



CITTA' DI TORINO



## ACCORDO DI PROGRAMMA

FINALIZZATO ALL'ATTUAZIONE DI UN PROGRAMMA DI INTERVENTI CON VALENZA DI PIANO PARTICOLAREGGIATO, NELL'AMBITO DELLE AREE AVIO-OVAL, PER LA REALIZZAZIONE DEL PALAZZO DEGLI UFFICI REGIONALI, DEI NUOVI COMPARTI EDILIZI E DELLE OPERE INFRASTRUTTURALI CONNESSE

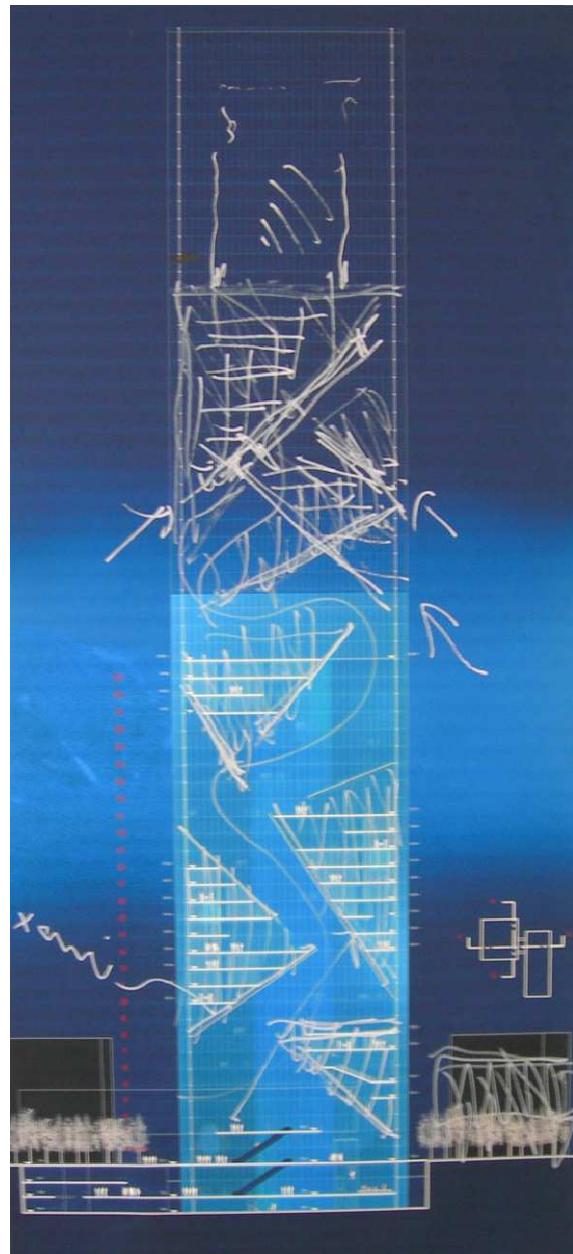
## NUOVO PALAZZO PER UFFICI REGIONE PIEMONTE

## PROGETTO DEFINITIVO

REVISIONE	DATA	DIS	CONTR	DESCRIZIONE
0	19/09/08	Ren	LSo	Prima emissione

### ELABORATI GENERALI

CODICE GENERALE ELABORATO					
CODICE OPERA	LOTTO	LIVELLO PROGETTO	AREA PROGETTAZIONE	TIPO DOCUMENTO	NUMERO ELABORATO
PR	3	D	S	G	10   0



NUMERO PROGETTO	DIS. NUMERO
425	10

#### TITOLO

INDAGINI GEOFISICHE "CROSS-HOLE"

FILE	SCALA	DATA
PR-3-D-S-G-10-0.dwg	-	19 / 09 / 2008

#### RAGGRUPPAMENTO DI PROGETTO

#### MANDATARO

# FUKSAS

Piazza del Monte di Pietà, 30  
00186 Roma  
Tel +39 06 5880 7871  
Fax +39 06 5880 7872  
office@fiksas.it

85, rue du Temple  
F-75003 Paris  
Tel +33 1 446 18383  
Fax +33 1 446 18389  
m.fiksas@fiksas.fr

Schleusenstrasse 17  
D-60327 Frankfurt am  
Tel +49 69 24005 0  
Fax +49 69 24005 199  
office-FFM@fiksas.de

#### MANDANTI



AI Studio  
Architettura, Ingegneria, Urbanistica  
Via Lamarmora, 80 - 10128 Torino  
E-mail posta@algroup.it



Al Engineering s.r.l.  
Via Lamarmora, 80 - 10128 Torino  
E-mail posta@algroup.it



Manens Intertecnica s.r.l.  
Via Campofiore, 21 - 37129 Verona  
E-mail manens@manens.com



Geodata S.p.A.  
Corso Duca degli Abruzzi, 48/E - 10129 Torino  
E-mail geodata@geodata.it

Co-responsabile del procedimento Regione:

Arch. Claudio FUMAGALLI  
Politiche Territoriali

CONSULENTI SPECIALISTICI  
Strutture

Studio Sarti  
Via Circonvallazione Meridionale, 54 - 47900 Rimini  
E-mail sarting@iper.net

Safety, Security, VVF e ASL  
Proges s.r.l. - Ing. G. Amaro  
Via Biligny, 15 - 10122 Torino  
E-mail studioprogess@gmail.com

Bonifiche ambientali e trattamento terre di scavo  
Golder Associates  
Via Antonio Barfo, 43 - 10155 Torino  
E-mail crampi@golder.it

Procedimento di verifica della procedura di V.I.A.  
Studio Mondini - Prof. Arch. Giulio Mondini  
Via Pietro Egidi, 6 - 10122 Torino  
E-mail giulio.mondini@polito.it

Lighting Architects  
Speirs and Major Associates  
Well Court Hall, Dean Villag, Edinburgh EH43BE  
E-mail info@samassociates.com



# REGIONE PIEMONTE

**ABRATE S.r.l.**

**Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte -  
area ex Fiat Avio**



**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO, PROVE IN  
SITO E INDAGINI GEOFISICHE**

**Cross-hole sismici profondi**

Relazione illustrativa

Ns. Rif.: 1388\_R02

B					
A					
Ø	30/04/08	Ing. C. Denami	Ing. M. Cauduro	Ing. A. Morino	Emissione
REV	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	DESCRIZIONE

**gd test Srl**

Via Pigafetta 17 – 10129 TORINO - Italia  
Tel. +39.011.58.08.406 – Fax +39.011.58.08.319  
E-mail: gdtest@gdtest.it  
Capitale sociale: 100.000 euro  
P.IVA e C. F: 08207640015

## **INDICE**

<b>1.PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2.DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>3.PIANO D'INDAGINI .....</b>	<b>2</b>
<b>4.MISURE DI VERTICALITÀ .....</b>	<b>3</b>
4.1      STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	3
4.2      RISULTATI.....	4
<b>5.CAROTAGGI SONICI TIPO “FULL WAVE” .....</b>	<b>5</b>
5.1      STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	5
5.2      RISULTATI.....	6
<b>6.RILIEVI SISMICI CROSS-HOLE .....</b>	<b>7</b>
6.1      STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	8
6.2      RISULTATI.....	9
<b>7.CONCLUSIONI.....</b>	<b>12</b>

## **ALLEGATI**

- *Allegato 1: Risultati*
- *Allegato 2 : Full-wave, stratigrafie e verticalità*
- *Allegato 3 : Log riassuntivi*
- *Allegato 4 : Specifiche tecniche*
- *Allegato 5 : Documentazione fotografica*

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di trasformazione urbana delle aree ex Fiat Avio ed aree RFI, è prevista la realizzazione del Nuovo Palazzo della Regione Piemonte (Torre), che sarà costituito da una struttura di rilevante sviluppo verticale con un'altezza di oltre 200 m. E' inoltre prevista la realizzazione di un edificio adiacente alla Torre, da adibire a sede del Consiglio Regionale, di un parcheggio sotterraneo con due piani al di sotto del p.c., oltre alla realizzazione di nuova viabilità di superficie ed in sotterraneo.

Considerate le caratteristiche litostratigrafiche dell'area e l'elevazione dei manufatti in oggetto, è stato previsto un piano d'indagini geognostiche necessarie alla progettazione geotecnica delle fondazioni della Torre comprendente:

- n. 13 sondaggi a carotaggio continuo fino ad una profondità di 80m;
- prove SPT e pressiometriche all'interno dei sondaggi;
- prove di laboratorio su campioni di materiale prelevati dai sondaggi;
- n. 10 prove sismiche cross-hole all'interno dei fori di sondaggio.

La società gdtest s.r.l. è stata incaricata dalla società Abrate S.r.l. dell'esecuzione del piano d'indagini sopra descritto.

La presente relazione descrive in particolare le prove sismiche cross-hole; tali prove, condotte nei mesi di marzo e aprile 2008, hanno interessato in tutto n. 9 coppie di fori con la finalità di caratterizzare dal punto di vista geotecnico, fino alla profondità di 80m da p.c., la porzione di terreno interessata dalla costruzione della Torre; si è quindi potuto ottenere un profilo della velocità delle onde P ed onde S con la profondità nonché l'andamento dei parametri elastici più rappresentativi. Parte integrante delle prove cross-hole sono state anche la misura della verticalità e l'esecuzione di carotaggi sonici di tipo "full-wave" all'interno di ogni singolo foro.

## 2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- Regione Piemonte – Nuovo Palazzo destinato ad Uffici della Regione Piemonte. Progettazione preliminare e definitiva – Specifiche tecniche per indagini geognostiche e prove in situ.
- ASTM; 2000: Standard D-4428/D-4428M-00, "Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing". American Society for Testing Materials

### 3.PIANO D'INDAGINI

L'indagine cross-hole è stata divisa in due fasi temporalmente distinte:

- Esecuzione rilievi di verticalità e carotaggi sonici di tipo "full-wave". Sono stati condotti nel periodo compreso tra il 19 ed il 28 marzo 2008 ed hanno interessato i fori di sondaggio ST2, ST3, ST5, ST6, ST8, ST9, ST10, ST11, ST12 e ST13.
- Esecuzione dei rilievi sismici cross-hole. Sono stati condotti nel periodo compreso tra il 28 marzo ed l'11 aprile 2008 ed hanno interessato le seguenti coppie di fori: ST2-ST3, ST3-ST5, ST5-ST8, ST8-ST13, ST10-ST12, ST10-ST13, ST11-ST6, ST11-ST9 e ST12-ST9.

Nella seguente planimetria (fig. 1) si è riportata la posizione dei fori interessati dall'indagine.

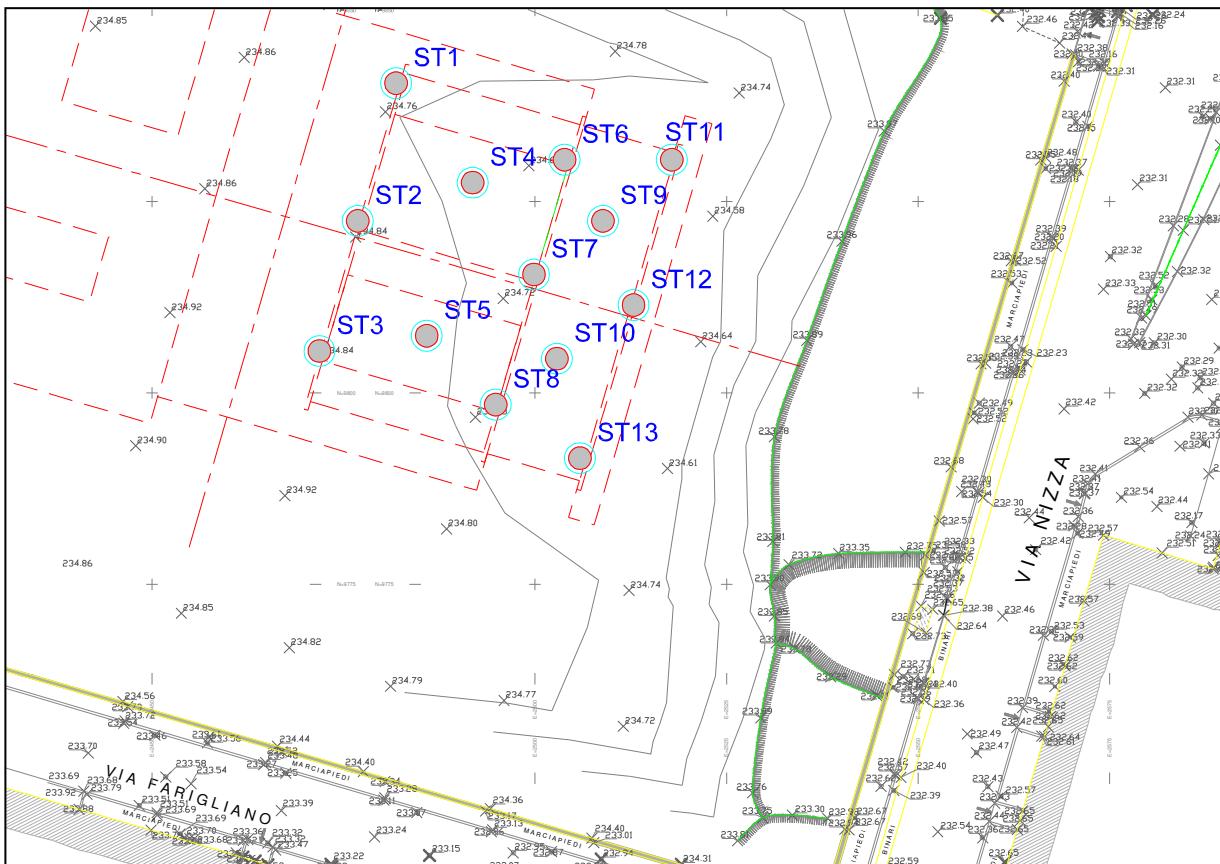


Fig.1: stralcio planimetrico con l'ubicazione dei fori da sondaggio utilizzati per l'indagine cross-hole.

I fori sono stati eseguiti nel periodo compreso tra ottobre 2007 e gennaio 2008. La perforazione è stata eseguita a carotaggio continuo (diametro 131mm) e, in ciascun foro, è stato installato un tubo sismico in PVC di diametro interno pari a 3" (76mm) con successiva cementazione. I livelli di falda misurati sono risultati compresi tra 14.8 e 15.6m da p.c.

## 4. MISURE DI VERTICALITÀ

Obiettivo delle misure di verticalità è quello di poter verificare l'effettivo andamento del foro con la profondità. In tal modo è possibile determinare con accuratezza la distanza in linea retta lungo l'altezza dei fori di sondaggio tra i punti di emissione e i punti di ricezione delle onde sismiche.

La sonda utilizzata (A.L.T.) è comandata da un sistema esterno digitale e compatto che comprende console e verricello motorizzato con cavo armato in acciaio, a loro volta gestiti in sito da PC tramite apposito software.

Le operazioni hanno previsto le seguenti fasi:

1. Inserimento della sonda in foro.
2. Realizzazione della misura di deviazione in fase di calaggio con passo 5cm.
3. Estrazione della sonda.

### 4.1 Strumentazione utilizzata

La strumentazione per l'esecuzione dei log ottici è costituita da:

- Verricello motorizzato portatile con 500m di cavo da 0.125", controllo variabile della velocità, sistema digitale di misura della profondità, freno elettronico e manuale di emergenza (4MXA-1000 della Mount Sopris);
- Treppiede e puleggia per il corretto inserimento della sonda nel foro (con direzione parallela all'asse dello stesso);
- Console digitale con software di acquisizione Matrix con restituzione a "cascata" in tempo reale dei dati (ALT);
- Sonda ottica OPTV modello ALT-OBI 40; diam. 44.5mm e lungh. 160cm.
- Software ALT-Matrix installato su PC portatile per la gestione di tutto il sistema;
- Generatore portatile di corrente per l'alimentazione del verricello, della console e del PC.

La sonda OPTV è dotata, per la misura di inclinazione, di tre magnetometri assiali e tre accelerometri in grado di fornire l'andamento tridimensionale del foro lungo la sua profondità. In allegato 3 sono riportate le specifiche tecniche della sonda utilizzata.

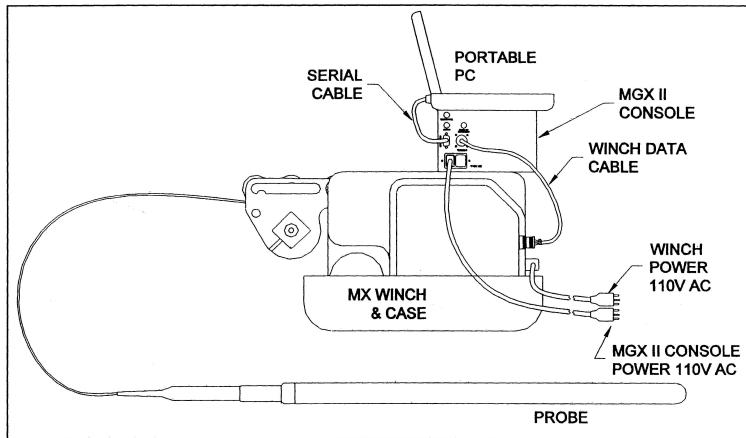


Fig. 2: Disposizione della strumentazione necessaria per l'esecuzione di una misura di verticalità.

## 4.2 Risultati

I risultati forniti dal rilievo di verticalità (inclinazione e azimut del foro ogni 5cm) hanno permesso, attraverso apposite formule (cfr. ASTM D 4428-M), di valutare l'effettiva distanza in linea retta tra sorgente e ricevitore alle varie profondità. Nella tabella seguente si sono riportati, per ogni coppia di fori dove è stata condotta l'indagine cross-hole, i valori necessari per il calcolo della distanza (distanza orizzontale tra la testa del foro della sorgente e del ricevitore L; quote della testa dei fori Q<sub>s</sub> e Q<sub>r</sub>; azimut rispetto a Nord dalla testa del foro di sondaggio della sorgente alla testa del foro di sondaggio del ricevitore Φ ).

Tab. 1: Coordinate di superficie dei fori per il calcolo della distanza sorgente-ricevitore

Sorgente	Ricevitore	Distanza L	Q <sub>s</sub> sorgente	Q <sub>r</sub> ricevitore	Azimut Φ
		[m]	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[°]
ST3	ST2	16.8	235	235	16
ST3	ST5	14.8	235	235	82
ST8	ST5	18.4	235	235	315
ST8	ST13	11.0	235	235	122
ST10	ST12	13.4	235	235	55
ST10	ST13	14.3	235	235	167
ST11	ST6	16.5	235	235	270
ST11	ST9	11.5	235	235	228
ST12	ST9	13.6	235	235	340

L'elaborazione dei dati ottenuti ha potuto verificare la sostanziale verticalità di ogni singolo foro; le deviazioni massime rispetto alla verticale, misurate a fondo foro, sono risultate inferiori ai 2m (Tab. 2); si è inoltre riscontrato che generalmente la deviazione subiva un incremento significativo tra le profondità di 55 e 65m da p.c.

## 5.CAROTAGGI SONICI TIPO “FULL WAVE”

Le indagini con onde ultrasoniche di tipo “full wave” sono previste al fine di verificare, attraverso l’analisi completa del segnale alle varie profondità, le caratteristiche elastiche sia del materiale in posto sia della cementazione attorno al tubo di rivestimento.

Il processo d’indagine consiste nel valutare il tempo trascorso fra l’emissione e la ricezione di un segnale sonico con frequenze che possono variare tra 1 e 30 kHz, rilevando anche le caratteristiche di ampiezza del segnale stesso.

La sonda utilizzata (Mount Sopris Instrument) è costituita da 1 trasduttore e 3 ricevitori. La sonda è comandata da un sistema esterno digitale e compatto che comprende console e verricello motorizzato con cavo armato in acciaio, a loro volta gestiti in sito da PC tramite apposito software.

Le operazioni hanno previsto le seguenti fasi:

1. Inserimento della sonda in foro.
2. Calaggio della sonda a fondo foro e realizzazione di misure in discesa lungo tutto l’asse del foro con passo 5cm e con frequenza di emissione del segnale di 5kHz.
3. Estrazione della sonda.

Tali operazioni consentono la restituzione continua con la profondità dei segnali ultrasonici inviati dal trasmettitore e acquisiti dai ricevitori.

### 5.1 Strumentazione utilizzata

La strumentazione per l’esecuzione dei carotaggi sonici è costituita da (Fig. 3):

- verricello motorizzato portatile con 500m di cavo da 0.125”, controllo variabile della velocità, sistema digitale di misura della profondità, freno elettronico e manuale di emergenza (4MXA-1000 della Mount Sopris);
- trepiede e puleggia per il corretto inserimento della sonda nel foro (con direzione parallela all’asse dello stesso);
- Console digitale con software di acquisizione MSLog con restituzione a “cascata” in tempo reale dei dati (MGXII della Mount Sopris);
- Sonda sonica; diam. 44.5mm e lungh. 300cm (2SAA-1000 Sonic Probe della Mount Sopris).
- Software MSLog installato su PC portatile per la gestione di tutto il sistema;

- Generatore portatile di corrente per l'alimentazione del verricello, della console e del PC.

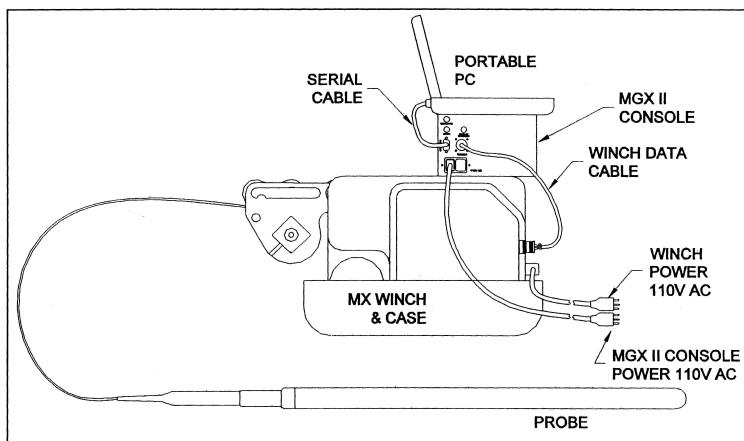


Fig. 3: Disposizione della strumentazione necessaria per l'esecuzione di una diagrafia.

## 5.2 Risultati

Le indagini ultrasoniche “Full wave” sono state eseguite su tutti i fori interessati dalle indagini cross-hole (ST2, ST3, ST5, ST6, ST8, ST9, ST10, ST11, ST12 e ST13); le porzioni indagate sono risultate comprese tra la quota dell’acqua all’interno del foro e le profondità di 79 e 80m tranne che per i fori ST2 (67m) e ST6 (76m) all’interno dei quali il materiale detritico depositato ha impedito il calaggio della sonda fino a fondo foro.

Nella tabella seguente si riporta, per ogni foro, la profondità indagata, la deviazione massima rispetto alla verticale misurata a fondo foro e la quota dell’acqua all’interno del foro rispetto a p.c. misurata in data 19 marzo 2008.

Tab. 2: profondità indagata, deviazione massima e livello dell’acqua

Foro	Prof. indagata [m]	Deviazione max [m]	Livello acqua rispetto p.c. [m]
ST2	67.3	1.24	15.05
ST3	80.3	1.15	7.26
ST5	80.3	0.83	p.c.
ST6	75.5	2.01	8.32
ST8	79.7	1.44	p.c.
ST9	80.5	1.50	14.07
ST10	80.1	0.80	5.27
ST11	80.5	1.35	13.89
ST12	80.5	1.34	14.05
ST13	80.9	1.16	15.40

In allegato 2 i risultati ottenuti dal carotaggio sonico sono stati confrontati con le stratigrafie ottenute dai carotaggi; si è potuto riscontrare una significativa corrispondenza tra la qualità del segnale ultrasonico e le caratteristiche litologiche del materiale in sito. In particolare:

- fino alla profondità di 38 ÷ 42 m da p.c. il segnale è caratterizzato da una notevole variabilità sia in termini di intensità sia di tempo di primo arrivo. Le variazioni di caratteristiche sono generalmente correlabili con la stratigrafia dei fori di sondaggio, riscontrando in particolare che a livelli sabbiosi corrisponde un segnale molto debole. All'interno però anche di livelli costituiti da ghiaia eterometrica si riscontrano zone caratterizzate da un peggioramento del segnale, evidenziando la significativa variabilità delle caratteristiche del materiale in posto anche su livelli apparentemente omogenei da una prima analisi stratigrafica.
- Al di sotto della profondità di 38 ÷ 42 m da p.c., in corrispondenza della formazione costituita da limi debolmente sabbiosi e argillosi molto consistenti, il segnale appare mediamente omogeneo, soprattutto in termini di tempo di primo arrivo. Si riscontrano comunque livelli metrici caratterizzati da un peggioramento del segnale al di sotto della profondità di 70 m, anomalie non evidenziate dalla stratigrafia.

Il foro ST13, invece, presenta un segnale che per tutta la sua profondità è caratterizzato da un primo arrivo molto evidente e costante in termini di tempo.

Si segnalano inoltre fenomeni vibratori a bassa frequenza che hanno interessato alcune porzioni di foro (ST2 e ST11 al di sotto di 40m da p.c. e ST5, ST8, ST10 e ST11 tra 25 e 40m da p.c.) che potrebbero essere correlabili alle condizioni di cementazione del foro.

## **6.RILIEVI SISMICI CROSS-HOLE**

La prova geofisica Cross-Hole è un metodo d'indagine sismica in foro finalizzato alla determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio e di compressione (onde S e P rispettivamente) in mezzi stratificati.

Analogamente ad altre prove geofisiche invasive (prove Up/Down – Hole, ecc.), i profili di velocità delle onde di volume sono determinati attraverso misurazioni a diverse profondità dei tempi di percorrenza delle onde sismiche S e P tra punti situati ad una prefissata distanza.

Come indicato in tab.1, le prove sono state condotte all'interno di 9 coppie di fori con distanza relativa in testa foro compresa tra 11.0 e 18.4m; la posizione reciproca dei fori è indicata nella planimetria riportata in fig. 1.

Un foro è stato utilizzato per l'ubicazione della sorgente di energia e l'altro per il ricevitore. Durante ogni energizzazione sorgente e ricevitore sono stati posizionati alla stessa profondità per garantire una propagazione orizzontale delle onde di compressione e di taglio. Sorgente e ricevitore sono stati poi progressivamente traslati con passo di 1m in maniera uniforme lungo tutta la profondità dei fori.

Per ogni profondità la misura è stata eseguita con uno stacking su più misure differenti per minimizzare l'incidenza del rumore di fondo rispetto al segnale utile. Per facilitare l'individuazione dell'onda S la sorgente è stata ancorata al foro trasversalmente rispetto alla congiungente tra i due fori; la misura è stata poi effettuata anche con inversione della polarità ruotando la sorgente di 180°.

## **6.1 Strumentazione utilizzata**

La strumentazione base per l'esecuzione di una prova cross-hole è costituita da una sorgente di vibrazioni, un sistema di trigger, un ricevitore e un sistema di acquisizione dati per la raccolta ed elaborazione dei segnali elettrici raccolti dal ricevitore.

Nel caso particolare sono stati utilizzati strumenti della Geotomographie GmbH nel seguito elencati:

- sorgente: generatore di impulsi da 1000J, con unità di controllo remoto, per la generazione di onde di compressione;
- sonda SH60 per la generazione di onde Sh in foro, da usare congiuntamente al generatore di impulsi, con sistema di ancoraggio alle pareti del foro ad aria compressa; la sonda è dotata di giroscopio digitale per la verifica della sua orientazione spaziale. L'aria compressa è trasportata alla sonda tramite un tubo rigido antitorsione che permette la rotazione della sonda da superficie;
- ricevitore: geofono BGK7, costituito da n.1 sensore verticale e n.6 sensori orizzontali disposti a 30° l'uno dall'altro; sistema di ancoraggio alle pareti del foro ad aria compressa; il geofono è dotato di giroscopio digitale per la verifica della sua orientazione spaziale;
- sistema di acquisizione: Geometrics StrataView da 24 canali;
- treppiede con argano per la movimentazione da superficie della sonda SH60.

Le specifiche tecniche della strumentazione sono riportate in allegato 4.

## 6.2 Risultati

L'obiettivo principale della prova cross-hole è la determinazione dei profili di velocità delle onde S e P con la profondità. Per raggiungere tale obiettivo occorre disporre di due insiemi di dati:

- distanze percorse dalle onde sismiche tra i punti di eccitazione e i punti di ricezione lungo l'altezza dei fori di sondaggio;
- tempi di percorrenza delle onde sismiche tra i punti di eccitazione e i punti di ricezione lungo l'altezza dei fori di sondaggio.

Alla base della teoria delle prove cross-hole si ipotizza che i raggi percorrano tratti rettilinei. Come sopra anticipato, per determinare con accuratezza la distanza in linea retta lungo l'altezza dei fori di sondaggio tra i due ricevitori, essa è stata calcolata sulla base dei dati acquisiti dalle misure di verticalità.

Per la misura dei tempi di percorrenza si è adottato principalmente il metodo visivo attraverso l'analisi delle forme d'onda e l'identificazione dei tempi di primo arrivo delle onde P ed S. L'individuazione delle onde S è stata facilitata dall'analisi incrociata dei segnali ottenuti dall'inversione di polarità. L'inversione della direzione dell'impulso generatore di onde S non modifica la polarità dell'istante di arrivo delle onde P, mentre determina una variazione di 180° della polarità delle onde S. In fig. 4 è riportato un esempio di onde ottenute dall'inversione della polarità dove appare evidente quanto sopra spiegato.

La velocità di propagazione delle onde sismiche all'interno di un mezzo è intimamente legata alle proprietà meccaniche del mezzo di propagazione stesso. In particolare, ipotizzando il mezzo di propagazione come un continuo elastico lineare, è possibile collegare la conoscenza delle velocità di propagazione delle onde P ed S al coefficiente di Poisson, al modulo di elasticità, di rigidità volumetrica e di taglio dinamico. Indicando con  $V_p$  e  $V_s$  rispettivamente la velocità delle onde longitudinali e trasversali, con  $E$  il modulo elastico longitudinale dinamico del materiale, con  $K$  il modulo di rigidità volumetrica, con  $G$  il modulo elastico trasversale dinamico, con  $\rho$  la massa volumica del materiale e con  $\nu$  il coefficiente di Poisson dinamico, si ha:

$$\nu = \frac{\frac{1}{2} \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{\left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}; \quad E = V_p^2 \rho \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)}; \quad G = V_s^2 \rho; \quad K = V_p^2 \rho - \frac{4}{3} G$$

In allegato 1 sono riportati tutti i risultati comprendenti per ogni foro, sia numericamente sia in forma grafica, l'andamento della velocità delle onde P e onde S, la distanza tra i fori per ogni profondità, il valore del coefficiente di Poisson  $\nu$ , del modulo elastico  $E$ , del modulo di taglio  $G$  e del modulo di rigidità volumetrica  $K$ .

Per il calcolo dei moduli sopra elencati, sono stati utilizzati dei valori di densità apparente (*bulk density*) ottenuti dalle prove di laboratorio eseguite e dedotti dalle analisi granulometriche; in particolare:

- nella porzione sabbiosa – ghiaiosa (0÷38-42m da p.c.)  $\rho = 1900 \text{ kg/m}^3$ ;
- nella porzione limosa – argillosa (38-42 m da p.c. ÷ fondo foro)  $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$ .

I dati ottenuti per ogni foro sono poi stati analizzati globalmente calcolando per ogni metro il valore medio delle velocità delle onde P e onde S tra le 9 coppie di foro con il relativo valore di scarto quadratico medio. I valori ottenuti e l'andamento grafico sono riportati in allegato 1.

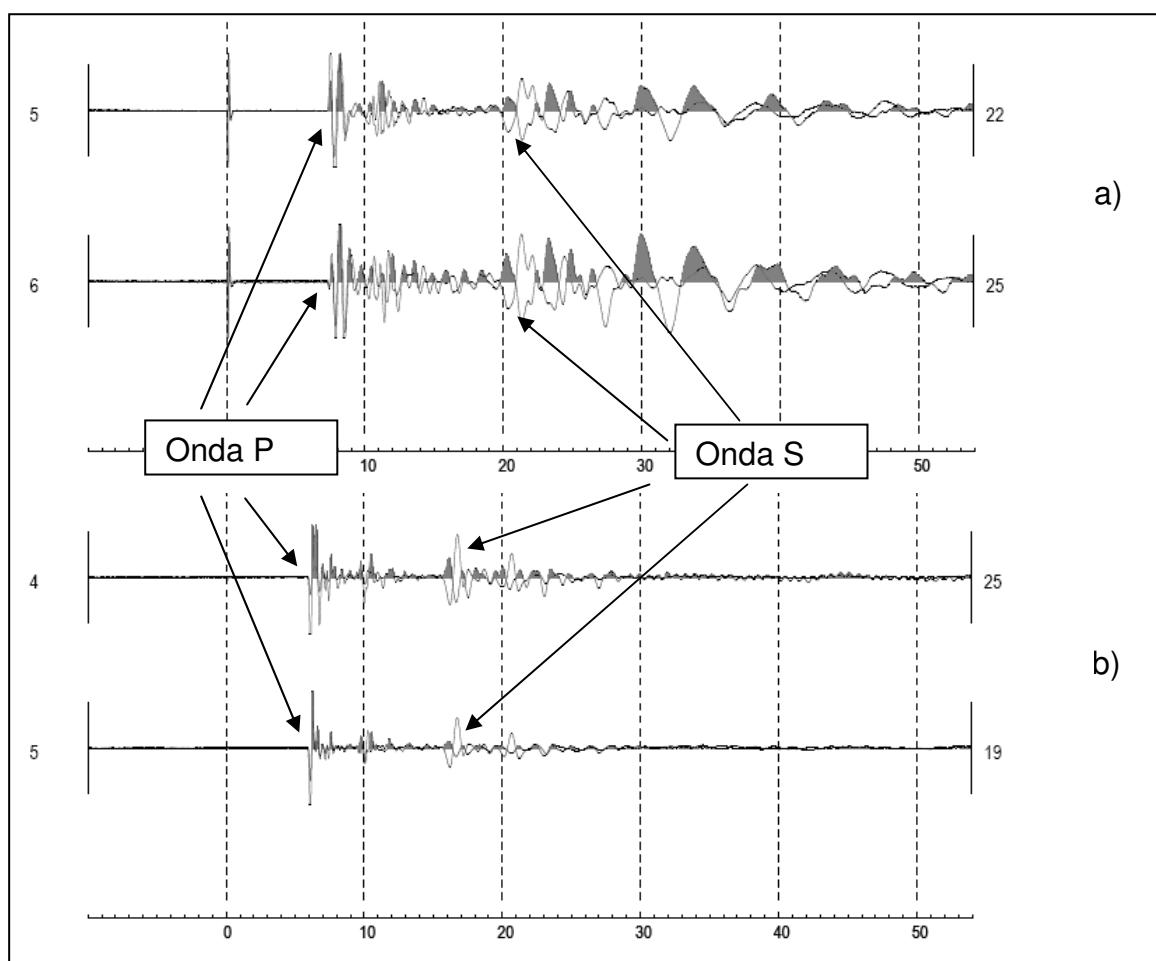


Fig.4: esempio di inversione di polarità dove su ciascun sismogramma sono state sovrapposte le onde ottenute dopo aver ruotato la sorgente di  $180^\circ$ . Caso a): pannello ST3-ST5 prof. 79m; caso b): pannello ST8-ST13 prof. 70m.

L'analisi dei suddetti risultati ha permesso di trarre le seguenti considerazioni:

- a) tra le proff. di 0 e 18m da p.c. si registrano valori di Vp compresi tra 500 e 1330 m/s e di Vs tra 280 e 340 m/s; i valori relativamente bassi di velocità coincidono con un segnale debole caratterizzato da basse frequenze e da un basso rapporto tra ampiezza del segnale ed ampiezza del rumore; queste caratteristiche hanno reso più difficoltosa l'individuazione dei primi arrivi dell'onda P ma soprattutto dell'onda S e quindi anche una minore precisione nei risultati. La bassa precisione è sottolineata anche dagli elevati valori di scarto quadratico medio che risultano pari ad una percentuale significativa del valore stesso di velocità.
- b) Tra le proff. di 18 e 43m da p.c. si registra un incremento significativo delle velocità di propagazione, che nella porzione in oggetto assumono valori medi compresi tra 2500 e 2050 m/s (onde P) e tra 450 e 700 m/s (onde S). Si evidenzia inoltre come alla profondità di 34-35m da p.c. si registra una significativa diminuzione delle velocità di propagazione (1900÷2000 m/s per le onde P e 400÷450m/s per le onde S). In termini di analisi statistica dei dati, si segnala come il valore di scarto quadratico medio risulti elevato (mediamente compreso tra 100 e 300 m/s per le onde P e tra 50 e 100 m/s tra le onde S); considerando la buona qualità dei segnali registrati nella porzione in oggetto, l'elevato valore di sqm è attribuibile alla variabilità intrinseca della formazione, con numerosi e locali cambiamenti di caratteristiche elastiche; tale dato era già emerso dall'analisi dei fullwave ottenuti dal carotaggio sonico.
- c) Al di sotto della profondità di 42m da p.c., i valori di velocità risultano molto omogenei sia spazialmente (al variare della profondità) sia in termini statistici (bassi valori di scarto quadratico medio). Si evidenzia comunque un trend di crescita dei valori con la profondità che appare percentualmente più significativo per le onde S: le onde P variano da valori di 1850m/s a valori di 1980m/s a fondo foro, mentre i valori di Vs sono compresi tra 630m/s e 750m/s a fondo foro.

Parallelamente alle suddette considerazioni, si evidenzia come, in termini di onde P, i valori più alti siano stati ottenuti nella porzione di terreno corrispondente alle proff. di 20 e 40 m da p.c. (alternarsi di livelli sabbiosi e di ghiaie eterometriche) mentre non si segnala un importante trend di aumento delle velocità con la profondità; in termini di onde S, invece, si riscontra un significativo trend di incremento della velocità con la profondità che interessa tutta la lunghezza del foro. Tale comportamento può essere attribuito, soprattutto per la porzione di terreno compreso tra 20 e 40m da p.c., ad un limitato contatto tra i clasti costituenti il terreno (elevata porosità) che permette una buona trasmissione dell'onda di compressione ma non altrettanto dell'onda di taglio; quest'ultima tende quindi ad essere più sensibile

all'incremento del carico litostatico che aumenta il grado di addensamento e quindi il contatto tra i clasti.

Analizzando singolarmente ogni cross-hole, si riscontra sempre una diminuzione dei valori di velocità in corrispondenza delle profondità di 34-35m da p.c.; non si rilevano invece particolari anomalie da segnalare che differiscono dal comportamento medio sopra descritto.

Analizzando il comportamento con la profondità dei moduli calcolati, si possono trarre le stesse conclusioni sopra riportate, correlando in particolare la V<sub>p</sub> con il modulo di compressibilità k e la V<sub>s</sub> con il modulo di taglio G. In termini quantitativi si riscontra quanto segue:

- a) proff. 0÷18 m da p.c: k compreso tra 0.3 e 3 GPa, G compreso tra 130 e 250 MPa;
- b) proff. 19÷43 m da p.c: k compreso tra 6 e 12 GPa, G compreso tra 300 e 850 MPa;
- c) proff. 43÷80 m da p.c: k compreso tra 5.8 e 6.3 GPa, G compreso tra 800 e 1100 MPa.

In allegato 3 sono riportati, per ogni coppia di fori, dei log riassuntivi contenenti i full-wave e la stratigrafia per ogni foro e i risultati della prova cross-hole in termini di forme d'onda, di andamento di V<sub>p</sub>, V<sub>s</sub>, G e K.

## **7.CONCLUSIONI**

Nei mesi di marzo e aprile 2008, nell'ambito delle indagini geognostiche necessarie alla progettazione geotecnica delle fondazioni del Nuovo Palazzo della Regione Piemonte presso l'area ex Fiat Avio, è stata eseguita una campagna geofisica di indagini cross-hole sismici che ha interessato n.9 coppie di fori per una profondità di 80m dal piano di calpestio. Obiettivo dell'indagine è stato quello di caratterizzare dal punto di vista elastico il sottosuolo che sarà interessato dalla costruzione dell'opera suddetta.

Parallelamente all'indagine cross-hole vera e propria, sono stati eseguiti anche la misura della verticalità e l'esecuzione di caotaggi sonici di tipo "full-wave" all'interno di ogni singolo foro. I dati raccolti hanno così permesso di ottenere, per ogni coppia di fori, un profilo di velocità delle onde di compressione P e delle onde di taglio S; da tali valori sono poi stati calcolati i moduli E (di elasticità), k (di compressione volumetrica) e G (di taglio).

Analizzando globalmente i risultati ottenuti (cross-hole e full-wave) si è riscontrata una sostanziale omogeneità dei risultati tra le varie zone indagate; è risultato quindi

significativo eseguire un'analisi statistica dei risultati, ottenendo un profilo medio delle caratteristiche elastiche del terreno; si è quindi potuto individuare la presenza di tre orizzonti differenti:

- a) proff. 0÷18 m da p.c: il segnale registrato sia dal carotaggio sonico sia dalle prove cross-hole risulta molto debole e spesso confrontabile con il rumore di fondo; il terreno quindi, di difficile descrizione da un punto di vista quantitativo, è comunque caratterizzato da scadenti proprietà elastiche presumibilmente legate ad un elevato grado di porosità e ad un basso grado di addensamento, caratteristiche che causano un'importante attenuazione del segnale sismico.
- b) Proff. 19÷43 m da p.c: tale porzione è caratterizzata da una elevata variabilità delle proprietà elastiche del materiale che possono essere associate alla presenza di numerose lenti sabbiose debolmente limose di modeste estensioni areali all'interno di un materiale prevalentemente costituito da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa limosa. Si individua però su tutti i pannelli un orizzonte di potenza compresa tra 2 e 4 metri in corrispondenza della profondità di 35m da p.c. caratterizzato da proprietà elastiche più scadenti. Nella porzione in oggetto sono inoltre stati registrati valori di  $V_p$  significativamente superiori alla media di tutto il foro, mentre per quanto riguarda le  $V_s$  il valore risulta allineato alla media; questo comportamento lascia presumere l'assenza di livelli significativi (potenza metrica o comunque elevata estensione areale) di conglomerato o comunque materiale fortemente cementato.
- c) proff. 43÷80 m da p.c: tale porzione (limo debolmente sabbioso) è molto omogenea senza anomalie significative da un punto di vista di caratterizzazione elastica; i valori dei moduli calcolati risultano mediamente inferiori rispetto alla porzione di terreno soprastante (19÷43 m da p.c); si evidenzia però un regolare trend di miglioramento delle caratteristiche della profondità con un aumento del valore di moduli tra 40 e 80m da p.c. dell'ordine del 10% (modulo G) e del 30% (modulo k).

In conclusione l'indagine eseguita ha permesso di raggiungere gli obiettivi prefissati caratterizzando in maniera significativa ed affidabile l'area oggetto della futura costruzione. Solo la porzione di terreno più superficiale (da 0 a 20m da p.c.) è caratterizzata da una maggior incertezza dei risultati ottenuti, conseguenza delle scadenti proprietà elastiche che non garantiscono, alle distanze alle quali si è lavorato, una propagazione del segnale sufficientemente forte. Nel caso si volesse caratterizzare con maggior precisione tale porzione, si consiglia l'esecuzione di altre indagini geofisiche di carattere più superficiale che consentono una efficace energizzazione da superficie (prove down-hole o prove MASW).

Si segnala inoltre che le distanze tra i fori interessati dalle indagini, comprese tra 11 e 18m, sono elevate rispetto alle comuni condizioni delle indagini cross-hole. Con riferimento alle raccomandazioni della “ASTM Standard D-4428-M”, assunzione fondamentale per l’interpretazione delle prove cross-hole è che le onde sismiche si propagano in linea retta tra sorgente e ricevitore. Tale assunzione diventa tanto meno veritiera all’aumentare della distanza orizzontale, aumentando la possibilità che si verifichi il fenomeno della rifrazione critica con propagazione dell’onda lungo la separazione di due strati caratterizzati da differenti valori di impedenza meccanica ma non necessariamente lungo la linea congiungente sorgente-ricevitore. Conseguenza di tale fenomeno, soprattutto con distanze maggiori di 8-10m, è che risulta difficile caratterizzare eventuali livelli di terreno di modesta potenza (1÷2m).



# REGIONE PIEMONTE

## ABRATE S.r.l.

**Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte -  
area ex Fiat Avio**

**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO, PROVE IN  
SITO E INDAGINI GEOFISICHE**

**Cross-hole sismici profondi**

Relazione illustrativa

**ALLEGATO 1**

***Risultati***



## ALLEGATO 1

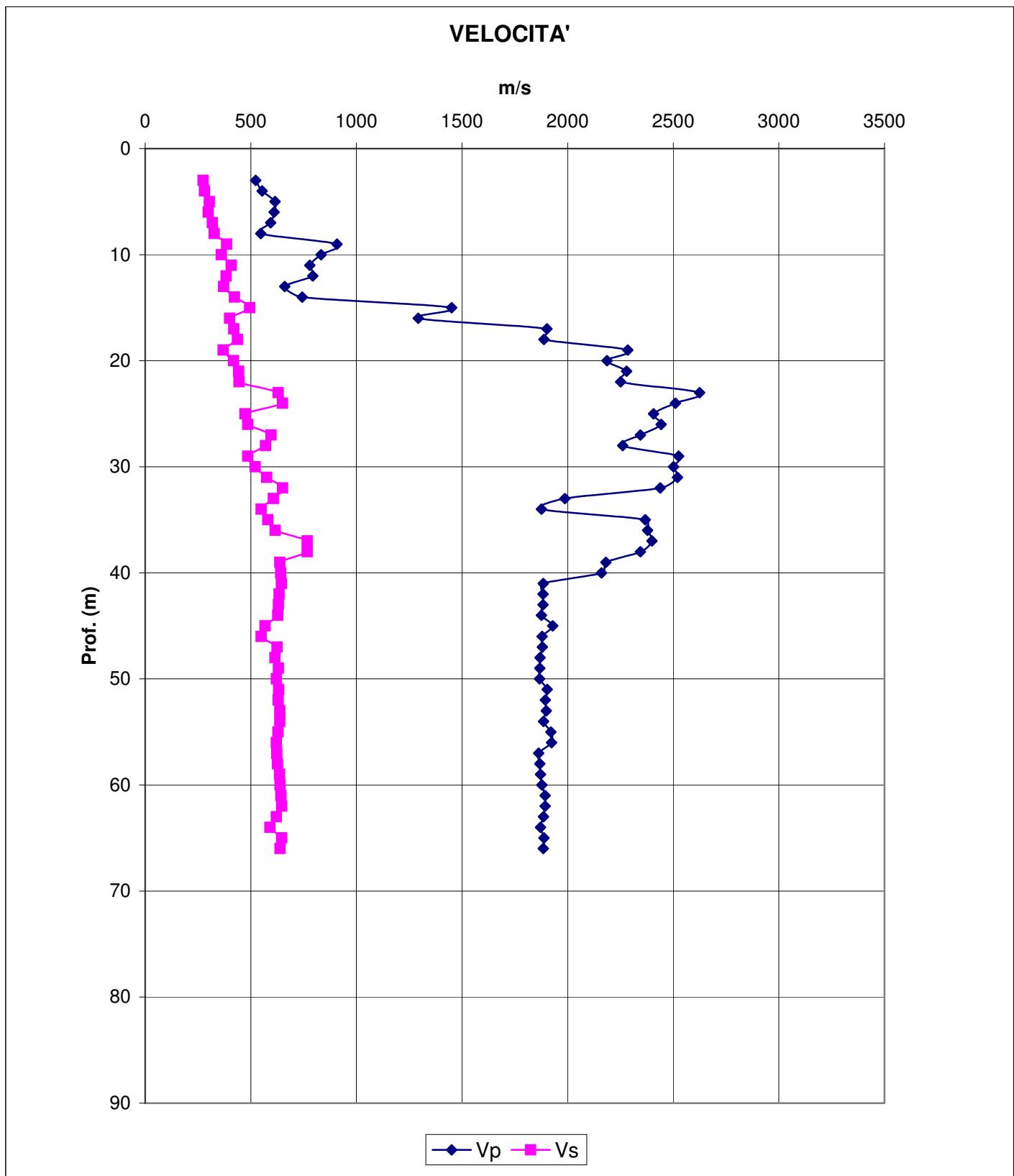
PROVA CROSS-HOLE							
Committente: <b>Regione Piemonte</b>				N.ro commessa:			
Cliente: <b>ABRATE</b>		Data:		1388			
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>		30/04/08					
Torino - area ex Fiat Avio		Profondità indagata:		3,00 - 66,00			
Pannello: <b>ST2 - ST3</b>		Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>					

Prof.	D 3-2	Tp	Ts	Vp	Vs	Prof.	D 3-2	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s	m	m	ms	ms	m/s	m/s
3	16.8	32.1	61.1	523	275	41	16.8	8.9	26.0	1884	646
4	16.8	30.3	59.9	554	281	42	16.8	8.9	26.5	1883	635
5	16.8	27.4	55.3	615	304	43	16.8	8.9	26.6	1883	631
6	16.8	27.6	56.3	611	299	44	16.8	8.9	26.7	1875	627
7	16.8	28.4	53.0	594	318	45	16.8	8.7	29.6	1930	568
8	16.8	30.7	51.4	547	327	46	16.8	8.9	30.5	1879	550
9	16.8	18.5	43.6	908	386	47	16.8	8.9	26.9	1880	624
10	16.8	20.2	46.7	832	361	48	16.7	9.0	27.2	1869	615
11	16.8	21.6	41.4	779	407	49	16.7	9.0	26.5	1868	631
12	16.8	21.2	43.9	794	384	50	16.7	9.0	26.9	1868	621
13	16.8	25.5	45.3	661	372	51	16.7	8.8	26.5	1903	632
14	16.8	22.6	39.8	744	423	52	16.7	8.8	26.5	1894	630
15	16.8	11.6	34.1	1451	495	53	16.7	8.8	26.2	1899	638
16	16.9	13.0	42.2	1293	400	54	16.7	8.9	26.2	1886	638
17	16.8	8.9	40.1	1902	420	55	16.7	8.7	26.5	1920	629
18	16.8	8.9	38.6	1888	437	56	16.7	8.7	26.9	1923	622
19	16.8	7.4	45.6	2284	370	57	16.7	9.0	26.8	1862	624
20	16.8	7.7	40.2	2187	419	58	16.7	8.9	26.7	1869	627
21	16.8	7.4	38.0	2280	442	59	16.7	8.9	26.3	1872	637
22	16.8	7.5	37.8	2250	444	60	16.7	8.9	26.2	1878	638
23	16.8	6.4	26.7	2625	630	61	16.7	8.8	26.0	1893	643
24	16.8	6.7	25.8	2511	651	62	16.7	8.8	25.9	1893	646
25	16.8	7.0	35.5	2407	473	63	16.7	8.9	26.9	1886	622
26	16.8	6.9	34.5	2443	487	64	16.7	8.9	28.3	1871	591
27	16.8	7.2	28.2	2345	596	65	16.7	8.9	25.9	1888	646
28	16.8	7.4	29.4	2261	570	66	16.7	8.9	26.2	1885	638
29	16.8	6.6	34.5	2526	486						
30	16.8	6.7	32.2	2502	521						
31	16.8	6.7	29.2	2520	575						
32	16.8	6.9	25.8	2439	650						
33	16.8	8.5	27.7	1987	607						
34	16.8	9.0	30.6	1876	550						
35	16.8	7.1	28.9	2367	581						
36	16.8	7.1	27.3	2378	616						
37	16.8	7.0	21.9	2399	767						
38	16.8	7.2	21.9	2345	767						
39	16.8	7.7	26.3	2181	638						
40	16.8	7.8	26.2	2161	642						

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST2 - ST3</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 66,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	



ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE					
<i>Committente:</i> Regione Piemonte					
<i>Cliente:</i> ABRATE					N.ro commessa: 1388
<i>Progetto:</i> area Nuovo Palazzo Regionale					Data: 30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio					
<i>Pannello:</i> ST2 - ST3					Profondità indagata: 3,00 - 66,00
<i>Norme di riferimento:</i> ASTM D 4428-M					

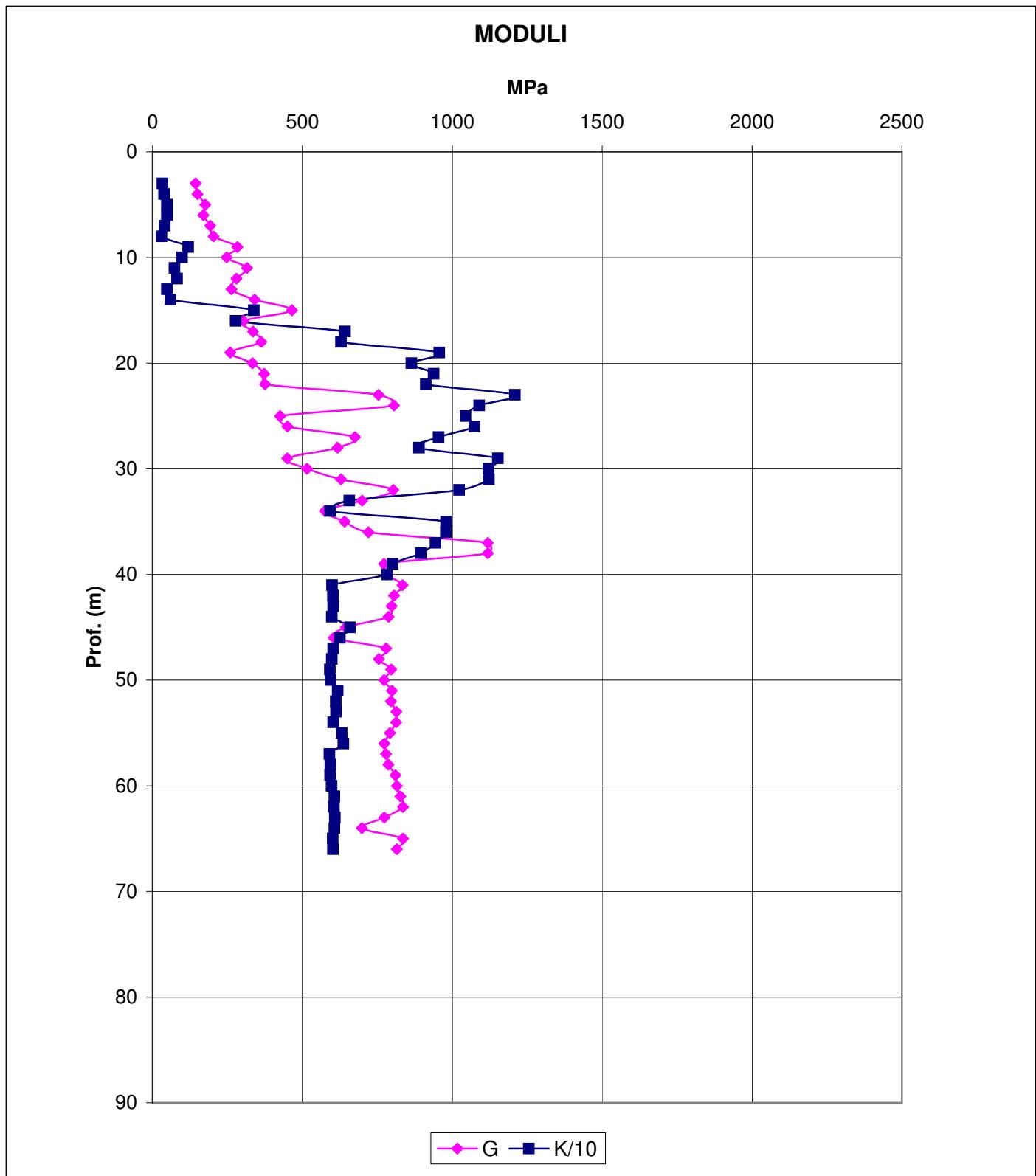
Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
3	1900	0.31	376	143	328
4	1900	0.33	398	150	383
5	1900	0.34	471	176	484
6	1900	0.34	456	170	482
7	1900	0.30	499	192	413
8	1900	0.22	497	203	298
9	1900	0.39	786	283	1191
10	1900	0.38	685	247	987
11	1900	0.31	827	315	733
12	1900	0.35	754	280	823
13	1900	0.27	667	263	479
14	1900	0.26	858	340	598
15	1900	0.43	1333	465	3382
16	1900	0.45	878	303	2773
17	1900	0.47	989	335	6424
18	1900	0.47	1067	363	6291
19	1900	0.49	772	260	9568
20	1900	0.48	988	334	8640
21	1900	0.48	1101	372	9377
22	1900	0.48	1110	375	9123
23	1900	0.47	2214	753	12087
24	1900	0.46	2358	805	10902
25	1900	0.48	1259	425	10440
26	1900	0.48	1331	450	10739
27	1900	0.47	1979	675	9548
28	1900	0.47	1810	617	8886
29	1900	0.48	1330	449	11525
30	1900	0.48	1522	515	11205
31	1900	0.47	1852	629	11225
32	1900	0.46	2349	803	10230
33	1900	0.45	2026	699	6569
34	1900	0.45	1669	574	5924
35	1900	0.47	1882	641	9794
36	1900	0.46	2109	720	9787
37	1900	0.44	3228	1118	9444
38	1900	0.44	3220	1118	8956
39	1900	0.45	2245	772	8005
40	1900	0.45	2272	783	7827

Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
41	2000	0.43	2391	834	5990
42	2000	0.44	2313	805	6020
43	2000	0.44	2291	797	6031
44	2000	0.44	2262	787	5985
45	2000	0.45	1873	645	6587
46	2000	0.45	1757	605	6253
47	2000	0.44	2241	779	6032
48	2000	0.44	2175	755	5982
49	2000	0.44	2286	796	5918
50	2000	0.44	2221	772	5945
51	2000	0.44	2296	798	6179
52	2000	0.44	2286	795	6118
53	2000	0.44	2337	813	6126
54	2000	0.44	2334	813	6028
55	2000	0.44	2282	792	6317
56	2000	0.44	2230	773	6368
57	2000	0.44	2237	778	5900
58	2000	0.44	2259	786	5935
59	2000	0.43	2325	810	5928
60	2000	0.43	2338	815	5970
61	2000	0.43	2372	826	6066
62	2000	0.43	2395	835	6057
63	2000	0.44	2224	773	6085
64	2000	0.44	2016	698	6072
65	2000	0.43	2395	835	6012
66	2000	0.44	2339	815	6019

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST2 - ST3</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 66,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	



ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE					
Committente: <b>Regione Piemonte</b>					
Cliente: <b>ABRATE</b>					N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>					Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello: <b>ST3 - ST5</b>					Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>					

Prof	D 3-5	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s
3	14.8	34.3	59.3	430	249
4	14.7	34.1	58.9	433	250
5	14.8	32.0	55.9	461	264
6	14.7	31.1	55.0	474	268
7	14.7	31.1	53.2	474	277
8	14.7	28.2	54.0	522	272
9	14.7	26.9	53.5	546	274
10	14.7	20.1	51.3	732	286
11	14.7	17.5	50.5	838	291
12	14.7	18.0	52.5	815	280
13	14.7	17.0	50.0	864	294
14	14.7	23.2	42.4	634	347
15	14.7	23.2	45.4	634	323
16	14.7	14.9	46.3	986	317
17	14.7	15.7	46.4	936	316
18	14.7	12.7	43.2	1156	339
19	14.6	11.3	47.2	1291	310
20	14.6	6.6	31.2	2218	470
21	14.6	7.0	30.7	2103	476
22	14.6	6.6	29.2	2234	501
23	14.6	6.5	28.3	2260	516
24	14.6	5.8	24.4	2535	598
25	14.6	5.7	25.3	2586	578
26	14.6	6.3	26.8	2325	545
27	14.6	6.2	27.0	2345	541
28	14.6	6.5	29.0	2239	505
29	14.6	7.1	26.8	2071	545
30	14.6	6.0	21.6	2418	677
31	14.6	6.1	21.2	2396	689
32	14.6	6.3	33.8	2326	432
33	14.6	5.8	34.2	2493	426
34	14.6	7.4	33.6	1965	434
35	14.6	8.2	29.2	1775	500
36	14.6	6.1	23.0	2403	634
37	14.5	6.2	19.9	2361	730
38	14.5	6.3	19.1	2324	763
39	14.5	6.3	19.8	2322	733
40	14.5	6.4	23.1	2274	629
41	14.5	6.4	22.5	2272	644

Prof	D 3-5	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s
42	14.5	6.9	22.4	2095	648
43	14.5	7.3	22.6	1991	642
44	14.5	7.7	22.5	1890	644
45	14.5	7.6	22.5	1901	644
46	14.5	7.7	22.7	1894	640
47	14.5	7.6	22.9	1902	634
48	14.5	7.7	23.6	1875	616
49	14.5	7.7	23.4	1874	620
50	14.5	7.7	23.5	1884	618
51	14.5	7.7	23.5	1885	617
52	14.5	7.6	24.3	1906	596
53	14.5	7.3	23.8	1992	608
54	14.5	7.6	23.3	1916	621
55	14.5	7.6	23.4	1912	619
56	14.5	7.7	23.9	1892	606
57	14.5	7.7	24.1	1880	600
58	14.4	7.5	22.7	1924	637
59	14.4	7.5	23.0	1917	627
60	14.4	7.5	22.5	1925	641
61	14.4	7.5	22.6	1929	639
62	14.5	7.6	22.6	1902	640
63	14.5	7.5	22.7	1915	635
64	14.5	7.6	22.5	1910	644
65	14.5	7.5	22.6	1921	639
66	14.5	7.4	22.0	1946	658
67	14.5	7.5	22.1	1937	656
68	14.5	7.5	21.5	1935	675
69	14.5	7.4	21.6	1949	673
70	14.5	7.5	21.3	1939	681
71	14.5	7.5	21.2	1941	686
72	14.6	7.4	21.2	1961	687
73	14.6	7.4	20.9	1970	697
74	14.6	7.4	21.1	1967	691
75	14.6	7.3	19.8	1991	737
76	14.6	7.4	19.6	1978	744
77	14.6	7.3	19.5	2005	750
78	14.6	7.2	19.0	2033	770
79	14.6	7.1	19.1	2076	767
80	14.7	7.3	20.1	2014	728

## ALLEGATO 1



## PROVA CROSS-HOLE

Committente: **Regione Piemonte**Cliente: **ABRATE**

N.ro commessa:

1388

Progetto: **area Nuovo Palazzo Regionale**

Data:

30/04/08

Torino - area ex Fiat Avio

Pannello: **ST3 - ST5**

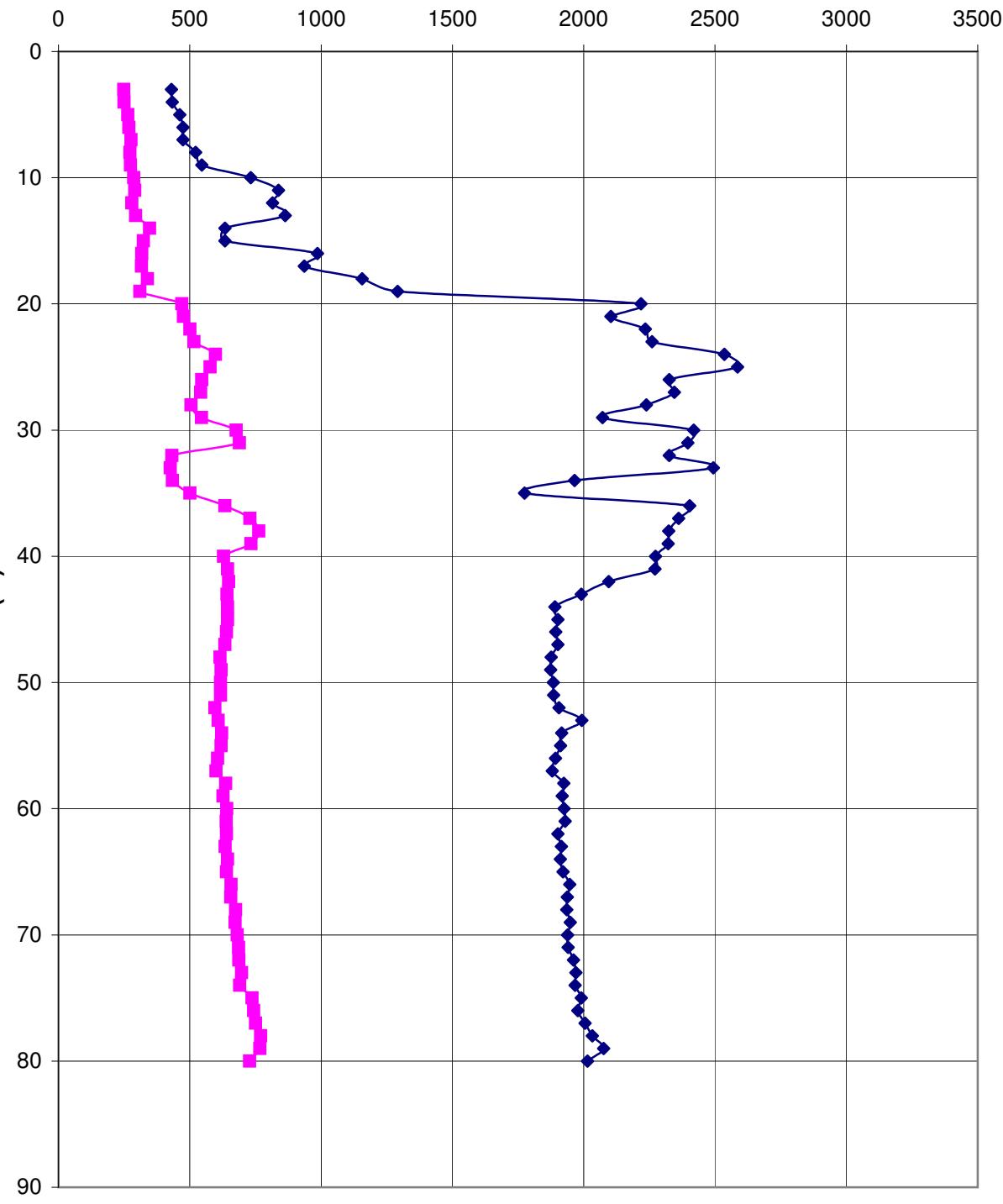
Profondità indagata:

3,00 - 80,00

Norme di riferimento: **ASTM D 4428-M**

## VELOCITA'

m/s



— Vp — Vs

ALLEGATO 1



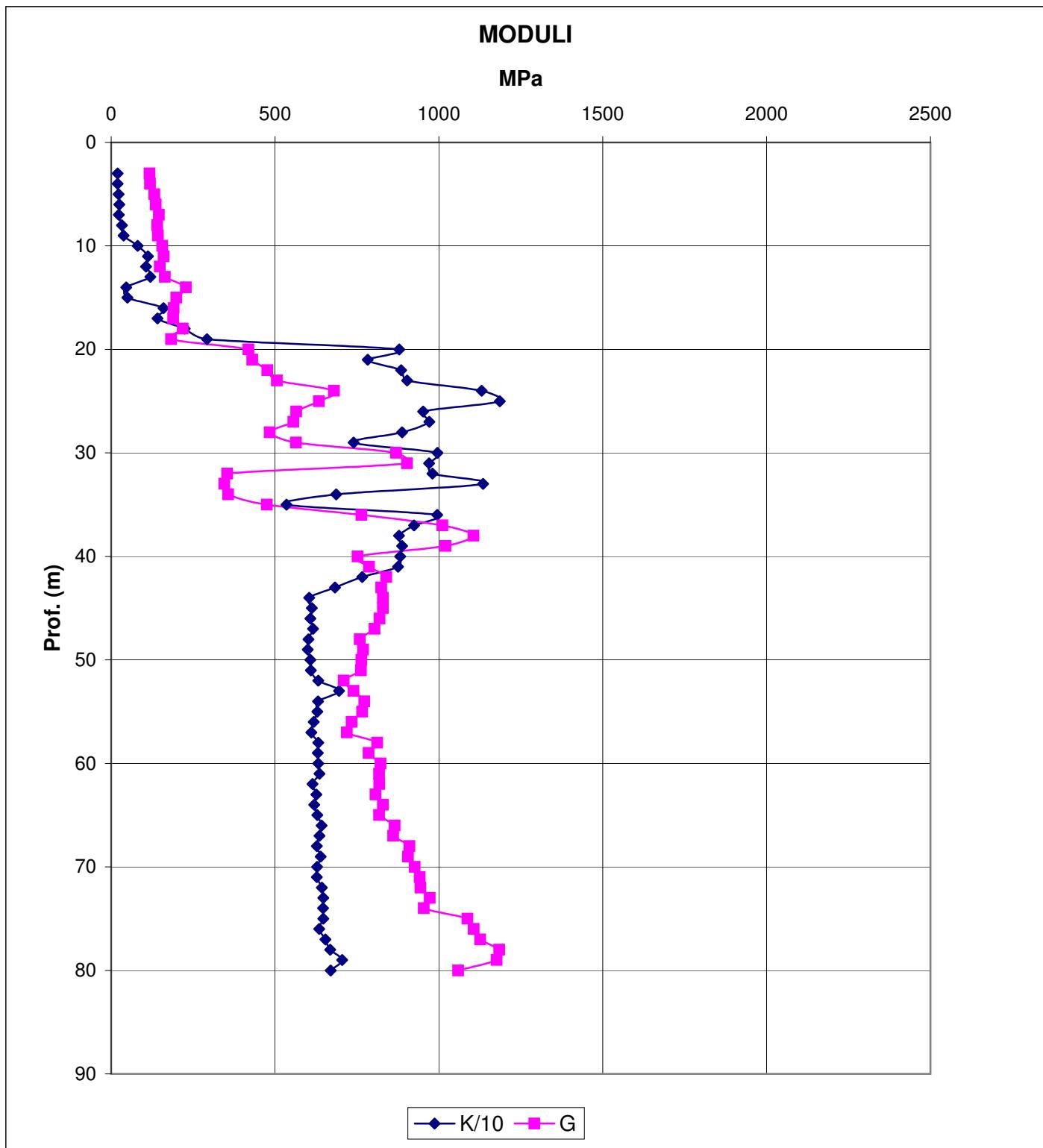
PROVA CROSS-HOLE									
<b>Committente: Regione Piemonte</b>									
<b>Cliente: ABRATE</b>		<b>N.ro commessa:</b>		1388					
<b>Progetto: area Nuovo Palazzo Regionale</b>		<b>Data:</b>		30/04/08					
<b>Torino - area ex Fiat Avio</b>									
<b>Pannello: ST3 - ST5</b>		<b>Profondità indagata:</b>		3,00 - 80,00					
<b>Norme di riferimento: ASTM D 4428-M</b>									

Prof.	ro	poisson	E	G	K	Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m^3		MPa	MPa	MPa	m	kg/m^3		MPa	MPa	MPa
3	1900	0.25	294	118	195	42	2000	0.45	2430	839	7657
4	1900	0.25	297	119	197	43	2000	0.44	2377	824	6829
5	1900	0.26	332	132	228	44	2000	0.43	2379	829	6039
6	1900	0.27	345	136	245	45	2000	0.44	2380	829	6123
7	1900	0.24	361	145	233	46	2000	0.44	2353	819	6079
8	1900	0.31	370	141	329	47	2000	0.44	2311	804	6162
9	1900	0.33	381	143	376	48	2000	0.44	2184	758	6024
10	1900	0.41	439	156	810	49	2000	0.44	2211	769	5997
11	1900	0.43	460	161	1120	50	2000	0.44	2199	764	6082
12	1900	0.43	426	149	1063	51	2000	0.44	2195	762	6091
13	1900	0.43	471	164	1198	52	2000	0.45	2052	710	6316
14	1900	0.29	588	228	460	53	2000	0.45	2144	740	6951
15	1900	0.32	526	199	499	54	2000	0.44	2226	772	6314
16	1900	0.44	551	191	1593	55	2000	0.44	2209	766	6289
17	1900	0.44	545	190	1412	56	2000	0.44	2118	734	6181
18	1900	0.45	634	218	2246	57	2000	0.44	2077	719	6106
19	1900	0.47	537	183	2922	58	2000	0.44	2335	812	6318
20	1900	0.48	1238	419	8787	59	2000	0.44	2264	786	6305
21	1900	0.47	1270	431	7831	60	2000	0.44	2364	822	6318
22	1900	0.47	1406	477	8846	61	2000	0.44	2351	817	6354
23	1900	0.47	1489	506	9032	62	2000	0.44	2350	818	6144
24	1900	0.47	2001	680	11306	63	2000	0.44	2321	807	6260
25	1900	0.47	1869	634	11861	64	2000	0.44	2381	829	6194
26	1900	0.47	1662	565	9521	65	2000	0.44	2352	818	6291
27	1900	0.47	1638	556	9705	66	2000	0.44	2483	865	6424
28	1900	0.47	1425	484	8878	67	2000	0.44	2472	861	6358
29	1900	0.46	1651	564	7399	68	2000	0.43	2605	910	6276
30	1900	0.46	2535	870	9953	69	2000	0.43	2596	906	6389
31	1900	0.45	2628	903	9701	70	2000	0.43	2648	926	6281
32	1900	0.48	1051	355	9803	71	2000	0.43	2690	942	6279
33	1900	0.48	1025	345	11348	72	2000	0.43	2699	944	6429
34	1900	0.47	1054	357	6863	73	2000	0.43	2777	972	6469
35	1900	0.46	1385	475	5350	74	2000	0.43	2727	954	6465
36	1900	0.46	2235	764	9951	75	2000	0.42	3089	1087	6475
37	1900	0.45	2927	1011	9243	76	2000	0.42	3137	1107	6348
38	1900	0.44	3183	1105	8786	77	2000	0.42	3195	1126	6534
39	1900	0.44	2948	1020	8880	78	2000	0.42	3355	1184	6686
40	1900	0.46	2194	752	8819	79	2000	0.42	3344	1177	7047
41	1900	0.46	2294	787	8755	80	2000	0.42	3019	1059	6698

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: 1388
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: 30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST3 - ST5</b>	Profondità indagata: 3,00 - 80,00
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	





## ALLEGATO 1

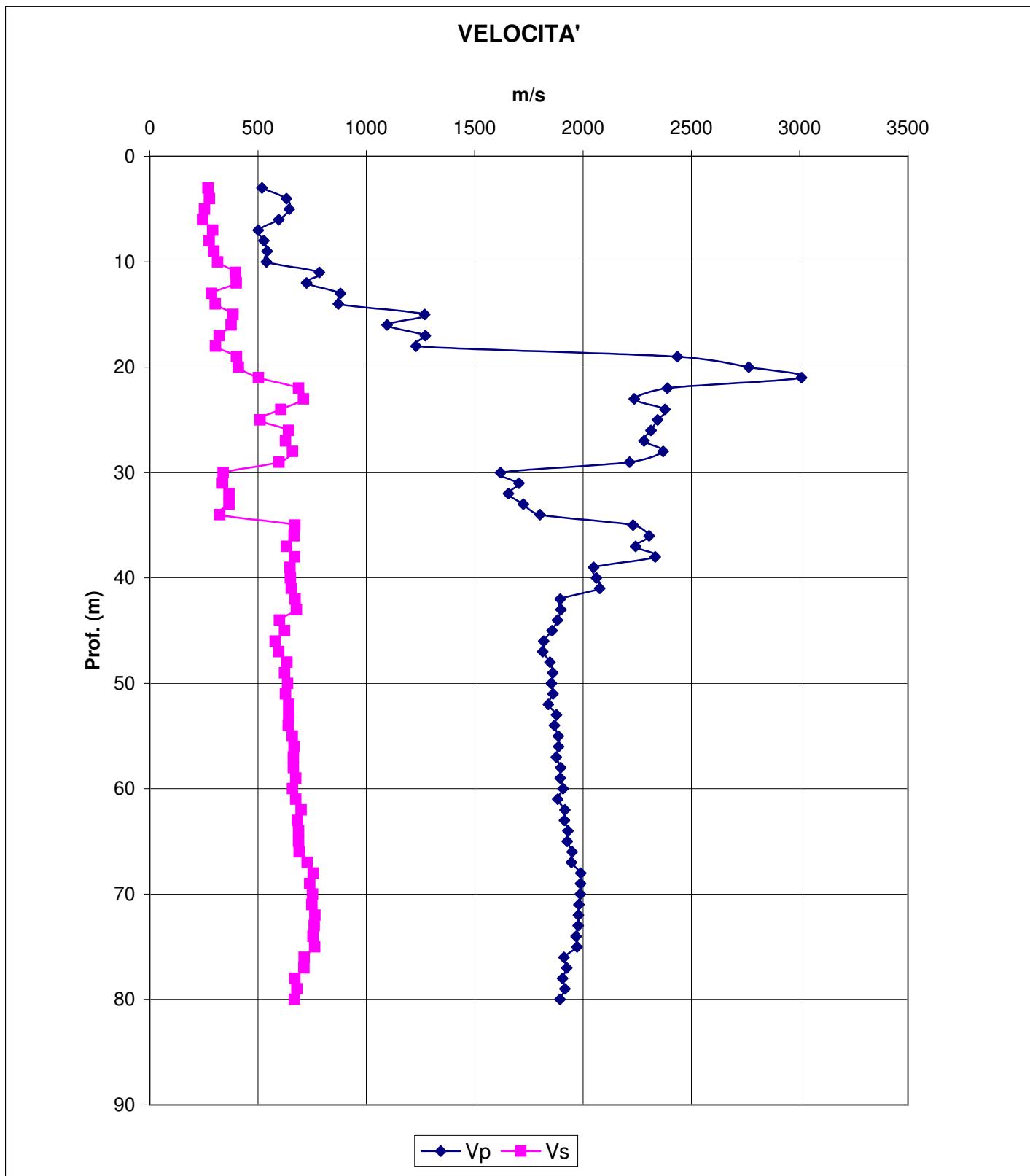
PROVA CROSS-HOLE					
Committente: <b>Regione Piemonte</b>					
Cliente: <b>ABRATE</b>				N.ro commessa:	1388
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>				Data:	30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello: <b>ST8 - ST13</b>				Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>					

Prof	D 8-13	Tp	Ts	Vp	Vs	Prof	D 8-13	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s	m	m	ms	ms	m/s	m/s
3	11.0	21.3	41.0	518	269	42	11.6	6.1	17.3	1895	671
4	11.1	17.5	40.1	631	276	43	11.6	6.1	17.2	1898	678
5	11.1	17.2	43.6	644	253	44	11.7	6.2	19.5	1881	598
6	11.1	18.6	45.2	596	245	45	11.7	6.3	18.8	1857	623
7	11.1	22.1	38.0	501	291	46	11.7	6.4	20.2	1819	580
8	11.1	21.1	40.3	527	275	47	11.7	6.5	19.7	1814	596
9	11.1	20.5	37.5	542	296	48	11.7	6.4	18.5	1847	633
10	11.1	20.6	35.5	539	313	49	11.7	6.3	18.9	1861	623
11	11.1	14.2	28.1	784	396	50	11.8	6.3	18.5	1853	637
12	11.2	15.4	27.9	724	400	51	11.8	6.3	18.8	1861	627
13	11.2	12.7	39.2	880	286	52	11.8	6.4	18.3	1840	642
14	11.2	12.9	37.1	871	302	53	11.8	6.3	18.3	1878	642
15	11.2	8.9	29.2	1268	385	54	11.8	6.3	18.4	1868	640
16	11.3	10.3	29.9	1095	376	55	11.8	6.2	17.9	1886	659
17	11.3	8.9	35.1	1273	321	56	11.8	6.2	17.7	1887	666
18	11.3	9.2	37.2	1230	303	57	11.8	6.3	17.7	1877	664
19	11.3	4.6	28.2	2436	401	58	11.8	6.2	17.7	1897	664
20	11.3	4.1	27.7	2765	409	59	11.8	6.2	17.5	1895	674
21	11.3	3.8	22.6	3009	502	60	11.8	6.2	17.9	1907	659
22	11.3	4.7	16.5	2390	687	61	11.8	6.3	17.5	1883	674
23	11.3	5.1	16.0	2236	710	62	11.8	6.2	16.9	1917	699
24	11.4	4.8	18.8	2379	605	63	11.8	6.2	17.3	1915	682
25	11.4	4.9	22.3	2345	509	64	11.8	6.1	17.1	1930	687
26	11.4	4.9	17.8	2314	641	65	11.8	6.1	17.1	1927	688
27	11.4	5.0	18.2	2282	627	66	11.8	6.0	17.1	1950	691
28	11.4	4.8	17.3	2370	660	67	11.8	6.1	16.2	1946	728
29	11.5	5.2	19.2	2215	596	68	11.8	5.9	15.6	1990	755
30	11.5	7.1	33.8	1619	340	69	11.8	5.9	16.0	1988	740
31	11.5	6.7	34.2	1704	336	70	11.8	5.9	15.7	1988	752
32	11.5	6.9	31.3	1656	367	71	11.8	6.0	15.8	1981	749
33	11.5	6.7	31.3	1724	367	72	11.8	6.0	15.5	1979	762
34	11.5	6.4	35.7	1801	323	73	11.8	6.0	15.6	1977	759
35	11.5	5.2	17.2	2231	671	74	11.8	6.0	15.7	1968	754
36	11.5	5.0	17.3	2306	667	75	11.9	6.0	15.6	1972	762
37	11.6	5.2	18.3	2243	631	76	11.9	6.2	16.7	1913	713
38	11.6	5.0	17.3	2334	669	77	11.9	6.2	16.7	1925	712
39	11.6	5.7	17.9	2049	647	78	12.0	6.3	17.9	1905	670
40	11.6	5.6	17.9	2061	649	79	12.0	6.3	17.7	1917	680
41	11.6	5.6	17.7	2076	654	80	12.1	6.4	18.1	1894	668

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST8 - ST13</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	





## ALLEGATO 1

PROVA CROSS-HOLE							
Committente: <b>Regione Piemonte</b>				N.ro commessa:			
Cliente: <b>ABRATE</b>				1388			
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>				Data:			
Torino - area ex Fiat Avio				30/04/08			
Pannello: <b>ST8 - ST13</b>				Profondità indagata:			
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>				3,00 - 80,00			

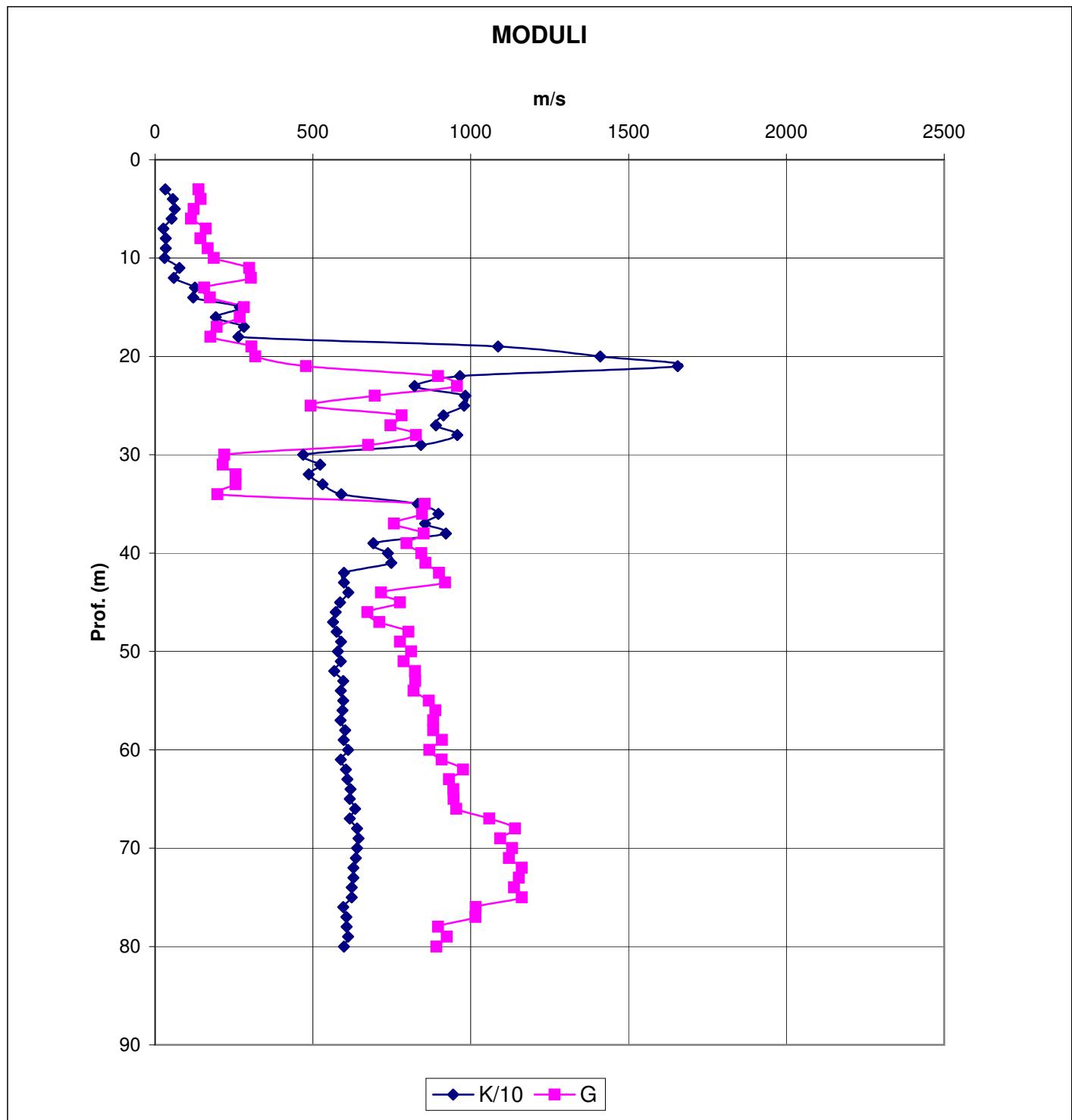
Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
3	1900	0.31	362	138	326
4	1900	0.38	399	144	564
5	1900	0.41	343	122	627
6	1900	0.40	319	114	522
7	1900	0.25	401	161	263
8	1900	0.31	377	144	335
9	1900	0.29	429	167	337
10	1900	0.24	464	186	303
11	1900	0.33	792	298	769
12	1900	0.28	777	303	592
13	1900	0.44	447	155	1264
14	1900	0.43	497	174	1209
15	1900	0.45	816	282	2682
16	1900	0.43	770	269	1921
17	1900	0.47	573	195	2816
18	1900	0.47	514	175	2639
19	1900	0.49	908	306	10868
20	1900	0.49	947	318	14105
21	1900	0.49	1421	478	16560
22	1900	0.45	2609	897	9655
23	1900	0.44	2762	957	8224
24	1900	0.47	2040	696	9826
25	1900	0.48	1455	493	9786
26	1900	0.46	2278	781	9137
27	1900	0.46	2178	746	8899
28	1900	0.46	2411	827	9574
29	1900	0.46	1974	676	8420
30	1900	0.48	648	219	4690
31	1900	0.48	635	214	5230
32	1900	0.47	753	256	4871
33	1900	0.48	754	256	5308
34	1900	0.48	587	198	5901
35	1900	0.45	2478	854	8321
36	1900	0.45	2461	846	8972
37	1900	0.46	2206	757	8551
38	1900	0.46	2477	851	9214
39	1900	0.44	2301	796	6915
40	2000	0.44	2438	844	7374
41	2000	0.44	2475	856	7481

Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
42	2000	0.43	2570	900	5979
43	2000	0.43	2622	919	5980
44	2000	0.44	2068	716	6125
45	2000	0.44	2229	776	5862
46	2000	0.44	1942	673	5718
47	2000	0.44	2046	711	5637
48	2000	0.43	2301	802	5756
49	2000	0.44	2229	776	5890
50	2000	0.43	2325	811	5789
51	2000	0.44	2261	787	5879
52	2000	0.43	2357	824	5673
53	2000	0.43	2363	824	5956
54	2000	0.43	2348	819	5884
55	2000	0.43	2482	868	5958
56	2000	0.43	2539	888	5939
57	2000	0.43	2518	882	5872
58	2000	0.43	2521	881	6019
59	2000	0.43	2595	909	5972
60	2000	0.43	2490	869	6117
61	2000	0.43	2592	909	5881
62	2000	0.42	2779	976	6046
63	2000	0.43	2659	931	6090
64	2000	0.43	2697	945	6189
65	2000	0.43	2700	946	6166
66	2000	0.43	2725	954	6334
67	2000	0.42	3005	1059	6166
68	2000	0.42	3229	1140	6401
69	2000	0.42	3106	1094	6447
70	2000	0.42	3204	1131	6396
71	2000	0.42	3176	1121	6357
72	2000	0.41	3284	1162	6284
73	2000	0.41	3260	1153	6283
74	2000	0.41	3216	1137	6229
75	2000	0.41	3281	1162	6231
76	2000	0.42	2884	1016	5961
77	2000	0.42	2884	1015	6059
78	2000	0.43	2564	897	6066
79	2000	0.43	2640	924	6116
80	2000	0.43	2548	892	5985

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST8 - ST13</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	



ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE					
Committente: <b>Regione Piemonte</b>					
Cliente: <b>ABRATE</b>					N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>					Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello: <b>ST8 - ST5</b>					Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>					

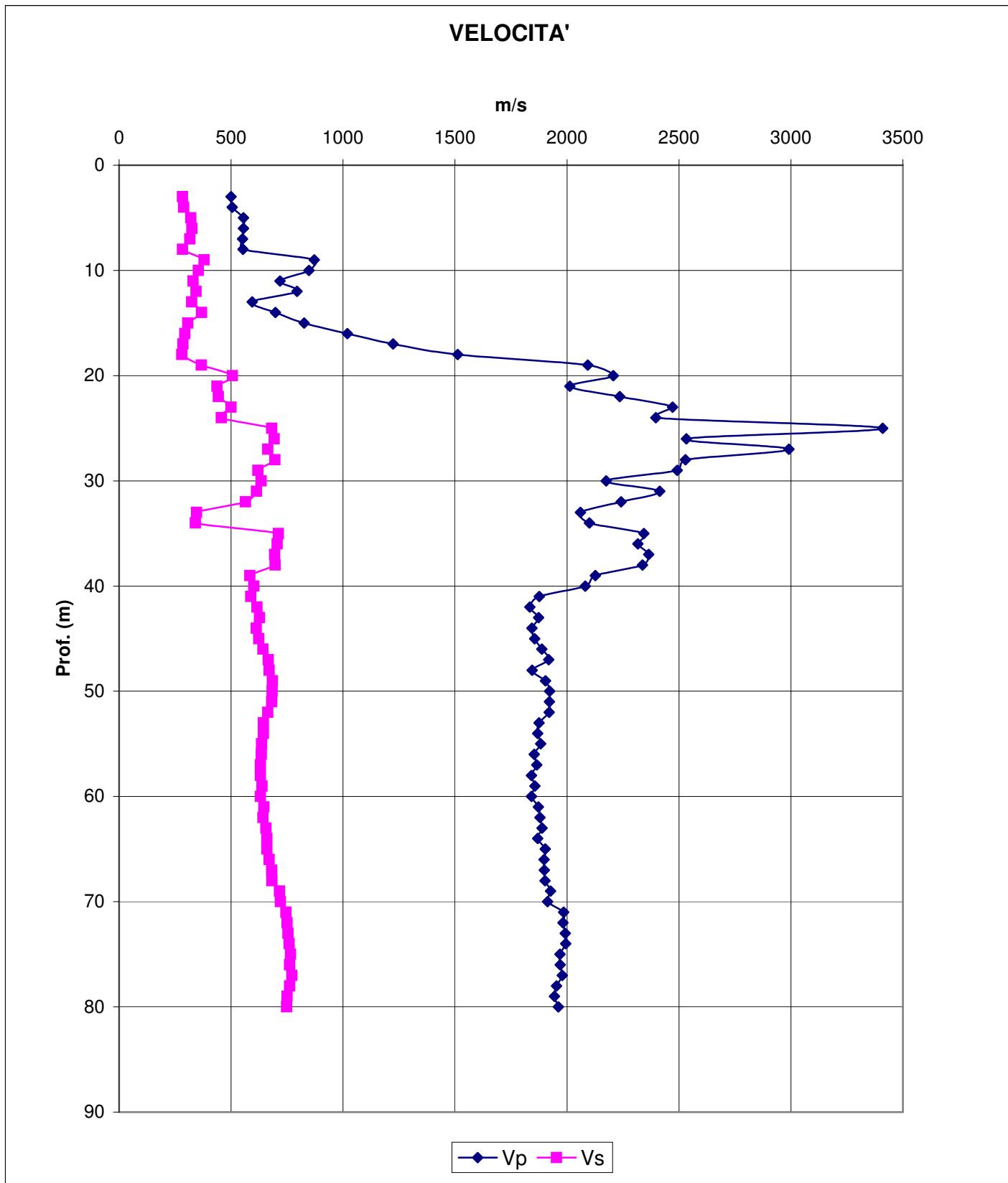
Prof	D 8-5	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s
3	18.4	36.9	65.1	499	283
4	18.4	36.5	63.9	505	289
5	18.4	33.2	57.6	556	320
6	18.4	33.2	56.6	556	326
7	18.4	33.5	58.4	551	316
8	18.4	33.3	65.1	553	283
9	18.4	21.1	48.6	871	379
10	18.4	21.7	52.0	848	354
11	18.4	25.6	55.6	719	330
12	18.4	23.1	53.4	795	344
13	18.3	30.8	56.6	595	324
14	18.3	26.3	49.8	698	368
15	18.3	22.2	59.7	826	307
16	18.3	18.0	62.6	1019	293
17	18.3	15.0	64.4	1223	285
18	18.3	12.1	65.4	1512	281
19	18.3	8.8	49.9	2092	368
20	18.3	8.3	36.3	2207	506
21	18.3	9.1	42.0	2013	437
22	18.3	8.2	41.4	2236	443
23	18.3	7.4	36.6	2472	500
24	18.3	7.6	40.0	2397	457
25	18.3	5.4	26.8	3410	681
26	18.2	7.2	26.3	2533	693
27	18.2	6.1	27.4	2991	664
28	18.2	7.2	26.2	2529	696
29	18.2	7.3	29.4	2492	620
30	18.2	8.4	28.7	2175	634
31	18.2	7.5	29.7	2415	614
32	18.2	8.1	32.3	2242	565
33	18.2	8.8	52.6	2060	346
34	18.2	8.7	53.4	2101	341
35	18.2	7.8	25.6	2343	711
36	18.2	7.8	25.8	2316	706
37	18.2	7.7	26.1	2365	695
38	18.1	7.8	26.0	2337	697
39	18.1	8.5	31.0	2127	584
40	18.1	8.7	30.1	2082	602
41	18.1	9.6	30.7	1877	588

Prof	D 8-5	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s
42	18.1	9.8	29.3	1834	616
43	18.0	9.6	28.8	1873	627
44	18.0	9.8	29.4	1844	613
45	18.0	9.7	28.9	1855	624
46	18.0	9.5	28.0	1888	642
47	18.0	9.4	27.0	1919	667
48	18.0	9.7	26.8	1845	670
49	17.9	9.4	26.2	1904	684
50	17.9	9.3	26.2	1922	684
51	17.9	9.3	26.3	1922	681
52	17.9	9.3	27.0	1921	664
53	17.9	9.6	27.8	1875	645
54	17.9	9.6	27.8	1869	645
55	17.9	9.5	28.2	1882	636
56	17.9	9.7	28.2	1854	635
57	17.9	9.6	28.4	1865	631
58	17.9	9.7	28.4	1841	631
59	17.9	9.7	28.1	1857	638
60	17.9	9.7	28.4	1842	631
61	17.9	9.6	27.7	1872	646
62	17.9	9.5	27.9	1879	642
63	18.0	9.5	27.4	1889	655
64	18.0	9.6	27.2	1869	660
65	18.0	9.4	27.2	1903	660
66	18.0	9.5	26.9	1898	670
67	18.0	9.5	26.4	1899	681
68	18.0	9.5	26.4	1901	682
69	18.1	9.4	25.2	1927	716
70	18.1	9.4	25.1	1914	720
71	18.1	9.1	24.3	1985	745
72	18.1	9.1	24.1	1982	750
73	18.1	9.1	24.0	1992	754
74	18.1	9.1	23.9	1994	759
75	18.1	9.2	23.7	1969	765
76	18.2	9.2	23.8	1970	762
77	18.2	9.2	23.5	1979	772
78	18.2	9.3	23.8	1953	762
79	18.2	9.3	24.2	1944	750
80	18.2	9.3	24.3	1962	748

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: 1388
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: 30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST8 - ST5</b>	Profondità indagata: 3,00 - 80,00
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	



ALLEGATO 1



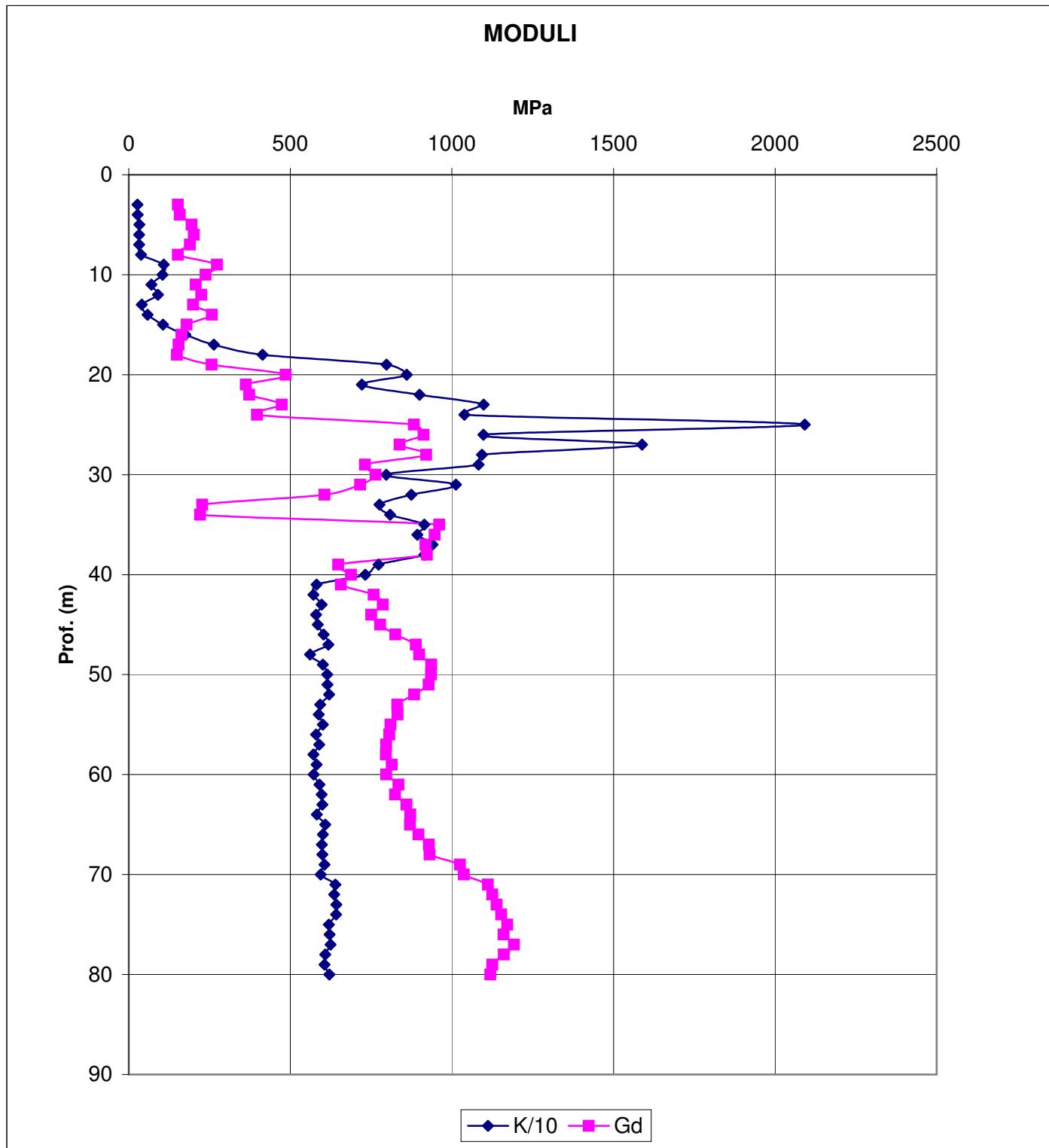
PROVA CROSS-HOLE					
Committente: <b>Regione Piemonte</b>					
Cliente: <b>ABRATE</b>					N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>					Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello: <b>ST8 - ST5</b>					Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>					

Prof.	ro	poisson	E	G	K	Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m^3		MPa	MPa	MPa	m	kg/m^3		MPa	MPa	MPa
3	1900	0.26	385	152	271	42	2000	0.44	2179	758	5716
4	1900	0.26	398	158	274	43	2000	0.44	2260	786	5967
5	1900	0.25	488	195	327	44	2000	0.44	2158	751	5799
6	1900	0.24	499	202	318	45	2000	0.44	2236	778	5847
7	1900	0.26	476	189	324	46	2000	0.43	2366	825	6029
8	1900	0.32	403	152	378	47	2000	0.43	2544	889	6178
9	1900	0.38	756	273	1078	48	2000	0.42	2560	899	5609
10	1900	0.39	664	238	1048	49	2000	0.43	2671	937	6004
11	1900	0.37	567	208	705	50	2000	0.43	2672	936	6143
12	1900	0.39	622	224	901	51	2000	0.43	2652	928	6147
13	1900	0.29	514	200	406	52	2000	0.43	2529	883	6202
14	1900	0.31	673	258	581	53	2000	0.43	2381	831	5924
15	1900	0.42	508	179	1057	54	2000	0.43	2384	832	5880
16	1900	0.45	475	163	1756	55	2000	0.44	2325	810	6005
17	1900	0.47	454	154	2636	56	2000	0.43	2312	806	5800
18	1900	0.48	443	150	4141	57	2000	0.44	2288	797	5893
19	1900	0.48	763	257	7976	58	2000	0.43	2283	796	5717
20	1900	0.47	1430	486	8605	59	2000	0.43	2333	814	5813
21	1900	0.48	1070	363	7212	60	2000	0.43	2285	797	5721
22	1900	0.48	1104	373	9000	61	2000	0.43	2392	835	5899
23	1900	0.48	1402	474	10979	62	2000	0.43	2364	824	5965
24	1900	0.48	1175	397	10384	63	2000	0.43	2460	859	5988
25	1900	0.48	2611	882	20917	64	2000	0.43	2489	871	5822
26	1900	0.46	2664	913	10975	65	2000	0.43	2494	871	6084
27	1900	0.47	2472	839	15883	66	2000	0.43	2564	897	6006
28	1900	0.46	2687	921	10926	67	2000	0.43	2649	929	5975
29	1900	0.47	2145	731	10824	68	2000	0.43	2656	931	5990
30	1900	0.45	2221	764	7969	69	2000	0.42	2911	1025	6058
31	1900	0.47	2098	716	10123	70	2000	0.42	2941	1037	5940
32	1900	0.47	1776	606	8740	71	2000	0.42	3152	1111	6397
33	1900	0.49	676	227	7760	72	2000	0.42	3187	1125	6360
34	1900	0.49	657	221	8088	73	2000	0.42	3224	1138	6420
35	1900	0.45	2785	961	9150	74	2000	0.42	3262	1152	6416
36	1900	0.45	2743	947	8931	75	2000	0.41	3305	1171	6189
37	1900	0.45	2668	918	9404	76	2000	0.41	3277	1160	6213
38	1900	0.45	2678	923	9145	77	2000	0.41	3363	1192	6242
39	1900	0.46	1891	648	7729	78	2000	0.41	3275	1161	6083
40	1900	0.45	2001	688	7316	79	2000	0.41	3178	1125	6056
41	1900	0.45	1899	657	5815	80	2000	0.41	3167	1119	6205

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: 1388
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: 30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST8 - ST5</b>	Profondità indagata: 3,00 - 80,00
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	





## ALLEGATO 1

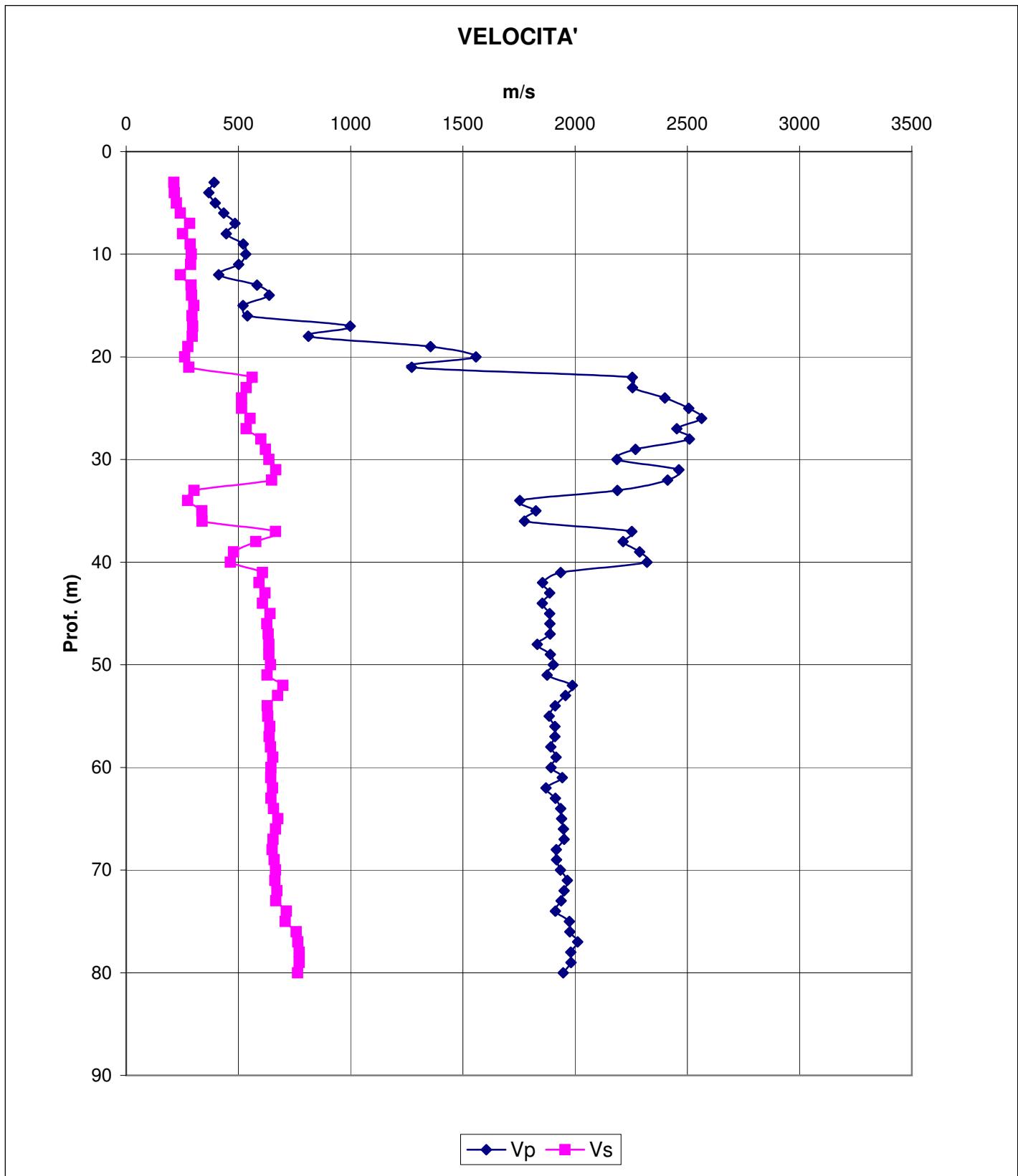
PROVA CROSS-HOLE					
Committente: <b>Regione Piemonte</b>					
Cliente: <b>ABRATE</b>		N.ro commessa:		1388	
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>		Data:		30/04/08	
Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello: <b>ST10 - ST12</b>		Profondità indagata:		3,00 - 80,00	
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>					

Prof	D 10-12	Tp	Ts	Vp	Vs	Prof	D 10-12	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s	m	m	ms	ms	m/s	m/s
3	13.4	34.1	62.8	392	213	42	13.2	7.1	22.3	1855	592
4	13.3	36.2	62.2	369	214	43	13.2	7.0	21.4	1886	618
5	13.3	33.6	59.4	397	224	44	13.2	7.1	21.7	1854	608
6	13.3	30.6	55.1	435	241	45	13.2	7.0	20.6	1887	641
7	13.3	27.4	46.8	485	284	46	13.2	7.0	21.1	1887	627
8	13.3	29.8	52.7	446	252	47	13.2	7.0	20.9	1889	633
9	13.3	25.5	46.5	521	285	48	13.2	7.2	20.8	1832	636
10	13.2	24.9	45.7	533	290	49	13.2	7.0	20.8	1890	636
11	13.2	26.4	46.1	501	287	50	13.2	6.9	20.5	1903	643
12	13.2	32.1	54.9	412	241	51	13.2	7.0	21.0	1875	628
13	13.2	22.7	45.8	583	289	52	13.2	6.6	18.9	1988	699
14	13.2	20.8	45.4	637	292	53	13.2	6.7	19.5	1957	675
15	13.2	25.5	43.9	520	301	54	13.2	6.9	21.0	1912	629
16	13.2	24.5	45.1	540	293	55	13.2	7.0	20.9	1885	631
17	13.2	13.3	44.7	997	296	56	13.2	6.9	20.6	1910	640
18	13.2	16.3	44.9	812	294	57	13.2	6.9	20.7	1910	637
19	13.2	9.7	48.1	1356	275	58	13.2	7.0	20.5	1892	643
20	13.2	8.5	50.7	1559	260	59	13.2	6.9	20.2	1915	653
21	13.2	10.4	47.3	1272	279	60	13.2	7.0	20.4	1892	645
22	13.2	5.9	23.5	2254	562	61	13.2	6.8	20.5	1943	644
23	13.2	5.9	24.7	2256	534	62	13.2	7.1	20.2	1871	653
24	13.2	5.5	25.7	2400	514	63	13.2	6.9	20.5	1912	646
25	13.2	5.3	25.7	2506	515	64	13.3	6.8	20.2	1935	656
26	13.2	5.2	24.0	2564	552	65	13.3	6.8	19.6	1940	676
27	13.2	5.4	24.7	2453	535	66	13.3	6.8	20.0	1948	666
28	13.2	5.3	22.0	2510	600	67	13.3	6.8	20.3	1951	655
29	13.2	5.8	21.3	2269	621	68	13.3	7.0	20.5	1916	651
30	13.2	6.1	20.8	2186	636	69	13.3	7.0	20.2	1917	659
31	13.2	5.4	19.9	2462	666	70	13.3	6.9	20.0	1935	666
32	13.2	5.5	20.4	2412	648	71	13.3	6.8	20.1	1965	663
33	13.2	6.1	43.8	2188	302	72	13.3	6.8	19.9	1951	671
34	13.2	7.6	48.3	1754	274	73	13.3	6.9	20.0	1937	667
35	13.2	7.3	39.3	1825	337	74	13.4	7.0	18.7	1912	713
36	13.2	7.5	39.1	1774	338	75	13.4	6.8	18.9	1975	708
37	13.2	5.9	19.9	2252	665	76	13.4	6.8	17.7	1977	758
38	13.2	6.0	22.9	2214	577	77	13.4	6.7	17.5	2011	764
39	13.2	5.8	27.6	2288	479	78	13.4	6.8	17.4	1980	771
40	13.2	5.7	28.4	2320	464	79	13.4	6.8	17.4	1981	771
41	13.6	7.0	22.3	1936	608	80	13.4	6.9	17.5	1947	764

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST10 - ST12</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	





## ALLEGATO 1

PROVA CROSS-HOLE						
Committente:	Regione Piemonte					
Cliente:	ABRATE				N.ro commessa:	1388
Progetto:	area Nuovo Palazzo Regionale				Data:	30/04/08
	Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello:	ST10 - ST12				Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: ASTM D 4428-M						

Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
3	1900	0.29	222	86	177
4	1900	0.24	217	87	142
5	1900	0.26	242	96	171
6	1900	0.28	283	111	211
7	1900	0.24	379	153	243
8	1900	0.27	305	121	217
9	1900	0.29	398	155	310
10	1900	0.29	412	160	326
11	1900	0.26	394	157	268
12	1900	0.24	274	110	176
13	1900	0.34	424	159	434
14	1900	0.37	442	162	555
15	1900	0.25	430	173	284
16	1900	0.29	422	163	337
17	1900	0.45	484	167	1668
18	1900	0.42	469	165	1033
19	1900	0.48	424	143	3301
20	1900	0.49	382	129	4444
21	1900	0.47	435	148	2878
22	1900	0.47	1759	600	8857
23	1900	0.47	1596	543	8945
24	1900	0.48	1485	503	10269
25	1900	0.48	1488	503	11258
26	1900	0.48	1707	578	11716
27	1900	0.48	1605	544	10704
28	1900	0.47	2011	684	11053
29	1900	0.46	2139	733	8804
30	1900	0.45	2235	769	8054
31	1900	0.46	2464	844	10396
32	1900	0.46	2330	797	9992
33	1900	0.49	517	174	8863
34	1900	0.49	424	143	5652
35	1900	0.48	640	216	6042
36	1900	0.48	644	217	5689
37	1900	0.45	2443	841	8518
38	1900	0.46	1854	634	8470
39	1900	0.48	1287	436	9362
40	2000	0.48	1276	431	10190
41	2000	0.45	2136	739	6510

Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
42	2000	0.44	2026	702	5945
43	2000	0.44	2202	765	6096
44	2000	0.44	2126	738	5890
45	2000	0.43	2360	822	6024
46	2000	0.44	2262	786	6075
47	2000	0.44	2302	801	6069
48	2000	0.43	2313	808	5634
49	2000	0.44	2321	808	6065
50	2000	0.44	2374	827	6141
51	2000	0.44	2264	788	5984
52	2000	0.43	2792	977	6600
53	2000	0.43	2607	910	6443
54	2000	0.44	2278	791	6253
55	2000	0.44	2285	795	6044
56	2000	0.44	2354	819	6200
57	2000	0.44	2336	813	6209
58	2000	0.43	2371	826	6056
59	2000	0.43	2446	853	6197
60	2000	0.43	2390	833	6050
61	2000	0.44	2384	829	6447
62	2000	0.43	2439	852	5861
63	2000	0.44	2393	834	6199
64	2000	0.44	2474	862	6343
65	2000	0.43	2618	915	6304
66	2000	0.43	2541	886	6409
67	2000	0.44	2463	857	6473
68	2000	0.43	2431	847	6213
69	2000	0.43	2490	869	6193
70	2000	0.43	2542	887	6303
71	2000	0.44	2522	878	6555
72	2000	0.43	2583	901	6412
73	2000	0.43	2551	890	6318
74	2000	0.42	2888	1017	5952
75	2000	0.43	2863	1004	6459
76	2000	0.41	3248	1149	6283
77	2000	0.42	3309	1169	6534
78	2000	0.41	3353	1189	6257
79	2000	0.41	3358	1190	6266
80	2000	0.41	3292	1168	6021

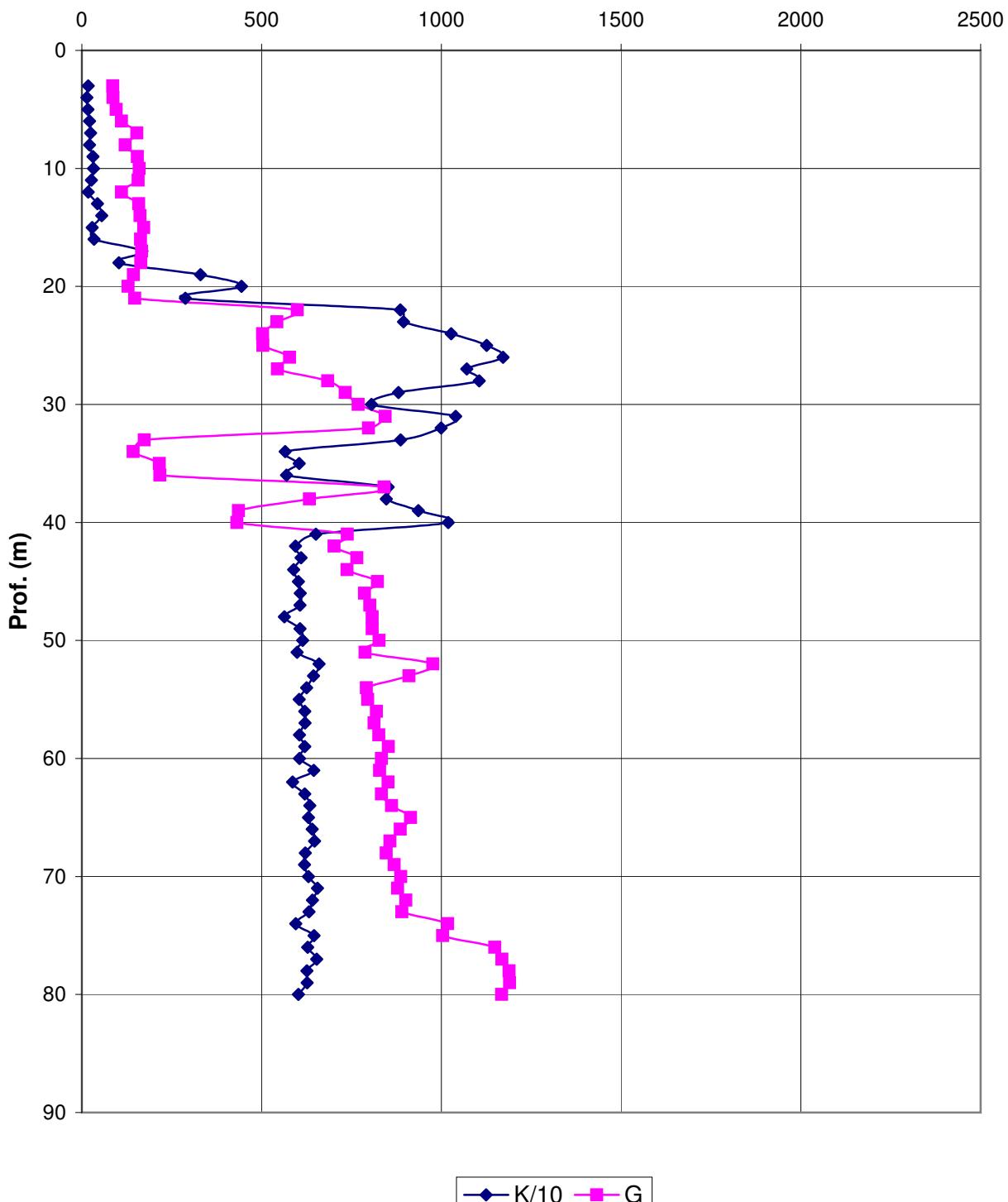
ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE		
Committente: <b>Regione Piemonte</b>		
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa:	1388
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data:	30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio		
Pannello: <b>ST10 - ST12</b>	Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>		

**MODULI**

MPa





ALLEGATO 1

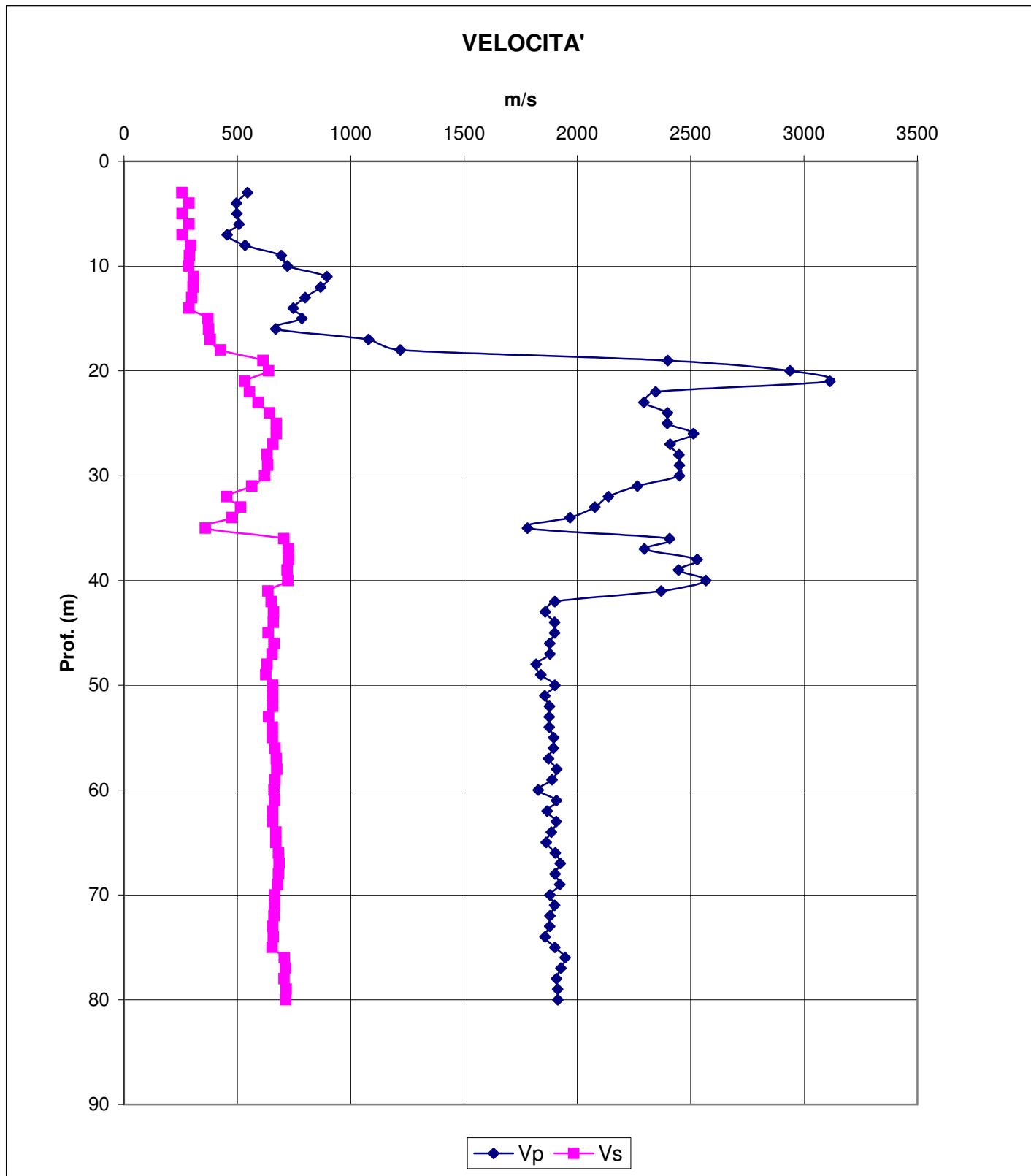
PROVA CROSS-HOLE					
<b>Committente:</b> Regione Piemonte					
<b>Cliente:</b> ABRATE		<b>N.ro commessa:</b>		1388	
<b>Progetto:</b> area Nuovo Palazzo Regionale		<b>Data:</b>		30/04/08	
<b>Torino - area ex Fiat Avio</b>					
<b>Pannello:</b> ST10 - ST13		<b>Profondità indagata:</b>		3,00 - 80,00	
<i>Norme di riferimento: ASTM D 4428-M</i>					

Prof	D 10-13	Tp	Ts	Vp	Vs	Prof	D 10-13	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s	m	m	ms	ms	m/s	m/s
3	14.2	26.1	55.6	544	256	42	14.3	7.5	22.0	1900	650
4	14.2	28.7	49.5	496	287	43	14.3	7.7	21.6	1858	660
5	14.2	28.6	55.4	498	257	44	14.3	7.5	21.6	1900	659
6	14.2	28.0	49.5	507	287	45	14.3	7.5	22.4	1899	636
7	14.2	31.2	55.4	455	256	46	14.3	7.6	21.6	1878	662
8	14.2	26.6	48.3	534	294	47	14.3	7.6	21.8	1879	653
9	14.2	20.5	49.3	694	288	48	14.3	7.8	22.6	1818	631
10	14.2	19.7	49.8	721	286	49	14.3	7.8	22.8	1839	626
11	14.2	15.9	46.4	896	307	50	14.3	7.5	21.7	1900	656
12	14.2	16.4	46.6	868	305	51	14.3	7.7	21.7	1856	656
13	14.2	17.8	47.5	799	299	52	14.3	7.6	21.7	1877	656
14	14.2	19.1	49.7	746	286	53	14.2	7.6	22.3	1876	638
15	14.3	18.2	38.5	785	370	54	14.2	7.6	21.7	1875	655
16	14.3	21.3	38.3	669	373	55	14.2	7.5	21.7	1896	655
17	14.3	13.2	37.5	1079	381	56	14.2	7.5	21.4	1895	666
18	14.3	11.7	33.6	1218	426	57	14.2	7.6	21.2	1872	672
19	14.3	6.0	23.3	2399	614	58	14.2	7.4	21.1	1909	675
20	14.3	4.9	22.4	2938	638	59	14.2	7.5	21.4	1888	666
21	14.3	4.6	26.8	3115	532	60	14.2	7.8	21.5	1827	662
22	14.3	6.1	25.8	2345	554	61	14.2	7.4	21.4	1908	665
23	14.3	6.2	24.2	2294	592	62	14.2	7.6	21.6	1866	656
24	14.3	6.0	22.3	2398	642	63	14.2	7.4	21.6	1907	656
25	14.3	6.0	21.2	2396	672	64	14.2	7.5	21.2	1885	670
26	14.3	5.7	21.2	2512	672	65	14.2	7.6	21.2	1863	670
27	14.3	5.9	21.7	2409	657	66	14.2	7.4	20.8	1903	682
28	14.3	5.8	22.6	2448	631	67	14.2	7.4	20.7	1924	685
29	14.3	5.8	22.5	2450	634	68	14.2	7.4	20.8	1901	681
30	14.3	5.8	23.0	2450	621	69	14.2	7.4	20.9	1923	678
31	14.3	6.3	25.3	2265	564	70	14.1	7.5	21.3	1878	665
32	14.3	6.7	31.5	2137	453	71	14.1	7.4	21.3	1899	665
33	14.3	6.9	27.7	2077	515	72	14.1	7.5	21.4	1878	662
34	14.3	7.3	30.0	1967	475	73	14.1	7.5	21.6	1878	656
35	14.3	8.0	39.7	1780	359	74	14.1	7.6	21.5	1857	659
36	14.3	5.9	20.2	2406	705	75	14.1	7.4	21.6	1900	654
37	14.3	6.2	19.7	2295	725	76	14.2	7.3	20.0	1946	708
38	14.3	5.6	19.7	2528	726	77	14.2	7.4	19.9	1927	713
39	14.3	5.8	19.8	2446	720	78	14.2	7.4	20.1	1908	707
40	14.3	5.6	19.7	2567	723	79	14.2	7.4	19.9	1913	715
41	14.3	6.0	22.5	2370	636	80	14.3	7.5	20.0	1914	714

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST10 - ST13</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	





## ALLEGATO 1

PROVA CROSS-HOLE						
Committente:	Regione Piemonte					
Cliente:	ABRATE				N.ro commessa:	1388
Progetto:	area Nuovo Palazzo Regionale				Data:	30/04/08
	Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello:	ST10 - ST13				Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: ASTM D 4428-M						

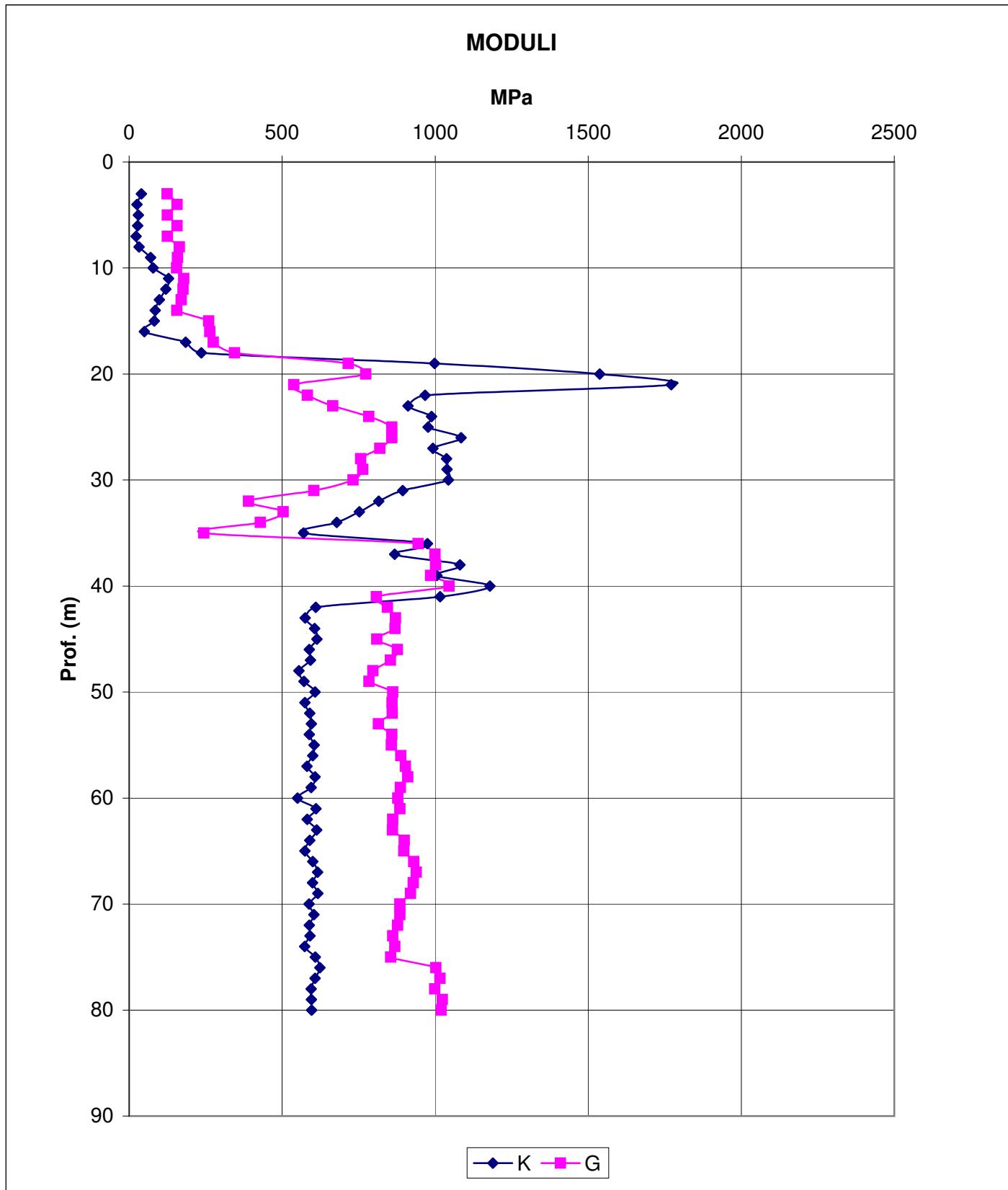
Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
3	1900	0.36	337	124	398
4	1900	0.25	391	157	258
5	1900	0.32	330	125	304
6	1900	0.26	396	156	280
7	1900	0.27	317	125	226
8	1900	0.28	422	164	322
9	1900	0.40	441	158	704
10	1900	0.41	436	155	781
11	1900	0.43	512	179	1286
12	1900	0.43	505	177	1195
13	1900	0.42	483	170	986
14	1900	0.41	441	156	850
15	1900	0.36	706	260	822
16	1900	0.27	673	264	498
17	1900	0.43	787	275	1845
18	1900	0.43	985	344	2362
19	1900	0.46	2099	716	9976
20	1900	0.48	2282	774	15374
21	1900	0.48	1599	538	17714
22	1900	0.47	1714	583	9671
23	1900	0.46	1948	665	9110
24	1900	0.46	2288	783	9882
25	1900	0.46	2502	858	9767
26	1900	0.46	2509	858	10844
27	1900	0.46	2391	819	9930
28	1900	0.46	2217	757	10374
29	1900	0.46	2237	764	10385
30	1900	0.47	2145	732	10431
31	1900	0.47	1772	604	8941
32	1900	0.48	1153	390	8157
33	1900	0.47	1478	504	7522
34	1900	0.47	1260	429	6782
35	1900	0.48	723	244	5695
36	1900	0.45	2745	945	9743
37	1900	0.44	2888	1000	8676
38	1900	0.46	2914	1001	10810
39	1900	0.45	2861	985	10058
40	2000	0.46	3046	1045	11785
41	2000	0.46	2361	808	10156

Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
42	2000	0.43	2421	844	6096
43	2000	0.43	2486	871	5747
44	2000	0.43	2487	869	6061
45	2000	0.44	2326	809	6135
46	2000	0.43	2504	876	5888
47	2000	0.43	2444	854	5922
48	2000	0.43	2282	797	5551
49	2000	0.43	2249	784	5716
50	2000	0.43	2468	862	6075
51	2000	0.43	2456	860	5745
52	2000	0.43	2460	860	5902
53	2000	0.43	2338	815	5954
54	2000	0.43	2455	858	5890
55	2000	0.43	2456	857	6044
56	2000	0.43	2537	887	5996
57	2000	0.43	2575	903	5809
58	2000	0.43	2602	911	6075
59	2000	0.43	2533	886	5950
60	2000	0.42	2501	878	5506
61	2000	0.43	2533	885	6102
62	2000	0.43	2463	861	5817
63	2000	0.43	2467	861	6127
64	2000	0.43	2567	899	5905
65	2000	0.43	2559	898	5742
66	2000	0.43	2652	930	6000
67	2000	0.43	2679	939	6155
68	2000	0.43	2648	928	5991
69	2000	0.43	2628	920	6167
70	2000	0.43	2528	885	5877
71	2000	0.43	2531	885	6034
72	2000	0.43	2507	877	5888
73	2000	0.43	2464	861	5908
74	2000	0.43	2479	868	5738
75	2000	0.43	2448	854	6081
76	2000	0.42	2854	1002	6235
77	2000	0.42	2886	1016	6075
78	2000	0.42	2836	998	5946
79	2000	0.42	2903	1023	5951
80	2000	0.42	2894	1020	5964

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST10 - ST13</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	





## ALLEGATO 1

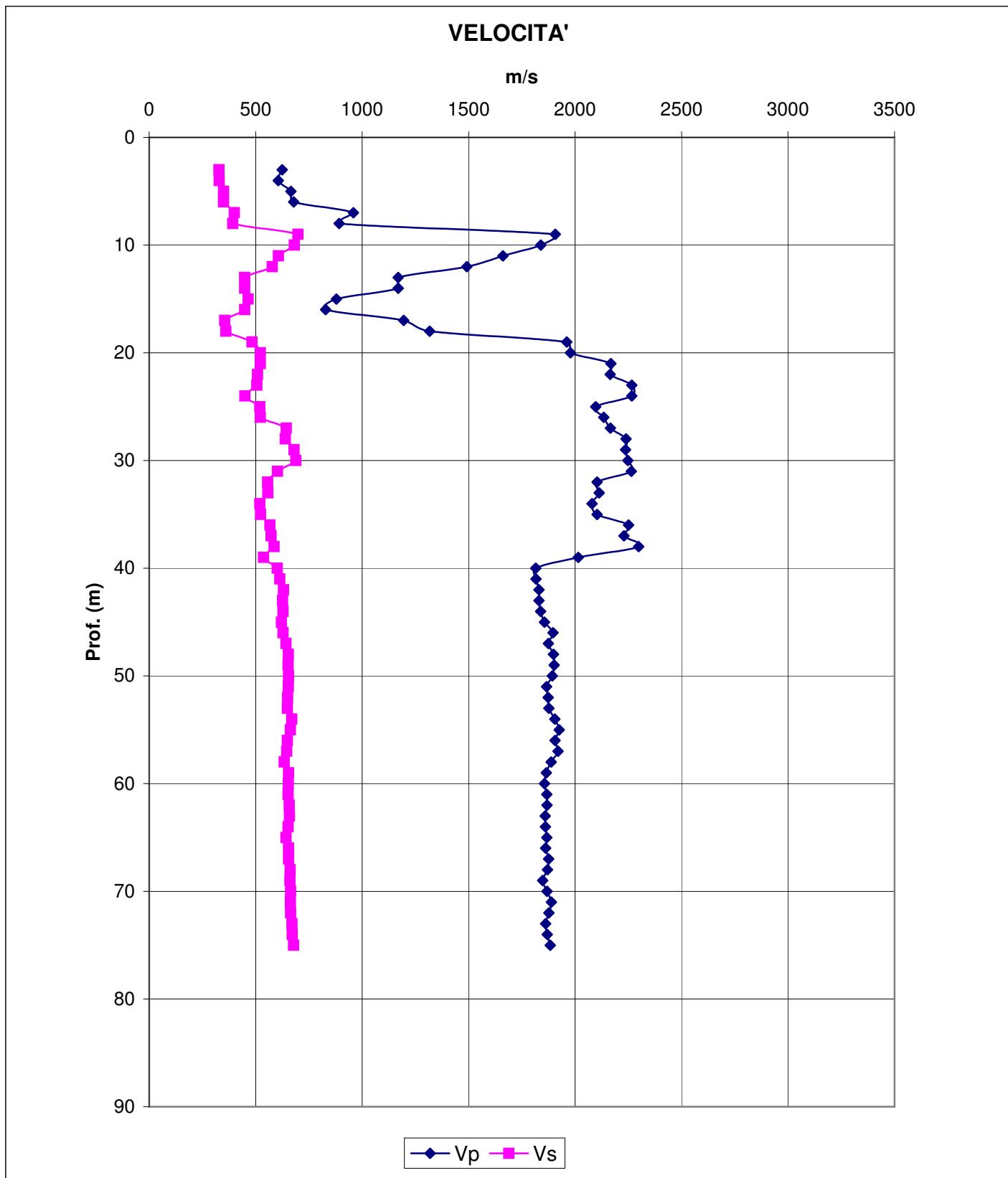
PROVA CROSS-HOLE					
Committente: <b>Regione Piemonte</b>					
Cliente: <b>ABRATE</b>			N.ro commessa:		
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>			Data:		
Torino - area ex Fiat Avio			Profondità indagata:		
Pannello: <b>ST11 - ST6</b>			3,00 - 75,00		
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>					

Prof	D 11-6	Tp	Ts	Vp	Vs	Prof	D 11-6	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s	m	m	ms	ms	m/s	m/s
3	16.5	26.4	50.3	624	327	42	16.5	9.0	26.1	1830	631
4	16.5	27.2	50.1	606	329	43	16.5	9.0	26.3	1830	627
5	16.5	24.7	47.1	665	349	44	16.5	9.0	26.2	1838	629
6	16.5	24.3	47.1	679	349	45	16.5	8.9	26.5	1856	621
7	16.5	17.2	41.1	959	401	46	16.5	8.7	26.2	1896	629
8	16.5	18.5	41.9	892	393	47	16.5	8.8	25.6	1875	643
9	16.5	8.6	23.6	1907	698	48	16.5	8.7	25.2	1899	654
10	16.5	9.0	24.2	1839	681	49	16.5	8.7	25.2	1902	652
11	16.5	9.9	27.1	1661	608	50	16.5	8.7	25.2	1893	654
12	16.5	11.1	28.5	1492	578	51	16.5	8.8	25.2	1866	653
13	16.5	14.1	36.8	1169	449	52	16.5	8.8	25.3	1873	650
14	16.5	14.1	36.8	1169	449	53	16.5	8.8	25.4	1876	649
15	16.5	18.8	35.5	879	464	54	16.5	8.7	24.6	1905	670
16	16.5	19.9	36.8	828	448	55	16.5	8.6	24.8	1925	664
17	16.5	13.8	46.4	1195	355	56	16.5	8.7	25.4	1906	650
18	16.5	12.5	45.7	1317	360	57	16.5	8.6	25.5	1920	646
19	16.4	8.4	34.0	1961	483	58	16.5	8.7	26.1	1888	634
20	16.4	8.3	31.5	1978	522	59	16.5	8.9	25.2	1865	655
21	16.4	7.6	31.5	2168	522	60	16.5	8.9	25.3	1856	654
22	16.4	7.6	32.2	2164	510	61	16.5	8.9	25.3	1867	653
23	16.4	7.2	32.5	2266	506	62	16.5	8.9	25.2	1868	657
24	16.4	7.2	36.5	2266	449	63	16.6	8.9	25.1	1859	659
25	16.4	7.8	31.6	2097	520	64	16.6	8.9	25.4	1860	653
26	16.4	7.7	31.4	2135	522	65	16.6	8.9	25.8	1867	643
27	16.4	7.6	25.5	2166	644	66	16.6	8.9	25.3	1862	654
28	16.4	7.3	25.7	2239	639	67	16.6	8.8	25.3	1876	655
29	16.4	7.3	24.2	2237	680	68	16.6	8.9	25.0	1870	662
30	16.4	7.3	23.8	2248	690	69	16.6	9.0	25.1	1848	661
31	16.4	7.3	27.3	2264	603	70	16.6	8.9	25.0	1868	664
32	16.4	7.8	29.5	2103	556	71	16.6	8.8	25.0	1889	663
33	16.4	7.8	29.4	2113	558	72	16.6	8.9	25.0	1877	665
34	16.4	7.9	31.6	2079	519	73	16.6	8.9	24.8	1861	671
35	16.4	7.8	31.4	2103	524	74	16.6	8.9	24.8	1869	672
36	16.4	7.3	28.9	2251	567	75	16.6	8.8	24.6	1883	678
37	16.4	7.4	28.7	2229	573						
38	16.4	7.1	28.0	2298	586						
39	16.4	8.2	30.6	2015	537						
40	16.4	9.1	27.3	1815	601						
41	16.5	9.1	26.8	1816	614						

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST11 - ST6</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 75,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	





ALLEGATO 1

PROVA CROSS-HOLE							
<b>Committente:</b> Regione Piemonte							
<b>Cliente:</b> ABRATE						N.ro commessa:	1388
<b>Progetto:</b> area Nuovo Palazzo Regionale						Data:	30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio							
<b>Pannello:</b> ST11 - ST6						Profondità indagata:	3,00 - 75,00
<i>Norme di riferimento: ASTM D 4428-M</i>							

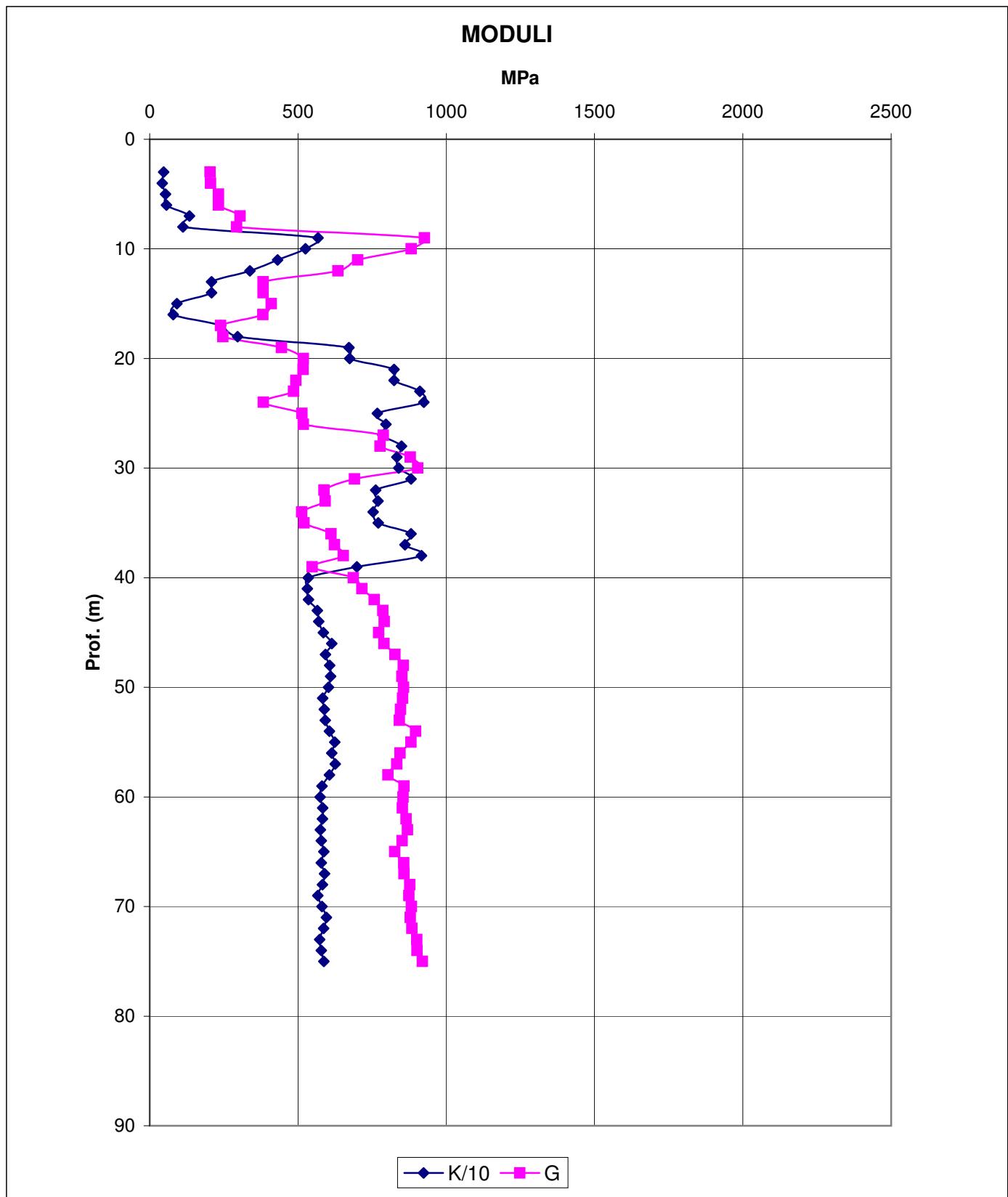
Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
3	1900	0.31	534	204	469
4	1900	0.29	530	205	425
5	1900	0.31	607	232	532
6	1900	0.32	612	232	566
7	1900	0.39	850	305	1339
8	1900	0.38	810	294	1119
9	1900	0.42	2637	927	5673
10	1900	0.42	2505	882	5253
11	1900	0.42	1996	701	4309
12	1900	0.41	1794	635	3382
13	1900	0.41	1082	383	2087
14	1900	0.41	1082	383	2087
15	1900	0.31	1071	410	920
16	1900	0.29	987	382	795
17	1900	0.45	695	239	2395
18	1900	0.46	720	247	2965
19	1900	0.47	1304	444	6716
20	1900	0.46	1515	518	6743
21	1900	0.47	1520	517	8241
22	1900	0.47	1451	493	8242
23	1900	0.47	1431	486	9110
24	1900	0.48	1135	384	9246
25	1900	0.47	1507	514	7672
26	1900	0.47	1522	518	7967
27	1900	0.45	2288	788	7860
28	1900	0.46	2262	777	8490
29	1900	0.45	2547	879	8332
30	1900	0.45	2618	904	8398
31	1900	0.46	2019	691	8815
32	1900	0.46	1721	588	7617
33	1900	0.46	1731	592	7695
34	1900	0.47	1503	512	7531
35	1900	0.47	1528	521	7708
36	1900	0.47	1794	612	8808
37	1900	0.46	1826	623	8609
38	1900	0.47	1914	653	9167
39	1900	0.46	1602	548	6984
40	1900	0.44	1977	687	5345
41	1900	0.44	2056	716	5314

Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
42	1900	0.43	2170	757	5354
43	2000	0.43	2255	786	5650
44	2000	0.43	2268	791	5699
45	2000	0.44	2219	772	5860
46	2000	0.44	2273	790	6136
47	2000	0.43	2370	827	5928
48	2000	0.43	2450	855	6069
49	2000	0.43	2439	851	6100
50	2000	0.43	2453	856	6026
51	2000	0.43	2441	853	5829
52	2000	0.43	2422	846	5888
53	2000	0.43	2413	842	5919
54	2000	0.43	2564	897	6059
55	2000	0.43	2524	881	6240
56	2000	0.43	2422	844	6138
57	2000	0.44	2394	834	6259
58	2000	0.44	2308	803	6056
59	2000	0.43	2452	858	5810
60	2000	0.43	2443	855	5748
61	2000	0.43	2438	852	5833
62	2000	0.43	2471	864	5825
63	2000	0.43	2483	869	5754
64	2000	0.43	2436	852	5786
65	2000	0.43	2368	827	5869
66	2000	0.43	2449	857	5789
67	2000	0.43	2454	858	5894
68	2000	0.43	2507	878	5827
69	2000	0.43	2493	874	5664
70	2000	0.43	2521	883	5805
71	2000	0.43	2513	879	5961
72	2000	0.43	2525	884	5864
73	2000	0.43	2568	901	5728
74	2000	0.43	2572	902	5783
75	2000	0.43	2621	919	5868

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST11 - ST6</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 75,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	





ALLEGATO 1

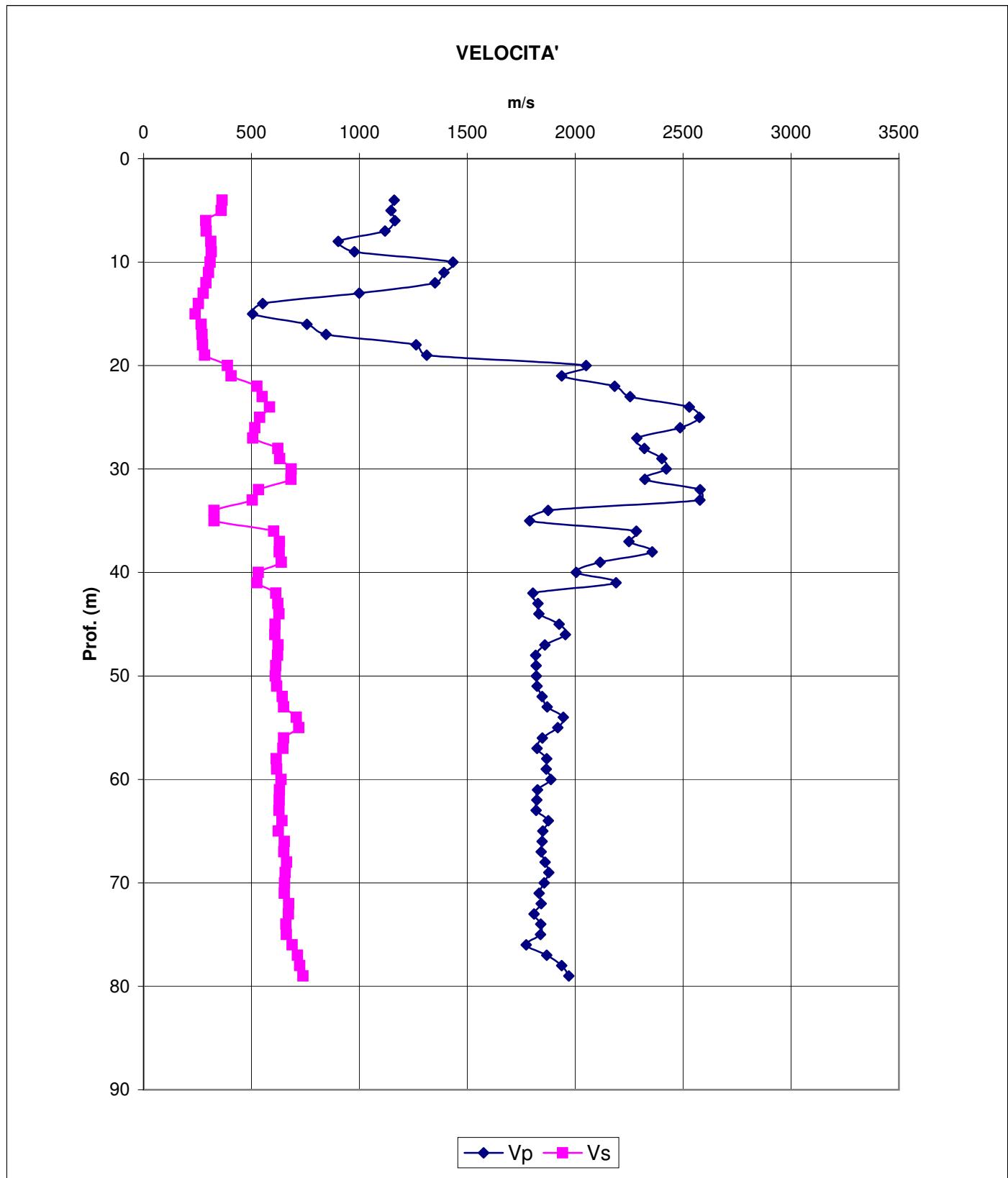
PROVA CROSS-HOLE					
<i>Committente:</i> Regione Piemonte					
<i>Cliente:</i> ABRATE				N.ro commessa:	1388
<i>Progetto:</i> area Nuovo Palazzo Regionale				Data:	30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello: ST11 - ST9				Profondità indagata:	4,00 - 79,00
<i>Norme di riferimento: ASTM D 4428-M</i>					

Prof	D 11-9	Tp	Ts	Vp	Vs	Prof	D 11-9	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s	m	m	ms	ms	m/s	m/s
4	11.5	9.9	31.5	1161	364	43	11.7	6.4	18.9	1828	622
5	11.5	10.0	32.0	1146	359	44	11.8	6.4	18.7	1832	628
6	11.5	9.9	40.0	1164	288	45	11.8	6.1	19.3	1926	610
7	11.5	10.3	39.8	1119	290	46	11.8	6.0	19.4	1954	608
8	11.6	12.8	37.1	901	311	47	11.8	6.3	18.9	1860	624
9	11.6	11.8	36.9	977	314	48	11.8	6.5	19.0	1816	621
10	11.6	8.1	37.6	1434	308	49	11.8	6.5	19.3	1819	613
11	11.6	8.4	38.6	1392	301	50	11.8	6.5	19.4	1820	610
12	11.6	8.6	40.3	1350	289	51	11.8	6.5	19.2	1823	617
13	11.7	11.7	42.2	999	276	52	11.9	6.4	18.5	1846	642
14	11.6	21.1	45.9	552	254	53	11.9	6.3	18.3	1870	649
15	11.7	23.1	48.8	505	239	54	11.9	6.1	16.8	1944	707
16	11.6	15.4	43.7	757	267	55	11.9	6.2	16.5	1919	719
17	11.7	13.8	43.0	846	271	56	11.9	6.4	18.3	1848	649
18	11.7	9.2	42.7	1263	273	57	11.9	6.5	18.4	1823	645
19	11.7	8.9	41.3	1312	283	58	11.9	6.3	19.3	1868	615
20	11.7	5.7	30.1	2050	389	59	11.8	6.3	19.2	1865	616
21	11.7	6.0	28.8	1937	405	60	11.8	6.3	18.5	1887	637
22	11.7	5.4	22.3	2183	525	61	11.8	6.5	18.7	1826	630
23	11.7	5.2	21.3	2254	550	62	11.8	6.5	18.7	1823	629
24	11.7	4.6	20.1	2529	584	63	11.8	6.5	18.7	1818	627
25	11.7	4.6	21.8	2576	538	64	11.7	6.3	18.3	1875	641
26	11.7	4.7	22.7	2486	516	65	11.7	6.3	18.7	1850	624
27	11.7	5.1	23.2	2286	506	66	11.7	6.3	17.9	1847	652
28	11.7	5.1	18.9	2321	622	67	11.7	6.3	17.9	1843	650
29	11.7	4.9	18.6	2402	631	68	11.6	6.3	17.5	1860	663
30	11.7	4.8	17.1	2422	685	69	11.6	6.2	17.7	1878	656
31	11.7	5.0	17.1	2323	684	70	11.6	6.3	17.8	1856	653
32	11.7	4.5	22.0	2579	532	71	11.6	6.3	17.8	1832	652
33	11.7	4.5	23.2	2577	504	72	11.6	6.3	17.2	1842	672
34	11.7	6.2	35.9	1875	327	73	11.6	6.4	17.2	1809	672
35	11.7	6.5	35.9	1789	327	74	11.6	6.3	17.5	1840	660
36	11.7	5.1	19.4	2283	603	75	11.6	6.3	17.5	1839	662
37	11.7	5.2	18.6	2249	630	76	11.6	6.5	16.8	1773	688
38	11.7	5.0	18.6	2357	629	77	11.5	6.2	16.2	1868	713
39	11.7	5.5	18.3	2116	639	78	11.5	6.0	15.9	1937	723
40	11.7	5.8	22.0	2005	532	79	11.5	5.8	15.6	1970	739
41	11.7	5.4	22.3	2190	525						
42	11.7	6.5	19.2	1804	613						

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE		
Committente: <b>Regione Piemonte</b>		
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa:	1388
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data:	30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio		
Pannello: <b>ST11 - ST9</b>	Profondità indagata:	4,00 - 79,00
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>		





ALLEGATO 1

PROVA CROSS-HOLE							
<b>Committente:</b> Regione Piemonte				<b>N.ro commessa:</b> 1388			
<b>Cliente:</b> ABRATE				<b>Data:</b> 30/04/08			
<b>Progetto:</b> area Nuovo Palazzo Regionale							
Torino - area ex Fiat Avio							
<b>Pannello:</b> ST11 - ST9				<b>Profondità indagata:</b> 4,00 - 79,00			
<i>Norme di riferimento: ASTM D 4428-M</i>							

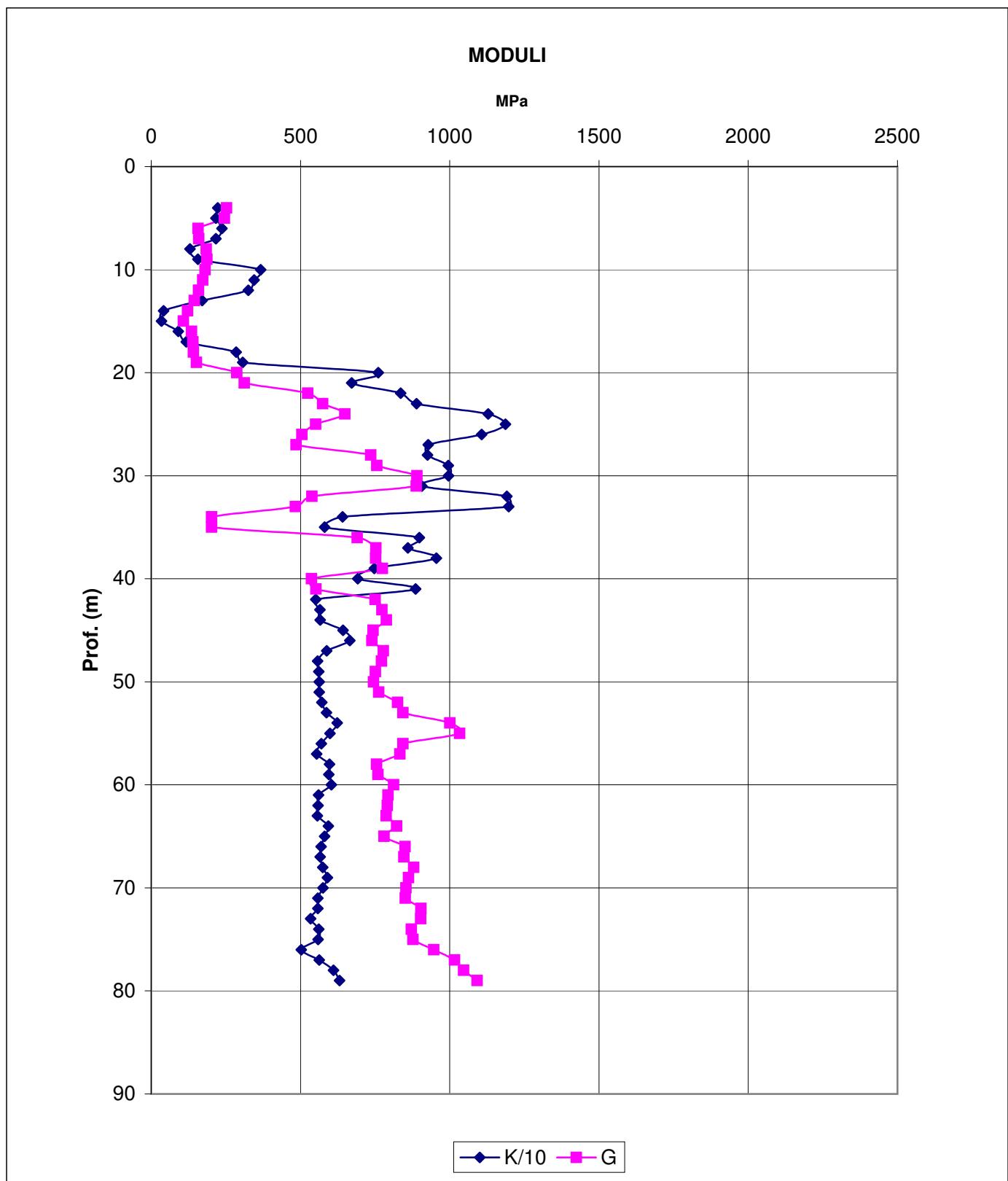
Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
4	1900	0.45	729	252	2224
5	1900	0.45	709	245	2169
6	1900	0.47	462	157	2366
7	1900	0.46	468	160	2166
8	1900	0.43	528	184	1298
9	1900	0.44	540	187	1564
10	1900	0.48	533	181	3665
11	1900	0.48	509	173	3449
12	1900	0.48	468	159	3253
13	1900	0.46	422	145	1702
14	1900	0.37	334	122	416
15	1900	0.36	294	108	340
16	1900	0.43	386	135	909
17	1900	0.44	403	140	1172
18	1900	0.48	417	141	2842
19	1900	0.48	448	152	3068
20	1900	0.48	850	287	7606
21	1900	0.48	922	312	6715
22	1900	0.47	1542	525	8354
23	1900	0.47	1687	574	8890
24	1900	0.47	1909	648	11289
25	1900	0.48	1628	551	11870
26	1900	0.48	1493	505	11068
27	1900	0.47	1432	486	9278
28	1900	0.46	2150	736	9252
29	1900	0.46	2212	756	9953
30	1900	0.46	2594	890	9956
31	1900	0.45	2580	888	9068
32	1900	0.48	1592	539	11917
33	1900	0.48	1430	483	11976
34	1900	0.48	602	203	6408
35	1900	0.48	601	203	5810
36	1900	0.46	2018	690	8981
37	1900	0.46	2195	753	8602
38	1900	0.46	2199	752	9553
39	1900	0.45	2247	775	7471
40	1900	0.46	1571	537	6918
41	2000	0.47	1623	552	8853
42	2000	0.43	2154	751	5509

Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m³		MPa	MPa	MPa
43	2000	0.43	2219	773	5651
44	2000	0.43	2258	788	5661
45	2000	0.44	2148	744	6425
46	2000	0.45	2140	740	6651
47	2000	0.44	2236	778	5881
48	2000	0.43	2212	771	5570
49	2000	0.44	2158	751	5613
50	2000	0.44	2141	745	5629
51	2000	0.44	2188	762	5630
52	2000	0.43	2363	826	5717
53	2000	0.43	2414	843	5870
54	2000	0.42	2850	1001	6227
55	2000	0.42	2932	1034	5985
56	2000	0.43	2412	844	5703
57	2000	0.43	2380	833	5539
58	2000	0.44	2175	755	5975
59	2000	0.44	2187	760	5945
60	2000	0.44	2333	812	6037
61	2000	0.43	2274	794	5607
62	2000	0.43	2266	791	5588
63	2000	0.43	2255	787	5563
64	2000	0.43	2359	823	5936
65	2000	0.44	2240	780	5805
66	2000	0.43	2430	850	5688
67	2000	0.43	2418	846	5662
68	2000	0.43	2511	880	5746
69	2000	0.43	2466	862	5903
70	2000	0.43	2441	854	5750
71	2000	0.43	2429	851	5580
72	2000	0.42	2572	903	5581
73	2000	0.42	2564	903	5340
74	2000	0.43	2486	871	5612
75	2000	0.43	2501	877	5592
76	2000	0.41	2673	947	5027
77	2000	0.41	2875	1016	5628
78	2000	0.42	2971	1047	6109
79	2000	0.42	3098	1092	6307

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST11 - ST9</b>	Profondità indagata: <b>4,00 - 79,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	



ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE					
<i>Committente: Regione Piemonte</i>					
Cliente: ABRATE				N.ro commessa:	1388
Progetto: area Nuovo Palazzo Regionale				Data:	30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio					
Pannello: ST12 - ST9				Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: ASTM D 4428-M					

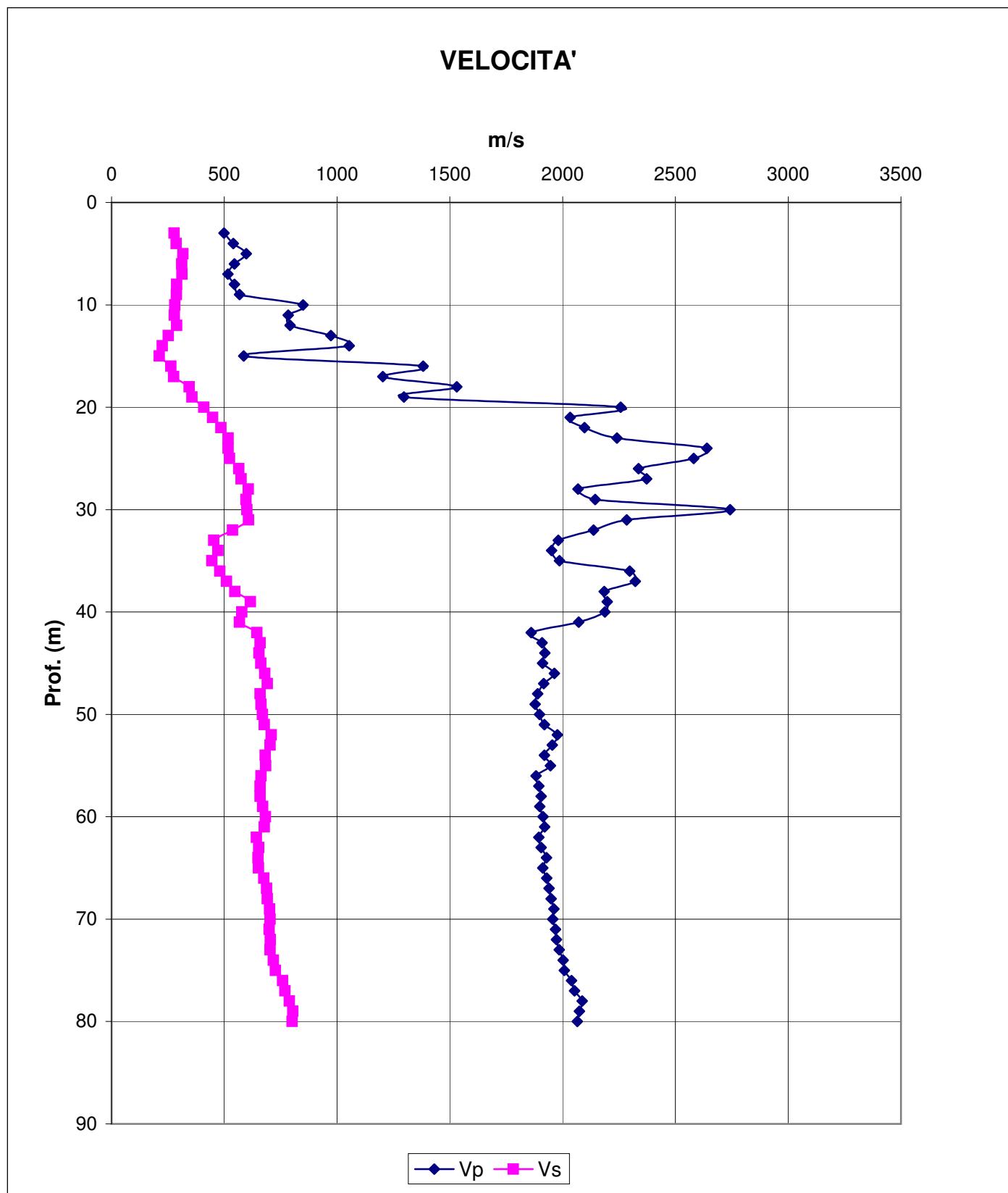
Prof	D 10-13	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s
3	13.6	27.2	48.9	499	278
4	13.6	25.2	47.4	539	287
5	13.6	22.8	43.0	597	316
6	13.6	25.0	43.7	544	311
7	13.6	26.3	43.4	516	313
8	13.6	25.0	47.2	545	288
9	13.6	24.0	47.3	568	288
10	13.6	16.1	48.6	849	281
11	13.6	17.4	49.0	784	278
12	13.6	17.2	47.2	791	289
13	13.6	14.0	54.1	973	252
14	13.6	13.0	60.7	1053	225
15	13.6	23.3	64.5	586	212
16	13.7	9.9	51.9	1381	263
17	13.7	11.4	49.7	1203	275
18	13.7	8.9	39.8	1530	344
19	13.7	10.6	38.4	1296	357
20	13.7	6.1	33.5	2257	409
21	13.7	6.7	30.5	2033	449
22	13.7	6.5	28.3	2097	485
23	13.7	6.1	26.5	2240	517
24	13.7	5.2	26.5	2640	517
25	13.7	5.3	26.3	2582	523
26	13.7	5.9	24.3	2336	565
27	13.7	5.8	23.9	2373	575
28	13.8	6.6	22.7	2068	606
29	13.8	6.4	23.1	2144	596
30	13.8	5.0	23.0	2742	600
31	13.8	6.0	22.7	2284	608
32	13.8	6.5	25.7	2137	537
33	13.8	7.0	30.4	1981	454
34	13.8	7.1	29.3	1951	472
35	13.8	7.0	31.1	1986	445
36	13.8	6.0	28.9	2297	480
37	13.9	6.0	27.2	2322	510
38	13.9	6.4	25.4	2184	546
39	13.9	6.3	22.6	2198	616
40	13.9	6.4	24.1	2187	578
41	13.4	6.5	23.6	2071	567

Prof	D 10-13	Tp	Ts	Vp	Vs
m	m	ms	ms	m/s	m/s
42	14.0	7.5	21.7	1861	644
43	14.0	7.3	21.3	1909	659
44	14.0	7.3	21.5	1922	653
45	14.1	7.4	21.3	1911	662
46	14.1	7.2	20.8	1963	679
47	14.1	7.4	20.5	1916	690
48	14.2	7.5	21.5	1889	659
49	14.2	7.6	21.4	1878	663
50	14.2	7.5	21.2	1898	670
51	14.2	7.4	21.0	1919	677
52	14.3	7.2	20.1	1976	708
53	14.3	7.3	20.3	1954	703
54	14.3	7.5	21.0	1919	682
55	14.4	7.4	21.0	1946	683
56	14.4	7.7	21.7	1882	663
57	14.5	7.6	22.0	1895	659
58	14.5	7.6	22.1	1905	659
59	14.6	7.7	21.8	1899	670
60	14.7	7.7	21.5	1913	683
61	14.8	7.7	21.8	1920	678
62	14.9	7.9	23.2	1894	642
63	15.0	7.9	23.0	1905	652
64	15.1	7.8	23.2	1928	649
65	15.1	7.9	23.2	1911	652
66	15.2	7.9	22.5	1929	676
67	15.3	7.9	22.2	1940	687
68	15.3	7.9	22.2	1949	690
69	15.4	7.8	22.0	1961	701
70	15.4	7.9	22.0	1957	704
71	15.5	7.9	22.2	1969	699
72	15.6	7.9	22.1	1973	704
73	15.6	7.9	22.3	1985	703
74	15.7	7.8	21.9	2002	717
75	15.8	7.9	21.7	2007	726
76	15.9	7.8	20.9	2039	759
77	15.9	7.8	20.7	2053	769
78	16.0	7.7	20.3	2087	788
79	16.1	7.8	20.0	2074	804
80	16.2	7.8	20.2	2066	801

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE	
Committente: <b>Regione Piemonte</b>	
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa: <b>1388</b>
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data: <b>30/04/08</b>
Torino - area ex Fiat Avio	
Pannello: <b>ST12 - ST9</b>	Profondità indagata: <b>3,00 - 80,00</b>
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>	



ALLEGATO 1



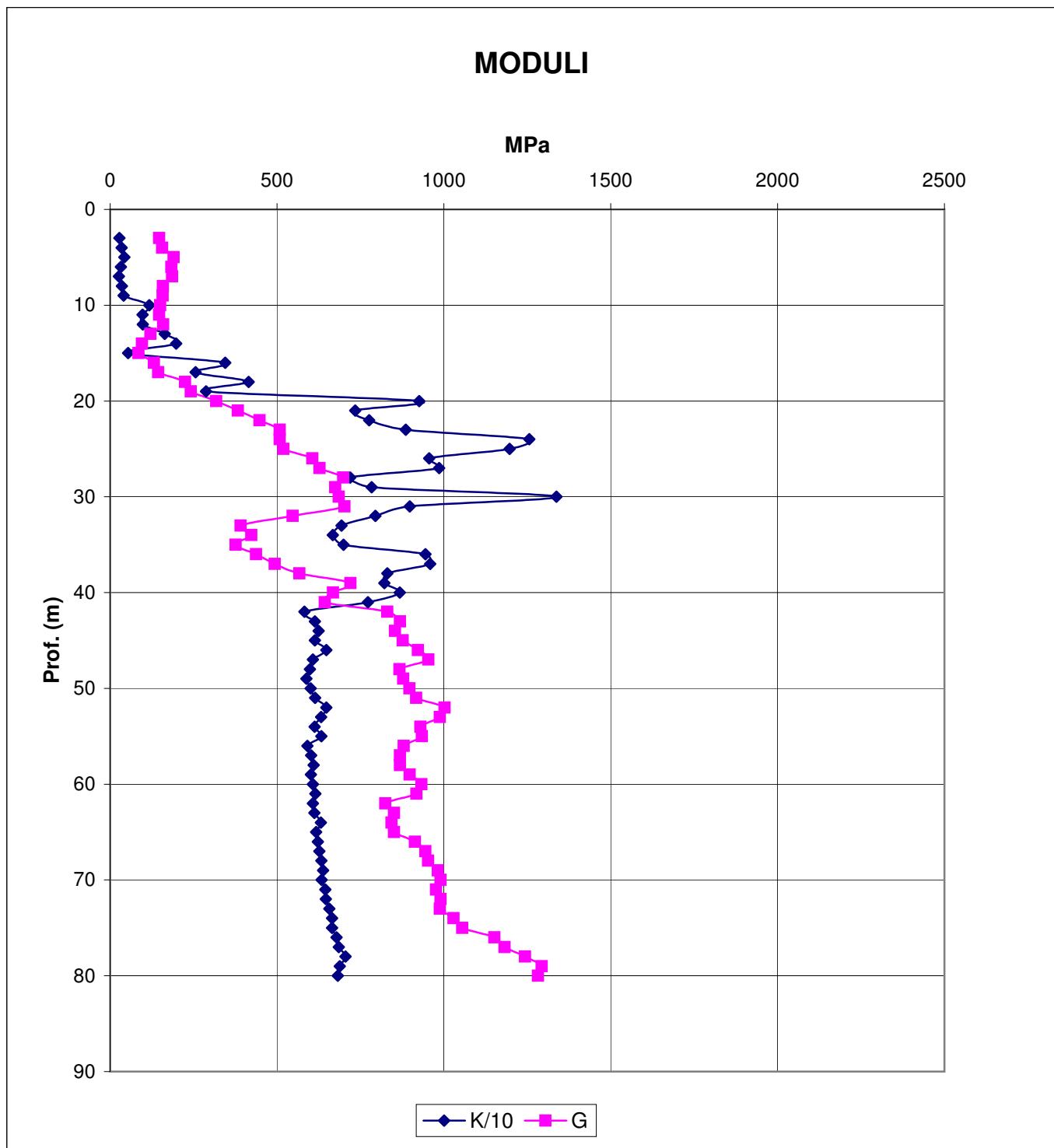
PROVA CROSS-HOLE									
<b>Committente:</b> Regione Piemonte									
<b>Cliente:</b> ABRATE		<b>N.ro commessa:</b>		1388					
<b>Progetto:</b> area Nuovo Palazzo Regionale		<b>Data:</b>		30/04/08					
<b>Torino - area ex Fiat Avio</b>									
<b>Pannello:</b> ST12 - ST9		<b>Profondità indagata:</b>		3,00 - 80,00					
<i>Norme di riferimento: ASTM D 4428-M</i>									

Prof.	ro	poisson	E	G	K	Prof.	ro	poisson	E	G	K
m	kg/m <sup>3</sup>		MPa	MPa	MPa	m	kg/m <sup>3</sup>		MPa	MPa	MPa
3	1900	0.27	374	147	277	42	2000	0.43	2379	831	5819
4	1900	0.30	407	156	344	43	2000	0.43	2489	869	6131
5	1900	0.30	496	190	423	44	2000	0.43	2449	853	6246
6	1900	0.26	462	184	318	45	2000	0.43	2512	877	6132
7	1900	0.21	450	186	258	46	2000	0.43	2641	922	6481
8	1900	0.31	413	158	353	47	2000	0.43	2718	953	6073
9	1900	0.33	417	157	403	48	2000	0.43	2482	867	5983
10	1900	0.44	431	150	1171	49	2000	0.43	2509	878	5881
11	1900	0.43	421	147	971	50	2000	0.43	2563	897	6006
12	1900	0.42	452	159	978	51	2000	0.43	2622	917	6144
13	1900	0.46	354	121	1636	52	2000	0.43	2859	1002	6476
14	1900	0.48	283	96	1980	53	2000	0.43	2817	988	6319
15	1900	0.42	243	85	538	54	2000	0.43	2655	930	6124
16	1900	0.48	390	132	3450	55	2000	0.43	2671	934	6325
17	1900	0.47	424	144	2558	56	2000	0.43	2515	880	5908
18	1900	0.47	663	225	4150	57	2000	0.43	2487	869	6022
19	1900	0.46	706	242	2871	58	2000	0.43	2488	869	6097
20	1900	0.48	942	318	9259	59	2000	0.43	2566	898	6013
21	1900	0.47	1128	382	7344	60	2000	0.43	2662	933	6077
22	1900	0.47	1318	448	7760	61	2000	0.43	2624	918	6148
23	1900	0.47	1496	508	8859	62	2000	0.44	2366	824	6076
24	1900	0.48	1505	509	12560	63	2000	0.43	2440	851	6123
25	1900	0.48	1535	519	11970	64	2000	0.44	2422	843	6312
26	1900	0.47	1780	606	9561	65	2000	0.43	2439	850	6173
27	1900	0.47	1844	628	9860	66	2000	0.43	2612	913	6224
28	1900	0.45	2031	699	7195	67	2000	0.43	2698	945	6268
29	1900	0.46	1967	674	7833	68	2000	0.43	2723	953	6325
30	1900	0.47	2020	685	13375	69	2000	0.43	2802	982	6384
31	1900	0.46	2053	702	8978	70	2000	0.43	2823	990	6337
32	1900	0.47	1604	547	7949	71	2000	0.43	2791	977	6450
33	1900	0.47	1151	391	6932	72	2000	0.43	2827	990	6463
34	1900	0.47	1243	423	6671	73	2000	0.43	2822	988	6564
35	1900	0.47	1109	376	6990	74	2000	0.43	2935	1029	6646
36	1900	0.48	1292	437	9445	75	2000	0.42	3008	1056	6651
37	1900	0.47	1455	493	9589	76	2000	0.42	3269	1151	6782
38	1900	0.47	1664	567	8308	77	2000	0.42	3352	1182	6853
39	1900	0.46	2099	720	8220	78	2000	0.42	3522	1243	7050
40	2000	0.46	1954	668	8676	79	2000	0.41	3651	1293	6882
41	2000	0.46	1878	643	7722	80	2000	0.41	3620	1282	6823

ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE		
Committente: <b>Regione Piemonte</b>		
Cliente: <b>ABRATE</b>	N.ro commessa:	1388
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>	Data:	30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio		
Pannello: <b>ST12 - ST9</b>	Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: <b>ASTM D 4428-M</b>		





ALLEGATO 1

PROVA CROSS-HOLE						
Committente:	Regione Piemonte					
Cliente:	ABRATE					
Progetto:	area Nuovo Palazzo Regionale					
Torino - area ex Fiat Avio						
Pannello:	-					
Norme di riferimento:	ASTM D 4428-M					
					Profondità indagata:	3,00 - 80,00
					Data:	30/04/08
					N.ro commessa:	1388

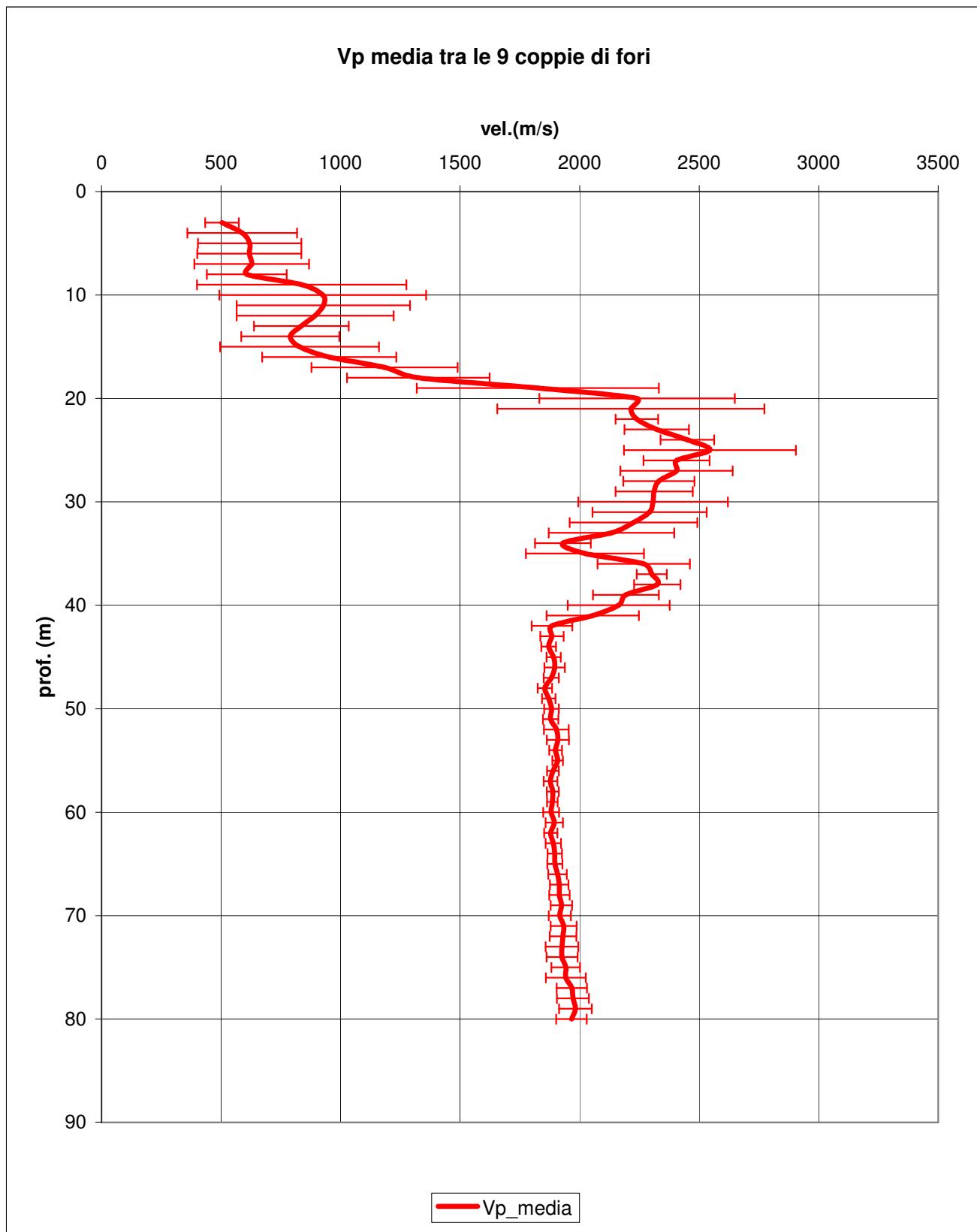
Onde P media tra le 9 coppie di fori					
Prof.	Vp med.	Dev.st.	Prof.	Vp med.	Dev.st
m	m/s	m/s	m	m/s	m/s
3	504	70	42	1884	85
4	588	230	43	1884	49
5	620	216	44	1871	31
6	618	218	45	1891	29
7	628	240	46	1895	43
8	607	167	47	1882	32
9	837	438	48	1855	30
10	925	433	49	1870	28
11	928	363	50	1882	31
12	893	329	51	1879	32
13	836	198	52	1902	52
14	789	205	53	1909	46
15	828	332	54	1899	26
16	952	281	55	1908	22
17	1184	306	56	1888	25
18	1325	298	57	1878	28
19	1825	506	58	1888	25
20	2240	409	59	1886	22
21	2214	559	60	1881	33
22	2239	89	61	1894	36
23	2323	135	62	1879	27
24	2450	112	63	1890	32
25	2545	360	64	1896	30
26	2405	138	65	1897	31
27	2405	235	66	1907	38
28	2332	149	67	1915	39
29	2312	161	68	1915	42
30	2307	313	69	1924	45
31	2292	239	70	1917	46
32	2226	267	71	1933	54
33	2133	262	72	1930	56
34	1930	116	73	1926	68
35	2022	247	74	1926	65
36	2268	193	75	1942	60
37	2302	63	76	1942	84
38	2325	97	77	1967	63
39	2193	138	78	1972	67
40	2163	213	79	1982	68
41	2055	193	80	1966	64

Onde S media tra le 9 coppie di fori					
Prof.	Vpmed	Dev.st.	Prof.	Vs med.	Dev.st
m	m/s	m/s	m	m/s	m/s
3	282	32	42	633	24
4	296	40	43	640	21
5	305	38	44	629	21
6	300	29	45	625	27
7	305	25	46	624	40
8	298	19	47	640	27
9	324	51	48	637	20
10	324	45	49	639	23
11	336	49	50	644	25
12	333	49	51	643	25
13	327	80	52	654	34
14	339	76	53	650	26
15	351	88	54	654	28
16	337	65	55	655	31
17	324	51	56	644	21
18	340	60	57	642	22
19	385	107	58	643	19
20	447	105	59	648	20
21	449	77	60	650	16
22	523	74	61	652	16
23	561	70	62	652	20
24	558	76	63	648	19
25	557	73	64	650	26
26	577	74	65	655	20
27	594	58	66	665	16
28	614	55	67	675	26
29	601	56	68	683	32
30	600	111	69	685	30
31	593	107	70	688	34
32	527	95	71	690	38
33	453	102	72	697	39
34	413	99	73	698	40
35	495	141	74	703	40
36	591	118	75	712	44
37	658	82	76	733	30
38	662	82	77	742	28
39	621	81	78	741	43
40	602	74	79	747	41
41	609	43	80	737	45

## ALLEGATO 1



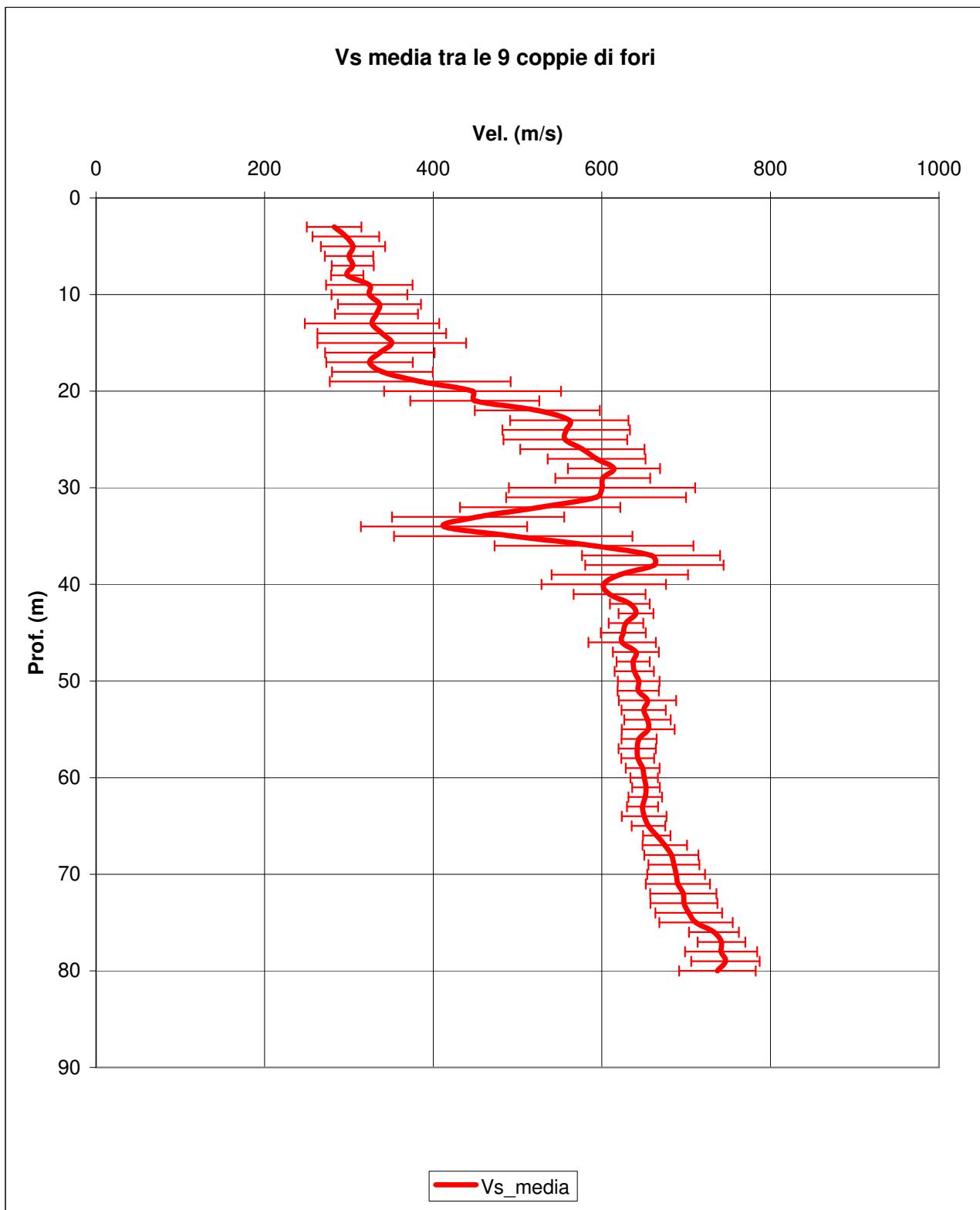
PROVA CROSS-HOLE			
Committente: <b>Regione Piemonte</b>		N.ro commessa:	1388
Cliente: <b>ABRATE</b>		Data:	30/04/08
Progetto: <b>area Nuovo Palazzo Regionale</b>			
Torino - area ex Fiat Avio			
Pannello: -		Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: ASTM D 4428-M			



## ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE			
Committente: Regione Piemonte		N.ro commessa:	1388
Cliente: ABRATE		Data:	30/04/08
Progetto: area Nuovo Palazzo Regionale			
Torino - area ex Fiat Avio			
Pannello: -		Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: ASTM D 4428-M			



ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE						
Committente:	Regione Piemonte					
Cliente:	ABRATE				N.ro commessa:	1388
Progetto:	area Nuovo Palazzo Regionale				Data:	30/04/08
Torino - area ex Fiat Avio						
Pannello:	-				Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento:						
						ASTM D 4428-M

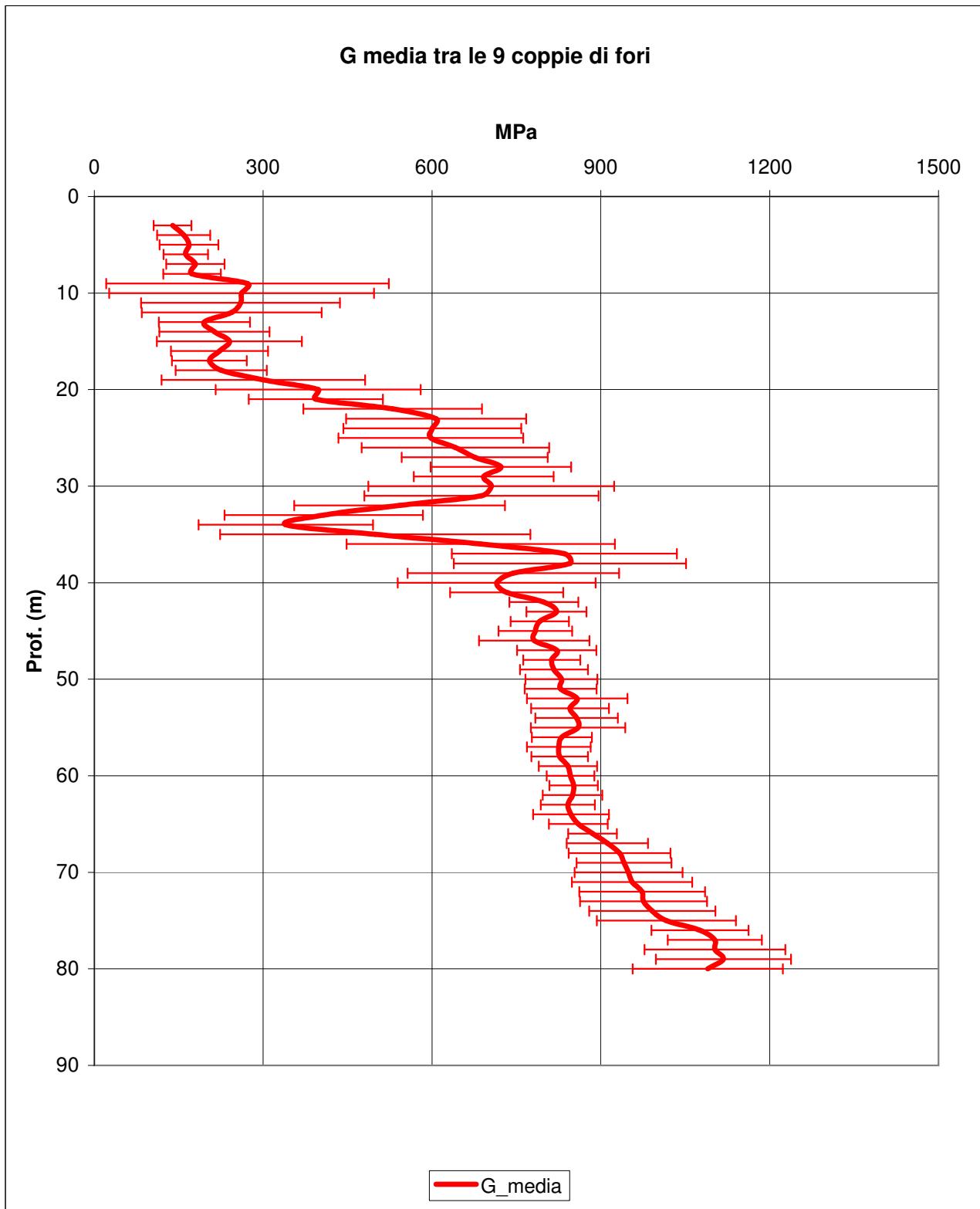
Modulo k medio tra le 9 coppie di fori					
Prof.	k medio	Dev.st.	Prof.	k medio	Dev.st
m	Mpa	Mpa	m	Mpa	Mpa
3	305	98	42	6010	664
4	535	646	43	6009	358
5	585	612	44	5945	198
6	590	678	45	6111	257
7	607	684	46	6146	285
8	517	397	47	5987	167
9	1293	1702	48	5797	215
10	1594	1698	49	5909	160
11	1512	1389	50	5982	172
12	1374	1141	51	5959	198
13	1133	610	52	6099	328
14	971	649	53	6162	356
15	1169	1101	54	6073	168
16	1559	1051	55	6134	155
17	2547	1564	56	6026	213
18	3186	1506	57	5956	222
19	6363	3366	58	6027	159
20	9285	3431	59	5993	164
21	9319	4781	60	5949	247
22	8834	635	61	6038	264
23	9471	1231	62	5931	174
24	10629	1000	63	6021	224
25	11727	3716	64	6062	209
26	10170	1191	65	6049	207
27	10185	2276	66	6099	265
28	9403	1239	67	6119	264
29	9275	1440	68	6096	241
30	9337	2443	69	6151	269
31	9164	1683	70	6086	267
32	8809	2005	71	6202	322
33	8219	2184	72	6160	334
34	6647	795	73	6129	428
35	7207	1622	74	6105	385
36	8923	1286	75	6193	347
37	8960	447	76	6121	541
38	9156	730	77	6275	403
39	8180	1071	78	6314	403
40	8250	1897	79	6375	423
41	7400	1632	80	6283	382

Modulo G medio tra le 9 coppie di fori					
Prof.	Gmed	Dev.st.	Prof.	Gmed	Dev.st
m	Mpa	Mpa	m	Mpa	Mpa
3	139	34	42	799	61
4	159	47	43	821	53
5	168	52	44	791	52
6	162	40	45	784	65
7	180	52	46	782	98
8	173	51	47	822	70
9	272	251	48	813	51
10	262	235	49	817	60
11	260	177	50	830	64
12	244	160	51	828	64
13	195	81	52	858	89
14	213	98	53	845	69
15	240	129	54	857	73
16	222	86	55	860	84
17	204	67	56	831	53
18	225	81	57	825	57
19	300	181	58	827	50
20	398	182	59	842	52
21	394	119	60	846	42
22	530	159	61	852	43
23	607	160	62	850	53
24	601	158	63	841	48
25	598	164	64	847	67
26	642	166	65	860	52
27	676	130	66	885	43
28	722	125	67	912	72
29	692	124	68	933	90
30	705	218	69	941	84
31	688	208	70	949	96
32	542	187	71	956	107
33	408	176	72	973	112
34	340	155	73	976	113
35	499	276	74	991	112
36	686	238	75	1016	124
37	835	200	76	1076	86
38	845	206	77	1102	84
39	744	188	78	1103	125
40	715	176	79	1118	120
41	733	101	80	1090	134

ALLEGATO 1



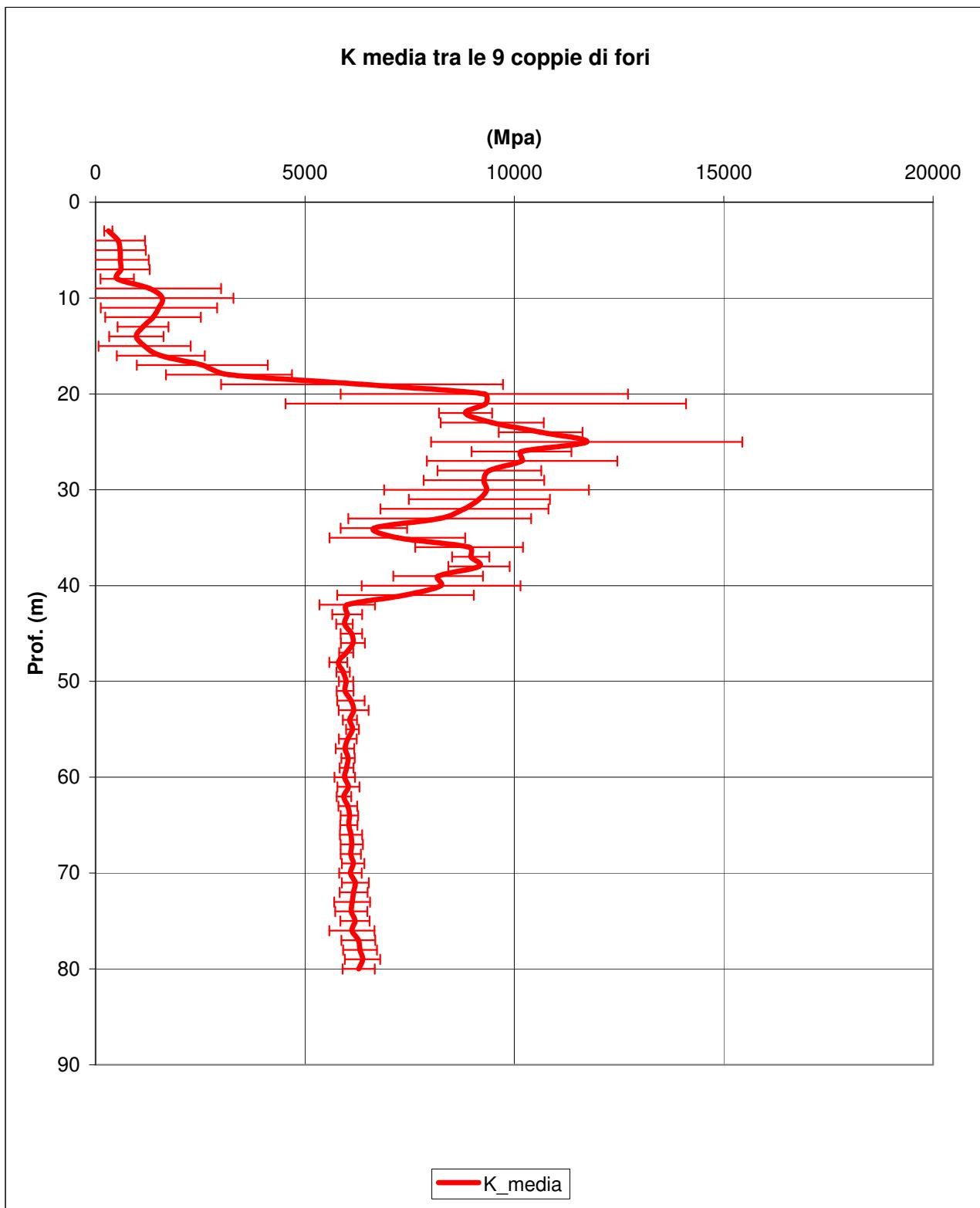
PROVA CROSS-HOLE			
Committente: Regione Piemonte		N.ro commessa:	1388
Cliente: ABRATE		Data:	30/04/08
Progetto: area Nuovo Palazzo Regionale			
Torino - area ex Fiat Avio			
Pannello: -		Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: ASTM D 4428-M			



## ALLEGATO 1



PROVA CROSS-HOLE			
Committente: Regione Piemonte		N.ro commessa:	1388
Cliente: ABRATE		Data:	30/04/08
Progetto: area Nuovo Palazzo Regionale			
Torino - area ex Fiat Avio			
Pannello: -		Profondità indagata:	3,00 - 80,00
Norme di riferimento: ASTM D 4428-M			





## **REGIONE PIEMONTE**

**ABRATE S.r.l.**

**Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte -  
area ex Fiat Avio**

**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO, PROVE IN  
SITO E INDAGINI GEOFISICHE**

**Cross-hole sismici profondi**

Relazione illustrativa

### **ALLEGATO 2**

***Full-wave, stratigrafie e verticalità***

## PROVE CROSS-HOLE :

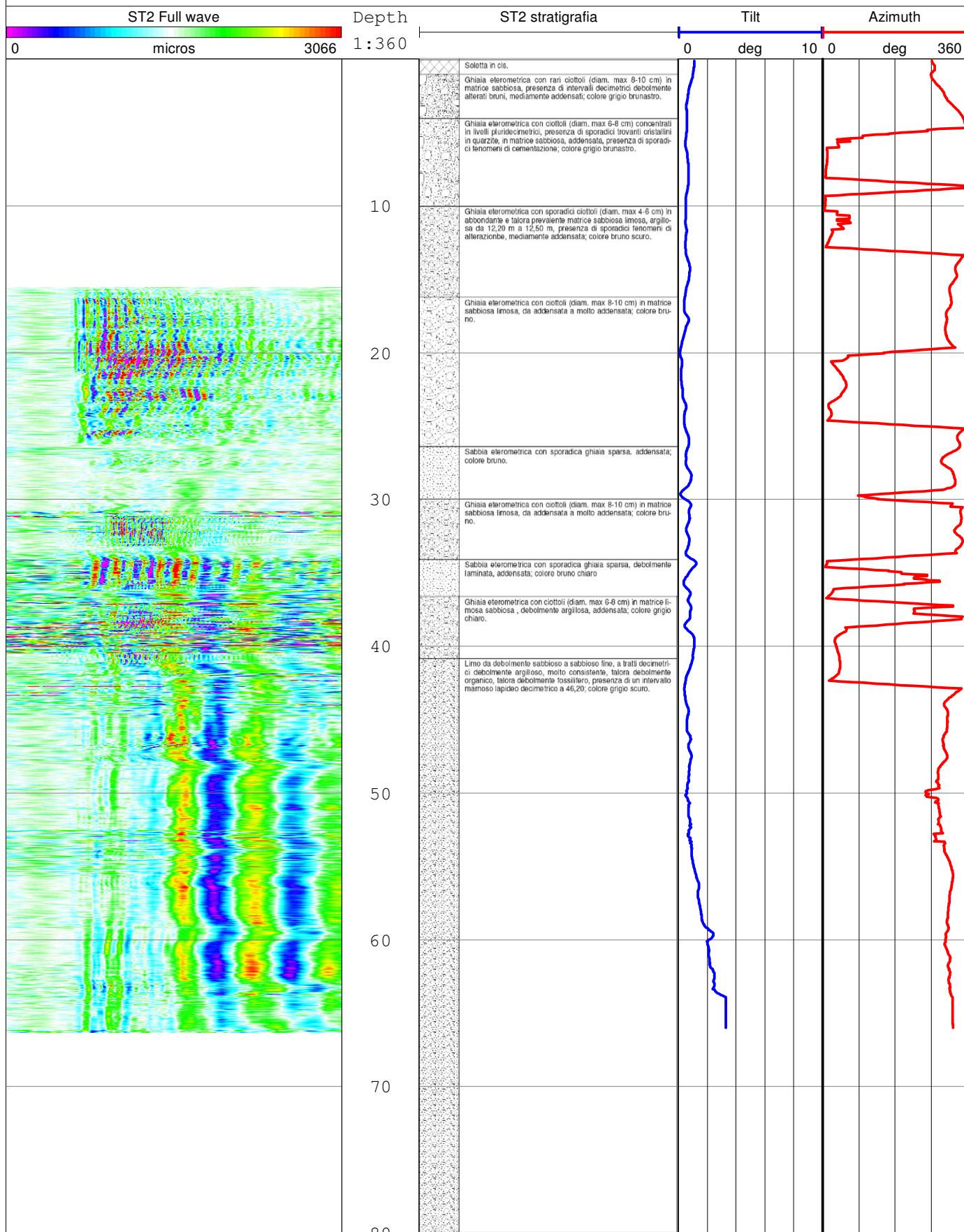
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :** ST2



## PROVE CROSS-HOLE :

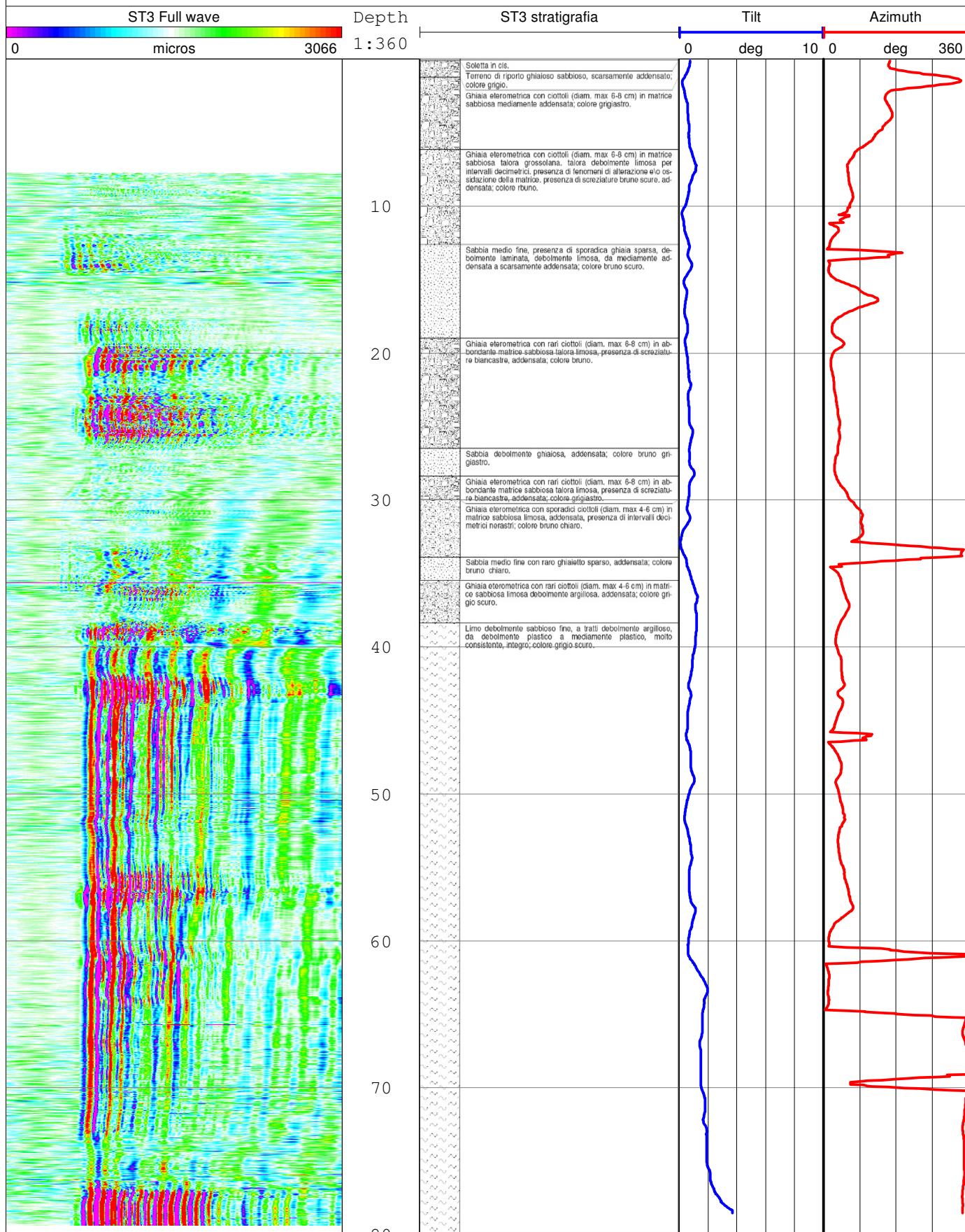
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :** ST3



## PROVE CROSS-HOLE :

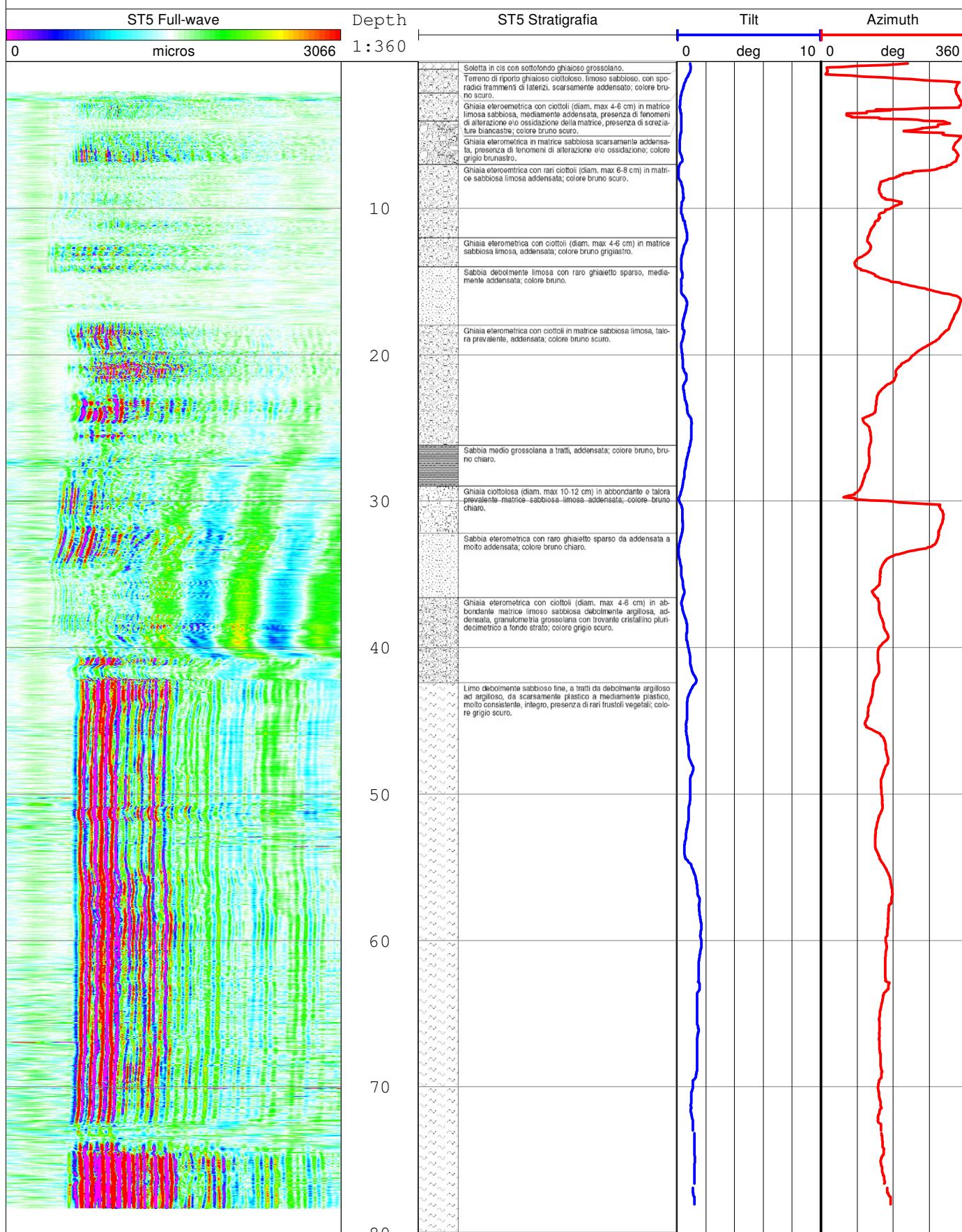
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :** ST5



## PROVE CROSS-HOLE :

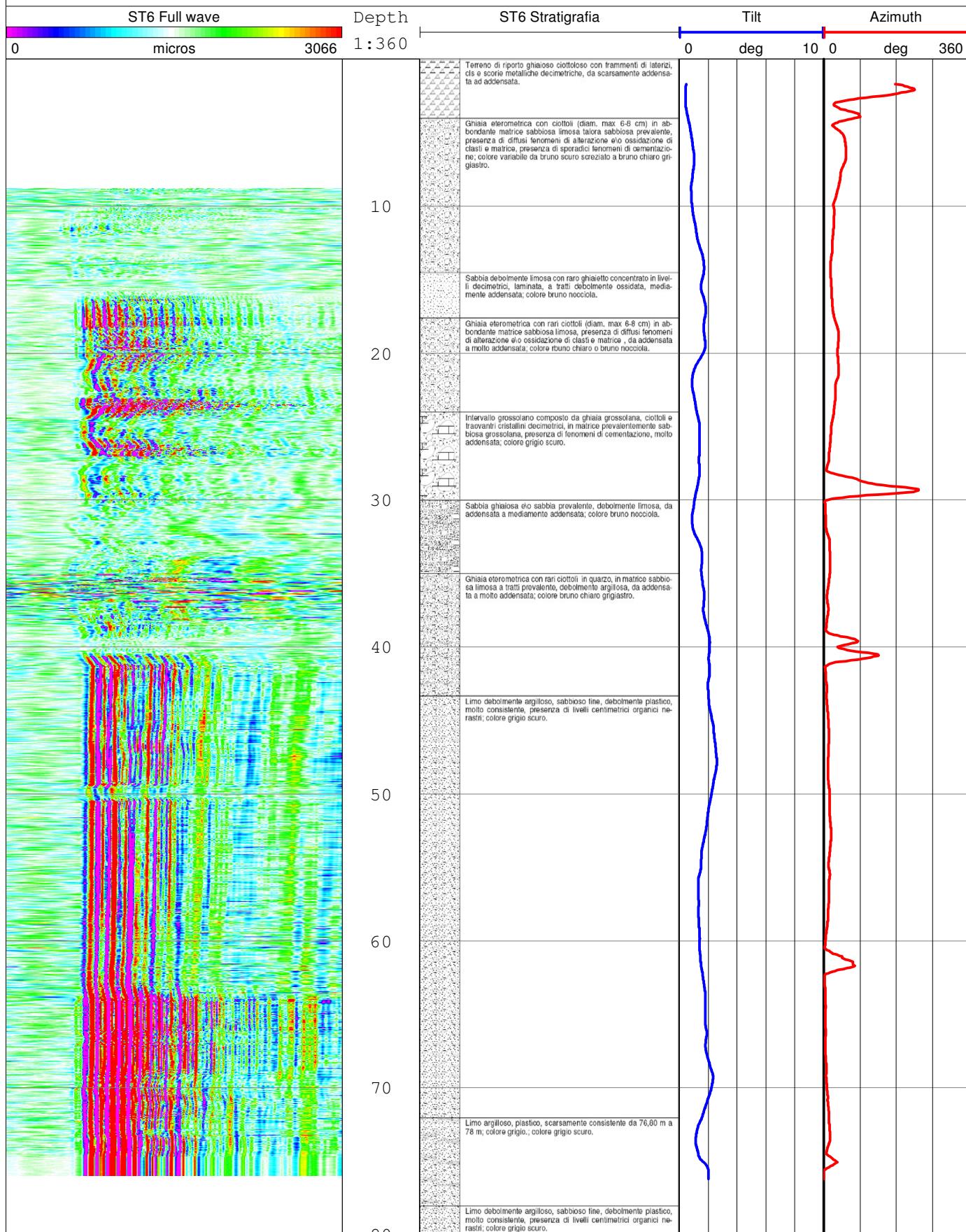
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :** ST6



## PROVE CROSS-HOLE :

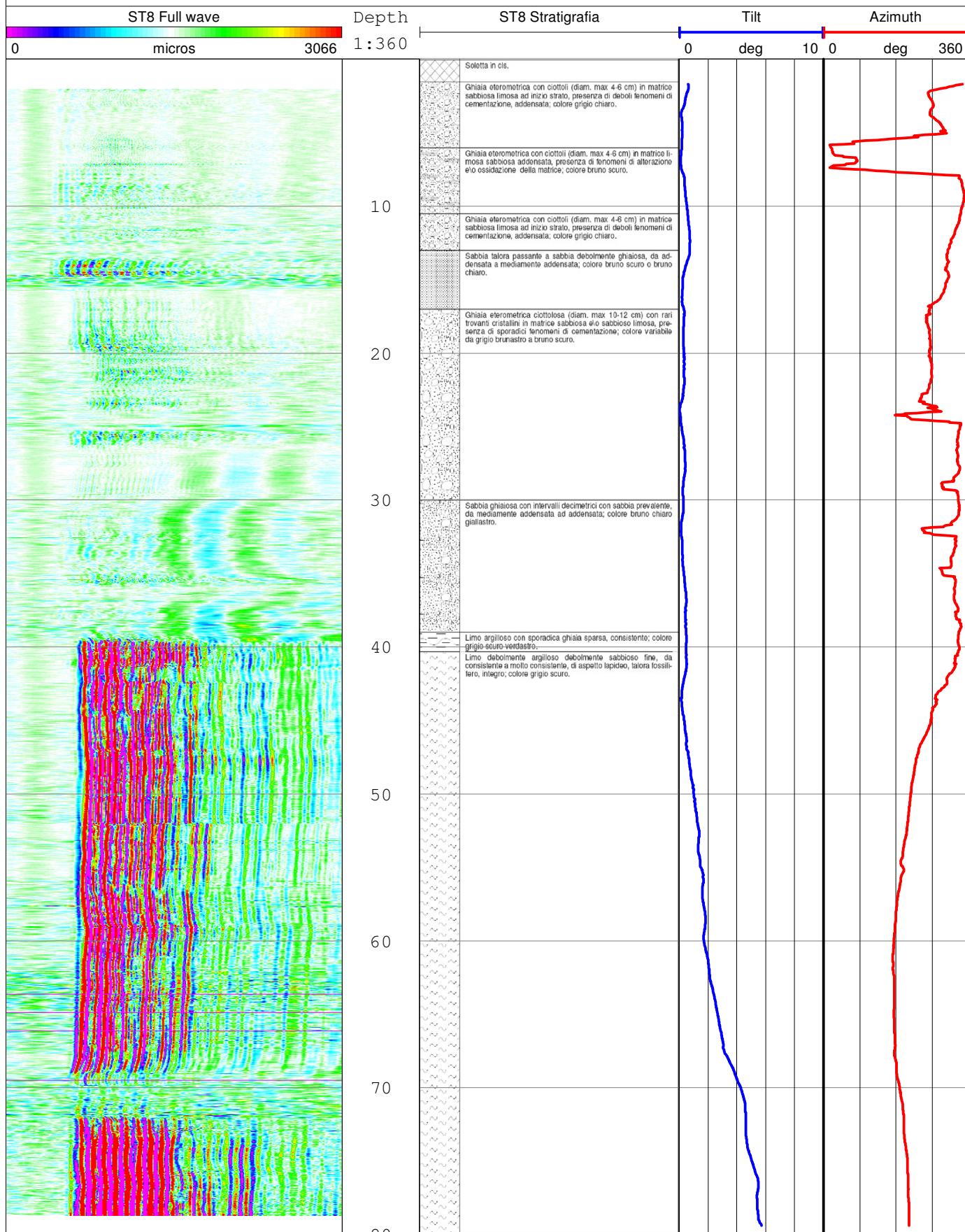
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :**



## PROVE CROSS-HOLE :

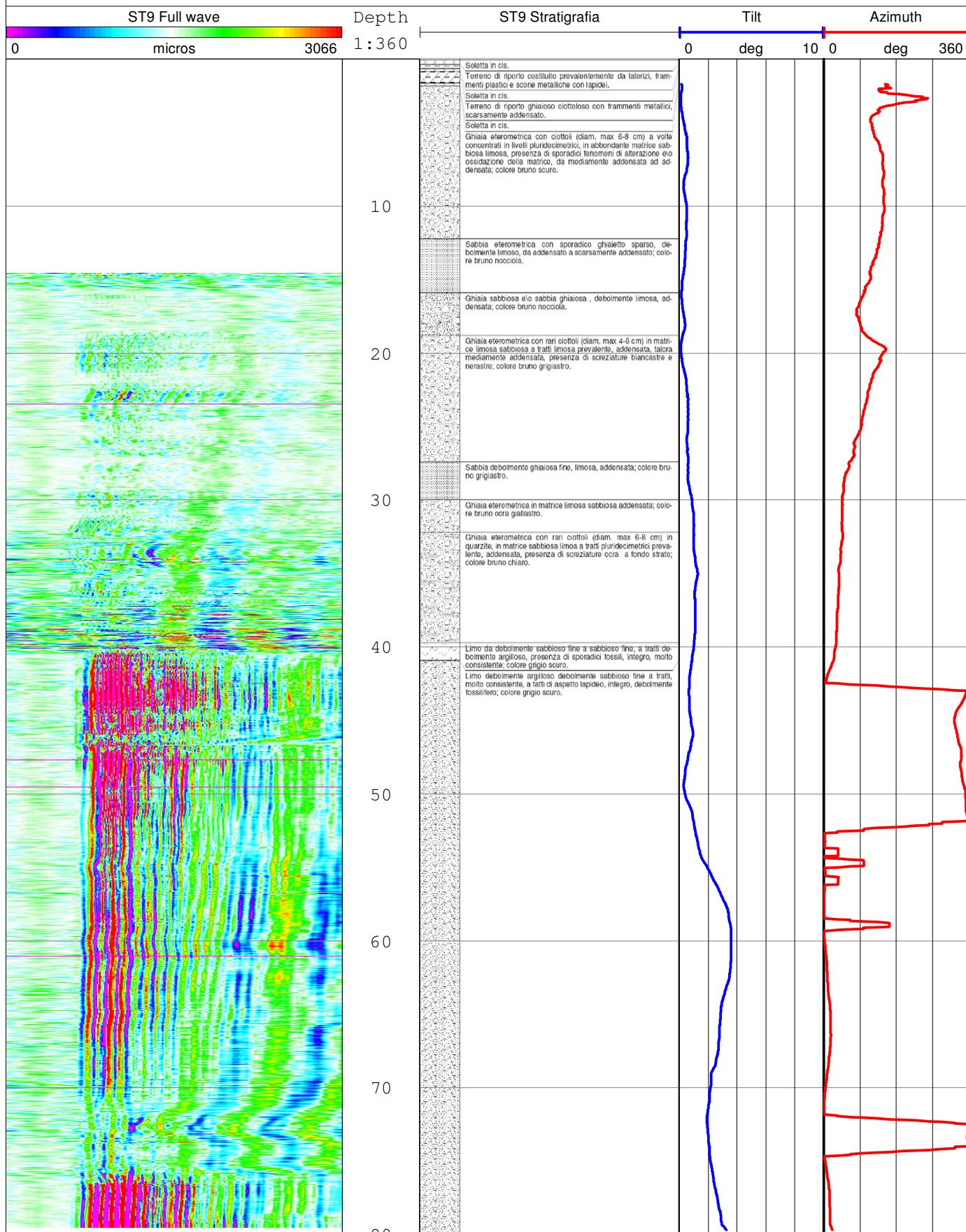
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :** ST9



## PROVE CROSS-HOLE :

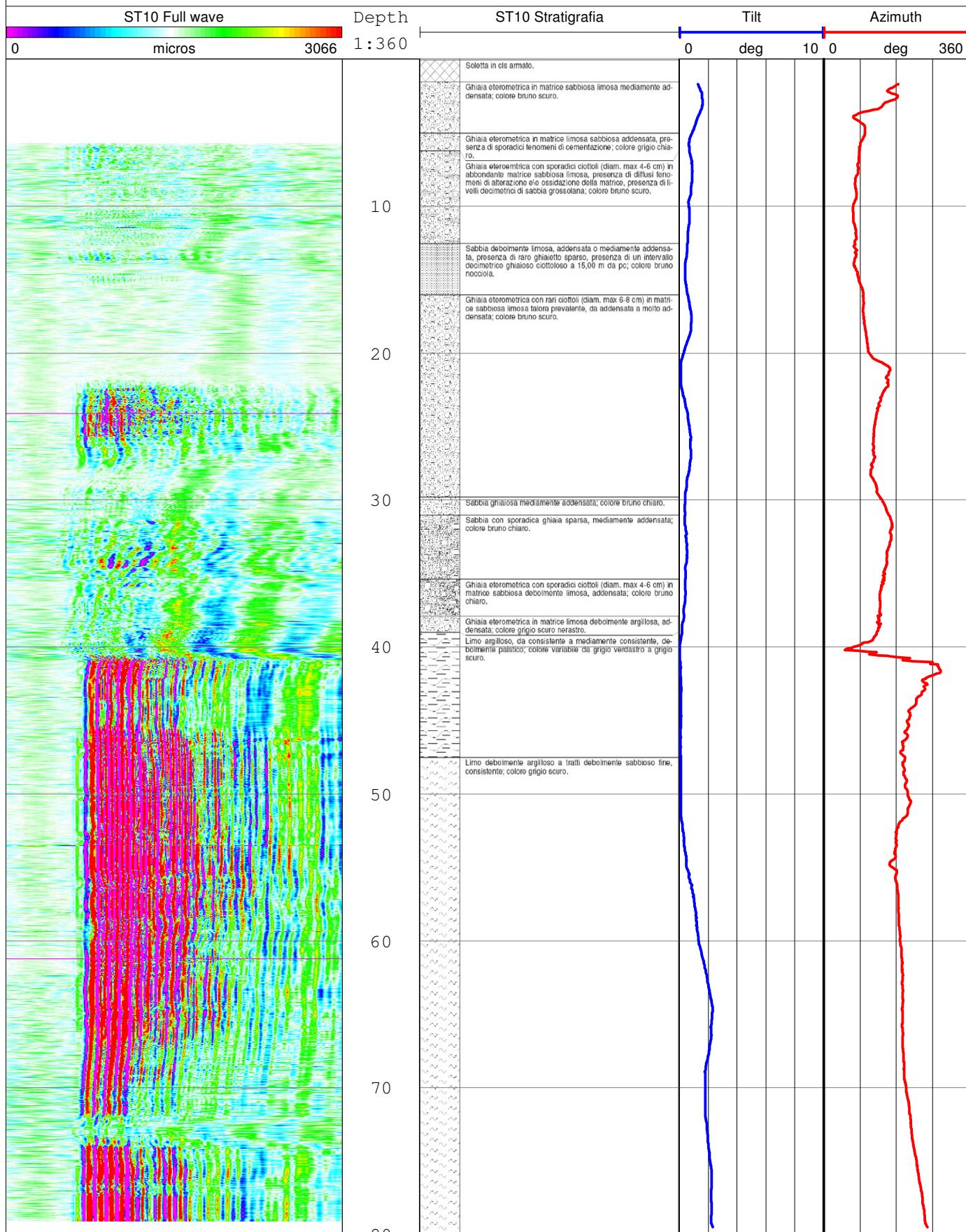
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :** ST10



## **PROVE CROSS-HOLE :**

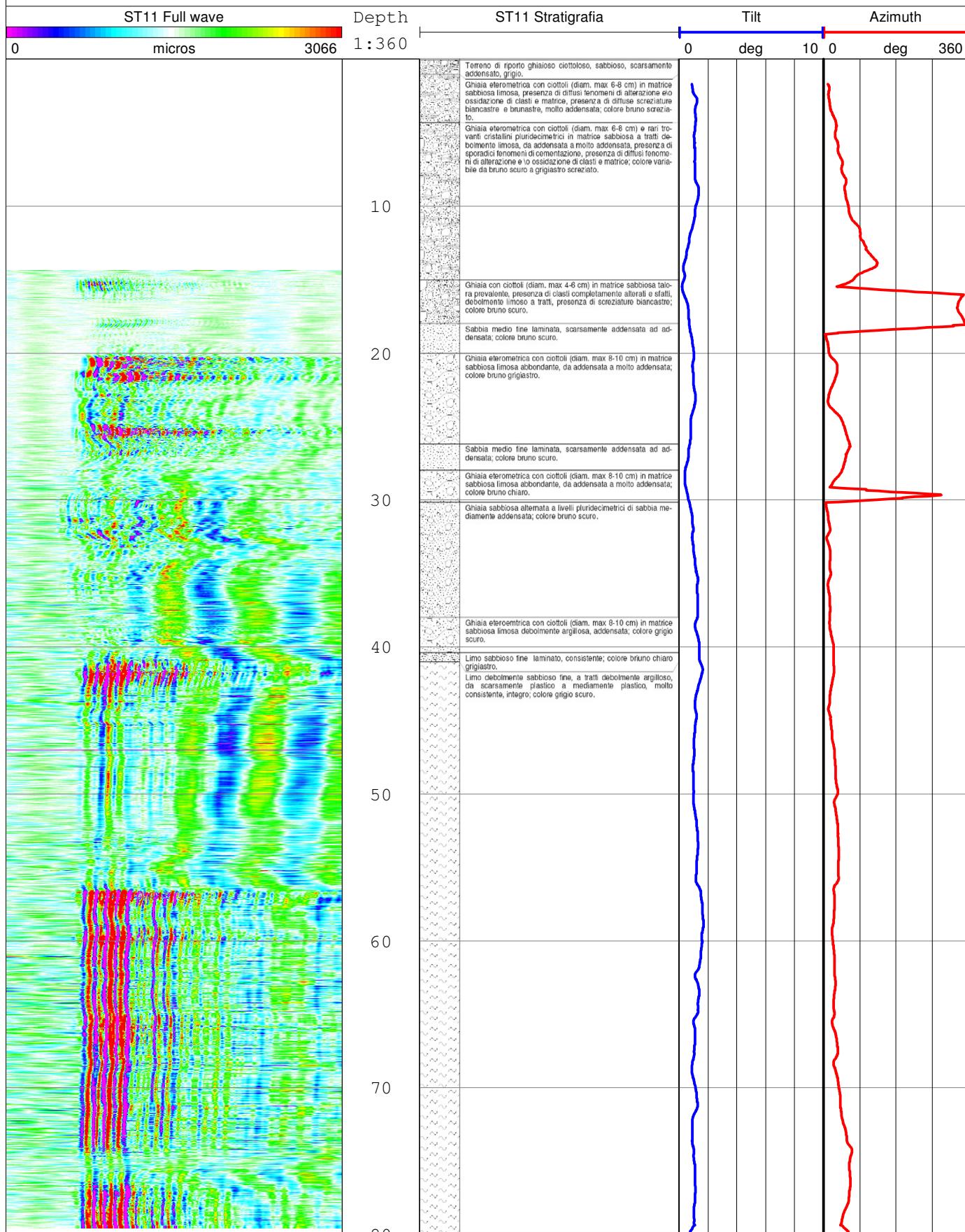
## **Full-wave, stratigrafia e verticalità**

**COMMITTENTE :** *Palazzo della Regione*

**CLIENTE :** *Abrate S.r.l.*

**PROGETTO :** *Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio*

**FORO :** ST11



## PROVE CROSS-HOLE :

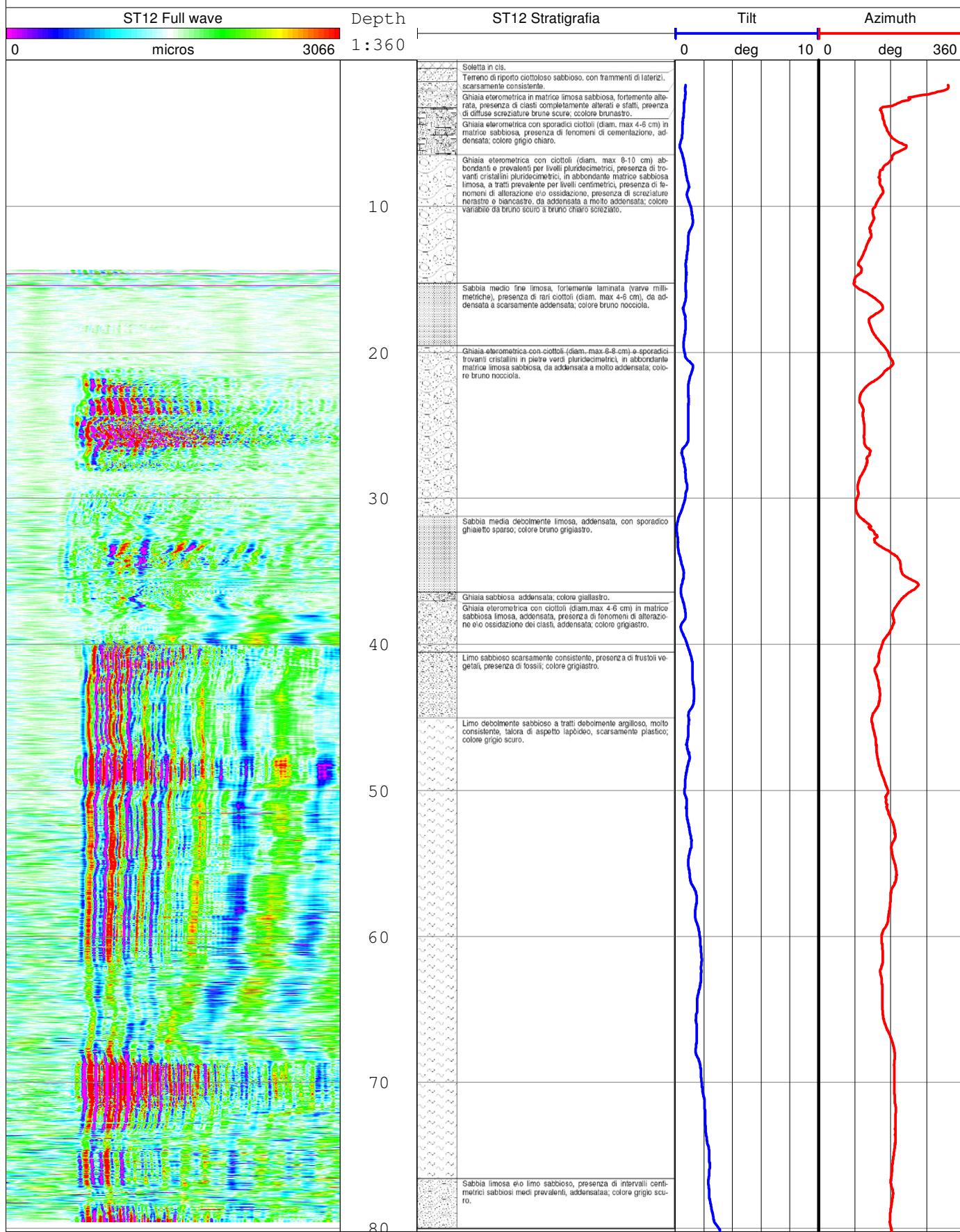
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :** ST12



## PROVE CROSS-HOLE :

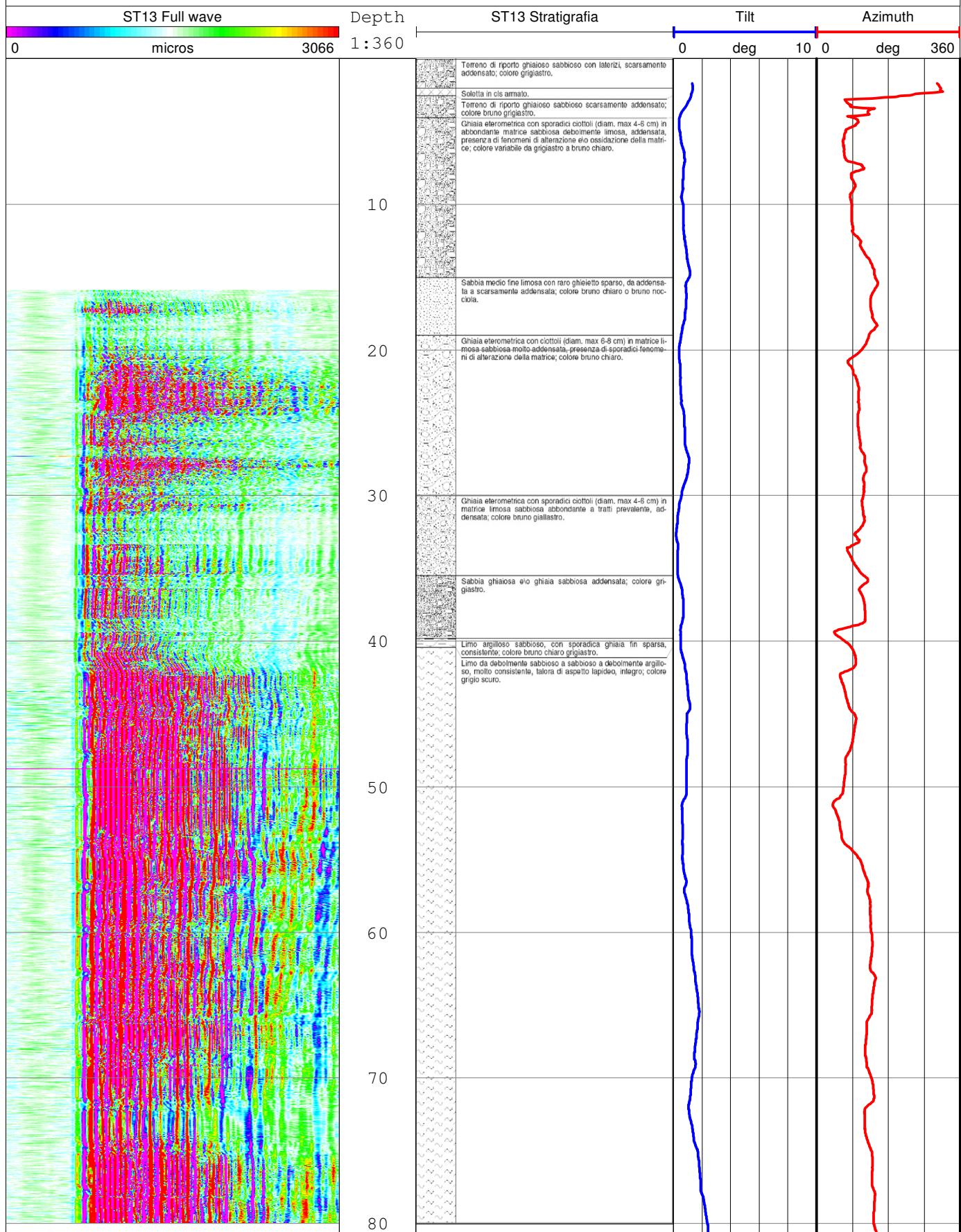
### Full-wave, stratigrafia e verticalità

**COMMITTENTE :** Palazzo della Regione

**CLIENTE :** Abrate S.r.l.

**PROGETTO :** Palazzo della Regione - Torino - Area ex Fiat Avio

**FORO :** ST13





## **REGIONE PIEMONTE**

**ABRATE S.r.l.**

**Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte -  
area ex Fiat Avio**

**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO, PROVE IN  
SITO E INDAGINI GEOFISICHE**

**Cross-hole sismici profondi**

Relazione illustrativa

### **ALLEGATO 3**

***Log riassuntivi***

**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST3 - ST2

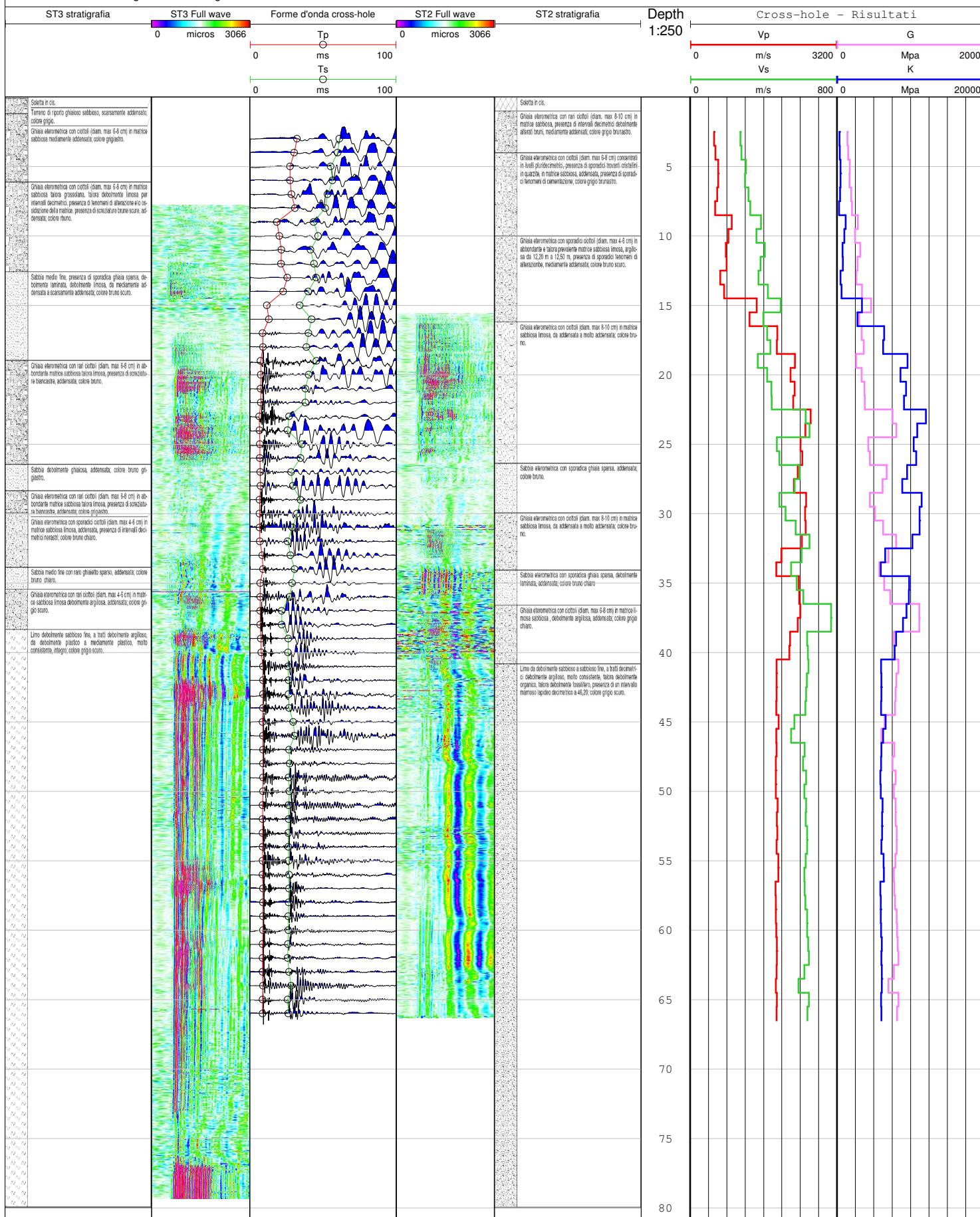
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

**Abrate S.r.l.**  
**Torino - Area ex Fiat Avio**

DATA INDAGINE	10 aprile 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	66m

FORO SORGENTE	ST3
FORO RICEVITORE	ST2
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori



**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST3 - ST5

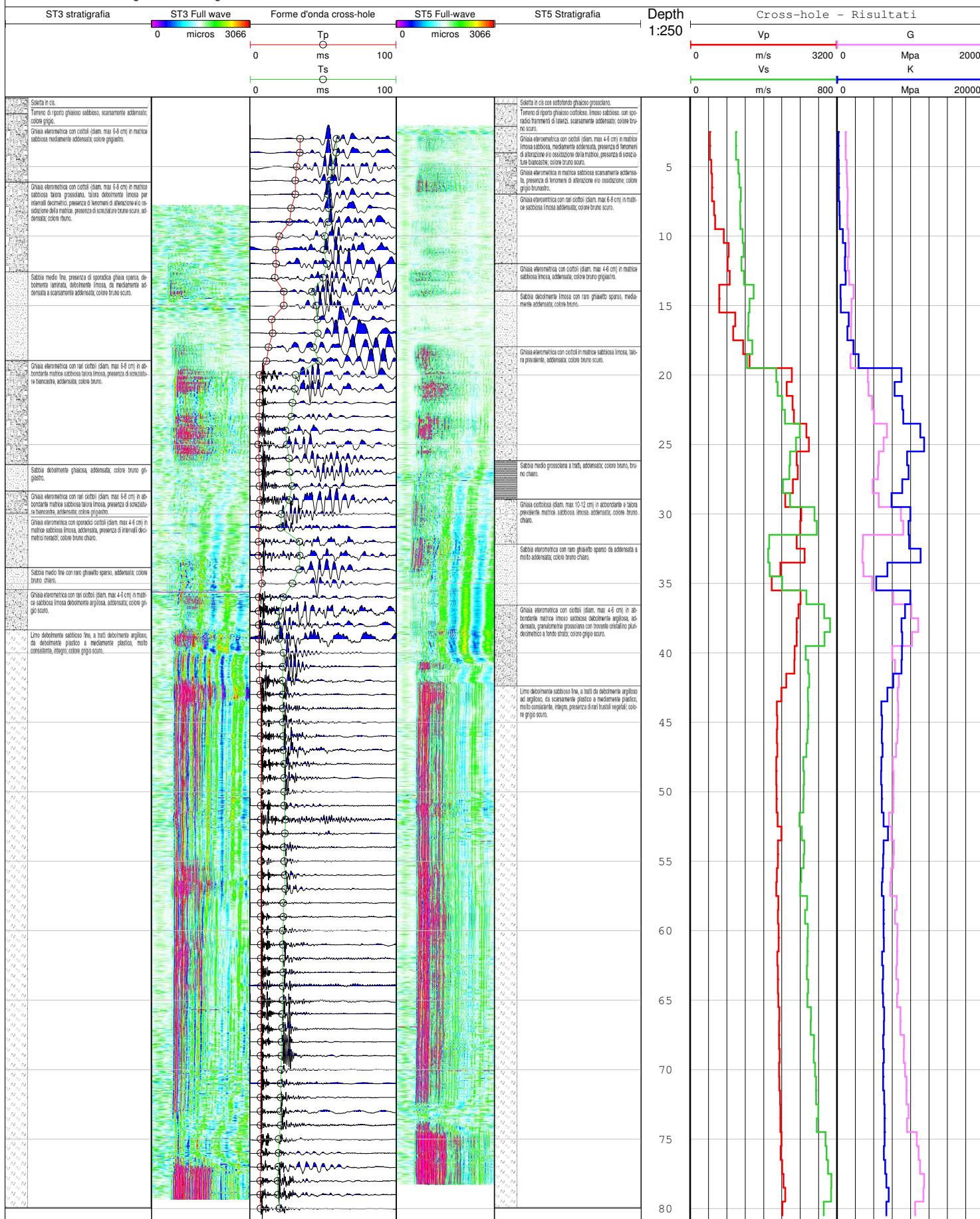
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

Abrate S.r.l.  
Torino - Area ex Fiat Avio

DATA INDAGINE	9 aprile 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	80m

FORO SORGENTE	ST3
FORO RICEVITORE	ST5
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori



**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST8 - ST5

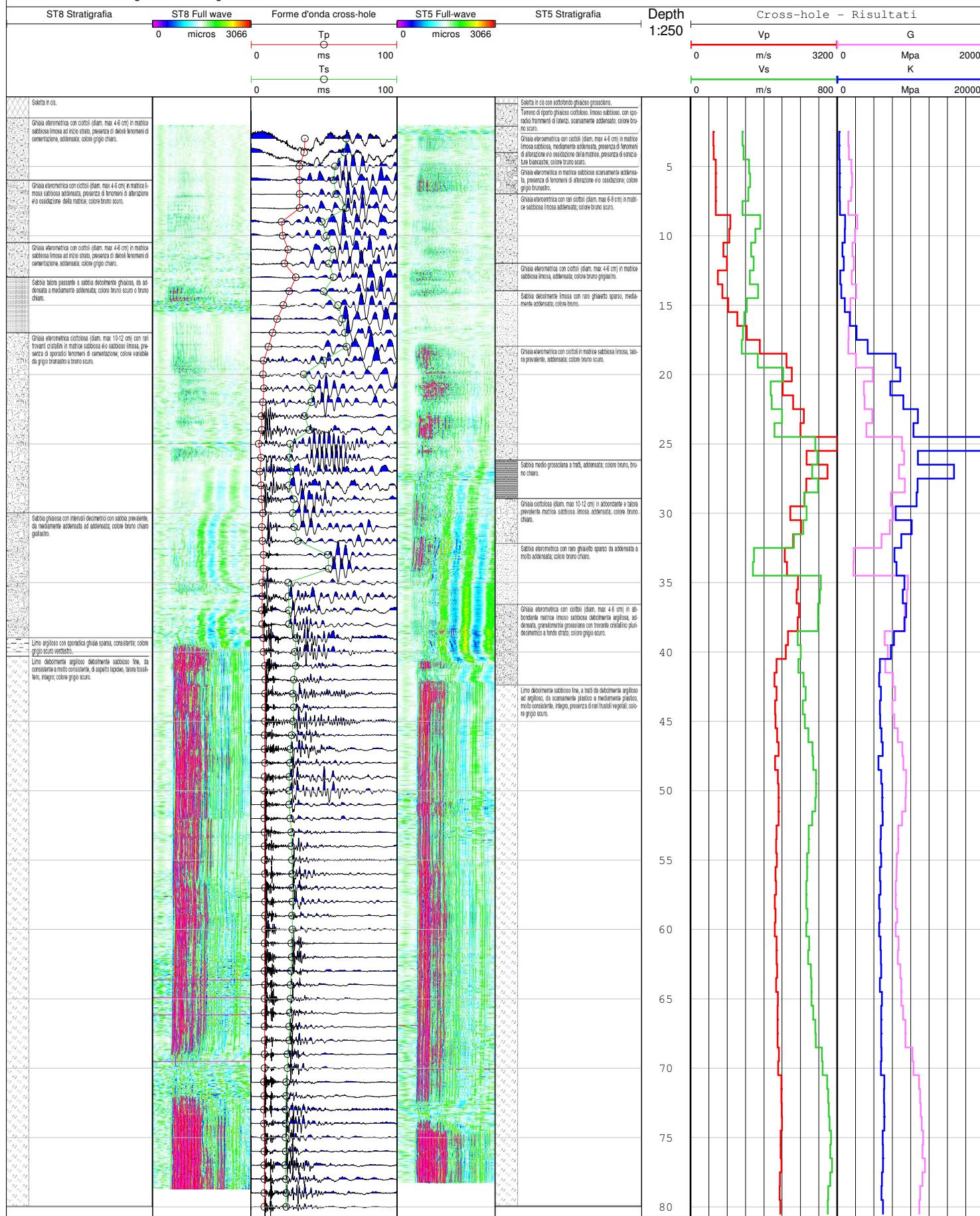
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

Abrate S.r.l.  
Torino - Area ex Fiat Avio

DATA INDAGINE	8 aprile 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	80m

FORO SORGENTE	ST8
FORO RICEVITORE	ST5
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori



**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST8 - ST13

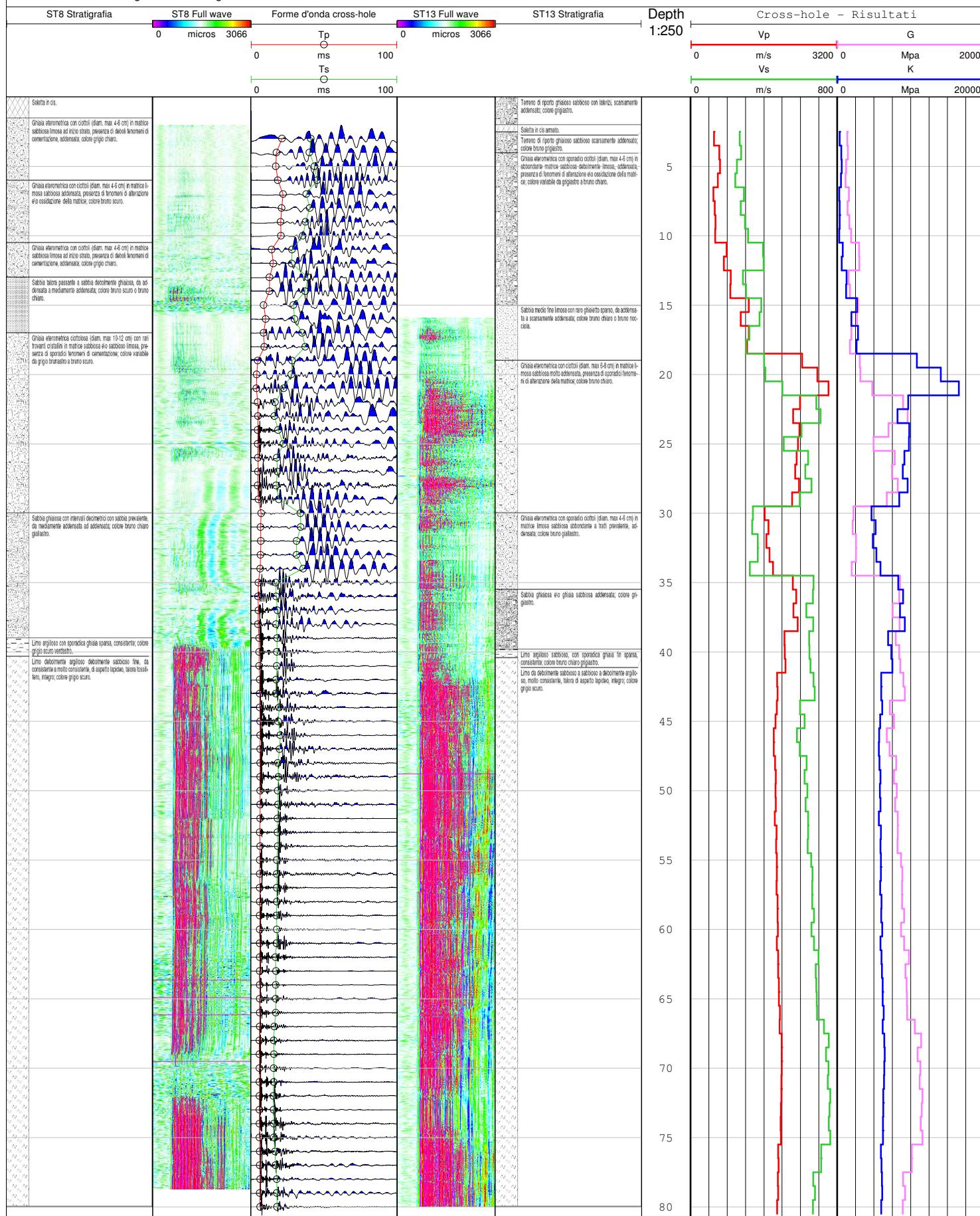
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

**Abrate S.r.l.**  
**Torino - Area ex Fiat Avio**

DATA INDAGINE	7 aprile 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	80m

FORO SORGENTE	ST8
FORO RICEVITORE	ST13
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori



**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST10 - ST12

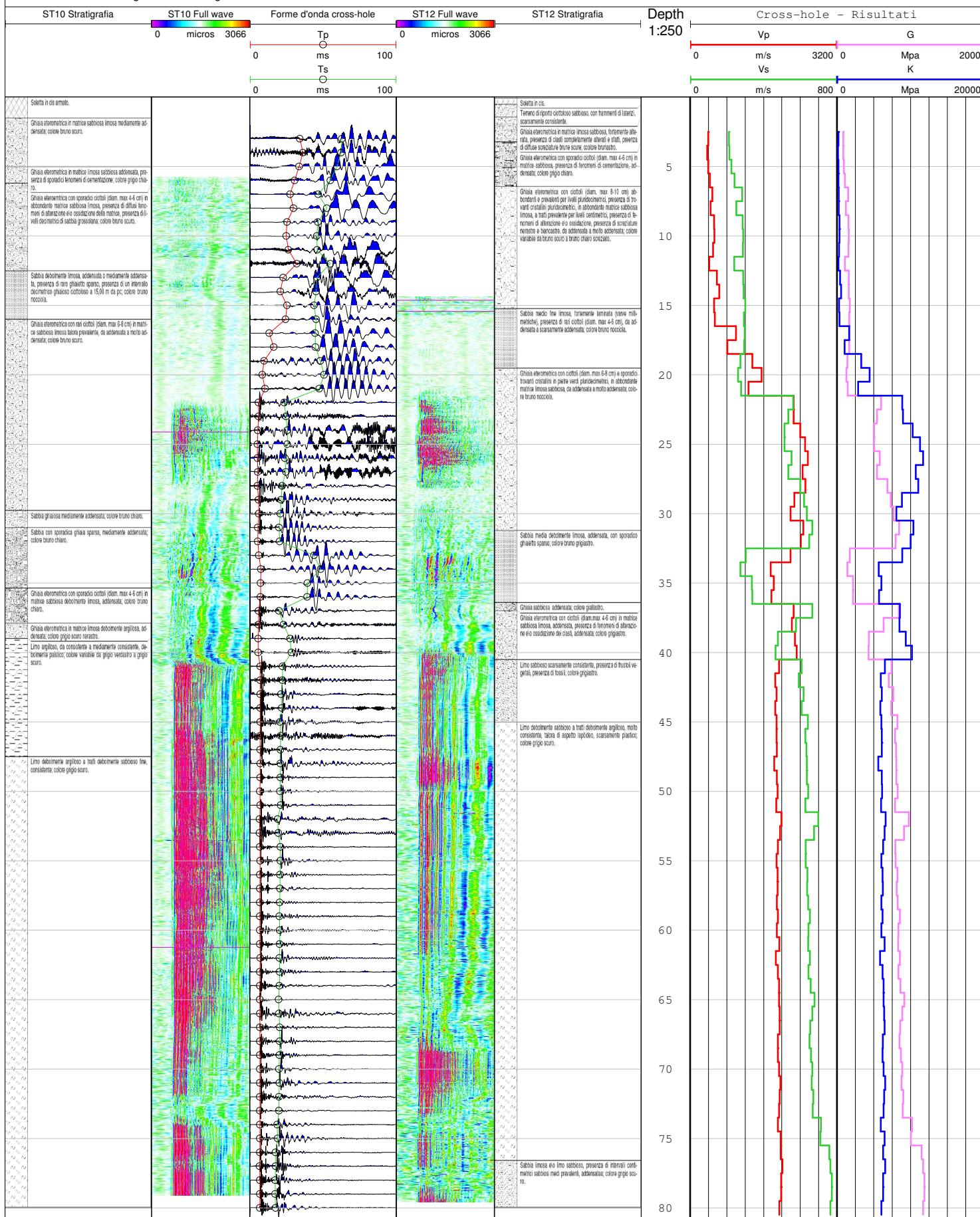
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

**Abrate S.r.l.**  
**Torino - Area ex Fiat Avio**

DATA INDAGINE	4 aprile 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	80m

FORO SORGENTE	ST10
FORO RICEVITORE	ST12
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori



**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST10 - ST13

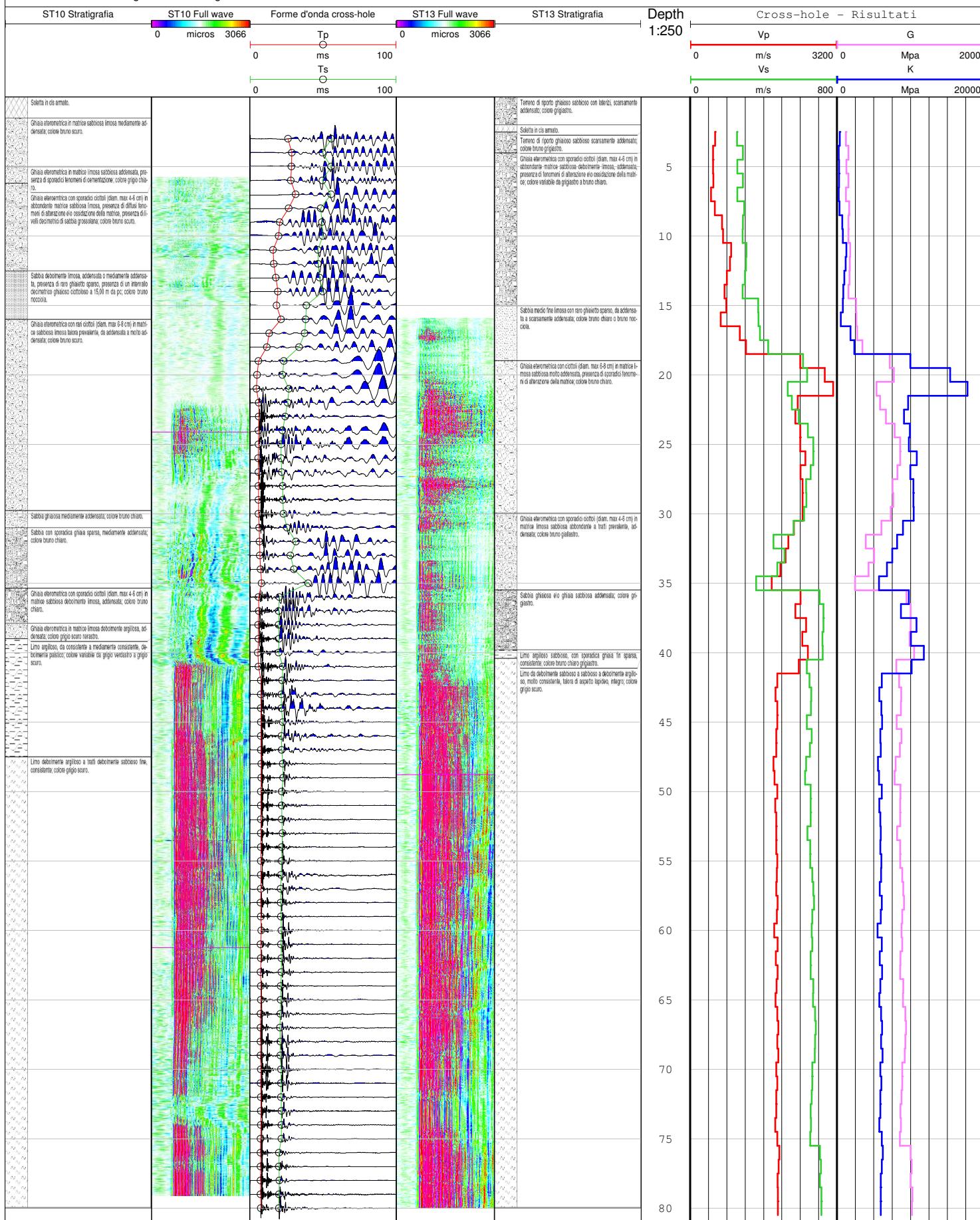
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

**Abrate S.r.l.**  
**Torino - Area ex Fiat Avio**

DATA INDAGINE	3 aprile 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	80m

FORO SORGENTE	ST10
FORO RICEVITORE	ST13
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori



**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST11 - ST6

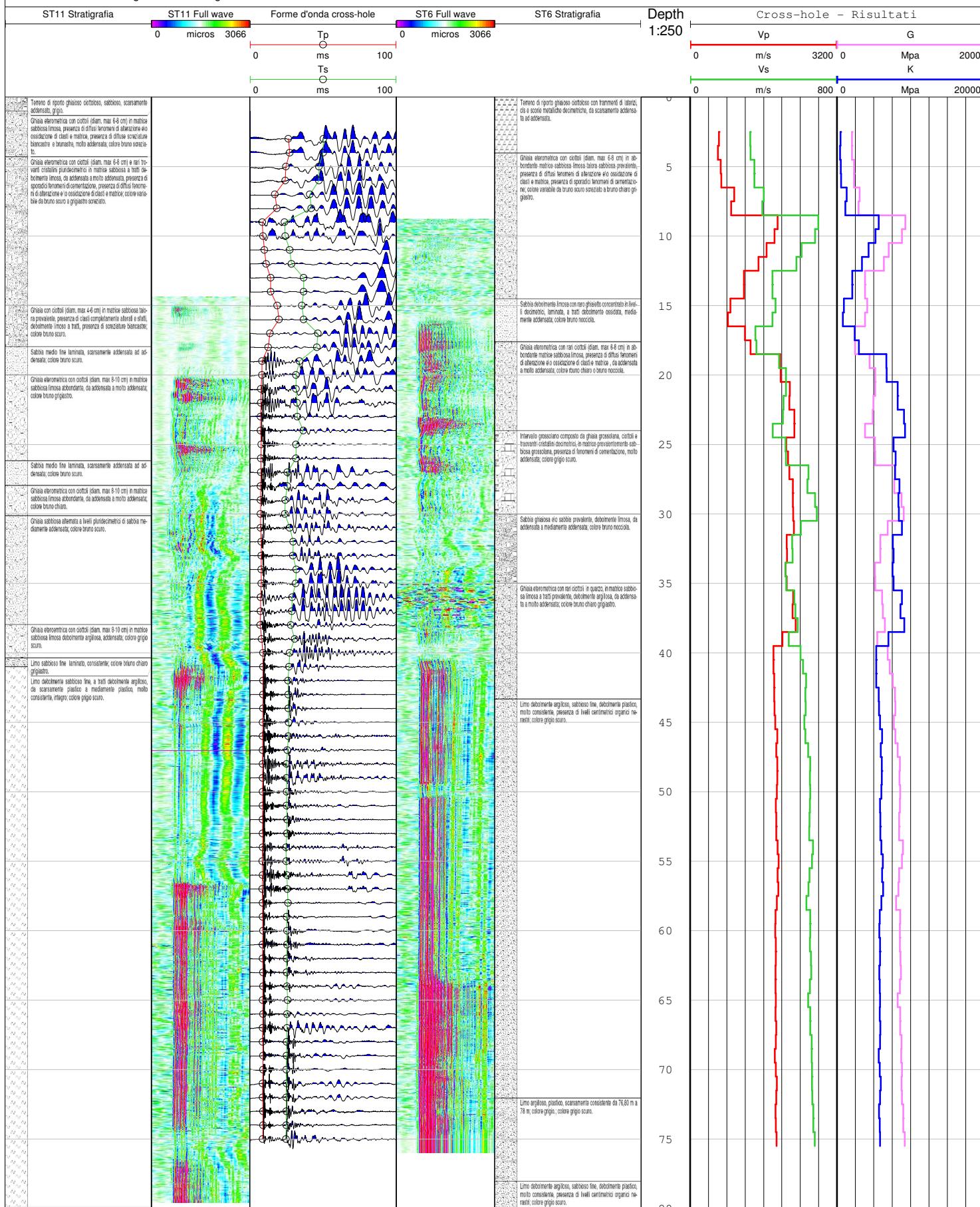
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

**Abrate S.r.l.**  
**Torino - Area ex Fiat Avio**

DATA INDAGINE	31 marzo 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	75m

FORO SORGENTE	ST11
FORO RICEVITORE	ST6
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori



**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST11 - ST9

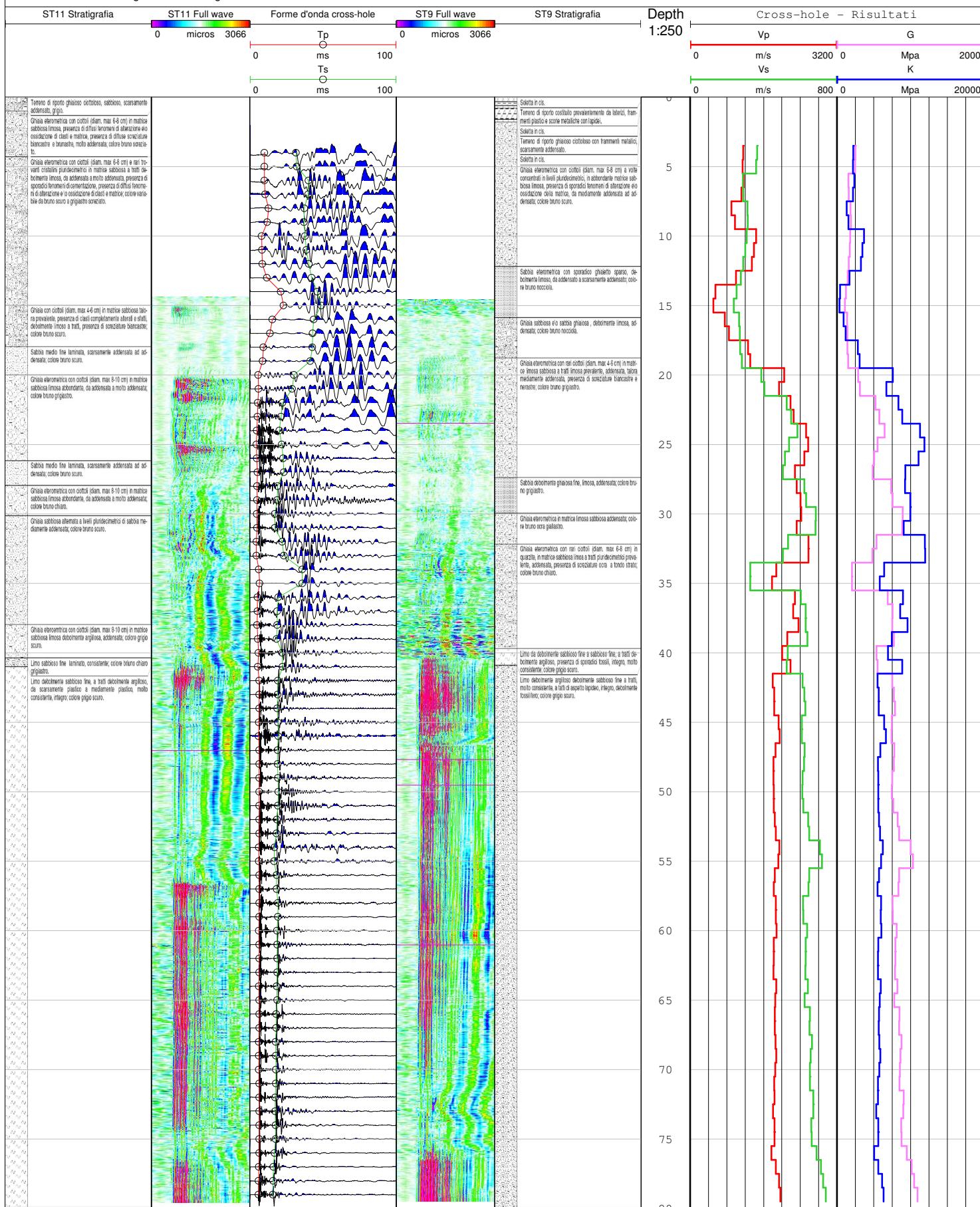
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

**Abrate S.r.l.**  
**Torino - Area ex Fiat Avio**

DATA INDAGINE	1 aprile 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	79m

FORO SORGENTE	ST11
FORO RICEVITORE	ST9
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori



**COMMITTENTE :** Regione Piemonte  
**PROGETTO :** Palazzo della Regione  
**PANNELLO :** ST12 - ST9

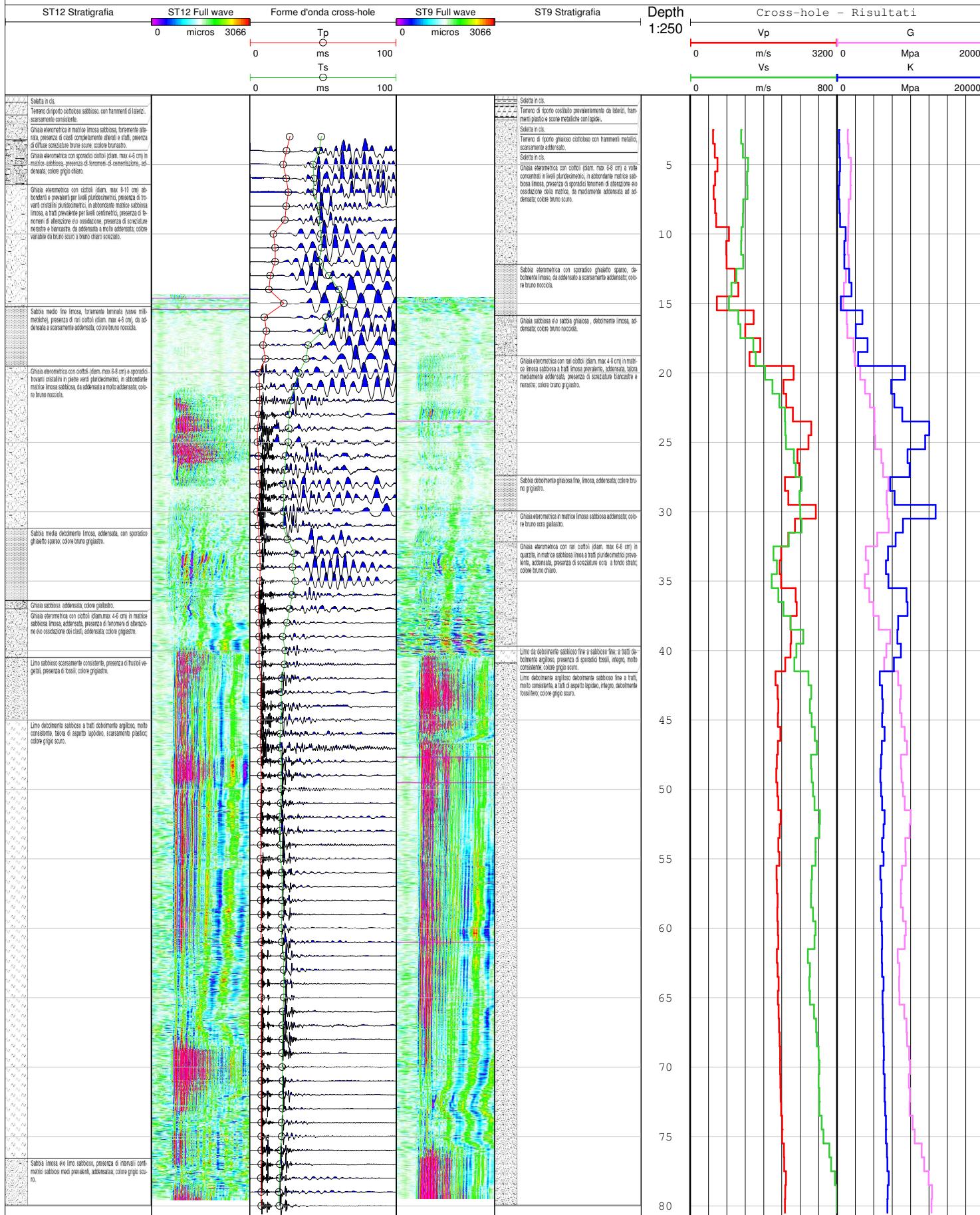
**CLIENTE :**  
**LOCALITA' :**

**Abrate S.r.l.**  
**Torino - Area ex Fiat Avio**

DATA INDAGINE	2 aprile 2008
DIAMETRO INTERNO	3"
PROFONDITA' INDAGINE	80m

FORO SORGENTE	ST12
FORO RICEVITORE	ST9
OPERATORI	Cauduro, Denami, Ercan

NOTE : Eseguita anche indagine ultrasonica full-wave e misura di verticalità dei fori





## **REGIONE PIEMONTE**

**ABRATE S.r.l.**

**Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte -  
area ex Fiat Avio**

**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO, PROVE IN  
SITO E INDAGINI GEOFISICHE**

**Cross-hole sismici profondi**

Relazione illustrativa

### **ALLEGATO 4**

***Specifiche tecniche***

# OBI 40

## slimhole optical televiwer

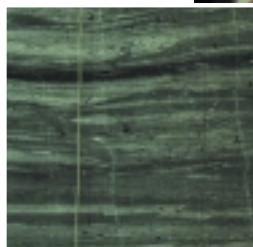
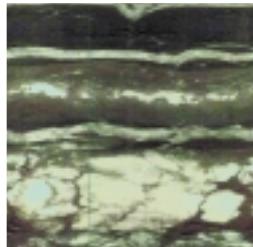


The tool generates a continuous oriented 360° image of the borehole wall using an optical imaging system. (downhole CCD camera which views a image of the borehole wall in a prism). The tool includes a orientation device consisting of a precision 3 axis magnetometer and 3 accelerometers thus allowing accurate borehole deviation data to be obtained during the same logging run (accurate and precise orientation of the image).

Optical and acoustic televiwer data are complimentary tools especially when the purpose of the survey is structural analysis.

A common data display option is the projection on a virtual core that can be rotated and viewed from any orientation. Actually, an optical televiwer image will complement and even replace coring survey and its associated problem of core recovery and orientation.

The optical televiwer is fully downhole digital and can be run on any standard wireline (mono, four-conductor, seven-conductor). Resolution is user definable (up to 0.5mm vertical resolution and 720 pixels azimuthal resolution)



Advanced Logic Technology



Bâtiment A, Route de Niederpallen,  
L-8506 Redange-sur-Attert.  
Grand-Duché de Luxembourg

T:(352) 23 649 289 • F:(352) 23 649 364  
e-mail: sales@alt.lu www.alt.lu

# OBI 40

## slimhole optical televiwer



### Applications:

The purpose of the optical imaging tool is to provide detailed, oriented, structural information. Possible applications are :

- fracture detection and evaluation
- detection of thin beds
- bedding dip
- lithological characterization
- casing inspection

### Technical specifications

Diameter	40mm
Length	approx. 1.7m
Weight	approx 7 kgs
Max temp	50°C
Max pressure	200 bars
Borehole diameter	1 3/4" to 24" depending on borehole conditions
Logging speed	variable function of resolution and wireline

### Cable:

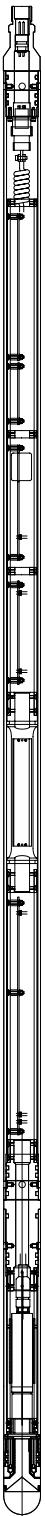
Cable type	mono, four-conductor, seven-conductor
Digital data transmission	up to 500 Kbps depending on wireline, realtime compressed
Compatibility	ALTlogger- ALT-Abox- Mount Sopris MgXII (limited to 41 Kbps)

### sensor:

Sensor type	downhole DSP based digital CCD camera
Optics	plain polycarbonate conic prism system
Azimuthal resolution	user definable 90/180/360 or 720 pixels /360°
Vertical resolution	user definable, depth or time sampling rate
Color resolution	24 bit RGB value
White balance:	automatic or user adjustable
Aperture & Shutter	automatic or user adjustable
Special functions	User configurable real time digital edge enhancing User configurable ultra low light condition mode
Orientation	3 axis magnetometer and 3 accelerometers.
Inclination accuracy	0.5 degree
Azimuth accuracy:	1.0 degree

### Logging parameters:

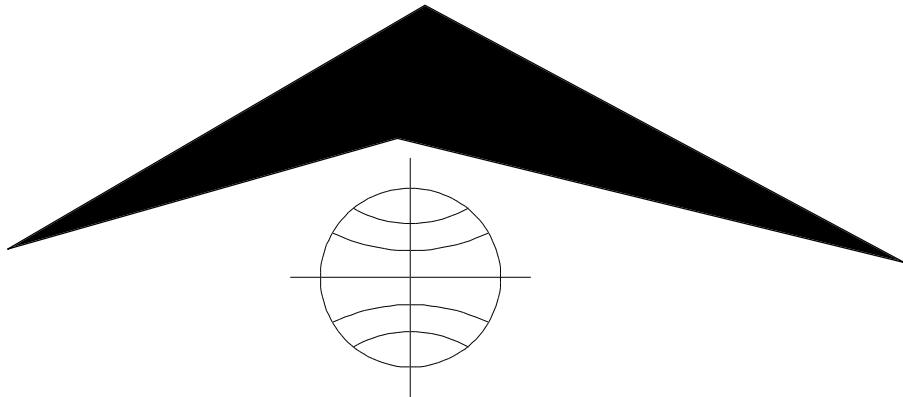
- 360° RGB orientated optical image
- Borehole azimuth and dip
- Tool internal Temperature



The specifications are not contractual and are subject to modification without notice.

# 2SAA-1000

## Sonic Probe

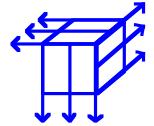


Mount Sopris Instrument Co., Inc.  
Golden, CO U. S. A.  
March 24, 2000

## 2SAA-1000 Sonic Probe

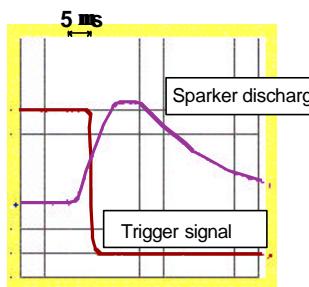
### Specifications

Maximum pressure .....	3000 PSI
Operation temperature range .....	-20 to 70 degrees C
Storage temperature.....	-40 to 100 degrees C
Sample resolution: .....	12 bit
Receiver frequency response .....	1 - 40 KHz
Receiver gain: .....	1, 2, 4, 8, 16, AGC
Sampling.....	2uS (no stacking) 4 uS - 100 in 4 uS increments
Number of samples per receiver: .....	0 to 1024
Sample holdoff time .....	10 to 2500 uS in 10 uS increments
Number of waveforms stacked and averaged .....	1 to 16
Stack interval .....	1-250 ms
Receiver modes .....	software configurable Monopole, dipole, reverse dipole stacking
Number of receivers .....	1-8
Transmitter frequency bands .....	0.5 to 1.5 KHz, 1 to 3 KHz, 1.5 to 4.5 KHz, 2 to 6 KHz, 2.5 to 7.5 KHz, 3.6 to 10.5 KHz, 5 to 15 KHz, 7.5 to 22.5 KHz, 10 to 30 KHz, 12.5 to 37.5 KHz, and 15 to 45 KHz.
Transmitter modes .....	user configurable Monopole, dipole, reverse dipole stacking
Number of transmitters .....	1-2
2SMA-1000 Modem Section	
Length (assembled).....	24.625 inches (62.55 cm)
Diameter .....	1.5 inches (3.81 cm)
2SRA-1000 Receiver Section	
Length (assembled) .....	1 ft (30.48 cm)
Diameter .....	1.5 inches (3.81 cm)
2SIA-1000 and 2SIB-1000 (2SIC-1000 and 2SID-1000) Isolator Sections	
Length (assembled) .....	29 (65) inches (73.66 (165.1) cm)
Diameter .....	1.75 inches (4.445 cm)
2STA-1000 Transmitter Section	
Length (assembled).....	25.25 inches (64.135 cm)
Diameter .....	1.5 inches (3.81 cm)
Centralizers	
Diameter .....	1.75 inches (4.445 cm)
Two receiver single transmitter probe	
Length (assembled).....	80.875 inches (205.42 cm)
Diameter .....	1.75 inches (4.445 cm)
Weight .....	26 lbs (9.7 Kg)



## P-wave sparker equipment

The basic seismic crosshole source equipment consists of the electric surge generator IPG and the remote control unit RCU. To the surge generator various seismic sparker sources can be connected. Triggering of the seismic acquisition system is performed by the remote unit.



IPG 1005

### Technical data IPG 1005

Impulse voltage: 5 KV  
Impuls energy: 1000 J  
Repetition rate: from 4 to 7 s  
Power supply: 230 V 50 Hz 2,5 A  
Dimensions: 52 x 25 x 50 cm  
Weight: ~ 52 Kg  
Working Mode: Manual/Continuous  
Emergency OFF button  
Safety key switch



RCU

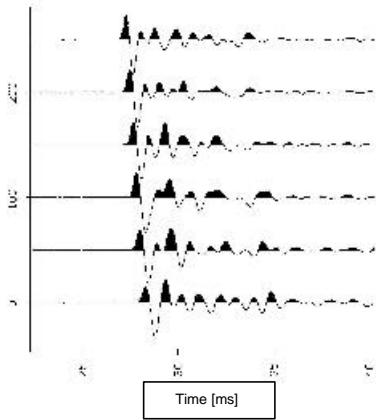
### Technical data RCU

TTL Low/High trigger output  
Trigger test option  
Trigger level adjustment  
Impulse Counting  
Single shot release  
Continuous shot release  
( with variable repetition rate from 4.7 sec.)  
Emergency OFF button  
Safety key switch

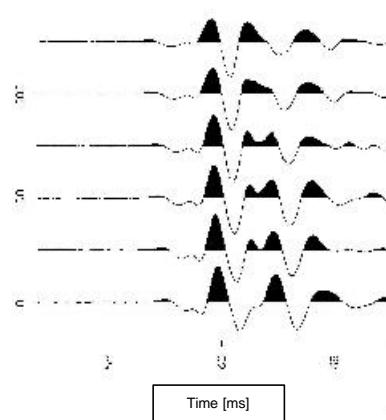


To generate the sparker pulses within the borehole the p-wave sparker probe **SBS 42** is used (left). The SBS 42 consists of a probe tube and a rubber tube system. The sparker predominantly produces high frequency p-waves even over large distances as shown below.

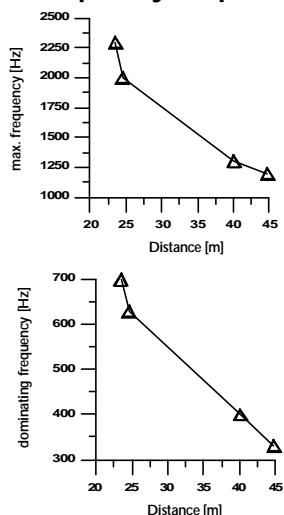
### Borehole distance 45 m

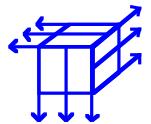


### Borehole distance 95 m



### Frequency response





## SH - Wave Sparker Equipment

The basic seismic crosshole source equipment consists of the electric surge generator IPG 1005 and the remote control unit RCU. To the surge generator various seismic sparker sources can be connected. Triggering of the seismic acquisition system is performed by the remote unit.

The remote control unit RCU converts the reference signal of the surge generator to a trigger signal. Sparker pulses are released through manual or automatic triggering of the generator by the remote unit.



**SH-66 Source**

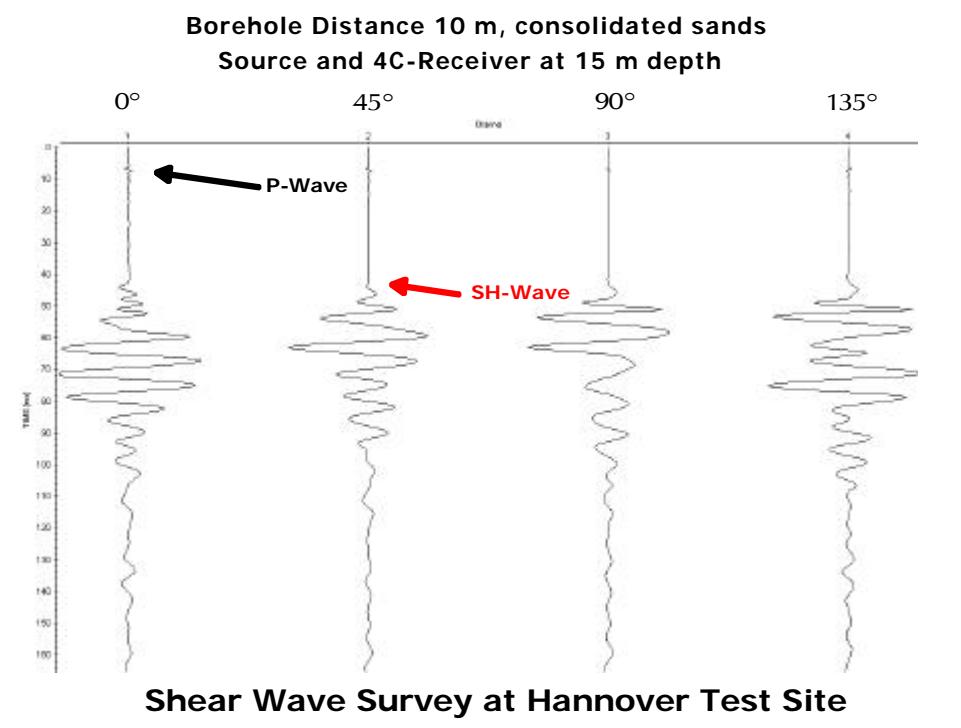
To generate the sparker pulses within the borehole the s-wave sparker probe **SH-66** is used (left). The SH-66 generates horizontally polarized shear waves by means of a horizontally directed pressure impulse.

Main part of the source is a thick-walled tube of stainless steel acting as reaction mass. A pneumatic operated clamping device serves to press the source against the borehole wall.

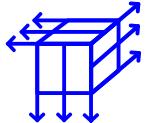
To supply and to control the clamping device an electrically driven air compressor is provided. To control positioning in the borehole an in-built azimuthal sensor is provided and a rotary pipe string to handle orientation of the shear wave coupling direction.

### Technical data:

- Length: approx. 1,3 m
- Applicable Borehole Diameter: 3" - 6" mm in dry or filled holes
- Weight (SH source): 20 Kg
- Clamping: Air Bladder
- Housing: Stainless Steel
- In-Built Magnetic compass (5° resol.)

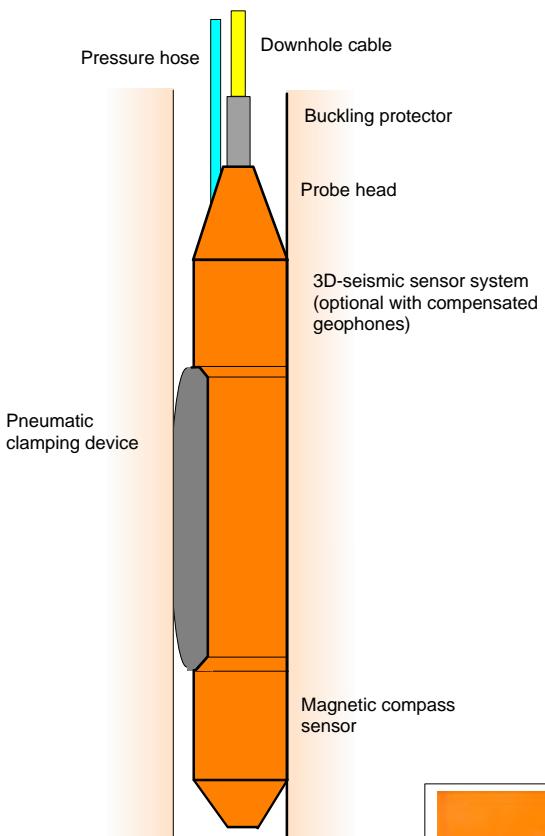


**SH-66 record with 4C-borehole shear-wave receivers**

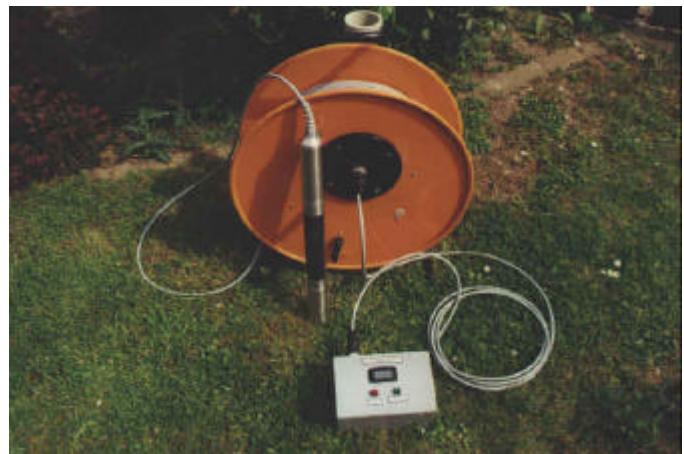


## 3C- Borehole Geophone BGK3

### Schematic Diagram of BGK3



The borehole geophone consists of 2 horizontal receiver elements and a vertical one. The borehole geophone is pneumatically clamped to the borehole wall by means of a robust air bladder. A magnetic compass shows azimuthal deviation to North. Typical applications are VSP surveys, crosshole measurements and shear wave tomography.



BGK with cable drum and magnetic compass display



Downhole BGK3 Probe

#### Technical data:

Geophone elements: Geospace GS14-L9  
 Frequency response: 28 - 3000 Hz  
 Tool diameter: approx 50 mm  
 Tool length: approx 550 mm  
 Housing: Stainless steel  
 Clamping: Air Bladder  
 Applicable borehole size: 90 mm  
 Magnetic Compass

#### Specs and Accessories

Cable length: 110 m  
 Magnetic compass with 5° resolution  
 Surface display unit for compass  
 Air compressor, 100 m pressure hose with drum  
 Cable on drum  
 Toolbox + spare parts  
 Manual



**REGIONE PIEMONTE**

**ABRATE S.r.l.**

**Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte -  
area ex Fiat Avio**

**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO, PROVE IN  
SITO E INDAGINI GEOFISICHE**

**Cross-hole sismici profondi**

Relazione illustrativa

**ALLEGATO 5**

***Documentazione fotografica***

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

Rif. :	<b>1388_r02</b>	Data:	<b>aprile 2008</b>
Committente:	<b>Regione Piemonte</b>		
Cliente:	<b>Abrate Srl</b>		
Opera:		<b>Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte - area ex Fiat Avio</b>	
Lavoro:			<b>Cross-hole sismici profondi</b>

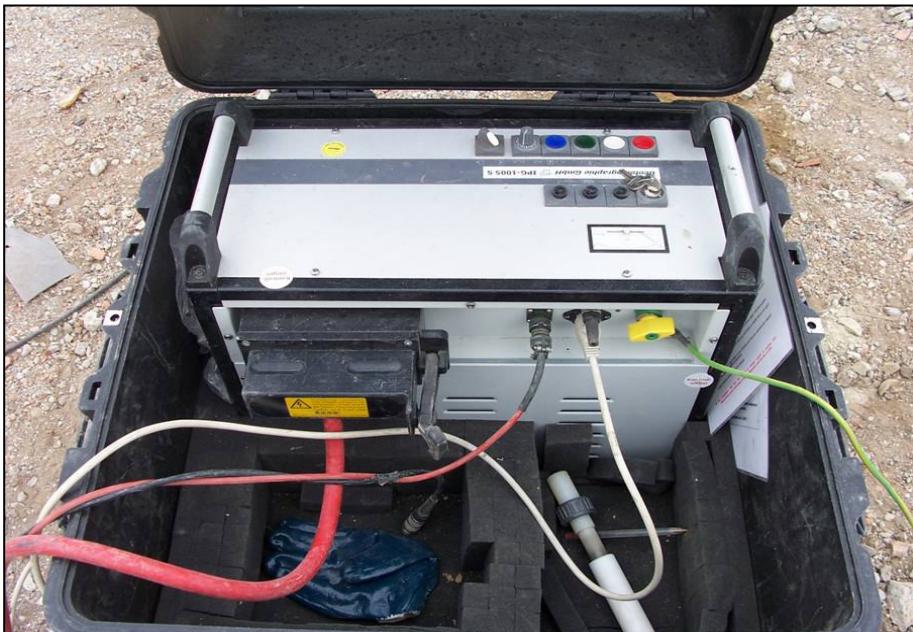


Foto 1: particolare dell'energizzatore per la sorgente in foro



Foto 2: particolare del tripiede con argano per la movimentazione della sonda SH60

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

Rif. :	<b>1388_r02</b>	Data:	<b>aprile 2008</b>
Committente:	<b>Regione Piemonte</b>		
Cliente:	<b>Abrate Srl</b>		
Opera:		<b>Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte - area ex Fiat Avio</b>	
Lavoro:		<b>Cross-hole sismici profondi</b>	



Foto 3: particolare del sismografo e della consolle per il controllo remoto dell'energizzatore

Foto 4: fasi di movimentazione del geofono da foro



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Rif. :	<b>1388_r02</b>	Data:	<b>aprile 2008</b>
Committente:	<b>Regione Piemonte</b>		
Cliente:	<b>Abrate Srl</b>		
Opera:		<b>Nuovo Palazzo per uffici Regione Piemonte - area ex Fiat Avio</b>	
Lavoro:		<b>Cross-hole sismici profondi</b>	



Foto 5: operazioni di movimentazione della sorgente da foro

Foto 6: immagine delle operazioni di cantiere

