



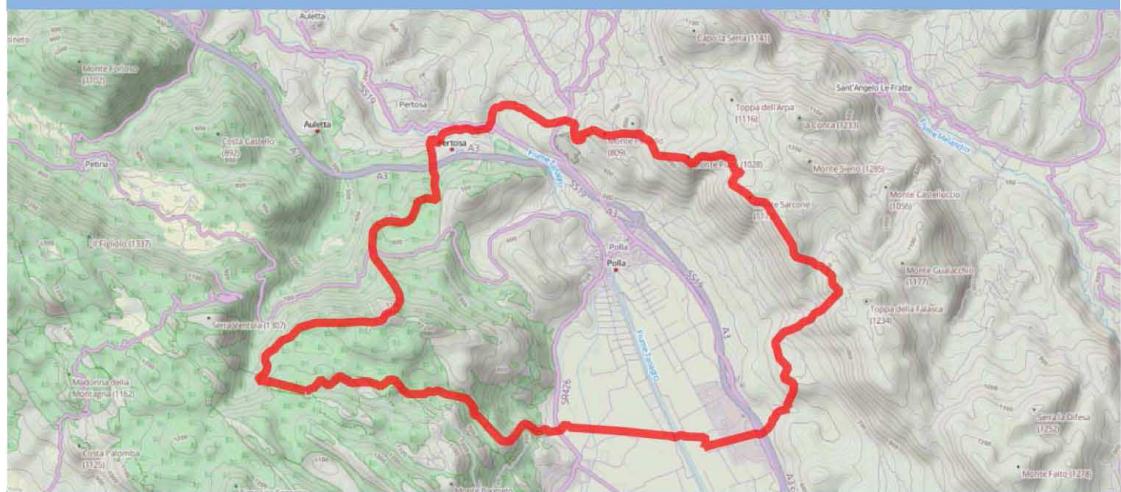
COMUNE DI POLLA

(Provincia di Salerno)

CAP 84035 - Via Strada delle Monache -
<http://www.comune.polla.sa.it/polla/home.jsp>

Tel. 0975/376111 - Fax 0975/376235
P.E.C.: protocollo.polla@asmepec.it

PIANO URBANISTICO COMUNALE



STUDIO GEOLOGICO

Aggiornamento del P.R.G. al P.U.C.

DICEMBRE 2018

PROGETTISTA
Ing. Franco PRIORE

COPROGETTISTA
Arch. Emilio BOSCO

CONSULENZA GEOLOGICA

Geol. Alberto ALFINITO

Geol. Domenico NEGRO

Geol. Francesco PETROSINO

SINDACO
Rag. Rocco GIULIANO

UTC
Ing. Mario IUDICE
Ing. Carmine PALLADINO
Geom. Roberto PRIORE
Geom. Giuseppe GASSI

INDICE

1 - PREMESSA	2
2 – INQUADRAMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
3 - METODOLOGIA, DATI GEOGNOSTICI PREGRESSI E NUOVE INDAGINI	4
4 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO.....	7
5 – DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	8
5.1 - Inquadramento storico della sismicità di sito	8
5.2 - Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento	
12	
6 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI POLLÀ.....	23
7 – INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE E MODELLO DEL SOTTOSUOLO	28
7.1 – Indagini integrative	31
8 – ELABORATI CARTOGRAFICI DI BASE E DI SINTESI	44
8.1 – Carta delle indagini	44
8.2 – Carta Geologica.....	44
8.3 – Carta della Stabilità.....	46
8.4 – Carta Idrogeologica	48
8.3 – Carta della Zonazione del Territorio in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.-1).....	48
9 – CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME DI UTILIZZO DEL TERRITORIO	53
10. CONCLUSIONI.....	57
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	60

Comune di Polla (SA)	"Studio Geologico definitivo per l'aggiornamento del PUC"
-------------------------	---

1 - PREMESSA

Con determina dirigenziale n°00471/2017 del 24/10/2017 il Responsabile dell'Area Tecnica, ing. Mario Iudice, del Comune di Polla, ha conferito al Raggruppamento Temporaneo di Professionisti formato dai sottoscritti geologi Alberto Alfinito (Mandatario), Domenico Negro e Francesco Petrosino (Mandanti) l'incarico di redigere lo "**Studio Geologico definitivo nella redazione del PUC**". L'obiettivo del lavoro è quello di fornire una visione d'insieme delle caratteristiche geologiche del territorio in modo da offrire un valido contributo in termini conoscitivi e gestionali ai fini della pianificazione del territorio comunale.

Il presente lavoro è, quindi, servito a redigere gli elaborati cartografici, così come richiesto dalla L.R. della Campania n°9/1983 e s.m.i., necessari all'aggiornamento del Piano Regolatore Generale vigente al Piano Urbanistico Comunale di Polla ai sensi della L.R. n°16/2004. In particolare ai sensi della Delibera di Giunta Regionale della Campania n.118 del 27/05/2013 la carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica (di cui all'art.12 della L.R. n.9/1983) è stata redatta come definito negli *standard I.C.M.S. 2008*¹ la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica di livello 1 (M.O.P.S.).

Il prodotto finale è costituito da una serie di cartografie tematiche di sintesi delle condizioni geologiche, geomorfologiche, sismiche, idrogeologiche e delle pericolosità ad esse correlate suddividendo il territorio in opportune zone omogenee. Il presente lavoro esula da valutazioni per le singole opere in progetto. Va quindi sottolineato che la cartografia di base redatta non può ritenersi esaustiva delle conoscenze geologiche e geotecniche puntuali e perciò non sostituisce, né può essere utilizzata, per studi geologici di dettaglio così come stabilito dal D.M. II.TT. del 17.01.2018 (NTC2018).

¹ I.C.M.S. 2008 - Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica approvati nella Conferenza delle Regioni e delle Province autonome il 13/11/2008.

2 – INQUADRAMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il presente studio è stato redatto in conformità e nel pieno rispetto delle leggi e normative vigenti sul territorio nazionale e regionale che regolano la pianificazione territoriale, appresso citate:

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988;
- L.R. Campania N°9 del 7/1/83 "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico" aggiornata dall'art.10 della Legge regionale 28/12/2009 n°19;
- Delibera N°5447 Del 07/11/2002 Della Regione Campania;
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003;
- L.R. Campania n.16/2004 e s.m.i. "Norme sul governo del territorio";
- Delibera della Giunta Regionale Campania n.118 del 27/05/2013;
- Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale del Fiume Sele – Rev. Agosto 2016.
- D.M. 17/01/2018 “Norme Tecniche delle Costruzioni” di cui al supplemento ordinario n.8 della GAZZETTA UFFICIALE Serie generale - n.42 del 20/02/2018;

3 - METODOLOGIA, DATI GEOGNOSTICI PREGRESSI E NUOVE INDAGINI

Per la stesura degli elaborati è stato utilizzato come base cartografica la Carta Tecnica Regionale del 2004 in scala 1:5000. Inoltre si sono consultati, con il supporto del personale tecnico, gli archivi dell’Ufficio Tecnico Comunale per raccogliere tutte le indagini geologiche e geofisiche realizzate dall’ente.

I dati pregressi raccolti sono i seguenti:

- n°20 sondaggi a carotaggio continuo e n°20 analisi di laboratorio prelevati durante la campagna di indagini per il P.R.G. dell’Aprile 1984 realizzati nell’area urbanizzata del Comune di Polla;
- n°3 sondaggi a carotaggio continuo, n°15 SPT in foro e n°1 analisi di laboratorio su un campione prelevato durante la campagna di indagini per lo studio geologico a supporto della proposta di variante al P.R.G. in località S. Antuono del Febbraio 2007;
- n°1 sondaggio a carotaggio continuo, n°6 Spt e n°1 analisi di laboratorio su un campione prelevato durante la campagna di indagini per lo studio geologico per il completamento di aree limitrofe ad un centro sociale polivalente in Via san Pietro del Gennaio 2009;
- n°3 sondaggi a carotaggio continuo di cui due attrezzati a piezometro, n°1 Spt, n°3 prelievi di campioni per analisi di laboratorio, n°1 indagine sismica di superficie del tipo MASW e n°1 misura di microtremore in stazione singola (HVSR) per lo studio geologico per la realizzazione di un insediamento produttivo (impianto di stoccaggio di prodotti petroliferi) in località Sant’Antuono nella Zona Industriale del Comune di Polla dell’Aprile 2015;
- n°2 sondaggi a carotaggio continuo, n°4 Spt e n°1 prelievo di un campione per analisi di laboratorio e n°1 indagine sismica di superficie del tipo MASW per lo studio geologico per la realizzazione di un fabbricato da destinare ad attività commerciale ed artigianale in località Fuciardo del Comune di Polla del Febbraio 2011;
- n°1 sondaggio a carotaggio continuo, n°3 Spt durante la campagna di indagini per lo studio geologico per un’area in Strada Vicinale Cappuccini nel Comune di Polla del Novembre 2006;

- n°1 sondaggio a carotaggio continuo, n°3 Spt, n°1 prelievo di campione per analisi di laboratorio, n°1 indagine sismica di superficie del tipo MASW per lo studio geologico per la realizzazione di sei villette in Via Campi del Comune di Polla dell’Ottobre 2012 ;
- N°2 sondaggi a carotaggio continuo, n°4 Spt, n°2 prelievo di campione per analisi di laboratorio, n°1 indagine sismica di superficie del tipo MASW, n°1 indagine sismica di superficie a rifrazione per lo studio geologico relativo alla progettazione esecutiva “adeguamento scuola primaria di secondo grado E. De Amicis” dell’Aprile 2015;
- n°2 sondaggi a carotaggio continuo attrezzati per esecuzione di indagine geofisica in foro del tipo Down – Hole, n°5 Spt, n°2 prelievi di campioni per analisi di laboratorio per lo studio geologico per la lottizzazione di un’area in località Via Campo San Giovanni e Via della Fontana Rotonda del Comune di Polla del Gennaio 2008;
- n°3 sondaggi a carotaggio continuo di cui uno attrezzato per esecuzione di indagine geofisica in foro del tipo Down –Hole, n°5 Spt, n°2 prelievi di campioni per analisi di laboratorio per lo studio geologico per il piano di lottizzazione di un’area in località Creta in via Vicinale San Giovanni del Comune di Polla dell’Ottobre 2006;
- n°3 sondaggi a carotaggio continuo, n°6 SPT in foro, n°3 prelievi di campioni indisturbati per analisi di laboratorio e n°1 indagine sismica di superficie del tipo MASW per lo studio geologico per la realizzazione delle infrastrutture del lotto di ampliamento del PIP in località S. Antuono del Marzo 2008;
- Inoltre al fine di ottenere un approfondimento in merito alle caratteristiche sismiche del territorio studiato è stata condotta una campagna di indagini geofisiche integrative attraverso la realizzazione di n°26 acquisizioni di “microtremore o rumore sismico” a stazione singola del tipo HVSR. Con tale tipologia di indagine è stato possibile determinare la frequenza di vibrazione caratteristica di ognuno dei 26 siti investigati.

Sono stati consultati altresì i seguenti elaborati:

- La Relazione geologica datata 1984 redatta dal Prof. Geol. Franco Ortolani relativa allo studio geologico del vigente P.R.G.;
- le carte tematiche Geolitologica, della Stabilità, Idrogeologica, del Rischio Sismico e di Ubicazioni delle indagini geognostiche relative al vigente P.R.G. del 1984;

➤ Carta Inventario delle Frane” dell’Autorità di Bacino dell’Interregionale del Fiume Sele redatta nel Maggio 2009;

➤ Carta Geologica d’Italia scala 1:100.000 Foglio 199 “Potenza” e relative note illustrative.

In questo modo si ritiene che i dati raccolti sono ampiamente sufficienti per caratterizzare il territorio comunale dal punto di vista geologico, geotecnico, sismico ed idrogeologico.

In definitiva per la ricostruzione delle condizioni geologiche del sottosuolo del territorio comunale di Polla sono state utilizzate n°43 geostratigrafie che, attraverso opportune interpretazioni geologiche, hanno permesso di fornire un quadro tridimensionale del sottosuolo investigato sufficientemente dettagliato ai fini della pianificazione urbanistica generale.

Infatti, essendo l'estensione totale del territorio comunale pari a 47 Km², si ha circa 1 sondaggio ogni Km². Le suddette ricostruzioni, esemplificative delle tipiche condizioni geostatografiche del territorio comunale, sono riportate in sintesi nelle relative sezioni geologiche come riportate nella Carta Geologica.

4 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL’AREA DI STUDIO

Il territorio comunale di Polla si trova all'imbocco settentrionale del Vallo di Diano, in una pianura solcata dal fiume Tanagro, affluente del Sele, a 460 m di altitudine. Due catene montuose delimitano la configurazione del paese: ad oriente i monti della Maddalena, che rappresentano il contrafforte orientale dell'intero Vallo di Diano, ad occidente il rilievo di San Tommaso, estrema propaggine meridionale del gruppo Alburno. Polla è limitato a N e NW dai Comuni di Auletta e Pertosa, verso NE da Caggiano e dai comuni lucani di S. Angelo le Fratte e Brienza. A Sud il limite è rappresentato dal territorio comunale di Atena Lucana mentre a SW dal comune di Sant'Arsenio e Corleto Manforte. Polla è inserito nell'elenco dei comuni parzialmente montani ed è classificato precisamente come territorio afferente ad una zona di collina interna. La superficie totale è di circa 47 km², il centro abitato principale si trova a quota di 460 metri s.l.m. e la popolazione residente al 31 Dicembre del 2009 è di 5310 persone.

5 – DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

5.1 - Inquadramento storico della sismicità di sito

Nel corso dei secoli il territorio del Comune di Polla è stato teatro di eventi sismici di importante rilevanza.

Il Comune di Polla rientra infatti nella zona a più alta sismicità della Regione Campania ed in particolare è stato oggetto di una riclassificazione Sismica avvenuta attraverso il D.G.R. n°5447 del 07/11/02 che ne ha anche incrementato la classe di una categoria.

In figura si riporta la classificazione sismica regionale più recente, nella quale le zone in rosso sono quelle ad elevata sismicità (Zona 1).

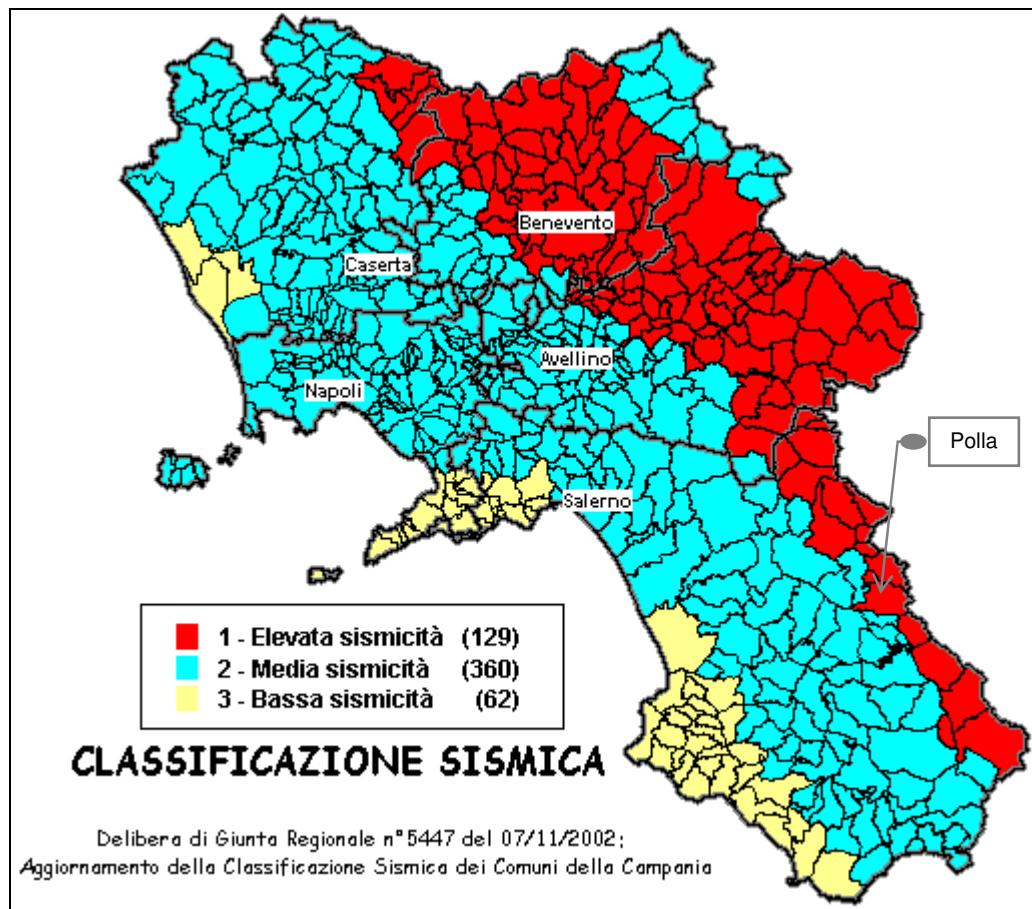


Figura 1

Anche per Polla, come per gli altri comuni dell'Irpinia, i terremoti del 1980 e del 1857 hanno particolarmente evidenziato l'elevata sismicità dell'area. Il territorio comunale, a seguito di tali eventi, in diverse zone, ha visto stravolgere la topografia locale ed alterare la capacità di drenaggio del suolo.

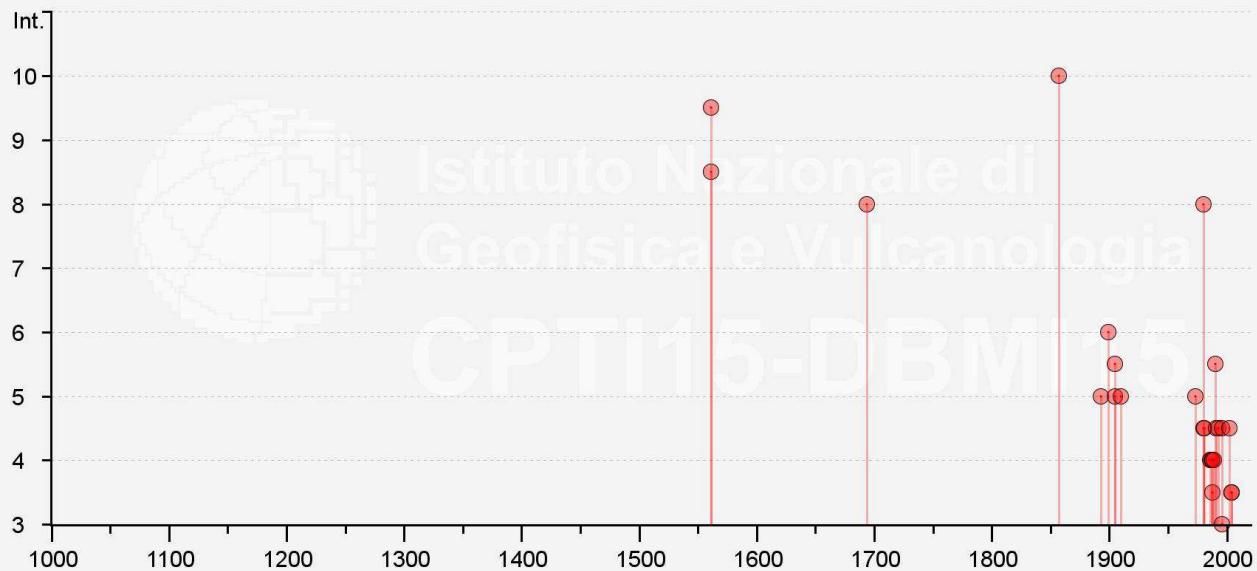
I cataloghi storici e strumentali documentano la notevole sismicità di questo territorio.

Di seguito si riporta l'interrogazione per parametri effettuata con il catalogo storico DBMI15 (realizzato a cura di Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>)

Storia sismica di Polla
[40.514, 15.494]
Numero di eventi: 31

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
Intensity	Anno Mese giorno Ora Min. Sec.	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8-9	1561 07 31 19 45	Vallo di Diano	22	9	6,34
9-10	1561 08 19 15 50	Vallo di Diano	32	10	6,72
8	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6,73
10	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7,12
5	1893 01 25	Vallo di Diano	134	7	5,15
NF	1895 07 19 09 45	Appennino lucano	23	5	4,21
6	1899 10 02 14 17	Polla	22	5-6	4,64
5-6	1905 06 29 19 49	Brienza	22	5-6	4,14
5	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6,95
5	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5,76
5	1973 08 08 14 36 26.00	Appennino campano-lucano	29	5-6	4,75
NF	1978 09 24 08 07 44.00	Materano	121	6	4,75
4-5	1980 05 14 01 41	Alta Val d'Agri	26	5-6	4,83
8	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
4-5	1981 11 29 05 06 45.00	Potentino	14	5	4,51

4	1986 07 23 08 19 50.87	Potentino	48	6	4,61
4	1987 01 28 05 33 21.76	Potentino	62	5	4,54
3-4	1988 01 08 13 05 46.75	Pollino	169	7	4,7
4	1988 01 12 23 01 00.68	Cilento	74	6	4,52
4	1989 05 29 11 19 10.75	Appennino lucano	77	5	4,34
5-6	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
4-5	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5,08
NF	1992 07 02 11 03 34.57	Appennino campano-lucano	15	4-5	3,23
4-5	1993 08 16 06 40 40.69	Appennino campano-lucano	22	5	3,67
4-5	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4,9
3	1996 07 16 12 46 14.75	Irpinia	37	5	3,45
NF	1998 04 26 05 38 05.59	Potentino	67	4-5	3,76
4-5	2002 04 18 20 56 48.67	Appennino lucano	164	5	4,34
3-4	2004 02 23 19 48 45.19	Appennino lucano	107	4-5	3,82
3-4	2004 02 24 05 21 26.53	Appennino lucano	140	5	4,21
2	2004 03 03 02 13 25.39	Tirreno meridionale	104	5	4,55

Polla (SA)**Figura 1-** Grafico dei principali eventi documentati per il comune di Polla con Intensità > di 4

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
La Torre	1	4
Pertosa	19	5
Sant'Arsenio	22	5
Caggiano	32	6
Sant'Angelo le Fratte	26	6
San Pietro al Tanagro	14	7
Auletta	25	8
Savoia di Lucania [Salvia]	13	8
Atena Lucana	18	8
Salvitelle	16	9
San Rufo	15	9
Vietri di Potenza	31	10

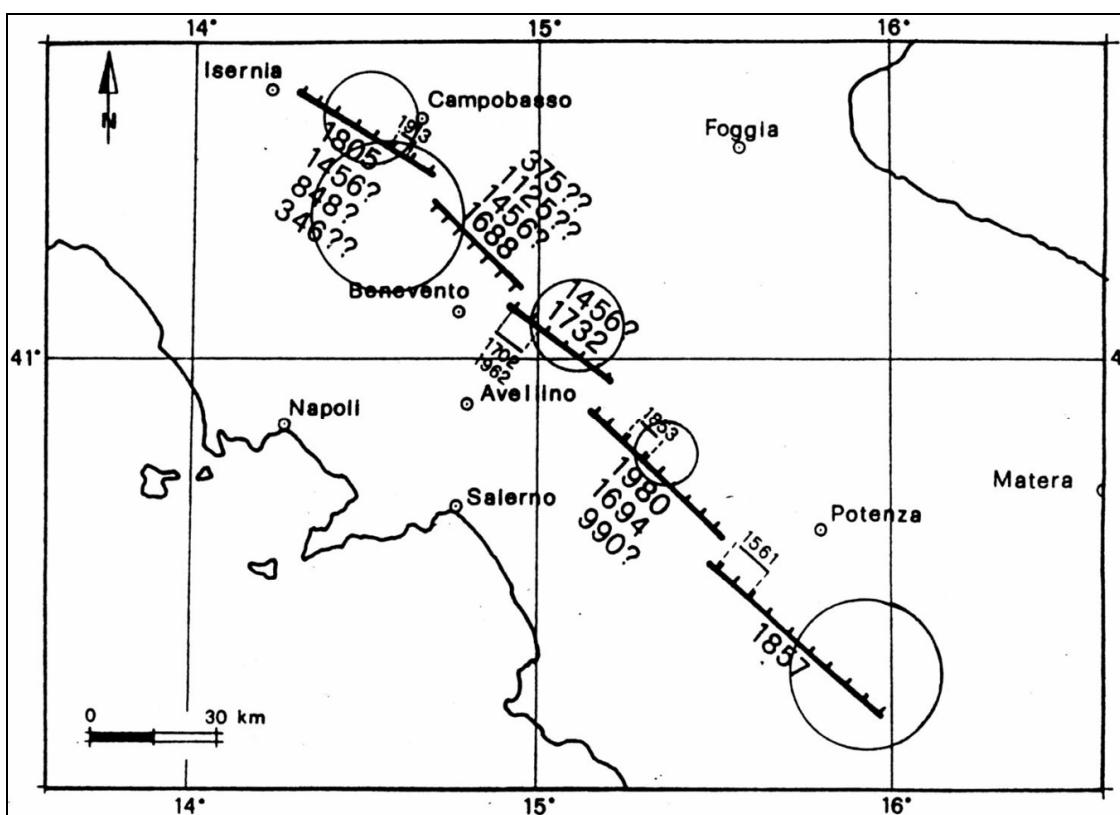


Figura 2 - Localizzazione dei segmenti di faglia associati ai terremoti che identificano la cosiddetta faglia sud-appenninica. I simboli circolari rappresentano la localizzazione dei cinque terremoti secondo il catalogo del “Progetto Finalizzato Geodinamica” (1985); il diametro del simbolo è proporzionale al volume focale interessato stimato a partire dall’intensità epicentrale attraverso opportune leggi di conversione (Bath e Duda, 1964). Le linee a tratto più spesso indicano l'estensione della porzione di crosta presumibilmente interessata dalla fagliazione durante gli eventi sismici di maggiore rilievo, mentre le linee più sottili indicano i sottosegmenti attivati in occasione di eventi minori; i punti interrogativi indicano incertezza nell'occasione dell'evento ad una specifica struttura sismogenetica.

Di seguito si riporta la zona epicentrale del terremoto del 1857 ed i sistemi di faglie del tardo Quaternario in Val d'Agri e nel Vallo di Diano. Come si evince dalla cartografia anche il Comune di Polla, seppur marginalmente, rientra nella zona epicentrale.

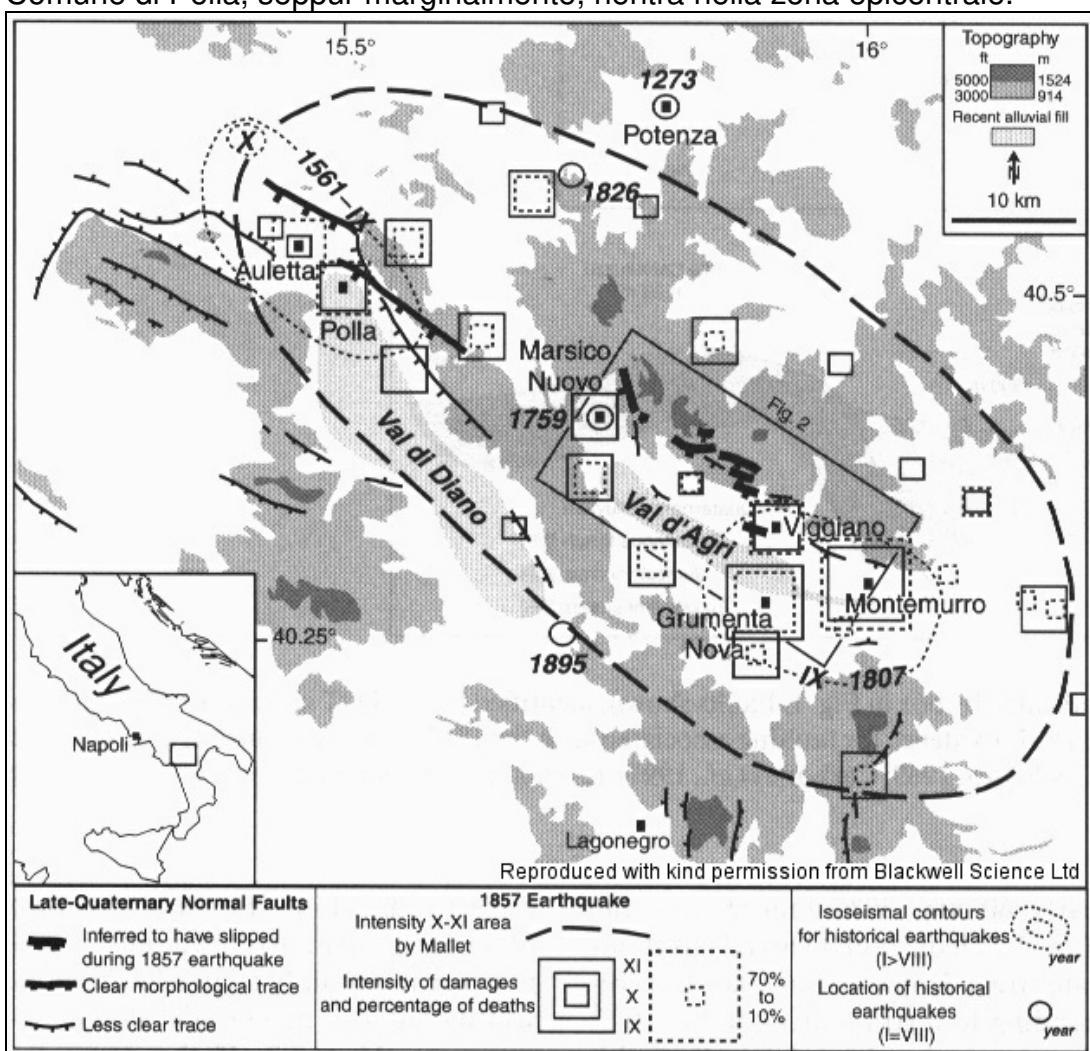


Figura 3 Zona epicentrale del terremoto del 1857 che mostra anche la localizzazione e l'intensità epicentrale di altri terremoti storici (da Benedetti et al. [1998]). La figura riporta anche la posizione dei sistemi di faglie del tardo Quaternario-in Val d'Agri e nel Vallo di Diano secondo Benedetti et al. [1998].

5.2 - Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

La pericolosità sismica, in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito, con una certa probabilità di eccedenza, in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo. E' chiaramente legata alle caratteristiche sismologiche del sito oggetto di studio, quali la distanza dalle sorgenti, le caratteristiche geologiche e topografiche del sito. E' quindi una caratteristica del territorio, indipendente dai beni e dalle attività umane eventualmente presenti su di esso.

L'azione sismica tuttavia è valutata a partire da una cosiddetta “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali del sito di riferimento con un sottosuolo rigido (di categoria di sottosuolo “A” ai sensi delle NTC08) e con superficie topografica orizzontale (categoria topografica “T1” ai sensi delle NTC08).

Il progetto S1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e del Dipartimento di Protezione Civile fornisce, tra le altre, la mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante.

Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell' O.P.C.M. 3519/2006 (G.U. n.105 dell'11 maggio 2006).

Si riporta di seguito il settore della MPS04 contenente il Comune di Polla (SA).

Per ogni punto della griglia di calcolo (che ha una densità di 20 punti per grado, circa un punto ogni 5 km) sono oltre 2200 i parametri che ne descrivono la pericolosità sismica.

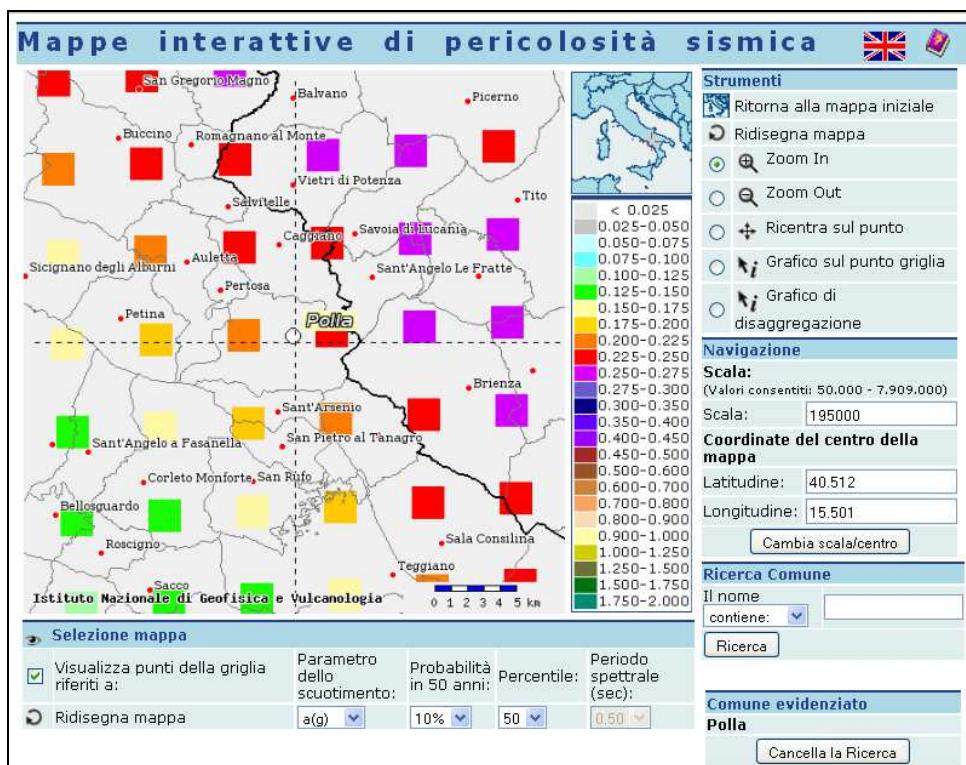


Figura 4

Pericolosità sismica riferita a suoli rigidi con $V_s > 800 \text{m/s}$ con $T=0^\circ$

Scala 1:195000 - Lat. 40.512° - Long. 15.501° - Parametro dello scuotimento: a(g) - Probabilità in 50 anni: 10% - Percentile: 50°.

Dalla carta si evince che il territorio comunale di Polla presenta **un'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, su suolo rigido e pianeggiante, compresa tra 0.175 e 0.250g**.

Tale valore è stato ottenuto calcolando la media tra le accelerazioni attribuite ai nove nodi della suddetta griglia che circondano il territorio urbanizzato.

Un valore così elevato dell'accelerazione al suolo è dovuto alla notevole vicinanza dei territori comunali con la zona sismogenetica denominata ITCS034 Irpinia-Agri Valley ed alle faglie attive ad essa collegate.

Di seguito si riporta la regione geografica d'interesse, dove le linee blu indicano la distanza del centro storico dell'abitato di Polla rispetto alle principali sorgenti sismogenetiche catalogate dall'INGV (linee arancioni e riquadri in giallo).

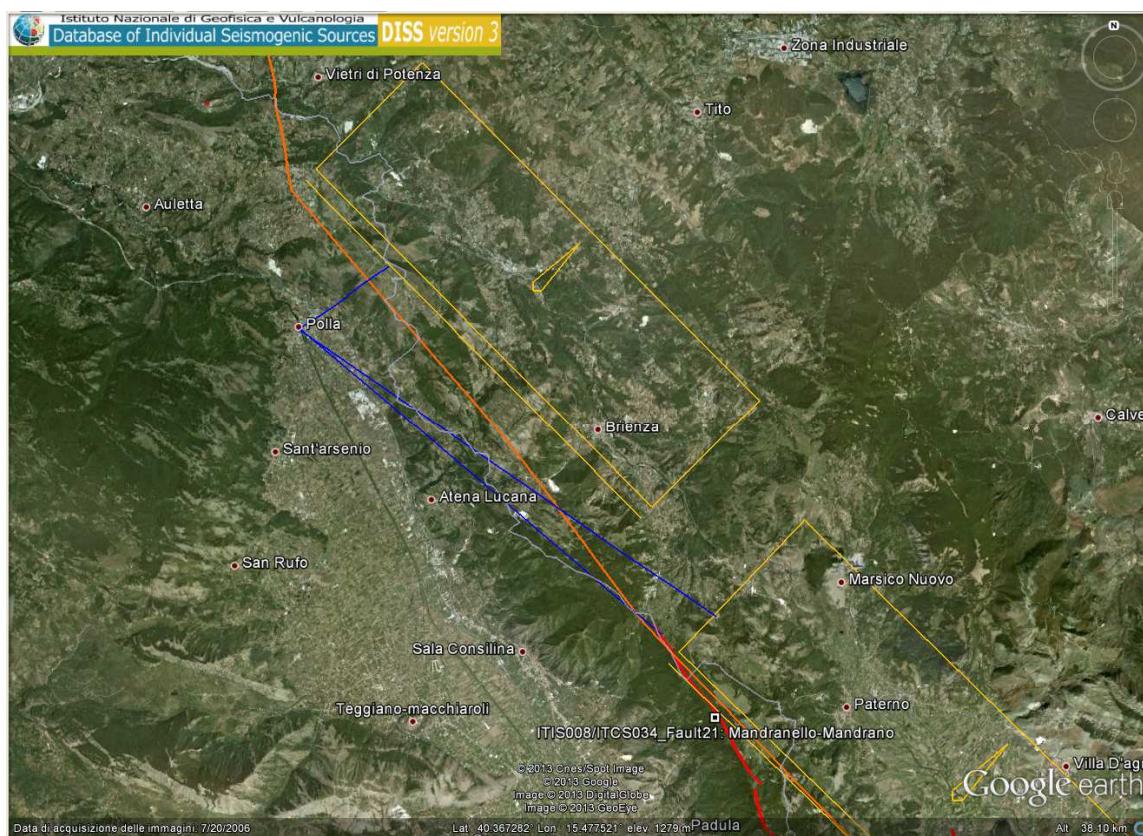


Figura 7 - Localizzazione del Comune di Polla su Google earth rispetto alle sorgenti sismogenetiche più vicine catalogate sul DISS.

ITCS034 è una sorgente che si estende nel tratto dell'Appennino meridionale tra l'Irpinia e le aree a Nord Ovest della Basilicata,in particolare, lungo il lato Sud delle rive dell'alto Sele e l'alta valle del fiume Agri che si trova ad ovest della città di Potenza.

ITCS034 è una delle principali strutture in direzione NW-SE dell'Appennino meridionale ed è caratterizzata da un alto angolo d'immersione (Dip). Da studi statistici (Mantovani et al., 1987; Albarello et al., 1988) si è ottenuto un quadro tettonico dell'area d'interesse (comprendente la sorgente ITCS034) che mette in luce una zona tettonica a regime prevalentemente distensivo con direzione NW-SE ($260^\circ < \text{Rake} < 280^\circ$).

Di seguito sono tabulati i parametri caratteristici della sorgente:

Codice	ITCS034
Nome	Irpinia-Agri Valley
Compilato da	Fracassi, U.
Ultimo aggiornamento	20/05/2010

Tabella 1

Parametri	Evidenze
Prof. Min (km)	1 Basati su dati geologici e sismici di vari autori.
Prof. Max (km)	14 Basati su dati geologici e sismici di vari autori
Azimut (Strike) (deg)	300 - 320 Basati su dati geologici e sismici di vari autori
Angolo di immersione (Dip) (deg)	50 - 70 Basati su dati geologici e sismici di vari autori
Angolo di scorrimento (Rake) (deg)	260 - 280 Basati su dati geologici e sismici di vari autori
Vettore scorrimento sismico (Slip) (mm/y)	0.1 - 1 Valori assunti da vincoli geodinamici
Magnitudo Max (Mw)	6.8 Derivata dalla magnitudo massima attribuita alle sorgenti singole.

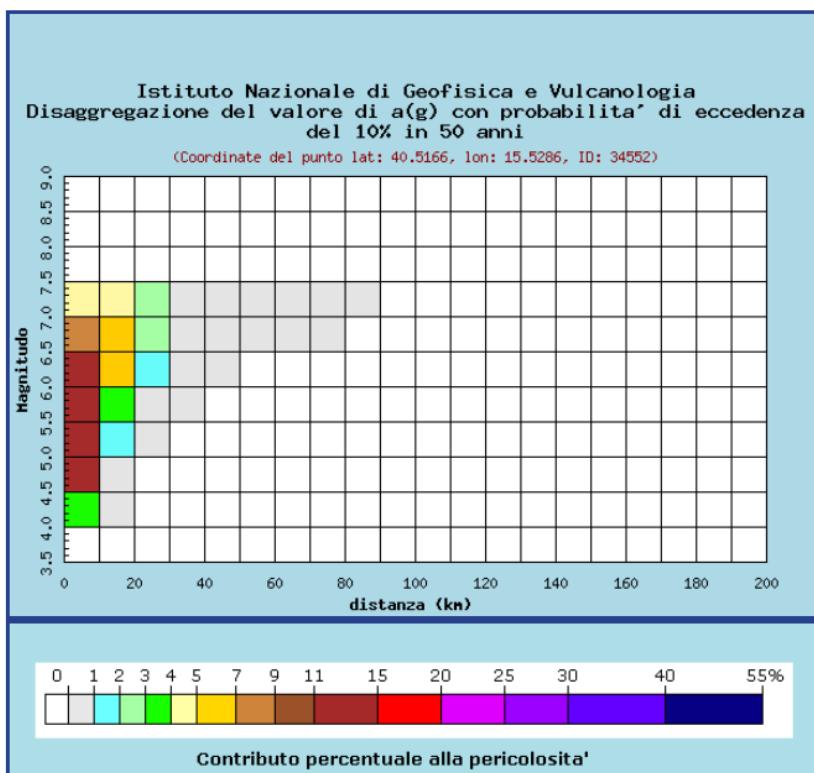
Tabella 2

Risulta interessante anche osservare i valori di disaggregazione riportati per i nove nodi adiacenti al Comune di Polla.

La disaggregazione permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce

maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. L'INGV in particolare fornisce il valore della disaggregazione tridimensionale in M-R- ξ dove ξ rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R.

Nel presente lavoro si è scelto di fare riferimento ai valori di disaggregazione indicati per i nove nodi limitrofi al Comune di Polla e con questi calcolare un valore medio che fosse rappresentativo del sito stesso. Di seguito si riportano i valori:



Comune di Polla (SA)	Dicembre2018 - "Studio Geologico di aggiornamento del P.R.G. al P.U.C."
----------------------	---

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 40.5166, lon: 15.5286, ID: 34552)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	3.530	11.400	13.800	14.000	12.000	8.970	4.430	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.031	0.513	1.850	3.780	5.690	6.780	4.710	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.041	0.480	1.310	2.320	2.140	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.194	0.586	0.696	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.177	0.271	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.052	0.103	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.035	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.970	8.860	0.647

Per gli altri otto nodi si riportano solo i valori medi:

Nodo (lat: 40.5677, lon: 15.4643, ID: 34329):

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.970	9.040	0.649

Nodo (lat: 40.5666, lon: 15.5301, ID: 34330):

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.000	8.440	0.683

Nodo (lat: 40.5178, lon: 15.4628, ID: 34551):

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.020	11.500	0.696

Nodo (lat: 40.5654, lon: 15.5959, ID: 34331):

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.020	8.340	0.704

Nodo (lat: 40.5154, lon: 15.5943, ID: 34553):

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.000	8.420	0.688

Nodo (lat: 40.4678, lon: 15.4613, ID: 34773):

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.190	16.800	0.902

Nodo (lat: 40.4666, lon: 15.527, ID: 34774):

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.030	11.200	0.714

Nodo (lat: 40.4654, lon: 15.5927, ID: 34775):

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.980	8.730	0.665

In questo caso volendo attribuire valori medi al Comune di Polla si otterrebbero i seguenti valori di Magnitudo – Distanza - Epsilon:

Valori medi Comune di Polla		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.020	10.108	0.705

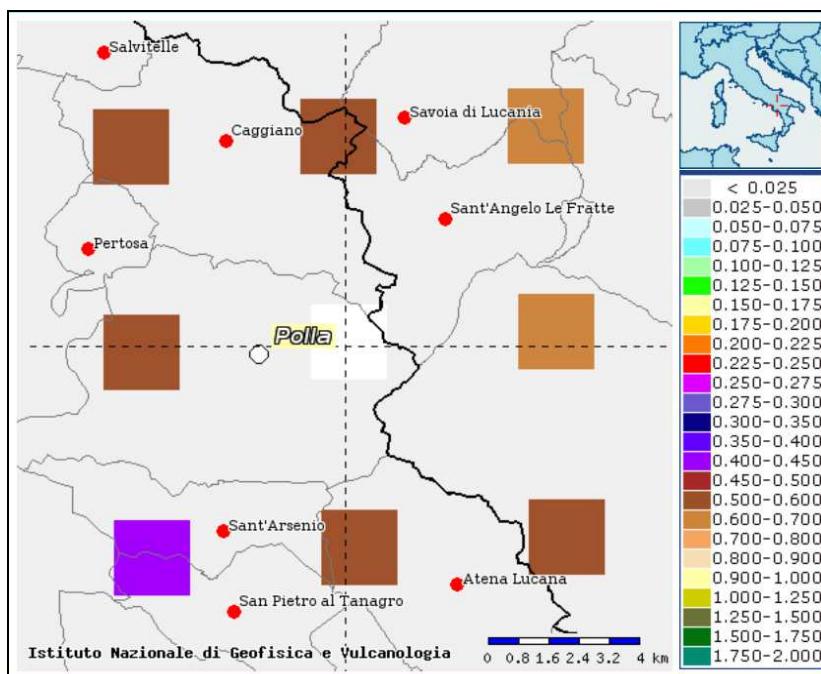
Come si evince dall'ultima tabella la magnitudo media con la quale un evento sismico potrebbe riproporsi nella zona circostante (raggio di circa 10 Km) il territorio del comune di Polla presenta un valore piuttosto alto pari a M=6.02.

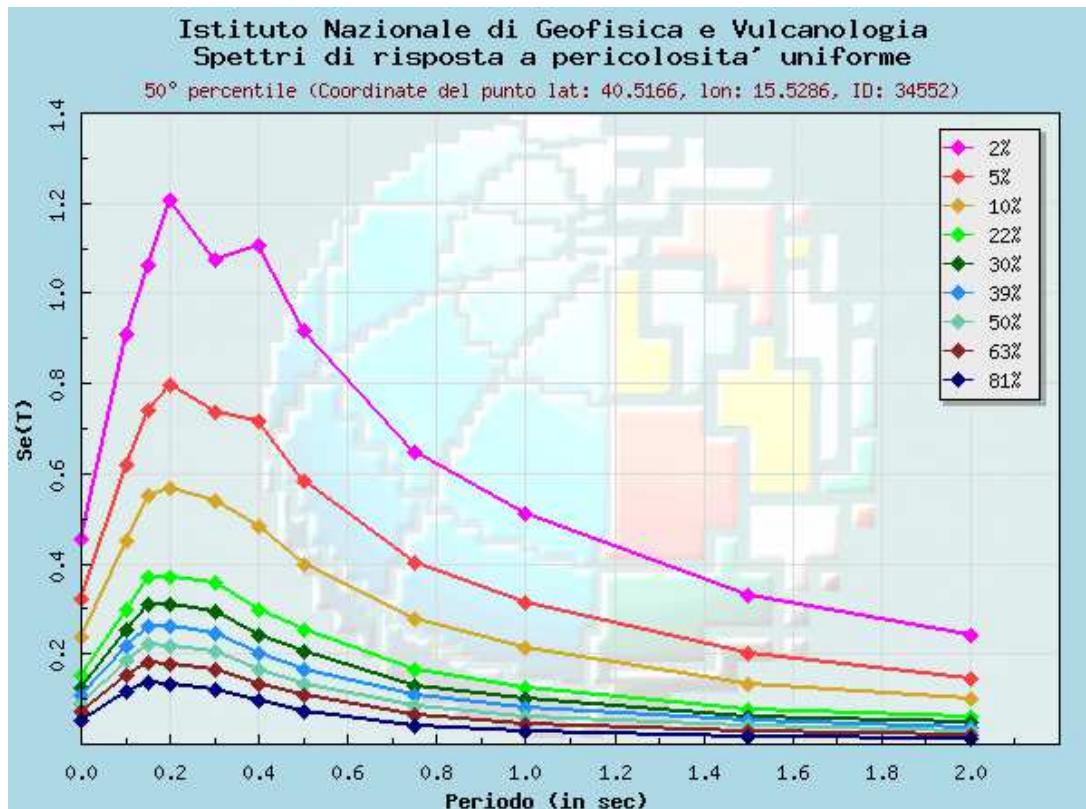
Altro valore importante da considerare è quello assunto dallo spettro elastico di risposta (Se) al variare del periodo. Esso è il luogo matematico dei picchi della risposta in accelerazione di una famiglia di oscillatori semplici ad un grado di libertà, ciascuno con un valore diverso del periodo fondamentale e con un prefissato valore di smorzamento strutturale (5%). Anche in

questo caso sono stati esaminati i valori ottenuti per i nove nodi più vicini al Comune di Polla e si è scelto, anche in questo caso vista anche la simmetria delle caratteristiche spettrali, di usare come stima il valore medio.

In particolare tale valore medio è stato ottenuto valutando i valori centrali nella zona dello spettro che presentava un andamento più costante.

Di seguito la mappa di pericolosità sismica riferita agli spettri elastici di risposta con una probabilità di superamento in 50 anni del 10% ed un periodo di 0.2 s, dove quest'ultimo valore rappresenta il valore per il quale mediamente lo scuotimento al suolo risulta essere più alto.





Prob. di ecc. in 50 anni	Spettri di risposta a pericolosita' uniforme										
	50° percentile (Coordinate del punto lat: 40.5166, lon: 15.5286, ID: 34552)										
	Periodo (in sec)										
	0.00	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00
2%	0.4529	0.9074	1.0622	1.2069	1.0752	1.1050	0.9183	0.6484	0.5095	0.3281	0.2429
5%	0.3207	0.6215	0.7418	0.7964	0.7361	0.7142	0.5822	0.4033	0.3145	0.2008	0.1444
10%	0.2360	0.4487	0.5499	0.5653	0.5379	0.4824	0.3976	0.2763	0.2123	0.1330	0.1007
22%	0.1528	0.2974	0.3687	0.3698	0.3588	0.2978	0.2535	0.1657	0.1243	0.0776	0.0615
30%	0.1264	0.2523	0.3089	0.3078	0.2945	0.2423	0.2038	0.1295	0.1005	0.0623	0.0492
39%	0.1067	0.2170	0.2622	0.2609	0.2455	0.2020	0.1663	0.1074	0.0810	0.0506	0.0380
50%	0.0886	0.1844	0.2201	0.2188	0.2039	0.1657	0.1340	0.0855	0.0617	0.0387	0.0279
63%	0.0728	0.1547	0.1815	0.1786	0.1653	0.1328	0.1071	0.0630	0.0454	0.0290	0.0191
81%	0.0538	0.1173	0.1365	0.1347	0.1192	0.0974	0.0743	0.0406	0.0273	0.0166	0.0105

Per i successivi nodi si riportano solo i valori dello Se(T) a 0.2 s con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Nodo ID 34551 (40.5178; 15.4628)

Se (T=0.2 s)= 0.5042

Nodo ID 34329 (40.5677; 15.4643)

Se (T=0.2 s)= 0.5582

Nodo ID 34330 (40.5666; 15.5301)

Se (T=0.2 s)= 0.5970

Nodo ID 34331 (40.5654; 15.5959)

Se (T=0.2 s)= 0.6121

Nodo ID 34553 (40.5154; 15.5943)

Se (T=0.2 s)= 0.6003

Nodo ID 34775 (40.4654; 15.5927)	Se (T=0.2 s)= 0.5784
Nodo ID 34774 (40.4666; 15.527)	Se (T=0.2 s)= 0.5185
Nodo ID 34773 (40.4678; 15.4613)	Se (T=0.2 s)= 0.4478

Dunque il valore medio ottenuto per il Comune si Polla risulta:

$$\text{Se (T=0.2 s) medio} = 0.5535$$

Anche questo valore risulta evidentemente alto, ma non particolarmente diverso da quello atteso per una zona ad elevata sismicità quale è il territorio del Comune di Polla.

In ultima analisi si riporta un confronto tra i modelli di faglia proposti dal database del DISS e il modello ottenuto come *best fitting* delle analisi sismologiche effettuate da Lucente et al.(2005)

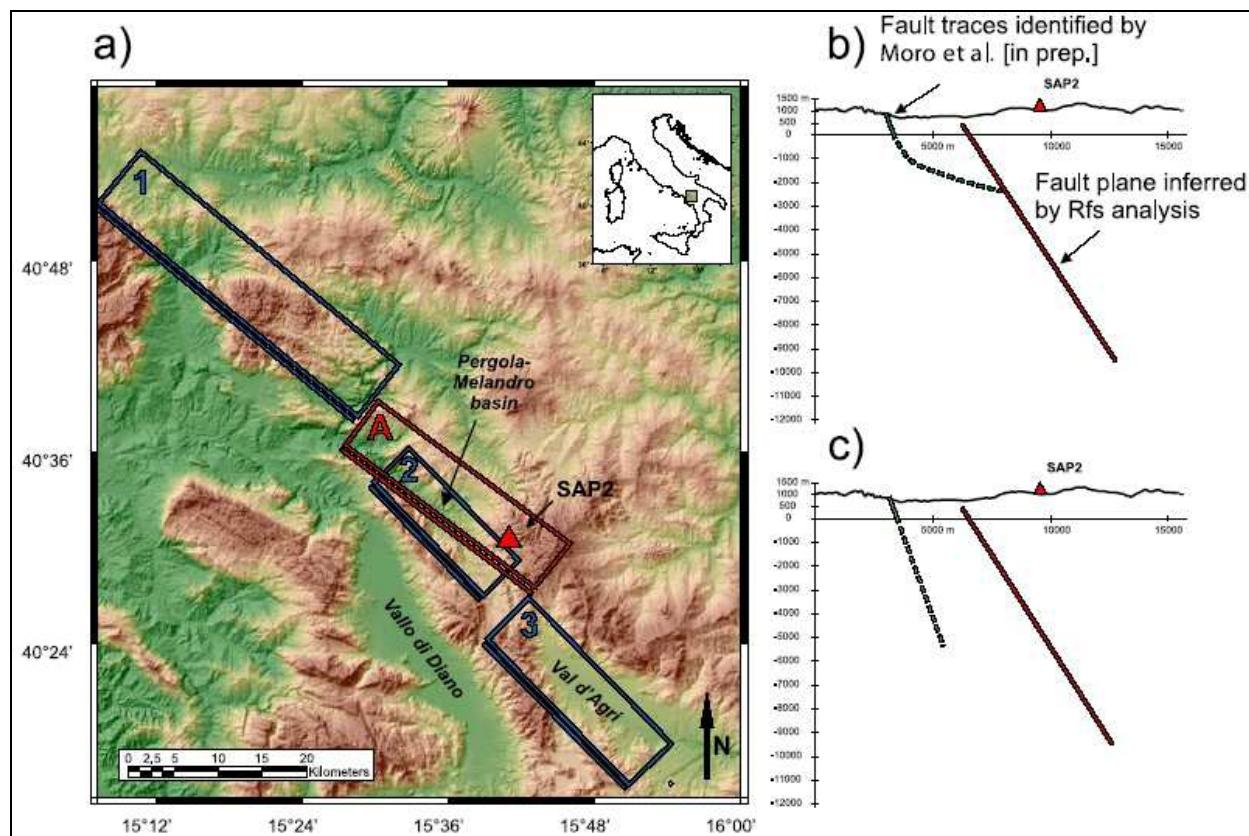


Figura 5

Nella figura 12a) sono mostrati i piani di faglia dedotti con l'analisi RF (riquadri rossi) rispetto alle stazioni SAP2 (triangoli rossi) ed i piani di faglia individuati dal DISS (riquadri blu) [Valensise e Pantosti,2001]. I riquadri 1 e 3 rappresentano rispettivamente le sorgenti sismogenetiche del terremoto del 1980 e del 1857.

Nella figure 12b) e 12c) sono mostrate le due strutture in sezione ipotizzate in corrispondenza della stazione SAP2: la prima è rappresentata da un sistema composto da una faglia normale (linea rossa) ed una faglia secondaria a carattere distensivo (linea verde tratteggiata); la seconda struttura è rappresentata da due faglie normali (linea verde e rossa) appartenenti ad uno stesso sistema di faglie.

Come risulta anche da quest'ultimo modello moltissime sono le questioni ancora aperte e non del tutto chiare relativamente alle sorgenti sismogenetiche della zona sud- appenninica, come moltissimi sono gli studi in corso; tuttavia è ben chiaro che la pericolosità sismica che caratterizza questi territori deve e dovrà essere costantemente monitorata e aggiornata attraverso le nuove tecniche d'indagine ed i nuovi modelli ipotizzati affinché si possa ottenere quanto più possibile un quadro realistico e completo del territorio.

Resta inoltre da sottolineare che a completamento di questa analisi della pericolosità di base nei prossimi paragrafi seguono le informazioni topografiche e geologiche che vanno a caratterizzare più nel dettaglio il quadro della sismicità locale e a motivare gli eventuali effetti di sito.

6 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI POLLÀ

Il territorio comunale è compreso fra le estreme propaggini meridionali dei Monti Alburni ad Ovest ed a Est dai Monti della Maddalena ed occupa l'estremità Nord – Occidentale del Vallo di Diano.

L'area di studio ricade nel contesto geomorfologico e tettonico dell'Appennino Campano–Lucano. Il substrato rigido di base è quindi rappresentato dai sedimenti carbonatici di età ceno–mesozoica formati dai depositi di piattaforma dell'Unità Alburno – Cervati ad Ovest e da quelli di scarpata dell'Unità Tettonica dei Monti della Maddalena. I terreni più antichi sono riferiti alle dolomie triassiche. L'unità carbonatica rappresenta, anche, il *bedrock sismico* di riferimento.

Oltre alle Unità Carbonatiche, si rivengono nell'area in esame anche litotipi riferibili ad Unità Terrigene costituiti da arenarie, argille, marne e calcareniti. Questi depositi flisciodi trasgressivi sono di età miocenica e presentano uno spessore di alcune centinaia di metri ed in parte, nell'area di studio, ricoprono le sottostanti rocce carbonatiche. Qui di seguito vengono dettagliate tutte le unità geologiche pre – quaternarie presenti nel territorio comunale così come riportato nel foglio 199 "Potenza" della Carta Geologica di Italia in scala 1:100000. :

- **T_s**: Dolomie stratificate bianche e grigie per lo più intensamente tettonizzate. Affiorante sui rilievi dei Monti della Maddalena (*Trias Superiore*)
- **L_i – T₆**: Calcareniti bianche e calcari conglomeratici. Affiorante sui rilievi dei Monti della Maddalena (*Infralias*);
- **G_{s – m}**: Calcari oolitici, calcareniti pseudoolitiche, calciruditi stratificate. Affiorante a monte del centro storico di Polla e sui rilievi dei Monti della Maddalena (*Malm – Dogger*);
- **C_{7 – 1}**: Alternanza di calcareniti e calciruditi a cemento spatico con frammenti di rudiste e calcilutiti biancastre ed avana. Affiorante a monte del centro storico di Polla (*Cretacico Sup. ed Inf.*);
- **E₁ – C₁₁** : calciruditi e calcareniti bianche e grigiastre con frammenti di rudiste. Affiorante a monte della zona industriale di Polla (*Eocene - Maastrichtiano*);

- **M₃ – 2 : FORMAZIONE DI M. SIERIO :** arenarie gialle e rossastre; calciruditi con ciottoli della sottostante serie calcareo – dolomitica; marne grigie e giallastre, subordinatamente argille verdagnole. Affiorante a monte del centro storico di Polla (*Langhiano*)

Le rocce carbonatiche risultano stratificate con vari sistemi di fratturazioni ed in parte tettonizzate. Inoltre presentano uno spinto carsismo superficiale e profondo. Nella zona si rilevano, infatti, varie forme carsiche tra cui vari inghiottiti, le cosiddette "Crive di Polla". Esse rappresentavano il recapito naturale del bacino lacustre pleistocenico instauratosi nel Vallo di Diano. Nei periodi di maggior piena queste depressione non riuscivano a smaltire tutta l'acqua, creando così ampie zone paludose. Questa area rappresenta una delle criticità geologiche dell'intero territorio comunale data la sua estensione.

L'evoluzione geologico – strutturale di questo settore dell'Appennino, inoltre ha contribuito a creare la depressione tettonica del Vallo di Diano. Tale morfotipo rappresenta un *graben* formatosi in seguito agli eventi tettonici occorsi durante il Pleistocene Inferiore. Essa si è originata durante il sollevamento dei Monti della Maddalena in destra orografica del F. Tanagro e dal gruppo dei Monti Alburni, Motola e Cervati in sinistra idraulica.

Numerosi sono i lineamenti tettonici rilevati nel territorio di Polla. Alcuni di essi sono stati individuati lungo il rilievo carbonatico su cui poggia parte del centro storico. Le principali di queste faglie sono fra di loro parallele con andamento N – S e vengono intersecate da fratture con direzione E – W. Nella Carta Geologica sono stati inseriti anche alcuni elementi lineari riferiti ai lineamenti tettonici presenti nell'area di studio. Il più importante è il segmento sepolto rientrante nel "Sistema di Faglia del Vallo di Diano" che rappresenta un faglia attiva diretta nel Quaternario così come riportato in letteratura² e nel Progetto ITHACA - Faglie Capaci (ITaly HAzard from CApable faults) che colleziona le informazioni disponibili sulle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione tettonica permanente in superficie, che interessano il territorio italiano. Tale faglia è ancora oggetto di studio per cui non si hanno ancora certezze riguardo la sua possibilità di causare anche rotture superficiali cosismiche. Ulteriori studi³ di geomorfologia applicata associano, però, la genesi e la progradazione dei conoidi nella piana sottostante all'attività tettonica recente.

² P.P. Bruno, L. Improta, A. Castiello, F. Villani, P. Montone "The Vallo di Diano Fault System: new evidence for an active range – bounding fault in southern Italy using shallow, high resolution seismic profiling" in "Bulletin of the Seismological of America, Vol. 100, No.2 pp 882 – 890, April 2010".

³ A. Ascione, A. Cinque "Le variazioni geomorfologiche indotte dalla tettonica recente in Appennino Meridionale" in "Il Quaternario Italian Journal of Quatrnay Sciences 16(1), 2003 – 133-140";

Infatti si è osservato che il loro progressivo spostarsi dagli sbocchi naturali verso la piana è stato dovuto ad un rallentamento dei tassi di subsidenza di origine tettonica. Quindi, nell'area, i fenomeni di impaludamento recenti di età borbonica possono essere associati ad una ripresa dell'attività tettonica delle faglie bordiere ("VDFS" Sistema di Faglia del Vallo di Diano. Nello schema seguente si vede come l'evoluzione del Vallo di Diano sia stata influenzata dall'azione congiunta della geomorfologia e della tettonica :

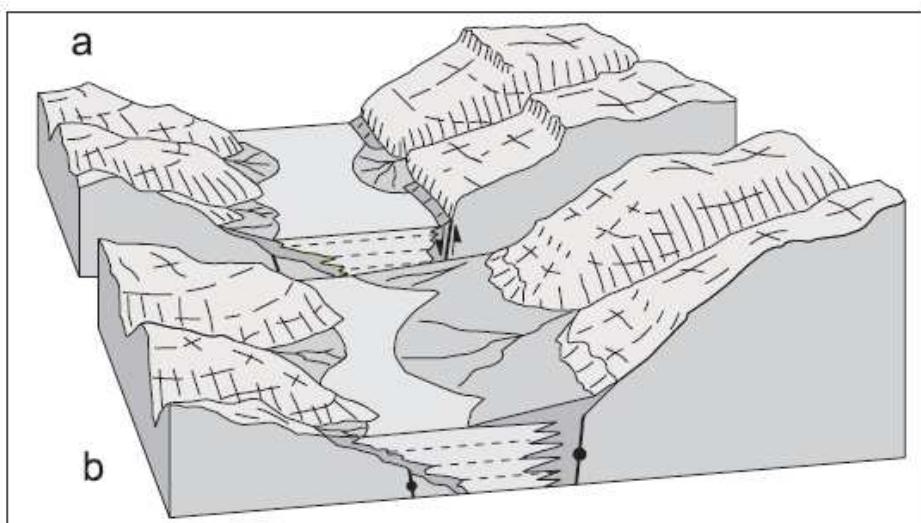


Fig. 4 - Evoluzione del Vallo di Diano durante la parte bassa del Pleistocene medio (a) e nel tardo Pleistocene medio - Olocene (b). (a): gli alti tassi di scorrimento del lineamento bordiero orientale vengono in parte compensati da aggradazione lacustre e dei conoidi; la sedimentazione di questi ultimi è confinata al margine attivo dove viene continuamente creato spazio. (b) il tasso di subsidenza è divenuto inferiore a quello della sedimentazione dei conoidi che possono progradare, confinando la sedimentazione lacustre all'opposto margine della conca.

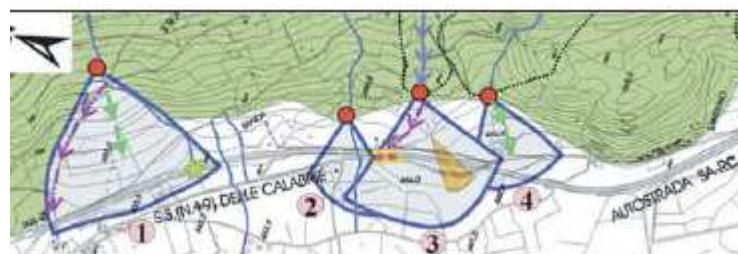
Per questa ragione si è deciso di classificare come Faglia Attiva Diretta Capace (per evidenze geomorfologiche) Incerta (ZAFc_b) i lineamenti tettonici sepolti al di sotto dei conoidi. Inoltre l'azione tettonica, innescando un innalzamento differenziato dei vari blocchi, ha provocato lo sbarramento del flusso idrico superficiale contribuendo alla creazione di un lago che si è andato colmando di depositi provenienti dallo smantellamento dei versanti carbonatici. Il bacino lacustre è perdurato fin quasi all'Olocene, trasformandosi in un bacino con caratteristiche più palustri.

I terreni quaternari che affiorano nell'area in esame sono, come già detto, formati principalmente dai depositi lacustri dell'antico lago pleistocenico e successivamente dalle alluvioni del Fiume Tanagro. Tali terreni sono costituiti da limi, limi-argillosi, argille lacustri (varve), argille marnose, sabbie, sabbie limose e sabbie ghiaiose. Questi litotipi raggiungono spessori anche dell'ordine di circa 700 metri nel centro della piana.

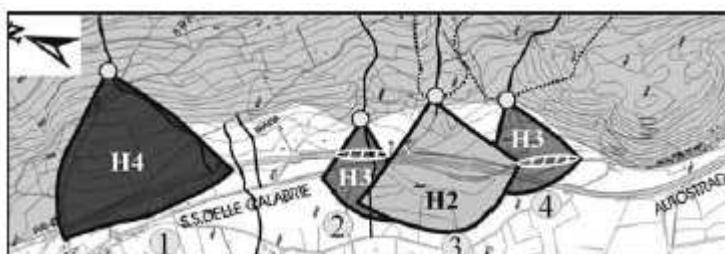
In prossimità della base dei versanti questi terreni si sovrappongono o vengono intercalati dai detriti calcarei provenienti dallo smantellamento dei versanti carbonatici. Tali sedimenti si

depositano ai piedi dei pendii rocciosi in forma di falda detritica o di conoidi coalescenti. I depositi possono quindi presentare caratteri eterogenei con livelli più propriamente ghiaioso – ciottoloso intercalati a facies sabbioso – limose.

Il rilevamento geomorfologico di dettaglio si è concentrato sull'estensione e sulla possibile riattivazione di questi conoidi in occasione di eventi meteo importanti. La bibliografia scientifica⁴ acquisita descrive tali morfotipi come attivi. Nel figura seguente, stralciata da lavoro scientifico citato sono mostrate le conoidi ricadenti nel territorio comunale di Polla :



Gli autori dopo una serie di valutazioni morfometriche sono giunti a definirne la pericolosità (da H1 ad H4 pericolosità da bassa a molto alta) :



Il rilevamento geomorfologico si è, quindi, incentrato sulla verifica di campo di questi dati scientifici. Gli scriventi si sono avvalsi anche del supporto di un drone per poter avere una visione di insieme più dettagliata dello sviluppo areale di questi corpi detritici. Dopo una serie di valutazione si è deciso di ridurre l'area di possibile invasione di questi morfotipi. Tale scelta si è basata soprattutto sulla presenza del rilevato dell'autostrada A2 che funge da barriera artificiale a questi conoidi.

Inoltre la stessa arteria autostradale è stata realizzata sfruttando proprio la dolce morfologia creata dagli accumuli dei conoidi verso la piana, isolando di fatto le zone di alimentazione da quelle di invasione. Esula da tale lavoro giudicare il rischio ricadente su tale importante via di

⁴ N. Santangelo, A. Santo, P.I. Faillace "Valutazione della pericolosità alluvionale delle conoidi del Vallo di Diano (Salerno, Italia Meridionale)" in "Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences 19(1), 2006 – 3-17".

collegamento del resto è già esistente e vigente la cartografia del PAI dell'ex Autorità di Bacino Campania Sud, agli scriventi spetta il compito di porre in evidenza la ricaduta che questa opera antropica ha sui conoidi individuati. Le uniche aree oggetto di possibili invasione a seguito di riattivazione sono state rilevate laddove sono presenti o sottopassi al di sotto del rilevato stradale o canali di deflusso delle acque meteoriche.

Nell'area oggetto di studio l'elemento idrografico più importante è rappresentato dal Fiume Tanagro che raccoglie la maggior parte dei deflussi idrici superficiali provenienti dal reticolo idrografico presente sui rilievi carbonatici.

Dal punto di vista idrogeologico si distinguono due Unità Idrogeologiche carbonatiche importanti. L'Unità dei Monti della Maddalena che si sviluppano da nord a sud del Vallo di Diano e ne rappresentano il principale acquifero la cui permeabilità varia in quanto costituito da litotipi sia calcareo sia dolomitici. La direzione di deflusso delle acque sotterranee è sia verso il Vallo di Diano sia verso la Val d'Agri.

Altra importante Unità Idrogeologica carbonatica è quella dei rilievi calcarei a monte dell'abitato di Polla che rappresentano le propaggini meridionali dei Monti Alburni. Essi sono costituiti essenzialmente da calcari e calcari dolomitici dove sono attivi, come già descritto, fenomeni carsici di notevole importanza anche nel territorio pollese denominati "Le Crive".

I terreni fliscoidi riferibili ai depositi terziari costituiscono l'impermeabile relativo.

Le altre Unità Idrogeologiche sono inquadrabili nei depositi quaternari accumulatesi nella depressione strutturale del Vallo di Diano ed alla base dei versanti in forma di talus/falda e conoidi.

La circolazione idrica profonda vede, quindi, il Vallo di Diano come recettore finale delle acque sotterranee provenienti dai massicci carbonatici che bordano tale depressione. Vi è, inoltre, una differenza di permeabilità nei rilievi orientali a causa della presenza di litologie dolomitiche che rientrano nell'Unità dei Monti della Maddalena. Le acque più superficiali ovvero quelle meteoriche e di infiltrazione vanno ad alimentare i depositi detritici ubicati nei tratti pedemontani che fungono da raccordo fra i rilievi e la piana. Inoltre nei depositi di piana si rileva la presenza di una falda sub-superficiale legata anche alle variazioni stagionali del Fiume Tanagro. In alcune aree leggermente depresse si può anche verificare l'affioramento della piezometrica.

La profondità della piezometrica è intorno ai 4,5 metri dal p.c. nel centro abitato di Polla, mentre nei sondaggi ubicati nell'area industriale tende ad abbassarsi mediamente intorno ai 7 metri dal p.c.

Comune di Polla (SA)	Dicembre2018 - "Studio Geologico di aggiornamento del P.R.G. al P.U.C."
----------------------	---

7 – INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE E MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Per la redazione del presente studio si sono utilizzati i dati geologici alla base dello studio relativo al Piano Regolatore Generale (P.R.G.) del 1984 commissionate dal Comune di Polla al prof. Franco Ortolani e al dott. Geol. Francescopaolo Di Donato. Inoltre si sono acquisiti ulteriori lavori pubblici e privati come già descritti. Si sono, poi, realizzati ulteriori due sondaggi a carotaggio continuo nelle nuove aree di espansione urbanistica.

Nella tabella qui di seguito si elencano le indagini utilizzate:

Sondaggi	Prove in sito tipo Nspt	Prove di laboratorio	Indagini geofisiche in foro tipo Down Hole	Indagini geofisiche di superficie tipo MASW	Misure di rumore del tipo HVSR
43	49	36	3	5	1

Nello specifico i sondaggi utilizzati saranno così rinominati:

CODICE SONDAGGIO	PROFONDITA' IN METRI DAL PIANO CAMPAGNA	ANNO DI ESECUZIONE SONDAGGIO	FONTE
P1	25,00	1984	PRG
P2	25,00	1984	PRG
P3	25,00	1984	PRG
P4	25,00	1984	PRG
P5	24,00	1984	PRG
P6	25,00	1984	PRG
P7	25,00	1984	PRG
P8	25,00	1984	PRG
P9	25,00	1984	PRG
P10	24,00	1984	PRG
P11	25,00	1984	PRG
P12	25,00	1984	PRG
P13	25,00	1984	PRG
P14	25,00	1984	PRG
P15	25,00	1984	PRG
P16	24,00	1984	PRG
P17	25,00	1984	PRG
P18	24,00	1984	PRG

Comune di Polla (SA)	Dicembre2018 - "Studio Geologico di aggiornamento del P.R.G. al P.U.C."
----------------------	--

P19	21,00	1984	PRG
P20	20,00	1984	PRG
P21	30,00	2007	Comune di Polla
P22	30,00	2007	Comune di Polla
P23	30,00	2007	Comune di Polla
P24	30,00	2009	Ente Parrocchia SS. Pietro e Benedetto
P25	30,00	2015	Comune di Polla
P26	30,00	2015	Comune di Polla
P27	21,00	2005	Comune di Polla
P28	21,00	2005	Comune di Polla
P29	21,00	2005	Comune di Polla
P30	30,00	2010	Committente privato
P31	12,00	2010	Committente privato
P32	24,00	2012	Committente privato
P33	30,00	2005	Committente privato
P34	30,00	2005	Committente privato
P35	30,00	2005	Committente privato
P36	30,00	2007	Committente privato
P37	30,00	2007	Committente privato
P38	30,00	2006	Committente privato
P39	30,00	2014	Committente privato
P40	30,00	2014	Committente privato
P41	20,00	2014	Committente privato

Da questi documenti che l'Amministrazione ha consegnato agli scriventi si sono ricavate informazioni di carattere geologico – tecnico dei terreni presenti nel territorio comunale.

Di tutti i sondaggi qui utilizzati quattro (P13/14/15/20) hanno intercettato il tetto alterato e fratturato del substrato carbonatico e due, invece, i litotipi miocenici (P3/4). Riguardo le prove eseguite durante le terebrazioni risulta che sono state realizzate prove del tipo SPT in foro.

I campioni sottoposti ad analisi di laboratorio sono stati prelevati dai terreni quaternari della zona di valle e pedemontane.

Le prove hanno riguardato la determinazione delle proprietà indice, delle caratteristiche fisiche e granulometriche, dei limiti di Atterberg e dei parametri geotecnici statici quali la

coesione e l'angolo di attrito efficaci e la valutazione del modulo edometrico e di compressione.

Le analisi granulometriche sono state utilizzate per la modellazione geologica necessaria alla realizzazione della Carta Geologico – Tecnica. Inoltre i limiti di Atterberg hanno permesso ulteriormente di classificare i litotipi limo-argillosi in base all'Indice di Plasticità e di Consistenza così da individuare in modo più dettagliato la classe litotecnica di appartenenza. I valori ottenuti dalle Nspt hanno consentito di definire lo stato di addensamento per i terreni granulari; questo, insieme alla valutazioni di carattere geologico e geomorfologico, hanno permesso di differenziarli per caratteristiche granulometriche ed ambiente di formazione.

Le indagini utilizzate mostrano che nell'area di piana al di sotto dei primi 4 – 6 metri dei depositi alluvionali e/o di riporto sono presenti litotipi argillosi compatti le cui caratteristiche meccaniche migliorano con la profondità. Inoltre è stata rilevata la presenza di una falda sub-superficiale a circa 4,5 metri dal piano campagna.

Il rilevamento geologico – tecnico effettuato ha portato alla determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche dell'ammasso carbonatico.

Si può, quindi, ottenere un modello geologico generale, riferito ai rapporti stratigrafici fra i principali litotipi presenti, delle aree interessate dal presente studio.

I terreni più recenti, sui quali si erge parte del centro abitato di Polla, sono rappresentati da sedimenti alluvionali, antichi e recenti, del Fiume Tanagro e lacustri dell'antico lago pleistocenico. Inoltre spostandosi dal centro delle valli verso le fasce pedemontane, questi terreni vengono ricoperti e/o interdigitati da depositi detritici e/o di conoide. Dalla bibliografia scientifica recente a disposizione risulta che lo spessore dei depositi alluvionali – lacustri, al centro della valle, è stimato oltre i 750 metri⁵. Nei sondaggi realizzati lungo la piana il substrato fliscioide o carbonatico non viene mai intercettato, mentre in quelli più spostati verso i lati del Vallo si rileva la porzione apicale molto alterata, con intercalazioni argillose, delle rocce carbonatiche. Inoltre, sempre dall'analisi delle carote, si può notare che il substrato carbonatico si rinviene al di sotto di una copertura media di circa 20 metri solo nella zona in destra del Fiume Tanagro, mentre nei sondaggi ai piedi dei versanti calcarei, su cui è ubicato il centro storico di Polla, non viene incontrato.

⁵ M. Barchi, A. Amato, G. Cippitelli, S. Merlini & P. Montone “*Extensional tectonics and seismicity in the axial zone of the southern Apennines*” in “*Boll. Soc. Geol. It. , Sp. Iussue No.7 (2007), pp 47 – 56*

I depositi flisciodi terziari, costituti da un alternanza di argille, marne ed arenarie fini, si rinvengono in affioramento a nord dell'area in esame, in sinistra idraulica del Tanagro, in località Cappuccini. Tali terreni hanno spessore di alcune centinaia di metri e sono trasgressivi rispetto alla sottostante formazione carbonatica.

7.1 – *Indagini integrative*

Al fine di ottenere un approfondimento delle conoscenze sulle caratteristiche sismiche del territorio studiato è stata inoltre condotta una campagna di indagini geofisiche integrative attraverso la realizzazione di n°26 acquisizioni di “microtremore o rumore sismico” a stazione singola del tipo HVSR. Con tale tipologia di indagine è stato possibile determinare la frequenza di vibrazione caratteristica di ognuno dei 26 siti investigati.

Tali indagini sono state eseguite nell'ambito dello *“Studio di Microzonazione Sismica di terzo livello (MS3) con analisi della Condizione Limite di Emergenza”*, i cui redattori sono i sottoscritti, che rientra in un progetto finanziato in parte dal Dipartimento Protezione Civile Nazionale ed in parte cofinanziato dal Comune di Polla ed è finalizzato alle attività di prevenzione del rischio sismico delle aree urbanizzate così previsto dalla Legge n°77/2009 che nel caso specifico è stata attuata attraverso la O.P.C.M n°4007/2012 ed il D.D. n°1279 del 27/10/2016 della Regione Campania.

Le suddette misure di microtremore sono state opportunamente correlate alle stratigrafie già acquisite nell'area di interesse, in modo tale da giungere anche ad una valutazione congiunta delle velocità delle onde sismiche di taglio Vs. Le ubicazioni di tali indagini sono riportate nella Carta delle Indagini ed, al fine di facilitare la lettura dei commenti dei risultati ottenuti, nell'ortofoto qui di seguito è riportata la loro ubicazione con la stessa numerazione utilizzata nel testo.



In particolare si nota una notevole omogeneità dei profili dei grafici HVSR con la presenza di deboli riflettori in superficie ed un picco importante di origine stratigrafica alla profondità di:

- ~ 21 metri con una corrispondente frequenza H/V di 6.16 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.77 nella prospezione n.1;
- ~ 40 metri con una corrispondente frequenza H/V di 2.5 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 3.47 nella prospezione n.2;
- ~ 16 metri con una corrispondente frequenza H/V di 5.31 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 1.79 nella prospezione n.3;
- ~ 250 metri con una corrispondente frequenza H/V di 0.53 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.85 nella prospezione n.4;

- ~ 25 metri con una corrispondente frequenza H/V di 6.25 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 3.15 nella prospezione n.5;
- ~ 54 metri con una corrispondente frequenza H/V di 2.56 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 4.53 nella prospezione n.6;
- ~ 80 metri con una corrispondente frequenza H/V di 4.38 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.22 nella prospezione n.7;
- ~ 18 metri con una corrispondente frequenza H/V di 6.47 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.7 nella prospezione n.8;
- ~ 64 metri con una corrispondente frequenza H/V di 4.38 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 3.44 nella prospezione n.9;
- ~ 64 metri con una corrispondente frequenza H/V di 3.13 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 7.71 nella prospezione n.10;
- ~ 290 metri con una corrispondente frequenza H/V di 0.2 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 1.7 nella prospezione n.11;
- ~ 55 metri con una corrispondente frequenza H/V di 3.66 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.9 nella prospezione n.12;
- ~ 86 metri con una corrispondente frequenza H/V di 1.56 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 6.4 nella prospezione n.13;
- ~ 23 metri con una corrispondente frequenza H/V di 7.69 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.14 nella prospezione n.14;
- ~ 82 metri con una corrispondente frequenza H/V di 1.5 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.27 nella prospezione n.15;
- ~ 81 metri con una corrispondente frequenza H/V di 1.72 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 3.44 nella prospezione n.16;
- ~ 90 metri con una corrispondente frequenza H/V di 1.22 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.72 nella prospezione n.17;
- ~ 90 metri con una corrispondente frequenza H/V di 1.16 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.56 nella prospezione n.18;
- ~ 50 metri con una corrispondente frequenza H/V di 2.13 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.16 nella prospezione n.19;
- ~ 38 metri con una corrispondente frequenza H/V di 3.13 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 6.16 nella prospezione n.20;

~ 45 metri con una corrispondente frequenza H/V di 2.16 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 3.86 nella prospezione n.21;

~ 80 metri con una corrispondente frequenza H/V di 1.56 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 3.3 nella prospezione n.22;

~ 97 metri con una corrispondente frequenza H/V di 1.25 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 3.21 nella prospezione n.23;

~ 75 metri con una corrispondente frequenza H/V di 1.41 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.99 nella prospezione n.24;

~ 80 metri con una corrispondente frequenza H/V di 0.97 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 1.95 nella prospezione n.25;

~ 89 metri con una corrispondente frequenza H/V di 0.78 Hz ed un'ampiezza della curva H/V pari a 2.98 nella prospezione n.26.

Lo si constata nei grafici "RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE" e "H/V SPERIMENTALE VS H/V SINTENTICO" per ogni elaborazione HVSR.

Il confronto tra i grafici spettrali e le colonne stratigrafiche ha mostrato una buona congruenza dei dati ed una buona correlabilità dei picchi con la stratigrafia dei primi 30 metri di sottosuolo oltre ad aver fornito informazioni sulla litologia profonda.

La curva sintetica H/V creata, applicando i riferimenti teorici, ha fornito un'idonea sovrapposizione con la curva misurata per ciascuna prospezione.

La bontà dell'indagine HVSR è testimoniata anche dal grafico "DIREZIONALITÀ DEL RAPPORTO H/V" (vedasi "*Relazione HVSR Polla.pdf*"): i massimi soddisfano le condizioni di isodirezionalità.

Attraverso il grafico "SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI" in ciascuna prospezione, l'andamento dello spettro della componente verticale (in magenta), in relazione a quello delle componenti orizzontali (in blu ed in verde), permette di avere un'indicazione sulla natura dei picchi evidenziati dal rapporto H/V nel grafico "RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE", ossia se di origine naturale o antropica.

Ebbene, i massimi significativi riscontrati ed evidenziati sono dei puri picchi lito-stratigrafici poiché si verificano lungo un non limitato range di frequenze:

- [2.5; 12] Hz nella prima prova sismica;
- [1.6; 5] Hz nella seconda;
- [1; 10] Hz nella terza;

- [0.25; 1.8] Hz nella quarta;
- [2.8; 12] Hz nella quinta;
- [1.2; 6] Hz nella sesta;
- [2.4; 8] Hz nella settima;
- [2.6; 13.5] Hz nell'ottava;
- [3.1; 9.8] Hz nella nona;
- [2; 6] Hz nella decima;
- [0.17; 0.9] Hz nell'undicesima;
- [2.8; 14] Hz nella dodicesima;
- [0.9; 2.5] Hz nella tredicesima;
- [3.6; 14] Hz nella quattordicesima;
- [1.3; 7] Hz nella quindicesima;
- [1; 2.6] Hz nella sedicesima;
- [0.6; 1.8] Hz nella diciassettesima;
- [0.8; 2.2] Hz nella diciottesima;
- [0.9; 3.1] Hz nella diciannovesima;
- [1.7; 7.1] Hz nella ventesima;
- [1.3; 5] Hz nella ventunesima;
- [0.7; 3] Hz nella ventiduesima;
- [0.8; 2.9] Hz nella ventitreesima;
- [0.5; 3] Hz nella ventiquattresima;
- [0.3; 2.6] Hz nella venticinquesima;
- [0.4; 1.4] Hz nella ventiseiesima.

La componente verticale, essendo minore di quelle orizzontali, nel grafico "SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI" in ogni singola indagine, determina nel range suddetto un incremento del rapporto H/V;

Le componenti spettrali orizzontali, nel grafico "SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI" precisamente in verde quella N-S ed in blu quella E-W, si rincorrono subparallele talvolta quasi indistinguibili;

In corrispondenza della f0 nei grafici "RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE" e "H/V SPERIMENTALE VS H/V SINTENTICO, si riscontra nel grafico "SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI" un minimo locale della componente spettrale verticale (in magenta), tipico marker stratigrafico, determinando così una forma ad ogiva;

Alla $2f_0$, nei grafici "RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE" e "H/V Sperimentale VS H/V Sintetico, il picco a campana si chiude ed al contempo nel grafico "SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI" sempre alla $2f_0$ si constata un massimo locale della componente verticale (in magenta).

Per tali motivi, i massimi suddetti sono dovuti alla stratigrafia del sottosuolo e non a disturbi antropici (che generano artefatti, presenti anch'essi in talune acquisizioni, ma ben distinti in fase di elaborazione ed interpretazione e di conseguenza separati, attutiti e non presi in considerazione, previo lisciamento) e rappresentano pertanto la f_0 , ossia la frequenza di risonanza fondamentale del picco H/V.

Alle alte frequenze in tutte le prospezioni, il rapporto H/V è sempre al di sotto di 2 con andamento debolmente sinuoso ed a tratti frastagliato.

In relazione alle considerazioni eziologiche relative alla natura dei picchi di cui sopra, si rinviene inoltre l'esistenza di altri picchi con rapporto $H/V > 1$ di origine lito-stratigrafica in talune indagini sismiche passive a stazione singola.

Nel dettaglio:

nella prospezione n.4, un massimo significativo è presente a 4.7 Hz nel range [3.6; 7] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 2.1 e che si attesta ad una profondità di ~ 56 metri;

nella prospezione n.12, un massimo significativo è presente a 0.22 Hz nel range [0.18; 0.32] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 1.7 e che si attesta ad una profondità di ~ 250 metri;

nella prospezione n.14, un massimo significativo è presente a 2.3 Hz nel range [1.2; 2.7] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 1.8 e che si attesta ad una profondità di ~ 63 metri ed un massimo significativo a 0.4 Hz nel range [0.2; 0.8] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 1.6 e che si attesta ad una profondità > 250 metri;

nella prospezione n.16, un massimo significativo è presente a 4.5 Hz nel range [3.1; 6.9] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 2.3 e che si attesta ad una profondità di ~ 31 metri ed un massimo significativo a 0.7 Hz nel range [0.2; 0.8] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 2.1 e che si attesta ad una profondità > 200 metri;

nella prospezione n.17, un massimo significativo è presente a 2.5 Hz nel range [2.1; 3.2] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 1.5 e che si attesta ad una profondità di ~ 35 metri;

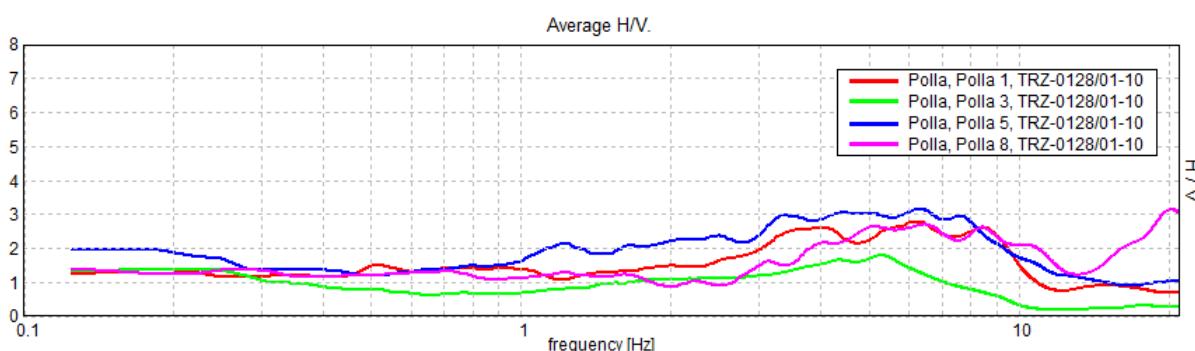
nella prospezione n.18, un massimo significativo è presente a 2.7 Hz nel range [2.2; 3.3] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 1.7 e che si attesta ad una profondità di ~ 35 metri;

nella prospezione n.20, un massimo significativo è presente a 7.8 Hz nel range [7; 9] Hz con ampiezza corrispettiva pari a 1.8 e che si attesta ad una profondità di ~ 18 metri.

Discorso diverso meritano le prospezioni n.11 e n.12. Queste sono state eseguite nel centro storico del paese sui sampietrini assai spessi e rigidi. Circa l'indagine n.11, il rapporto H/V, a causa della pavimentazione, risulta sempre < 1 per larghi intervalli di frequenza (a causa dell'estensione laterale dello strato rigido oltre che dal suo spessore), salvo aumentare al di sotto di 1 Hz (da non confondere con lo stesso effetto che si verifica nelle elaborazioni a $2f_0$ dove f_0 è la frequenza del picco H/V). Quantunque maggiormente complicato nell'individuazione di risonanze esistenti, in questi casi i picchi di risonanza vanno individuati osservando gli spettri delle singole componenti del moto. Precisamente, ancorché entrambe le componenti spettrali orizzontali, in verde quella N-S ed in blu quella E-W nel grafico "SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI", siano sovrastate dalla componente spettale verticale in magenta per un ampio intervallo di frequenze, è possibile, al di là del picco lito-stratigrafico già individuato ed evidenziato alle basse frequenze, carpirne un altro a ~ 3 Hz. Sebbene non sia né nitido, né assuma una forma ad ogiva. Discorso alquanto similare merita la misura n.12. Si è arrivati, al di là del picco alle basse frequenze che rispetta i canoni dell'individuazione lito-stratigrafica, a definire il picco a 3.66 Hz sopra descritto.

È vero che il rapporto H/V si colloca su ampiezze > 1 per l'intervallo di frequenza in questione, ma è anche vero che in tale circostanza la componente spettrale verticale non sempre sottostà a quelle orizzontali.

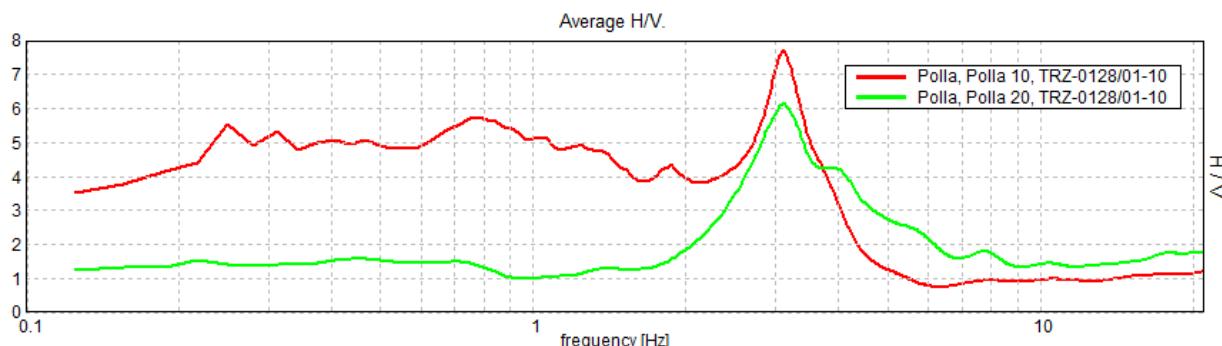
Nel grafico sottostante vengono confrontate, attraverso sovrapposizione, le curve sperimentali H/V ottenute dall'acquisizione delle prospezioni sismiche HVSR n.1, n.3, n.5, n.8.



Ebbene, l'andamento delle curve è del tutto similare in relazione sia alla frequenza del segnale (soprattutto per la prima e la quinta), sia al rapporto H/V nei massimi significativi (soprattutto per la prima e l'ottava). Si distacca alquanto la prospezione n.3 ove il picco è meno accentuato con A0 pari a 1.79 e con la frequenza di risonanza fondamentale di 5.31

Hz. Quando l'ampiezza del rapporto H/V risulta essere < 2 significa che il contrasto di impedenza ($Z = \rho * V_s$), prodotto della densità ρ e la velocità delle onde S è alquanto basso.

Nel grafico sottostante vengono inoltre confrontate, previa sovrapposizione, le curve sperimentali H/V ottenute dall'acquisizione delle prospezioni sismiche HVSR n.10, e n.20.

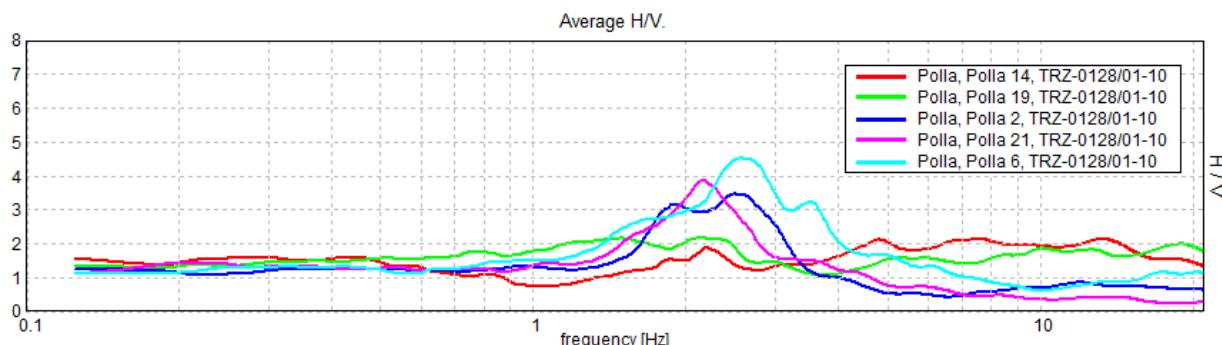


Ebbene, l'andamento delle curve permane pressoché identico in particolar modo con la coincidenza del valore della frequenza di risonanza pari a 3.13 Hz.

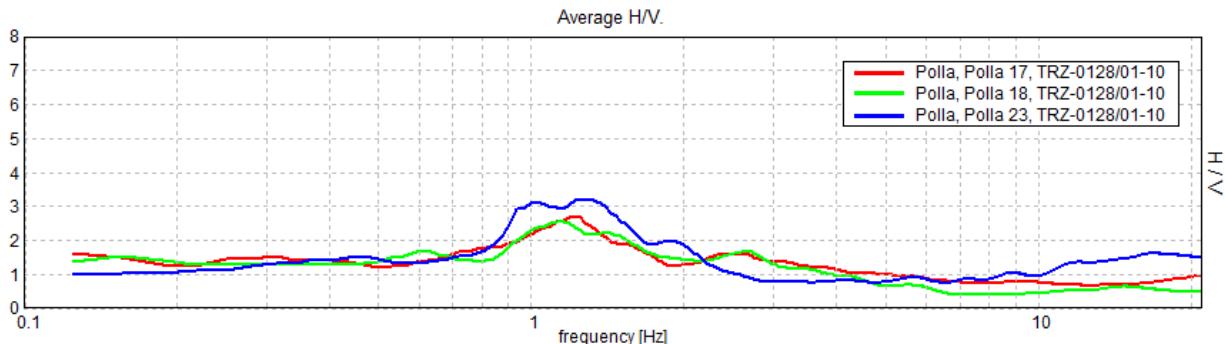
Nel grafico che segue sono altresì sovrapposte le curve sperimentali H/V ottenute dall'acquisizione delle prospezioni sismiche HVSR n.2, n.6, n.14, n.19, n.21.

Ebbene, l'andamento delle curve tende ad essere similare soprattutto con picchi pronunciati relativi alle misure n.2, n.6 e n.21, nella forma somiglianti (n.2 e n.6) e con f_0 quasi identica nella n.2 e nella n.6 (rispettivamente pari a 2.5 Hz e 2.56 Hz).

Circa invece la n.14, la n.19 e la n.21, queste risultano essere caratterizzate da differenze sostanziali nella forma ma con le f_0 quasi molto simili per tutte e tre le prospezioni citate e con bassi valori di ampiezza H/V per la n. 14 e la n.19, (rispettivamente di 1.8 e di 2.16), sintomo di un scarso contrasto di impedenza.



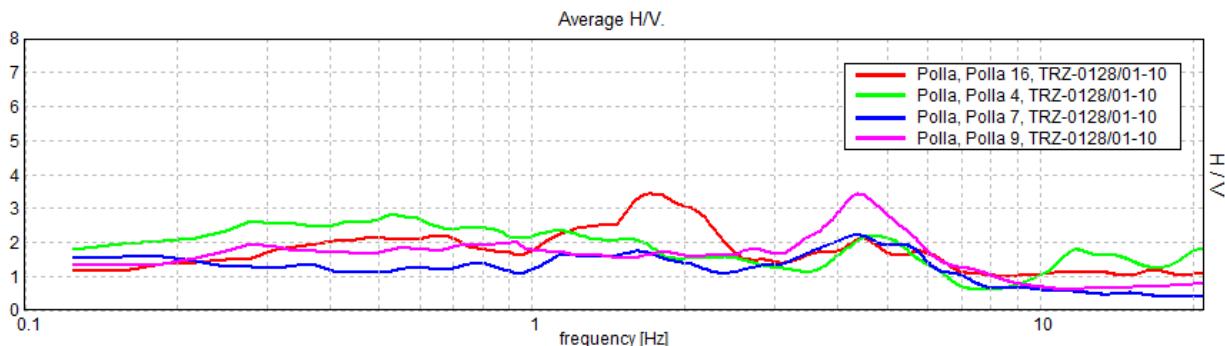
Nel grafico che segue sono altresì sovrapposte le curve sperimentali H/V ottenute dall'acquisizione delle prospezioni sismiche HVSR n.17, n.18 e n.23.



Ecco che si evince come entrambe le curve n.17 e n.18 si sviluppino seguendo quasi un identico andamento. Inoltre quasi coincidono sia la frequenza di risonanza fondamentale del picco H/V f_0 (1.22 Hz valore inherente alla prospezione n.17, 1.16 Hz valore inherente alla n.18), sia l'ampiezza della curva H/V alla f_0 , vale a dire A0 (2.72 valore relativo alla n.17, 2.56 valore riferito alla n.18). In aggiunta anche l'altro picco lito-stratigrafico si rinviene pressoché con le medesime caratteristiche. Vale a dire con una frequenza massima di 2.5 Hz per la n.17 e di 2.7 Hz per la n.18 con rispettivamente A0 pari a 1.5 e 1.7.

Anche la curva H/V n.23, pur discostandosi leggermente nella forma del picco più dilatato e con il valore di A0 più elevato, segue un trend simile. Il valore della propria f_0 , infatti, è 1.25 Hz.

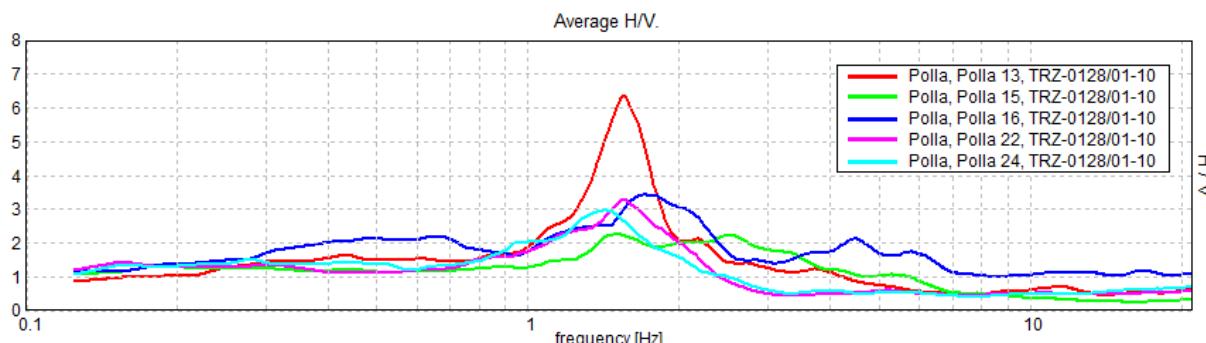
Nel grafico seguente vengono riportate le curve sperimentalali H/V ottenute dall'acquisizione delle prospezioni sismiche HVSR n.4, n.7, n.9 e n.16.



Le misure di sismica passiva a stazione singola in questione presentano una frequenza di risonanza del tutto comparabile sviluppandosi nello stesso range abbastanza dilatato.

Nella fattispecie la n.7 e la n.9 presentano la medesima f_0 vale a dire a 4.38 Hz. Ma, mentre la n.9 si assesta con un'ampiezza A0 corrispettiva ben evidente ed accentuata con un valore pari a 3.44, quella inherente alla n.7 invece si avvicina, similare e quasi coincidente con le ampiezze delle curve H/V alla frequenze f_0 delle n.4 e n.16. Infatti il valore della A0 della n.4 risulta essere di 2.1, quello della n.7 di 2.2 e infine quello della n.16 di 2.3.

Nel grafico sottostante vengono riportate le curve sperimentali H/V ottenute dall'acquisizione delle prospezioni sismiche HVSR n.13, n.15, n.16 e n.22 e n.24.



Le cinque curve H/V sovrapposte hanno uno sviluppo quasi similare, differenziandosi tra loro per alcune caratteristiche. La n. 13, la n. 15 e la n. 22 presentano in corrispondenza del picco lito-stratigrafico la medesima frequenza di risonanza del picco H/V (rispettivamente 1.56 Hz, 1.5 Hz, 1.56 Hz). Differiscono tra loro in ampiezza del picco H/V: il valore di A0 per la n.13 è nettamente accentuato e pari a 6.4. Anche la struttura del picco risulta differente per la n. 15, decisamente più esteso, con forma di plateau, e pertanto meno nitido. Viceversa quelli inerenti alla n. 13 ed alla n. 22 sono maggiormente evidenti, sviluppandosi in range di frequenze più ristretto così come il picco H/V della prospezione n.24 che, pur presentando una f_0 leggermente più bassa, attestandosi difatti con un valore pari a 1.41 Hz, presenta appunto un picco maggiormente nitido della n.15 con un valore A0 prossimo a quello della n. 22, vale a dire di 2.99. Infine, la misura di sismica passiva relativa alla postazione n.16 ha evidenziato che l'andamento della curva è sì similare ma alquanto sfalsata a frequenze più alte. Come si osserva dal grafico, la corrispettiva frequenza di risonanza del picco H/V ha un valore di 1.72 Hz, pur sviluppandosi in un range molto simile, ad eccezione della n.15.

Come si evince dalle elaborazioni suddette, picchi nitidi, ben definiti e significativi indicano un contrasto di impedenza conspicuo, picchi larghi, molto estesi a mo' di plateau indicano un passaggio lito-stratigrafico poco marcato, poco netto ma graduale.

A tal proposito: "Nel 2004 il progetto SESAME ha stabilito una serie di criteri – presenti alla fine di ogni elaborazione all'interno della relazione – per la valutazione della significatività dei picchi H/V. Si tratta di criteri di tipo statistico.

I primi tre riguardano l'affidabilità della curva nel suo insieme e la correttezza delle finestre temporali scelte per l'elaborazione. Tale parte è pertanto dedicata alla valutazione dell'attendibilità statistica della curva H/V. In pratica, individuata la frequenza del picco di risonanza, i tre criteri aiutano a verificare se la registrazione è stata effettuata per un periodo abbastanza lungo e analizzata per un numero sufficiente di intervalli di tempo adeguati.

La seconda parte che consta di sei criteri riguarda invece la valutazione della chiarezza del picco H/V, sia rispetto alle frequenze circostanti la f_0 che alla sua stabilità nei rapporti H/V delle singole finestre. In pratica viene analizzata la morfologia del picco e si valuta semplicemente se questi ha una forma geometricamente ben definita.

Questa parte dei test SESAME dimostra che solo un contatto netto tra litotipi diversi dal punto di vista meccanico genera picchi nitidi. Le transazioni graduali (per esempio roccia fratturata su roccia integra, passaggi da limo-argilloso a sabbia limosa, alternanza di lava con vario grado di alterazione et similia) generano più spesso amplificazione in una banda larga di frequenze. In questo caso eventuali non superamenti dei criteri SESAME non significano che non ci siano risonanze importanti ma solo che non si riscontrano picchi ben definiti.

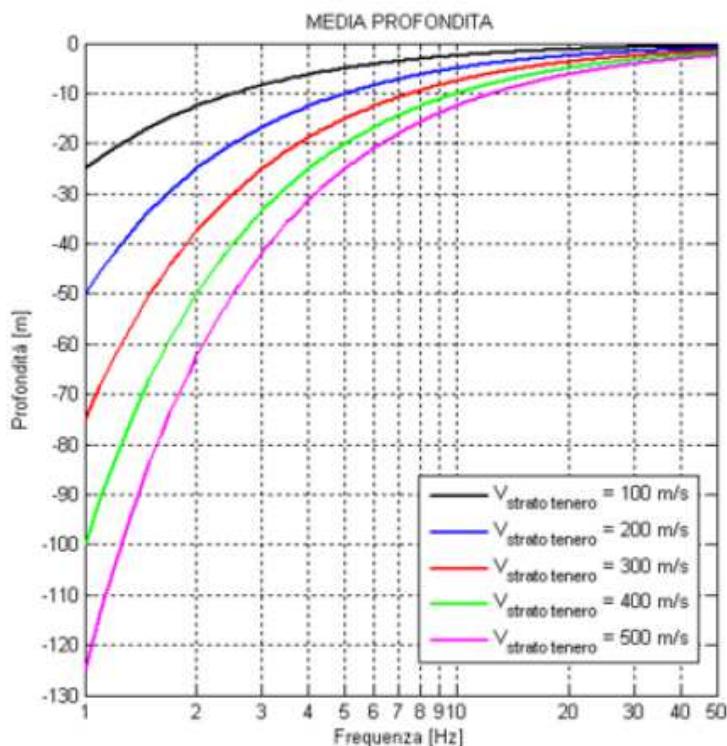
Naturalmente i criteri SESAME risultano non soddisfatti nei siti che non presentano amplificazione importante. I criteri suddetti considerano significativi solo picchi con ampiezza H/V superiore a 2. Questo criterio ha carattere puramente empirico.

Tuttavia va tenuto presente che massimi H/V di ampiezza inferiore a 2 in corrispondenza della f_0 indicano bassi contrasti di impedenza" (da "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Dario Albarello, Silvia Castellaro).

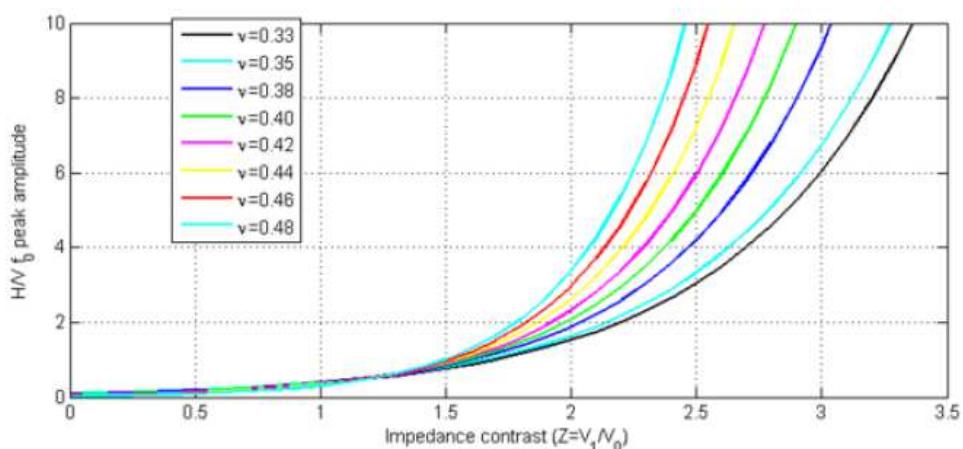
L'interpretazione ed il risultato delle 26 prospezioni eseguite nel territorio comunale di Polla (SA) sono avvalorate sia dalla tabella a lato, vale a dire l'abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f_0) determinate dalle misure H/V, sia dai grafici seguenti dove:

F_0 (Hz)	h (m)
<1	>100
1 -2	50-100
2 -3	30-50
3 -5	20-30
5 -8	10-20
8 -20	5-10
>20	<5

Il primo mette in evidenza la relazione tra spessori dello strato risonante e frequenza di risonanza in funzione della VS media dello strato risonante;



Il secondo mette in evidenza la relazione di prima approssimazione tra l'ampiezza del picco H/V ed il contrasto di impedenza (inteso come rapporto di VS tra due strati) in funzione del modulo di Poisson nel caso delle onde di Rayleigh.



Relation between the H/V peak amplitude and the impedance contrast that generates it for different Poisson's ratios ν .

8 – ELABORATI CARTOGRAFICI DI BASE E DI SINTESI

8.1 – *Carta delle indagini*

La "Carta delle Indagini" riporta l'ubicazione e l'indicazione della somma dei dati esistenti sul territorio comunale di Polla derivante dalle indagini eseguite per il P.R.G. del 1984 e da altre prospezioni geologiche realizzate per il Comune così come specificato in precedenza.

L'insieme dei dati raccolti, ha permesso di disporre di un totale di 43 dati puntuali così suddivisi e rappresentati con un numero progressivo. I primi 20 sondaggi da P1 a P20 sono quelli riferiti al precedente Piano Regolatore del 1984 da P24 a P41 sono comprese le terebrazioni che coprono un arco temporale dal 2005 al 2015 e P42 e P43 sono quelli nuovi realizzati dagli scriventi per approfondire le aree di nuova espansione. La scala della restituzione cartografica è resa in 1:5000.

8.2 – *Carta Geologica*

La "Carta Geologica", restituita in scala 1:5000, rientra fra quelle prevista della legge regionale 9/83 ed è necessaria alla definizione del modello di sottosuolo dell'area in esame.

Per la redazione della carta geologica, si è proceduto prima alla raccolta dei dati di indagini e studi geologici, della bibliografia e della cartografia disponibile. Dopo questa fase si sono eseguiti rilevamenti geologici di dettaglio.

Per ciò che concerne i terreni di copertura con spessori inferiori ai 3 metri, quindi non cartografabili, si può affermare che tali depositi si rinvengono, principalmente, nella porzione di Sud – Ovest del centro abitato di Polla, al di sopra dei versanti calcarei e sono definibili come suoli e/o detrito eluvio – colluviale.

Qui di seguito la descrizione delle unità litologiche :

Terreni di copertura:

- **RI:** Terreni contenti resti di attività antropica. Spessori compresi fra 3,00 metri ed 11,00 metri. Esso è costituito da terreno di riporto con ciottoli vari così come descritto nelle stratigrafie di alcuni sondaggi del PRG. Le aree segnalate dalla presenza di questi materiali

sono ubicate nei pressi del campo sportivo di Polla e a SE di questa struttura (Olocene – Recent);

- **DV_{br}**: Depositi di versante carbonatico (Brecce) grossolano e spigoloso si rinviene lungo i versanti carbonatici o su ripiani erosionali sospesi. Spessori compresi fra 3,00 e 10,00 metri (Pleistocene Inf. – Olocene)
- **DV_{fd}**: Depositi di versante detritico – colluviale costituiti da ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia ed argilla moderatamente addensate. Spessori compresi fra 3,00 e 10,00 metri (Pleistocene Sup. – Olocene);
- **DV_{cd}**: Detrito costituito da ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo moderatamente addensate. Spessori compresi fra 10,00 e 30,00 metri. I sedimenti classificati con questo codice ed ambiente deposizionale sono stati cartografati allo sbocco dei numerosi impluvi che tagliano i versanti dei Monti della Maddalena ad E dell'abitato di Polla dove si sono depositi vari corpi detritici in forma di conoide (Pleistocene Medio– Olocene);
- **DP_{lc}**: Depositi di piana costituiti da argille inorganiche di media – bassa plasticità, argille limose ed a luoghi torbe da moderatamente consistenti a consistenti . Spessori oltre i 30,00 metri. I litotipi classificati con questo codice ed ambiente deposizionale sono stati cartografati nell'area corrispondente all'antico bacino lacustre e si rinvengono ai lati di esso (Pleistocene Inferiore – Olocene);
- **DP_{fl}**: Depositi di piana formati da ghiaie, sabbie – ghiaiose, sabbie limose a luoghi argille limose da sciolte a moderatamente addensate di origine fluviale e di conoide alluvionale. Spessori oltre i 30,00 metri. I litotipi classificati con questo codice ed ambiente deposizionale sono stati cartografati al centro della piana nell'area (Pleistocene Superiore– Olocene);

Substrato geologico:

- **Unità Calcareo Marnosa (UCM)**: formata da un'alternanza di arenarie, argille, marne e calcareniti definibile come depositi terrigeni terziari. In affioramento si rinvengono, nelle aree studiate, nei pressi della zona “Cappuccini” . Questi terreni sono impermeabili. Lo spessore ipotizzato è di circa 200 metri (Miocene Sup.);
- **Unità Calcareo – Dolomitica (UCD)**: costituita dai depositi carbonatici stratificati che nelle aree di affioramento risultano intensamente fratturati e soprattutto nei dintorni dell'abitato di Polla, tettonizzati con fasce cataclastiche. Inoltre nelle porzioni superficiali sono caratterizzati da un intenso carsismo (in località “Crive”. Sono formati da calciruditi e calcareniti con frammenti di rudiste alternate a calcilutiti biancastre ed avana e da calcar dolomitici, dolomie grigie e biancastre. Tale unità ingloba sia i litotipi carbonatici affioranti a

monte dell'abitato di Polla sia quelli rilevati lungo i versanti dei Monti della Maddalena . Lo spessore della coltre alterata e fratturata è stimabile in 30 metri (Cretaceo Sup.–Inf.).

- **Unità Dolomitica (UD)** : formata da dolomie cristalline, grigie, lutiche, bioclastiche. Di frequente fratturate e /o cataclasiche. Rappresenta il bedrock di base con spessori in affioramento superiori a 500 metri. Affiora lungo i versanti dei Monti della Maddalena (Norico – Retico)

Elementi tettonico e strutturali:

- **Faglia attiva diretta certa o sepolta:** questi elementi tettonici strutturali si rinvengono lungo i versanti calcarei e nelle zone bordiere. I tratti sepolti si riferiscono ai lineamenti tettonici obliterati dai depositi quaternari, come il detrito di versante, di cui si suppone la direzione;
- **Traccia sezione geolitologica:** Per meglio comprendere i rapporti litostratigrafici fra le diverse formazioni presenti sono state tracciate due sezioni geolitologiche significative. La prima taglia ortogonalmente tutta la valle da versante a versante ed un'altra, trasversale alla prima, che passa per il centro storico di Polla per giungere sempre sul fondovalle.

8.3 – Carta della Stabilità

Al fine di provvedere ad attualizzare le informazioni relative al tematismo della stabilità, anche in funzione degli elaborati dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico delle Autorità di Bacino, si è proceduto come primo step alla redazione di una carta geomorfologica applicativa a campitura completa.

Il metodo ha previsto l'allestimento di carte tematiche di base (Carta geologica, Carta geomorfologica, Carta delle acclività, Carta Inventario dei fenomeni franosi, carta della Pericolosità da Frana ex ADB Interregionale Sele, carta del Rischio Idraulico ex ADB Interregionale Sele).

In ognuna di queste carte sono rappresentati i fattori ritenuti più influenti nell'innescio frane e/o pericolosità geomorfologiche; ad essi sono stati assegnati dei “punteggi” o “pesi” (scores) seguendo un criterio semi-quantitativo in linea con analoghi indirizzi presenti nella Letteratura Scientifica (Amanti et al.-1998, Calcaterra et al. 2003)

La "Carta Geomorfologica ", restituita in scala 1:10.000, riporta tutte le informazioni di base (forme sepolte, frane, aree ipogee ed epigee, corpi detritici) necessarie alla redazione, insieme a quella geologica, della carta della stabilità geologica dell'area in esame.

Qui di seguito la descrizione dei morfotipi contenuti nell'elaborato:

Forme di superficie e sepolte :

- **Falda detritica/talus;**
- **Conoide alluvionale/detritica ;**
- **Crinale;**
- **Versante inciso;**
- **Versante regolare;**
- **Vallecola a fondo concavo;**
- **Ripiano;**
- **Ripiano intermedio;**
- **Hollow;**

Forme carsiche :

- **Dolina/inghiottitoio;**

Forme antropiche :

- **Cava;**

Forme Fluviali e del Reticolo Idrografico:

- **Scarpata fluviale;**
- **Piana alluvionale/lacustre;**
- **Fosso/alveo**

E' stato, quindi, associato un grado di pericolosità (peso) ad ogni forma rilevata in base alle caratteristiche geomorfologiche.

Per la carta dell'accivit sono state considerate le pendenze ritenute critiche come predisponenti a potenziale franosità, e quindi >30° per le formazioni geologiche detritiche e sciolte e >45° per le formazioni geologiche litoidi.

Inoltre sono state considerate anche le aree colpite dall'alluvione del Novembre 2010.

In ambiente GIS si è poi proceduto all'elaborazione della carta della Stabilità col metodo dell'overlay mapping. Il risultato ha portato a 7 classi così definite:

- 1) AREA STABILE: crinali, ripiani intermedi, piana alluvionale;
- 2) AREA A BASSA INSTABILITA' POTENZIALE: versanti regolari, falda detritica /talus;
- 3) AREA A MEDIA INSTABILITA' POTENZIALE: versanti incisi, conoidi, doline, hollow, vallecole a fondo concavo;

- 4) AREA A ALTA INSTABILITA' POTENZIALE: scarpata fluviale, fosso\alveo, hollow con pendenze >30°, vallecole a fondo concavo con pendenze >30°, pendenze > di 45°;
- 5) AREA A ALTA INSTABILITA' POTENZIALE PER EVENTI ECCEZIONALI: aree alluvionate 2010;
- 6) AREA A ALTA INSTABILITA' POTENZIALE PER CAVITA' SOTTERRANEE: presenza di carsismo diffuso e cavità sotterranee.

8.4 – *Carta Idrogeologica*

La "Carta Idrogeologica", restituita in scala 1:5000, rientra fra quelle previste della Legge Regionale n.9/83 e prevede la descrizione dei complessi idrogeologici affioranti per valutarne le potenzialità e le vulnerabilità. Per la redazione di tale tematismo ci si è affidati oltre che alla bibliografia scientifica, alle indagini geognostiche della banca dati per l'aggiornamento del P.U.C. ed alla Banca Dati ISPRA⁶. Si è consultato anche il "Piano Tutela delle Acque" della Regione Campania per reperire informazioni utili sulla presenza di sorgenti nel territorio comunale.

Le varie unità geologiche ed i depositi quaternari sono stati ridefiniti in funzione delle loro caratteristiche idrogeologiche quali permeabilità, porosità, e fratturazione. Qui di seguito la descrizione dei complessi idrogeologici:

- **Complesso Calcarenico**: permeabilità elevata per fratturazione e carsismo;
- **Complesso Dolomitico**: permeabilità media per fratturazione e carsismo;
- **Complesso arenaceo – pelítico**: permeabilità bassa per porosità;
- **Complesso detritico** : permeabilità media per porosità, variabile in base alle caratteristiche granulometriche;
- **Complesso alluvionale – lacustre** : permeabilità medio – bassa per porosità.

8.3 – *Carta della Zonazione del Territorio in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.-1)*

Come già accennato in premessa per la redazione della "Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica" ci si è riferiti oltre che alle indicazioni della L.R. n.9/1983 anche agli I.C.M.S. 2008 del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale. In tal modo è stato possibile far coincidere la suddetta cartografia con la "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva

⁶ Archivio Nazionale Indagini del Sottosuolo Codice Sondaggi 147039 e 1474521

Sismica di primo livello" (M.O.P.S.-1). La metodologia di lavoro è stata quindi impostata su un approccio geologico e geomorfologico integrato con tutti i dati geologici, geotecnici e geofisici pregressi forniti dall'Amministrazione Comunale.

Quindi, per la valutazione delle aree suscettibili di amplificazione locale si è partiti dal substrato carbonatico, classificato come substrato rigido molto fratturato. Inoltre si è considerato anche l'effetto causato dall'amplificazione topografica per l'abitato del centro storico di Polla, che è ubicato in parte su un versante a mezzacosta di una collina calcarea e che può essere classificato come categoria topografica "T2".

Per la determinazione delle altre zone ci si è basati sia sulle caratteristiche stratigrafiche e sedimentologiche dei litotipi affioranti sia dei loro rapporti con il *bedrock* sismico.

Da quanto fin qui esposto, risulta che vi sia solo una zona stabile ubicata a NW dell'abitato di Polla. Tutte le altre aree urbanizzate sono caratterizzate da zone suscettibili di amplificazione il cui grado di severità, valutato in base alle caratteristiche stratigrafiche, granulometriche e geotecniche del litotipo e, laddove rilevabile, dal rapporto copertura/substrato aumenta progressivamente dalla zona 0 a quella 5.

Per ciò che concerne le instabilità di versante è stata consultata la perimetrazione delle aree in frane, contenuta nella "Carta Inventario delle Frane" dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Sele, come documento più aggiornato e valido per la definizione delle zone suscettibili di instabilità di versante. Da questo elaborato si evince che nell'area di interesse non sono segnalati fenomeni gravitativi in atto o quiescenti ottenuti dall'analisi geomorfologica e si è potuto rilevare che la maggior parte dei fenomeni di dissesto sono ubicati principalmente in aree non urbanizzate e precisamente lungo i versanti calcarei e nel tratto di fondovalle.

Un'altra tipologia di instabilità è quella riferita ai sedimenti differenziali che si individuano al passaggio stratigrafico o tettonico dei terreni a diversa competenza. Il territorio comunale di Polla è caratterizzato, come si è visto, dalla presenza di versanti calcarei a contatto per faglia o stratigrafico con terreni a diversa litologia. Quindi, si possono definire aree soggette a sedimenti differenziali proprio queste zone di passaggio che sono state cartografate alla base dei versanti in prossimità delle linee di faglia. Si è scelto di indicare come ampiezza della fascia di territorio occupata da queste zone di instabilità un valore di 50 metri.

Inoltre dalla documentazione acquisita e, segnatamente, dal contenuto della Relazione Geologica allegata al PRG e dalla Carta del Rischio Sismico del 1984, risulta che, sebbene vi sia nell'area di piana una falda sub-superficiale presente nei depositi alluvionali, dall'analisi

storica degli eventi sismici occorsi nel territorio di Polla non si sono registrati fenomeni di liquefazione.

La carta delle M.O.P.S. è stata restituita in scala 1:5000 ed interessa le aree individuate secondo le modalità previste dall'O.P.C.M n° 3907 del 13/10/2010 e dal D. D. n°94 del 27/06/2011 della Regione Campania. Lo studio compiuto dagli scriventi ha così permesso di definire, in riferimento all'intero territorio comunale, le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione e le zone suscettibili di instabilità.

La numerazione delle aree suscettibili di amplificazione locale è progressiva partendo dalla zona 0 fino alla 4. Questa distinzione tiene conto di due aspetti principali: le caratteristiche geologiche e geotecniche dei depositi ed il rapporto rispetto al substrato rigido e/o relativo. La perimetrazione delle differenti aree è quindi la seguente:

Zone stabili:

- L'unica area stabile si rileva nei pressi di località Cappuccini a piedi del centro storico di Polla. In questa zona affiora il substrato flyschoide classificato come "Alternanza di litotipi stratificati" con un'inclinazione inferiore ai 15°;

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

- **Zona 0:** identifica le aree dove affiora il substrato rigido molto fratturato. Da come si evince dalle foto allegate, i calcari risultano intensamente fratturati e nei pressi del centro abitato di Polla si rinvengono ampie fasce cataclastiche. Lo spessore massimo della porzione alterata e disgregata del substrato risulta maggiore di 30 metri in affioramento;
- **Zona 1:** occupa principalmente le aree alla base dei versanti carbonatici. Questa zona è relativa alle porzioni di territorio caratterizzate dalla presenza del detrito di versante. Lo schema litostratigrafico proposto mostra il detrito giacente al di sopra dei sedimenti fluvio-lacustri o interdigitato ad essi. Lo spessore del detrito di falda varia dai 3 metri ad un massimo di 10 metri;
- **Zona 2:** interessa terreni che, per la loro genesi, sono riferiti ad ambienti di conoide. Sono ubicati lungo le fasce pedemontane lungo i versanti ad E del territorio comunale e si ritrovano in appoggio ai sottostanti depositi lacustri. Gli spessori rilevati nei sondaggi variano da un minimo di 10 metri ad un massimo di 30 metri;
- **Zona 3:** si riferisce ai depositi alluvionali di piana che inglobano anche il top dei litotipi argilloso-limosi lacustri. Nei sondaggi si rinvengono con spessori superiori ai 30 metri;

- **Zona 4:** è relativa a terreni di riporto presenti in alcune aree dell'abitato di Polla, la loro presenza è stata rilevata in qualche sondaggio del PRG del 1984. Gli spessori variano da un minimo di 3 metri ad un massimo di 11 metri e si trovano al di sopra dei depositi alluvionali.

Zone suscettibili di instabilità:

- **ZAfac** sono le zone di attenzione per la presenza di faglie attive e capaci tutte di posizione incerta, riportate nella carta geologica e che nella carta delle MOPS vengono individuate da una fascia della larghezza totale di 400 metri a cavallo della traccia del piano di rottura principale (nella legenda della carta geologica sono indicate come Faglia attiva e Faglia attiva sepolta, mentre nella legenda delle MOPS sono indicate come Zona di Attenzione per Faglia Attiva e Capace). Tali zone così individuate non interferiscono né con Aree edificate (recenti o consolidate), né con Aree non edificate (con previsione di trasformazione), né con Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata, pertanto ai sensi delle "Linee Guida della gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci"⁷ non vi è l'obbligo di studi di approfondimento per quanto riguarda gli eventuali studi di microzonazione di terzo livello (MS3). Solo nel caso di interruzione di zone **ZAfac** con infrastrutture, di opere connesse a sistemi infrastrutturali e, più in generale nel caso di *lifelines* in programma di realizzazione deve essere favorita la delocalizzazione. Se preesistenti, o non delocalizzabili, deve essere predisposto uno specifico programma, eventualmente nell'ambito del Programma Zone Instabili, per essere sottoposte a verifica, prevedendo specifici approfondimenti conoscitivi e interventi finalizzati alla minimizzazione dei rischi.
- **ZAfr** sono le zone individuate per instabilità di versante dovute alla presenza di frane che possono essere sismoindotte.
- **ZAc** sono le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico fra litotipi a diversa competenza, in particolare nel caso del territorio di Polla, le aree interessate dal fenomeno del carsismo, con la presenza di tipiche forme di sprofondamento quali doline e/o inghiottiti che possono dar luogo a cedimenti differenziali in superficie e possono essere particolarmente insidiose, in quanto possono determinare condizioni di rischio molto elevato allorquando interferiscono con Aree edificate (recenti o consolidate). Questo tipo di instabilità

⁷ Commissione tecnica per la microzonazione sismica, Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capacì (FAC), Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015

occupa parte del rilievo collinare, tagliato da diverse faglie non attive, del centro abitato di Polla e le aree alla base dei versanti calcarei dove si ritrovano terreni a differente litologia.

9 – CARTA DELLA FATTIBILITA’ GEOLOGICA E NORME DI UTILIZZO DEL TERRITORIO

La carta tematica è intesa in questo lavoro come l'evidenza delle criticità presenti sul territorio. E' stata redatta, provvedendo alla sovrapposizione di tre importanti elementi e cioè: grado di stabilità, sismicità intesa come criticità derivanti dalla Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica e aree perimetrate della Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico della ex Autorità di Bacino Campania Sud, ora Distretto Idrografico Appennino Meridionale. Da tali sovrapposizioni si sono individuati ampi settori del territorio dove vi è la prevalenza singola di criticità, ma anche e soprattutto aree in cui la prevalente interazione e concomitanza di più di un elemento, rende necessario il ricorso a studi più approfonditi e mirati. E' dunque evidente che per tali luoghi, si rende oltremodo necessario predisporre, nell'ambito delle ordinarie attività urbanistiche, atti e procedure mediante le quali si approfondiscano le tematiche geologiche con particolare attenzione. Lo stato delle criticità, così come emerso nell'ambito di questa carta tematica è di utilissimo supporto per un orientamento mirato delle attività a farsi. Dalla redazione della carta di sintesi è derivato un quadro sistematico delle diverse criticità presenti per il territorio pollese ma soprattutto della loro distribuzione areale e delle loro interrelazioni. Al fine dunque di provvedere a fornire una adeguata visione dei significati che tali criticità assumono, nel generale discorso della pianificazione del territorio, si è proceduto di seguito ad individuare, per ciascuna specifica classe e per l'intero ambito territoriale una serie di indicazioni metodologiche per un più corretto approccio con tali sensibilità.

Si evidenzia innanzitutto che quanto descritto NON sostituisce in alcun modo TUTTE le prescrizioni ed indicazioni normative, nazionali e regionali vigenti, ma rappresenta un supporto nel riconoscimento delle singolarità e dei temi geologici che, nell'ambito delle successive fasi di progettazione puntuale, è opportuno approfondire con indagini e studi mirati il cui livello è anche in funzione della complessità dell'opera. Infatti il territorio è suddiviso in aree omogenee dal punto di vista delle caratteristiche e delle problematiche geologiche individuate. Ciascuna area definisce le porzioni di territorio che lo studio geologico generale ha permesso di riconoscere come caratterizzate da situazioni di criticità geologiche ai fini dell'utilizzo urbanistico. La carta consente quindi di individuare le vocazioni e le suscettività d'uso del territorio in termini esclusivamente geologici.

Si ricorda che tutte le attività in materia di Lavori Pubblici ed urbanistica sono oggetto, nella stesura della relazione geologica, di quanto prescritto al D.M. LL.PP. del 11/3/88, di quanto

previsto nella Normativa di Salvaguardia delle Autorità di Bacino e di tutti gli enti sovraordinati, nonché da quanto specificatamente previsto dalle Norme Tecniche sulle costruzioni e dalle Normativa in materia sismica .

Di seguito sono riportate le 4 Classi di utilizzo del territorio per tipologia di criticità che sono state elaborate come descritto in precedenza:

- CLASSE I: Porzioni di territorio dove non sono presenti vincoli idrogeologici dell'A.d.B. Campania Sud (ora Distretto Idrografico Meridionale), Zona Stabile della Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica, aree stabili ed a bassa instabilità potenziale della Carta della Stabilità.

Arene nelle quali vanno applicate le attuali normative tecniche vigenti, nazionali e regionali.

- CLASSE II: Porzioni di territorio dove non sono presenti vincoli idrogeologici dell'A.d.B. competente, Zone Stabili e Zone 0 - 1 - 2 stabili suscettibili di amplificazioni della Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica, Aree a bassa instabilità e media instabilità potenziale della Carta della Stabilità.

Arene nelle quali oltre all'applicazione delle attuali normative tecniche vigenti, nazionali e regionali, vanno predisposti studi geologici e geomorfologici di dettaglio e per la valutazione del grado di amplificazione sismica locale attraverso studi di Risposta Sismica Locale, anche semplificata, ai sensi delle NTC18.

- CLASSE III: Porzioni di territorio ricadenti in aree a PUTR3 e PUTR4 da frana nonché il tematismo idraulico delle "Fasce Fluviali" dell'A.d.B. competente; Zone 2 - 3 stabili suscettibili di amplificazioni della Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica; Aree a media instabilità ed alta instabilità potenziale della Carta della Stabilità.

Arene nelle quali oltre all'applicazione delle attuali normative tecniche vigenti, nazionali e regionali, vanno predisposti studi geologici e geomorfologici di dettaglio e per la valutazione del grado di amplificazione sismica locale attraverso analisi numeriche di Risposta Sismica Locale ai sensi delle NTC18.

Per le zone ricadenti nel vincolo dell'A.D.B. competente si rimanda alle relative Norme Tecniche di Attuazione.

- CLASSE IV: Porzioni di territorio ricadenti in aree a PUTR4 dell'A.d.B. competente, nonché i tematismi idraulici delle “Fasce Fluviali” e delle “Aree soggette ad esondazione dei principali corsi d’acqua in seguito ad alluvione del 2010”; Zone 4 stabili suscettibili di amplificazioni della Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica, Aree ad alta instabilità potenziale, aree ad alta instabilità potenziale per cavità sotterranee e aree instabili della Carta della Stabilità.

Aree nelle quali le criticità emerse dallo studio geologico del P.U.C. consentono solo trasformazioni di uso tali da non aumentare il carico antropico; possono essere previsti nuovi interventi solo dopo approfonditi studi geologici e l'esecuzione di opere di mitigazione dei rischi oltre all'applicazione delle attuali normative tecniche vigenti, nazionali e regionali, vanno predisposti studi geologici e l'esecuzione di opere di mitigazione dei rischi.

Valutare il grado di amplificazione sismica locale **attraverso analisi numeriche di Risposta Sismica Locale**, ai sensi delle NTC18.

Per le aree ad alta instabilità potenziale per cavità sotterranee se ne sconsiglia l'utilizzo a scopo insediativo

Per le zone ricadenti nel vincolo dell'A.D.B. competente si rimanda alle relative Norme Tecniche di Attuazione.

In tabella sono riportate le Classi di fattibilità con le relative prescrizioni di tipo geologico:

	PERICOLOSITA' GEOLOGICA	TIPOLOGIA DI PERICOLOSITA'	NORME DI UTILIZZO DEL TERRITORIO
CLASSE I	Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geologica sono tali da non imporre limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi sia pubblici sia privati sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 14/01/2008, 11/03/1988 etc	Porzioni di territorio dove non sono presenti vincoli idrogeologici dell'A.d.B. Campania Sud (ora Distretto Idrografico Meridionale); Zona Stabile della Carta delle M.O.P.S.; aree stabili ed a bassa instabilità potenziale della Carta della Stabilità	Aree nelle quali vanno applicate le attuali normative tecniche vigenti, nazionali e regionali.
CLASSE II	Porzioni di territorio dove le condizioni di moderata pericolosità geologica sono tali da poter essere risolte tramite l'adozione di studi di dettaglio senza imporre limitazioni alle scelte urbanistiche	Porzioni di territorio dove non sono presenti vincoli idrogeologici dell'A.d.B. competente; Zone Stabili e Zone 0 - 1 - 2 stabili suscettibili di amplificazioni della Carta delle M.O.P.S.; Aree a bassa instabilità e media instabilità potenziale della Carta della Stabilità.	Aree nelle quali oltre all'applicazione delle attuali normative tecniche vigenti, nazionali e regionali, vanno predisposti studi geologici e geomorfologici di dettaglio e per la valutazione del grado di amplificazione sismica locale attraverso studi di Risposta Sismica Locale, anche semplificata, ai sensi delle NTC08.
CLASSE III	Porzioni di territorio dove le condizioni di media pericolosità geologica sono tali da poter essere risolte tramite l'adozione di studi di dettaglio senza imporre limitazioni alle scelte urbanistiche	Porzioni di territorio ricadenti in aree a PUTR3 e PUTR4 da frana nonché il tematismo idraulico delle "Fasce Fluviali" dell'A.d.B. competente Zone 2 - 3 stabili suscettibili di amplificazioni della Carta delle M.O.P.S.; Aree a media instabilità ed alta instabilità potenziale della Carta della Stabilità.	Aree nelle quali oltre all'applicazione delle attuali normative tecniche vigenti, nazionali e regionali, vanno predisposti studi geologici e geomorfologici di dettaglio e per valutare il grado di amplificazione sismica locale attraverso analisi numeriche di Risposta Sismica Locale , ai sensi delle NTC08. Per le zone ricadenti nel vincolo dell'A.d.B. competente si rimanda alle relative Norme Tecniche di Attuazione.
CLASSE IV	Porzioni di territorio dove le condizioni di elevata pericolosità geologica sono tali da imporre interventi di mitigazione dei rischi geologici propedeutici ad una eventuale pianificazione urbanistica.	Porzioni di territorio ricadenti in aree a PUTR4 dell'A.d.B. competente, nonché i tematismi idraulici delle "Fasce Fluviali" e Aree soggette ad esondazione dei principali corsi d'acqua in seguito ad alluvione del 2010; Zone 4 stabili suscettibili di amplificazioni della Carta delle M.O.P.S.; Aree ad alta instabilità potenziale , aree ad alta instabilità potenziale per cavità sotterranee e aree instabili della Carta della Stabilità.	Aree nelle quali le criticità emerse dallo studio geologico per il P.U.C. consentono solo trasformazioni d'uso tali da non aumentare il carico antropico; possono essere previsti nuovi interventi solo dopo approfonditi studi geologici e l'esecuzione di opere di mitigazione dei rischi. Valutare il grado di amplificazione sismica locale attraverso analisi numeriche di Risposta Sismica Locale , ai sensi delle NTC08. Per le arie alta instabilità potenziale per cavità sotterranee se ne sconsiglia l'utilizzo a scopo insediativo. Per le zone ricadenti nel vincolo dell'A.d.B. competente si rimanda alle relative Norme Tecniche di Attuazione.

10. CONCLUSIONI

Lo studio geologico di aggiornamento del P.R.G. al PUC del Comune di Polla, redatto ai sensi della L. R. n°9/1983 e s.m.i, ha permesso di restituire come prodotti finali le seguenti cartografie tematiche in scala 1:5000: la Carta Geolitologica, la Carta della Stabilità, la Carta Idrogeologica ed infine la Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica che nel presente studio è rappresentata dalla Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) nella quale sono state definite le aree stabili, suscettibili di amplificazioni e le differenti tipologie di instabili. Tale ultima cartografia tematica è stata redatta nel rispetto degli "Standard di Rappresentazione e Archiviazione informatica" versione 4.0b di cui agli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS 2008) del Dipartimento Nazionale di Protezione Civile approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome nel 2008.

Le indagini geognostiche e la documentazione utilizzata sono di seguito riepilogati:

- n°20 sondaggi a carotaggio continuo e n°20 analisi di laboratorio prelevati durante la campagna di indagini per il P.R.G. dell'Aprile 1984 realizzati nell'area urbanizzata del comune di Polla;
- n°3 sondaggi a carotaggio continuo, n°15 Spt e n°1 analisi di laboratorio su un campione prelevato durante la campagna di indagini per lo studio geologico a supporto della proposta di variante al P.R.G. in località S.Antuono del Febbraio 2007;
- n°1 sondaggio a carotaggio continuo, n°6 Spt e n°1 analisi di laboratorio su un campione prelevato durante la campagna di indagini per lo studio geologico per il completamento di aree limitrofe ad un centro sociale polivalente in Via san Pietro del Gennaio 2010;
- Perforazione ad uso industriale contenuta nell'Archivio Nazionale delle Indagini del Sottosuolo (Legge 464/1984) codice n°174521;
- n°26 indagini geofisiche integrative di "*microtremore o rumore sismico*" a stazione singola, del tipo HVSR, con cui è stato possibile determinare la frequenza di vibrazione caratteristica di ognuno dei 26 siti investigati. Tali indagini sono state eseguite nell'ambito dello "*Studio di Microzonazione Sismica di terzo livello (MS3) con analisi della Condizione Limite di Emergenza*", i cui redattori sono i sottoscritti, che rientra in un progetto finanziato in parte dal Dipartimento Protezione Civile Nazionale ed in parte cofinanziato dal Comune di

Polla ed è finalizzato alle attività di prevenzione del rischio sismico delle aree urbanizzate così previsto dalla Legge n°77/2009 che nel caso specifico è stata attuata attraverso la O.P.C.M n°4007/2012 ed il D.D. n°1279 del 27/10/2016 della Regione Campania.

- Carta Geolitologica, Stabilità, Idrogeologica, Rischio Sismico e delle ubicazioni delle indagini geognostiche del 1984;
- Relazione geologica datata 1984 a firma del prof. Geol. Franco Ortolani dell'Università di Napoli "Federico II";
- Carta Inventario delle Frane" dell'Autorità di Bacino dell'Interregionale del Fiume Sele redatta nel Maggio 2009;
- Carta Geologica d'Italia scala 1:100000 Foglio 199 "Potenza" e note illustrative

I suddetti dati sono stati integrati altresì dal rilevamento geologico di dettaglio volto a definire il grado di fratturazione ed alterazione del substrato rigido carbonatico.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si può affermare che si possono ritenere sufficienti i dati raccolti per la redazione di tutte le suddette cartografie tematiche.

Dall'analisi della Carta delle M.O.P.S. redatta si nota chiaramente che le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area rientrano nei punti citati, infatti le aree urbanizzate ed urbanizzabili si collocano in un tratto pedemontano di raccordo con il fondovalle laddove il substrato carbonatico va in approfondimento. Inoltre parte del centro abitato è ubicato nella zona di piana, dove scorre il Fiume Tanagro, dall'analisi morfologica risulta che questo morfotipo può ascriversi ad una valle stretta di origine tettonica.

Tale elemento morfologico, inoltre, è colmato da sedimenti alluvionali-lacustri con spessore di oltre 700 metri (così come evidenziato dai recenti studi nell'area⁸) e, quindi, rientrante fra le tipologie sopra descritte.

Il presente studio geologico relativo all'aggiornamento del PRG al PUC del Comune di Polla, ha ottemperato alle anche alle L.R. Campania n.9/1983 e n.16/2004, nonché all'O.P.C.M. n.3274/2003 ed a tutte le altre norme già enunciate.

• ⁸ M. Barchi, A. Amato, G. Cippitelli, S. Merlini & P. Montone " *Extensional tectonics and seismicity in the axial zone of the southern Apennines*" in "Boll. Soc. Geol. It. , Sp. Iussue No.7 (2007), pp 47 – 56"

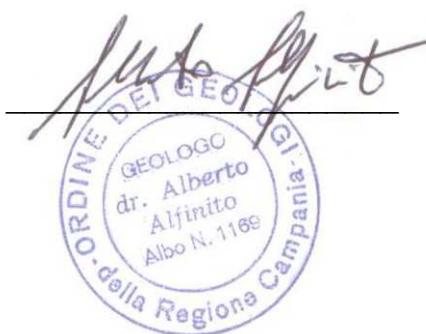
Sono state discusse ed analizzate tutte le problematiche che riguardano gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici del territorio comunale al fine di supportare le scelte urbanistiche in modo coerente con la gestione delle risorse e delle pericolosità territoriali.

Sulla base dei dati geologici rilevati e raccolti, che costituiscono un patrimonio della conoscenza geologica del territorio, è stato possibile ricostruire il complesso assetto geologico di questa area del Vallo di Diano quale porzione dell'Appennino Meridionale. I rapporti geologici tra le varie formazioni affioranti sono esplicitati nella relativa cartografia geologica che insieme alle sezioni mettono in evidenza il complicato assetto geologico del territorio. Le forme di instabilità rilevate e riportate nella carta geomorfologica hanno permesso di individuare le aree più a rischio. È stato tenuto conto di tutte le pericolosità geologiche note nell'area di interesse anche attraverso la consultazione di studi precedenti e delle pianificazioni sovraordinate della competente Autorità di Bacino Regionale. Si è scelto di utilizzare una tipologia di microzonazione sismica di primo livello come prescritto dalla normativa sismica vigente, fornendo una valida base per studi più dettagliati nella successiva fase di microzonazione di terzo livello. L'insieme delle varie cartografie, ognuna per la propria parte di pericolosità, hanno contribuito a definire le varie classi di pericolosità geologica, intesa come la somma, non solo delle singole pericolosità, ma anche come somma dei vincoli idrogeologici apposti dalle Autorità sovraffamate competenti. Il presente studio si propone, non solo come guida per la conoscenza geologica del territorio di Polla, ma anche soprattutto come strumento di uso e manutenzione del territorio stesso, volto ad uno sviluppo urbanistico sostenibile.

Salerno, 18/12/2018

I Geologi incaricati

Dr Alberto Alfinito



Dr Domenico Negro



Dr Francesco Petrosino



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Gruppo di lavoro MS; 2008: *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*, Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome, 3 vol. e DVD;
- Gruppo di lavoro MS-AQ; 2010: *Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana*, Regione Abruzzo Dipartimento della Protezione Civile, 3 vol. e DVD;
- G. Martini, S. Castanetto, G. Naso; 2011 : *La carta geologico tecnica per gli studi di MS* in “Contributi per l’aggiornamento degli Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica”, Ingegneria sismica, a. XXVIII, n. 2;
- D. Alabarello, S. Castenetto, G. Naso; 2011 : *Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità di una carta di MS di livello 1* in “Contributi per l’aggiornamento degli Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica”, Ingegneria sismica, a. XXVIII, n. 2;
- D. Albarello e S. Castellaro; 2011: *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*, in “Contributi per l’aggiornamento degli Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica”, Ingegneria sismica, a. XXVIII, n. 2;
- A. Colombi, M. Compagnoni, F. Pergalani; 2011: *Risposta sismica locale: la MS come strumento discriminante per l’utilizzo di approcci semplificati o di specifiche analisi*, in “Contributi per l’aggiornamento degli Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica”, Ingegneria sismica, a. XXVIII, n. 2;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica Microzonazione sismica; 2012 : *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica Versione 2.0*;
- S. Castenetto, A. Colombi, L. Martelli, G. Naso e F. Pergalani; 2012 : *Studi di microzonazione sismica: riflessioni sul significato e sui contenuti dei 3 livelli di approfondimento*, in “Atti del 31° Convegno del GNGTS Potenza 20 – 22/11/2012”;
- M. Barchi, A. Amato, G. Cippitelli, S. Merlini & P. Montone “*Extensional tectonics and seismicity in the axial zone of the southern Apennines*” in “Boll. Soc. Geol. It. , Sp. Iussue No.7 (2007), pp 47 – 56”;
- N. Santangelo, A. Santo, P.I.Faillace “*Valutazione della pericolosità alluvionale delle conoidi del Vallo di Diano (Salerno, Italia Meridionale)*” in “Il Quaternario Italian Journal of Quatrnay Sciences **19**(1), 2006 – 3-17”;
- A. Ascione, A. Cinque “*Le variazioni geomorfologiche indotte dalla tettonica recente in Appennino Meridionale*” in “Il Quaternario Italian Journal of Quatrnay Sciences **16**(1), 2003 – 133-140”;
- P.P. Bruno, L. Impronta, A. Castiello, F. Villani, P. Montone “*The Vallo di Diano Fault System : new evidence for an active range – bounding fault in southern Italy using shallow, high resolution*

seismic profiling" in "*Bulletin of the Seismological of America, Vol. 100, No.2 pp 882 – 890, April 2010*";

- P.P. Bruno, L. Improta, A. Castiello, F. Villani " *High – Resolution Spaced Wide – Aperture Profiling as a Tool to Aid Seismic Hazard Assessment of Fault – Bounded Intramontane Basins : Application to Vallo di Diano, Southern Italy* " in "*Bulletin of the Seismological of America, Vol. 103, No.3 pp 1969 – 1980, June 2013*";