



REPUBBLICA ITALIANA



UNIONE EUROPEA



REGIONE SICILIANA



COMUNE DI PALAZZO ADRIANO
Città Metropolitana di Palermo

Fondi del Piano di Azione e Coesione (POC 2014/2020) da destinare ai comuni ai sensi del comma 22 dell'art. 7 della L.R. 3/16 e del comma 7 dell'art. 21 della L.R. 8/17 - Linea di intervento 3.1.4.2 (Sviluppo Urbano Sostenibile) PO FESR 2007/2013

PROGETTO PER IL MIGLIORAMENTO DEL PAESAGGIO CULTURALE URBANO DELLE TRE CITTADELLE ATTRAVERSO IL RESTAURO DELLE 24 FONTANE E L'ADEGUAMENTO SISMICO DI UN EDIFICIO COMUNALE DA DESTINARE A CENTRO DI MICRO RACCOLTA DELLE FRAZIONI DIFFERENZIATE DEI RIFIUTI URBANI SPECIALI (.....in sintonia con la convenzione Europea del paesaggio e con la strategia tecnica Europea per l'ambiente urbano)

PROGETTO ESECUTIVO

Art. 23 comma 8 del D.Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii.

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Tavola

R-02

SCALA



PARERI:

Comune di Palazzo Adriano

Città Metropolitana di Palermo
Ufficio Tecnico - III Settore - Urbanistico e Ambiente

VISTO il Progetto Esecutivo SI ESPRIME
PARERE TECNICO FAVOREVOLE
ai sensi dell'art. 5, comma 3 della Legge Regionale
n. 12 del 12/07/2011

Palazzo Adriano li,

09 AGO. 2019

II R.U.P.

Geom. Francesco LA SALA



Comune di Palazzo Adriano

Città Metropolitana di Palermo
Ufficio Tecnico - III Settore - Urbanistico e Ambiente

VERIFICA del progetto esecutivo ai sensi dell'art. 26, comma 1
e 6 del D.Lgs n. 50 del 18/04/2016 e s.m.i. e VALIDAZIONE
POSITIVA ai sensi dell'art. 26, comma 8 del D.Lgs n. 50 del
18/04/2016 e s.m.i.

Palazzo Adriano li,

09 AGO. 2019

II R.U.P.

Geom. Francesco LA SALA



IL SINDACO

Geom. Nicolò GRANA'

Data:

09 AGO. 2019

Aggiornamento:

Variante:

PROGETTAZIONE - UFFICIO TECNICO 3° SETTORE
PROGETTISTA E CSP
Arch. Giovanni SPERANZA



II R.U.P.

Geom. Francesco LA SALA

COMUNE DI PALAZZO ADRIANO
Provincia di Palermo

*Progetto per il miglioramento del paesaggio culturale urbano
delle 3 cittadelle attraverso il restauro delle 24 fontane l'adeguamento
sismico di un edificio Comunale da destinare a centro di micro raccolta
delle frazioni differenziate dei rifiuti urbani speciali.*

RELAZIONE GEOLOGICA



IL GEOLOGO

Giorgio Milazzo

Dott. Geol. Giorgio Milazzo
Via C. Goldoni, 9 Tel/Fax 091/6812219
90145 PALERMO - ☎ 3392825535

PREMESSA

Con determinazione n. 12113 del 26 luglio 2019, del Responsabile del Settore III, del Comune di Palazzo Adriano, è stato conferito allo scrivente l'incarico di redigere lo Studio Geologico tecnico a supporto del Progetto per il miglioramento del paesaggio culturale urbano delle 3 cittadelle attraverso il restauro delle 24 fontane e l'adeguamento sismico di un edificio comunale da destinare a centro di micro raccolta delle frazioni differenziate dei rifiuti urbani speciali.

Accettato l'incarico con la firma del relativo disciplinare, sono stati effettuati congiuntamente ai tecnici dell'U.T.C., diversi sopralluoghi conoscitivi nelle aree urbane che saranno interessate dalle opere di progetto, dai quale sono emersi utili indicazioni.

Successivamente si è eseguito un attento rilevamento geologico di superficie, per inquadrare tutto il territorio nel contesto geomorfologico e geologico generale, nonché in quello geostratigrafico e strutturale.

Dai disegni di progetto, consegnati allo scrivente, nonché dai preliminari sopralluoghi conoscitivi effettuati si è potuta rilevare l'ubicazione e la tipologia strutturale delle previste opere.

Il progetto una serie di interventi volti al recupero delle eredità storico culturali quali sono le 24 fontanelle, il miglioramento della qualità dell'ambiente

urbano delle tre cittadelle che si trovano all'interno del centro storico, inserendole all'interno di un percorso cittadino che collega tutte le fontane creando i presupposti di un riuso e di un rinnovamento di queste aree oggi purtroppo sottoutilizzate, ed infine, la messa in sicurezza e rifunzionalizzazione del fabbricato di via Ruggero Settimo, mediante l'adeguamento alla normativa sismica vigente.

I materiali utilizzati saranno tradizionali e compatibili con i materiali di base costituenti le strutture sulle quali si interviene; anche le metodologie di intervento saranno quanto più possibile improntate a quelle tradizionali.

In particolare il progetto prevede una serie di interventi di restauro architettonico, operazioni di completamento di parti mancanti, di pulitura di risanamento, laddove le parti ammalorate su cui intervenire lo richiedano, ed infine il recupero dell'immobile di via Ruggero Settimo in ossequio a quanto previsto dalle normative sismiche vigenti.

Il fabbricato di che trattasi è sito all'interno del centro abitato di Palazzo Adriano, ha accesso da via Ruggero Settimo, risulta identificato in catasto urbano sul foglio MU alle particelle n. 397 e 398. L'immobile consta di due elevazioni fuori terra oltre un piano sottotetto e si sviluppa su una superficie di circa 68 mq. L'altezza netta dei piani è di ml 2,90 al piano terra, di ml 2,80 m al piano primo, l'altezza massima linea di gronda è di ml 7,65.

Strutturalmente il fabbricato è costituito da una struttura portante di tipo tradizionale in muratura di pietrame calcareo e malta di gesso, dallo spessore variabile da 30 cm a 65 cm. Il fabbricato si presenta senza fondazioni ma con una struttura in muratura prolungata in parte nel terreno per circa 40 cm.

Il progetto prevede la demolizione delle parti interne non portanti, la demolizione dei solai sia di piano sia di copertura, la demolizione di parte della muratura portante e dei tramezzi non portanti, la demolizione ed il rifacimento

della scala interna, il consolidamento delle fondazioni e la realizzazione di una nuova fondazione.

Saranno realizzati dei percorsi aventi come punto di partenza la fontana ottagonale di Piazza Umberto I, che collegheranno tutte le fontanelle presenti nel centro storico di Palazzo Adriano. Gli ambiti d'intervento prescelti sono:

- 1) Fontana ottagonale del 1608 – Piazza Umberto I,
- 2) Fontanella di Via Bixio,
- 3) Fontanella in ghisa di Via Dante;
- 4) Fontanella in muratura di via Dante,
- 5) Fontanella nella parte alta di Via Dante,
- 6) Fontanella di Piazza Garibaldi;
- 7) Fontanella di Via Manzoni;
- 8) Fontanella di via Francesco Crispi,
- 9) Fontanella di via Francesco Crispi (di fronte l'ospedale),
- 10) Fontanella di via Francesco Crispi (di fronte via Barcia),
- 11) Fontanella di Via Barcia,
- 12) Bevaio di via Di Nardo;
- 13) Fontanella di Via XX Settembre (di fronte vicolo cuba),
- 14) Fontanella di via XX settembre (direzione ex lavatoio comunale),
- 15) Fontana Grande (ex lavatoio comunale),
- 16) Fontanella angolo via Micitella via Canalicchio,
- 17) Fontana di Via XXVII Maggio,
- 18) Fontanella di Via Skanderberg,
- 19) Fontanella di Via Messina;
- 20) Fontanella al termine di via Skanderberg,
- 21) Fontanella di Via Salamone,
- 22) Fontanella di Via Vittorio Emanuele,
- 23) Fontanella di Via G. Verdi,
- 24) Fontanella di Via G. Verdi (in prossimità di vicolo Rizzuto),
- 25) Archi di accesso alle tre cittadelle.

Per l'espletamento dell'incarico ricevuto, sono stati effettuati attenti sopralluoghi, si è poi eseguito il rilevamento geologico di superficie, esteso ad una significativa area circostante.

Lo scrivente si avvale anche di una personale conoscenza dei luoghi per avere eseguito, in più di trentanni di attività, numerosi altri studi applicativi nel territorio comunale di Palazzo Adriano, sia per conto dell'amministrazione comunale che di committenti privati e per aver redatto lo studio geologico esecutivo a supporto del Progetto di revisione del Piano Regolatore Generale del Comune correlando tutte le indagini geognostiche e geofisiche esistenti.

La ricerca bibliografica e la documentazione, fornita dall'ufficio Tecnico del Comune, ha inoltre permesso di esaminare, di valutare e di utilizzare tutte quelle informazioni e tutti quei dati di carattere geologico - tecnico, geognostico, geo-strutturale e storico - ambientale, pertinenti alle condizioni di sviluppo dell'abitato e di assetto del territorio interessato.

Relativamente alle indagini geognostiche, è stata eseguita una prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) per la determinazione delle curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh generate con idonei sistemi e registrate con 24 geofoni verticali per la restituzione dei profili delle velocità Vs nel sottosuolo.

E' stato anche eseguito un pozzetto esplorativo che ha permesso di definire l'esatto spessore della coltre superficiale degradata presente, al top della formazione argillosa con interstratificazioni di breccie calcaree.

Durante l'esecuzione del pozzetto si è operato il prelievo di campioni indisturbati, compatibilmente con la natura dei terreni attraversati durante la perforazione.

Sui campioni prelevati sono state eseguite le analisi e prove geotecniche di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche (*contenuto d'acqua, peso dell'unità di volume, peso specifico,*) e le caratteristiche meccaniche (*coesione c' ed angolo di attrito interno f'*), parametri utili per la redazione dei calcoli strutturali.

Costituiscono parte integrante della presente relazione:

- Corografia in scala 1: 10.000, con indicazione del fabbricato da ristrutturare;
- Stralcio Catastale, Foglio di mappa urbana, in scala 1: 1.000, con ubicazione delle particelle interessate;
- Carta Geologica, in scala 1: 2.000;
- Stralcio P.A.I del Bacino del Fiume Verdura;

- Relazione sull'indagine geofisica effettuata;
- Planimetria indagini eseguite;
- Pianta Piano Terra e Piano Primo della costruzione, stato di fatto, in scala 1:100;
- Pianta Piano Terra e Piano Primo della costruzione, stato futuro, in scala 1:100;
- Sezione litostratigrafica schematica, come da progetto, in scala 1: 100;

Lo studio è stato eseguito in ossequio alle indicazioni del D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”.

2. IL CENTRO ABITATO

L'abitato di Palazzo Adriano sorge sul versante sinistro della valle del fiume Sosio, il paese dista quasi 90 km da Palermo; conta attualmente 2072 abitanti.

Il territorio si estende per 12.925 ha e confina a nord con i comuni di Prizzi e Corleone, a sud con i comuni di Burgio, Lucca Sicula e Bivona (AG), ad Est con il comune di Castronovo di Sicilia, ad ovest con Chiusa Sclafani e Bisacchino. E' l'ultimo paese della provincia di Palermo prima di entrare in provincia di Agrigento.

Il suo nucleo originario, posto alla sommità del colle di m 695 s.l.m., si trova in posizione predominante fra la serie di altopiani che lo circondano e la sottostante ampia vallata.

In questo particolare ambiente fisico l'insediamento dell'abitato si trova ubicato in posizione alquanto favorevole all'incrocio dell'originaria rete viaria che collega i centri di Sciacca, Agrigento e Palermo.

Lungo il percorso della SS 188 si sviluppano gli attuali collegamenti: verso Ovest in direzione di Bisacchino, Chiusa Sclafani, Giuliana, Sambuca di Sicilia, Portella Misilbesi e Sciacca; verso Est in direzione di Prizzi, Filaga, Lercara Friddi e da qui verso Palermo.

Dal Bivio Centovernari, che si trova alla periferia di Prizzi, la SS 118 assicura il collegamento con gli abitati di Corleone e Marineo, innestandosi successivamente nella SS 121 in direzione di Agrigento e di Palermo.

Per quanto riguarda le origini di Palazzo Adriano, sembra che un primitivo insediamento risalga all'epoca romana, da una "villa" di età imperiale.

Alcuni studiosi, e fra essi il prof. F. Oliveri , sostengono che tutta la zona circostante a Palazzo Adriano denota requisiti idonei agli insediamenti di epoca romana.

E' noto infatti che i Romani prediligevano per i loro insediamenti quei territori ben collegati con le principali vie di comunicazione, facilmente coltivabili e ricchi di acque. La presenza di boschi nei monti circostanti dava inoltre la possibilità di reperire con facilità legname e materie prime di vario tipo.

Altre fonti storiche indicano che già nel XII secolo esisteva in territorio di Prizzi un casale detto Palazzo Adriano. Tuttavia il paese rimasto praticamente disabitato durante il XIV secolo fu ripopolato nel XV secolo da una colonia militare di Albanesi e da successive ondate migratorie. Alla fine del XV secolo, infatti, in seguito alla caduta dell'Impero Romano d'Oriente, gli esuli albanesi scampati all'invasione turca, raggiunsero, il territorio dell'Italia Meridionale e della Sicilia.

Con la presenza degli esuli albanesi la comunità di Palazzo Adriano ebbe il suo sviluppo anche nelle epoche successive.

In seguito, l'inserimento di popolazioni provenienti da altre parti della Sicilia contribuì a creare la presenza di una comunità promiscua, di stirpe greco albanese e autoctona, mantenendosi pressochè inalterata sino ad oggi.

Sotto il profilo urbanistico, il nucleo più antico del comune si è sviluppato attorno al Castello, roccaforte preesistente all'avvento della comunità albanese.

Nell'area circostante a questo originario fortilizio si sono sviluppate le prime abitazioni.

L'assetto di questo primo nucleo appare spontaneo, poiché si articola tutto attorno a una rete di strade e vicoli alquanto tortuosi, anche con notevoli dislivelli.

Secondo il prof. Oliveri, anche per il centro urbano di Palazzo Adriano si può parlare di "piazza pubblica" a partire dalla seconda metà del secolo XVI.

In quest'area, adibita a centro di sviluppo negli anni successivi, è collocata la fontana a pianta ottagonale del 1600. Assieme alle altre fontane che sorgono in vari punti del paese, viene così documentata l'abbondanza delle locali risorse idriche.

Dalla piazza dove sino al 1825 scorreva il "fiume della Noce", che a valle del paese in direzione del Fiume Sosio, diventa "torrente Chiazza", si dipartono con ordine irregolare strade e vicoli. Attorno alla piazza si trovano ubicati il Palazzo Municipale (Ex Palazzo Dara) e le due chiese principali: quella di rito greco - bizantino, costruita nel 1532 ed ampliata nel 1770, dedicata a Maria Santissima Assunta, e quella di rito latino, dedicata a Santa Maria del Lume, edificata negli anni 1740/1746, sull'antica chiesa di San Sebastiano.

Nel territorio di Palazzo Adriano ricade quell'area costituente il complesso paleontologico, individuabile nelle località della Pietra di Salomone, della Rupe di San Calogero, della Pietra dei Saraceni, della Rupe di Passo di Burgio e della Rocca di San Benedetto. I suddetti cinque blocchi calcarei, sono noti in tutto il mondo per il loro grande interesse paleontologico dato dalle ricchissime macro e micofaune (fossili), tra le più ben conservate, del Permiano in esse contenute.

L'esistenza del Permiano a Palazzo Adriano è stata segnalata per la prima volta nel 1887 da G. G. Gemmellaro, in quattro spuntoni calcarei. Successivamente ne fu scoperto un altro (Rupe di San Calogero) da R. Fabiani nel 1925. Di queste cinque formazioni soltanto due hanno resistito fino ad oggi, al violento attacco dei saccheggiatori e dei venditori di fossili. La ricchissima fauna marina, originariamente raccolta e studiata dal Gemmellaro, è per la quasi totalità rappresentata presso il museo di paleontologia dell'Università di Palermo (1887 - 1889). Questa fauna tipica dell'ambiente di scogliera, per la ricchezza dei generi e delle specie presenti e per il perfetto stato di conservazione dei fossili, si può considerare unica al mondo ed infatti continua ad essere oggetto di studio da parte di specialisti.

Il Permiano del Sosio rappresenta il tipo del Piano Sosiano.

La maggior parte degli esemplari risultano Olotipi, cioè esemplari sui quali è stata per la prima volta individuata una nuova specie.

Questi blocchi calcarei hanno fornito 522 specie di fossili, di cui 366 descritti dal Gemmellaro e 156 da altri studiosi, tra cui il prof . Ruggeri ex preside della Facoltà di Scienze Geologiche di Palermo, che ha scoperto un genere nuovo di Trilobiti: “*Microphillipsia Ruggeri*”.

In passato si è molto discusso sull’età dei calcari sopracitati, la cui datazione appariva difficile. Lo sviluppo della conoscenza del Permiano in generale, unito ad una migliore conoscenza di alcuni gruppi di fossili, (*Fusulinidae*), ha portato a datare questi, alla parte alta del Permiano inferiore (600 milioni di anni).

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, LINEAMENTI STRUTTURALI E GEOLOGICI

Il territorio di Palazzo Adriano, dalla conformazione stretta e lunga, si trova sul versante settentrionale dei Monti Sicani, al confine tra la provincia di Palermo, a cui appartiene, e quella di Agrigento.

Si estende per 127 Km² nella parte centro - meridionale della Sicilia, e la superficie corrispondente risulta cartografata, nella Carta d'Italia edita dall'IGM, nelle tavolette: F°258 II NE "Monte Cardellia", II SE "Prizzi" e II SO "Bisacquino"; F°266 I NE "Bivona", I SO "Caltabellotta" e I NO "Burgio"; F°267 IV NO "Santo Stefano Quisquina".

La superficie interessata si sviluppa alquanto irregolarmente in direzione pressoché Nord - Sud, lungo la dorsale dei Monti Sicani, in quel tratto che resta delimitato rispettivamente dalle valli del fiume Sosio e del fiume Magazzolo, ed a Nord dal Fiume della Mendola affluente del Fiume San Leonardo.

Il centro abitato si trova nel settore settentrionale del territorio comunale, sul versante sinistro della Valle del Sosio, a metri 696 s.l.m., in posizione predominante tra la serie d'altopiani che lo circondano e la sottostante valle.

Per l'inquadramento geologico d'insieme, è stato condotto il rilevamento geologico di superficie, effettuato in un supporto cartografico in scala 1:2.000.

Il rilevamento geologico, attraverso il riconoscimento macroscopico dei campioni, ha permesso la differenziazione dei litotipi affioranti, la loro mappatura e, quindi, la stesura della carta geologica allegata.

Al fine di inquadrare l'area in esame nel contesto più vasto dei terreni affioranti in zona, si dà un breve cenno sulla serie geologica locale e su alcuni aspetti strutturali.

I Monti Sicani, costituiscono un frammento della Catena Appeninico-Maghrebide, risultante dalla sovrapposizione di unità carbonatiche e terrigeno-carbonatiche di età mesozoica-terziaria, derivanti dai domini paleogeografici Sicano, Trapanese, Imerese e Sicilide.

La genesi e lo stato attuale di queste unità conducono a determinate considerazioni che sono importanti per la comprensione della struttura geologica di queste aree ed anche della loro conformazione attuale.

A partire dal Miocene inferiore tali domini paleogeografici sono stati deformati verso l'esterno (cioè da nord verso sud), dando origine a falde denominate in letteratura scientifica con il termine di Unità Stratigrafico Strutturali (U.S.S.).

Tali Unità sono state interessate da una tettonica compressivo – plicativa che ha causato lo sconvolgimento dei rapporti seriali, il piegamento e il sovrascorrimento di determinati settori; tutto ciò ha determinato la sovrapposizione delle varie U.S.S. e la costituzione dell'edificio tettonico dei Monti Sicani, in cui le unità geometricamente più alte corrispondono ai terreni dei domini paleogeografici più interni.

Successivamente la Neotettonica (Pliocene superiore - Quaternario), agendo in regime di tipo distensivo, ha contribuito a conferire alla zona l'aspetto attualmente osservabile.

Gli originari contatti stratigrafici risultano tettonizzati, gli affioramenti smembrati e non in più regolare successione geostratigrafica, da qui anche la presenza di estese, a volte potenti, coperture detritiche e brecce di frizione che testimoniano i fenomeni di stress tettonico a cui le varie unità sono state sottoposte.

Dall'osservazione della Carta geologica si evince che nel centro abitato affiorano diversi tipi litologici, con predominanza di unità argillose con lembi calcarei.

Le unità calcaree appaiono intensamente tettonizzate e dislocate, ed a volte sono ridotte ad un accumulo di breccie più o meno cementate. Le formazioni marno-argillose; mostrano una struttura scagliettata; sono caoticizzate e spesso frammiste a detriti.

Al fine di inquadrare l'area in esame nel contesto più vasto dei terreni affioranti in zona, si dà un breve cenno della serie geologica locale e su alcuni aspetti strutturali.

Gli originari contatti stratigrafici risultano quindi tettonizzati, gli affioramenti smembrati e non più in regolare successione geostatigrafica.

Per quanto riguarda la successione stratigrafica relativa a quest'area, essa è costituita dal basso verso l'alto dalle seguenti unità litostratigrafiche:

- Argilliti grigie e nere e marne siltose brune con alternanza di calcilutiti e calcareniti gradate (Carnico);
- Calcilutiti e calcisiltiti laminate con liste e noduli di selce, ed occasionali livelli di conglomerati intraformazionali, Calcari a crinoidi e calcari oolitici (Trias - Lias);
- Calcari selciferi a *Radiolari* con interstratificazioni marnose "Radiolariti" (Dogger - Malm);
- Calcilutiti a *Calpionelle* "Lattimusa" (Titonico - Neocomiano);
- Calcari selciferi a *Radiolari* e marne ad *Aptici* (Cretaceo inf. e medio);
- Calcilutiti e marne a *Globotruncana*, di colore rosso mattone, con megabreccie "Scaglia" (Campaniano sup.- Maastrichtiano);
- Calcilutiti, calcari marnosi e marne a foraminiferi plactonici "Scaglia" (Eocene);
- Biocalcareni e marne sabbiose con intercalazioni di brecciuole a *Nummuliti* (Oligocene);
- Biocalcareni glauconitiche (Miocene inf.);
- Argille marnose ad *Orbuline* (Langhiano-Tortoniano sup.);

- Argille gessose con placche e lembi di gessi cristallini fratturati e a struttura brecciata, disposti in banchi “Serie evaporitica” (Messiniano);

- Calcari marnosi e marne bianche a Globigerine “Trubi” (Pliocene inf.).

Nel territorio comunale di Palazzo Adriano come suddetto, affiorano terreni di età Triassico - Pliocene inferiore.

Per le finalità che il presente studio si propone di conseguire, tutte quelle successioni di litotipi, aventi fra loro comuni caratteri litologici, sono stati accorpate. Esse riguardano prevalentemente i termini carbonatici, costituiti da rocce lapidee stratificate e fratturate, pertinenti alla serie mesozoica.

La successione stratigrafica del centro abitato, è costituita dal basso verso l'alto dalle seguenti unità litostratigrafiche:

- Argilliti grigie e nere e marne siltose brune con alternanza di calcilutiti e calcareniti gradate di età triassica (Carnico) (Fc)

Costituiscono il sottosuolo del centro abitato, e sono presenti anche in prossimità del paese nella C.da San Benedetto e nelle zone di Madonna delle Grazie, Case Tre Fontane, Piano di Fuscina, Fontana Grande e lungo la fascia pedemontana che si sviluppa in direzione della valle del Sosio. Si tratta di una formazione flyscioide, nota in letteratura geologica con il termine di “Formazione Mufara” in cui prevale la componente argillosa. Si tratta di argille scagliose grigie e nere, intensamente tettonizzate e pertanto in assetto caotico. Nei residui di lavaggio e nelle sezioni sottili, da me esaminate in occasione della redazione della tesi di laurea, si osservano delle croste micritiche di color rosa salmone, qualche rara valva di ostracode spesso rotta, gusci di foraminiferi bentonici, spicole, spoglie di piccoli lamellibranchi.

L'ammasso argilloso include sotto forma di lembi e blocchi, rocce calcaree e calcarenitiche anch'esse molto tettonizzate e spesso ridotte a breccie calcaree.

Fra i blocchi isolati ed interposti in questa unità si trovano gli affioramenti di calcare permiano della “Pietra dei Saracini”, della “Pietra di Salomone”, della “Rocca di San Benedetto” e di “Passo di Burgio”, che presentano faune fossili tra le più ben conservate del Permiano, note in tutto il modo come “Complesso paleontologico Permiano della Valle del Sosio”.

- Il complesso carbonatico triassico - giurassico ed i calcari selciferi bianco – rosa con aptici, marne e calcilutiti bianco avorio del Titonico - Cretaceo medio (Cc)

Si tratta di tutte quelle formazioni di natura calcarea e calcareo - dolomitica, che si ripetono nella successione stratigrafica a costituire l’impalcatura della struttura dei Monti Sicani.

Lo stress tettonico, ha completamente smembrato l’originaria compagine, ed ha dislocato le singole unità che la compongono, fino a ridurla in una serie di blocchi apparentemente isolati.

Questa successione comprende dal basso verso l’alto:

- i calcari dolomitici stratificati e disposti in banchi irregolari, di aspetto massivo e i calcari semicristallini con liste e nodali di selce, del Trias Medio Superiore; hanno spessori anche superiori a 500 metri. Alla base della successione si notano calcareniti avana gradate che contengono frammenti e gusci di Halobie e qualche rara ammonite, i singoli livelli hanno spessori dell’ordine di qualche decimetro. Queste passano superiormente a delle calcilutiti grigie e rosate, che ancora più in alto si presentano in banchi spessi anche 1 metro; in corrispondenza dei giunti di stratificazione diventano molto ricche di noduli di selce, cosa che è messa in evidenza in particolar modo dalla superficie mammellonata che, spesso, assumono le facce degli strati. Le calcilutiti bruno – avana dei livelli superiori si mostrano in strati

alternativamente spessi e sottili, la struttura è pseudonodulare, si accentua il contenuto in selce.

I calcari suddetti sono presenti soprattutto nelle parti altimetricamente più elevate lungo i fianchi della dorsale dei rilievi, che dalla cima di Monte Scuro si spinge verso Ovest in direzione di Cozzo Paletto e di Monte Rose, dove si possono osservare belle sezioni di calcilutiti, di Monte d'Indisi, Cozzo Fatocchio - Cozzo Braduscia e quella esposta più a Sud, che si sviluppa fra le alture di Pizzo Mondello - Pizzo Scavarrante, di Cozzo Pietra Fucile - Pizzo Gallinaro - Serra di Biondo - Pizzo Castellazzo;

- i calcari stratificati, grigi e biancastri, i calcari a crinoidi e i calcari nodulari bianco – rosa con slump, ed a tratti, calciruditi disorganizzate e/o encriniti del Giurassico; i calcari a Calpionelle “Lattimusa” di età Titonico - Neocomiano, che si mostrano in affioramento di colore bianco - lattiginoso, a volte tendente al grigio, risultano molto compatti, alla percussione mostrano frattura concoide, i singoli litosomi hanno uno spessore variabile dai 4 ai 15 cm, contengono piccoli Aptici e rare Belemniti; seguono verso l'alto, i calcari selciferi a Radiolari e marne ad Aptici del Cretaceo inferiore. Si tratta di calcilutiti pelagiche a volte molto compatte, che iniziano con livelli marnosi grigi a cui seguono poi, litosomi carbonatici silicizzati alternandosi a livelli marnosi, per poi passare top a livelli marnosi - argillosi grigio - verdi. I livelli calcareo- selciosi a tinte giallino - verdino, con intercalazioni di marne verdi si presentano mal stratificate, molto piegati fratturati e passano superiormente a delle marne grigie che appaiono molto dilavate e prive di vegetazione. I litosomi calcareo - selciosi hanno uno spessore variabile dai 3 agli 8 cm, ed alle sollecitazioni meccaniche rispondono con una frattura da scheggiosa (parti più calcaree) a cubetti (parti più selciose). Lo spessore di questo corpo è di circa 40 mt.

Il complesso di formazioni di cui sopra, si rinviene in affioramenti sviluppati lungo le pendici dei rilievi montuosi nella parte posta a Sud del centro abitato a Cozzo Zimmì.

- Le coltri di detrito (Dt)

I terreni superficiali rappresentati dalle coltri di detrito si estendono ampiamente attorno all'abitato di Palazzo Adriano. Sono caratterizzati da sedimenti sciolti grossolani in matrice prevalentemente argillosa, con inclusi frammenti lapidei di di versa grandezza.

Con caratteri di argilla rimaneggiata e di limo sabbioso a scheletro lapideo, si rinvengono inoltre in posizione di copertura sugli affioramenti di rocce argillose che si trovano esposti lungo i pendii.

Si trovano a monte del centro abitato in contrada Piano di Fuscìa ed alle pendici di Cozzo Zimmì, inoltre alla base dei maggiori rilievi sotto forma di falde di detrito, con caratteri di terreni sciolti di tipo grossolano.

L'assetto strutturale e la diversa natura litologica dei terreni affioranti, rendono possibile distinguere due zone a differente morfologia.

In generale la morfologia della zona in esame è quella tipica delle zone di alta collina dove l'assetto strutturale e la diversa natura litologica dei terreni affioranti, rendono possibile distinguere due zone differenti.

Nei settori dove affiorano i calcari triassici, litologicamente più consistenti, si determina un'accentuazione del rilievo con quote di oltre 850 m.s.l.m.; le forme sono aspre con pizzi e spuntoni, con frequenti rotture di pendenza.

I calcari risultano stratificati, fratturati e tettonizzati, ciò ha consentito nel tempo l'accumulo, alle pendici del rilievo calcareo, di estese e spesse coperture detritiche.

Invece, in corrispondenza degli affioramenti argillo-sabbiosi ed argillitici i versanti assumono una morfologia più regolare e moderatamente acclive.

Per quando concerne le forme di dissesto legate a movimenti gravitativi essi coinvolgono, se pur in misura diversa, gran parte del territorio comunale.

Anche in questo caso sono i terreni di natura plastica, quelli maggiormente interessati da fenomeni di dissesto, che interessano sia la coltre superficiale alterata che il substrato (forme calanchive, deformazioni superficiali lente, colamenti) .

Nell'ambito degli affioramenti calcarei, calcareo-marnosi e calcarenitici, a secondo della giacitura degli strati e/o dell'acclività dei pendii, sono presenti frane di crollo e/o ribaltamenti.

I rilievi sono intervallati da incisioni, più o meno profonde dovute agli stress tettonici ma anche alle azioni erosive degli elementi idrografici che rappresentano le vie preferenziali allo scorrimento delle acque, sia a carattere fluviale che torrentizio.

L'organizzazione del reticolo idrografico risulta anch'essa profondamente differenziata; sui terreni di natura argillosa la rete idrografica, presenta una struttura articolata di tipo dendritico, con sezione trasversale molto allargata, essendo preponderanti i fenomeni di versante rispetto all'erosione di fondo.

Invece, nell'ambito dei litotipi carbonatici la rete di scorrimento superficiale assume una struttura più semplificata, con incisioni per lo più rettilinee, che tendono ad impostarsi lungo discontinuità tettoniche, caratterizzate da una sezione trasversale a V essendo prevalente l'erosione di fondo.

Il regime di scorrimento delle acque superficiali presenta caratteristiche differenti in relazione alla notevole complessità dei reticoli idrografici.

Si passa, infatti, da semplici linee d'impluvio a carattere torrentizio, percorse dall'acqua, solo in concomitanza di abbondanti precipitazioni, sino ad aste

fluviali di primo ordine caratterizzate da un vero e proprio regime idraulico (Fiume Sosio).

Tali impluvi fungono da raccoglitori naturali delle acque meteoriche che, in parte, infiltrandosi in prossimità delle litologie calcaree fratturate vanno ad alimentare numerose sorgenti tra cui quella di Monte Scuro.

L'area interessata dalle opere di progetto ricade all'interno del centro abitato in una zona pressoché pianeggiante degradante con pendenze di 5-10° pressoché a Nord.

Il rilevamento geologico e geomorfologico di superficie non ha evidenziato nell'area interessata dalle opere di progetto la presenza di movimenti gravitativi che possono far evolvere in senso negativo la sua attuale stabilità

4. INDAGINI SISMICHE, CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione della categoria di suolo secondo quanto previsto dalla vigente normativa (D.M. 17/01/2018), è stata eseguita una prova sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave), che costituisce una tecnica di indagine non invasiva che individua, al centro dello stendimento, il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali (Rayleigh) fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati è composta da: un acquirente a 24 canali della SARA Electronics Instruments a 16 bit (registratore DOREMI), 16 geofoni a frequenza di 4.5 Hz e da un personal computer. Come sistema di energizzazione è stato utilizzata una mazza di 8 kg battente su un piattello in pvc. L'indagine MASW è stata realizzata predisponendo una stendimento lineare di 16 m di lunghezza con 16 geofoni a 4.5 Hz equidistanziati di 2 m (Fig. 4). Per l'acquisizione dei dati sono state effettuate ripetute energizzazioni disposte alle estremità del profilo ad una distanza di 2 m dal primo geofono.

I dati sono stati elaborati tramite il software Easy Masw. L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "f-k" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica. In questo grafico è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie. Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione

del modello interpretativo. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon “fitting” con i valori sperimentali.

L’ubicazione dello stendimento eseguito, è riportato nella planimetria allegata.

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in prossimità del sito da investigare, sollecitazioni dinamiche verticali, per la generazione delle onde P e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante geofoni a componente verticale. A partire dal modello sismico monodimensionale, è possibile calcolare il valore delle V_{s30} , che rappresenta la “velocità equivalente” di propagazione delle onde di taglio, entro 30 m di profondità. Si fa riferimento all’espressione in calce, riportata nel D.M.. 17.01.2018 (“Norme tecniche per le costruzioni”):

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

con:

h_i = Spessore in metri dello strato i -esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i -esima

N = Numero di strati

La Base Masw, per le possibilità operative presenti in corrispondenza del sito di intervento, presenta la geometria come di seguito indicato:

↯ Numero geofoni 16 ↯ Spaziatura geofoni 2,0 m ↯ Lunghezza stendimento geofonico 16,0 m ↯ Distanza punto di shot dal primo geofono 2 m ↯ Lunghezza complessiva 18 m.

Il diagramma di “dispersione Freq. (Hz) / Vel. di Fase (m/s) con analisi spettrale” sono riportate nelle Figure 5 – 6 di seguito allegate:

Il modello sismo-stratigrafico ottenuto evidenzia 2 sismostrati che vengono di seguito descritti:

- ✓ 0.00 m. a -1.00 m. dal p.c.: materiale a grana medio – fine scarsamente addensato e dalle mediocri caratteristiche fisico meccaniche. Tale orizzonte sismico è contraddistinto dalle seguenti velocità delle onde sismiche: V_p 305,31 m/s e V_s 146,67m/s;
- ✓ Da -1.00 m. a oltre 30 metri dal p.c.: materiale a grana medio fine pseudocoerente e piuttosto consistente. Tale orizzonte sismico risulta caratterizzato da apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche ed è contraddistinto dai seguenti valori di velocità delle onde sismiche: V_p 504,00m/s e V_s 269,40m/s;

L’identificazione della categoria di sottosuolo si basa principalmente sui valori della velocità equivalente $V_{S,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Dall’analisi dei dati sismici relativi alla prova MASW si è ottenuto che il terreno di fondazione del sito in esame presenta un valore di V_{s30} di **262,09 m/s**, di conseguenza ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto si può attribuire il suolo di fondazione alla categoria “**C**” e cioè

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S_{30}}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT_{7,30}} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
Categoria	Descrizione

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Viene di seguito definita, mediante la sottostante tabella, la categoria topografica dell'area in esame, riferita a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali creste e dorsali allungate, che dovranno essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30,00 m.

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

Nel caso in esame si può assumere la categoria T1.

Si riporta di seguito la relazione sulle indagini geofisiche eseguite, in cui viene descritta in dettaglio la metodologia e l'attrezzatura utilizzata per la determinazione della categoria di suolo di fondazione e della caratterizzazione sismica dei sismostrati individuati.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE, CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E FISICO-MECCANICHE

Per la conoscenza dell'immediato sottosuolo, come accennato in premessa, è stato eseguito a mano un pozzetto esplorativo, spinto fino a circa – 1,00 m di profondità dal piano stradale.

Ci si avvale anche di una personale conoscenza dei luoghi per aver effettuato all'interno del centro abitato altri studi applicativi, corredati da pozzetti esplorativi e sondaggi, e per aver preso visione di sezioni naturali e fronti di scavo presenti, in prossimità dell'area interessata dalle opere di progetto.

La visione di fronti di scavo ha consentito di osservare direttamente la natura e lo stato fisico dei litotipi costituenti il substrato e le loro caratteristiche strutturali macroscopiche.

Nella planimetria allegata, si può osservare l'ubicazione del pozzetto esplorativo.

Il rilevamento geologico, esteso ad una significativa area circostante quella interessata, ha evidenziato che nel sito di indagine affiorano le argille ed argille debolmente sabbiose inglobanti detriti calcarei, e più in profondità straterelli calcarenitici, mascherate da una coltre di terreni alterati di natura prevalentemente limo sabbiosa, inglobanti detriti calcarei eterometrici.

La correlazione dei dati stratimetrici e litologici raccolti, ha permesso di rappresentare nella sezione allegata le caratteristiche litostratigrafiche e strutturali del sottosuolo indagato.

I litotipi messi in evidenza non costituiscono altrettante unità stratigrafiche, ma livelli differenziati esclusivamente ai fini applicativi.

Le pareti di scavo, hanno mostrato dall'alto verso il basso:

da 0,00 m a - 0,80 m, dal piano campagna, una coltre pedogena a matrice argillosa inglobante minuti detriti calcarei, rimaneggiata e poco consistente; da - 0,80 m a - 1,20 m, quota di fondo scavo, si rinvengono delle argille parzialmente alterate, mediamente consistenti, che divengono più consistenti con la profondità.

Per quanto concerne la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni che costituiscono il piano di posa delle strutture fondali del fabbricato da consolidare, si possono adottare i seguenti parametri geotecnici nominali da caratterizzare:

Argille ed argille sabbiose inglobanti trovanti calcarei e più in profondità straterelli calcarenitici, si rinvengono da -0,80 m ad oltre 5,00 m di profondità dall'attuale p.c.

Peso di volume (γ) = 19,4 KN/mc

Coesione (c') = 18,00 KN/mq

Angolo di attrito interno (φ') = 25°

6. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO – TECNICO CONCLUSIVE

Dopo quanto indagato, analizzato ed esposto nei capitoli precedenti, si riportano qui di seguito, le considerazioni più significative.

Da considerazioni globali scaturite dal rilevamento geologico e da attente osservazioni geomorfologiche, è emerso che non sono presenti, nell'area interessata dalle opere di progetto, movimenti gravitativi o dissesti in atto, che possono far evolvere in senso negativo l'attuale stabilità dei versanti interessati dalle opere.

La costruzione in oggetto ricade su una area stabile, non interessata da rischio geomorfologico ed idrogeologico, come evidenziato nelle relative Carte del P.A.I (Piano dell'Assetto Idrogeologico) allegate.

Le risultanze geognostiche, hanno evidenziato che la formazione argillosa ed argillo sabbiosa di base, risulta mascherata da una coltre pedogena, dello spessore complessivo di circa 0,80 m, costituita da argille sabbiose inglobanti detriti calcarei eterometrici, che risultano rimaneggiate e quindi, non sono idonee a costituire sedime di fondazione.

In merito alla tipologia delle strutture fondali esistenti si tratta di un struttura in muratura di pietrame calcareo di circa 40 cm di profondità , al di sotto della pavimentazione stradale; il progetto prevede il suo irrigidimento con mattoni pressati e calce, essa sarà ammorsata alla muratura esistente mediante opportuno innesto facendo due tre fori (diametro 40 mm) per ogni metro quadro ed iniezione armata di collegamento con malta espansiva di miscela cementizia. E' prevista anche la realizzazione di una sottofondazione in c.a. di cm 60 x 60, pertanto il piano di posa sarà portato a – 1,00 m circa dal piano stradale di via Ruggero Settimo.

Per il raggiungimento del tetto della formazione di base, parzialmente alterata, si dovrà operare, a piccoli tratti, l'allontanamento della coltre di terreni alterati.

Nel capitolo precedente sono stati fornite le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di sedime, i parametri nominali sono da caratterizzare ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018.

Si condivide la scelta progettuale di applicare sulle facce interne (ed esterne nel muro di prospetto) dei muri, della rete elettrosaldata, da rendere solidale con la muratura portante, tramite delle perforazioni e l'inserimento di barre trasversali di collegamento.

Sarà cura dell'ing. D.L. verificare e controllare che l'esecuzione di tutte le opere avvenga nel rispetto di tutte le norme di sicurezza.

In fase di sbancamento per la realizzazione delle strutture fondali, i fronti di scavo dovranno essere opportunamente puntellati a regola d'arte, ed anche i muri delle vetuste costruzioni limitrofe, rispettando tutte le norme di sicurezza, per la salvaguardia e l'incolumità degli operai.

Relativamente al restauro delle fontanelle ed al rifacimento delle pavimentazioni delle strade interessate non comporterà nessun problema di carattere geologico; la sottopavimentazione prevista di calcestruzzo di 20 cm di spessore potrà essere adagiata su tout venant di cava, ben rullato e compattato, di circa 25 cm di spessore.

Per tutto quanto sopra esposto, e con gli accorgimenti tecnici indicati, le previste opere di progetto, risultano dal punto di vista geologico fattibili e non porteranno alcun elemento di turbativa geomorfologica ed idrogeologica nell'area in studio.

Palermo, Agosto 2019



Il Geologo

STUDIO

INDAGINE DI SISMICA MASW

(ai sensi del D.M. 17/01/2018)

SITO

COMUNE DI PALAZZO ADRIANO (PA)

VISTO

OGGETTO

Progetto per il miglioramento del paesaggio culturale urbano delle 3 cittadelle attraverso il restauro delle 24 fontane e l'adeguamento sismico di un edificio Comunale da destinare a centro di micro raccolta delle frazioni differenziate dei rifiuti urbani speciali (.....in sintonia con la convenzione Europea del paesaggio e con la strategia tecnica Europea per l'ambiente urbano)

COMMITTENTE

Dott. Geol. Giorgio Milazzo

DATA

Luglio 2019

PROFESSIONISTA

Dott. Geologo Marcello Militello

**Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. Militello Marcello
N. 2309 Sez. A**

ALLEGATI

Allegati cartografici

INDICE

1. Premessa	pag. 1
2. Cenni sul metodo MASW	pag. 1
2.1 Propagazione delle onde di superficie	pag. 1
3. Strumentazione e modalità di acquisizione	pag. 4
4. Risultati finali e Calcolo della V_{s30}	pag. 5
5. Conclusioni	pag. 11

Allegati:

- Ubicazione indagini su stralcio planimetrico in scala.

1. PREMESSA

La presente relazione riporta le elaborazioni ed i risultati ottenuti dall'esecuzione di un'indagine geofisica consistente in un rilievo con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) al fine di caratterizzare il profilo sismico del sottosuolo. Scopo dell'indagine è quello di definire l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità (V_s - z), al fine di determinare il parametro V_{s30} in accordo con O.P.C.M. 3274 e s.m.i, e del D.M. 17.01.2018. La campagna di indagine è stata eseguita, su incarico conferito dal Dott. Geol. Giorgio Milazzo per nome e per conto del Comune di Palazzo Adriano, Luglio 2019, in Via Ruggero Settimo nel Comune di Palazzo Adriano.

2. CENNI SUL METODO MASW

2.1 - PROPAGAZIONE DELLE ONDE DI SUPERFICIE

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc. Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S_v;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si

comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione di Fig.1:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Il metodo si basa sul rilievo di onde di superficie (onde di Rayleigh); queste si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente e sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 2). In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla

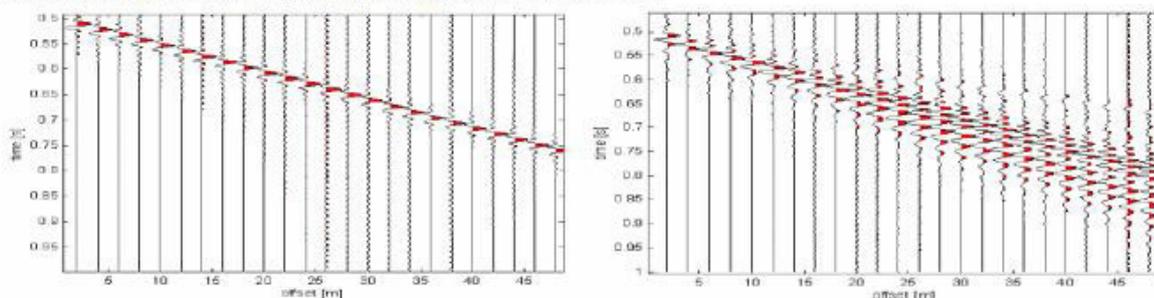
superficie libera. L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate. Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a $0.92V_s$. In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e $0.92 V_s$. La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

Figura 2 – Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto al senso di propagazione dell'onda.



La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati (Fig. 3). Ciò consente, analizzando la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che dipende dall'inverso della lunghezza d'onda), di determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

Figura 3 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo non stratificato (a sinistra) e in un mezzo stratificato (a destra). Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.



3. STRUMENTAZIONE E MODALITA' DI ACQUISIZIONE

La strumentazione utilizzata è composta da: un acquisitore a 24 canali della SARA Electronics Instruments a 16 bit (registratore DOREMI), 16 geofoni a frequenza di 4.5 Hz e da un personal computer. Come sistema di energizzazione è stato utilizzato una mazza di 8 kg battente su un piattello in pvc. L'indagine MASW è stata realizzata predisponendo una stendimento lineare di 16 m di lunghezza con 16 geofoni a 4.5 Hz equidistanziati di 2 m (Fig. 4). Per l'acquisizione dei dati sono state effettuate ripetute energizzazioni disposte alle estremità del profilo ad una distanza di 2 m dal primo geofono.

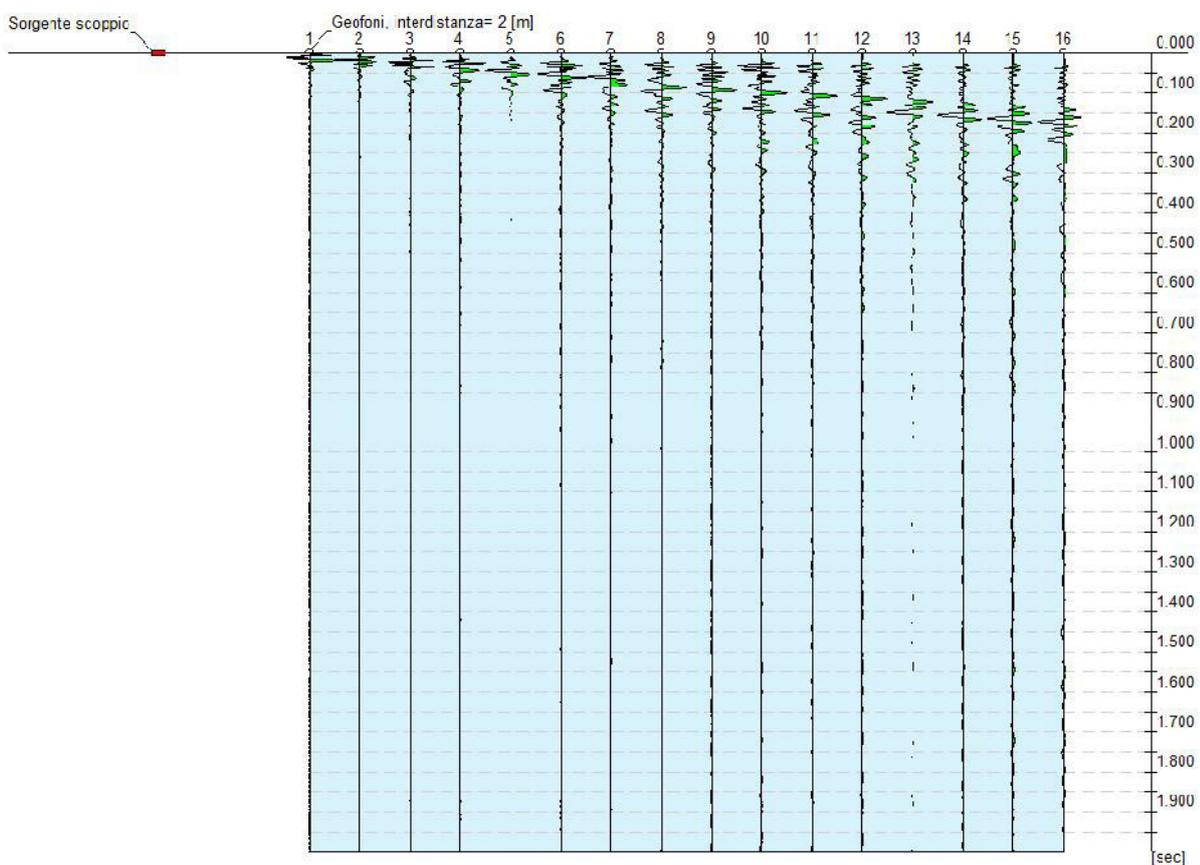


Fig. 4: Configurazione dello stendimento geofonico.

I dati sono stati elaborati tramite il software Easy Masw. L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "f-k" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica. In questo grafico è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie. Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di

frequenze. Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione del modello interpretativo. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.

4. RISULTATI FINALI E CALCOLO DELLE V_{S30}

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato nel capitolo precedente, è possibile calcolare il valore delle V_{S30} , che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione delle onde di taglio, entro 30 m di profondità. Si fa riferimento all'espressione in calce, riportata nel D.M. 17.01.2018 ("Norme tecniche per le costruzioni"):

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

h_i = Spessore in metri dello strato i -esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i -esima

N = Numero di strati

La Base Masw, per le possibilità operative presenti in corrispondenza del sito di intervento, presenta la geometria come di seguito indicato:

→ Numero geofoni 16 → Spaziatura geofoni 2,0 m → Lunghezza stendimento geofonico 16,0 m → Distanza punto di shot dal primo geofono 2 m → Lunghezza complessiva 18 m.

Il diagramma di "dispersione Freq. (Hz) / Vel. di Fase (m/s) con analisi spettrale" sono riportate nelle Figure 5 – 6 di seguito allegate:

Il modello sismo-stratigrafico ottenuto evidenzia 2 sismostrati che vengono di seguito descritti:

- ✓ 0.00 m. a -1.00 m. dal p.c.: materiale a grana medio – fine scarsamente addensato e dalle mediocri caratteristiche fisico meccaniche. Tale orizzonte sismico è contraddistinto dalle seguenti velocità delle onde sismiche: V_p 305,31 m/s e V_s 146,67m/s;
- ✓ Da -1.00 m. a oltre 30 metri dal p.c.: materiale a grana medio fine pseudocoerente e piuttosto consistente. Tale orizzonte sismico risulta caratterizzato da apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche ed è contraddistinto dai seguenti valori di velocità delle onde sismiche: V_p 504,00m/s e V_s 269,40m/s;

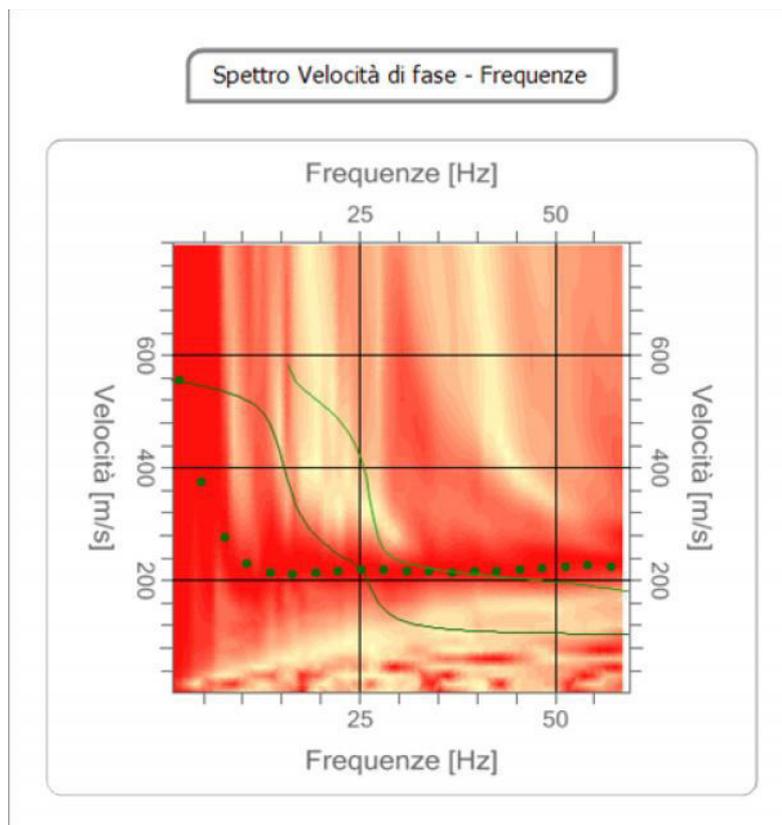


Fig. 4.1: diagramma della curva di dispersione del sito in oggetto.

Di seguito si riporta il modello sismo-stratigrafico in forma tabellare e l'andamento della curva delle onde S con la profondità (profilo di velocità).

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	V_s [m/s]	V_p [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G_0 [MPa]	E_d [MPa]	M_0 [MPa]	E_y [MPa]	NSPT	Q_c [kPa]
1	1.00	1.00	146.67	305.31	1700.00	0.35	36.57	158.47	109.71	98.74	39	160.03
2	00	00	269.40	504.00	1800.00	0.30	130.64	457.23	283.05	339.65	0	3397.54

Go: Modulo di deformazione al taglio;

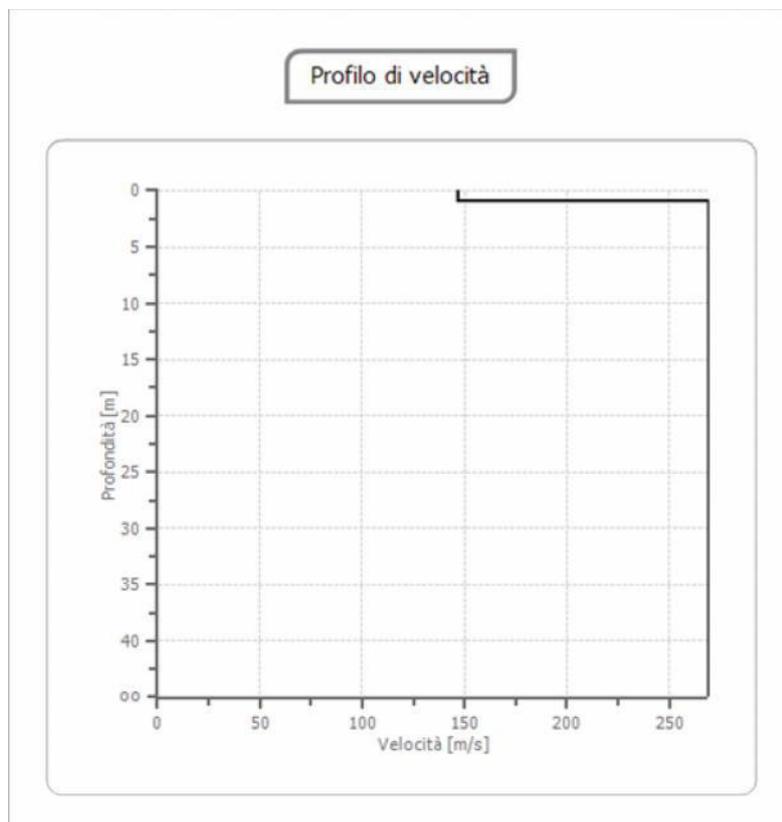
Ed: Modulo edometrico;

Mo: Modulo di compressibilità volumetrica;

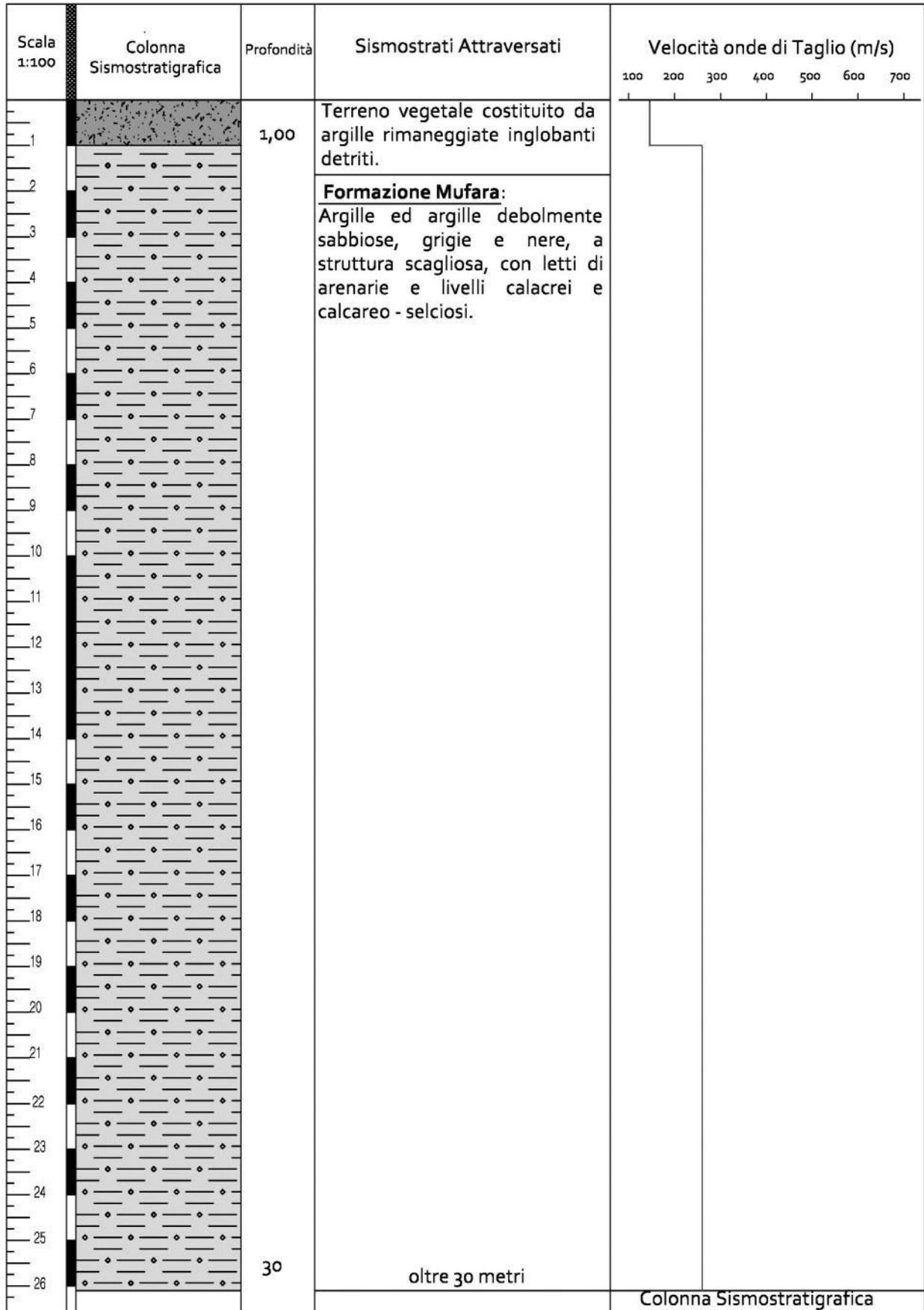
Ey: Modulo di Young;

Ai vari sismostrati è stato associato il valore della velocità Vs, consentendo di ottenere la seguente Vs30 (velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo):

Vs30= 262.09 m/s (da p.c. a -30,0 m) in applicazione del capitolo 3.2.2 del N.T.C/2018.



Sismostratigrafia



Curva di dispersione

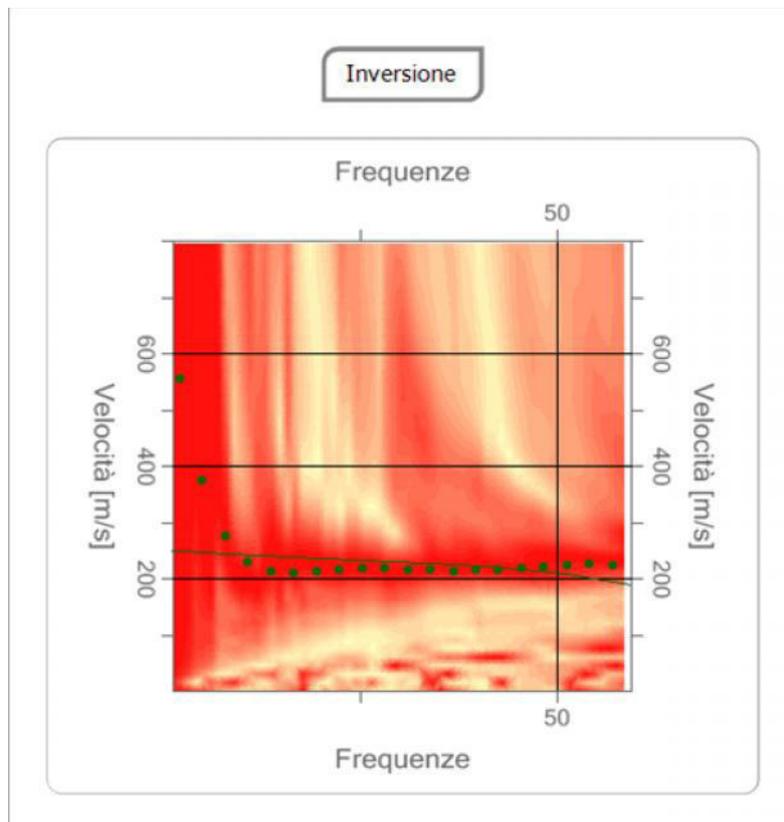
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	2.0	556.2	0
2	4.9	374.6	0
3	7.8	275.3	0
4	10.7	228.3	0
5	13.6	212.0	0
6	16.5	211.2	0
7	19.4	213.7	0
8	22.3	216.2	0
9	25.2	217.6	0
10	28.1	217.5	0
11	31.0	216.4	0
12	33.9	215.1	0
13	36.8	214.1	0
14	39.7	214.3	0
15	42.6	215.7	0
16	45.5	218.3	0
17	48.5	221.4	0
18	51.4	224.1	0
19	54.3	225.3	0
20	57.2	223.5	0

Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.00	1.00	1700.0	0.4	No	305.3	146.7
2		00	00	1900.0	0.3	No	504.0	269.4

Fattore di disadattamento della soluzione

0.165



5. CONCLUSIONI

Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2) che prevedono un approccio semplificato per la definizione dell'azione sismica di progetto, si è ottenuto che il terreno di fondazione in esame è caratterizzato da una velocità equivalente $V_{s30} = 262.09 \text{ m/s}$ e pertanto il sito appartiene alla **Categoria C** (Tab.3.2.II e 3.2.III).

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Palermo, Luglio 2019

Dott. Geol. Marcello Militello

Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. Militello Marcello
N. 2809 Sez. A

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto strumentazione utilizzata

Allegati:

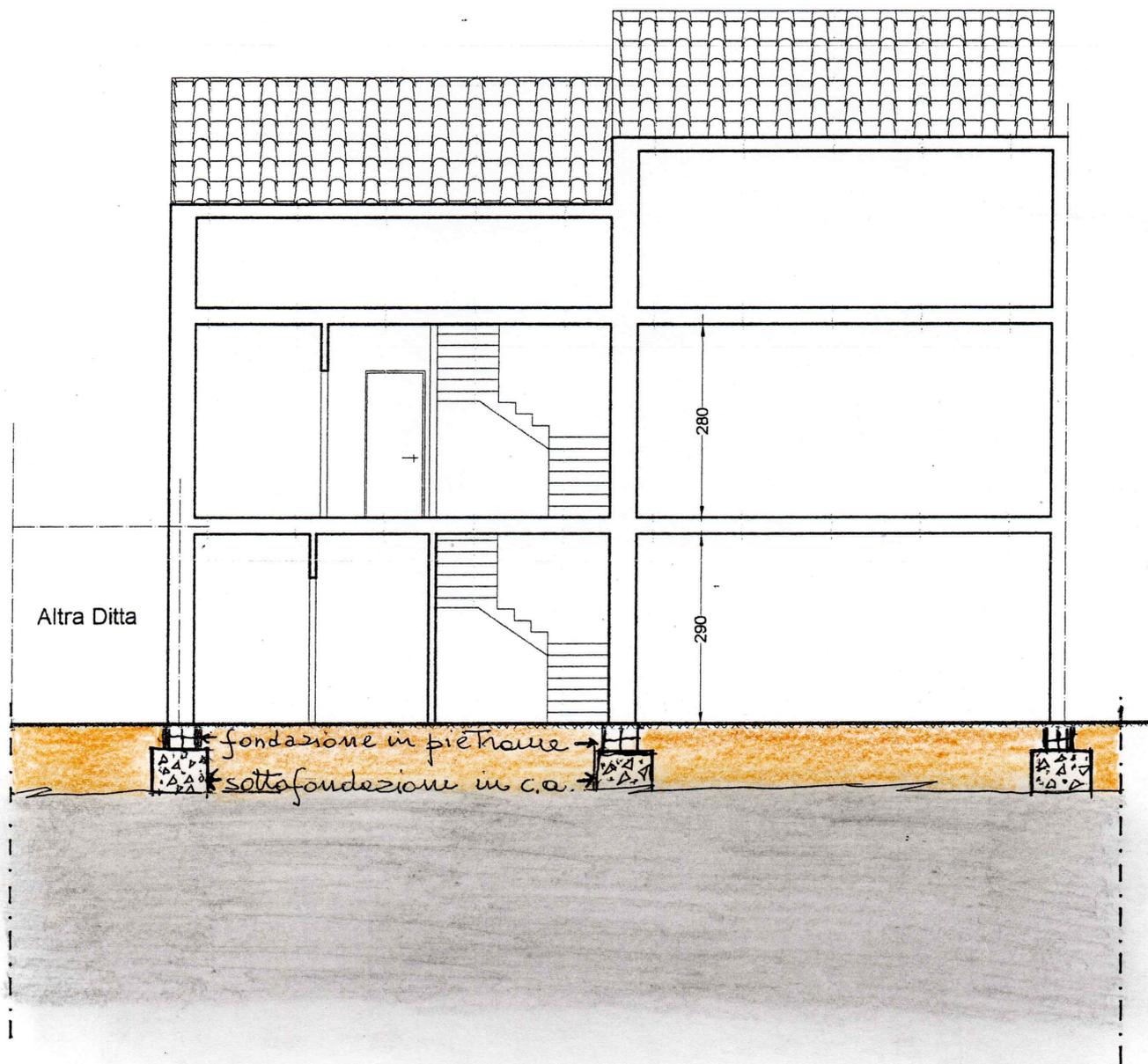
- **UBICAZIONE INDAGINI SU STRALCIO PLANIMETRICO.**



PLANIMETRIA INDAGINI ESEGUITE	○ Ubicazione del Sito	Indagine Geofisica MASW
-------------------------------	-----------------------	-------------------------

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA B - B

Scala 1: 100



Coltre pedogena costituita da materiali argillosi e limo sabbiosi inglobanti detriti calcarei eterometrici, frammisti anche a terreno vegetale in matrice sabbiosa e limosa; rimaneggiata poco consistente.



Argille ed argille sabbiose, parzialmente alterate nella parte sommitale, mediamente consistenti, sempre di più con la profondità



Plano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

ART. 111, 118/98 (Decreto del Presidente della Repubblica n. 11/2009) art. 11

Bacino Idrografico del Fiume Verdura (061)

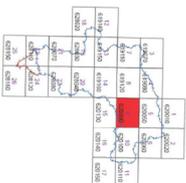
e area territoriale tra i Bacini del F. Verdura e del Fiume Magazzolo (061A)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 09

COMUNE DI BIVONA-EDICOLA-SICIANA-PALICCI-MONICO-ORFIZI

Scala 1:10.000



Anno 2006

LEGENDA

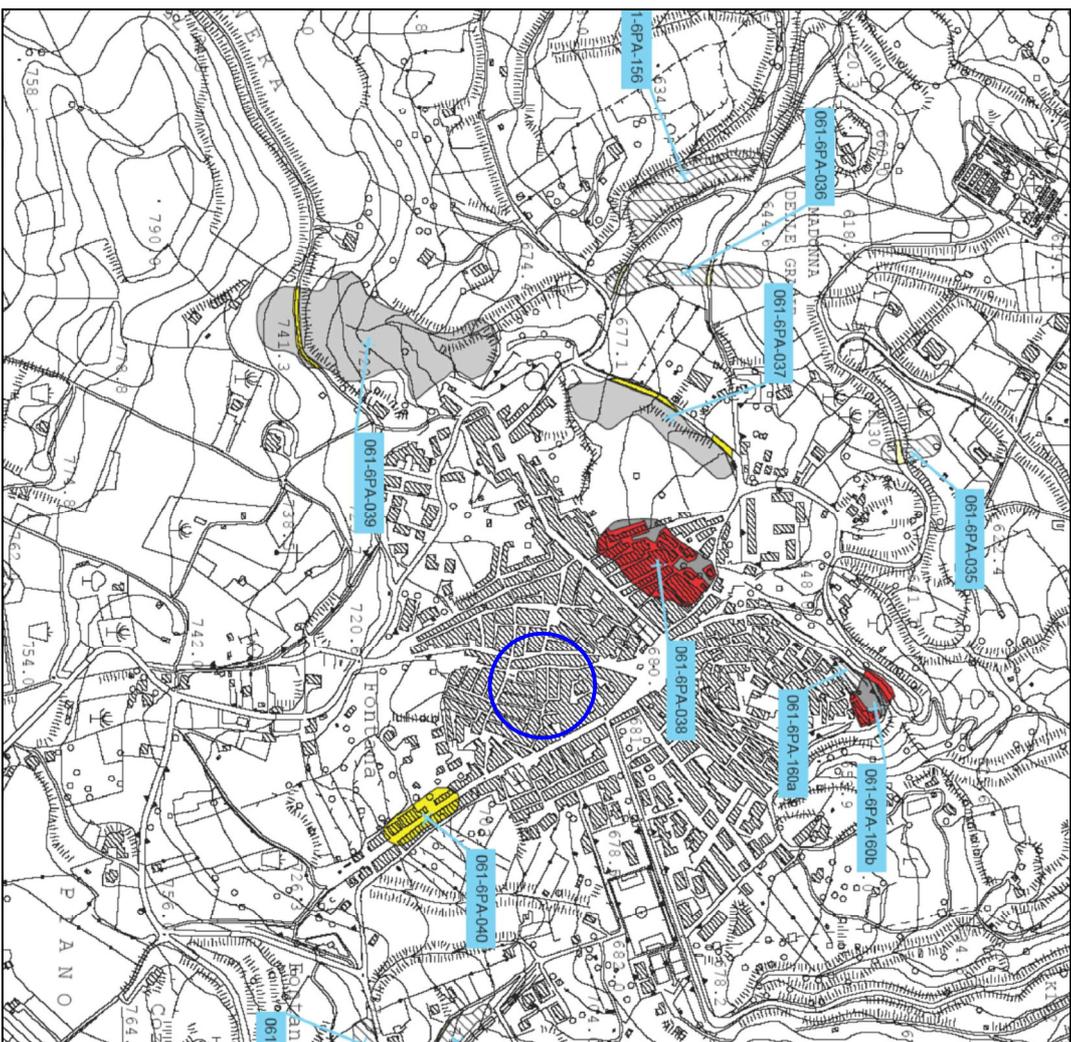
LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato
- Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato
- R4 molto elevato

- Limite bacino idrografico
- Limite area territoriale tra i Bacini del F. Verdura e del F. Magazzolo
- Limite comunale



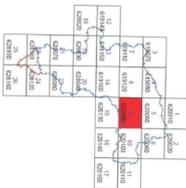
Sito in studio



CARTA DEI DISSESTI N° 09

COMUNE DI BIVONA-SURBO-CHIOSA SCALAPANI-PALAZZO ADRANO-PRINZI

Scala 1:10.000



Anno 2006

LEGENDA

TIPOLOGIA

- Colto e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Fina complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a frangibilità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calaroc
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata
- Sito di attenzione

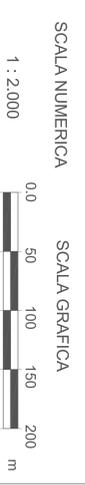
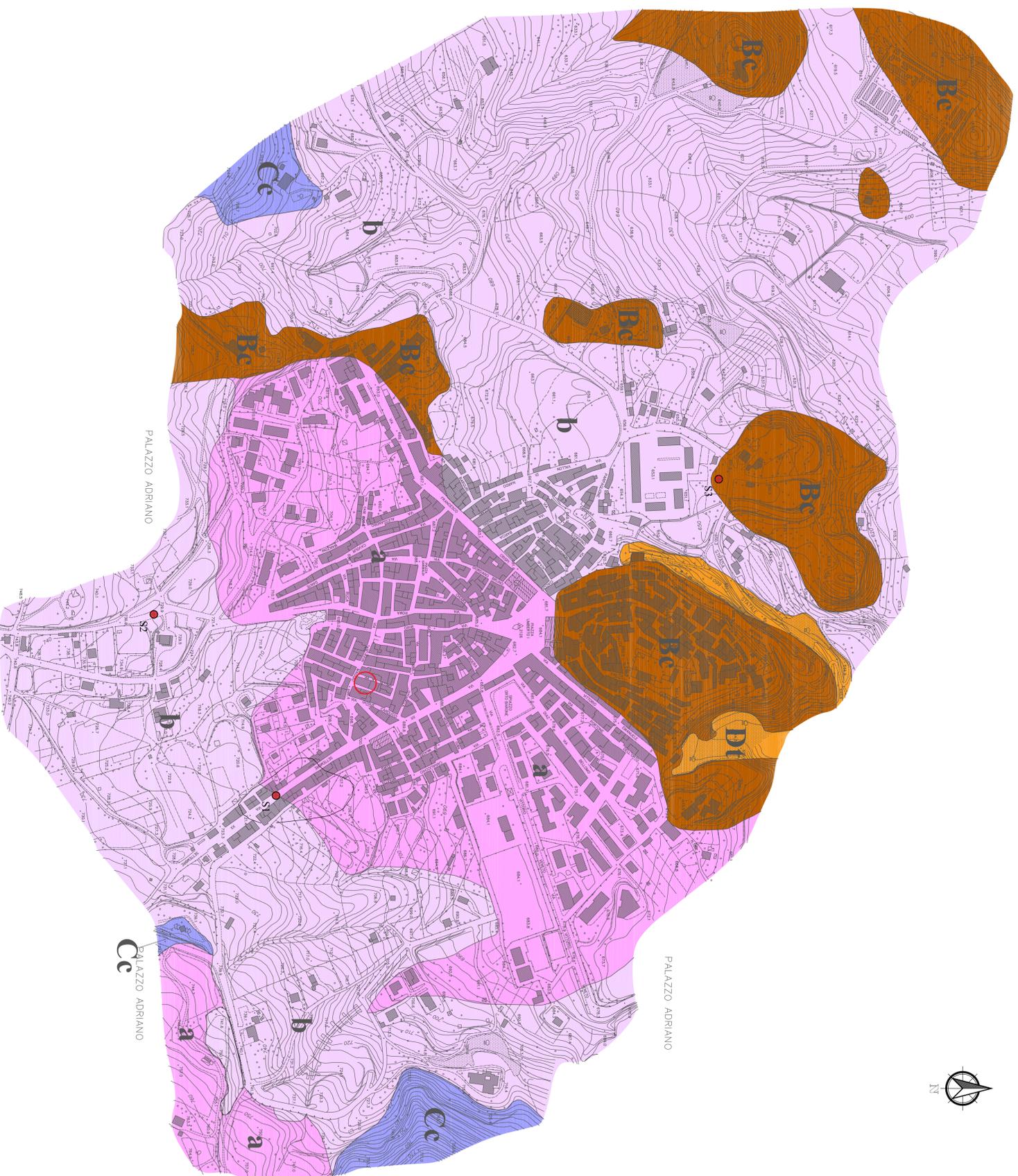
STATO DI ATTIVITA'

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

- Limite bacino idrografico
- Limite area territoriale
- tra i Bacini del F. Verdura e del F. Magazzolo
- Limite comunale



Sito in studio



LEGENDA

- Dt:** detriti di falda di natura calcarea
- Bc:** calcari mai stratificati, tettonizzati, spesso ridotti ad una breccia calcarea mediamente ben cementata
- Cc:** calcari bianco grigiastri in strati centimetrici e decimetrici, risultano tettonizzati (*Trias*)
- a:** Argille ed argille debolmente sabbose, grigie e nere, a struttura scagliosa, con letti di arenarie e livelli calcarei e calcareo-sclerosi "Formazione Mutara" (*Trias*)
- b:** coltre di argille limose, ed argille sabbose, variamente rimaneggiate ed a tratti con inclusi lenti e detriti calcarei eterometrici.
- Edificio di Progetto
- Sondaggi eseguiti con trivella a rotazione a c.c. in occasione della redazione dello studio geologico per il P.R.G. S3

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI PALAZZO ADRIANO
 CITTÀ METROPOLITANA DI PALERMO

"STUDIO GEOLOGICO PER IL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO DEL PAESAGGIO CULTURALE URBANO DELLE 3 CITTADELLE ATTRAVERSO IL RESTAURO DELLE 24 FONTANE E L'ADEGUAMENTO SISMICO DI UN EDIFICIO COMUNALE."

GEOLOGO:
Giorgio Milazzo

CARTA GEOLOGICA

1	12.000	1	1
2	12.000	2	1
3	12.000	3	1