



COMUNE DI NAPOLI

Direzione Centrale VI

APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE
DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI
N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN
PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO – NAPOLI

PROGETTO ESECUTIVO



**ArchiCons
s.r.l.**

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
PROGETTAZIONE URBANISTICA
PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA

ING. G. LA REGINA
ARCH. V. BAZZARINI
ARCH. V. ANGRISANI
ARCH. M. DI MARTINO
ARCH. C. PERSICO
ARCH. A. PADRICELLI



Str. del Colle 1/a
Fraz. Fontana
06132 Perugia

PROGETTAZIONE STRUTTURALE

ING. D. BONADIES
ING. M. RASIMELLI GEOM.
ING. L. BRAGETTA
ING. E. COLUZZI
ING. L. CIARAPICA
ING. G. PAONI
ING. M. BRUSCHINI
ING. L. SPINOZZI
ING. L. IOVINE
ING. D. AZZAROLI
ING. G. VANNI
ING. V. MASTROIANNI



ING. S. CORLIANO'
C. ROSI
GEOL. S. PIAZZOLI
GEOL. L. PORTA



**Studio Associato
Calise**

CONSULENZA ALLA PROGETTAZIONE
IMPIANTISTICA

ING. A. CALISE
ING. M. CALISE
ING. S. SAVINO
ING. M. RUBERTO

A	URBANISTICO
B	ARCHITETTONICO
C	RELAZIONI
D	COMPUTI/STIME
E	PIANO DI MANUTENZIONE
F	PIANO DI SICUREZZA
ST	STRUTTURE
IM	IMPIANTI

Elaborato

RG02

OGGETTO: ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE GEOLOGICA RISULTATI INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE DI LABORATORIO	Pratica	Identif.
	2807fh	FHRG501A.doc
	Pag.	

A		PRIMA EMISSIONE	PIAZZOLI	PIAZZOLI	BRAGETTA	BONADIES
Rev.	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Gianfranco Del Gaudio

<p style="text-align: center;">COMUNE DI NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">RISULTATI INDAGINI</p>	<p>FHRG501A.doc</p> <p>Data:</p> <p>Pag. 2 di 9</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

PREMESSA

Per la definizione delle caratteristiche lito - stratigrafiche e fisico – meccaniche dei terreni caratterizzanti la zona, e che verranno interessati direttamente dalla realizzazione delle strutture costituenti il progetto, sono stati presi in considerazione i risultati di due campagne di indagine, la prima eseguita nel 2003 dalla **Ditta Overmar S.r.l.**, la seconda terminata nel gennaio 2006 dalla **Ditta Geo Testing S.r.l.**

I risultati delle indagini suddette sono stati forniti agli scriventi dal Comune di Napoli.

Nello studio eseguito per il presente progetto è stata effettuata una dettagliata analisi dei risultati delle indagini suddette. Si riporta, quindi, di seguito, l'elaborazione dei dati medesimi, la quale è riportata anche nella Relazione Geologica (Elab. RG01).

<p style="text-align: center;">COMUNE DI NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">RISULTATI INDAGINI</p>	<p>FHRG501A.doc</p> <p>Data:</p> <p>Pag. 3 di 9</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

INDAGINI ESEGUITE

Nell'area di intervento sono state eseguite due campagne di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche.

Le indagini suddette sono state realizzate in due distinte campagne geognostiche, eseguite nel 2003 e nel 2006, rispettivamente dalle Ditte Overmar S.r.l. e Geo Testing S.r.l..

Campagna di indagine 2003 (Overmar)

- ❖ n° 6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di profondità compresa tra m 20 e m 34;
- ❖ n. 34 prove SPT (Standard Penetration Test) in foro durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici;
- ❖ n° 6 prove penetrometriche statiche (CPT) di profondità compresa tra m 12 e m 27,2;
- ❖ n. 2 tomografie geoelettriche;
- ❖ n. 7 traverse sismiche a rifrazione.

Campagna di indagine 2006 (Geo Testing)

- ❖ n° 11 sondaggi geognostici verticali, di cui 10 a carotaggio continuo ed uno (S11) a distruzione, spinti fino a profondità massime di 33,0m dal piano campagna, con prelievo di campioni indisturbati mediante campionatore Shelby;
- ❖ Esecuzione di prove SPT (standard penetration test) in foro durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, per un totale di 56,0 prove.
- ❖ n° 8 sondaggi a carotaggio continuo, inclinati sulla verticale per la verifica degli spessori e caratteristiche delle fondazioni delle strutture esistenti;
- ❖ n° 10 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte fino a profondità massima di 20,0m dal piano campagna.
- ❖ n°3 prove sismiche in foro (**DH** = down hole).
- ❖ n° 3 tomografie geoelettriche (**TG1**);
- ❖ n° 9 prove sismiche a rifrazione (**SR3**);
- ❖ analisi e prove di laboratorio.

<p align="center">COMUNE DI NAPOLI</p> <p align="center">APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI</p> <p align="center">RISULTATI INDAGINI</p>	<p>FHRG501A.doc</p> <p>Data:</p> <p>Pag. 4 di 9</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

Sondaggi geognostici verticali e campioni indisturbati

Nel corso dell'indagine sono stati eseguiti n°11 sondaggi a carotaggio e prelevati n°20 campioni indisturbati indicati con le seguenti sigle:

Sigla	Profondità (m)	Campione indisturbato	Intervallo prof. (m)
S1	30,0	CI1	5,3 – 5,75
		CI2	10,0 – 10,55
S2	30,0	CI1	4,8 – 5,3
		CI2	9,0 – 9,5
S3	31,0	CI1	4,6 – 5,1
		CI2	9,7 – 10,0
S4	30,0	CI1	4,0 - 4,5
		CI2	9,0 – 9,5
S5	30,0	CI1	5,0 – 5,5
		CI2	7,5 – 8,0
S6	30,0	CI1	4,5 – 5,0
		CI2	10,0 – 10,5
S7	30,0	CI1	4,5 – 5,0
		CI2	9,0 – 9,5
S8	30,0	CI1	4,5 – 4,9
		CI2	10,2 – 10,6
S9	33,0	CI1	3,3 – 3,8
		CI2	8,0 – 8,3
S10	30,0	CI1	4,5 – 4,9
		CI2	11,0 – 11,3
S11	30,0		

<p align="center">COMUNE DI NAPOLI</p> <p align="center">APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI</p> <p align="center">RISULTATI INDAGINI</p>	<p>FHRG501A.doc</p> <p>Data:</p> <p>Pag. 5 di 9</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

Si riportano di seguito i valori di N_{SPT} , misurati nel corso dei sondaggi, e le rispettive profondità di esecuzione.

Sond.	SPT	Prof.(m)	N1	N2	N3	N_{SPT}
S1	1	3,0-3,45	3	4	3	7
	2	5,3-5,75	5	6	5	11
	3	9,0-9,45	6	7	7	14
	4	11,5-11,95	11	10	8	18
	5	15,50-15,95	11	13	15	28
	6	17,8-18,25	17	36	R	R
S2	1	3,0-3,45	1	1	1	2
	2	6,0-6,45	7	7	7	14
	3	9,5-9,95	5	8	9	17
	4	11,6-12,05	8	8	9	17
	5	15,0-15,95	9	8	6	15
S3	1	3,1-3,55	1	3	3	6
	2	5,1-5,55	5	4	4	8
	3	7,5-7,95	5	2	3	5
	4	10,0-10,45	4	6	10	16
	5	12,0-12,45	3	6	7	13
	6	14,7-15,15	8	8	9	17
S4	1	3,0-3,45	1	2	2	4
	3	7,2-7,65	4	4	4	8
	4	12,7-13,15	9	7	8	15
	5	15,0-15,45	13	17	24	41
S5	1	3,0-3,45	1	1	1	2
	2	6,0-6,45	2	2	3	5
	3	8,0-8,45	14	12	13	25
	4	10,8-11,25	5	5	4	9
	5	13,0-13,45	7	7	5	12

Sond.	SPT	Prof.(m)	N1	N2	N3	N_{SPT}
S6	1	3,0-3,45	3	2	2	4
	2	6,0-6,45	1	2	1	3
	3	9,0-9,45	1	1	1	2
	4	12,8-13,25	8	7	12	19
	5	15,5-15,95	13	16	21	37
	6	18,0-18,45	18	20	30	50
	7	21,5-21,95	17	21	20	41
S7	1	3,0-3,45	3	3	5	8
	2	6,0-6,45	9	12	20	32
	3	9,5-9,95	4	5	5	10
	4	12,3-12,75	11	13	18	31
	5	15,5-15,95	8	11	13	24
	6	18,5-19,95	12	12	17	29
S8	1	4,9-5,35	3	4	3	7
	2	9,4-9,85	12	15	18	33
	3	10,6-11,05	4	10	8	18
	4	15,0-15,45	7	7	9	16
	5	18,0-18,45	8	9	8	17
S9	1	3,8-4,25	3	3	4	7
	2	6,3-6,75	8	12	15	27
	3	10,5-10,95	5	8	13	21
	4	12,7-13,15	5	7	12	19
	5	16,5-16,95	4	6	14	20
	6	20,5	R			R
S10	1	6,3-6,75	7	7	8	15
	2	9,0-9,45	5	7	9	16
	3	11,7-12,15	4	7	9	16
	4	14,0-14,45	10	12	10	22
	5	17,0-17,45	11	14	12	26

Le suddette prove SPT sono state eseguite con punta aperta

<p style="text-align: center;">COMUNE DI NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">RISULTATI INDAGINI</p>	<p>FHRG501A.doc</p> <p>Data:</p> <p>Pag. 6 di 9</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

Sondaggi geognostici inclinati

Ai fini della verifica e ricostruzione geometrica delle tipologie fondali degli edifici esistenti, destinati alla demolizione, sono stati eseguiti n°8 sondaggi inclinati. I sondaggi sono stati eseguiti con una inclinazione compresa tra 15° e 30° per una lunghezza di 10,0m (vedi allegati) indicati con le seguenti sigle:

Sigla	Profondità (m)	Inclinazione sulla verticale	Spessore fondazione (m)
S1 i_16°	10,0	16°	1.20
S1 i_30°	10,0	30°	1.28
S2 i_20	10,0	15°	1.61
S2 i_32°	10,0	30°	1.61
S3 i_16°	10,0	15°	1.38
S3 i_30°	10,0	30°	1.38
S4 i_15°	10,0	15°	1.39
S4 i_30°	10,0	30°	1.39

Prove penetrometriche statiche CPT

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno tramite un dispositivo di spinta.

Il dispositivo di spinta è costituito da un sistema idraulico in grado di esercitare una spinta sulla batteria di aste di 10 - 20 t, a seconda delle esigenze, ed avente una corsa pari ad un metro.

La velocità di infissione della batteria di aste è pari a 2 cm/s (± 0.5 cm/s), ed è costante nel corso della prova, indipendentemente dalla resistenza offerta dal terreno.

Il dispositivo di spinta è stato opportunamente ancorato e/o zavorrato in modo da poter usufruire per intero della propria capacità di spinta totale.

Nel nostro caso per l'esecuzione delle 10 prove penetrometriche è stato utilizzato un penetrometro statico da 20t (200 KN) della Deep Drill. La punta di

<p style="text-align: center;">COMUNE DI NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">RISULTATI INDAGINI</p>	<p>FHRG501A.doc</p> <p>Data:</p> <p>Pag. 7 di 9</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

tipo meccanico utilizzata è del tipo Begemann telescopica avente le seguenti caratteristiche:

- ❖ diametro di base del cono: 37.5 mm
- ❖ angolo di apertura del cono: 60°
- ❖ area di base 10 cm².

La prova consente la misura della resistenza di punta e dell'attrito laterale

La resistenza per attrito laterale f_s è stata determinata con un manicotto avente superficie laterale di $150 \div 200 \text{ cm}^2$.

Le aste di tipo cavo, hanno un diametro esterno di 36 mm.

Le astine interne a sezione piena, hanno un diametro inferiore di $0.5 \div 1 \text{ mm}$ rispetto a quello interno delle stesse cave.

Le aste interne a sezione piena scorrono senza attriti all'interno delle aste cave.

Come in precedenza accennato sono state eseguite, in questa campagna di indagini le seguenti n°10 prove:

Sigla	Profondità (m)
CPT n°1	18,20
CPT n°2	16,60
CPT n°3	18,0
CPT n°4	16,60
CPT n°5	17,0
CPT n°6	20,0
CPT n°7	20,0
CPT n°8	20,0
CPT n°9	20,0
CPT n°10	20,0

Analisi di laboratorio

Sui campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite prove di laboratorio consistenti in prove di identificazione (peso di volume, limiti, contenuto naturale d'acqua, ecc.) e prove meccaniche (prove edometriche,

<p style="text-align: center;">COMUNE DI NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">RISULTATI INDAGINI</p>	<p>FHRG501A.doc</p> <p>Data:</p> <p>Pag. 8 di 9</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

prove di taglio diretto, ecc.) per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni. In totale sono stati analizzati n° 20 campioni indisturbati prelevati a variabili profondità lungo le verticali di sondaggio.

Prove sismiche Down hole

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi geognostici sono state eseguite prospezioni sismiche di tipo down hole. Esse sono state effettuate nei fori di sondaggio S3 (DH3), S7 (DH7) ed S9 (DH9) previa installazione di tubo PVC per tutta la lunghezza della prova e cioè fino a 30,0m.

Tali prove hanno consentito di poter valutare la velocità di propagazione di onde elastiche prodotte da mezzi energizzanti, quali esplosivi, masse battenti, ecc.. I principali tipi di onde elastiche prodotte sono le onde Longitudinali V_p (onde di compressione) e V_s (onde di taglio), ove le velocità delle onde di compressione sono sempre maggiori delle onde di taglio. I moduli elastici da esse determinabili sono direttamente legati alla velocità di propagazione delle onde sismiche.

Tali prove hanno permesso anche la determinazione della V_{s30} cioè la velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondità; si è proceduto ponendo l'energizzazione a due metri dall'asse del foro ed eseguendo misure intervallate di 2,0m per un totale di 15 misure su 30 metri.

L'elaborazione delle suddette prove ha consentito di ottenere mediante grafici l'andamento sia della velocità delle onde di taglio che di compressione, espressa in km/s, con la profondità investigata (30,0m). Inoltre l'elaborazione ha permesso la stima dei moduli di Young, di Taglio e del coefficiente di Poisson.

I valori dei suddetti moduli e coefficienti sono riportati di seguito nelle tabelle riassuntive.

Sismica a rifrazione

Oltre alle prove down hole, sono stati eseguiti anche stendimenti sismici a rifrazione. Lo stendimento di sismica a rifrazione consiste nel porre sul terreno una serie di geofoni allineati ed energizzare agli estremi dello stendimento stesso registrando il tempo di arrivo ai geofoni dei primi impulsi rifratti delle onde V_p . L'obiettivo dell'indagine sismica era quello di determinare lo spessore del pacchetto di sedimenti piroclastici sovrastanti il tufo giallo. L'elaborazione dei

<p style="text-align: center;">COMUNE DI NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">APPALTO INTEGRATO CONCERNENTE LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI EDILIZIA SOSTITUTIVA PER LA DEMOLIZIONE/COSTRUZIONE DI N. 126 ALLOGGI REALIZZATI CON I FONDI DELLA L. 219/81 E 25/80 IN PREFABBRICAZIONE PESANTE IN VIA CUPA SPINELLI CHIAIANO - NAPOLI</p> <p style="text-align: center;">RISULTATI INDAGINI</p>	<p>FHRG501A.doc</p> <p>Data:</p> <p>Pag. 9 di 9</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

risultati conseguiti dalle indagini sismiche ha permesso di localizzare il rifrattore corrispondente al top del tufo giallo; questo, in parziale accordo con quanto riscontrato nei sondaggi geognostici a carotaggio continuo, è stato riscontrato a profondità comprese tra -12,0m e -24,0m dal piano campagna.

Relativamente alla velocità delle onde sismiche si sono registrati i seguenti valori:

- ❖ piroclastiti superiori $V = 300 - 400 \text{ m/s}$;
- ❖ tufo giallo $V = 900 - 1100 \text{ m/s}$.

Tomografia geoelettrica

L'indagine in oggetto consiste nel posizionare una serie di picchetti in acciaio allineati ed equispaziati, quindi si immette nel terreno una corrente di intensità nota (I) attraverso una coppia di picchetti (AB), e si misura la differenza di potenziale (ΔV) in corrispondenza di tutte le altre coppie di picchetti (MN).

Completata una serie di misure, ci si sposta sulla coppia di picchetti AB successiva e si ripetono le letture. Dai dati di intensità I e differenza di potenziale ΔV raccolti in campagna si ricavano i valori di Resistività Apparente (ρ_a).