

ISTITUTO AUTONOMO CASE POPOLARI DELLA PROVINCIA DI PALERMO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI 15 ALLOGGI DI ERP
DENOMINATO ISOLATO 2CD ALL'INTERNO DEL QUARTIERE
ALBERGHERIA, NEL CENTRO STORICO DI PALERMO

RELAZIONE GEOLOGICA

Livello di Progettazione: ESECUTIVO

Stesura: GIUGNO 2018



PREMESSA

L'Istituto Autonomo Case Popolari ha in programma la costruzione di due immobili, originariamente costituiti da due catoi semplici e multipli in rovina, ed in seguito demoliti del tutto da parte dell'Amministrazione Comunale, ubicati nell'area compresa tra Vicolo Quartararo e Salita Spianato, e Vicolo Quartararo, Via Viola e Via Terzo, denominati rispettivamente Isolati 2C e 2D, situati nel centro storico del Comune di Palermo, nel quartiere Albergheria, per un totale 15 alloggi di ERP.

Con nota n.1682 del 30.01.2012, allo scrivente è stato affidato l'incarico di aggiornare la relazione geologica redatta nel 1999 dal dott. Domenico Pagano.

Il presente studio ha, pertanto, non solo quello di determinare la successione stratigrafica e le caratteristiche fisiche ed i requisiti idrogeomorfologici dei litotipi che compongono il sottosuolo dell'area in questione, ma anche quello di caratterizzare le problematiche geologico-tecniche connesse alla realizzazione dell'opera alla luce di quanto disciplinato dal "Nuovo Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" e dai successivi aggiornamenti in ordine alla tavola 9 del *Bacino Idrografico del Fiume Oreto (039) e l'Area Territoriale compresa tra il Bacino Oreto e Punta Raisi(040)*.

In occasione del suo studio redatto nel 1999, il dott. Pagano aveva già caratterizzato l'aspetto idrogeomorfologico e definito la stabilità dell'area in esame con riferimento all'eventuale presenza di cavità naturali o artificiali, alla presenza di agenti morfogenetici attivi e all'individuazione dimensionale di eventuali livelli freatici, nonché all'individuazione del contatto stratigrafico tra il recente complesso alluvionale del Fiume Kemonia e il complesso calcarenitico a prevalente contenuto sabbioso.

I recenti rilievi condotti dal sottoscritto non hanno fatto altro che confermare quanto già rilevato nel precedente studio geologico del Dott. Pagano.

E' infatti essenziale premettere che nel 1999 l'area di che trattasi è già stata

riferimento all'*Atlante Geologico Stratigrafico del Centro Storico di Palermo*, a cura del Dott. Pietro Todaro.

In relazione ai rilievi effettuati allo stato attuale, e considerando che non si sono verificate variazioni morfologiche dell'area in esame rispetto alla data di effettuazione dei sondaggi del 1999, il consulente geotecnico ha potuto aggiornare le interazioni tra le caratteristiche dei terreni interessati e le fondazioni dell'attuale progetto, alla luce delle nuove normative vigenti.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area in oggetto, ubicata nel centro storico della città di Palermo e ricadente nel Foglio 249 II N.E. della Carta Topografica d'Italia IGM al 25:000 denominata "PALERMO", ha una quota di circa 21 m s.l.m.

L'area urbana di Palermo, circondata dai Monti di Palermo e delimitata dal Mar Tirreno, sorge su una piana che degrada verso mare con una pendenza del 10-15%. Essa non è altro che il risultato combinato dell'azione del mare e dei numerosi corsi d'acqua che in passato la solcavano più o meno incisivamente: Fiume Kemonia, Fiume Papireto, Fiume Oreto ed il Flumen Galli, detto anche Torrente di Passo di Rigano.

Il Flumen Galli, a tipico regime torrentizio, era capace di considerevoli portate di piena e di trasportare notevoli quantità di materiale alluvionale fino al proprio delta, che si trovava all'altezza di via Domenico Scinà, espandendosi fino al Piano dell'Ucciardone (Piazza Giachery); verso la metà dell'Ottocento, il corso d'acqua fu deviato in un canale sotterraneo costruito nel 1856, il Canale Passo di Rigano, che raccoglie tuttora le acque provenienti da Monte Cuccio, Bellolampo, Cozzo Grillo e Cozzo S. Croce per via di alcuni torrenti oggi canalizzati: i canali Luparello, Borsellino, Mortillaro e Celona.

Il Canale Passo di Rigano percorre la parte settentrionale di Palermo (quartieri

Il Kemonia, detto anche “Fiume del Maltempo o d’Inverno” si originava nell’attuale Parco d’Orleans e, dopo aver attraversato la città, sfociava in mare. Essendo un corso d’acqua alquanto impetuoso, esso straripava spesso inondando il territorio circostante; perciò, nel XVI secolo venne interrato grazie ad un condotto sotterraneo, e deviato verso il Fiume Oreto. L’importanza storica del fiume non è di poco conto; infatti la città venne edificata dai Fenici proprio tra i due fiumi del Kemonia (Fiume d’Oriente) e il Papireto (Fiume d’Occidente). In questo modo i due fiumi venivano sfruttati come fossero porti; questo diede alla città il nome greco di Panormos, cioè *Tutto Porto*.

L’area in esame è esattamente ubicata sull’antico alveo del Fiume Kemonia.

CONSIDERAZIONI IDROGEOMORFOLOGICHE

La geomorfologia dell’area in questione è caratterizzata da un assetto regolare in cui predomina uno scenario contraddistinto da terrazzi fluviali e terrazzi marini originatisi nel Pleistocene e Olocene, e contraddistinti rispettivamente dalle Alluvioni Ghiaiose e dalla *Formazione Calcarenitica Sabbiosa*.

Come anzidetto, l’assenza di una rete idrografica superficiale è da attribuirsi allo sviluppo urbanistico della città che ha interrato integralmente il Kemonia.

La notevole permeabilità dei terreni favorisce non solo l’infiltrazione delle acque meteoriche, ma anche delle acque potabili e reflue rispettivamente della rete idrica e fognaria, entrambe ancor oggi fatiscenti in gran parte. Tali acque contribuiscono ad innalzare il livello freatico della falda, che in occasione dei sondaggi del 1999 è stato riscontrato ad una profondità compresa tra i circa 6 m nel terrazzo fluviale ed i 10,50 m in quello calcarenitico.

Le condizioni di stabilità dell’area in argomento possono essere definite buone, se relazionate alla messa in posto dei terreni presenti nonché alla mancanza di agenti morfogenetici e/o geodinamici che possano in futuro turbare l’attuale equilibrio.

costituito da sedimenti alluvionali e terreni di riporto relativamente recenti, non adatti alla realizzazione di tali strutture.

4 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Sulla base dei sopralluoghi e dei rilievi di superficie, la situazione geologica dei litotipi affioranti nell'area di che trattasi risulta essere interessata da terreni appartenenti ai cosiddetti "*Monti di Palermo*", costituenti un frammento della Catena Appennino-Maghrebina creatasi per sovrapposizione di Unità Terrigeno Carbonatiche e Carbonatiche Terziarie a sua volta originate da depositi paleogeografici di piattaforma carbonatica di ambiente marino che, a partire dal Miocene Inferiore, si deformarono evolvendosi in corpi geologici con omogeneità di facies e comportamento strutturale (Unità Stratigrafico Strutturali).

Esse si sovrapposero originando la struttura tettonica dei "*Monti di Palermo*" dove le unità di testa corrispondono a corpi geologici afferenti i domini paleogeografici più interni che, di conseguenza, furono soggette a maggiore traslazione. Nella fattispecie, i terreni della Piattaforma Carbonatica Panormide slittarono su quelli del Bacino Imerese.

L'origine della Piana di Palermo viene ipotizzata dai diversi autori o come instaurazione di una fossa tettonica, o come prodotto dell'erosione differenziale del substrato argillo-marnoso, sebbene altri autori ritengano tali ipotesi riferibili rispettivamente alla zona Nord, Sud e Sud-Est della Piana.

Nella Piana confluivano i materiali provenienti dal dilavamento dei monti circostanti per via dell'azione dei corsi d'acqua a regime torrentizio e non; nel Quaternario, l'azione erosiva era anche operata dal mare nei confronti dei rilievi carbonatici esistenti.

Generalmente, il sottosuolo di Palermo consta di una successione calcarenitica quaternaria (Siciliano) dello spessore variabile da 80-90 m fino ad assottigliarsi a

- Argille Azzurre Fossilifere, con a luoghi sabbie ed argille siltose.

Passando all'area in esame, i terreni limitrofi sono rappresentati in via preponderante dal *Complesso Calcarenitico Sabbioso* a prevalente colorazione giallo ocra che, generalmente, ha andamento stratificato in grossi banchi a giacitura debolmente inclinata in direzione dell'attuale linea costiera. La giacitura della formazione è quella dell'originaria messa in posto, dovuta alla fase regressiva del mare e all'assenza di fenomeni di sollevamento tettonico con la conseguente formazione di faglie. Nell'ambito di tali banchi è possibile notare una stratificazione incrociata secondaria, testimonianza di una messa in posto del sedimento in ambiente litorale. La colorazione giallo ocra è senz'altro dovuta alla presenza di ossidi di *Fe* e *Al*.

Lo scheletro del sedimento è costituito da granuli carbonatici, anche se svariati livelli presentano in maniera preponderante granuli a componente quarzosa. I sali calcarei depositi dalle acque di infiltrazione e di circolazione sotterranea hanno consolidato i vuoti intergranulari della compagine rocciosa con un cemento calcitico.

Va anche notato che nell'area in questione il grado di cementazione è sensibilmente variabile tanto da assistere al passaggio a vere e proprie sabbie o, addirittura, a limi di scarsa consistenza.

Più dettagliatamente, la litostratigrafia locale, nell'ambito di uno spessore geotecnicamente significativo, è contraddistinta dall'alto verso il basso, da:

- 1) *Calcarenite in strati mediamente cementati, alternate a sabbie medio-fini;*
- 2) *Sabbie fini limose, grigie, fossilifere.*

Nell'area di che trattasi, questi sedimenti sono stati dapprima decisamente incisi dal Fiume Kemonia ed in seguito ricoperti dalle sue tipiche alluvioni che, dal basso verso l'alto sono contraddistinte dalla seguente successione (cfr. allegato: Ricostruzione dell'antico alveo del Fiume Kemonia in corrispondenza dell'Isolato 2-Vicolo Viola):

- 1) *Limi Sabbiosi con inclusi elementi ciottolosi;*
- 2) *Sabbie Grossolane mal classate;*

INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE

a) Sondaggi diretti effettuati nel 1999

Come anticipato in premessa, per la ricostruzione stratigrafica afferente gli Isolati 2CD, nel 1999 sono stati eseguiti 2 sondaggi meccanici S1 ed S2, rispettivamente in corrispondenza di Salita delle Balate e su Vicolo Placido Viola, indicati in planimetria con un marker circolare blu. Tali sondaggi sono stati implementati da alcuni sondaggi eseguiti in lotti adiacenti.

I sondaggi S1 ed S2 si sono spinti alle profondità rispettive di 30,00 m e 20,00 m dal piano stradale, con la modalità a carotaggio continuo, ad eccezione dell'S2 in cui l'avanzamento è stato a distruzione di nucleo a partire dai -15,00 m, e fino a fondo foro. Incrociando tali dati con quelli dei sondaggi acquisiti è stato possibile ricostruire l'allegata stratigrafia del paleo àlveo del *Fiume Kemonia* all'interno del quale si depositò il materiale alluvionale.

Infatti, durante la massima espansione glaciale wurmiana, la linea di costa si abbassò di circa 130 m rispetto a quella attuale, favorendo le profonde incisioni fluviali sulla piattaforma pleistocenica che erosero un apprezzabile pacco di strati calcarenitici e le sottostanti sabbie fini grigie. In questa incisione a "V" asimmetrica, il sondaggio S1 ha evidenziato il substrato sabbioso-limoso da circa -26,50 m fino a fondo foro (-30,00 m).

"...Il rinvenimento di rari ciottoli nell'ambito di tale substrato limoso potrebbe lasciare intendere che ci si trova ancora nel materiale alluvionale e che il fondo del paleo alveo sia ancora più profondo. Va precisato, comunque, che il passaggio tra i limi grigi rimaneggiati e ridepositati, e quelli in posto, non sempre è facilmente individuabile, a causa del grado di inconsistenza pressochè analogo in ambedue. Da quota -26,50 m a quota -7,50 m si riscontra una successione di livelli terrigeni

produrre, infatti, un completo arrotondamento negli elementi litici né tantomeno annoverare elementi di natura diversa dalla roccia madre. Le deposizioni ora alluvionali ora marine si susseguivano e si intersecavano irregolarmente secondo pulsazioni cicliche connesse alla variazione del livello di base. I ricercatori, nel collocare la fase attuale nell'ampio ciclo interglaciale compreso tra l'espansione wurmiana e quella che potrà verificarsi in futuro, concordano nel ritenere che sia in atto una sensibile fase trasgressiva.” (cfr. studio geologico 1999 del Dott. Pagano - Isolato 2-Vicolo Viola):

b) Sondaggio sismico Down-Hole effettuato nel 1999

All'interno del foro relativo al sondaggio S1 effettuato nel 1999 in corrispondenza della Salita Delle Balate, è stato installato un geofono tridimensionale per il rilevamento delle velocità delle onde P ed S. In relazione all'irregolare successione dei terreni sciolti ed alla presenza della falda idrica a -5,20 m dal piano stradale, è stata ricavata la velocità delle onde P su 10 letture; per ciò che concerne le onde S, non sono stati ottenuti dati sufficientemente indicativi a partire da -11,00 m in poi.

Dalla lettura dell'elaborato sulla prova Down-Hole si evince che la risposta sismica dell'area relativa all'area in prossimità degli Isolati 2CD è alquanto complessa. Nella fascia più superficiale che interessa uno spessore medio di 8,00-10,00 m, la prova ha dato valori di P compresi tra 790 e 1600 m/sec, mentre da m.11,00 a m 22,00 il valore medio varia da 250 a 1200 m/sec. La registrazione dei tempi di arrivo delle onde S ha consentito di calcolare delle velocità comprese tra i 250 e 350 m/sec per la copertura di materiale di riporto, e valori nulli per il deposito alluvionale sottostante.

Pertanto, i dati delle onde P della prima fascia sono collegabili al materiale di riporto, mentre quelli degli strati sottostanti riguardano il materiale di accumulo alluvionale. La mancata registrazione dei tempi di arrivo delle onde S nei litotipi sottostanti il

corrispondenza delle strutture di fondazione, con carotatrice Hilti del diametro di 80 mm e della lunghezza massima di 2,00 m.

Uno dei due carotaggi ha interessato la struttura di fondazione del muro perimetrale del lotto 2C, prospiciente su via Quartararo, la quale risulta costituita da pietrame calcarenitico di varia pezzatura e orditura irregolare. Il terreno di fondazione è risultato costituito da materiale di riporto.

I muri in elevazione del lotto 2C, come anzidetto, risultano siano stati definitivamente demoliti in passato dal Comune per ridurre i possibili rischi derivanti da un precedente crollo, presumibilmente dovuto, più che alla natura propria del sottosuolo, alla struttura discontinua e disomogenea delle fondazioni. Per tale motivo, e considerato che esse stesse necessiterebbero di un intervento consolidativo di una certa entità, si propenderà per il rifacimento delle fondazioni mediante reticolo di travi in c.a. delle dimensioni e tipologia di cui allo studio geotecnico.

d) Sondaggi meccanici acquisiti

Ai fini dell'affinamento della stratigrafia dell'area in esame, sono stati acquisiti anche alcuni sondaggi meccanici effettuati nel corso di precedenti campagne geognostiche in aree prossime all'isolato 2CD.

Nel dettaglio, i sondaggi (S1) ed (S3), entrambi della profondità di m.15,00, sono stati effettuati in occasione dello studio condotto per l'isolato 3 all'Albergheria, ed hanno evidenziato un diverso assetto stratigrafico; il primo ha attraversato per lo più terreni di riporto a matrice limo-sabbiosa, e soltanto a -14,00 m ha intercettato lo strato alluvionale ghiaioso a prevalente matrice sabbiosa. Il sondaggio S3 ha integralmente attraversato la formazione calcarenitica in tutti i suoi passaggi di facies, da quella sabbiosa a quella ben cementata. L'ubicazione di tali sondaggi è indicata in planimetria con un marker circolare arancio.

I sondaggi meccanici contrassegnati dai numeri 238, 240, 242 e 244 sono stati

Dei sondaggi S1 ed S2, effettuati nel 1999, era stata realizzata anche la relativa documentazione fotografica, che pure si allega nel presente aggiornamento.

In occasione di tali sondaggi è stata misurata la profondità del livello freatico ($S1=-5,2m$; $S2=-6,4m$), la profondità di prelievo dei campioni e sul sondaggio S1 sono state altresì effettuate 5 prove del tipo *S.P.T. (Standard Penetration Test)* al fine di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione. Le relative indagini di laboratorio sui campioni di suolo sono state a cura del laboratorio geotecnico, CON.GEO di Palermo ed i risultati sono stati presi a riferimento per l'aggiornamento dello studio geotecnico.

Le colonne stratigrafiche dei sondaggi a rotazione S1, S2, e di quelli acquisiti, sono integralmente allegate, ed evidenziano chiaramente l'andamento stratigrafico del sottosuolo dell'area in esame.

CARATTERISTICHE DEI LITOTIPI AFFERENTI IL PROGETTO

Come riscontrato dai sondaggi meccanici relativi all'isolato 2C 2D, i terreni interessati dall'opera sono, dall'alto verso il basso:

- 1) *TERRENO DI RIPOSTO: Costituito da sabbie brecciose calcarenitiche ed extraclasti, di accumulo recente (< 500 anni);*
- 2) *TERRENO DI RIPOSTO: Costituito da sabbie limose marroni, breccie, elementi clastici, di accumulo antico (> 500 anni);*
- 3) *ALLUVIONI DEL FIUME KEMONIA;*
- 4) *CALCARENITE IN STRATI MEDIAMENTE CEMENTATI, ALTERNATI A SABBIE MEDIO-FINI;*
- 5) *SABBIE FINI LIMOSE, GRIGIE, FOSSILIFERE*

(> 500 anni) varia dai 3 m fino ai 6,5 metri. Questo tipo di terreno è senz'altro da considerarsi una "roccia incoerente".

2) ALLUVIONI DEL FIUME KEMONIA: Si tratta di depositi incoerenti poco addensati, saturi, costituiti prevalentemente da ghiaie ed, in subordine, da sabbie e limi con inclusi degli elementi ciottolosi. La sequenza di detti materiali è contraddistinta, dall'alto verso il basso, da:

- 3) A) Ghiaie e Sabbie, dello spessore compreso tra i 2 ed i 3 m;
- 4) B) Limi sabbiosi con inclusi elementi ciottolosi, dello spessore di circa 7 m;
- 5) C) Ghiaie e Sabbie, dello spessore compreso tra i 2 ed i 3 m;
- 6) D) Sabbie Grossolane mal classate, dello spessore di circa 4 m;
- 7) E) Limi Sabbiosi con inclusi elementi ciottolosi, dello spessore di circa 3 m;

8) CALCARENITE IN STRATI MEDIAMENTE CEMENTATI, ALTERNATI A SABBIE MEDIO-FINI: E' un complesso mineralogicamente e granulometricamente eterogeneo che abbraccia elementi variabili da sabbia fine a ghiaia grossolana. E' il classico deposito clastico riferibile ad una facies di mare poco profondo e con frequenti e brevi episodi di emersione. Infatti la cementazione è abbondantissima in orizzonti relativi ad antichi affioramenti, e il cemento secondario è dovuto alla deposizione di sali carbonatici dalle acque risalenti in ambiente subaereo (calicizzazione). Generalmente la composizione mineralogica è costituita prevalentemente da carbonati di Ca ed Mg e da una frazione più fine di minerali di quarzo.

9) SABBIE FINI LIMOSE, GRIGIE, FOSSILIFERE: Appartengono alla categoria delle rocce pseudo coerenti plastiche a bassa consistenza, di colore grigio (Pliocene).

quelle interessate dai *Dissesti*, ma all'interno dell'Area di Attenzione per l'Pericolosità Idraulica per Fenomeni Di Esondazione, con coefficiente P1, e all'interno dell'Area del Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione, con coefficiente R2.

In relazione a quanto sopra ed ai sensi dell'art.10, comma 2, lettera d) del Decreto dell'Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente del 25.7.2002, è stata approntata una verifica idraulico-idrologica al fine di ottemperare a quanto previsto dal comma 3 del predetto art.10: con riferimento all'allegato stralcio planimetrico 1:2000, è stata individuata una superficie scolante che contribuisce al deflusso idrico nelle zone a monte di Via Porta di Castro, nel tratto compreso tra *Via Generale Luigi Cadorna e Via Alla Piazzetta dei Tedeschi*, in occasione di precipitazioni atmosferiche di una certa entità.

L'andamento plano-altimetrico e la conformazione del tessuto urbano delle aree interessate fanno sì che le acque raccolte dai pluviali degli edifici o direttamente ruscellanti sui tetti e sulle pavimentazioni stradali, per la quota parte che non può essere smaltita dall'esistente rete fognaria, tendano a scorrere verso valle utilizzando come vie preferenziali le sedi stradali di *Via Generale Luigi Cadorna, Vicolo Pesacannone, Vicolo Placido Viola e Vicolo Gesù e Maria*.

Per verificare, in occasione di rilevanti eventi piovosi, la possibilità di allagamenti per gli edifici prospicienti sulle sedi stradali di Vicolo Pesacannone e Vicolo Placido Viola, si è proceduto alla valutazione della massima portata idrica che può defluire sulla sede stradale di Vicolo Pesacannone, *Vicolo Placido Viola e Vicolo Gesù e Maria*.

A tal fine si sono considerati i seguenti elementi:

- Ψ = Coefficiente di riduzione delle portate che tiene conto della natura delle superfici scolanti e del ritardo del deflusso in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche della superficie scolante;
- A = Estensione della superficie scolante, espressa in ettari;
- t_c = Tempo di Corrivazione dell'area scolante, espresso in minuti;
- T = Tempo di Ritorno dell'evento piovoso, espresso in anni;
- $H(t_c, T)$ = Altezza di pioggia di durata pari a t_c e di assegnato tempo di ritorno T ;

Per il calcolo della massima portata di pioggia afferente la sezione di chiusura della superficie scolante considerata, si è utilizzata la cosiddetta formula razionale, secondo l'espressione di De Martino:

$$Q_{tot} = [\Psi \times i (t_c, T) \times A / 360] (m^3/sec)$$

Ai fini del calcolo di Q_{tot} si sono considerati preliminarmente i seguenti valori numerici:

- **A = 10,00 ha**, come desunto dallo stralcio aerofotogrammetrico allegato;
- **$t_c = 15'$**

Procedendo all'elaborazione dei dati di pioggia rilevati presso la stazione pluviometrica del vicino *Osservatorio Astronomico di Palazzo Reale*, si è pervenuti ai risultati della seguente tabella:

T (anni)	h (15', T) (mm)	i (15', T) (mm/h)	Ψ	Q_{tot} (m^3/s)
20	23,1	92,5	0,58	1,49
50	27,1	108,5	0,70	2,10
100	30,1	120,6	0,80	2,68
200	33,1	132,5	0,92	3,38
300	34,9	139,5	1,00	3,86
500	37,1	148,3	1,00	4,12

Il valore di Q_{tot} considerato ai fini delle presenti verifiche è quello relativo ad un tempo di ritorno di 100 anni, che si ritiene ampiamente cautelativo in relazione alla tipologia dell'intervento di che trattasi.

Una volta nota Q_{tot} , per determinare il corrispondente tirante idrico **H**, si sono considerati:

- **$L_t = 17,50 m$** ; Si sono considerate le larghezze minime parziali (al netto

Ipotizzando, cautelativamente, che tale tirante idrico sia presente anche nell'area in esame, risulta evidente che occorre predisporre moderati presidi di smaltimento, attesa la circostanza che il tirante d'acqua, nelle condizioni di piovosità considerate, non presenta un valore tale da cagionare allagamenti nei locali di piano terra negli immobili in progetto, a condizione che gli stessi siano posti ad una quota adeguata.

Appare quindi più che sufficiente predisporre un sopralzo del piano di calpestio dei locali del piano terra non inferiore a 20 cm di altezza rispetto al piano stradale, per garantirsi da problematiche derivanti da eventi meteorici di intensità ancor maggiore di quella calcolata, considerato, altresì, che Via Porta di Castro, direttrice di accumulo delle acque meteoriche, in quanto massimo punto di depressione dell'area in esame, è a qualche decina di metri più a valle degli immobili che saranno realizzati.

Pertanto, si può senz'altro affermare che l'intervento di progetto risulta compatibile con il livello di pericolosità e rischio correlati ad eventi piovosi particolarmente gravosi.

CONSIDERAZIONI FINALI

Sulla base dei rilievi e di quanto allora evidenziato dai risultati delle sessioni di indagini in sito ed in laboratorio, risulta che i terreni in esame sono caratterizzati da una estrema eterogeneità che va dai Terreni di Riporto storici alle tipiche Alluvioni del Fiume Kemonia, fino ad arrivare alle Calcareniti ed ai Limi Grigi fossiliferi.

Per chiarire meglio la correlazione tra la geologia del luogo e le opere da realizzare e per fornire al geotecnico tutte le notizie necessarie alla definizione puntuale dei rapporti terreno-struttura, l'allora consulente geologo, dott. Domenico Pagano, ha ricostruito la successione geologica in corrispondenza dell'Isolato 2 – Vicolo Viola, integralmente allegata, che schematizza chiaramente la struttura dell'antico alveo del fiume Kemonia.

Dalla distribuzione dello strato interessato dai terreni di riporto e dalle varietà di passaggio verso quella che si può ritenere la formazione Calcarenitica Sabbiosa e

quali un brusco innalzamento della falda freatica oppure a seguito di movimenti tellurici di una certa portata.

Per tale motivo, tenuto conto delle caratteristiche dei terreni, della tipologia di destinazione delle opere, dello stato di degrado generale delle strutture e della classificazione sismica del territorio, la scelta degli interventi da adottare in fondazione dev'essere orientata verso soluzioni tendenti all'eliminazione precipua di eventuali dissesti e cedimenti che potranno evitarsi attraverso il rifacimento ex-novo delle fondazioni, mediante realizzazione di un reticolo di travi in c.a. delle dimensioni e tipologia di cui allo studio geotecnico, considerato che le condizioni delle originarie fondazioni necessiterebbero di un intervento consolidativo di una certa entità. Di conseguenza sarà opportuno seguire i seguenti accorgimenti:

- 1) *Realizzazioni di nuove fondazioni che esercitino sul piano di posa sollecitazioni unitarie più basse possibili. Ove dovesse essere necessario mantenere le vecchie fondazioni per motivi dettati dalla Soprintendenza BB.CC. AA., sarà necessario il rafforzamento della parte fondale originaria degli edifici secondo i dettami riportati in un eventuale aggiornamento geotecnico;*
- 2) *Considerato che l'edificio si troverà a diretto contatto coi terreni di riporto "storico", provenienti dai depositi del fiume Kemonia e seppur caratterizzati da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità, come desunto dagli studi geotecnici, il geotecnico e la D.L., previa verifica analitico-economica, potrebbero eventualmente valutare in corso d'opera l'uso di iniezioni di resine ecologiche consolidanti espandibili a bassa pressione di ultima generazione al fine di migliorare ulteriormente le proprietà meccaniche del piano di posa delle fondazioni, riducendo ulteriormente il range massimo di eventuali cedimenti differenziali.*
- 3) *Nei calcoli geotecnici si dovrà considerare una profondità di posa che non deve oltrepassare il piano di posa delle fondazioni relative agli edifici adiacenti, per evidenti motivi di stabilità, in ordine alle verifiche di portanza. Quest'ultime dovranno essere effettuate per il piano effettivo di posa, ponendo cautelativamente il livello della falda coincidente con il piano stradale, in ordine ad eventuali eventi sismici.*

Come risulta dai dati geotecnici elaborati ed aggiornati sulla base del carotaggio
sismico effettuato con prova Down Hole in corrispondenza del foro S1, effettuato dal

piano stradale, per garantirsi da problematiche derivanti da eventi meteorici di particolare intensità, stante che l'area interessata dall'intervento ricade all'interno delle *Aree di Pericolosità P1 e Rischio Idraulico R2 per Fenomeni di Esondazione*.

L'area oggetto d'intervento è, invece, all'esterno delle *Aree a Rischio Geomorfologico* e fra quelle interessate dai *Dissesti*.

Si può quindi concludere che l'intervento di progetto risulta del tutto compatibile con il livello di pericolosità correlato ad eventi piovosi particolarmente gravosi, come già riportato nel presente studio.

Oltre a quanto già prescritto in ordine alla predetta sopraelevazione del piano di calpestio dei locali del piano terra rispetto al piano stradale, è parere del sottoscritto orientarsi verso la realizzazione di ulteriori accorgimenti e cautele che contribuiranno ancor più alla mitigazione dei fenomeni anche nelle aree più depresse campite dal limite di attenzione.

Tali cautele, nella fattispecie, potranno essere rappresentate dalla realizzazione di una rete di smaltimento delle acque reflue e meteoriche con installazione di pozzetti e caditoie autopulenti, che contribuiranno ad eliminare le normali sedimentazioni di materiali solidi, come polveri e sabbie provenienti dalla superficie stradale, e trasformeranno il regime idraulico nei condotti a valle da continuo ad intermittente.

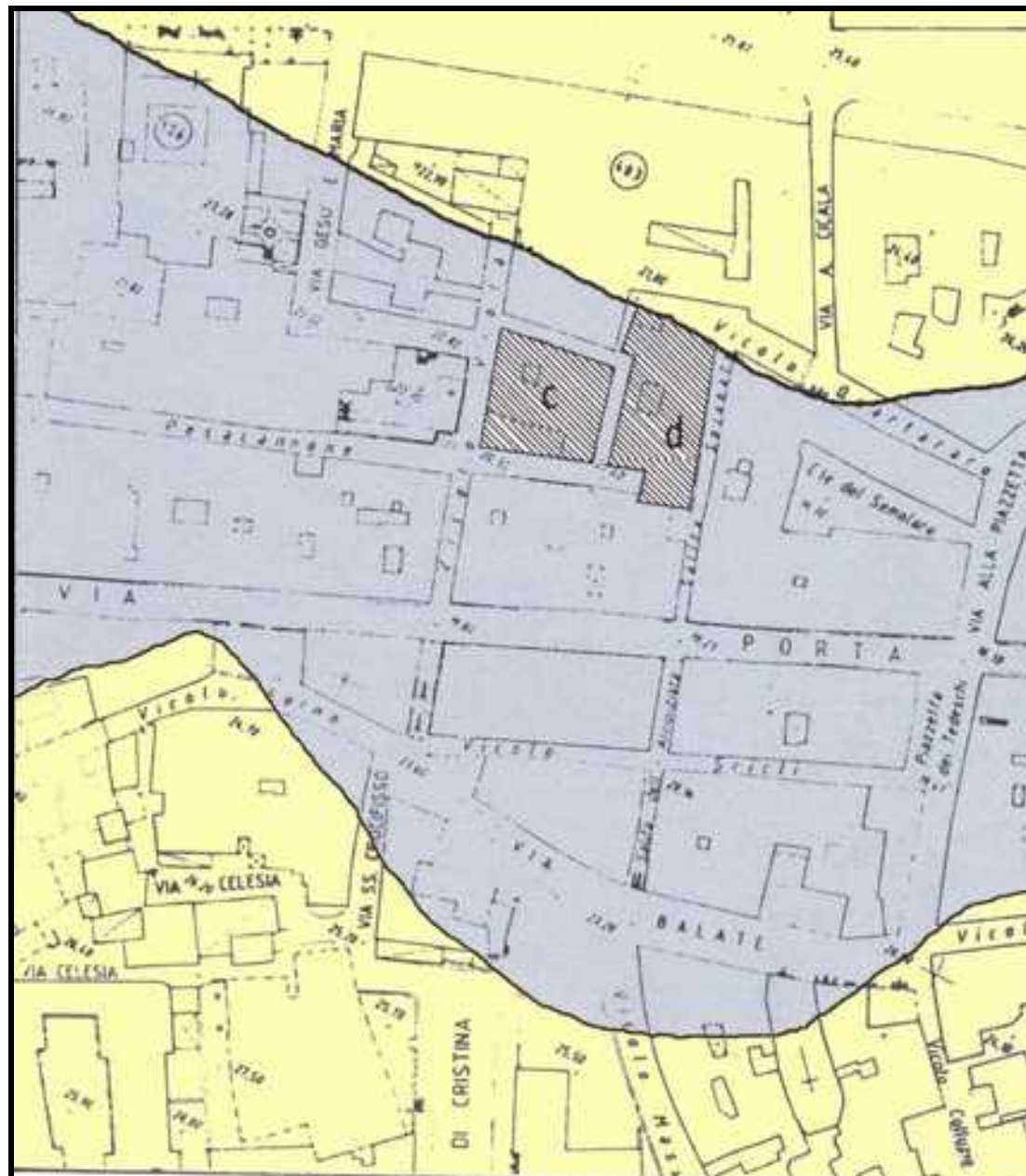
Si ribadisce, infine, l'assoluta interdizione alla realizzazione di locali il cui piano di calpestio si trovi al di sotto della quota suggerita per la realizzazione della quota d'imposta del piano terra.

Con tali accorgimenti, sarà possibile pervenire a risultati che assicureranno la completa realizzazione dell'*isolato 2CD*.-

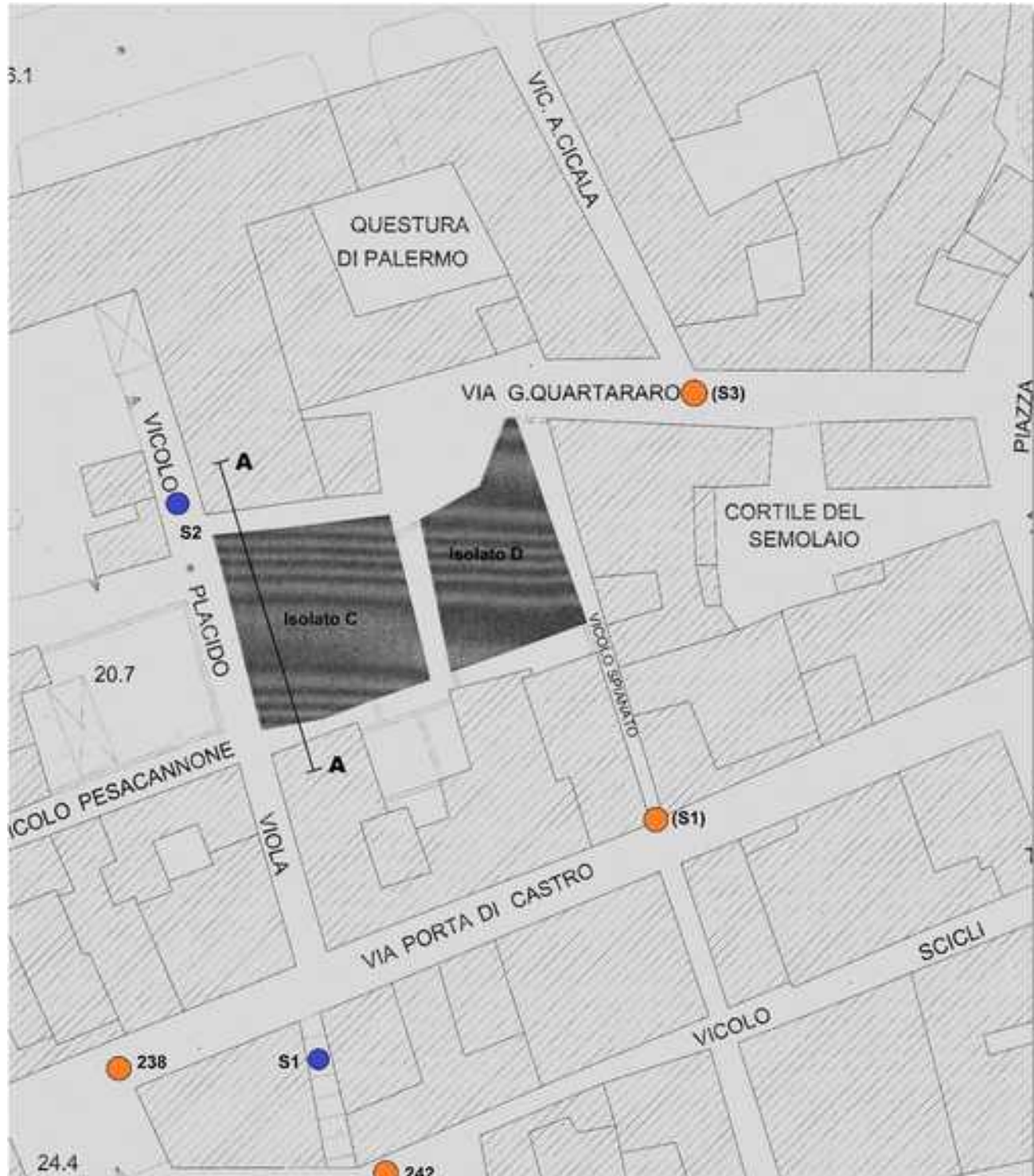
ALLEGATI GRAFICI

- CARTA GEOLITOLOGICA AREA INTERVENTO 1:1000
- PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEI SONDAGGI E LINEE SEZIONI GEOLOGICHE 1:500
- COLONNE STRATIGRAFICHE S1-S2 (1999); (S1)-(S3) (ACQUISITI); 238-240-242-244 (TODARO)
- LEGENDA DELLE STRATIGRAFIE TRATTE DALL'ATLANTE GEOLOGICO STRATIGRAFICO DI PIETRO TODARO (sondaggi 238, 240, 242, 244)
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE ESTRATTE – SONDAGGI S1-S2 1999;
- SONDAGGIO SISMICO S1 DOWN-HOLE OTTOBRE 1999 - DOTT. D.PAGANO/SPOTORNO
- SEZIONI GEOLOGICHE:
 - LEGENDA
 - SEZIONE GEOLOGICA DEL 1999 CON RICOSTRUZIONE DELL'ANTICO ALVEO DEL FIUME KEMONIA IN CORRISPONDENZA DELL'ISOLATO 2 – VICOLO VIOLA
 - SEZIONE GEOLOGICA A-A
- PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO
 - PARTICOLARE CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE;
 - PARTICOLARE CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO;
 - PARTICOLARE CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE;
 - PARTICOLARE CARTA DEI DISSESTI

 - STRALCIO FOTOGRAMMETRICO DELLA SUPERFICIE SCOLANTE DI DEFLUSSO IDRICO PER EVENTI METEORICI DI UNA CERTA ENTITÀ'



3.1





CON.GEO

LOCALITA': ISOLATO 2 ALL'ALBERGHERIA

SONDAGGIO: 1

COMMITTENTE: ING. PROVENZANI

DATA: 31/05/99

profondita' (m)	spessore (m)	scale 1:175	stratigrafia	descrizione	lit. coreotaggio (x)	Nspt	perforaz. (mm)	falda (m)	campioni
1.5	1.5	1		MATERIALE DI RIPORTO RECENTE, DI COLORE MARRONE, COSTITUITO DA TERRA GROSSOLANA E CLASTI ETERODIMENSIONALI					
3.0	1.5	2		MATERIALE DI RIPORTO DI COLORE OCRA, CON PRESENZA DI FRAMMENTI LATERITICI					
4.2	1.2	3		TROVANTE CALCARENITICO					
4.2	4.2	4		MATERIALE DI RIPORTO COSTITUITO DA SABBIE MARRONI TENDENTI AL GIALLASTRO, CON INCLUSI EXTRACLASTI		6		5.2	5
7.5	3.3	5				7-7-11			C1
7.5	3.3	6		GHIAIE E SABBIE GIALLASTRE DEBOLMENTE LIMOSE		6.45			5.5
7.5	3.3	7							7.5
10.0	2.5	8							C2
10.0	2.5	9							8
13.5	3.5	10		LIMI SABBIOSI CON DISCRETA CONCENTRAZIONE DI CIOTTOLINI CON DIAMETRO MASSIMO cm 2, ETEROMORFI		11			
13.5	3.5	11				8-13-14			11.5
13.5	3.5	12				11.45			C3
14.4	0.9	13		LIMI SABBIOSI GRIGI, CON NOTEVOLE CONTENUTO IN FRAMMENTI DI MOLLUSCHI					12
14.4	0.9	14							13.5
16.5	2.1	15		LIMI VERDASTRI CON VENATURE OCRAEE, A COMPONENTE SABBIOSA E CIOTTOLI					C4
16.5	2.1	16							14
17.0	0.5	17		TRITUME CONCHIGLIARE DI COLORE GIALLASTRO CON MINUTI CIOTTOLI		17			15.7
17.0	0.5	18							C5
18.5	1.5	19		CIOTTOLINI, BRECCIE E GHIAIA IMMERSI IN MATRICE LIMO-SABBIOSA		8-15-20			16.1
18.5	1.5	20				17.45			16.5
19.0	0.5	21		LIMI SABBIOSI VERDASTRI, CON RARI CIOTTOLI DI PICCOLE DIMENSIONI					C7
19.0	0.5	22							18
20.0	1.0	23		LIMI SABBIOSI DI COLORE GRIGIO-AZZURRO, CON MINUTI CIOTTOLI					19.6
20.0	1.0	24		SABBIE DEBOLMENTE LIMOSE DI COLORE GIALLASTRO, A GRANA MEDIO-FINE, FOSSILIFERE		23			C8
20.0	1.0	25				8-10-10			19.9
20.0	1.0	26				23.45			22.5
25.0	5.0	27		ALTERNANZA DI LIMI SABBIOSI GRIGIASTRI E RARI NODULI CALCARENITICI					C9
25.0	5.0	28							23
26.5	1.5	29							25.5
26.5	1.5	30							C10
26.5	1.5	31							26

**CON.GEO**

LOCALITA': ISOLATO 2 ALL'ALBERGHERIA

SONDAGGIO: 2

COMMITTENTE: ING. PROVENZANI

DATA: 02/06/99

profondita' (m)	spessore (m)	scala 1:175	stratigrafia	descrizione	carotaggio (*)	Nspt	perforaz. (mm)	felda (m)	campioni	
0.4	2.1	1		MASSICIATA STRADALE			101	6.4	1.5	
2.5		2		MATERIALE DI RIPIRTO, DI COLORE MARRONE, COSTITUITO DA SABBIE E BRECCIOLE CALCARENITICHE ED EXTRACLASTI					C1	
	3	MATERIALE DI RIPIRTO COSTITUITO DA SABBIE LIMOSE DI COLORE MARRONE, CON BRECCIE E LATERIZI		1.9						
6.5	4								4.5	
	5								02	
	6								4.95	
	7								6.5	
	8								C3	
	9								7	
9.0	1.2	10	SABBIE GIALLASTRE CON RARI NODULI, A GRANA MEDIO-FINE, CON QUALCHE CIOTTOLINO, DEBOLMENTE LIMOSE	10.6						
10.0		11	LIMI GRIGIASTRI RIMANEGGIATI (?) CON NODULI CALCARENITICI	C4						
11.2	3.1	12							11	
14.3		13								SABBIE E NODULI CALCARENITICI
		14								SABBIE LIMOSE GIALLASTRE A DISTRUZIONE DI NUCLEO
15.0	5	15								
20.0		16								
		17								
		18								
		19								
20										



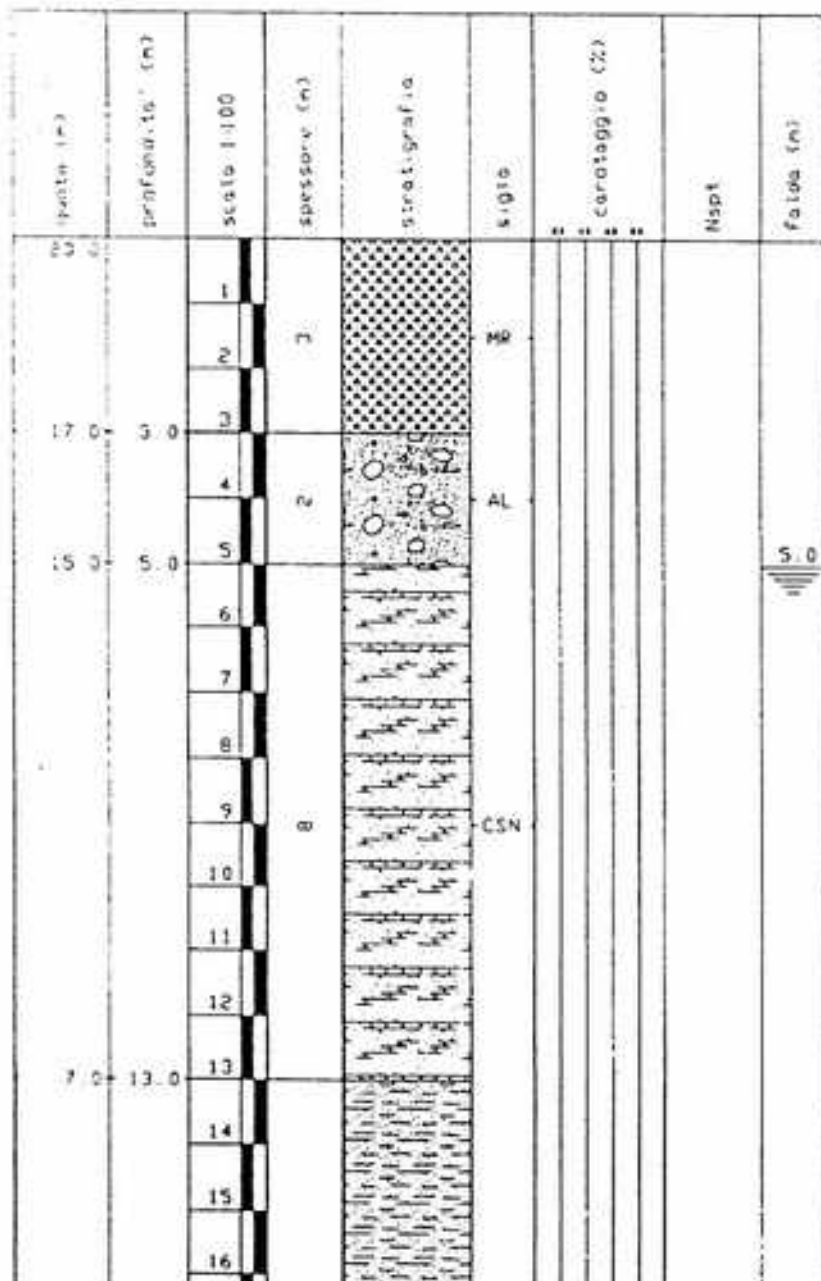
PROGETTO		PROFESSIONISTA		QUOTA BECCA FORO	DIAMETRO
Recupero edilizia residenziale all'Abergheria - Isolaio 3		S1		19.2 m s.l.m.	101 mm
COMITENTE		LOCALITA'	SCALA	QUOTA FONDO FORO	DATA
Architetti G. Pignatone e E. Angelico		PALERMO	1:100	-15.0 m p.c.	01/08/97

DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITA'	SINCRONIA	% RECL. 20 30 40	S.D. 20 30 40	CANALINI	SC. 1°	FALDA	PIEZOMETRO	NOTE
RIPORTI DETRITICI	1.20								Terreni di riporto marrone scuro, composti da materiale detritico di diversa natura e dimensione in matrice sabbiosa.
RIPORTI LIMO-SABBIOSI	4.30								Riparti limo-sabbiosi, grigio scuro, con inclusi sabbiosi e frammenti litici eterogenei ed eterometrici. A luoghi risultano plastici e compressibili.
RIPORTI SABBIOSO-LIMOSI	10.70					5.00 4.50 5.45			Materiale di riporto costituito da frammenti di laterizi, elementi litici e spigoli vivi in matrice sabbioso-limosa di colore bruno. Laddove e' prevalente la parte limosa, il deposito si presenta plastico.
RIPORTI CON SABBIE E DETRITI	11.50					9.50 9.35			Allo quota di -10.10 m p.c. si risale un livello limo-argilloso, grigio chiaro, plastico.
LIVELLO TORBOSO	13.40					10.20			Riparti sabbiosi con detriti litici di varia natura (ghiaietto poligenico, frammenti di vasellame e laterizi, ecc.) in matrice limosa grigiastro.
RIPORTI LIMO-SABBIOSI	14.00								Livello torboso nerastro, molto compressibile, con rari inclusi litici.
ALLUVIONI	15.00								Sabbie limose nerastre con frammenti di laterizi e vari elementi litici. Deposito alluvionale composto da ghiaie con ciottoli millimetrici in matrice sabbioso-limosa grigio scuro.

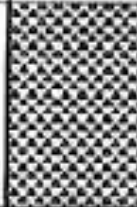
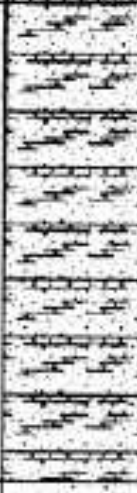

PROGETTO Recupero edilizio residenziale all'albergheria - Isciato		OPERAZIONE 52	QUOTA FONDO FORO 22.0 m s.l.m.	DIAMETRO 101 mm
COMITENTE Architetti G. Fignatone e E. Angelico		LOCALITA' PALERMO	SCALA 1:100	QUOTA FONDO FORO -15.0 m o.z.
				DATA 01/03/97

DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITA'	SUBSIDIARIA	% NEUT. M S W	REDA. ...	CANALINI	RE. ...	FALDA	PICZIBICCHI	NOTE
RIPORTI DETRITICI	2.20								Materiali di riporto in matricia sabbiosa composti da abbondanti elementi litici sferometrici. Il colore e' marrone.
SABBIE DETRITICHE	3.00								A -2.20 m p.z. si riscontra un livello sabbioso giallastro con presenza di ghiaietto grigio scuro.
CALCARENITI GIALLASTRE	6.40					4.50 12.70 4.50			Biocalcareniti giallastre vascolari, a grana uniforme, affinate a sabbie medio-fini, poco cementate con presenza di noduli arenacei ben cementati. A quota -3.45 m si presenta una sezione di corallo in frammenti dissolti di calcarenite fortemente cementata.
CALCARENITI E SABBIE	9.20					3.50 16.20 3.50			Biocalcareniti e sabbie biancastre a fessitura strato-nodulare.
SABBIE FINI	10.20					3.50 19.70 3.50			Sabbie fini bianco-giallastre con rari noduli arenacei. Sezione di corallo e frammenti dissolti di calcarenite molto tenace.
SABBIE E CALCARENITI	15.00					15.00 3.45 18.45			Sabbie e calcareniti giallastre. Le calcareniti si presentano in noduli e luvati non cementati.

Ubicazione: Via Porta di Castro
 Sondaggio: 238
 Tavola: Centro storico



Ubicazione: Vicolo del Forno
 Sondaggio: 240
 Tavola: Centro storico

Quota (m)	profondità (m)	scale 1:100	spessore (m)	stratigrafia	sigla	caroteggio (%)	Wsp	Falda (m)
20.0	2.0	1	3		NR			
		2						
17.0		3						
	7	4			CS			
		5						
		6						
		7						
		8						
		9						
10.0		10						
	5	11		SN				11.0
		12						
		13						
		14						
5.0		15						

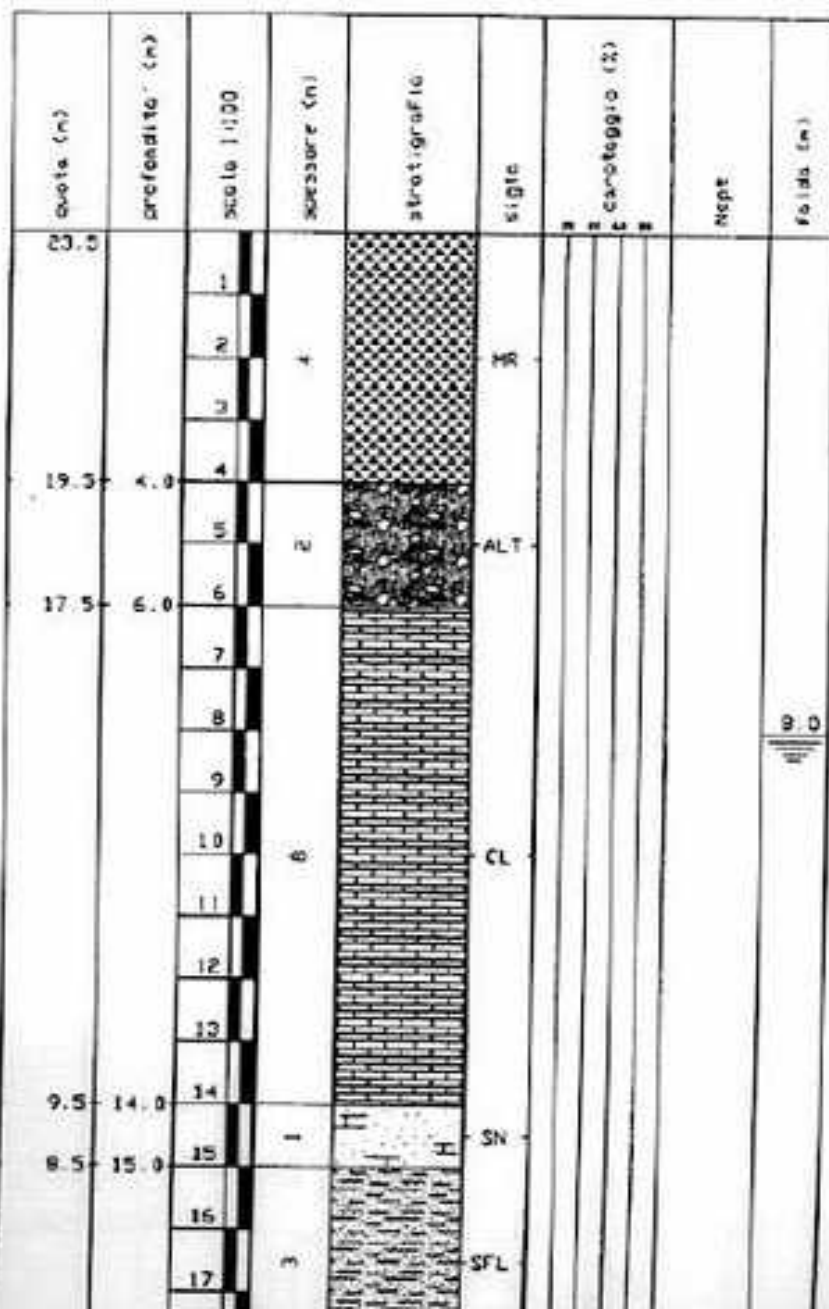
Ubicazione: Vicolo Scieli
 Sondaggio: 242
 Tavola: Centro storico

Quota (m)	Profondità (m)	Scala 1:100	Spessore (m)	Stratigrafia	Stiglo	Carotaggio (Z)	Mspt	Falda (m)
20.0		1	3	[Cross-hatched pattern]	NR	1 2 3 4		
		2						
17.0	3.0	3						
		4	4	[Stippled pattern]	ALT			
		5						
		6						
12.0	7.0	7						
		8	5	[Brick pattern]	CL		7.0	[Ground level symbol]
		9						
		10						
		11						
0.0	12.0	12						


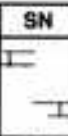












Ubicazione: Vicolo delle Bolate

Sondaggio: 244

Tavola: Centro storico



LEGENDA SINTETICA DEI LITOTIPI PIÙ DIFFUSI

MR 	Terreni di riporto, accumuli di materiali detritici, ricolamenti di antiche cave, sfabbricidi, materiali di sfido all'interno di "muchate", riempimenti di "butti", terrapieni recenti.	SN 	Sabbie calcarenitiche gialline a grana uniforme medio fine con inclusi noduli e stratonoduli calcarenitici e/o calcilutiti.
AL 	Alluvioni prevalentemente costituite da ghiaie, sabbie, limi, limi argillosi con tracce di sostanze organiche.	SFL 	Sabbie fini limose grigie.
TE 	Terre rosse d'alterazione, limi sabbiosi rossastri, colluvium limo-sabbioso con minuti detriti, sabbie eoliche ed eoliti dorate.	APL 	Argille dure alterate e/o degradate; argille plastiche.
CL 	Biocalcarenti bianche a grana medio-fine uniforme, prevalentemente tenere, porose, presenti in banchi omogenei facilmente cavabili in conci isodomi da livelli sotterranei ("muchate") e da cave a "cielo aperto"; biocalcarenti reefoldi a coralli.	ARD 	"Ginolfo": Argille sideritiche dure a tessitura microbrecciata; argille dure scagliettate; argille dure fessurate; argille dure compatte; argilliti. Talora con intercalati livelletti quarzenitici e/o siltitici tettonizzati.
CC 	Biocalcarenti gialline a grana fine e media, da mediamente a bene cementate, tenaci all'escavazione, tessitura uniforme, presenti in strati e banchi spesso ben definiti; calcilutiti; arenarie ben cementate.	CAB 	Calcarei a tessitura brecciata; breccie calcaree; breccie calcaree risedimentate.
CSN 	Biocalcarenti a tessitura strato-nodulare sabbiosa, variamente cementate, costituite da strati sottili (3-10) cm e medi (10-30) cm discontinui e noduli stratiformi con sabbie medio-fini poco addensate.	IPO 	Cavità artificiali di dimensioni e geometria svariate connesse con la loro utilizzazione storica.
CN 	Biocalcarenti a tessitura nodulare, composte da noduli calcarenitici "ossa" e stratonoduli interconnessi tra loro con sabbie poco addensate che occupano gli spazi internodulari.	CAR 	Cavità naturali di origine carsica di varie dimensioni e forme irregolari. Grotte e ingrottati carsici.

**LEGENDA DELLE STRATIGRAFIE TRATTE
DALL'ATLANTE GEOLOGICO STRATIGRAFICO DI PIETRO TODARO
(sondaggi 238, 240, 242, 244)**

Postazione sondaggio 1



Sondaggio 1 Cass. 1 da m 0.00 a m 9.00



Sondaggio 1 Cass. 2 da m 9.00 a m 14.00



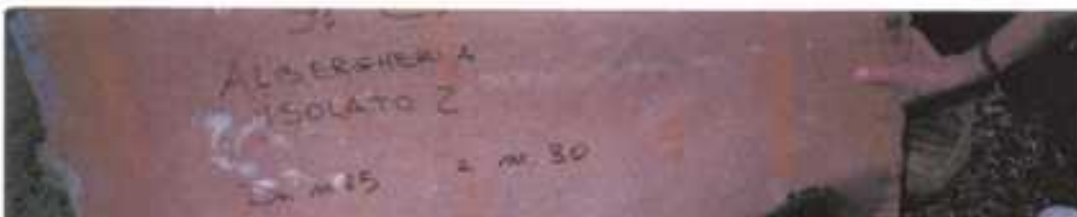
Sondaggio 1 Cass. 3 da m 14.00 a m 20.00



Sondaggio 1 Cass. 4 da m 20.00 a m 25.00



Sondaggio 1 Cass. 5 da m 25.00 a m 30.00



Postazione sondaggio 2



Sondaggio 2 Cass. 1 da m 0.00 a m 5.00



Sondaggio2 Cass. 2 da m 5.00 a m 10.00



Sondaggio2 Cass. 3 da m 10.00 a m 15.00



ALLEGATO 1

SONDAGGIO SISMICO DOWN-HOLE

INDICE

1.0 Premessa

2.0 Generalità

3.0 Metodologia down-hole

4.0 Acquisizione dati

5.0 Elaborazione ed interpretazione dati.

6.0 1.0 Premessa

Su incarico del Geol. Domenico Pagano, nel mese di luglio 1999, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche di tipo down-hole nel centro storico del comune di Palermo nell'ambito del "Progetto di recupero di edilizia residenziale all'Albergheria - Isolato 2".

Scopo della presente indagine è l'integrazione dei dati stratigrafici e meccanici provenienti da sondaggi geognostici effettuati nel sito con dati tipo sismico, nonché la caratterizzazione dei litotipi più prossimi alla superficie.

È stata pertanto eseguita n°1 indagine di tipo down-hole sul sondaggio meccanico di via Porta di Castro.

2.0 Generalità

La metodologia d'acquisizione dei dati consiste nello studio della propagazione delle onde sismiche nei terreni.

L'energia sismica generata in un punto dello spazio tende a propagarsi nel suo intorno in quanto ogni singola particella elementare direttamente energizzata tende ad oscillare su una posizione di equilibrio conferendo un certo stato oscillatorio anche alle particelle adiacenti.

Quanto più rigide sono le particelle tanto meno assorbono l'energia oscillatoria e tanto più velocemente tendono ad energizzare le particelle vicine; queste a

condizioni estreme in cui essi si possono presentare e di cui si riporta la tabella generale.

Tabella 1

Litotipo	Velocità onde P (m/s)
Aerato superficiale	300 - 800
Terreno alluvionale sciolto	400 - 2.000
Sabbia asciutta	500 - 1.000
Sabbia umida	600 - 1.800
Argilla	1.800 - 2.900
Arenaria	2.500 - 4.500
Calcere integro	3.500 - 5.000
Acqua	1.500

Qualora non si tratti di litotipi puri ma di soluzioni intermedie, come argille sabbiose, sabbie argillose, etc., ovvero i litotipi sono alterati e/o fratturati il comportamento fisico-meccanico e, conseguentemente, le velocità sismiche ne risentono decisamente.

Il geofono 3D è dotato di una guaina di gomma che viene gonfiata dalla superficie per fornire l'accoppiamento alle pareti del foro alla profondità desiderata (Fig. 1).

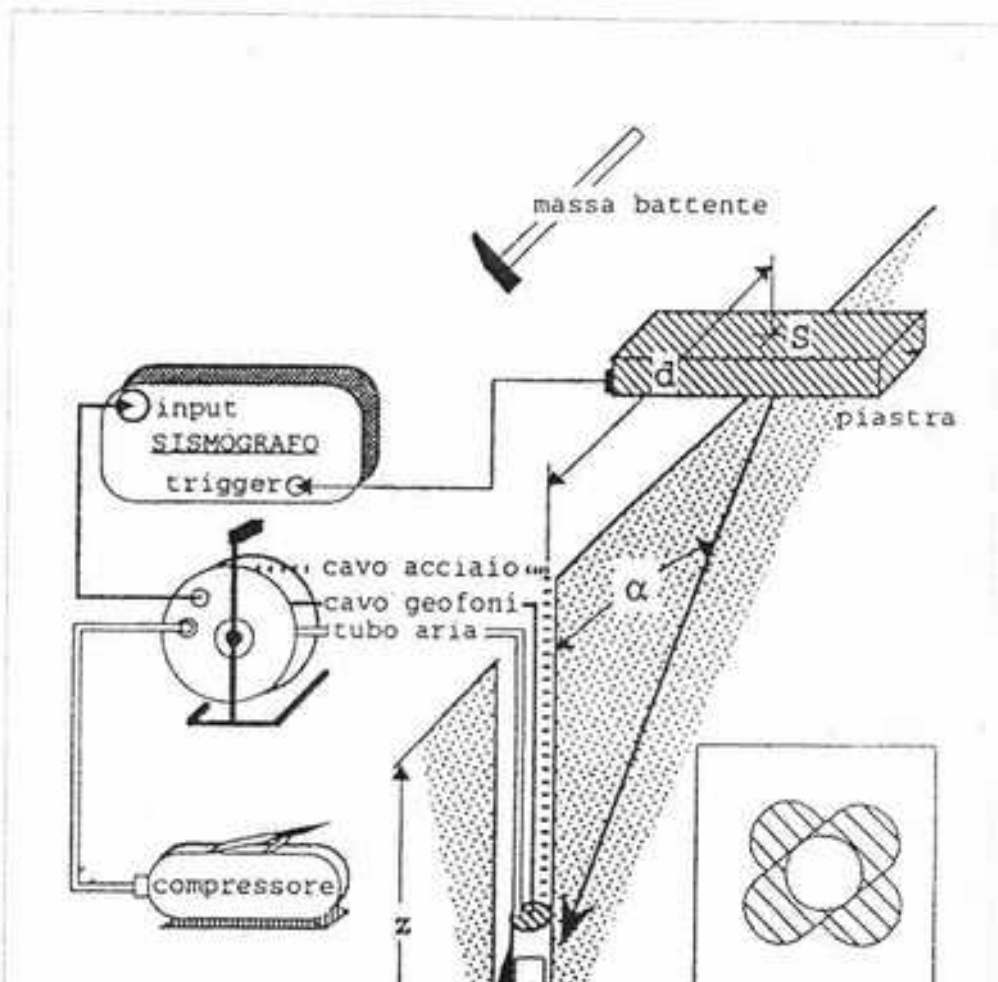
Registrando il tempo in percorso dall'istante in cui si genera l'energizzazione e quello nel quale i geofoni cominciano oscillare e conoscendo la distanza percorsa, si determinano le velocità di propagazione delle onde P e/o delle onde S nei terreni.

In realtà l'energizzazione di tipo compressivo, che genera un treno di onde P, e quella di taglio, che genera un treno di onde S, vengono effettuate con modalità differenti ed acquisite e trattate con metodologie diverse.

La raccolta dei dati viene fatta con un acquisitore digitale multicanale di segnali sismici collegato ad un personal computer, e il sistema di acquisizione è collegato mediante starter elettrico alla piastra di battuta per l'avviamento automatico della registrazione al momento dell'energizzazione.

Poiché la velocità di propagazione delle onde sismiche nel terreno è data dalla distanza percorsa dalle onde sismiche nel tempo impiegato a percorrerla, conoscendo gli incrementi di distanza relativi tra un punto di stazionamento del geofono ed il successivo e l'incremento di tempo relativo si può calcolare la cosiddetta velocità intervallare.

Velocità intervallare successive che mostrano valori simili possono esser



La conoscenza contemporanea delle velocità in situ delle onde P ed S consente di ricavare i moduli elastici dei terreni, i quali dipendono da rapporto esistente tra le due velocità in situ.

Infatti il coefficiente di Poisson (σ), dato dal rapporto tra la deformazione trasversale e longitudinale del materiale, fornisce un criterio di valutazione della elasticità o della plasticità di un litotipo che è legato al grado di litificazione, alla porosità e al grado di saturazione del litotipo stesso; pertanto è legato strettamente agli stessi parametri da cui dipendono le velocità di propagazione delle onde nei mezzi ed in definitiva è legato alle stesse velocità da una precisa relazione: $V_p/V_s = [2(1-\sigma)/(1-2\sigma)]^{1/2}$, intendendo con V_p la velocità delle onde di compressione e con V_s la velocità delle onde di taglio.

Il modulo di rigidità (μ), che indica la resistenza del corpo alle variazioni di forma, è legato alla velocità delle onde di taglio V_s dalla relazione: $V_s = [\mu/\rho]^{1/2}$

dove ρ è la densità del terreno.

Il modulo di incompressibilità (K), che indica la resistenza di un corpo alle variazioni di volume, è dato da: $K = \rho(V_p^2 - 4/3 V_s^2)$

Si sottolinea inoltre che tale metodologia è l'unica che consente di rispondere a tutti i quesiti richiesti dalla circolare assessoriale 2222/95 dell'ARTA in merito

4.0 Acquisizione dati

Come già accennato in premessa, è stata eseguita n°1 indagine di tipo down-hole. La raccolta dei dati avvenuta mediante un acquisitore digitale di segnali sismici a dodici canali, con convertitore A/D a 16 bit, collegato con personal computer.

Come sorgente di energia è stata impiegata una mazza da 6 kg .

La generazione delle onde S è avvenuta mediante una particolare sequenza di colpi di mazza orizzontali su una traversa di legno incastrata nel terreno sulla quale veniva fatto gravare il peso di una macchina fuoristrada.

Entrambi i sistemi sono stati collegati al acquisitore mediante starter elettrico per l'avviamento automatico della registrazione.

Le registrazioni delle tracce sismiche sono state visualizzate direttamente in campagna, successivamente sono state trasferite registrate su disco e su computer lap top per le seguenti fasi di trattamento ed elaborazione al calcolatore.

5.0 Elaborazione ed interpretazione dei dati

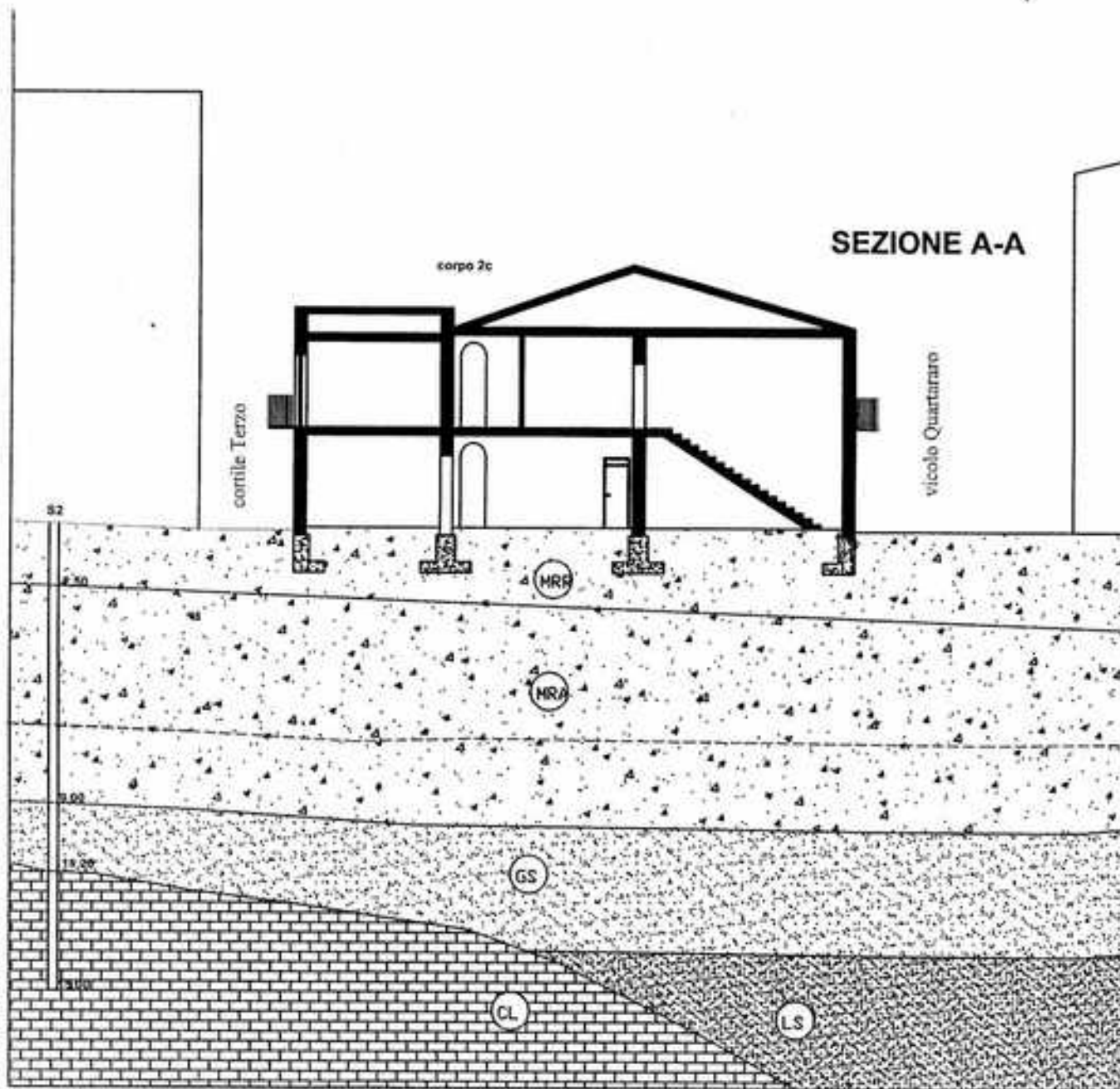
I dati acquisiti in situ sono stati successivamente elaborati e interpretati con l'ausilio di opportuni software dedicati. I risultati sono riportati in tabella 2:

Tabella 2

Intervallo di Profondità (m dal p.c.)	Velocità onde P (m/s)	Velocità onde S (m/s)	Descrizione dei terreni
0.0-2.0	560	230	Materiali di riporto recente con trovanti calcarenitici (fino a 7,50 m dal p.c.)
2.0-3.0	1070	200	
3.0-5.0	3100	350	
5.0-8.0	1590	120	
8.0-11.0	790	200	Ghiaie e sabbie debolmente limose
11.0-13.0	520	?	passanti a limi sabbiosi con ciottoli
13.0-16.0	790	?	Limi sabbiosi con frammenti di gusci,
16.0-18.50	1200	?	Ciottoli, brecce e ghiaia in matrice limo-sabbiosa
18.50-22.0	250	?	Limi e sabbie limose di grana medio-fine.

Si fa osservare che i litotipi attraversati, ad eccezione di piccoli livelletti con trovanti calcarenitici, si presentano come terreni sciolti, ciò determina le due

SEZIONE A-A



cortile Terzo

corpo 2c

vicolo Quattarano

materiale di riporto costituito da sabbie, brecciole calcarenitiche ed extraclasti di accumulo recente (<500 anni)

materiale di riporto costituito da sabbie limose marroni, breccie, elementi elastici, di accumulo antico (>500 anni)

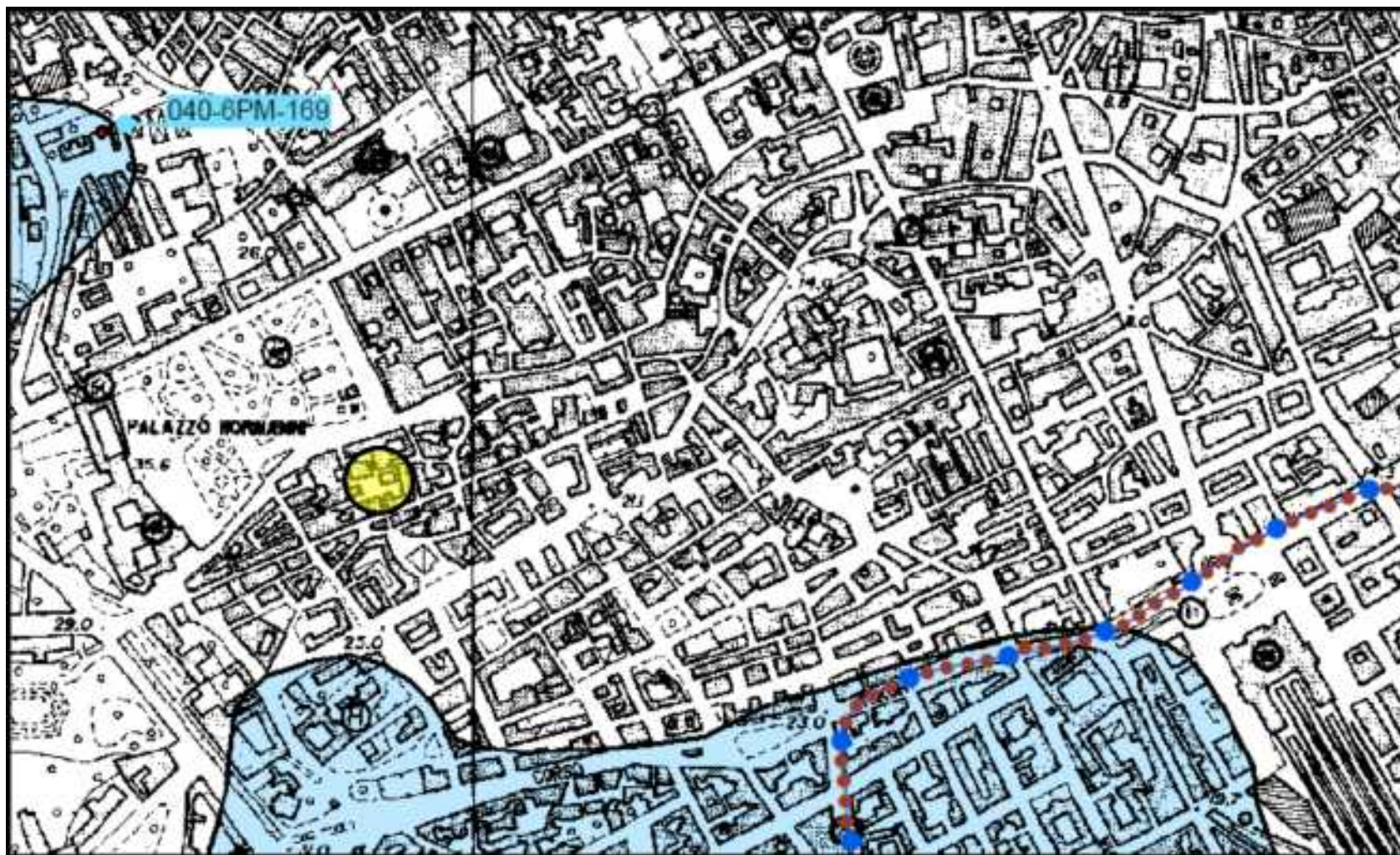
ghiaie e sabbie

limi sabbiosi con inclusi elementi ciottolosi

calcareniti in strati mediamente cementati, alternati a sabbie medio-fini



P.A.I. – CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE
● Area Intervento (Isolati 2CD = interna all'Area di Attenzione R2)
■ Area a rischio R2 – Rischio Medio.-



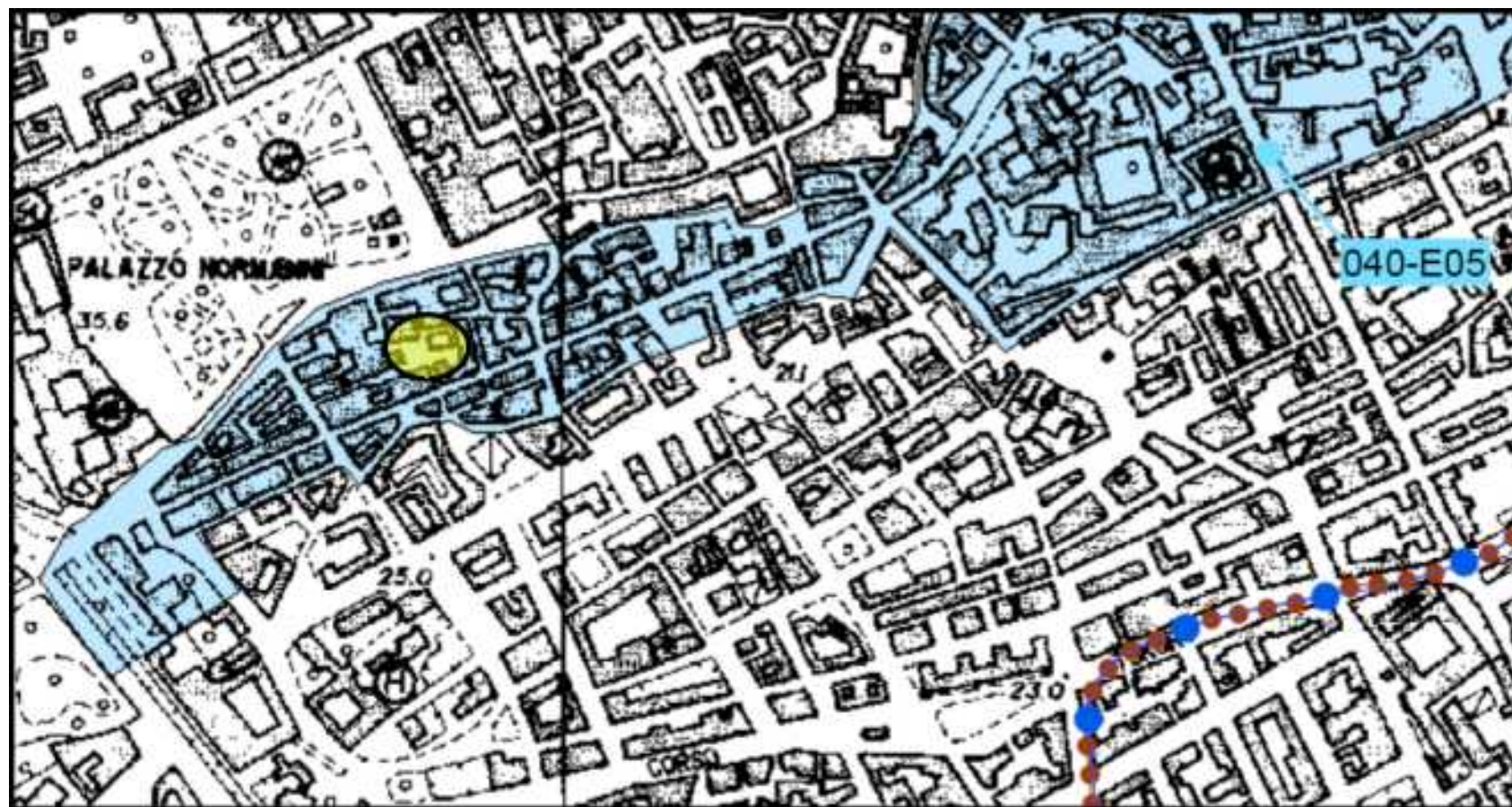
P.A.I. – PARTICOLARE CARTA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO




Area Intervento (esterna ai siti di attenzione)




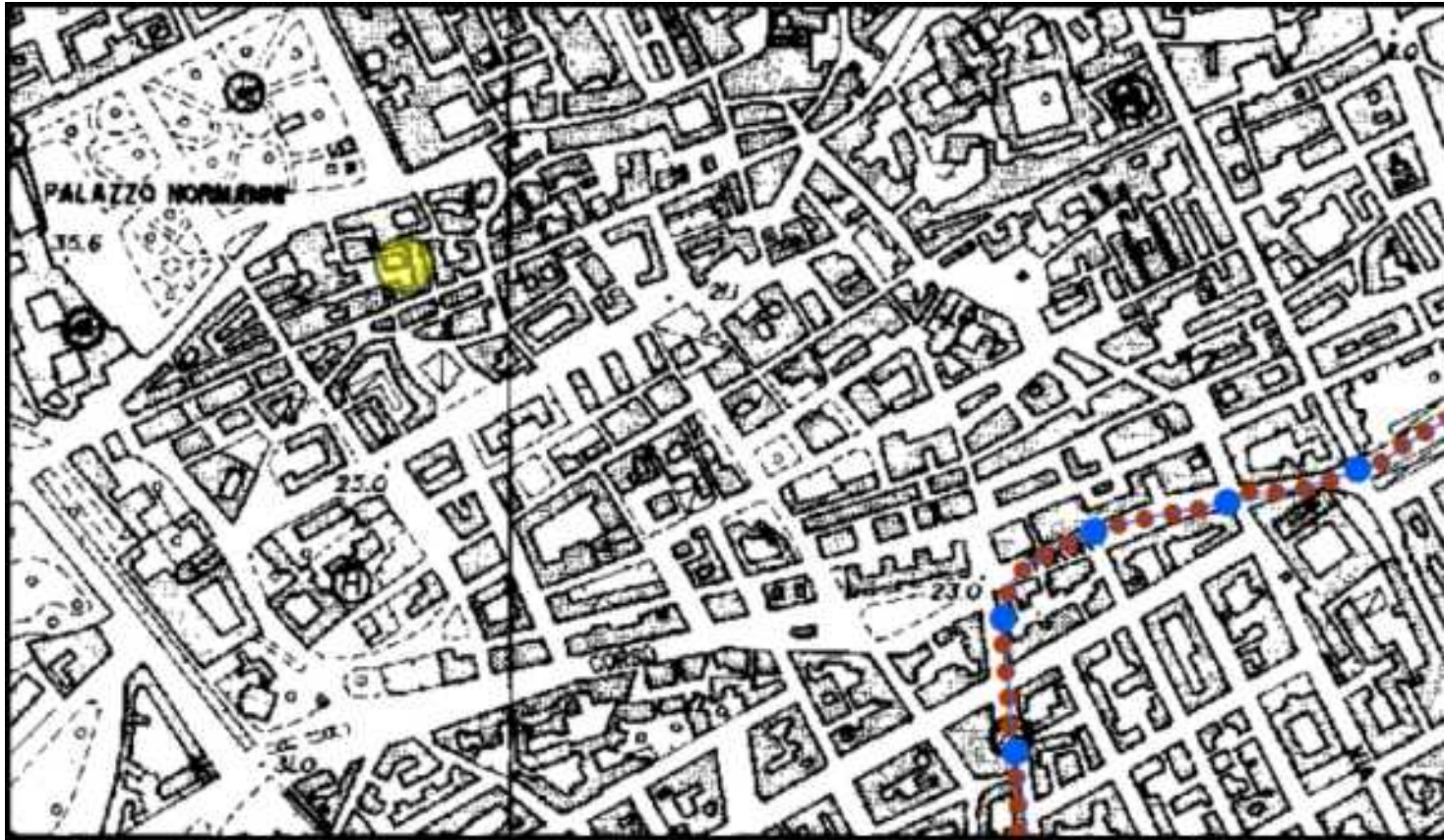
Siti di Attenzione.-



P.A.I. – PARTICOLARE CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE

 Area Intervento (Isolati 2CD = interna all'Area di Attenzione P1)

 Area di Attenzione P1 – Pericolosità Moderata.-



P.A.I. – PARTICOLARE CARTA DEI DISSESTI
● Area Intervento (non figurano dissesti).-



Superficie Scolante Di Deflusso Idrico Per Eventi Meteorici Di Una Certa Entità
(Zone sottostanti Piazza Della Vittoria, tra Via Cadorna e Via Porta di Castro)
STRALCIO FOTOGRAMMETRICO 1:2000