteristiche geotecniche dei terreni sono gli elementi che possono indurre un incremento dell'Intensità Sismica Locale; la stima dei predetti incrementi può avvenire adottando la relazione empirica di Medvedev, che considera il valore della rigidità od impedenza sismica locale (prodotto tra massa volumica e velocità delle onde di compressione).

L'area in studio ricade in una zona a medio-bassa amplificazione sismica, infatti l'incremento dell'intensità sismica locale, nei terreni del sito, generato dalla variazione della rigidità e dalla profondità del piano campagna della falda idrica va da 1.0 a 1.5 (vedi Carta della Microzonazione Sismica).

Il coefficiente previsto dalla vigente normativa, che tiene in conto le caratteristiche del terreno di fondazione, è il coefficiente  $\epsilon$  che nel nostro caso, sulla base di considerazioni morfologiche e geotecniche e di parametri desunti da altre indagini per terreni congruenti con quelli in studio, verrà adottato con un valore pari a **1.1**.

La nuova Normativa Sismica Nazionale, adottata con Ord. P.C.M. 3274 del 20/03/2003, ha definito la nuova classificazione sismica del territorio nazionale e le nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

La filosofia della normativa propone l'adozione di un sistema normativo coerente con l'EC8, al fine di abbandonare il carattere convenzionale e prescrittivo della precedente normativa e favorendo un'impostazione prestazionale, con un'esplicita dichiarazione degli obiettivi della progettazione e una giustificazione delle metodologie utilizzate (procedure di analisi strutturale e dimensionamento degli elementi). **L'utilizzo di un sistema normativo coerente con l'EC8 comporta la definizione del "grado di sismicità" delle diverse zone del territorio nazionale, con riferimento ai valori di accelerazione al suolo.**

**L'intero territorio nazionale viene suddiviso in quattro zone sismiche (ex categorie), in relazione ai valori di accelerazione di picco. Le "Norme tecniche" indicano 4 valori di accelerazioni ( $a_g/g$ ) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; pertanto, il numero delle zone è fissato in 4.**

Ciascuna zona sarà individuata secondo valori di accelerazione massima del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

ZONA	$a_g$
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

Per quanto riguarda l'aspetto legato all'amplificazione dei terreni in relazione all'azione sismica, la normativa prevede la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, definendo cinque tipologie di suoli (Fig. 1) da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m di terreno ( $V_{s30}$ ).

# AGAT CONSULTING

APPLIED GEOLOGY AND ADVANCED TECHNOLOGY

SERVIZI DI GEOLOGIA APPLICATA, IDROGEOLOGIA, GEOFISICA APPLICATA, G.I.S., GEOTECNICA ED INGEGNERIA CON INDAGINI IN SITO

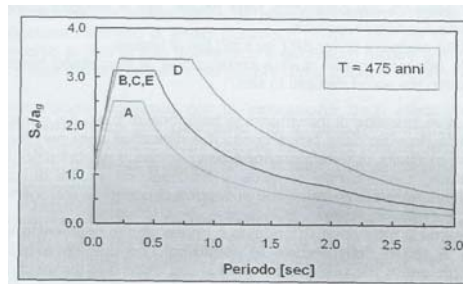
SUOLO DI FONDAZIONE	V <sub>s30</sub>	NSPT - C <sub>u</sub>
<b>A</b> Formazioni litoidi o suoli rigidi	>800 m/s	
<b>B</b> Sabbie o ghiaie addensate/ argille molto consistenti	>360 m/s <800 m/s	NSPT>50 Cu>250 kPa
<b>C</b> Sabbie e ghiaie mediam. addensate/ Argille mediam. Consistenti	>180 m/s <360 m/s	15<NSPT<50 10<cu<250 kPa
<b>D</b> Terreni granulari sciolti/ Terreni coesivi da poco a mediam. consistenti	<180 m/s	NSPT <15 Cu<70 kPa
<b>E</b> Strati superficiali alluvionali (5-20 m) su substrato rigido	<180 m/s >180 m/s <360 m/s	
<b>S<sub>1</sub></b> Terreni costituiti o che includono uno strato di argille >10 m PI>40	<100 m/s	
<b>S<sub>2</sub></b> Terreni soggetti a liquefazione/ Argille sensitive/ Terreni non classificati in precedenza		

**FIG.1 - Definizione delle categorie di suolo di fondazione**

Il parametro V<sub>s30</sub> viene calcolato utilizzando una media ponderata dei primi 30m di profondità, mediante la seguente espressione:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} h_i / V_i$$

Per tutte le categorie di suolo di fondazione presenti vengono riportate in normativa gli **spettri di risposta** (Fig.2) e i **parametri utilizzati per la costruzione degli spettri** (Fig.3):



**FIG. 2 - Spettri di risposta elastica (componente orizzontale)**

CATEGORIA SUOLO	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
<b>A</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>	<b>0,4</b>	<b>2</b>
<b>B</b>	<b>1,25</b>	<b>0,15</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>
<b>C</b>	<b>1,25</b>	<b>0,15</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>
<b>D</b>	<b>1,35</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>2</b>
<b>E</b>	<b>1,25</b>	<b>0,15</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>

**FIG.3 - Parametri degli spettri di risposta elastica**

"PLANO DI LOTTIZZAZIONE E INTERVENTO EDILIZIO" - Ditta INGECO GROUP s.r.l. - Via D. BRUNO ALTAVILLA IRPINA

La normativa propone di incrementare l'azione sismica al suolo di un fattore di amplificazione **S** che tenga conto dell'amplificazione stratigrafica del terreno che può variare in relazione alla tipologia di suolo di fondazione individuata. Risulta quindi estremamente importante l'individuazione, la corretta programmazione ed esecuzione di metodologie d'indagine, atte all'acquisizione del parametro  $V_s$ .

La rappresentazione principale dell'azione sismica è quindi lo **spettro di risposta elastico orizzontale al suolo**. Le sue componenti orizzontali  $S_e(T)$  sono definite dalle seguenti espressioni:

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

dove:

**T** è il periodo proprio di vibrazione di un oscillatore semplice;

**ag** è la design ground acceleration on type A ground (**ag = agR · γI**)

**S** è il soil factor, che dipende dal tipo di sottosuolo (da A ad E)

**TB, TC** sono gli estremi dell'intervallo dei periodi cui corrisponde il ramo costante della funzione spettrale  $S_e(T)$

**TD** è il periodo a partire dal quale la funzione spettrale  $S_e(T)$  è tale da produrre uno spostamento costante

**η** è il fattore di correzione dello smorzamento, che assume valore unitario per smorzamento viscoso pari al 5%

I valori dei periodi TB, TC e TD e del soil factor S condizionano quindi la forma dello spettro.

Al fine di evidenziare le geometrie dell'area di interesse sono state interpretate le indagini geofisiche realizzate nell'area in studio, che hanno consentito di formulare delle ipotesi circa la profondità del substrato e di dettagliare quindi il quadro stratigrafico della zona.

Dall'interpretazione dei dati geofisici (Down -hole)<sup>2</sup>, e dal confronto con le altre metodologie di indagine usate, si evince un quadro stratigrafico, caratterizzato dalle variabilità geofisiche, schematizzabile mediante un modello a tre strati:

- a) il primo con velocità di propagazione delle onde longitudinali media di **316 m/s**, con spessore compreso tra 0,00 e 1 metri; tali velocità sono associate alle caratteristiche dello strato più superficiale quali terreni pluvio-colluviali;
- b) il secondo con velocità media di **490 m/s** e spessore compreso tra 1 e 12 metri; velocità associata a depositi litoidi più o meno compatti costituiti da limi e sabbie;
- c) il terzo con velocità media di **397 m/s** e spessore compreso tra 12 e 16 metri; velocità associata a depositi litoidi meno compatti costituiti da limi argillosi.

Si precisa, inoltre, che le geometrie dell'area di interesse sono state indagate fino alla profondità di 21 mt. e dal quadro stratigrafico della zona si può affermare con certezza che le litologie riscontrate si ritrovano oltre i 30 mt. di profondità e costituiscono un miglioramento della situazione geologica locale.

Da quanto esposto in precedenza, si evince che la categoria di suolo considerata è la **C (Sabbie e ghiaie mediam. addensate/ Argille mediam. Consistenti)** con  $V_{s30} = 340.74 \text{ m/s}$ , quindi con valore di  $180 < V_{s30} < 360 \text{ m/s}$ .

I valori di **accelerazioni ( $a_g/g$ )** di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuale e costruttive da applicare sono  $a_g = 0.15g$ , con

CATEGORIA SUOLO	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
C	1,25	0,15	0,5	2

<sup>2</sup> Sono state effettuate ed analizzate le **indagini geofisiche** per la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo interessato dal piano di lottizzazione (Vedi Allegati alla presente relazione).

"PLANO DI LOTTIZZAZIONE E INTERVENTO EDILIZIO" – Ditta INGECO GROUP s.r.l. – Via D. BRUNO ALTAVILLA IRPINA

## 8. CONCLUSIONI

Dalle osservazioni e dalle valutazioni esposte nelle pagine precedenti sulle proprietà fisico - meccaniche e sulle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni ricadenti nell'area oggetto della relazione geologica, si evince che:

- l'esame geomorfologico non ha evidenziato particolari squilibri statici dell'area, né emergono indizi di processi morfoevolutivi rapidi; quindi l'area nel suo complesso si presenta stabile tenendo conto anche dell'immodificato aspetto delle opere di sostegno presenti nelle immediate vicinanze;
- la coltre superficiale alterata, humificata e areata presenta caratteristiche geotecniche scadenti;
- dai dati sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea nella zona in studio è possibile affermare che vi è presenza di falda alla profondità di circa **12,00** mt.;
- dai dati sismici è emerso che l'area presenta un comportamento omogeneo con una velocità di propagazione delle onde sismiche longitudinali tipico dei terreni limo argillosi e limo sabbiosi.

Concludendo lo scrivente può asserire che, sotto l'aspetto morfologico, geolitologico e idrogeologico, considerando i risultati ottenuti dai dati geotecnici, dalle indagini eseguite in sito, e alla luce di quanto illustrato ai fini della prevenzione del rischio sismico, in accordo con i risultati elaborati per il Piano Regolatore Generale, l'area di interesse è idonea per il piano di lottizzazione e per la conseguente destinazione d'uso.

Si ritiene, inoltre, che le opere progettuali da realizzare non sono di pregiudizio alla stabilità dell'area, tenendo presente le modalità innanzi esposte.

Tanto dovevasi.

Altavilla Irpina, lì 26/01/2007

Consulente Geologo  
Dott. Bonifacio TADDEO



## 9. BIBLIOGRAFIA

- BONARDI G., D'ARGENIO B. & PERRONE V. (1988): *Carta Geologica dell'Appennino Meridionale (scala 1: 250.000)*. Atti del 74° Congresso della Società geologica Italiana: "L'Appennino Campano nel quadro geologico dell'Italia Meridionale" Sorrento 13-17 Settembre.
- D'ARGENIO B., Pescatore T. & Scandone P. (1973) - *Schema geologico dell'Appennino Meridionale*. Estr. dal Quad. n° 183, Istituto di Geologia Università di Napoli
- CELICO P. (1978): *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale* Mem. e Note 1st. di Geol. Appl., Napoli, XIV, I.
- CELICO P. (1983a): *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale (Marche e Lazio meridionali, Abruzzo, Molise e Campania)*. Quad. Casmez 4/2.
- CELICO P. (1983b): *Le risorse idriche sotterranee dell'Appennino carbonatico Centro-Meridionale*. Idrotecnica n° 1 gennaio-febbraio, 3-18, Roma.
- CELICO P. (1986): *Prospezioni idrogeologiche*. Vol. I e II, Liguori Editore, Napoli.
- CELICO P. & De Innocentis M. (1994): *Correlazioni fra le caratteristiche idrogeologiche del territorio e l'evapotraspirazione reale media annua in Campania*. Geologia Romana, **30**, 661-670, Roma.
- CELICO P. (1995): *Idrogeologia dell'Appennino centro-meridionale: esempi di captazione tramite pozzi*. Atti dei Seminari su temi di Geologia Applicata, a cura dell'Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo. Pescara, 2-6 dicembre.
- CIVITA M., DE MEDICI GB., DE RISO R., NICOTERA P., NOTA DELOGIO E. (1973): *Memoria descrittiva della Carta Idrogeologica della Campania Nord-Occidentale*. II Conv. Internazionale sulle "Acque Sotterranee", Palermo, 1-21.
- COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (1998): *Piano Regolatore Generale - Indagini geologiche per l'adeguamento degli strumenti urbanistici alla L.R. 9/83*. Relazione geologico - tecnica.
- DERASMO G. (1931): *Studio geologico dei pozzi profondi della Campania*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, **43**, 15-143.
- DI GIROLAMO P. (1968): *Petrografia dei tufi campani: il processo di pipernizzazione (tufotufi pipernoide - piperno)*. Rend. Acc. Sc. Fis. Mar., Napoli, **5**, 2-25.
- DI GIROLAMO P. (editor) (1987): *The volcanoclastic rocks of Campania (Southern Italy): Geochemical, Geophysical, Geological, Mineralogical, Paleomagnetic, Petrographical and Volcanological aspects*. Rend. Acc. Sc. Fis. e Mat. In Napoli, Special Issue.
- DI GIROLAMO P., GHIARA MR., ROLANDI G., STANZIONE D. (1979): *Caratteri geochimici delle vulcaniti quaternarie della Campania (calcalcaline, shoshonitiche, leucitiche): osservazioni geotettoniche e genetiche*. Rend. Soc. It. Miner. Petrol., **35**, 361-375.
- DI GIROLAMO P., LIRER L., PORCELLI O., STANZIONE D. (1972): *Correlazioni stratigrafiche tra le principali formazioni piroclastiche della Campania (Roccamonfina, Campi Flegrei, Somma-Vesuvio)*. Rend. Soc. It. Mineral. Petrol., **28**, 77-124.

## AGAT CONSULTING

APPLIED GEOLOGY AND ADVANCED TECHNOLOGY

SERVIZI DI GEOLOGIA APPLICATA, IDROGEOLOGIA, GEOFISICA APPLICATA, G.I.S., GEOTECNICA ED INGEGNERIA CON INDAGINI IN SITO

- IPPOLITO F., ORTOLANI F., RUSSO M. (1913): *Struttura marginale e tirrenica dell'Appennino Campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. Mem. Soc. Geol. It., **12**, 232-249.
- ORTOLANI F. & APRILE F. (1979): *Sulla struttura profonda della Piana Campana*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, **88**, 243-261.
- ORTOLANI F. & APRILE F. (1985): *Principali caratteristiche stratigrafiche e strutturali dei depositi superficiali della Piana Campana*. Boll. Soc. Geol. It., **104**, 195-206.
- ORSI G. & SCARPATI C. (1989): *Stratigrafia e dinamica eruttiva del Tufo Giallo Napoletano*. Boll. G.N.V.. 2, 917-930.
- PESCATORE T. & ORTOLANI F. (1973): *Schema tettonico dell'Appennino campano-lucano*. Boll. Soc. Geol. It., **92**, 453-472.
- PESCATORE T. (1978) - *Evoluzione tettonica del Bacino Irpino (Italia meridionale) durante il Miocene*. Boll. Soc. Geol. It., **97**, pp.783-805.
- SERVIZIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO NAZIONALE (1990-1998): *Annali Idrologici*, I, Napoli.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE : *Carta Geologica d'Italia (scala 1: 100.000)*, Fogli geologici n°173 Benevento e n°185 Salerno.