

## ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA  
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO  
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

### PROGETTO ESECUTIVO

<b>CONTRAENTE GENERALE:</b>   <p style="text-align: center;"><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i>  Ing. Federico Montanari</p>	<p style="text-align: right;"><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i>  Ing. Salvatore Lieto</p>
--	---

*PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese*  
*Mandataria:*

			
--	--	---	--

<b>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER I ATI</b>  Ing. Antonio Grimaldi  GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni  COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale			
--	---	--	---

<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  Ing. Giulio Petrizzelli	
--	--

<b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord  <b>GEOLOGIA E GEOTECNICA</b> Relazione illustrativa sulle indagini geognostiche e geotecniche	<b>SCALA:</b> <p style="text-align: center;">-</p> <b>DATA:</b> <p style="text-align: center;">Agosto 2016</p>
--	--

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
Codice Elaborato:	L0703	212	E	02	GE0000	REL	04 A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto	Controllato	Approvato
A	Agosto 2016	Emissione per progetto esecutivo	PROGIN	Fr. Pontoni	S. Lieto

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 2 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
1.1 PREMESSA .....	3
1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
<b>2. CAMPAGNE DI INDAGINI GEOTECNICHE.....</b>	<b>6</b>
2.1 CAMPAGNE D'INDAGINI GEOTECNICHE DI RIFERIMENTO .....	6
2.2 CAMPAGNA 2002 (SOCIETÀ BONIFICA S.P.A. ROMA – PROGETTO DEFINITIVO).....	6
2.3 CAMPAGNA 2004 (SOCIETÀ BONIFICA S.P.A. ROMA – PROGETTO DEFINITIVO).....	8
2.4 CAMPAGNE 2006-2007 (DIRPA S.C.A.R.L. – PROGETTO DEFINITIVO- ESECUTIVO).....	10
2.5 CAMPAGNA 2016 (DIRPA 2 S.C.A.R.L.– PROGETTO ESECUTIVO).....	13

**- ALLEGATO – RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA INDAGINI SONDEDILE 2016**

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 3 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono descritte tutte le indagini geognostiche realizzate in varie fasi, nell'ambito del progetto definitivo-esecutivo dell'Asse viario Marche Umbria e Quadilatero di penetrazione interna – Maxilotto 2 – Pedemontana delle Marche, lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 (Tratto Fabriano-Muccia-Sfercia).

La relazione, in particolare, contiene informazioni relative alle attrezzature utilizzate per l'esecuzione delle indagini, ai fluidi impiegati, ai criteri operativi adottati durante la perforazione, il prelievo dei campioni e l'esecuzione delle prove in foro, alla documentazione delle cassette catalogatrici e dei campioni prelevati. Sono descritte inoltre tutte le prove eseguite in sito e le attrezzature utilizzate, oltre prove di laboratorio realizzate.

Le indagini geotecniche sono state eseguite in varie fasi, che in dettaglio possono essere suddivise come segue:

- campagna 2002 (n. 7 sondaggi geognostici);
- campagna 2004 (n. 2 sondaggi geognostici);
- campagna 2006-2007 (n. 14 sondaggi geognostici).
- campagna 2016 (n. 42 sondaggi geognostici).

Tutte le stratigrafie relative alle suddette indagini sono riportate in altri due elaborati specifici (Rel. 06 e 07).

Vengono allegati anche le relazioni esplicative che le varie ditte esecutrici hanno incluso nei loro rapporti di indagine.

Tutte le indagini sono state volte ad una puntuale e dettagliata caratterizzazione dei terreni interessati dalle opere in progetto. La loro ubicazione è riportata nelle specifiche planimetrie (Pla 17, 18, 19, 20 e 21)

In dettaglio tutti i reports delle prove realizzate (prove dilatometriche, prove di permeabilità in foro ed i certificati delle prove di laboratorio) sono contenuti nei rispettivi elaborati (rel. 09, 10, 11, 12, 13-14-15).



**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 4 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 5 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

## 1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le normative di riferimento seguite per le indagini geognostiche sono le seguenti:

- QUADRILATERO MARCHE-UMBRIA S.p.A. – Capitolato Speciale di Affidamento, Norme Generali – Allegato NG16 “Specifiche tecniche per la Progettazione Esecutiva” – Allegati: “Norme generali per l’esecuzione delle indagini geotecniche e la loro restituzione”, “Norme tecniche per l’esecuzione di indagini geotecniche e geofisiche”, “Norme Tecniche per l’esecuzione di prove di laboratorio”.
- D.M.LL.PP. 11/03/88 e relative istruzioni emanate con circolare n. 30483 del 24/09/88. “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- A.G.I. - “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”. Giugno 1997;
- “Norme standard previste per l’esecuzione delle prove in situ e in laboratorio (ASTM, AASHO, AASHTO);
- ENV 1997-3: “Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 3 – Design assisted by field testing”
- Norma Svizzera SNV 670 317a, per prove di carico su piastra;
- Norme ASTM D.4719-87 Standard Test Methods for Pressuremeter Testing in Soils (1994);
- I.S.R.M. 1987 – Suggested method for determining deformability with flexible dilatometer with volume change measurements;
- Le Pressiomètre Ménard. Notice general D.60 (edition 07/77) - Céntré d’Etudes Géotechniques Louis Ménard;
- Méthode d’essai LPC n.15-10 (1988). Essai pressiométrique normal;
- Norme Française NF 94-110 “Essai pressiométrique Ménard”;
- I.S.R.M. 1978 - Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 6 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

## 2. CAMPAGNE DI INDAGINI GEOTECNICHE

### 2.1 CAMPAGNE D'INDAGINI GEOTECNICHE DI RIFERIMENTO

L'area interessata dal tracciato in progetto è stata investigata tramite l'esecuzione di varie campagne di indagini in sito, succedutesi nel tempo a partire dall'anno 2002.

Di seguito viene dettagliatamente descritta ogni singola campagna, relativamente ai soli tratti oggetto della presente relazione, con i relativi quadri riassuntivi.

### 2.2 CAMPAGNA 2002 (SOCIETÀ BONIFICA S.P.A. ROMA – PROGETTO DEFINITIVO)

La campagna di indagine è stata svolta nel periodo ottobre-dicembre 2002 ed è consistita in:

- n. 6 sondaggi geognostici interamente a carotaggio continuo (S15-S23-S24-S25-S26-S28) di profondità compresa tra 20.0 e 40.0 m;
- n. 1 sondaggio geognostico (S20) spinto fino a 81.0 m con distruzione di nucleo nei primi 50,0 m;
- installazione di n. 4 piezometri a tubo aperto nei fori di sondaggio eseguiti;
- installazione di n. 1 inclinometro nel foro di sondaggio S15;
- esecuzione di n. 7 prove SPT (Standard Penetration Test) in foro;
- prelievo di n. 51 campioni di terreno e roccia da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio;
- n. 6 prove di permeabilità Lugeon;
- n. 5 prove pressiometriche in foro;
- n. 11 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH;

Le prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati sono le seguenti:

- n. 3 analisi granulometriche;
- n. 3 determinazioni dei limiti di Atterberg;
- n. 33 determinazioni del peso di volume naturale ( $\gamma_N$ );
- n. 33 determinazioni del peso di volume secco ( $\gamma_D$ );
- n. 32 determinazioni del contenuto naturale d'acqua ( $w_N$ );
- n. 26 prove a compressione monoassiale;
- n. 1 prove edometriche;
- n. 3 prove di taglio diretto;
- n. 2 prove triassiali UU;

**2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 7 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

**1 - TABELLA RIASSUNTIVA INDAGINI GEOGNOSTICHE 2002**

Sondaggio / Pozzetto	Lunghezza	Strumentazione installata	Livello di falda da p.c.	Prove S.P.T.		Prove Permeabilità		Prove Pressiometriche	
				Prof. da p.c.	N <sub>SPT</sub>	Prof. da p.c.	k	Prof. da p.c.	E <sub>p</sub>
S20	80.5	T.A.	26.26	-	-	60.0	<1.1E-10	56.0	315.24
						70.0	<1.1E-9	67.0	419.97
S23	30.0	T.A.	6.84	2.5 5.5	60 68	-	-	-	-
S15	30.0	I.	-	3.0	13	-	-	-	-
S24	20.0	T.A.	0.54	2.35	52	-	-	-	-
S25	40.0	T.A.	0.2	4.0	40	-	-	-	-
S26	25.0	-	-	4.0	40	-	-	-	-
S28	30.0	-	-	9.0	12	-	-	-	-
				12.0	23				

T.A. = Piezometro a Tubo Aperto

T.C. = Piezometro Casagrande

I. = Inclino metro

**2 - TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DPSH 2002**

Prova	Profondità (m)
P10	10.6
P13	11.2
P14	10.4
P15	7.4
P16	8.6
P17	9.2
P18	10.6
P19	11.0
P19a	9.0
P19b	12.0
P20	14.0

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 8 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

**3 - TABELLA RIASSUNTIVA PROVE PRESSIOMETRICHE 2002**

Prova	Prof.	Unità	Pa kPa	G MPa	Em MPa	E I ciclo MPa	E II ciclo MPa
-	-	-					
S20P1	56.4	S4	834	118.51	315.24	418.17	495.96
S20P2	67.6	S4	1071	157.88	419.92	632.66	698.59
S25P1	20.4	-	393	28.89	76.05	142.56	203.94
S25P2	30.6	-	588	52.22	138.7	148.43	142.07
S25P3	39.7	-	698	163.32	434.44	617.69	655.76

Pa = pressione iniziale tratto pseudo-elastico

G = modulo di taglio

Em = modulo pressiométrico

EI = modulo di elasticità calcolato in I ciclo di carico-ricarico

EII = modulo di elasticità calcolato in II ciclo di carico-ricarico

### 2.3 CAMPAGNA 2004 (SOCIETA' BONIFICA S.P.A. ROMA – PROGETTO DEFINITIVO)

La campagna di indagine effettuata nel corso del 2004 è consistita in:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (BH4, BH5) di profondità compresa tra 25.0 e 30.0 m;
- installazione di n. 2 piezometri a tubo aperto nei fori di sondaggio eseguiti;
- esecuzione di n. 4 prove SPT (Standard Penetration Test) in foro;
- prelievo di n. 3 campioni rimaneggiati e n. 1 campioni indisturbati o semidisturbati di terreno e roccia da utilizzare per prove geotecniche in laboratorio;
- n. 2 prove pressiométriche in foro.

Le prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati sono le seguenti:

- n. 2 analisi granulometriche;
- n. 2 determinazioni dei limiti di Atterberg;
- n. 2 determinazioni del peso di volume naturale ( $\gamma_N$ );
- n. 2 determinazioni del contenuto naturale d'acqua ( $w_N$ );
- n. 2 determinazioni dell'indice dei vuoti (e);

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 9 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

- n. 2 determinazioni del grado di saturazione (S);
- n. 1 prove a compressione monoassiale;
- n. 1 prove di taglio CD;

**4 - TABELLA RIASSUNTIVA INDAGINI GEOGNOSTICHE 2004**

Sondaggio / Pozzetto	Lunghezza	Strumentazione installata	Livello di falda da p.c.	Prove S.P.T.		Prove Permeabilità		Prove Pressiometriche	
				Prof. da p.c.	N <sub>SPT</sub>	Prof. da p.c.	k	Prof. da p.c.	E <sub>p</sub>
-	m	-	m	m	-	m	m/s	m	MPa
BH4	25.0	T.A.	0.95	2.0 5.0	22 24	-	-	14.2	49.795
BH5	30.0	T.A.	9.10	4.0 9	Rif. Rif.	-	-	14.4	126.782

T.A. = Piezometro a Tubo Aperto

T.C. = Piezometro Casagrande

I. = Inclinometro

**5 - TABELLA RIASSUNTIVA PROVE PRESSIOMETRICHE 2004**

Prova	Prof.	Unità	PI	P'I	E <sub>p</sub>	E	Cu
-	-	-	kPa	kPa	MPa	MPa	kPa
BH4	14.2	S4	4300	4029	49.795	74.321	403
BH5	14.4	S4	4500	4290	126.782	253.564	429

PI = pressione limite

P'I = pressione limite netta

E<sub>m</sub> = modulo pressiometrico

E = modulo di Young

Cu = coesione non drenata

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 10 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

## **2.4 CAMPAGNE 2006-2007 (DIRPA S.C.A.R.L. – PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO)**

E' la prima campagna di indagini realizzata a supporto della progettazione esecutiva. Le indagini elencate si riferiscono al secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord, oggetto del presente rapporto.

Nel tratto in questione sono state realizzate complessivamente n.14 postazioni di sondaggio, eseguite a rotazione a carotaggio continuo, spinti fino a profondità variabili tra 9 e 120 m dall'attuale piano di campagna.

Per quanto riguarda la rete di monitoraggio, nei fori di sondaggio sono state installate le seguenti apparecchiature di misurazione:

- piezometro a tubo aperto (n.8);
- piezometro a cella tipo Casagrande (n.3);
- tubo inclinometrico (n.3)
- tubo per prove down-hole (n.1).

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati campioni di terreno (n. 29 rimaneggiati e n. 42 indisturbati) ed eseguite n. 26 prove SPT in foro.

Le prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati sono le seguenti:

- n. 9 analisi granulometriche;
- n. 8 determinazioni dei limiti di Atterberg;
- n. 9 determinazioni del peso di volume naturale ( $\gamma_N$ );
- n. 9 determinazioni del contenuto naturale d'acqua ( $w_N$ );
- n. 2 prove edometriche;
- n. 6 prove di taglio diretto;

Nei sondaggi ubicati in corrispondenza delle gallerie naturali (SN 2104, 2106 e 2107) sono state realizzate altre prove in foro ( n. 6 prove di permeabilità Lefranc e n. 6 prove dilatometriche).

Sono stati inoltre realizzati n. 2 pozzetti esplorativi mediante l'uso di escavatore meccanico, spinti a profondità comprese tra 2,0 e 3,0 m dall'attuale piano di campagna. Il tratto iniziale dello scavo è stato utilizzato per la realizzazione di prove di carico su piastra.

I pozzetti esplorativi e le relative prove di carico sono state posizionate in corrispondenza dei rilevati di maggiore altezza.

**2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 11 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

E' stata infine realizzata una campagna geofisica (vedi rel. 05) costituita da:

- n. 7 basi sismiche a rifrazione con misura delle onde P,
- n. 2 basi sismiche a rifrazione con misura delle onde P e delle onde S
- n. 1 prova down-hole su fori predisposti.

**6 - TABELLA RIASSUNTIVA SONDAGGI GEOGNOSTICI 2006-2007**

Sondaggio	Lunghezza	Strumentazione installata	Profondità strumentazione	Prove S.P.T.		Prove Permeabilità		Campioni prelevati	
				Prof. da p.c.	N <sub>SPT</sub>	Prof. da p.c.	k	Rimaneggiati	Indisturbati
-	m	-	m	m	-	m	m/s	nr.	nr.
SN2118	20	T.A.	20	3.6	34	-	-	2	4
				6.3	R				
SN2120	30	D.H.	30.0	3.4	28	-	-	3	4
				6.5	42				
				9.0	R				
SN2121	18.0	T.A.	18.0	-	-	-	-	-	4
SN2123	22	T.A.	22.0	4.5	9	-	-	3	2
				8.3	13				
				12.5	31				
SN2124	23.5	T.A.	23.5	3.4	14	-	-	3	5
				6.4	23				
				9.4	21				
SN2124bis	20.0	T.A.	20.0	3.0	25	-	-	2	3
				7.0	30				
SN2125bis	34.0	I	34.0	-	-	-	-	-	4
SN2126	120.0	T.A. T.C.	72 113.0	-	-	80.0 95.5 111.0	3.68E-9 1.1E-8 5.79E-9	-	5
SN2127	25.0	I	25.0	-	-	8.0 13.0 22.0	7.05E-8 1.44E-8 9.24E-9	-	5
SN2128	9	T.C	9.0	-	-	-	-	-	-

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 12 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Sondaggio	Lunghezza	Strumentazione installata	Profondità strumentazione	Prove S.P.T.		Prove Permeabilità		Campioni prelevati	
				Prof. da p.c.	N <sub>SPT</sub>	Prof. da p.c.	k	Rimaneggiati	Indisturbati
-	m	-	m	m	-	m	m/s	nr.	nr.
SN2129	26.0	T.A.	26.0	3.0	64	-	-	8	-
				6.0	86				
				9.0	54				
				12.0	79				
				15.00	79				
				18.0	79				
SN2130	21.0	T.A.	21.0	2.5	78	-	-	5	1
				6.0	55				
				11.0	18				
				18.0	R				
SN2203	21.0	T.C.	20.0	4.0	68	-	-	-	3
				8.75	R				
SN2203bis	12.0	I.	12.0	-	-	-	-	-	1

T.A. = Piezometro a Tubo Aperto

T.C. = Piezometro Casagrande

I = inclinometro

D.H. = Down-hole

Nella stessa campagna sono state realizzate anche n. 6 prove penetrometriche CPTU (piezo cone penetration test), con n. 2 prove di dissipazione per ciascuna verticale ad eccezione della CP2201.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 13 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

## 2.5 CAMPAGNA 2016 (DIRPA 2 S.C.A.R.L.– PROGETTO ESECUTIVO)

E' l'ultima campagna di indagini ad oggi realizzata a supporto della progettazione esecutiva del lotto funzionale oggetto del presente rapporto.

Per la descrizione ed illustrazione delle indagini eseguite si riporta in allegato la relazione descrittiva di dettaglio redatta dalla ditta esecutrice (SONDEDILE).



**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

## **2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord**

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id. doc. REL	N. prog. 04	Rev. A	Pag. di Pag. 14 di 14
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

# **ALLEGATO**

## **RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA INDAGINI SONDEDILE 2016**



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

**Sonedile s.r.l. unipersonale**

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



# DIRPA 2 S.c.a.r.l.

## LAVORI DI COSTRUZIONE DEL MAXILOTTO 2 DEL SISTEMA ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA

**Indagini geognostiche, geotecniche, prove di  
laboratorio e ricerca gas sui terreni interessati  
dalle opere del lotto 2.1-2° lotto funzionale.**

### RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)

[info@sondedile.com](mailto:info@sondedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## **INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA APPLICATA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. SONDAGGI .....</b>	<b>5</b>
3.1. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO .....	5
3.2. ATTREZZATURE IMPIEGATE .....	9
3.3. MODALITÀ ESECUTIVE .....	17
3.4. DESCRIZIONE STRATIGRAFICA .....	18
3.5. PRELIEVO DI CAMPIONI .....	19
3.5.1. PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI .....	19
3.5.2. PRELIEVO DI CAMPIONI RIMANEGGIATI .....	20
3.5.3. PRELIEVO DI CAMPIONI RAYMOND – SPT .....	21
3.5.4. PRELIEVO DI CAMPIONI AMBIENTALI .....	21
<b>4. PROVE IN FORO .....</b>	<b>24</b>
4.1. PROVE STANDARD PENETRATION TEST (SPT) .....	24
4.2. PROVE DILATOMETRICHE .....	27
<b>5. STRUMENTAZIONE NEI FORI DI SONDAGGIO .....</b>	<b>35</b>
5.1. PIEZOMETRO TUBO APERTO NORTON .....	35
5.2. TUBI INCLINOMETRICI .....	36
<b>6. SPURGO DEL FORO E PRELIEVO ACQUA .....</b>	<b>37</b>
<b>7. RILIEVO GAS A BOCCAFORO .....</b>	<b>39</b>
<b>8. POZZETTI ESPLORATIVI .....</b>	<b>40</b>
8.1. PROVE DI CARICO SU PIASTRA .....	40

## **ELENCO DEGLI ALLEGATI:**

- 1. Report Stratigrafici e relativo rilievo geomeccanico;**
- 2. Documentazione Fotografica;**
- 3. Prove dilatometriche;**
- 4. Schede rilievo gas**
- 5. Rilievi di falda;**
- 6. Pozzetti geognostici e relative prove di carico su piastra;**
- 7. Prove di laboratorio geotecnico;**
- 8. Analisi chimiche.**



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si espongono in maniera tecnica i risultati delle indagini geognostiche eseguite su incarico di Dirpa 2 S.c.a.r.l. nell'ambito del progetto denominato "Indagini geognostiche, geotecniche, prove di laboratorio e ricerca gas sui terreni interessati dalle opere del lotto 2.1-2° lotto funzionale." che hanno riguardato la Galleria Naturale "CROCE DI CALLE", la Galleria Naturale "MISTRIANELLO" e le "OPERE ALL'APERTO".

Sono stati eseguiti, nel complesso della campagna d'indagini, durante i mesi di Febbraio-Maggio 2016:

- n° 14 sondaggi a carotaggio continuo (di cui n°7 in parte a distruzione di nucleo) per la Galleria Naturale Croce di Calle (dall' A1.2 all' A14.2);
- n°11 sondaggi a carotaggio continuo (di cui n°5 in parte a distruzione di nucleo) per la Galleria Naturale Mistrianello (dall'A15.2 all'A25.2);
- n°16 sondaggi a carotaggio continuo per le opere all'aperto (dall'X1 all'X17 escluso il sondaggio X8)
- n°1 sondaggio a distruzione di nucleo X5bis
- n°57 prove SPT in foro nei sondaggi per le opere all'aperto;
- n°26 prove dilatometriche;
- prelievo di n°15 campioni indisturbati;
- prelievo di n°68 campioni rimaneggiati;
- prelievo di n°57 campioni Raymond (SPT);
- letture piezometriche;
- prelievo di n°39 campioni di acqua;
- prelievo di n° 74 campioni ambientali;
- prove geotecniche di laboratorio;
- analisi chimiche di laboratorio.



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## 2. **NORMATIVA APPLICATA**

I carotaggi, l'installazione delle attrezzature e l'esecuzione delle prove in situ, sono state eseguite in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

- AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1977;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;.
- Norme standard previste per l'esecuzione delle prove in situ e in laboratorio (ASTM, AASHO, AASHTO);
- ENV 1997-3: "Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 3 – Design assisted by field testing".



### 3. SONDAGGI

#### 3.1. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

All'interno della campagna di indagine, sono stati eseguiti in totale **n°41 sondaggi geognostici (carotaggio e carotaggio+distruzione)**, spinti fino ad una profondità massima di 145.00 metri dal piano campagna, con esecuzione di prove in foro, letture piezometriche, prelievo di campioni indisturbati, ambientali e rimaneggiati e prelievo di campioni d'acqua una volta eseguito lo spurgo.

Le tabelle seguenti riportano le attività eseguite nel corso delle perforazioni:

#### GALLERIA NATURALE “CROCE DI CALLE”

Sondaggio	Perforazione	Profondità (m)	Campioni Ind.	Campioni Rimaneg.	Prove SPT	Prove Dilatometriche	Campioni Ambientali	Campioni di acqua
<b>A1.2</b> Piezometro m30.00	Carotaggio	53.00	1	2	-	1	2	1
<b>A2.2</b> Inclinometro m20.00	Carotaggio e distruzione	44.00+19.00 (63.00)	2	2	-	-	2	1
<b>A3.2</b>	Carotaggio	73.00	2	1	-	1	2	1
<b>A4.2</b>	Carotaggio e distruzione	52.00+31.00 (83.00)	1	2	-	1	2	1
<b>A5.2</b>	Carotaggio	111.00	-	1	-	2	2	1
<b>A6.2</b> Piezometro m80.00	Carotaggio e distruzione	70.00+30.00+18.00 (118.00)	-	1	-	1	2	1



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com

info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



Sondaggio	Perforazione	Profondità metri	Campioni Ind.	Campioni Rimaneg.	Prove SPT	Prove Dilatometriche	Campioni Ambientali	Campioni di acqua
A7.2	Carotaggio	134.00	-	1	-	2	2	1
A8.2	Carotaggio e distruzione	95.00+30.00+20.00 (145.00)	-	1	-	2	2	1
A9.2	Carotaggio	125.00	-	2	-	1	2	1
A10.2	Carotaggio e distruzione	70.00+30.00+15.00 (115.00)	-	1	-	2	2	1
A11.2	Carotaggio	108.00	-	1	-	1	2	1
A12.2	Carotaggio e distruzione	43.00+30.00+20.00 (93.00)	-	1	-	2	2	1
A13.2 Inclinometro m30.00	Carotaggio	76.00	-	2	-	1	2	1
A14.2 Piezometro m21.00	Carotaggio e distruzione	33.00+20.00 (53.00)	1	-	-	1	2	1

## GALLERIA NATURALE "MISTRIANELLO"

Sondaggio	Perforazione	Profondità metri	Campioni Ind.	Campioni Rimaneg.	Prove SPT	Prove Dilatometriche	Campioni Ambientali	Campioni di acqua
A15.2	Carotaggio	43.00	2	1	-	1	2	-
A16.2	Carotaggio e distruzione	27.00+20.00 (47.00)	-	1	-	1	2	1
A17.2	Carotaggio	43.00	-	1	-	-	2	1
A18.2 Inclinometro m20.00	Carotaggio e distruzione	39.00+21.00 (60.00)	3	1	-	1	2	1



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonnedile.com  
info@sonnedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



Sondaggio	Perforazione	Profondità metri	Campioni Ind.	Campioni Rimaneg.	Prove SPT	Prove Dilatometriche	Campioni Ambientali	Campioni di acqua
<b>A19.2</b>	Carotaggio	49.00	1	1	-	-	2	1
<b>A20.2</b> Piezometro m15.00	Carotaggio e distruzione	25.00+20.00 (45.00)	1	2	-	1	2	1
<b>A21.2</b>	Carotaggio	60.00	1	2	-	1	2	1
<b>A22.2</b> Piezometro m40.00	Carotaggio e distruzione	21.00+30.00+20.00 (71.00)	1	2	-	2	2	1
<b>A23.2</b>	Carotaggio	61.00	1	2	-	-	3	1
<b>A24.2</b>	Carotaggio e distruzione	29.00+19.00 (48.00)	2	1	-	1	2	1
<b>A25.2</b> Inclinometro m20.00	Carotaggio	20.00	1	-	2	-	1	1

## “OPERE ALL’APERTO”

Sondaggio	Perforazione	Profondità metri	Campioni Ind.	Campioni Rimaneg.	Prove SPT	Prove Dilatometriche	Campioni Ambientali	Campioni di acqua
<b>X1</b> Inclinometro m20.00	Carotaggio	20.00	1	1	3	-	2	1
<b>X2</b> Piezometro m20.00	Carotaggio	20.00	-	2	2	-	1	1
<b>X3</b> Piezometro m20.00	Carotaggio	20.00	1	2	2	-	1	1
<b>X4</b> Inclinometro m20.00	Carotaggio	20.00	2	2	3	-	1	1



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonnedile.com](http://www.sonnedile.com)  
[info@sonnedile.com](mailto:info@sonnedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



Sondaggio	Perforazione	Profondità metri	Campioni Ind.	Campioni Rimaneg.	Prove SPT	Prove Dilatometriche	Campioni Ambientali	Campioni di acqua
<b>X5</b> Inclinometro m20.00	Distruzione	20.00	-	-	-	-	-	1
<b>X5bis</b> Piezometro m15.00	Distruzione	15.00	-	-	-	-	-	-
<b>X6</b> Piezometro m20.00	Carotaggio	20.00	1	1	2	-	2	1
<b>X7</b> Piezometro m20.00	Carotaggio	20.00	1	2	5	-	1	1
<b>X9</b> Piezometro m20.00	Carotaggio	20.00	1	2	5	-	1	1
<b>X10</b> Piezometro m39.60	Carotaggio	39.60	1	1	9	-	1	1
<b>X11</b> Piezometro m30.00	Carotaggio	30.00	1	1	8	-	1	1
<b>X12</b> Piezometro m30.00	Carotaggio	30.00	1	3	2	-	1	1
<b>X13</b> Piezometro m25.00	Carotaggio	25.00	1	2	4	-	-	1
<b>X14</b> Piezometro m25.00	Carotaggio	25.00	-	2	2	-	-	1
<b>X15</b> Piezometro m15.00	Carotaggio	15.00	1	1	2	-	1	1
<b>X16</b> Piezometro m15.00	Carotaggio	15.00	2	2	3	-	1	1
<b>X17</b> Piezometro m20.00	Carotaggio	20.00	1	2	3	-	1	1



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



### 3.2. ATTREZZATURE IMPIEGATE

Per l'esecuzione dei sondaggi sono state impiegate cinque sonde: **Comacchio MC900P**, **Geomarc GM1000**, **CMV MK1500**, **CMV MK600** e **Comacchio MC405** avente le caratteristiche idonee al tipo di lavorazione prevista ovvero:

Dati Tecnici • Technical Data  
Caractéristiques Techniques • Technische Daten

<b>Caro cingolato</b> Passo cingolo Larghezza max. Larghezza suole Pendenza max. Velocità max.		<b>Undercarriage</b> Wheel base Max width Pad width Max. climbing ability Max. speed		<b>Chariot chenille</b> Empattement Largeur max. Largeur patins Pente max. Vitesse max.		<b>Fahrwerk</b> Fahrwerk Gesamtbreite Fussbreite Steigfähigkeit max. Fahrgeschwindigkeit		
2.500 mm	8,2 ft	2.000/2.400 mm	6,5/7,8 ft	400 mm	15,7 in	50 %	1,5 Km/h 0,95 mph	
<b>Centrale Idraulica</b> Motore diesel Potenza motore Pompa principale Serbatoio olio Serbatoio gasolio		<b>Power pack</b> Diesel engine Engine power Main pump Oil tank Fuel tank		<b>Groupe hydraulique</b> Moteur diesel Puissance moteur Pompe principale Réservoir huile Réservoir diesel		<b>Hydraulikaggregat</b> Dieselmotor Antriebsleistung Hydraulische Leistung Öltank Dieseltankinhalt		
DEUTZ BF 4M 1013 FC	112 Kw (152 HP) / 2300 rpm	2x150 l/min	2x39,6 gal/min.	450 lt.	118 gal	180 lt.	47,5 gal	
<b>Mast</b> Corsa utile Lunghezza totale Forza di spinta Forza di tiro		<b>Mast</b> Feed stroke Total length Feed force Retract force		<b>Mat</b> Course utile Longueur totale Poussée Traction		<b>Lafette</b> A B Vorschub Gesamtlänge Vorschubkraft Rückzugkraft		
4.000 mm 13,1 ft	7.900 mm 25,9 ft	8.000 daN 17,984 lbs	10.000 daN 22,480 lbs	4.000 mm 13,1 ft	7.500 mm 24,6 ft	12.000 daN 26,977 lbs	20.000 daN 44,961 lbs	
<b>Testa di rotazione</b> Marce Coppia max. Giri max. Filetto albero Passaggio girevole		<b>Rotary head</b> Gears Max torque Max speed Spindle thread Swivel passage		<b>Tête de rotation</b> Vitesses Couple max. Vitesse max. Filetage du raccord Passage joint tournant		<b>Drehkopf</b> Schaltstufe Drehmoment max. Drehzahl max. Gewinde Koptwelle Spülkopfdurchgang		
6	1.230 daNm 9,072 lb*ft	290 rpm	3" 1/2 API REG	2"				
<b>Doppia testa</b> Coppia max. Giri max. Spostamento relativo		<b>Double head</b> Max torque Max speed Relative slide		<b>Double tête</b> Couple max Vitesse max Efficacement relatif		<b>Doppelkopf</b> 1 2 Drehmoment max Drehzahl max Relative Gleitbewegung		
2.540/3.600 daNm	500/720.000 daNm	40/50 rpm	300 mm 11,8 in	18.734/26.552 lb*ft	4.277/5.310 lb*ft	70/90/110 rpm		
<b>Morse</b> Diametro min. di presa Diametro max. di presa Forza di chiusura Coppia avvitaggio		<b>Clamps</b> Min. handling Max. handling Clamping force Braking torque		<b>Mors</b> Tige/diamètre min. Tige/diamètre max. Force de serrage Couple de desserrage		<b>Klemm - und Brechvorrichtung</b> Durchmesser min. Durchmesser max. Klemmkraft Brechvorrichtung		
45 mm	300/360 mm	280 KN	3.500 daNm	45 mm	11,8/14,1 in	62,946 lbs	25,814 lb*ft	
<b>Argano</b> Tiro max. Capacità fune Velocità fune Diametro fune		<b>Winch</b> Max line pull Drum capacity Rope speed Rope diameter		<b>Treuil</b> Force de levage Câble au tambour Vitesse au retrait Diamètre du câble		<b>Seilwinde</b> A B C max. Zugkraft Seillänge Seilgeschwindigkeit Seildurchmesser		
1.000 daN 2,248 lb	48 mt. 157 ft	40 mt/min 130 ft/min	8 mm 0,31 in	2.000 daN 4,466 lb	80 mt. 194 ft	40 mt/min 130 ft/min	10 mm 0,39 in	3.400 daN 7,643 lb
70 mt. 229 ft	50 mt/min 164 ft/min	14 mm 0,55 in						
<b>Ingombri</b> Lunghezza Larghezza Altezza		<b>Dimensions</b> Length Width Height		<b>Dimensions</b> Longueur Largeur Hauteur		<b>Aussenabmessungen</b> Länge Breite Höhe		
7.820 mm	2.000/2.400 mm	2.980 mm		7.820 mm	2.000/2.400 mm	2.980 mm	13.500 Kg	27,000 lbs
25,6 ft	6,5/7,8 ft	9,4 ft		25,6 ft	6,5/7,8 ft	9,4 ft		



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonnedile.com  
info@sonnedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## GEOMARC S.r.l

**DATI TECNICI** GM 1000 A MATR. 9/2005

**AUTOTELAIO** MERLO AM 35 EV

**MOTORE** DEUTZ F6L914

Potenza 78 KW  
Capacità serbatoio gasolio 180 lt.  
Capacità serbatoio olio idr. 500 lt.

**SLITTA** GM 1000

Lunghezza 5400 mm  
Corsa testa di rotazione 3400 mm  
Forza max. di estrazione 8300 kg.  
Spinta max. 5800 kg.  
Velocità rapida spinta 32 m/min.  
Velocità rapida risalita 22 m/min.

**GRUPPO MORSE**

Freno max. capacità 305 mm.  
Svitatore max. capacità 305 mm.  
Freno forza serraggio 332 kN  
Svitatore coppia 30 kNm

**ARGANO** BH 220

Tiro max. 2000 kg.  
Diametro fune 12 mm.  
Velocità 36 m/min.

**TESTA DI ROTAZIONE**

Coppia	Nm	lenta RPM	rapida RPM	coppia Nm
I	11000	30	71	4580
II	5600	60	140	2370
III	2800	114	265	1290
IV	1500	222	517	710

**POMPA TRIPLEX 200** MATRICOLA 675/05

Portata 200 lt/min  
Pressione massima 35 Bar

**POMPA SCAROTATRICE** WS104

Portata 30 lt/min  
Pressione massima 100 Bar

**IMPIANTO IDRAULICO**

Pompa pistoncini Q = 90 l/min. 270 Bar  
Pompa ingranaggi Doppia Q2 = 60 l/min. 190 Bar  
Q3 = 49 l/min. 175 Bar

**DIMENSIONI**

Lunghezza 5.930 mm Larghezza 2.250 mm Altezza 3.170 mm

**PESO TOTALE MACCHINA** 12.080 Kg



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

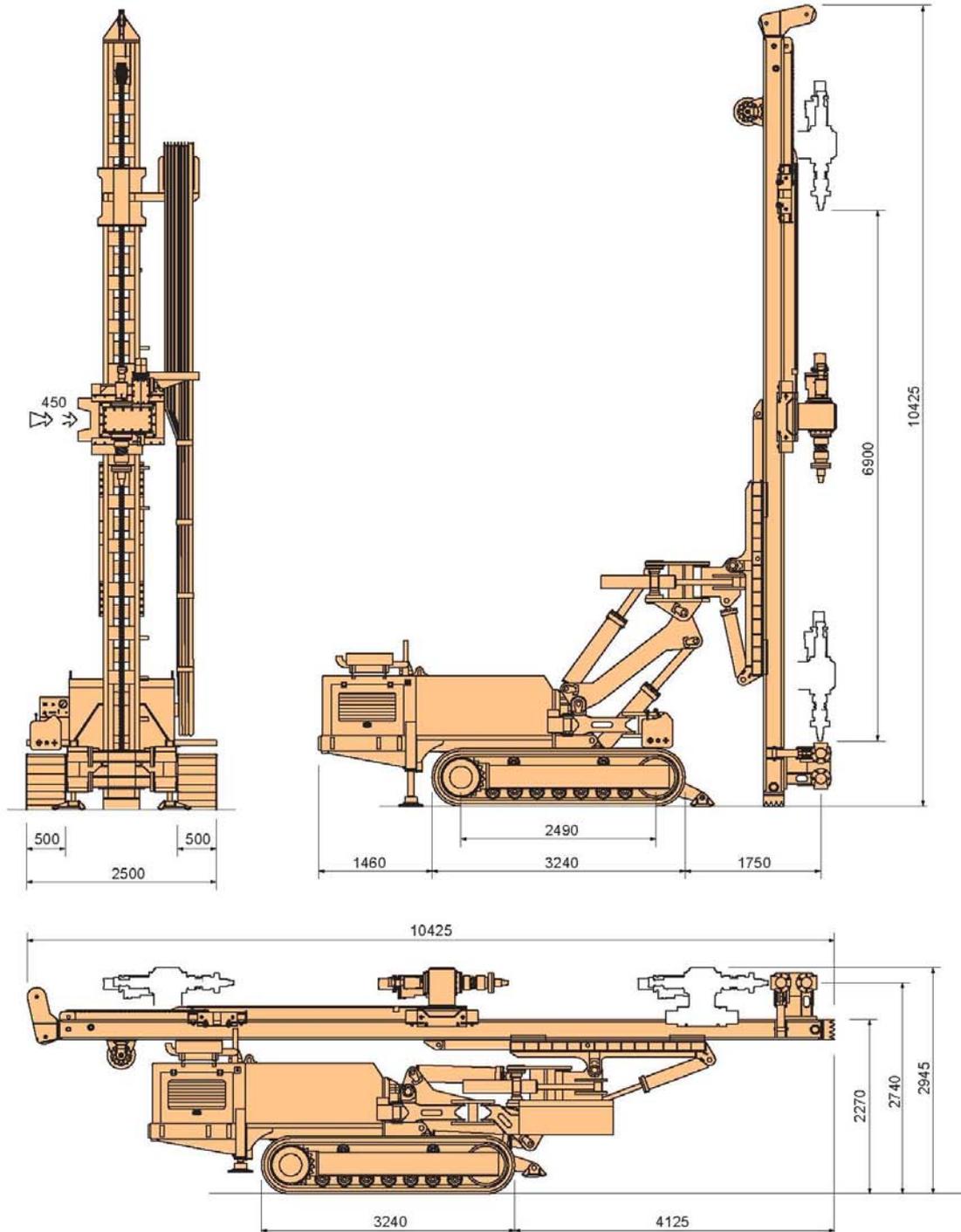
[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## CMV MK 1500





**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonnedile.com  
info@sonnedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



<b>CINGOLI</b>	<b>CRAWLERS</b>		
Larghezza	Width	mm	2500
Lunghezza	Length	mm	3240
Pattini	Pads width	mm	500
Stabilizzatori indipendenti	Independent outriggers	no.	4
Pressione specifica al suolo	Ground pressure	N/cm <sup>2</sup>	7.48
Oscillazione sottocaro	Undercarrige tilting	deg.	10°
Velocità di traslazione	Travelling speed	km/h	1.9
<b>MOTORE DIESEL</b>	<b>DIESEL ENGINE</b>		
Modello	Model	type	Deutz F6L 913
Potenza installata	Rated power	kW/hp	88/120
<b>ANTENNA</b>	<b>MAST</b>	type	
Corsa rotary	Rotary stroke	mm	3500
Velocità avanzamento rotary	Rotary stroke speed	m/min	--
Forza di spinta	Crowd force	kg	6000
Forza di estrazione	Extraction force	kg	8000
<b>DOPPIE MORSE</b>	<b>DOUBLE CLAMPS</b>		
Diametro min/max	Clamps dia. min/max	mm	50 - 300
Forza di chiusura	Clamping force	kN	200
<b>ARGANO</b>	<b>WINCH</b>		
Forza di sollevamento max	Line pull capacity max	kN	31.5
Diametro fune	Rope diameter	mm	12
Velocità fune	Rope speed	m/min	23
<b>TESTA DI ROTAZIONE</b>	<b>ROTARY HEAD</b>	type	TR 1500
Coppia max	Torque max	kgm	1.500
Velocità min/max	Speed min/max	rpm	0 - 150
Modello	Model	type	
Coppia max	Torque max	kNm	
Velocità min/max	Speed min/max	rpm	
Modello con top hammer	Model with drifter	type	
Coppia max/min	Torque max/min	kNm	
Velocità min/max	Speed min/max	rpm	
Colpi al minuto	Blow per min.	no.	
Forza di impatto per colpo	Single blow energy	Nm	
<b>PESO TOTALE</b>	<b>OPERATING WEIGHT</b>	kg	15000
<b>OPTIONALS</b>	<b>OPTIONALS</b>		
Doppia morsa dia. min/max	Double clamps dia. min/max	type	114 - 420
Caricatore aste	Rod carousel	type	6 x 90 mm / 2 x 152 mm
Lubrificatore di linea	Lubricating liner	lt/bar	12/34
Pompa acqua a coclea	Screw type water pump	lt/bar	260/30
Pompa acqua a pistoni	Triplex water pump	lt/bar	200/50
Pompa scarotatrice	Core ejection pump	lt/bar	15/150
Pompa schiumogeni	Foam pump	lt/bar	30/50
Gru telescopica - portata	Telescopic boom crane - capacity	kN	7
<b>JET GROUTING</b>	<b>JET GROUTING</b>		
Profondità corsa singola	Single stroke depth max	m	
Diametro mandrino idraulico	Hydraulic mandrel rods dia.	mm	



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonnedile.com  
info@sonnedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## SONDA A ROTAZIONE TIPO MK 600 A

La mobilità nel cantiere è oggi elemento indispensabile e noi abbiamo pensato alla soluzione di questo problema.

Infatti, la nuova serie di macchine da trivellazione a rotazione per sondaggi, micropali, ancoraggi, ecc. è stata realizzata su carrelli gommati semoventi, muniti di idroguida, a trazione idraulica a due e a quattro ruote motrici.

Il sistema di rotazione della MK 600 A consente l'utilizzo di varie tecnologie di perforazione come circolazione forzata, scalpelli, triconi, carotieri, augher, martello fondo foro, ecc.

*La mobilité dans le chantier est aujourd'hui indispensable c'est pourquoi nous avons bien pensé à la solution de ce problème.*

*En effet, la nouvelle production de machines de forages à rotation pour sondages, minipieux, ancrages, etc. nous l'avons réalisée sur chariots à pneus automoteur à traction hydraulique à 2 ou à 4 pneus motrices.*

*Le système de rotation de la MK 600 A permet l'utilisation de plusieurs technologies de perforations comme circulation forcée, trépan, carottier, augher, marteau fond de trou, etc.*

*Nowadays a mobile working place is indispensable and we resolved this problem.*

*In fact, the new line of rotation drills for test holes, micropales, anchorage etc. has been created on self-propelled rubber carriages, furnished with a hydraulic guide on hydraulic traction on two ad four driving wheels.*

*The MK 600 A self-propelled rotation system consents the use of various perforation technologies such as forced circulation, chisels, triconi, dredges, auger and deep boring hammer, etc.*

### CARATTERISTICHE / CARACTERISTIQUES / TECHNICAL DATA:

- Motore VM tipo SUN 4105 HP 80 a 2300 g/1'; *Deute*  
Moteur / Engine;
- Momento torcente max Kgm. 530 - min. Kgm. 85;  
Couple / Twisting;
- Giri testa di rotazione max 310 - min. 50;  
Nombre de tours de la tête de rotation / Power swivel;
- Cambio di velocità a 4 marce + R.M.; *99 + 8 + 3*  
Changement de vitesse / Speed gear box;
- Senso di rotazione reversibile;  
Sens de rotation reversible / Reverse circulation rotation;
- Avanzamento automatico testa di rotazione;  
Avance automatique de la tête de rotation / Power feed of power swivel;
- Corsa testa di rotazione mm. 3.500;  
Course de la tête de rotation / Stroke;
- Lunghezza antenna mm. 5.400;  
Longueur de la glissière / Length of the mast;
- Traslazione verticale antenna mm. 600;  
Translation verticale de la glissière / Vertical translation of the mast;
- Spinta sulla testa di rotazione Kg. 2700;  
Force de pression sur la tête de rotation / Pull down;
- Spinta di ritorno sulla testa di rotazione Kg. 4500;  
Force de traction sur la tête de rotation / Pull up;
- Spostamento idraulico testa di rotazione;  
Déplacement de la tête de rotation hydraulique / Hydraulic shifting of the power swivel;
- Argano idraulico da Kg. 1.000;  
Treuil hydraulique / Hydraulic winch;
- Morsa idraulica di sostegno aste da Ø 250 a Ø 70;  
Mors hydraulique pour tiges / Hydraulic jaw for rods;
- Cilindro idraulico per chiave svita-aste;  
Vérin hydraulique pour clef de devissage / Hydraulic jack for unscrewing spanner;
- Autocarro SIRECOME tipo S 60 - 4 x 4;  
Porteur sur pneus / Bearer tyres;
- Dimensioni: largh. mm. 1.700; lungh. mm. 5.500; alt. mm. 3.000;  
Encombrement: largeur mm. 1.700; longueur mm. 5.500; hauteur mm. 3.000;  
Site of aera: width mm. 1.700; length mm. 5.500; heighth mm. 3.000;
- Peso della macchina Kg. 6000;  
Poids de l'ensemble / Total weight;

La CMV migliora costantemente i suoi prodotti riservandosi il diritto di apportare qualsiasi modifica senza preavviso né responsabilità.  
La CMV améliore constamment ses produits, se réservant le droit de modifier sans préavis ni responsabilité.  
CMV continuously improves its products reserving the right to modify data without advance notice decling any responsibility.

**M V - COSTRUZIONI MECCANICHE VENAFRANE S.p.A. — CAPITALE SOCIALE 250.000.000 INT. VERS. — VENA FRO (IS)**



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



- Motore VM tipo SUN 4105 HP 80 a 2300 g/1';  
*Moteur / Engine;*
- Momento torcente max Kgm. 530 - min. Kgm. 85;  
*Couple / Twisting;*
- Giri testa di rotazione max 310 - min. 50;  
*Nombre de tours de la tête de rotation / Power swivel;*
- Cambio di velocità a 4 marce + R.M.;  
*Changement de vitesse / Speed gear box;*
- Senso di rotazione reversibile;  
*Sens de rotation reversible / Reverse circulation rotation;*
- Avanzamento automatico testa di rotazione;  
*Avance automatique de la tête de rotation / Power feed of power swivel;*
- Corsa testa di rotazione mm. 3.500;  
*Course de la tête de rotation / Stroke;*
- Lunghezza antenna mm. 5.400;  
*Longueur de la glissière / Length of the mast;*
- Traslazione verticale antenna mm. 600;  
*Translation verticale de la glissière / Vertical translation of the mast;*
- Spinta sulla testa di rotazione Kg. 2700;  
*Force de pression sur la tête de rotation / Pull down;*
- Spinta di ritorno sulla testa di rotazione Kg. 4500;  
*Force de traction sur la tête de rotation / Pull up;*
- Spostamento idraulico testa di rotazione;  
*Déplacement de la tête de rotation hydraulique / Hydraulic shifting of the power swivel;*
- Argano idraulico da Kg. 1.000;  
*Treuil hydraulique / Hydraulic winch;*
- Morsa idraulica di sostegno aste da  $\phi$  250 a  $\phi$  70;  
*Mors hydraulique pour tiges / Hydraulic jaw for rods;*
- Cilindro idraulico per chiave svita-aste;  
*Vérin hydraulique pour clef de devissage / Hydraulic jack for unscrewing spanner;*
- Autocarro SIRECOME tipo S 60 - 4 x 4;  
*Porteur sur pneus / Bearer tyres;*
- Dimensioni: largh. mm. 1.700; lungh. mm. 5.500; alt. mm. 3.000;  
*Encombrement: largeur mm. 1.700; longueur mm. 5.500; hauteur mm. 3.000;*  
*Site of aera: width mm. 1.700; length mm. 5.500; heigth mm. 3.000;*
- Peso della macchina Kg. 6000;  
*Poids de l'ensemble / Total weight;*



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## CARATTERISTICHE TECNICHE

### DATI TECNICI

DATI TECNICI MACCHINA	
Peso complessivo [daN]	6100*
Max pressione al suolo [kg/cm <sup>2</sup> ]	0,60
Forza massima di spinta [daN]	4500
Forza massima di tiro [daN]	6500
Pendenza massima superabile	20°-36%
Campo di temperature ambiente [°C]	-10 +40
Velocità di traslazione [km/h]	0-2,1

CENTRALE IDRAULICA	
Motore Diesel tipo	DEUTZ TD 2011 L04 W
Potenza motore diesel curva 2	55kW a 2300 rpm
Tensione dispositivi elettrici [V]	12
Pressione massima di esercizio [bar]	210
Capacità serbatoio olio idraulico [l]	280
Capacità serbatoio gasolio [l]	70

MAST DI PERFORAZIONE	
Corsa utile testa di perforazione [mm]	3500
Dimensioni di ingombro [mm]	5250

MORSA SVITATORE	
Diametro minimo di presa [mm]	45
Diametro masimo di presa [mm]	260
Forza di chiusura [daN]	18000
Coppia di svitaggio [daNm]	1500

### TESTE DI ROTAZIONE

Modello	CT 110.1
Tipo motore	VOLVO F12-40
Peso [kg]	425
Coppia [daNm]	630/350/185/115/240/130/85/45
Giri [n/min]	38/69/131/207/99/181/286/540
Press. max. [bar]	200

Nel caso di applicazione di teste di rotazione diverse da quelle tipo COMACCHIO, si rimanda l'utente ad una attenta consultazione del manuale del costruttore delle stesse.

### ARGANI (OPT)

Modello	TN18
Tiro nominale [daN]	2000
Velocità fune [m/min]	54
Diametro fune [mm]	9
Capacità fune [m]	30

### OLIATORE (OPT)

Capacità [l]	8,5
Pressione massima [bar]	26
Linea aria	2"

### POMPE (OPT)

Tipo	UDOR
Modello	GC 30/20
Portata [l/min]	30
Pressione [bar]	150

Tipo	TRIPLEX
Modello	TR 200
Portata [l/min]	200
Pressione [bar]	45

### SALDATRICE (OPT)

Corrente di saldatura [A]	220
Potenza assorbita [kW]	9

\* Il peso indicato è riferito alla macchina allestita come da contratto di vendita.

2/002

COMACCHIO

Cod. 0000/00



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

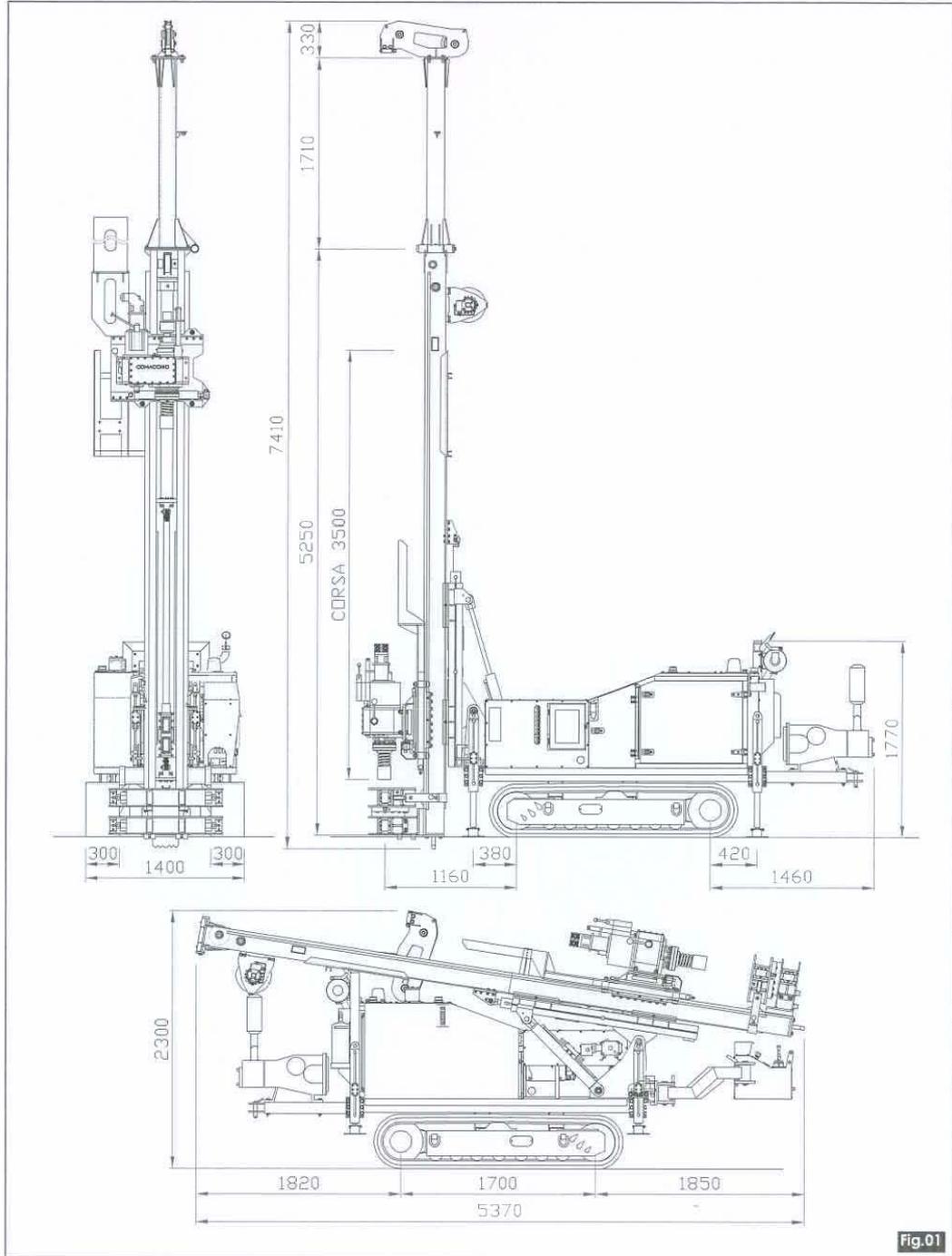
C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## CARATTERISTICHE TECNICHE

### DISEGNO COMPLESSIVO MACCHINA - Misure di ingombro



Cod. 0000/00

**COMACCHIO**

1/002



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonnedile.com](http://www.sonnedile.com)  
[info@sonnedile.com](mailto:info@sonnedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



Le sonde sono state dotate dei normali attrezzi di perforazione: aste di perforazione con lunghezza utile di 1500mm e 3000mm e diametro di 76mm, carotieri semplici e doppi con diametro esterno da 101mm (carotiere semplice Ø interno 88,9mm, carotiere doppio T6 Ø interno 82mm) e lunghezza 1500mm e 3000mm, campionatori con diametro da 101mm a 88,9mm e rivestimenti metallici di vari calibri, da 178mm a 127mm.

I grassi utilizzati per la corretta manutenzione della sonda e degli utensili di perforazione, sono di natura vegetale.

### **3.3. MODALITÀ ESECUTIVE**

Durante la perforazione sia a carotaggio continuo che a distruzione di nucleo, si è provveduto al sostegno delle pareti del foro mediante infissione di rivestimenti metallici provvisori, di diametro 178mm e 127mm, con circolazione di acqua pulita.

La perforazione a carotaggio continuo è stata realizzata a secco, senza impiego di acqua di circolazione, utilizzando, per i terreni coesivi e non coesivi, il carotiere semplice di diametro 101mm e lunghezza di 3.00m e 1.50m, munito di corona in widia.

Nel caso dei terreni litoidi e semilitoidi sono stati utilizzati carotieri doppi tipo T6, muniti di corona diamantata con ausilio di circolazione d'acqua.

Tale metodologia, evitando di dilavare il materiale, ha consentito di ottenere la percentuale di carotaggio ottimale e di recuperare le varie frazioni costituenti il terreno.

Inoltre l'estrazione delle carote dall'utensile di perforazione è stato eseguito utilizzando l'estrusore idraulico.

La perforazione a distruzione di nucleo, è avvenuta utilizzando tricono del diametro di 101 mm, con acqua di circolazione di acqua pulita.

Al termine di ogni singola perforazione, come richiesto dalla D.L., i fori che non necessitavano di installazione di strumentazione all'interno, sono



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonnedile.com](http://www.sonnedile.com)  
[info@sonnedile.com](mailto:info@sonnedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



stati accuratamente ritombati utilizzando una miscela ternaria acqua-cemento-bentonite, pompandola dal basso in risalita a bassa pressione.

### 3.4. DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state riposte in apposite casse catalogatrici in plastica, con cinque scomparti di lunghezza interna utile pari ad 1 metro ciascuno e successivamente fotografate.

L'esame delle carote recuperate dai sondaggi ha permesso l'identificazione di intervalli della successione stratigrafica macroscopicamente omogenei (strati), costituiti cioè o da un tipo di terreno predominante o da alternanze più o meno regolari di terreni differenti.

Definita la successione degli strati è stata redatta la descrizione geotecnica in accordo con le Specifiche Tecniche e le Raccomandazioni AGI (1977).

Il geologo responsabile di cantiere, è stato dotato dei seguenti strumenti portatili:

- Sonda freaticometrica elettrica per la misura del livello d'acqua nel foro e negli eventuali piezometri;
- Penetrometro tascabile (pocket penetrometer) con fondo scala di 0.5 e 1 MPa (5 e 10 kg/cm<sup>2</sup>);
- Scissometro tascabile (torvane) con fondo scala di 100 e 240 KPa (1 e 2.4 kg/cm<sup>2</sup>).

Inoltre è stata definita la qualità della roccia per mezzo dei seguenti parametri:

Percentuale di carotaggio modificata – R.Q.D. (Rock Quality Designation)  
E' definito come rapporto percentuale tra la sommatoria degli spezzoni di carote aventi lunghezza maggiore o uguale a 10 cm e la lunghezza del tratto di carotaggio considerato.



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



Nei tratti in corrispondenza della galleria è stata eseguita la descrizione geomeccanica delle carote (vedi documentazione allegata), attuata durante l'avanzamento del carotaggio e finalizzata all'individuazione delle caratteristiche della roccia nel suo insieme e alla determinazione dei parametri più significativi che influenzano il comportamento dell'ammasso oggetto dell'indagine.

Inoltre è stato definito:

Percentuale di carotaggio totale – T.C.R. (Total Core Recovery)

E' data dal rapporto percentuale tra la lunghezza della carota (sommatoria di tutti gli spezzoni di carota compresi i tratti recuperati in frammenti) e la lunghezza della manovra di carotaggio.

### **3.5. PRELIEVO DI CAMPIONI**

Nel corso dei lavori sono stati prelevati:

- n° 15 campioni indisturbati;
- n° 68 campioni rimaneggiati;
- n° 57 campioni SPT;
- n° 74 campioni ambientali;

le cui modalità e caratteristiche di prelievo sono di seguito illustrate.

#### **3.5.1. PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI**

Nel corso della campagna di indagini, sono stati prelevati n°15 campioni indisturbati di terreno. Per tali prelievi sono stato utilizzati campionatori di tipo Mazier, Osterberg e Shelby.

Le particolari caratteristiche costruttive proprie dei campionatori consentono di minimizzare il disturbo del campione di terreno durante il prelievo. Si riportano di seguito le caratteristiche costruttive delle fustelle in acciaio, utilizzate durante le indagini in oggetto:



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



- diametro interno 88.9 mm;
- lunghezza utile 600 mm;
- spessore della parete 3 mm.

La fustella, una volta estratta con il campione, è stata accuratamente pulita e paraffinata in testa ed in scarpa, i campioni destinati al laboratorio sono stati sistemati verticalmente e protetti dalle intemperie.

Ogni prelievo di campione indisturbato è stato preceduto dal rivestimento del sondaggio con tubi metallici fino alla quota di fondo foro e dalla successiva manovra di pulizia con carotiere semplice. Il campionatore è stato quindi introdotto nel foro utilizzando le aste di perforazione, confrontando la quota di arresto della batteria con la profondità di perforazione raggiunta, per accertarsi della completa pulizia del foro.

Dopo il campionamento, ogni fustella è stata accuratamente ripulita alle estremità da eventuali parti detritiche e si è misurata la lunghezza del campione estratto.

La sigillatura del contenitore è stata eseguita per colaggio di paraffina alle estremità e chiusura con tappi a tenuta.

### **3.5.2. PRELIEVO DI CAMPIONI RIMANEGGIATI**

Nel corso della campagna d'indagini, al termine delle perforazioni e successivamente allo scatto delle foto delle cassette catalogatrici, sono stati prelevati in totale n°68 campioni rimaneggiati di terreno.

Tali campioni sono stati conservati in appositi contenitori in PVC e buste di plastica, catalogati con etichette specifiche, e consegnati al laboratorio designato dalla Committenza.



### 3.5.3. PRELIEVO DI CAMPIONI RAYMOND – SPT

Nel corso delle indagini sono stati prelevati un totale di n°57 campioni SPT utilizzando il campionatore Raymond.

L'esecuzione delle prove SPT è avvenuta utilizzando tale campionatore, il quale, dotato di una apposita scarpa terminale, consente il prelievo a fine prova di un campione rimaneggiato.

### 3.5.4. PRELIEVO DI CAMPIONI AMBIENTALI

Durante la campagna di indagini sono stati prelevati n° 74 campioni ambientali di terreno.

Il campionamento ambientale, è stato eseguito attraverso il metodo della quartatura del materiale prelevato con il carotaggio eseguito a secco, in modo tale da poter prelevare la maggior quantità di terreno analizzabile. I campioni di terreno sono stati riposti in vasetti di vetro con capienza di 1000g, opportunamente chiusi ed etichettati.

La tabella seguente riporta l'elenco dei vari tipi di campioni prelevati relativi ai sondaggi ed ai pozzetti esplorativi eseguiti in questa campagna:

Sondaggio	Sigla	Profondità (m)	Opera
<b>A1.2</b>	CH1	13,50-14,3	<b>GALLERIA CROCE DI CALLE</b>
	CH2	23,00-23,30	
<b>A2.2</b>	CH1	22,70-23,00	
	CH2	33,00-33,40	
<b>A3.2</b>	CH1	33,00-33,50	
	CH2	43,00-43,50	
<b>A4.2</b>	CH1	43,00-43,60	
	CH2	53,20-53,60	
<b>A5.2</b>	CH1	70,60-71,00	



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



	CH2	78,60-79,00	<b>GALLERIA MISTRIANELLO</b>
<b>A6.2</b>	CH1	78,00-78,50	
	CH2	89,30-89,60	
<b>A7.2</b>	CH1	94,00-94,30	
	CH2	105,00-105,3	
<b>A8.2</b>	CH1	106-106,5	
	CH2	117-117,5	
<b>A9.2</b>	CH1	89,0-89,5	
	CH2	99,0-99,5	
<b>A10.2</b>	CH1	70,00-70,50	
	CH2	85,50-86,00	
<b>A11.2</b>	CH1	68,00-68,50	
	CH2	78,00-78,50	
<b>A12.2</b>	CH1	54,00-54,50	
	CH2	64,00-64,50	
<b>A13.2</b>	CH1	35,50-36,0	
	CH2	45,50-46,0	
<b>A14.2</b>	CH1	15,00-15,50	
	CH2	22,80-23,30	
<b>Sondaggio</b>	<b>Sigla</b>	<b>Profondità (m)</b>	
<b>A15.2</b>	CH1	9,00-9,50	
	CH2	13,00-13,50	
<b>A16.2</b>	CH1	8,0-8,50	
	CH2	16,00-16,50	
<b>A17.2</b>	CH1	7,70-8,0	
	CH2	12,70-13,00	
<b>A18.2</b>	CH1	22,70-23,00	
	CH2	29,00-29,30	
<b>A19.2</b>	CH1	10,7-11,0	
	CH2	19,60-20,00	
<b>A20.2</b>	CH1	4,60-5,00	
	CH2	16,60-17,00	
<b>A21.2</b>	CH1	20,00-20,40	
	CH2	26,60-27,00	
<b>A22.2</b>	CH1	31,00-31,30	
	CH2	41,00-41,60	



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



<b>A23.2</b>	CH1	18,00-18,30	<b>OPERE ALL'APERTO</b>	
	CH2	23,90-24,20		
	CH3	30,70-31,00		
<b>A24.2</b>	CH1	9,00-9,30		
	CH2	18,00-18,40		
<b>A25.2</b>	CH1	5,70-6,00		
<b>Sondaggio</b>	<b>Sigla</b>	<b>Profondità (m)</b>		
<b>X1</b>	CH1	14,00-14,50		<b>OPERE ALL'APERTO</b>
	CH2	19,5,20,00		
<b>X2</b>	CH1	5,70-6,00		
<b>X3</b>	CH1	5,70-6,00		
<b>X4</b>	CH1	10,0-10,30		
<b>X6</b>	CH1	6,5-7,00		
	CH2	16,50-17,00		
<b>X7</b>	CH1	10,00-10,50		
<b>X9</b>	CH1	9,70-10,00		
<b>X10</b>	CH1	14,70-15,00		
<b>X11</b>	CH1	14,70-15,00		
<b>X12</b>	CH1	15,00-15,30	<b>OPERE ALL'APERTO</b>	
<b>X15</b>	CH1	7,50-8,0		
<b>X16</b>	CH1	5,70-6,00		
<b>X17</b>	CH1	9,70-10,00		



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonnedile.com](http://www.sonnedile.com)  
[info@sonnedile.com](mailto:info@sonnedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## 4. PROVE IN FORO

### 4.1. PROVE STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

La procedura seguita per l'esecuzione della prova e per la registrazione dei dati d'avanzamento è quella contenuta nella normativa europea ENV 1997-3.

L'esecuzione di ogni prova è avvenuta utilizzando il campionatore Raymond, dotato di una scarpa terminale che consente il prelievo, a fine prova, di un campione rimaneggiato.

L'attrezzatura impiegata, in accordo alle Raccomandazioni AGI e alle norme ENV 1997-3, è costituita da un maglio del peso di 63.5kg, predisposto per la caduta da un'altezza di 76cm. Le aste di collegamento del maglio al campionatore terminale hanno un diametro di 50mm ed un peso proprio pari a 7.0 kg/m.

L'esecuzione della prova è avvenuta secondo le seguenti modalità:

- perforazione a carotaggio;
- estrazione della batteria di perforazione;
- stabilizzazione delle pareti del foro con tubi di rivestimento metallico, con arresto della corona ad una quota superiore di circa 10cm rispetto a quella prevista, di inizio prova;
- discesa nel foro della batteria di aste con annesso campionatore;
- controllo della quota di arresto della batteria di prova;
- identificazione di 3 tratti contigui, di 15cm ciascuno, lungo la porzione di batteria sporgente in superficie;
- collegamento del dispositivo di percussione (maglio) alla batteria di prova;
- inizio della prova vera e propria: il campionatore viene infisso nel terreno per mezzo di colpi impressi con la massa battente, ad un ritmo di percussione prossimo a 25 colpi al minuto;



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



- I colpi sono contati in successione, avendo cura di separare il numero di colpi necessari per l'avanzamento del campionatore per i tre tratti consecutivi di 15cm.

Il valore di NSPT è dato dalla somma dei colpi ottenuti nel 2° e 3° tratto (ultimi 30cm), che vengono annotati nel rapporto di prova.

Il raggiungimento del “rifiuto” e, quindi, la fine della prova si determinano nei seguenti casi:

- un numero di colpi superiore a 50 per l'infissione nel primo tratto di 15 cm;
- un numero di colpi superiore a 100 per l'infissione nel secondo e nel terzo tratto (ultimi 30cm).

Al termine della prova, il campionatore a scarpa è stato estratto ed aperto; il materiale recuperato è stato catalogato e conservato in apposito contenitore.

Nelle tabelle seguenti vengono schematizzati i rapporti tra le qualità meccaniche dei terreni ed il numero NSPT per orizzonti granulari e coesivi.

TERRENI GRANULARI	
SCHEMA DELLE RELAZIONI $N_{SPT}$ /	
ADDENSAMENTO	
NSPT	Stato di addensamento
0 – 4	Sciolto



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonnedile.com](http://www.sonnedile.com)  
[info@sonnedile.com](mailto:info@sonnedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



4 – 10	Poco addensato
10 – 30	Moderatamente addensato
30 – 50	Addensato
> 50	Molto addensato
<b>TERRENI COESIVI</b>	
<b>SCHEMA DELLE RELAZIONI <math>N_{SPT}/</math></b>	
<b>CONSISTENZA</b>	
NSPT	Consistenza
< 2	Privo di consistenza
2 – 4	Poco consistente
4 – 8	Moderatamente consistente
8 – 15	Consistente
15 – 30	Molto consistente
> 30	Estremamente consistente



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## 4.2. PROVE DILATOMETRICHE

Nell'ambito della campagna di indagini geognostiche, sono state effettuate n°3 prove Dilatometriche per la caratterizzazione geomeccanica.

Tali prove sono state effettuate in tasche con diametro standard da 101 mm . Nell' allegato si riportano i certificati di ogni singola prova eseguita.

### **STRUMENTAZIONE**

La campagna di prove in sito è stata eseguita mediante l'impiego della seguente strumentazione:

Dilatometro cilindrico volumetrico: GEODV 01 tipo CSM (Colorado school of Mine) volumetrico da 100 bar dotato di lettura delle pressioni e deformazioni volumetriche in alta sensibilità (0,01 cmc) in modo analogico/digitale, trasmissione delle pressione mediante cavi ad alta pressione, produzione 2001.

Dilatometro cilindrico con sensori radiali: Roctest Telemac DMP-02/95 matricola 21F07 produzione 2007 con misura degli spostamenti radiali a mezzo n. 3 LVD disposti a 120 ° sensibilità 1, errore strumentale  $\pm 5$  uno dall'altro e su piani diversi montati a guaina flessibile lunga 1 m, centralina ad acquisizione digitale dei dati dilaroc n. 28D03 e cavi ad alta pressione.

Energizzatore: bombola di azoto compresso a 200 bar

### **PROCEDURE DI RIFERIMENTO**

Per la esecuzione delle prove dilatometriche/pressiometriche si è fatto riferimento ai seguenti standard operativi:

ISRM 1987 – (suggested method for determining deformability with flexible dilatometer with volume change measurements )



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonededile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonededile.com](http://www.sonededile.com)  
[info@sonededile.com](mailto:info@sonededile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## **MODALITÀ' OPERATIVE**

La prova pressiométrica MPM (o dilatométrica DRT) consiste nella immissione in foro di sondaggio di una sonda cilindrica tricellulare (MPM) / monocellulare (DRT) dilatabile collegata ad un controllore pressione - volume posto in superficie e collegato al sistema di energizzazione rappresentato da una bombola di azoto a 200 bar. La deformazione del tratto di terreno sottoposto a prova viene ottenuta immettendo un liquido in pressione all'interno della cella di misura posta nella zona mediana della sonda pressiométrica, oppure di azoto nella camera dilatométrica; essa, durante la prova, si comporta come una cavità cilindrica in espansione la cui geometria è correttamente mantenuta dalle opportune pressioni applicate alle celle di guardia, poste superiormente ed inferiormente alla stessa cella di misura. In tal modo si ottiene un tensore degli sforzi piano con sforzo principale orientato orizzontalmente, il cui valore viene misurato in superficie mediante manometri di precisione a scale differenziate nonché corretto in funzione delle inerzie proprie del sistema di espansione e della profondità dell'eventuale acqua presente nel foro all'atto della prova. La rilevazione della deformazione del terreno viene eseguita direttamente in superficie mediante sistema volumetrico dotato di sensibilità normale (MPM) o di alta precisione (DRT) ovvero da n. 3 sensori radiali di tipo LVDT (DRT) posti nel settore centrale della sonda; tale meccanismo si rende necessario in funzione delle diverse tipologie di prova (prova su terreno o prova su roccia), ed il valore ricavato viene successivamente depurato della dilatabilità propria dei tubi di immissione. Applicando una serie di gradini di pressione, mantenuti costanti per determinati intervalli di tempo (stress controlled), e, rilevandone conseguentemente la deformazione, si ottiene una curva sforzo - deformazione in sito. Durante il corso delle prove pressiométriche/dilatométriche effettuate si è proceduto ad eseguire uno (MPM) o tre (DRT) cicli di scarico-ricarico a partire approssimativamente dal limite superiore del campo pseudoelastico (MPM) ovvero nel tratto pseudoelastico (DRT), al fine di determinare il modulo di elasticità di Young dalla pendenza media del ciclo stesso ovvero dal tratto di ricarica (MPM) o scarico (DRT). Di particolare importanza per l'esecuzione di una corretta



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



modalità di prova è l'esecuzione del foro che è avvenuta secondo tecnologie diversificate in funzione della litologia e sotto la diretta supervisione del tecnico strumentista: in tal modo è possibile effettuare prove pressiometriche/dilatometriche con estrema versatilità, dai terreni poco consistenti sino alle rocce compatte.

## ***INTERPRETAZIONE TEORICO - SPERIMENTALE DEI RISULTATI***

I principi teorici interpretativi sui quali si fonda l'analisi delle risultanze della prova dilatometrica sono riconducibili alla espansione di una cavità cilindrica secondo le seguenti assunzioni:

- mezzo omogeneo - ortotropo di dimensioni illimitate;
- espansione della cavità secondo simmetria assiale coincidente con l'asse del foro e deformazione piana;
- espansione di tipo quasi statico con incrementi e decrementi di pressione sufficientemente lenti da rendere trascurabili gli effetti delle forze di inerzia;
- comportamento del mezzo secondo una legge elasto - plastico lineare.

Gli elementi che influenzano una prova dilatometrica sono i seguenti:

- volume di roccia interessato (effetto scala)
- pressioni massime elevate (caso di rocce compatte)
- intervallo di deformazione possibilità di studio della anisotropia del litotipo ( orientazione della fatturazione)
- determinazione della deformabilità reale in sito mediante l'applicazione di opportune procedure operative (vedi cap. prec.)

I parametri ottenibili dall'analisi della curva dilatometrica sono i seguenti:



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## **Po) PRESSIONE INIZIALE Po**

La Pressione iniziale Po viene determinata in corrispondenza del limite inferiore del campo pseudoelastico (tratto subrettilineo di prima compressione della curva dilatometrica), può o meno corrispondere alla tensione totale tangenziale in sito, poiché a seguito del preforo il litotipo si trova in condizioni di trazione a comportamento più o meno elastico in funzione della intensità del disturbo arrecato dalla perforazione.

## **E) MODULO DI ELASTICITA' Ey**

Il modulo reversibile di elasticità o di Young è dato dalla relazione di Lamè applicata ad una cavità cilindrica in espansione:

$$E = (1+v) P/d \quad \text{con: } - :$$

- v: coefficiente di Poisson del materiale (sovente uguale a 0,25 – 0,30);
- $\phi$ : diametro del foro (mm);
- P : pressione (Mpa);
- D : deformazione diametrale (mm).

Il modulo è calcolato per ciascun ciclo nel tratto di scarico significativo nel seguente modo:  $E = (1+v) \phi (P_{imax} - P_{imin}) / (d_{imax} - d_{imin})$

con:

- $P_{imax} - P_{imin}$  : pressione massima e minima del tratto considerato;
- $d_{imax} - d_{imin}$  : deformazione massima e minima del tratto considerato;

Tali valori sono calcolati per interpolazione dai dati sperimentali mediante procedure statistiche matematiche.

## **T) MODULO DI DEFORMABILITA' Ti**

Analogamente ad E viene calcolato sulla curva di prima ricompressione tra la pressione massima di un ciclo Pi (deformazione = xi) e la pressione massima raggiunta nel ciclo precedente Pi-1 (deformazione = xi-1) secondo la seguente relazione:

$$Ti = (1+v) (P_i - P_{i-1}) / (x_i - x_{i-1})$$



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## EG) MODULO DI DEFORMABILITA' GLOBALE EG

Tale modulo corrisponde alla pendenza media dello sviluppo della curva sperimentale di prima ricompressione da  $P_o$ ,  $D_o$  sino a  $P_f$ ,  $D_f$  (limiti del campo pseudoelastico investigato)

## PL) PRESSIONE LIMITE $P_I$

Corrisponde allo stato di equilibrio limite indifferente con deformazioni infinite, per convenzione al valore della pressione relativo ad una dilatazione della sonda pressiometrica uguale al raddoppio della cavità dopo l'inizio della fase pseudoelastica.

Da cui:  $P_I = f(V_{lim})$

E  $P'_I$  (Pressione limite netta) =  $P_I - P_o$  (pressione iniziale campo pseudoelastico) Con:

$V_{lim.} = v_o + (v_o + V_o)$

$v_o$  = volume di ricompressione iniziale

$V_o$  = volume proprio della sonda a riposo

La determinazione della pressione limite è stata qui eseguita in funzione del grado di deformazione raggiunto in base alle seguenti metodiche:

- metodo dell'extrapolazione diretta dalla curva pressiometrica;
- metodo dell'extrapolazione dall'inverso del volume iniettato (Van Wambecke e d'Henricourt, 1971).

I parametri riportati di seguito sono stimati e derivano dalla applicazione delle correlazioni internazionali più accreditate che andranno verificate con l'esperimento di prove geotecniche di laboratorio (in particolare tagli CD, edometriche e triassiali UU) in qualità di tarature eseguite in loco.

**Coesione non drenata  $c_u$**  : stima della resistenza al taglio non drenata di materiali coesivi od assimilati a comportamento geomeccanico coesivo, direttamente dalla curva pressiometrica o mediante correlazioni sperimentali, ampiamente diffuse, in funzione della pressione limite netta



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonnedile.com](http://www.sonnedile.com)  
[info@sonnedile.com](mailto:info@sonnedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



dei terreni compresi nell'ambito di grado di consistenza da basso ad elevato ( Amar & Jezequel, 1972; Cassan, 1978, Johnson 1986);

**Angolo di attrito efficace ' + effetto coesione:** stima della resistenza al taglio drenata di materiali prettamente granulari od assimilati, derivante da correlazioni empiriche meno diffuse delle precedenti e sovente corrette in funzione di comparazioni locali con prove geotecniche in sito od in laboratorio eventualmente disponibili, secondo la seguente:

$$\phi' = (4 * (\text{Log}_2(P'l(\text{Mpa})/0,25) + 6))$$

( da Centre D'etudes L. Menard , 1963 e da Hughes et Alii, 1977).

I valori così ottenuti, comprensivi dell'effetto della coesione c' laddove presente, vanno utilizzati come indicativi .

Un altro approccio per valutare la resistenza dei materiali investigati è invece quello di derivarli in termini di pressioni nette, direttamente dalla pressione di creep o fluage (pressione di incipiente rottura) desunti dalla curva pressiometrica/dilatometrica corretta, in tal caso si dovrà considerare l'effetto scala e la rispondenza del bulbo delle tensioni prodotto dallo strumento con quello teorico delle opere da progettare.

Quando nel corso della prova non viene superato il range di deformazione relativo al campo pseudo elastico del materiale e quindi non si raggiunge la plasticizzazione (foro largo, raggiunti limiti di deformabilità strumentale, pericolo di scoppio della sonda, deformazioni anomale non cilindriche etc.), nei certificati di prova viene riportata una stima del limite inferiore della resistenza calcolata con la formula di cui sopra a partire dalla massima pressione raggiunta in prova.



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## SOFTWARE

Per l'elaborazione dei dati dilatometrici si è utilizzato un codice di calcolo interno che consente sostanzialmente di:

- 1) applicare le correzioni strumentali ai dati rilevati in termini di spostamento assoluto a dilatazione diametrica assoluta e relativa
- 2) eseguire una analisi numerica dei dati acquisiti con eventuale applicazione di un filtro
- 3) applicare un algoritmo statistico matematico per la soluzione dei punti caratteristici della curva dilatometrica ( $P_o$  ,  $P_{max}$  ,  $P_{min}$  ,  $D_f$  ,  $d_{max}$  ,  $d_{min}$  , etc.)
- 4) determinare i moduli di elasticità nei tratti di curva richiesti

Si sottolinea che l'analisi dei punti sperimentali interpolati in una curva dilatometrica risultante possono presentare molto spesso un andamento non teorico e questo a causa di disomogeneità meccaniche della roccia; pertanto la soluzione dei punti caratteristici spesso richiede una procedura iterativa.

Evidentemente ed in particolare per litotipi dotati di elevati moduli di deformabilità l'ordine di grandezza della deformazione ottenuta può essere paragonabile alla precisione dello strumento, questo fattore rappresenta un ulteriore elemento di difficoltà nella fase di elaborazione .

Di seguito si riporta la spiegazione della simbologia usata nel modulo di elaborazione DILATOM vers. 2.0:

### Pressioni

Viene riportato il valore di pressione previsto in progetto e quello effettivamente misurato in prova corretto in termini di pressioni effettive.

### Deformazioni

Vengono riportate le grandezze fisiche di maggior interesse ed in particolare lo spostamento radiale dei tre trasduttori ed il loro valore medio nonché la dilatazione radiale netta iniziale e finale .



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



Infine sono riportate la profondità media della sonda dilatometrica, la direzione del sensore di riferimento ( $C02 = Nord$ ) la profondità della falda, il diametro iniziale della sonda ( $d_0$ ) e quello iniziale del foro ( $\phi_0$ ).

## **PRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

Ogni prova DRT ha permesso di misurare e ricostruire le curve sforzi-deformazioni di un ammasso roccioso (roccia eterogenea) per una lunghezza di circa 100 cm (lunghezza della sonda dilatometrica) ovvero di un ammasso terroso per una lunghezza di circa 40 cm (prove MPT); nel ns caso questa dimensione si ritiene pienamente rappresentativa delle condizioni in sito (effetto scala) caratterizzate sovente dalla presenza di discontinuità geomeccaniche o litostratigrafiche.

Il modulo di deformabilità globale EG (prove DRT ovvero il modulo pressiometrico  $E_m$  (prove MPT) rappresenta il modulo secante per tutto il tratto pseudoelastico di prima compressibilità mentre i moduli di elasticità  $E_1$ ,  $E_2$ , ed  $E_3$  sono parametri calcolati nel tratto di scarico dei rispettivi cicli di isteresi.

Il modulo  $E_y$  significativo, per vari stati tensionali, è stato calcolato mediando i valori di  $E_i$  ottenuti in tutti quei cicli di isteresi che denotassero un comportamento pseudoelastico del materiale, escludendo da tale operazione i cicli che non hanno mostrato tale caratteristica.

Il significato fisico di questi moduli è sostanzialmente un modulo di prima compressione (EG) paragonabile nelle terre al modulo edometrico ed un modulo di elasticità  $E_y$ , sempre superiore in valore assoluto al primo, che si stima rappresentare un modulo di elasticità del materiale a livelli deformativi compresi nel range ove è calcolato.



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## 5. STRUMENTAZIONE NEI FORI DI SONDAGGIO

Al termine delle perforazioni, dove richiesto dalla D.L., sono stati installati Piezometri tipo Tubo Aperto.

### 5.1. PIEZOMETRO TUBO APERTO NORTON

Questo tipo di piezometro è stato posizionato nel foro di perforazione dopo averlo accuratamente pulito eventuali detriti di perforazione.

Il piezometro è costituito da una batteria di tubi in PVC filettati alle estremità m/f, di diametro interno pari a 2" finestrato nel tratto in falda.

Il tratto di tubo chiuso è stato installato fino a profondità variabili da p.c., sia superficialmente che a fondo foro, mentre il tratto finestrato è stato installato nel mezzo dei due, come richiesto dalla D.L.

L'intercapedine fra tubo e parete del foro è stata riempita con ghiaietto arrotondato siliceo lavato ( $\emptyset$  1-4 mm) fino a risalire di 1.00 m dall'estremità superiore del tratto finestrato; il restante tratto è stato colmato con sabbia, bentonite e acqua.

La sommità del boccaforo è stata impermeabilizzata con malta cementizia per impedire l'infiltrazione d'acque superficiali.

Il terminale piezometrico è stato inserito in un pozzetto di cemento di protezione dotato di chiusino carrabile e coperchio con lucchetto.

Al termine della installazione dei tubi piezometrici è stata eseguita il rilievo della falda acquifera (vedi tabella allegata).



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## 5.2. TUBI INCLINOMETRICI

Questo tipo di strumentazione, è costituita da una serie di tubi in alluminio nella cui sezione interna sono alloggiati quattro scanalature ortogonali che servono da guida per la sonda inclinometrica.

I tubi installati hanno una sezione interna pari a 76 mm ed una sezione esterna delle guide pari a 86 mm.

Tali tubi sono stati calati a fondo foro al termine della perforazione; le giunzioni tra i vari spezzoni di tubo sono assicurate da manicotti, di lunghezza pari 20 cm, con la seguente modalità:

- inserire il manicotto del tubo per metà della sua lunghezza;
- praticare i fori per i rivetti ( $\geq 4$  per ogni tubo) lungo generatrici equidistanti dalle guide e a circa 50mm dall'estremità del manicotto;
- mantenendo in posizione il manicotto mediante spine, introdurre l'altro tubo e forare; rimuovere il manicotto;
- infilare il primo tubo nel manicotto e chiodare con rivetti.

Una volta inseriti all'interno del foro, i tubi inclinometrici sono stati resi solidali al terreno circostante, tramite cementazione a bassa pressione realizzata con l'ausilio di un doppio tubicino di PVC semirigido calato insieme ai tubi inclinometrici fino a fondo foro.

La cementazione è stata eseguita pompando la miscela cementizia dal basso verso l'alto in modo da eliminare la presenza di acqua dall'intercapedine tubazione-terreno. Per la corretta installazione della strumentazione, il foro è stato interamente intubato con rivestimento metallico  $\phi$  127mm.



## 6. SPURGO DEL FORO E PRELIEVO ACQUA

Per lo spurgo dei piezometri sono state utilizzate una elettropompa sommersa tipo **Grundfos SQ 2-85** monofase da 3".

### ELETTROPOMPE SOMMERSE PER POZZI DA 3" SQ

### SUBMERSIBLE PUMPS FOR WELLS 3" SQ

**DESCRIZIONE**

Le pompe SQ sono pompe compatte, centrifughe, multistadio 3" che possono essere installate in una sonda non più grande della pompa stessa. Con l'elettronica incorporata, le pompe SQ, sono caratterizzate da un'installazione ed un funzionamento molto facili. Garantiscono un approvvigionamento idrico affidabile in qualsiasi momento. Dotate di motori a magneti permanente, queste pompe flessibili e compatte offrono livelli di efficienza eccellenti e sono in grado di fornire prevalenze della pompa fino a 200 m.

**APPLICAZIONI**

Le pompe sono adatte per

- Alimentazione idrica domestica
- Prelievo dal sottosuolo per acquedotti
- Irrigazione in orticoltura e agricoltura
- Abbassamento di falde
- Applicazioni industriali

**CARATTERISTICHE E VANTAGGI**

Protezione del funzionamento a secco  
Motore a magneti permanente ad alta efficienza  
Resistenza alla corrosione dei giranti galleggianti  
Protezione contro la spinta assiale  
Velocità di piena portata  
L'avviamento progressivo riduce l'usura del motore  
Protezione da sovrtensione e sottotensione  
Protezione contro il sovraccarico  
Protezione da surriscaldamento.

**DATI TECNICI**

- Temp. liquido: da +2° C a +40° C
- Avviamento: Avviamento morbido
- Arresto: Arresto morbido
- Diametro pozzo: Diametro minimo 76 mm
- Cavo: Vers. standard con 1,5 m di cavo

**DESCRIPTION**

SQ pumps are compact pumps, centrifugal, 3" which can be installed in a probe not larger than the pump itself. With the built-in electronics, pumps SQ, are characterized by installation and operation very easy. Provide a reliable water supply at any time. Equipped with permanent magnet motors, these pumps flexible and compact offer excellent levels of efficiency and are able to provide prevalences of the pump up to 200 m.

**APPLICATIONS**

The pumps are suitable for

- Water supply domestic
- Groundwater for water
- Irrigation in horticulture and agriculture
- Lowering of groundwater
- Industrial applications

**FEATURES AND BENEFITS**

Protection against dry running  
Permanent magnet motor with high efficiency  
Corrosion resistance of the floating impellers  
Protection against upthrust  
Speed full extent  
The soft-start reduces engine wear  
Protection against overvoltage and undervoltage  
Protection against overload  
Protection against overheating.

**TECHNICAL DATA**

- Liquid Temp: +2 °C to +40 °C
- Goodwill: Goodwill soft
- Stop: Stop soft
- Shaft Diameter: Minimum diameter 76 mm
- Cable: Vers standard with 1,5 m cable



		Portata G		m <sup>3</sup> /h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
				l/sec	0	0,28	0,56	0,8	1,12	1,4	1,68	2	2,24	2,5	
				l/min	0	16,7	33,4	50	66,8	83,5	100,2	117	133,6	150	
Modello	Dimensioni bocche	Potenze		I (A)	Prevalenze manometriche H (m c.a.)										
		(kW)	(HP)												
SG 2 -35	Rp1 1/4	0,1 < 0,68	0,3 < 0,5	3,20	45	42	35	18							
SG 2 -55		0,7 < 1,05	0,5 < 0,7	4,10	68	63	54	32							
SG 2 -70		0,7 < 1,05	0,5 < 0,7	5,40	89	84	72	43							
SG 2 -85		1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	6,80	109	105	89	54							
SG 2 -100		1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	8,40	132	128	109	67							
SG 2 -115		1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	9,90	155	150	129	79							
SG 3 -30		0,1 < 0,68	0,3 < 0,5	3,20	38		32	26							
SG 3 -40		0,1 < 0,68	0,3 < 0,5	4,00	56		50	42							
SG 3 -55		0,7 < 1,05	0,5 < 0,7	5,10	74		67	56							
SG 3 -65		0,7 < 1,05	0,5 < 0,7	6,20	92		83	70							
SG 3 -80	1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	7,90	110		100	85								
SG 3 -95	1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	8,20	129		117	98								
SG 3 -105	1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	10,60	147		134	113								
SG 5 -15	Rp1 1/2	0,1 < 0,68	0,3 < 0,5	1,90	18			15	13	11	7				
SG 5 -25		0,1 < 0,68	0,3 < 0,5	3,40	38			31	28	24	18				
SG 5 -35		0,7 < 1,05	0,5 < 0,7	4,80	54			46	42	36	28				
SG 5 -50		1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	7,00	71			62	56	48	38				
SG 5 -60		1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	8,80	89			77	70	61	48				
SG 5 -70		1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	10,90	109			93	85	73	58				
SG 7 -15	0,1 < 0,68	0,3 < 0,5	2,80	21				16	14	12	9	6	2		
SG 7 -30	0,7 < 1,05	0,5 < 0,7	5,20	42				35	32	28	24	18	10		
SG 7 -40	1,1 < 1,73	1,0 < 1,5	8,20	64				54	50	45	38	29	19		

La pompa è stata posizionata sul fondo del foro aspirando acqua per circa un'ora fino ad ottenere la fuoriuscita di acqua chiara dalla pompa. Attraverso questa operazione si è provveduto ad eliminare l'acqua di perforazione e il detrito in essa contenuto.

A questo punto si è atteso che il livello dell'acqua tornasse alla quota della falda freatica, in seguito è stata di nuovo utilizzata la pompa sommersa per il prelievo di acqua dal foro. Ogni campionamento di acqua è stato eseguito riempiendo una bottiglia di vetro da 1 litro che è stata trasportata con le dovute cautele al laboratorio concordato con la Committenza.



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## 7. RILIEVO GAS A BOCCAFORO

Ogni sonda è stata munita di strumentazione portatile in grado di rilevare sostanze volatili e gas esplosivi (LEL) alla quota prossima di boccaforo.

Nei sondaggi a carotaggio continuo, ad ogni fine manovra di recupero della carota, un nostro tecnico preposto si è avvicinato con lo strumento in prossimità del boccaforo e si è fatta la rilevazione puntandolo verso il basso con la pompa di aspirazione accesa.

Nel caso dei sondaggi a distruzione di nucleo, la rilevazione è stata effettuata ad ogni aggiunta di asta (ogni 3 m) seguendo la stessa procedura di avvicinamento.

Durante le fasi di avanzamento della perforazione il rilevatore gas è stato comunque lasciato acceso in continuo e in una posizione prossima a boccaforo, tale da non ostacolare le procedure operative del nostro personale.

Ogni giorno, ad inizio e fine delle attività di perforazione, sono state eseguite le misure a boccaforo. Al termine di ogni giornata lavorativa, sia nel caso delle perforazioni a carotaggio continuo che a distruzione di nucleo, il foro veniva accuratamente sigillato con del nastro adesivo.

Ogni rilevazione è stata registrata su un book di cantiere ed è stata filmata ogni singola fase di avvicinamento a boccaforo, misurazione e commento.

Successivamente si è provveduto all'elaborazione dei dati in formato digitale in modo da emettere una tabella e un grafico in cui sono illustrate le curve di ogni singolo parametro registrato.



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

[www.sonnedile.com](http://www.sonnedile.com)

[info@sonnedile.com](mailto:info@sonnedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## 8. POZZETTI ESPLORATIVI

Sono stati eseguiti, tramite l'ausilio di una terna gommata, n°9 pozzetti esplorativi del terreno, spinti fino ad una profondità massima di 1.00 m dal p.c., realizzati per l'esecuzione di prove di carico su piastra, prelievo di campioni rimaneggiati di terreno e rimaneggiati di tipo ambientale da inviare al laboratorio. Il campionamento ambientale, è stato eseguito attraverso il metodo della quartatura in modo tale da poter prelevare la maggior quantità di terreno analizzabile. I campioni di terreno, prelevati in doppia aliquota, sono stati riposti in vasetti di vetro con capienza di 1000 MI e in vials da 40 MI, opportunamente chiusi ed etichettati.

### 8.1. PROVE DI CARICO SU PIASTRA

All' interno dei pozzetti esplorativi, sono state eseguite, alla profondità di 0,50 m, una prove di carico su piastra per ogni scavo, per un totale di n°12 prove.

Strumentazione impiegata

Per l'esecuzione delle prove secondo la normativa Svizzera SNV 670 317a, è stata utilizzata:

- piastra di acciaio rigida con spessore di 20 mm ed un diametro pari a 298.5 mm; l'area circolare risulta pari a 700 cm<sup>2</sup>;
- Martinetto di carico idraulico avente una capacità di spinta > 600 KN;
- Comparatore centesimale per la lettura dei cedimenti con sensibilità di 0.01 mm, ed una corsa utile pari a 100 mm, completo di trave di riferimento;
- Giunto a snodo per il collegamento del martinetto al contrasto;
- Prolunghe in acciaio;
- Contrasto costituito da terna gommata del peso 65 quintali.

Modalità esecutiva



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sonedile.com](http://www.sonedile.com)  
[info@sonedile.com](mailto:info@sonedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



La piastra di carico è stata appoggiata sul terreno, controllando la sua orizzontalità tramite bolla ed inserendo alla base un leggero spessore di sabbia per uniformare il terreno.

La sequenza di carico adottata al fine di ottenere il Modulo di Compressibilità  $M_E$ , è rappresentata nel seguente schema:

<b>SEQUENZA DI CARICO</b> <b>KPa</b>	<b>INTERVALLO DI CARICO</b> <b>PER <math>M_E</math></b>
<b>20-50-100-150-200- 50-100-150</b>	<b>50 - 150</b>

Nella prova è stato applicato un primo carico pari a 20 KPa in modo da assicurare un appoggio uniforme dell'attrezzatura sul terreno.

Una volta letto il valore di cedimento corrispondente, si è provveduto ad applicare i carichi successivi.

Le letture dei cedimenti sono state effettuate dopo 2' dall'applicazione di ogni carico.