

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: J94F04000020001

### U.O. GEOLOGIA

### PROGETTO DEFINITIVO

#### ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

#### ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

#### LOTTO 1: FORTEZZA - PONTE GARDENA

#### GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

#### SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (SONDAGGIO SPG1)

SCALA:

-

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    Progr.    REV.

I B L 1    1 0    D    6 9    S G    G E 0 0 0 5    0 0 8    A

| Rev. | Descrizione         | Redatto       | Data | Verificato | Data | Approvato    | Data | Autorizzato | Data |
|------|---------------------|---------------|------|------------|------|--------------|------|-------------|------|
| A    | Emissione Esecutiva | R. Guadagnini |      | S. Rodani  |      | C. Mazzocchi |      | F. Marchese |      |
|      |                     |               |      |            |      |              |      |             |      |
|      |                     |               |      |            |      |              |      |             |      |
|      |                     |               |      |            |      |              |      |             |      |
|      |                     |               |      |            |      |              |      |             |      |

File:

n. Elab.:



## INDICE

|   |         |
|---|---------|
| PREMESSA  | pag. 3  |
| 1. SONDAGGIO GEOGNOSTICO  | pag. 4  |
| 1.1 GENERALITÀ  | pag. 4  |
| 1.2 PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO                                    | pag. 4  |
| 1.2.1 Modalità esecutive  | pag. 5  |
| 1.3 PROVE DI PERMEABILITÀ LUGEON  | pag. 7  |
| 1.3.1 Caratteristiche delle attrezzature                                  | pag. 7  |
| 1.3.2 Modalità esecutive  | pag. 8  |
| 1.4 PROVE DILATOMETRICHE  | pag. 10 |
| 1.4.1 Caratteristiche strumento   | pag. 10 |
| 1.4.2 Esecuzione della prova  | pag. 10 |
| 1.4.3 Calcolo dei moduli  | pag. 11 |
| 1.5 PROVE DI FRATTURAZIONE IDRAULICA                                      | pag. 12 |
| 1.5.1 Introduzione e generalità   | pag. 12 |
| 1.5.2 Risultati delle prove   | pag. 13 |
| 1.5.3 Interpretazione della misura tensionale                             | pag. 14 |
| 1.5.4 Appendice – descrizione delle prove di fratturazione idraulica (HF) | pag. 16 |
| 1.5.4.1 Descrizione dell'attrezzatura                                     | pag. 16 |
| 1.5.4.2 Procedura di prova  | pag. 18 |
| 1.5.4.3 Elaborazione dei grafici sperimentali                             | pag. 19 |
| 1.5.4.4 Calcolo del campo tensionale                                      | pag. 22 |
| 1.6 RILIEVO GEOMECCANICO  | pag. 32 |
| 2. INSTALLAZIONE DI STRUMENTAZIONE  | pag. 34 |
| 2.1 PIEZOMETRO TIPO NORTON  | pag. 34 |
| 3. RILIEVO TOPOGRAFICO  | pag. 35 |
| ALLEGATI  | pag. 36 |



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 3 di 36 |

## PREMESSA

Nell'ambito del Progetto Definitivo relativo al Quadruplicamento della tratta Fortezza – Ponte Gardena sulla linea ferroviaria Verona – Brennero, è stato eseguito un sondaggio geognostico denominato SPG1 spinto fino alla profondità di 300 m da p.c.. Sono state eseguite prove in foro (prove di permeabilità tipo Lugeon, prove dilatometriche e prove di fratturazione) e successivamente il sondaggio è stato strumentato con piezometro a tubo aperto tipo *Norton*.

## 1. SONDAGGIO GEOGNOSTICO

### 1.1 GENERALITÀ

Per l'esecuzione del sondaggio, effettuato mediante perforazione a carotaggio continuo, è stata utilizzata una sonda idraulica *Geomarc* modello *GM1000C* montata su carro cingolato da 2,20 m ed avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- velocità di rotazione 0 ÷ 500 rpm
- coppia massima 1100 kgm
- corsa continua  $\geq$  150 cm
- spinta max. 5.800 kg
- tiro 8.300 kg
- pompa per fluidi di perforazione:
  - pressione 40 bar
  - portata 200 litri
- pompa ad alta pressione (100 bar) per campionamento.

### 1.2 PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

Per la perforazione del sondaggio a carotaggio continuo sono stati utilizzati i seguenti utensili:

- carotiere semplice con valvola in testa a sfera e calice per perforazione a secco:
- diametro nominale  $\varnothing_{est} = 101$  mm
- lunghezza utile  $l = 150 \div 300$  cm;
- corona di perforazione in widia;
- carotiere doppio tipo T6
- diametro nominale  $\varnothing_{est} = 101$  mm
- lunghezza utile  $l = 150 \div 300$  cm



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 5 di 36 |

- corona di perforazione con diamante incastonato
- carotiere doppio tipo WL
- diametro foro  $\varnothing_{est} = 101$  mm
- aste di perforazione:
- diametro nominale  $\varnothing_{int+est} = 77,8 \div 88,9$  mm;
- lunghezza utile  $l = 300$  cm;
- tubi di rivestimento provvisorio  $\varnothing_{est} = 127$  mm.

### 1.2.1 Modalità esecutive

Le perforazioni a carotaggio continuo sono state eseguite impiegando sia carotieri semplici che carotieri doppi.

L'avanzamento del carotiere semplice è avvenuto sempre a secco, ovvero senza impiego di fluidi di perforazione, per impedire il dilavamento delle frazioni fini. Mentre nei materiali lapidei, per le quali sono stati utilizzati carotieri doppi, è stato impiegato come fluido di perforazione fango misto di bentonite e polimeri.

Per le modalità esecutive delle perforazioni sono state rispettate le norme tecniche dell'Italferr ed in particolare dopo essersi attrezzati con carotiere semplice e tubo di rivestimento nel materiale lapideo si è proceduto alla perforazione utilizzando un carotiere Wire Line munito di corona diamantata utilizzando per la lubrificazione del carotiere acqua con aggiunta di additivi necessari al corretto funzionamento del sistema.

Per l'estrusione delle carote dal tubo interno del doppio carotiere si è utilizzato un apposito estrusore idraulico, dotato di regolazione della pressione di estrusione e di tampone a tenuta per impedire il contatto del campione con il fluido di spinta.

Le carote sono state estruse su una canaletta in PVC e quindi riposte nelle apposite cassette catalogatrici.

Tutti i campioni di terreno prelevati nel corso dei sondaggi sono stati posti in apposite cassette catalogatrici, a scomparti contenenti ognuna 5 m di perforazione e al termine di ogni manovra sono stati posizionati i testimoni che riportano le profondità raggiunte; le cassette catalogatrici sono state fotografate e depositate in località Fortezza.

Sono stati inoltre prelevati degli spezzoni di carota alle profondità che sono di seguito riportate:

| N° progressivo | Nome campione | Profondità (m)<br>da - a |
|----------------|---------------|--------------------------|
| 1              | CR1A          | 17,00-17,35              |
| 2              | CR1B          | 17,35-17,65              |
| 3              | CR2           | 53,35-53,95              |
| 4              | CR3           | 84,00-84,45              |
| 5              | CR4           | 103,00-103,45            |
| 6              | CR5           | 128,35-128,85            |
| 7              | CR6           | 166,40-167,00            |
| 8              | CR7           | 180,05-180,30            |
| 9              | CR8           | 196,25-196,80            |
| 10             | CR9A          | 222,30-222,55            |
| 11             | CR9B          | 222,55-222,85            |
| 12             | CR9C          | 223,20-223,70            |
| 13             | CR10A         | 230,40-230,70            |
| 14             | CR10B         | 230,70-230,95            |
| 15             | CR11          | 248,30-248,85            |
| 16             | CR12          | 254,40-254,85            |
| 17             | CR13          | 264,55-264,90            |
| 18             | CR14          | 273,05-273,95            |
| 19             | CR15          | 278,05-278,60            |
| 20             | CR16          | 292,25-292,60            |

Tali campioni sono stati catalogati ed inseriti in apposite fustelle in PVC per poi essere spedite al laboratorio GEOSTUDI di Pomezia (RM).

### 1.3 PROVE DI PERMEABILITÀ LUGEON

Nel foro di sondaggio sono state eseguite prove di permeabilità tipo *Lugeon* alle profondità indicate dalla Direzione Lavori e che per comodità sono di seguito riportate:

| N° Prova | Profondità (m)<br>da - a |
|----------|--------------------------|
| 1        | 59,30-64,30              |
| 2        | 107,20-112,20            |
| 3        | 161,20-166,20            |
| 4        | 209,20-214,20            |
| 5        | 275,20-280,20            |
| 6        | 290,00-295,10            |

Le Prove sono state realizzate rispettando le norme AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) - Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche e seguendo le specifiche tecniche *Italferr*.

La prova consiste nell'iniettare acqua in pressione entro un tratto isolato di foro di sondaggio in roccia e nel misurare i volumi assorbiti a diverse pressioni. La prova consente di misurare la permeabilità di un ammasso roccioso.

Le prove sono state eseguite in avanzamento, cioè con il procedere della perforazione.

#### 1.3.1 Caratteristiche delle attrezzature

Le prove sono state eseguite con la seguente attrezzatura:

- *otturatore doppio* costituito da un tubo metallico sul quale è applicata una membrana di gomma che gonfiandosi (con azoto) permette di isolare il tratto di prova; la pressione di gonfiaggio deve essere superiore di 0,2 ÷ 0,3 MPa a quella di iniezione dell'acqua;
- *pompa centrifuga* in grado di raggiungere pressioni di iniezione almeno pari a 1 MPa con portate elevate;
- *contalitri*, inserito nel circuito di mandata della pompa, per la misura delle portate immesse, con precisione di 0,1 l;





QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 8 di 36 |

- *manometro* per la misura della pressione di iniezione, con precisione di 0.05 MPa e fondo scala pari a 1,2 ÷ 1,5 MPa;
- *tubazioni idrauliche* di adduzione dell'acqua nel tratto di prova.

### 1.3.2 Modalità esecutive

Dopo aver misurato il livello della falda (stabilizzata) nel foro di sondaggio con sondina piezometrica è stato calato nel foro, il packer.

Il packer è stato espanso ad isolare il tratto finale del foro per una lunghezza  $L \geq 5 D$ , dove L è la lunghezza del tratto di foro isolato e D è il diametro del foro.

Si è proceduto iniettando acqua nel tratto di prova, eseguendo tre diversi gradini di pressione in salita e ripetendo gli stessi primi due gradini in discesa.

Ciascun gradino di portata, in salita o in discesa, è stato mantenuto per almeno 10 ÷ 20 minuti primi dopo il raggiungimento della stabilizzazione degli assorbimenti (regime di equilibrio). La costanza della portata è stata controllata ogni 2 minuti.

I valori dei gradini di pressione sono stati scelti in funzione del tipo di ammasso roccioso e delle sue caratteristiche riscontrate in cantiere nonché dagli specifici obiettivi progettuali delle prove.

Successivamente è stato tracciato il grafico delle portate (l/min.) in funzione delle pressioni in camera di iniezione (MPa), per ciascun gradino in andata e in ritorno; la pressione (p) sarà quella corretta:

$$p = p_m + \gamma_w h - p_c$$

dove:  $p_m$  = pressione letta al manometro

$\gamma_w$  = densità dell'acqua

h = distanza verticale tra il manometro ed il livello statico della falda

$p_c$  = perdita di carico nel circuito

Durante la prova si è provveduto a mantenere pieno di acqua il foro di sondaggio, per osservare la perfetta tenuta idraulica dell'otturatore. Nel caso di perdite, cioè di passaggio d'acqua dalla camera di iniezione al foro sovrastante, segnalato da un innalzamento del livello d'acqua nel foro, la prova sarà interrotta e ripresa dopo i necessari interventi correttivi.

La documentazione relativa a ciascuna prova comprende:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- metodo e diametro di perforazione;

- livello piezometrico della falda;
- profondità del tratto di prova;
- descrizione della roccia nel tratto di prova;
- caratteristiche della attrezzatura impiegata per la prova;
- tabulato delle letture di cantiere (tempi, portate, pressioni al manometro);
- grafico delle portate (l/min/m) in funzione delle pressioni (corrette) in camera di iniezione (MPa), per ciascun gradino in andata e in ritorno.

## 1.4 PROVE DILATOMETRICHE

In data 17/09/2012 e 16/10/2012 nel foro di sondaggio sono state eseguite prove dilatometriche alle profondità di seguito riportate:

| N° Prova | Data     | Profondità centro-cella (m) | Modulo di deformazione (MPa) | Modulo elastico (MPa) |
|----------|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| SPGD1    | 16/10/12 | 258,00                      | 3750                         | 19637                 |
| SPGD 2   | 16/10/12 | 220,00                      | 1063                         | 2238                  |
| SPGD 3   | 16/10/12 | 150,00                      | 297                          | 371                   |
| SPGD 4   | 17/10/12 | 101,00                      | 1681                         | 2221                  |
| SPGD 5   | 17/10/12 | 49,00                       | 1744                         | 2056                  |

### 1.4.1 Caratteristiche strumento

Le prove sono state eseguite con dilatometro flessibile DILAROC TELEMAR, costituito da centralina di acquisizione N° 11D01 e sonda LM 99/16 MOD. DMP 02/95, di diametro 95 mm.

La sonda e la centralina di misura sono collegate da un cavo elettrico multipolare e da un cavo pneumatico ad alta resistenza. Nella sonda sono alloggiati due trasduttori di pressione e tre trasduttori di spostamento con fondo scala di 25 mm, rispettivamente con risoluzione 0.2 % f.s. e 1/1000 mm e precisione di 0.1 bar e 5/1000 mm.

La sonda ha un diametro di 95 mm, lunghezza del tratto di prova di 1000 mm, con rapporto lunghezza/diametro maggiore di 10.

Per regolare la pressione si utilizza un sistema composto da valvola e rubinetto, con capacità 0-200 bar in grado di aumentare, diminuire o mantenere costante la pressione all'interno della sonda.

### 1.4.2 Esecuzione della prova

La prova dilatometrica, è concettualmente simile ad una pressimetria, si esegue sulle pareti dei fori di sondaggio privo di rivestimento procedendo dal basso verso l'alto a sondaggio completato, oppure in avanzamento, realizzando una tasca di prova sul fondo foro.



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 11 di 36 |

Essa consiste nel mettere in pressione un tratto di foro della lunghezza di 1m e misurarne le deformazioni diametrali. La pressione viene esercitata in maniera uniforme grazie alla guaina flessibile della sonda.

La prova viene eseguita con tre cicli completi di carico e scarico, la pressione massima raggiunta ad ogni ciclo viene raddoppiata a quello successivo e dipende dalla profondità della prova stessa e dalle caratteristiche della roccia. In particolare i valori di massima pressione vengono ridotti quando il foro presenta un diametro iniziale troppo elevato o la sezione dello stesso presenta una eccentricità marcata soprattutto se in presenza di rocce ad alta deformabilità.

La “prova di creep” consiste nel mantenere la pressione costante e misurare le deformazioni diametrali ad intervalli prefissati, di solito si esegue in corrispondenza del gradino di pressione più alto di ogni ciclo.

### 1.4.3 Calcolo dei moduli

I moduli sono stati calcolati in base alle teorie sull’espansione delle cavità cilindriche, in particolare per rocce a comportamento lineare-elastico si utilizza l’equazione  $E = (1+\nu) * D \Delta p / \Delta D$ , con:

$\Delta p$  = variazione di pressione

$\Delta D$  = variazione diametrale

$\nu$  = coefficiente di Poisson (valore raccomandato in letteratura = 0.25)

D = diametro iniziale del foro

Nelle prove eseguite sono stati calcolati i seguenti moduli:

- MODULO DI DEFORMAZIONE, calcolato in fase di carico tra la minima pressione di prova e la massima pressione raggiunta ad ogni ciclo.
- MODULO DI SCARICO (ELASTICO), calcolato in fase di scarico tra la massima pressione raggiunta ad ogni ciclo e la minima pressione di prova.
- MODULO DI PRIMO CARICO, calcolato in fase di carico tra la massima pressione raggiunta nel ciclo in esame e quella raggiunta nel ciclo precedente.
- MODULO DI RICARICO, calcolato tra la minima pressione del ciclo in esame ed il massimo raggiunto nel ciclo precedente.

I moduli sono stati calcolati singolarmente per ogni trasduttore e sul valore medio delle deformazioni.

## 1.5 PROVE DI FRATTURAZIONE IDRAULICA

### 1.5.1 Introduzione e generalità

Nel periodo 17-19 ottobre 2012, sono state eseguite misure di stato tensionale originario mediante prove di fratturazione idraulica all'interno del foro di sondaggio verticale SGP1.

Complessivamente sono state effettuate n.5 prove di fatturazione idraulica (HF). Poiché il sondaggio risultava ostruito alla profondità di circa 250 m, si è proceduto ad eseguire le prove a profondità comprese fra 190.0 m - 241.5 m da bocca foro.

Per ottenere lo stato tensionale a quota galleria, il risultato della misura tensionale è stato poi estrapolato ad una profondità che si è assunto essere 275 m. Il report contiene comunque le formule da utilizzare per estrapolare il risultato della misura tensionale ad una generica copertura z.

Per l'interpretazione si è assunto che il sondaggio fosse perfettamente verticale (direzione  $\psi_H=0.0^\circ$  e inclinazione sull'orizzontale  $\phi_H=90^\circ$ ).


La seguente tabella riassume i dati generali delle 5 prove HF eseguite.

Trattandosi di un sondaggio verticale, le coperture corrispondono alla posizione delle prova.

TABELLA 1.hf – PROVE HF SONDAGGIO SGP1

| sigla prova | posizione da boccaforo [m] | copertura [m] | data esecuzione prova | data esecuzione impronta |
|-------------|----------------------------|---------------|-----------------------|--------------------------|
| HF1         | 241.5                      | 241.5         | 17 ottobre 2012       | 18 ottobre 2012          |
| HF2         | 230.5                      | 230.5         | 17 ottobre 2012       | 18 ottobre 2012          |
| HF3         | 223.0                      | 223.0         | 17 ottobre 2012       | 18 ottobre 2012          |
| HF4         | 207.5                      | 207.5         | 17 ottobre 2012       | 19 ottobre 2012          |
| HF5         | 190.0                      | 190.0         | 17 ottobre 2012       | 19 ottobre 2012          |

Il risultato dell'interpretazione delle prove è l'insieme delle equazioni che definiscono il campo tensionale originario calcolato sulla base dei dati di prova (paragrafo 1.5.3).

|   |   |       |          |              |      |          |
|---|---|-------|----------|--------------|------|----------|
|  | QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA |       |          |              |      |          |
|   | LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA               |       |          |              |      |          |
| SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)                                    | COMMESSA  | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|   | IBL1  | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 13 di 36 |

Il risultato delle prove è rappresentato nel sistema di riferimento geografico:

X= Nord

Y= Est

Z= Basso

Si assumono distribuzioni di probabilità gaussiane sia per i dati di prova che per il risultato dell'interpretazione. I limiti di confidenza si riferiscono al 66% di probabilità.

Le tensioni compressive sono considerate positive.

### 1.5.2 Risultati delle prove

I grafici delle figure 2-32 (in Allegato E), rappresentano i diagrammi sperimentali e documentano la loro elaborazione.

In particolare ciascuna prova è documentata da due elaborati sperimentali:

- il grafico pressione-tempo: andamento temporale delle pressioni dei due circuiti idraulici durante la prova: in grigio è rappresentata la pressione del circuito dei packer, in rosso quella del circuito della cavità di prova (figure 2, 8, 15, 21, e 27);
- il grafico del rilievo di impronta: si rappresenta lo sviluppo piano della superficie esterna dell' "impression packer"; alcuni rilievi di impronta hanno evidenziato più fratture; ogni frattura dello stesso rilievo è contraddistinta da un diverso colore: ipotesi 1 rosso, ipotesi 2 giallo, ipotesi 3 verde; etc.; si rappresenta anche la "vista laterale dell'impression packer" dove, convenzionalmente, tutte le fratture sono rappresentate con direzione parallela allo sguardo dell'osservatore esterno; inoltre il packer è trasparente; questo grafico serve per valutare la planarità delle fratture rilevate (figure 7, 14, 20, 26 e 32).

I grafici delle prove sono interpretati secondo le modalità descritte in Appendice. Le figure in Allegato E rappresentano:

- l'analisi delle pressioni di riapertura (figure 3, 9, 16, 22 e 28);
- l'analisi delle pressioni di shut-in (figure 4-6, 10-13, 17-19, 23-25 e 29-31);

Le tabelle delle figure 33-35 (in Allegato E) riassumono l'intera elaborazione. I valori di pressione caratteristici ed i dati di orientazione delle fratture sono ulteriormente sintetizzati nella tabella 2.hf.

TABELLA 2.hf – RISULTATI DELLE PROVE

| Prova | Z [m] | Pr [MPa]    | Ps [MPa]    | Po [MPa]   | $\psi$ [°]  | $\phi$ [°] | Ipotesi<br>frattura |
|-------|-------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------|
| HF1   | 241.5 | 6.50 ± 0.90 | 5.34 ± 0.45 | 2.45 ± 0.1 | 184.9 ± 1.1 | 88.5 ± 0.0 | 1                   |
|       |       |             |             |            | 11.9 ± 1.0  | 47.7 ± 0.2 | 2                   |
|       |       |             |             |            | 160.7 ± 1.0 | 58.2 ± 0.3 | 3                   |
|       |       |             |             |            | 350.3 ± 6.1 | 47.0 ± 1.5 | 4                   |
|       |       |             |             |            | 142.8 ± 1.4 | 71.2 ± 0.1 | 5                   |
| HF2   | 230.5 | 5.00 ± 0.70 | 3.49 ± 0.02 | 1.90 ± 0.3 | 261.7 ± 1.7 | 86.4 ± 0.6 | 1                   |
| HF3   | 223.0 | 5.80 ± 0.80 | 4.53 ± 0.55 | 2.20 ± 0.1 | 352.4 ± 1.1 | 87.4 ± 0.1 | 1                   |
|       |       |             |             |            | 255.2 ± 1.0 | 81.5 ± 0.1 | 2                   |
|       |       |             |             |            | 275.5 ± 2.3 | 57.4 ± 1.1 | 3                   |
| HF4   | 207.5 | 6.60 ± 0.60 | 5.15 ± 0.69 | 2.00 ± 0.1 | 279.0 ± 1.2 | 64.2 ± 0.4 | 1                   |
| HF5   | 190.0 | 8.00 ± 0.50 | 6.13 ± 0.81 | 1.85 ± 0.1 | 297.5 ± 1.5 | 28.1 ± 0.5 | 1                   |

Z: copertura media test-section

Pr: pressione si riapertura

Ps: pressione di shut-in media (stimata con i metodi: tangent-intersection, tangent deviation e Muscat)

Po: pressione interstiziale prima della riapertura

$\psi$ : immersione della frattura nel riferimento geografico

$\phi$ : inclinazione della frattura nel riferimento geografico

### 1.5.3 Interpretazione della misura tensionale

Le fratture interessate dalle prove risultano essere sub-verticali (rif. figura 36 Allegato E).

Anche per questo motivo, per il calcolo del campo tensionale originario è necessario ipotizzare a priori il valore della componente di tensione verticale  $S_{zz}$ .

In particolare si assume:

$$\gamma = 0.027 \text{ MN/m}^3$$

$$S_{zz} = \gamma * Z$$

essendo  $Z$  la profondità e  $\gamma$  il peso specifico medio della roccia di copertura.

Fissando il gradiente verticale, utilizzando un modello di regressione con tensore linearmente variabile in funzione della copertura  $Z$  (nullo a  $Z=0$ ), il problema sarebbe caratterizzato da 5 incognite: le 5 componenti incognite del tensore dei gradienti. Considerando che si dispone di 10 osservazioni (3 equazioni di shut-in + 3 equazioni di riapertura) è opportuno semplificare ulteriormente il modello interpretativo, riducendo ulteriormente il numero dei parametri incogniti. Si assume quindi che la verticale sia una direzione principale di tensione.

Il problema interpretativo diventa quindi caratterizzato da 3 incognite essendo:

$$S = Z * \begin{vmatrix} a_{xx} & a_{xy} & 0 \\ a_{xy} & a_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & \gamma \end{vmatrix}$$

dove  $S$  è il tensore degli sforzi alla generica profondità  $Z$ , mentre i parametri  $a_{ij}$  sono i gradienti verticali delle componenti di tensione.

L'analisi di regressione multipla dei dati di prova produce il seguente risultato:

$$a_{xx} = 0.0143 \text{ MPa/m}$$

$$a_{yy} = 0.0185 \text{ MPa/m}$$

$$a_{zz} = \gamma = 0.027 \text{ MPa/m}$$

$$a_{xy} = -0.0105 \text{ MPa/m}$$

$$a_{xz} = 0.0 \text{ MPa/m}$$

$$a_{yz} = 0.0 \text{ MPa/m}$$

Le corrispondenti tensioni principali sono rappresentate nella seguente tabella in funzione della copertura  $Z$ , e diagrammate in figura 38 (Allegato E).




|   |   |       |          |              |      |          |
|---|---|-------|----------|--------------|------|----------|
|  | QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA |       |          |              |      |          |
|   | LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA               |       |          |              |      |          |
| SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)                                    | COMMESSA  | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|   | IBL1  | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 16 di 36 |

TABELLA 3.hf – TENSIONI E DIREZIONI PRINCIPALI

| componente  | Tensione [MPa], Z [m]     | Direzione [°] | Inclinazione [°] |
|-------------|---------------------------|---------------|------------------|
| $S_1 = S_H$ | $(0.0271 \pm 0.0078) * Z$ | $129 \pm 10$  | 0                |
| $S_2 = S_V$ | $(0.0270) * Z$            | 0             | 90               |
| $S_3 = S_h$ | $(0.0057 \pm 0.0080) * Z$ | $39 \pm 10$   | 0                |

La direzione di massima compressione  $\psi_{MAX}$ , (parallelamente alla quale agisce la tensione orizzontale massima SH) è quindi:

$$\psi_{MAX} = (129 - 309)^\circ \pm 10^\circ$$

Si osservi che, con il modello di regressione utilizzato, per definizione le direzioni principali di tensione sono indipendenti dalla copertura Z, mentre i valori delle tensioni principali variano linearmente con Z (figura 26).

Anche il rapporto  $K_0$  tra tensione orizzontale e tensione verticale non dipende dalla copertura Z, ma varia con la direzione nell'intervallo:

$$K_{0MIN} = S_H/S_V = 1.004$$

$$K_{0MAX} = S_h/S_V = 0.210$$

Complessivamente lo stile tensionale risulta caratterizzato da tensioni orizzontali marcatamente anisotrope, con la direzione NE-SW particolarmente deconfinata.

Una ulteriore rappresentazione del risultato della misura tensionale è data dagli stereogrammi della figura 39 (Allegato E), dove è raffigurato il tensore degli sforzi corrispondente alla profondità di 275 m.

## **1.5.4 Descrizione delle prove di fratturazione idraulica (HF)**

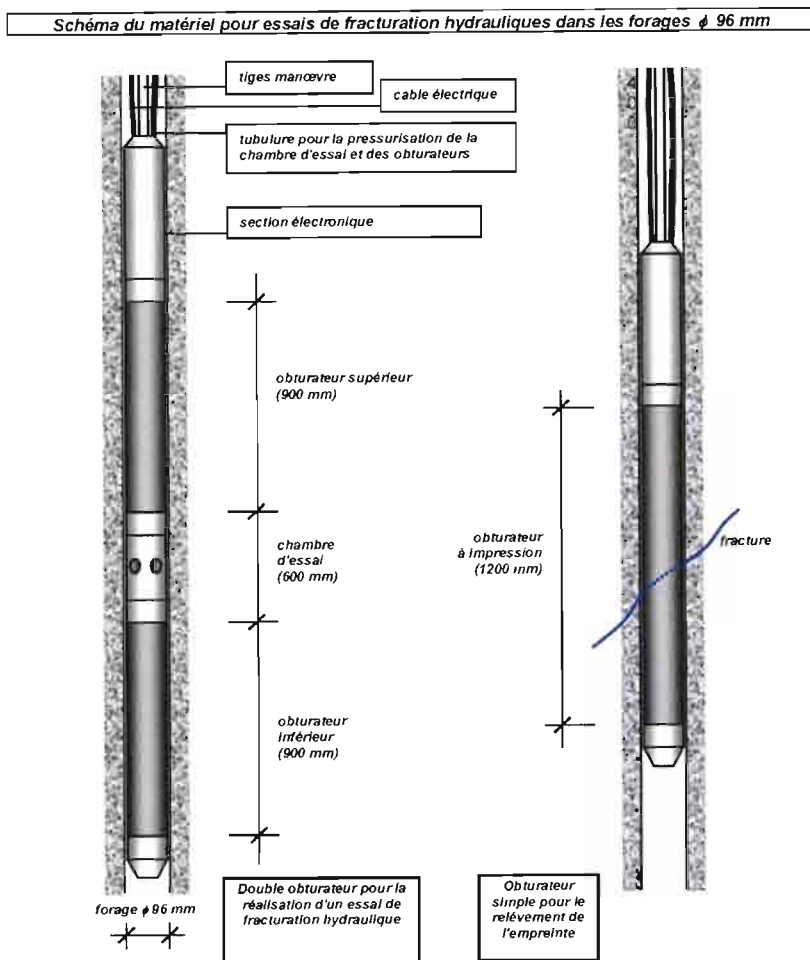
### ***1.5.4.1 Descrizione dell'attrezzatura***

La sonda di fratturazione idraulica per perforazioni da 96-101 mm è costituita da un doppio packer gonfiabile con diametro nominale  $D = 86.5$  mm. Nella sonda di fratturazione un distanziatore di acciaio è interposto tra i due elementi gonfiabili. I distanziatore ha lunghezza  $L = 600$  mm e serve per materializzare la cavità di prova la cui lunghezza è quindi superiore a 5 volte il diametro del foro, come suggerito dall'ISRM ( $101 \times 5 = 505$  mm). I due packer hanno lunghezza  $L = 900$  mm ciascuno.

Per rilevare l'orientazione delle fratture prodotte durante le prova si utilizza un terzo packer avente lunghezza  $L = 1200$  mm e diametro  $D = 86.5$  mm, denominato impression-packers, rivestito esternamente da uno strato di una

speciale gomma semivulcanizzata che, premuta sulla parete del foro, si estrude nella frattura e ne prende l'impronta.

Figura A1 – Schema delle sonde HF



Le sonde utilizzate sono dotate di trasduttori di pressione e di elettronica di fondo foro. I segnali dei trasduttori sono acquisiti da un'unità elettronica adibita alla registrazione e visualizzazione in tempo reale dei grafici pressione-tempo (datalogger + pc). La frequenza di campionamento, acquisizione, e registrazione dei segnali in fase di prova è di 20 Hz.

Per misurare l'orientazione della sonda durante il rilievo della frattura, anche l'impression-packer è dotato di strumentazione elettronica di fondo foro: una bussola elettronica tipo flux-gate per le perforazioni sub-verticali; un



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 18 di 36 |

inclinometro a doppio potenziometro per le perforazioni inclinate fino a 85° dall'orizzontale; entrambi gli strumenti hanno una sensibilità di circa 1°.

Due linee idrauliche indipendenti alimentano i circuiti del doppio packer e della cavità di prova.

Per la pressurizzazione si utilizzano due pompe elettriche. La portata delle pompe può essere regolata per mezzo di un apposito dispositivo idraulico, utile per adattare la prova alle condizioni locali della roccia (principalmente alla permeabilità); per rocce permeabili si devono adottare portate più elevate; in rocce a bassa permeabilità è sufficiente una portata più bassa. Il campo di portate ottenibili è  $Q = 0.1-9.0$  l/sec.

Una volta impostato il valore del regolatore, le pompe funzionano a portata costante.

La possibilità di variare la portata delle pompe può essere utile anche per eseguire, al termine di una prova di fratturazione idraulica convenzionale, una prova di pressurizzazione del tipo "step-rate" che consente di ottenere un'ulteriore valutazione della pressione di chiusura della frattura.


Il liquido usato per la fratturazione della roccia è un'emulsione di acqua con una piccola percentuale di olio. L'emulsione ha viscosità approssimativamente uguale a quella dell'acqua.

#### 1.5.4.2 Procedura di prova

Sulla base dell'esame delle carote si posiziona la sonda di fratturazione sui tratti di sondaggio più idonei. Ad una pressione differenziale di circa 2.0 MPa i packer entrano in contatto con le pareti del foro iniziando la loro azione di tenuta idraulica. La loro pressione continua poi ad essere incrementata fino ad un valore iniziale che deve essere tale da escludere la formazione di fratture nella roccia circostante il sondaggio (pressione iniziale del doppio packer). La prova di fratturazione propriamente detta viene preceduta da un semplice test di permeabilità eseguito pressurizzando la cavità di prova e isolandola idraulicamente per 1-2 minuti. L'andamento della curva di decadimento della pressione nel tempo fornisce immediate indicazioni semiquantitative sullo stato di fratturazione della cavità di prova. I tratti più permeabili vengono di norma evitati, sia per minimizzare le complessità interpretative, che per salvaguardare l'integrità dell'attrezzatura.

Dopo una fase di drenaggio di alcuni minuti nella quale la roccia viene depressurizzata e riportata alle condizioni iniziali, si riprende l'iniezione nei due circuiti adottando per la cavità di prova una portata leggermente maggiore di quella utilizzata per il circuito dei packers. Per effetto della differenza tra le portate immesse nei due circuiti, la pressione della cavità di prova si approssima rapidamente a quella dei packers e, da questo punto in poi, attivandosi un meccanismo di autocompensazione dovuto alla deformabilità dei packers, la pressione dei due circuiti aumenta con la stessa velocità fino alla formazione di una nuova frattura o all'apertura di un giunto naturale preesistente. La formazione di una frattura idraulica si manifesta con una caduta più o meno rapida della pressione nella cavità di prova: quando si avverte questo fenomeno l'iniezione di liquido viene interrotta, isolando immediatamente i due circuiti e lasciando evolvere la fase di shut-in per alcuni minuti.

Esaurita questa fase, i due circuiti vengono aperti per alcuni minuti lasciando così che la frattura si depressurizzi e si richiuda sotto l'effetto delle tensioni di compressione dello stato di sollecitazione originario, espellendo il fluido in essa contenuto; all'inizio di questa fase di prova la pressione nei packers è riportata al loro valore iniziale, senza perdere contatto con la parete del foro. La procedura descritta viene quindi ripetuta per effettuare uno o più cicli di

|   |   |       |          |              |      |          |
|---|---|-------|----------|--------------|------|----------|
|  | QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA |       |          |              |      |          |
|   | LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA               |       |          |              |      |          |
| SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)                                    | COMMESSA  | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|   | IBL1  | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 19 di 36 |

riapertura della frattura. Generalmente, dopo aver effettuato almeno un ciclo di riapertura, la frattura viene propagata nella roccia continuando l'iniezione nella cavità di prova per alcuni minuti anche dopo la sua riapertura.

In certi casi si esegue un ulteriore ciclo di pressurizzazione di tipo “step-rate”. L’intervallo di foro nel quale si è aperta la frattura è inizialmente pressurizzato a una portata molto bassa fino a quando la pressione si stabilizza. La portata è quindi incrementata fino a raggiungere un nuovo valore costante che è mantenuto fino ad un nuovo assestamento del valore di pressione della cavità di prova. Questo processo di “incremento a gradini” della coppia “pressione-portata” è ripetuto per 6 -12 step.

Al termine della prova di fatturazione idraulica, per procedere al rilievo dell'orientazione delle fratture prodotte si utilizza un “Impression-packer” (packer ad impressione o impronta). Questo è posizionato sulla zona di prova dove è pressurizzato e mantenuto in contatto con le pareti del foro per circa 10 minuti, ad una pressione compresa tra la pressione di riapertura  $p_r$  e la pressione di innesco della frattura  $p_i$ .

Durante il rilievo di impronta si determina l'orientazione del packer con il apposito trasduttore di fondo foro. Dopo ciascun rilievo d'impronta si estrae l'attrezzatura per esaminare il packer ad impressione. La traccia della frattura viene quindi riportata su un disegno che rappresenta lo sviluppo piano della superficie esterna del packer.

#### **1.5.4.3 Elaborazione dei grafici sperimentali**

Una prova HF produce un grafico pressione-tempo ed una rappresentazione dell'impronta della frattura (sviluppo piano della superficie esterna del packer ad impressione). Questi elaborati sono analizzati con l'obiettivo di ottenere i dati di ingresso per il calcolo del campo tensionale originario. Ogni dato di ingresso è espresso attraverso un valore medio e una deviazione standard.

#### **Orientazione della frattura ( $\psi$ e $\phi_f$ )**

L'impronta della frattura ottenuta con il packer ad impressione è digitalizzata ed analizzata da un codice di calcolo automatico. Questo, interpolando i punti dell'impronta con un piano mediante un'analisi di regressione, fornisce i valori medi e le deviazioni standard dei due angoli che definiscono l'orientazione della frattura rispetto al packer ad impressione (figura A2).

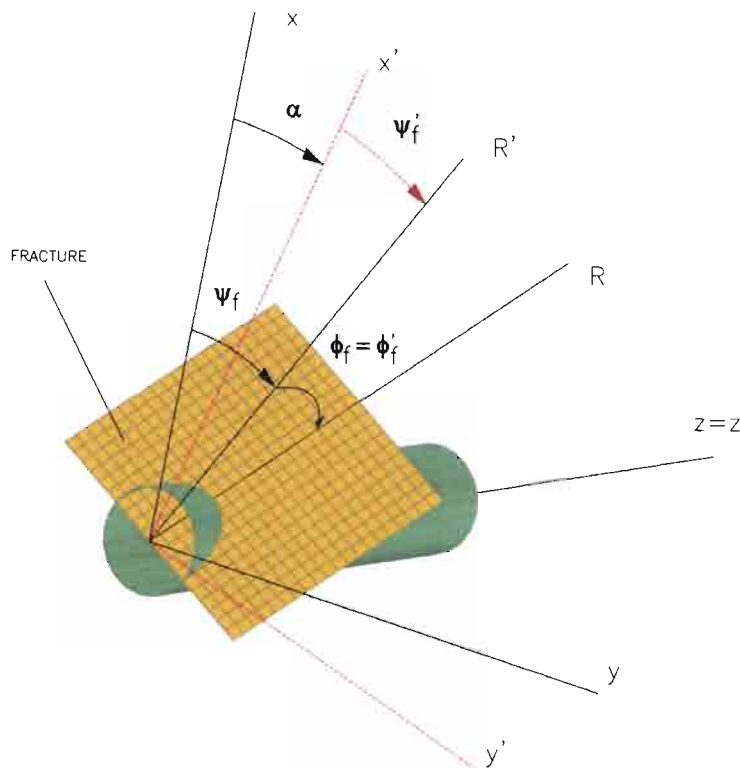
Le procedure di analisi statistica utilizzate per l'elaborazione dell'impronta tengono conto degli errori sperimentali, nonché della deformazione che il packer subisce dilatandosi diametralmente e accorciandosi in direzione longitudinale (figura A3).

#### **Pressione di shut-in ( $p_s$ )**

Per ottenere una valutazione del campo di variabilità della pressione di shut-in, il valore di  $p_s$  è determinato con vari metodi: il “modello di regressione biesponenziale” di Muscat, i metodi grafici “tangent deviation” and “tangent intersection” (figura A7).

La stima della pressione  $p_s$  è eseguita per ciascun ciclo di pressurizzazione di ciascuna prova. Un ulteriore stima può essere ottenuta eseguendo un ciclo di pressurizzazione “step-rate”.

Figura A2 – Orientazione della Frattura nei sistema di riferimento solidali con il packer e con il sondaggio



|                    |  |
|--------------------|--|
| $\alpha$           | IMPRESSION PACKER ROTATION IN THE BOREHOLE                                   |
| $\Psi_f$           | FRACTURE DIP DIRECTION IN THE BOREHOLE REFERENCE SYSTEM                      |
| $\Psi_f'$          | FRACTURE DIP DIRECTION IN THE PACKER REFERENCE SYSTEM                        |
| $\phi_f = \phi_f'$ | FRACTURE DIP IN THE BOREHOLE AND PACKER REFERENCE SYSTEM                     |
| R                  | MAXIMUM DIP LINE OF THE FRACTURE IN THE PACKER AND BOREHOLE REFERENCE SYSTEM |
| R'                 | PROJECTION OF R ON THE BOREHOLE TRANSVERSAL PLANE ( $x'y' = xy$ )            |

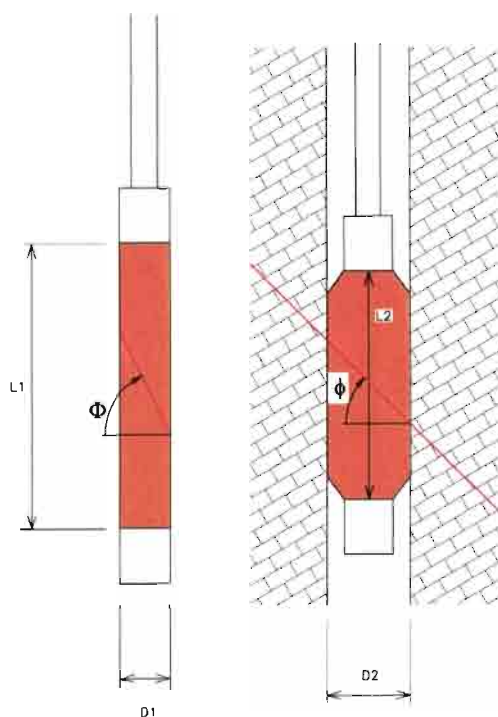
Tutti i metodi applicati per l'analisi del grafico pressione-tempo si basano più o meno implicitamente sul presupposto che la graduale caduta di pressione che si verifica durante la fase di shut-in sia il risultato della sovrapposizione di due distinti fenomeni: la propagazione della frattura ed il moto di filtrazione del liquido verso la roccia che circonda la cavità di prova. All'inizio della fase di shut-in, nell'istante che segue immediatamente l'isolamento del circuito della cavità di prova, la pressione nella frattura eccede la tensione normale sostenuta dalla frattura stessa che tende quindi a propagarsi. L'estensione della frattura determina un aumento dello spazio a disposizione del liquido e la pressione del circuito di fratturazione decresce. La maggior parte della caduta di pressione che si manifesta nei primi istanti di shut-in è dovuta al fenomeno della propagazione, che inizialmente è quantitativamente dominante. L'effetto della filtrazione diviene invece prevalente quando la pressione nella cavità

di prova si abbassa oltre il valore della componente di tensione originaria ortogonale alla frattura, al di sotto del quale la frattura cessa di estendersi e inizia a richiudersi. I metodi indicati vertono sull'idea di distinguere, avvalendosi di elaborazioni più o meno sofisticate del grafico sperimentale pressione-tempo, il punto di transizione tra le due fasi, assumendo che tale punto di transizione corrisponda al valore della componente di tensione originaria ortogonale al piano di frattura, come indicato dalla "teoria della meccanica della frattura lineare elastica".

I metodi impiegati consistono nell'elaborazione dei grafici p-t, in certi casi diagrammati con assi logaritmici, e nella loro interpolazione con modelli analitici o grafici. Il valore di ps è individuato dall'intersezione delle curve interpolanti (figura A7).

La varietà di metodi applicata serve per stimare un intervallo di esistenza della pressione di shut-in o, per meglio dire, per costruire una distribuzione di probabilità sperimentale di ps accettando l'idea che la pressione di shut-in deducibile da una prova HF sia una variabile aleatoria.

FIGURA A3 – DEFORMAZIONE DEL PACKER DURANTE IL RILIEVO DI IMPRONTA



$\phi$  INCLINAZIONE REALE DELLA FRATTURA

$\Phi$  INCLINAZIONE APPARENTE SUL PACKER NON DEFORMATO

### Pressione di riapertura ( $p_r$ )

Considerazioni teoriche indicano che, assumendo che la frattura rimanga impermeabile al liquido di fratturazione fino all'istante della sua riapertura, lo stile del secondo ciclo di pressurizzazione dipende dallo stato tensionale originario e dall'orientazione del sondaggio: se la proiezione del tensore degli sforzi originario sul piano trasversale al foro non possiede un'elevata componente deviatorica, la riapertura della frattura dovrebbe manifestarsi con un picco di pressione al secondo ciclo di pressurizzazione. Per contro, una marcata componente deviatorica dello stato tensionale nel piano trasversale al sondaggio può indurre la riapertura della frattura ad una pressione inferiore a quella di shut-in: la massima pressione raggiunta nel secondo ciclo corrisponde in tal caso alla propagazione della frattura piuttosto che alla sua riapertura. Con una componente deviatorica ancora più marcata può accadere infine che, anche depressurizzando la cavità di prova, la frattura non si richiuda.

Il comportamento reale può essere ulteriormente complicato da molti altri fattori. Tra i più importanti: l'influenza del doppio packer e della portata di iniezione. Inoltre, in alcuni casi, i packers, rimanendo pressurizzati tra un ciclo e l'altro, possono ostacolare la chiusura della frattura durante la depressurizzazione della cavità di prova, anche quando le "condizioni teoriche" perché ciò avvenga non sono verificate. In altri casi l'interazione packers-cavità di prova può alterare la forma del grafico pressione-tempo. Al fine di minimizzare queste perturbazioni del comportamento teorico della prova si ricorre ad una opportuna procedura sperimentale che consiste nel mantenere relativamente bassa la pressione iniziale dei packers e nel depressurizzare i packers fino al valore di pressione iniziale alla fine di ogni ciclo di pressurizzazione.

A volte poi, la frattura non è impermeabile al liquido di fratturazione: il valore della pressione di riapertura "apparente" che si può dedurre dai grafici sottostima in tal caso  $p_r$ , perché la pressurizzazione del liquido contenuto nella frattura ne favorisce l'apertura. Per minimizzare questa perturbazione occorre che la pressurizzazione della cavità di prova sia sufficientemente rapida, ovvero che per l'iniezione vengano usate pompe a portata sufficientemente elevata da permettere il raggiungimento di  $p_r$  prima che il liquido possa penetrare nella frattura.

Pertanto tenendo conto di queste complessità interpretative nell'elaborazione dei grafici sperimentale, si definisce il campo di variabilità di  $p_r$  confrontando il "ramo di carico" dei cicli di pressurizzazione (figura A6).

In genere il limite inferiore di  $p_r$  corrisponde al momento in cui le curve del secondo e del terzo ciclo di pressurizzazione deviano rispetto all'andamento del primo ciclo di pressurizzazione. Il limite superiore è determinato dai picchi di pressione del secondo e del terzo ciclo. Si assume l'ipotesi che per ciascuna prova il punto centrale del campo di variazione di  $p_r$  sia il valore più probabile e che la semi-ampiezza dell'intervallo di variazione sia l'errore standard.

#### 1.5.4.4 Calcolo del campo tensionale

Fissato un arbitrario sistema di coordinate XYZ, lo stato tensionale in un punto di un continuo può essere espresso da un tensore del secondo ordine tridimensionale e simmetrico (tensore degli sforzi) caratterizzato da 6 componenti scalari indipendenti. In generale, quindi, per la rappresentazione del campo tensionale, cioè della distribuzione dello stato tensionale in un dato volume di roccia, possono essere utilizzate 6 funzioni scalari del punto.

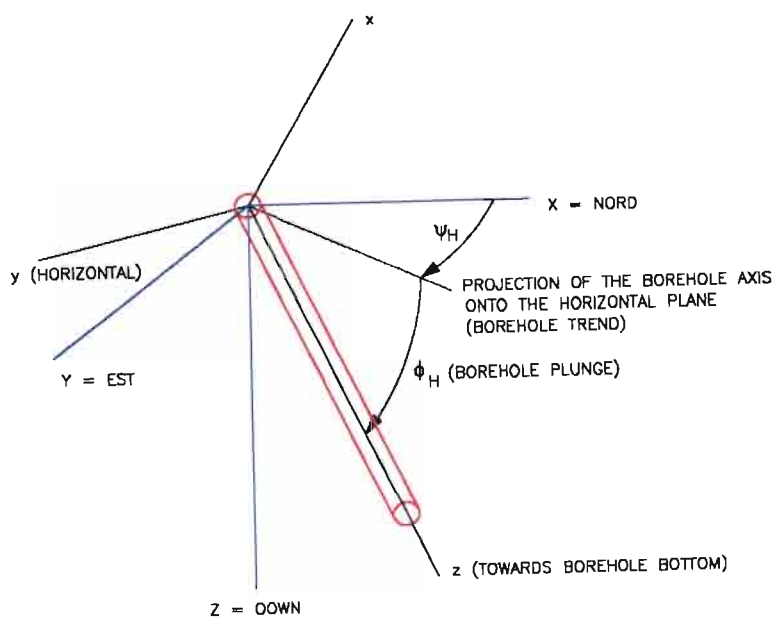
### Sistema di coordinate globale

Si utilizza il sistema di coordinate geografico di figura A4:

X=Nord, Y=Est Z=Basso

Generalmente, per N si intende il Nord magnetico che è direttamente misurabile con la bussola elettronica di fondo foro dell'impression packer.

### FIGURA A4 – SISTEMI DI RIFERIMENTO CARTESIANI



xyz: COORDINATE SYSTEM ATTACHED TO THE BOREHOLE

XYZ: GLOBAL (GEOGRAPHICAL) COORDINATE SYSTEM

$\psi_H$ : BOREHOLE TREND

$\phi_H$ : BOREHOLE PLUNGE

### Campo tensionale linearmente variabile

Il campo tensionale originario esistente in un certo volume di roccia può essere rappresentato dalla matrice colonna:

$$\mathbf{s} = [S_{XX} \quad S_{YY} \quad S_{ZZ} \quad S_{XY} \quad S_{XZ} \quad S_{YZ}]^T \quad (1a)$$



|  |          |       |          |              |      |          |
|--|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1) | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|  | IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 24 di 36 |

dove  $\mathbf{T}$  indica l'operatore trasposizione mentre  $S_{ij}$  sono funzioni scalari del punto.

In genere si assume che le funzioni  $S_{ij}$  siano lineari con la profondità sottosuolo (copertura):

$$S_{XX} = Z * a_{XX} + s_{XX}$$

$$\dots\dots\dots$$

$$S_{YZ} = Z * a_{YZ} + s_{YZ}$$

dove  $a_{XX}, \dots, a_{YZ}$  sono i gradienti delle componenti di tensione,  $z$  è la copertura e  $s_{XX}, \dots, s_{YZ}$  sono le componenti di tensione alla copertura  $Z = 0$ .

In forma matriciale:

$$\mathbf{S} = \mathbf{s} + \mathbf{Z} \mathbf{a} \tag{1b}$$

$$\mathbf{s} = [ s_{XX} \ s_{YY} \ s_{ZZ} \ s_{XY} \ s_{XZ} \ s_{YZ} ]^T$$

$$\mathbf{a} = [ a_{XX} \ a_{YY} \ a_{ZZ} \ a_{XY} \ a_{XZ} \ a_{YZ} ]^T$$

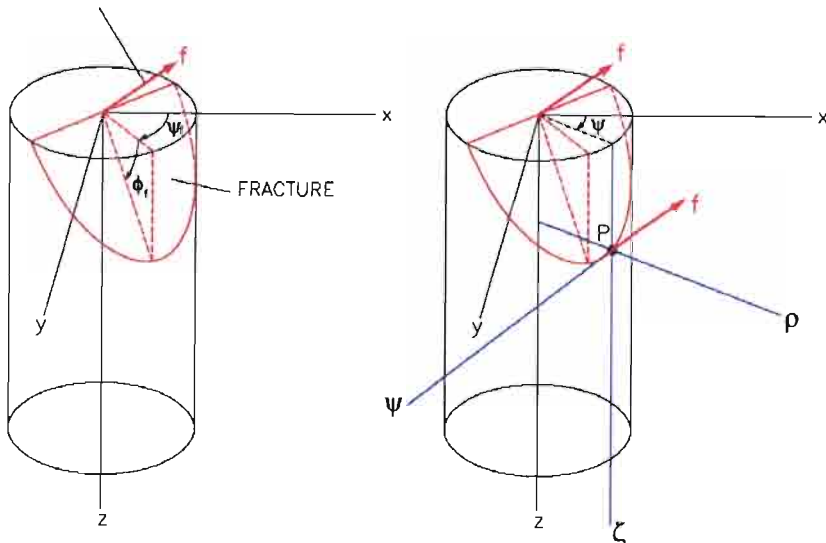
Nel caso generale la determinazione del campo tensionale in un dato volume di roccia consiste nella determinazione delle 12 costanti  $a_{ij}$  e  $s_{ij}$ .

### Sistema di coordinate solidale con il sondaggio

Per le considerazioni che seguono, in ciascun punto di prova il sondaggio può avere una qualsiasi orientazione locale, definita attraverso i due angoli  $\psi_h$  e  $\phi_h$  (figura A4) detti rispettivamente direzione ed inclinazione del foro. Ad ogni sondaggio è associato un sistema di riferimento  $xyz$  con esso solidale (figure A2 e A4).

### FURA A5 – VERSORE DELLA FRATTURA

VERSOR OF THE FRACTURE PLANE



CYLINDRICAL COORDINATE SYSTEM  $\rho, \psi, \zeta$  AT A POINT P OF THE FRACTURE TRACE ON THE BOREHOLE WALL

| SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1) | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|--|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
|  | IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 25 di 36 |

Detta **A** la matrice dei coseni direttori di x, y, z rispetto al sistema di riferimento globale X, Y, Z:

$$A = \begin{vmatrix} \sin(\psi h)\cos(\varphi h) & \sin(\varphi h)\sin(\psi h) & -\cos(\varphi h) \\ -\sin(\psi h) & \cos(\psi h) & 0 \\ \cos(\varphi h)\cos(\psi h) & \cos(\varphi h)\sin(\psi h) & \sin(\varphi h) \end{vmatrix}$$

si può indicare con **H** la matrice di trasformazione del tensore degli sforzi da  $XYX$  a  $xyz$ :

$$H = \begin{vmatrix} A_{11}^2 & A_{12}^2 & A_{13}^2 & 2A_{11}A_{12} & 2A_{11}A_{13} & 2A_{12}A_{13} \\ A_{21}^2 & A_{22}^2 & A_{23}^2 & 2A_{21}A_{22} & 2A_{21}A_{23} & 2A_{22}A_{23} \\ A_{31}^2 & A_{32}^2 & A_{33}^2 & 2A_{31}A_{32} & 2A_{31}A_{33} & 2A_{32}A_{33} \\ A_{11}A_{21} & A_{12}A_{22} & A_{13}A_{23} & A_{11}A_{22}+A_{12}A_{21} & A_{11}A_{23}+A_{13}A_{21} & A_{12}A_{23}+A_{13}A_{22} \\ A_{11}A_{31} & A_{12}A_{32} & A_{13}A_{33} & A_{11}A_{32}+A_{12}A_{31} & A_{11}A_{33}+A_{13}A_{31} & A_{12}A_{33}+A_{13}A_{32} \\ A_{21}A_{31} & A_{22}A_{32} & A_{23}A_{33} & A_{21}A_{32}+A_{22}A_{31} & A_{21}A_{33}+A_{23}A_{31} & A_{22}A_{33}+A_{23}A_{32} \end{vmatrix}$$

Indicando poi con  $\sigma$  il tensore degli sforzi nel riferimento solidale con il sondaggio si ha:


$$\sigma = [\sigma_{xx} \ \sigma_{yy} \ \sigma_{zz} \ \sigma_{xy} \ \sigma_{xz} \ \sigma_{yz}]^T = H S \quad (2)$$

### Inversione del sistema sovradeterminato di osservazioni sperimentali

Si dimostra che una prova di fratturazione idraulica conduce a 2 osservazioni lineari indipendenti sul campo tensionale  $S$ : la prima è associata al valore della pressione di shut-in  $p_s$  la seconda alla pressione di riapertura  $p_r$ . L'equazione di shut-in esprime l'uguaglianza tra  $p_s$  e la componente dello sforzo normale al piano della frattura; l'equazione di riapertura esprime l'uguaglianza tra  $p_r$  e la pressione che, applicata alla parete del foro, produce l'inizio della riapertura di una frattura precedentemente prodotta o preesistente.

Eseguendo un numero  $N$  di prove di fratturazione idraulica in uno o più fori di sondaggio è quindi possibile ottenere  $2N$  osservazioni indirette sulle componenti del campo tensionale naturale esistente in un certo volume di roccia: un'equazione di shut-in e un'equazione di riapertura per ciascuna prova.

Se  $2N$  è maggiore del numero di parametri che descrivono il campo tensionale originario incognito (12 nel caso generale), si ottiene un sistema sovradeterminato nel quale le incognite sono parametri del campo. Il sistema sovradeterminato è risolto numericamente mediante un' analisi di regressione multipla non lineare.

|   |   |       |          |              |      |          |
|---|---|-------|----------|--------------|------|----------|
|  | QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA |       |          |              |      |          |
|   | LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA               |       |          |              |      |          |
| SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)                                    | COMMESSA  | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|   | IBL1  | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 26 di 36 |

### Interpretazione dei dati di prova: criteri di shut-in e di riapertura della frattura

Si consideri una prova eseguita in un sondaggio caratterizzato da orientazione  $\psi_h, \varphi_h$ . Se si assume che la frattura prodotta sia planare, la sua orientazione può essere utilmente espressa dai due angoli  $\psi_f$  e  $\varphi_f$  (immersione ed inclinazione della frattura rispetto al foro) o, alternativamente, dal suo versore  $\mathbf{f}$ .

Nel riferimento cartesiano xyz solidale con il sondaggio le componenti di  $\mathbf{f}$  sono (figura A5):

$$f_x = \sin(\varphi_f) \cos(\psi_f)$$

$$f_y = \sin(\varphi_f) \sin(\psi_f)$$

$$f_z = -\cos(\varphi_f)$$

Indicando con  $\mathbf{v}$  la matrice riga:

$$\mathbf{v} = [ f_x^2 \quad f_y^2 \quad f_z^2 \quad 2f_x f_y \quad 2f_x f_z \quad 2f_y f_z ]$$

e con  $F$  la funzione:

$$F = p_s - \mathbf{v} \mathbf{H} \mathbf{S} \quad (3)$$

si ottiene un'equazione associata alla pressione di shut-in  $p_s$  imponendo la condizione:

$$F = 0 \quad \Rightarrow \quad p_s - \mathbf{v} \mathbf{H} \mathbf{S} = 0 \quad (\text{CRITERIO DI SHUT-IN}) \quad (4)$$

La (4) esprime infatti l'uguaglianza tra la componente di tensione originaria effettiva  $S_n$  ortogonale alla frattura e la pressione di shut-in  $p_s$ , ovvero il "criterio di shut-in".

Per quanto riguarda il criterio di riapertura della frattura è opportuno introdurre il sistema di coordinate cilindriche  $\rho\psi\zeta$  (figura A5). In questo sistema di riferimento il versore della frattura ha componenti:

$$f_p = \sin(\varphi_f) \cos(\psi_f - \psi)$$

$$f_\psi = \sin(\varphi_f) \sin(\psi_f - \psi)$$

$$f_\zeta = -\cos(\varphi_f)$$

L'esecuzione del foro e l'applicazione alla sua parete di una pressione uniforme  $p$ , inducono una perturbazione dello stato tensionale originario  $\sigma$ .

Lo stato tensionale locale perturbato di un punto della parete foro è funzione della coordinata angolare  $\psi$  e può essere rappresentato dalla matrice colonna  $\Sigma$ , contenente le componenti del tensore nel sistema cilindrico:

$$\Sigma = [ \rho_{pp} \quad \rho_{\psi\psi} \quad \rho_{\zeta\zeta} \quad \rho_{p\psi} \quad \rho_{p\zeta} \quad \rho_{\psi\zeta} ]^T$$

Assumendo che la roccia sia un continuo linearmente elastico e omogeneo, e che il sondaggio sia infinitamente lungo (in pratica è sufficiente che la cavità di prova abbia lunghezza maggiore o uguale a 5 diametri del foro), lo stato tensionale locale  $\Sigma$  nel punto P (figura A5) può essere espresso dall'equazione:

$$\Sigma = \mathbf{T} \sigma + p \mathbf{Q} \quad (5)$$

dove  $\mathbf{T}$  e  $\mathbf{Q}$  sono rispettivamente una matrice quadrata ed una matrice colonna aventi dimensioni  $6 \times 6$  e  $6 \times 1$ , mentre  $p$  è la pressione agente sulla parete del foro. Per costruire le matrici  $\mathbf{T}$  e  $\mathbf{Q}$  ci si può riferire alle classiche soluzioni elastiche del problema di un mezzo continuo provvisto di un foro circolare di lunghezza indefinita, sia per roccia elasticamente isotropa che per roccia anisotropa. Sommando al termine  $Q_3$  della matrice  $\mathbf{Q}$  il valore  $-K_a$  (indicando con  $K_a$  una costante positiva caratteristica dell'attrezzatura di prova) si sovrappone a tali soluzioni l'effetto del doppio packer che, a seguito della pressurizzazione della cavità di prova, induce una componente di tensione assiale negativa (trazione) lungo la stessa.

Nel caso che la roccia sia isotropa, indicando con  $\nu$  il coefficiente di Poisson, gli elementi non nulli delle matrici  $\mathbf{T}$  e  $\mathbf{Q}$  sono:

$$T_{21} = 1 - 2 \cos(2\psi)$$

$$T_{22} = 1 + 2 \cos(2\psi)$$

$$T_{24} = -4 \sin(2\psi)$$

$$T_{31} = -2 \nu \cos(2\psi)$$

$$T_{32} = 2 v \cos(2\psi)$$

$$T_{34} = -4 v \sin(2\psi)$$

$$T_{55} = 2 \cos(\psi)$$

$$T_{56} = -2 \sin(\psi)$$

$$Q_1 = 1$$

$$Q_2 = -1$$

$$Q_3 = -K_a$$

Per tener conto dell'orientazione della frattura si utilizza poi una matrice riga funzione dei coseni direttori di  $f$  nel sistema di riferimento cilindrico:

$$\mathbf{u} = [ f_p^2 \quad f_\psi^2 \quad f_\zeta^2 \quad 2f_p f_\psi \quad 2f_\psi f_\zeta \quad 2f_p f_\zeta ]$$

Introducendo l'equazione (2) nella (5), la componente di tensione efficace agente nella direzione del versore  $f$ , in un punto P della traccia della frattura sulla parete foro, può essere espressa dalla funzione:

$$G = \mathbf{u} \boldsymbol{\Sigma} - p_o = \mathbf{u} \mathbf{Q} p + \mathbf{u} \mathbf{T} \mathbf{H} \mathbf{S} - p_o \quad (6)$$

nella quale  $p$  e  $p_o$  indicano rispettivamente la pressione di riapertura e la pressione interstiziale all'interno della frattura.

Assumendo che la frattura si riapra nel punto P quando nel sondaggio, viene prodotta una pressione  $p_r$  (pressione di riapertura della frattura) tale da azzerare la tensione efficace normale alla frattura stessa, il "criterio di riapertura" può essere allora espresso dalle condizione:

$$G = 0 \quad \text{per} \quad p = p_r$$

cioè:



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 29 di 36 |

$$p_r + (u T H / u Q) S - (p_o / u Q) = 0 \quad (\text{CRITERIO DI RIAPERTURA})$$

(7)

Per le fratture inclinate l'angolo  $\psi$  in corrispondenza del quale inizia la riapertura è inoltre determinato dal sistema di equazioni:

$$dG / d\psi = 0 \quad (8)$$

$$d^2G / d\psi^2 > 0 \quad (9)$$

mentre per le fratture assiali o parallele al foro  $\psi$  è univocamente determinato dalla giacitura della frattura stessa.

#### Fratture multiple e limiti di confidenza del risultato

Spesso i rilievi di impronta indicano più fratture che intersecano la cavità di prova.

Siccome una prova interessa un'unica frattura, se N rilievi di impression packer risultano avere una doppia frattura, sono possibili  $2^N$  combinazioni di dati di input.

Se invece N1 rilievi di impression packer risultano avere una doppia frattura mentre N2 rilievi sono caratterizzati da una frattura tripla, sono possibili  $2^{N1} * 3^{N2}$  combinazioni di dati di input.

Con l'interpretazione dei dati si generano così  $2^{N1} * 3^{N2}$  tensori degli sforzi che costituiscono il risultato della misura di campo tensionale originario.

La popolazione di tensori così generata è analizzata per ottenere il tensore medio ed i relativi limiti di confidenza.

FIGURA A6 – ESEMPIO DI ELABORAZIONE DEI RAMI DI RIAPERTURA

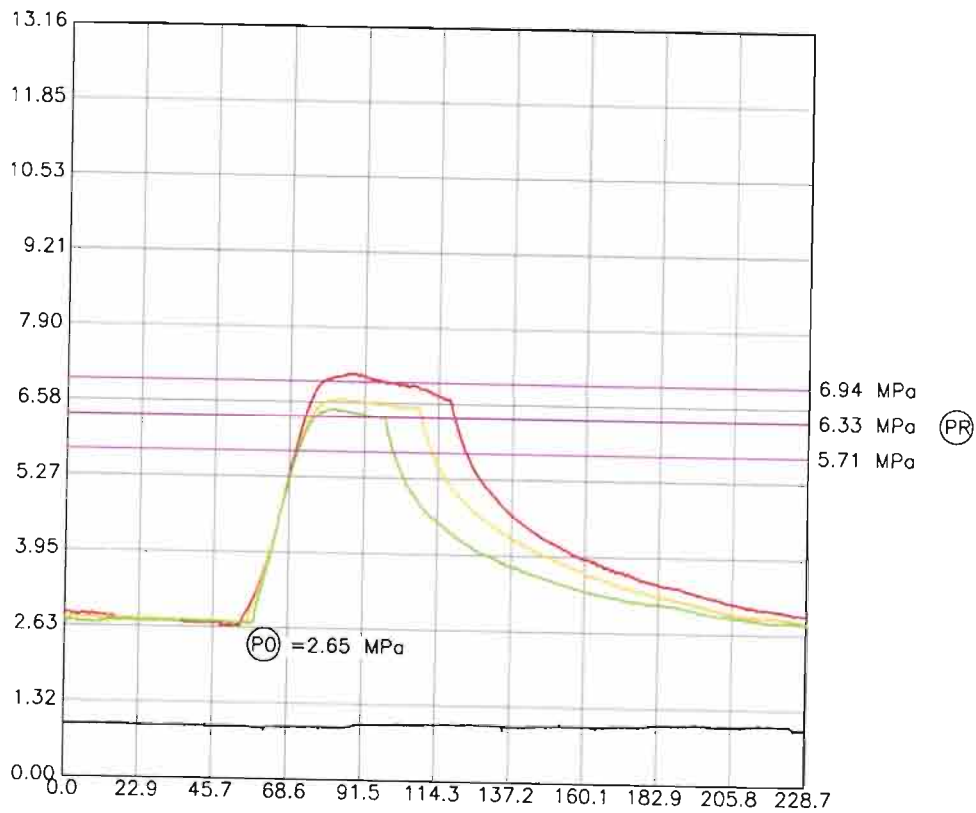
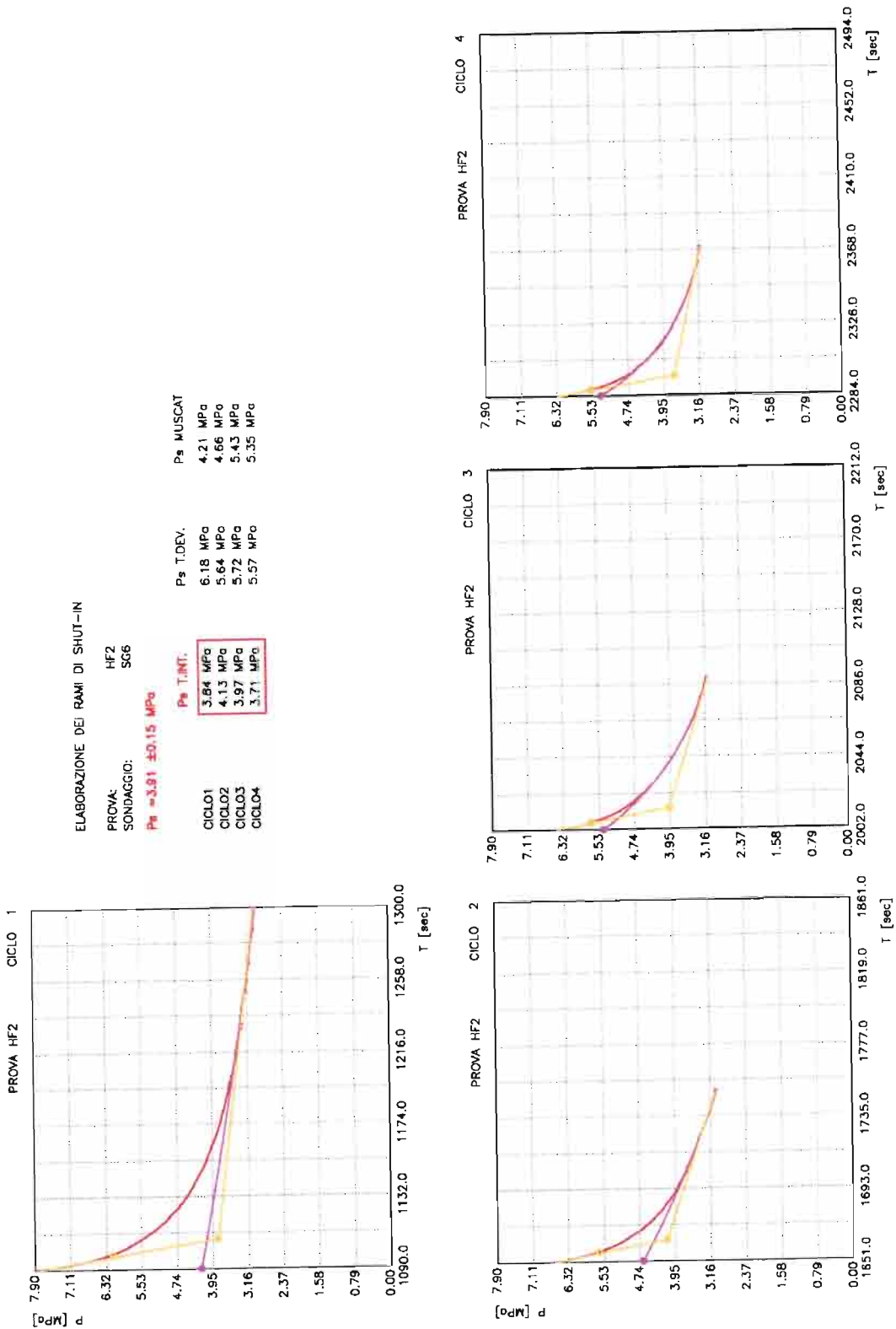



FIGURA A7 – ESEMPIO DI ELABORAZIONE DEI RAMI DI SHUT-IN





|   |   |       |          |              |      |          |
|---|---|-------|----------|--------------|------|----------|
|  | QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA |       |          |              |      |          |
|   | LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA               |       |          |              |      |          |
| SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)                                    | COMMESSA  | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|   | IBL1  | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 32 di 36 |

## 1.6 RILIEVO GEOMECCANICO

La descrizione geomeccanica attuata durante l'avanzamento del carotaggio è stata finalizzata all'individuazione delle caratteristiche della roccia nel suo insieme ed alla determinazione dei parametri più significativi che influenzano il comportamento dell'ammasso oggetto dell'indagine.

La restituzione di tali descrizioni è stata fatta indicando le seguenti informazioni:

Modulo stratigrafico:

a) Classificazione della roccia:

- tipo litologico;
- colore;

b) Caratteristiche strutturali:

- stratificazione;
- struttura;
- alterazione;
- fratturazione.

Log stratigrafico:

a) Informazioni generali:

- n. cassetta catalogatrice di riferimento;
- foto cassetta catalogatrice di riferimento;
- schema delle fratture e delle discontinuità rilevate;
- sigla alfanumerica che individua, con un numero progressivo per singola cassetta, il tipo di discontinuità;

b) Descrizione delle discontinuità

- tipo di giunto;
- profondità;
- inclinazione;

- forma;
  - scabrezza (J.R.C.);
  - apertura;
  - alterazione;
  - riempimento;
  - resistenza a compressione delle fratture (J.C.S.)
- c) Qualità della roccia
- percentuale del carotaggio totale (T.C.R.);
  - percentuale di recupero carote integre (S.C.R.);
  - percentuale di carotaggio modificato (R.Q.D.);
  - indice di fratturazione (I.F.);
  - dimensione degli spezzoni di carota.

## 2. INSTALLAZIONE DI STRUMENTAZIONE

### 2.1 PIEZOMETRO TIPO NORTON

Nel foro di sondaggio è stato installato un piezometro del tipo a tubo aperto (*Norton*) del diametro di 2 pollici costituito da una serie di spezzoni ciechi e filtranti di lunghezza pari a 3,0 metri, giuntati tra loro con filetto tipo gas.

La parte filtrante, fenestrata orizzontalmente, è stata rivestita con apposita calza in tessuto non tessuto.

Attorno alla parte filtrante è stato inserito il dreno in ghiaietto siliceo calibrato, la cui sommità è stata protetta con tappo di compactonite e cementata con boiaccia di cemento-bentonite fino alla sommità che è stata protetta da apposito chiusino.

Lo schema costruttivo del piezometro compare in allegato alla stratigrafia cui si riferisce.



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 35 di 36 |

### 3. RILIEVO TOPOGRAFICO

Al termine dell'esecuzione delle perforazioni è stata misurata l'ubicazione e la quota mediante rilievo topografico con G.P.S. i cui risultati compaiono in tabella; le misure sono riferite alla boccapozzo di ogni sondaggio.

| Sondaggio n° | Coordinate UTM |         | Quota<br>m s.l.m. |
|--------------|----------------|---------|-------------------|
|              | Est            | Nord    |                   |
| SPG1         | 694664         | 5164764 | 737               |



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    | 36 di 36 |

## ALLEGATI

Allegato A - UBICAZIONE PLANIMETRICA DEL SONDAGGIO

Allegato B - DOCUMENTAZIONE DEL SONDAGGIO:

LITOSTRATIGRAFIA SONDAGGIO

SCHEMA COSTRUTTIVO PIEZOMETRO

SCHEDE GEOMECCANICHE

Allegato C - DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE LUGEON

Allegato D - DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE DILATOMETRICHE

Allegato E - DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE DI FRATTURAZIONE IDRAULICA



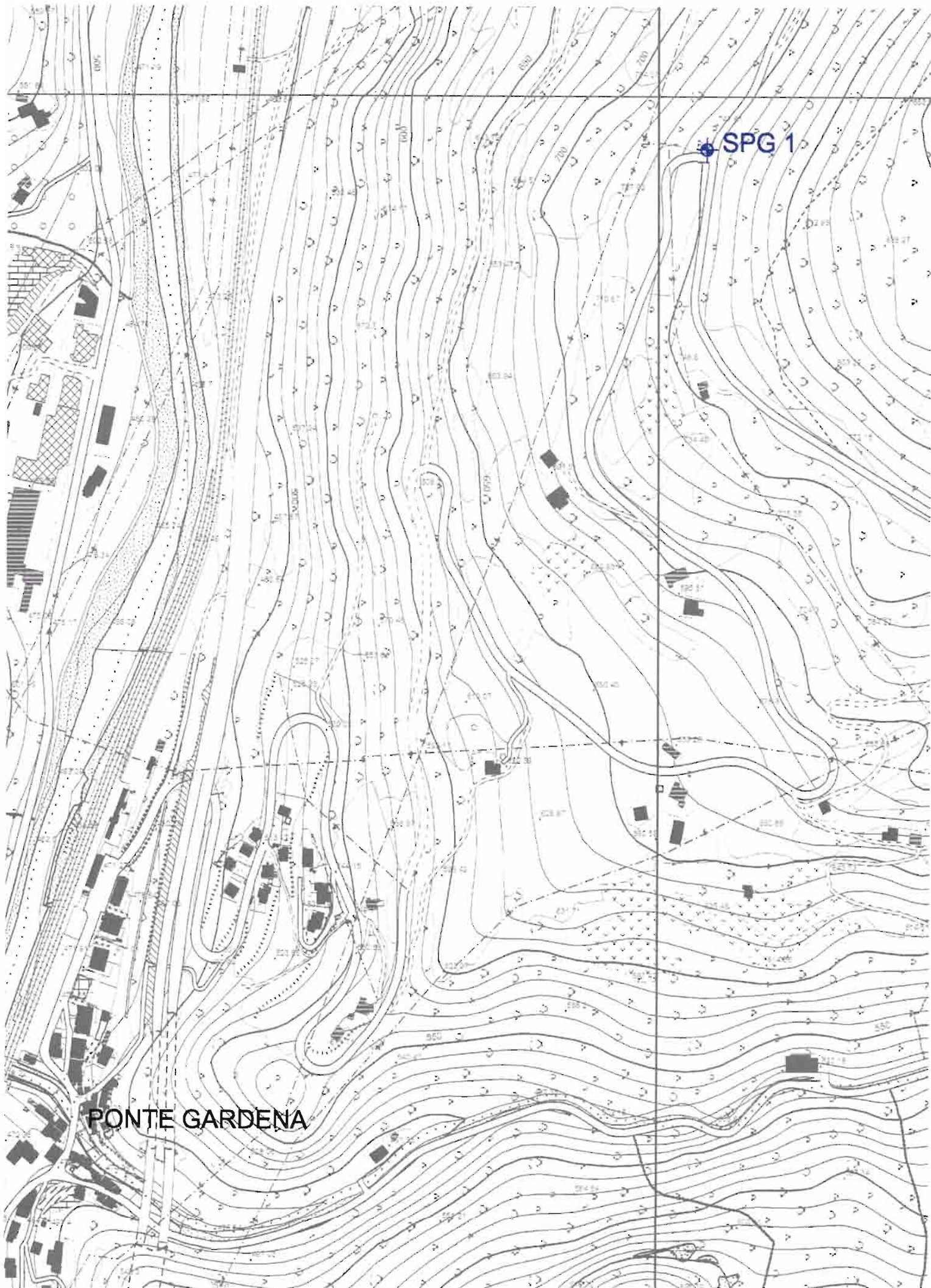
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA - PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. |
|----------|-------|----------|--------------|------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    |

Allegato A - UBICAZIONE PLANIMETRICA DEL SONDAGGIO



SPG 1

PONTE GARDENA



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. |
|----------|-------|----------|--------------|------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    |

## Allegato B - DOCUMENTAZIONE DEL SONDAGGIO:

LITOSTRATIGRAFIA SONDAGGIO

SCHEMA COSTRUTTIVO PIEZOMETRO

SCHEDE GEOMECCANICHE



Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

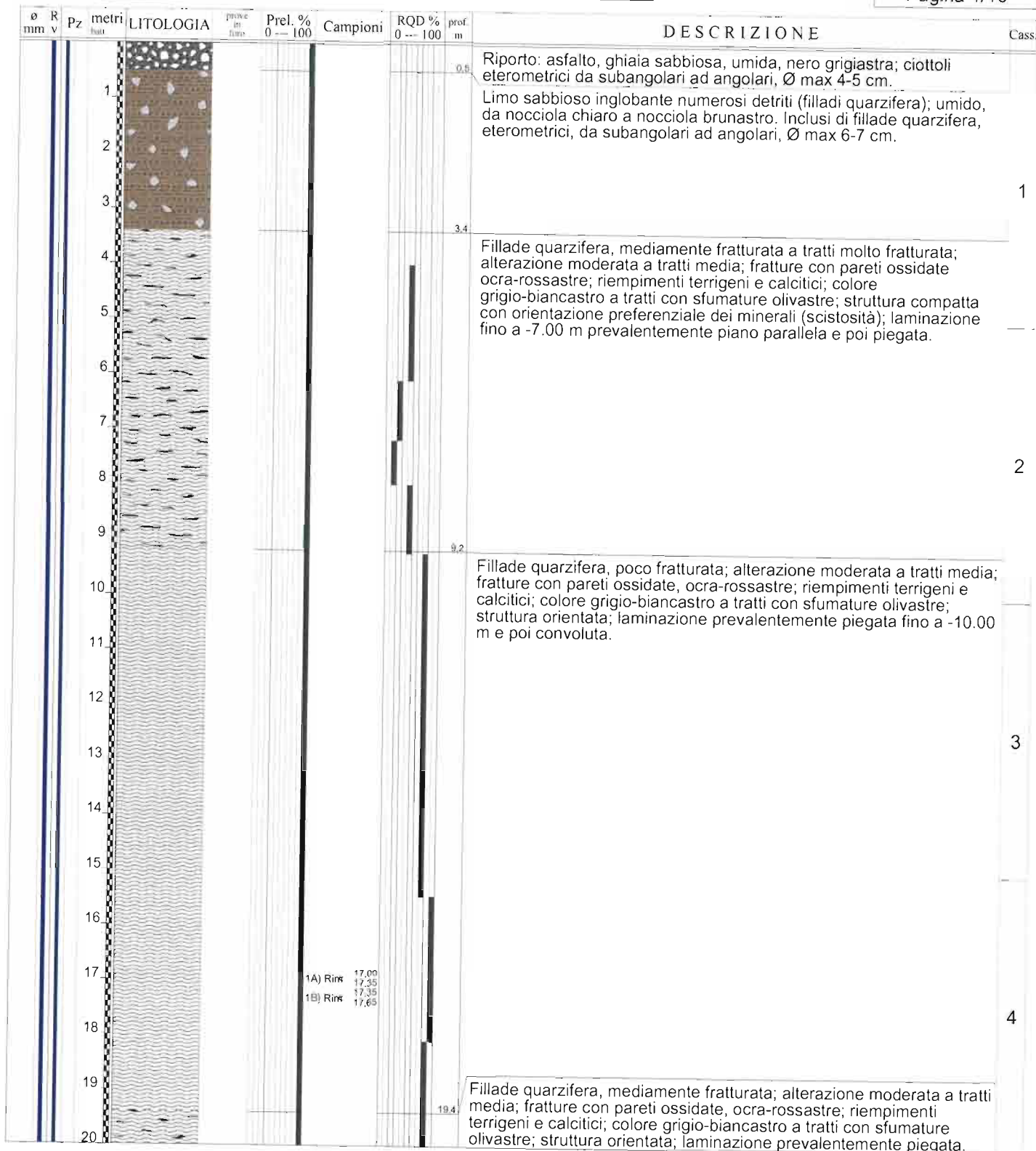
Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 1/16



Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

## STRATIGRAFIA

Pagina 2/16

SCALA 1:100

| o<br>mm | R<br>v | Pz | metri<br>halt | LITOLOGIA | STANCO<br>DE<br>TORO | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE   | Cass. |
|---------|--------|----|---------------|-----------|----------------------|----------------------|----------|--------------------|------------|---|-------|
|         |        |    | 21            |           |                      |                      |          |                    |            | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente piegata.   | 5     |
|         |        |    | 22            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 23            |           |                      |                      |          |                    | 23.1       | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente piegata.   |       |
|         |        |    | 24            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 25            |           |                      |                      |          |                    | 25.9       | Fillade quarzifera, mediamente fratturata a tratti molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente piegata.                         | 6     |
|         |        |    | 26            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 27            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 28            |           |                      |                      |          |                    | 28.0       | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente piegata.   |       |
|         |        |    | 29            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 30            |           |                      |                      |          |                    | 30.0       | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente caotica. Presenza di una vena di quarzo da -35.40 m a -35.50 m. | 7     |
|         |        |    | 31            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 32            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 33            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 34            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 35            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 36            |           |                      |                      |          |                    | 36.0       | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta. Presenza di una vena di calcite a -36.40 m.     | 8     |
|         |        |    | 37            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 38            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |
|         |        |    | 39            |           |                      |                      |          |                    | 39.0       | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta. Presenza di una vena di calcite a -40.10 m.          |       |
|         |        |    | 40            |           |                      |                      |          |                    |            |   |       |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

SCALA 1:100

**STRATIGRAFIA**

Pagina 3/16

| ø mm | R v | Pz | metri<br>huti | LITOLOGIA | prove<br>in<br>litro | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni                | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE   | Cass. |
|------|-----|----|---------------|-----------|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|------------|---|-------|
|      |     |    | 41            |           |                      |                      |                         |                    | 41.0       | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta. Presenza di una vena di calcite a -40.10 m.  |       |
|      |     |    | 42            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 43            |           |                      |                      |                         |                    | 43.0       | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente piano parallela.   | 9     |
|      |     |    | 44            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 45            |           |                      |                      |                         |                    |            | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente piano parallela. Presenza di una vena di quarzo a -43.95 m.  |       |
|      |     |    | 46            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 47            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 48            |           |                      |                      |                         |                    |            |   | 10    |
|      |     |    | 49            | Dilat     |                      |                      |                         |                    | 49.0       | Fillade quarzifera, mediamente fratturata a tratti molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta. A -49.00 m persa la circolazione dei fanghi.  |       |
|      |     |    | 50            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 51            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 52            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 53            |           |                      |                      |                         |                    | 53.0       | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta. Presenza di una vena di quarzo a -54.70 m.  | 11    |
|      |     |    | 54            |           |                      |                      | 2) Rim < 53.35<br>53.95 |                    |            |   |       |
|      |     |    | 55            |           |                      |                      |                         |                    | 55.0       | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta fino a -62.20 m e poi piano parallela. Presenza di vene di quarzo a -55.50 m, -59.30 m, -59.80 m, -61.05 m e -61.15 m. |       |
|      |     |    | 56            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 57            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 58            |           |                      |                      |                         |                    |            |   | 12    |
|      |     |    | 59            | Lug       |                      |                      |                         |                    |            |   |       |
|      |     |    | 60            |           |                      |                      |                         |                    |            |   |       |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini



Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 4/16

| o<br>mm | R<br>V | Pz | metri<br>butt | LITOLOGIA | prove<br>in<br>tot | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m  | DESCRIZIONE   | Cass |
|---------|--------|----|---------------|-----------|--------------------|----------------------|----------|--------------------|---|---|------|
| 61      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta fino a -62.20 m e poi piano parallela. | 13   |
| 62      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    | Presenza di vene di quarzo a -55.50 m, -59.30 m, -59.80 m, -61.05 m e -61.15 m.   |   |      |
| 63      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   |      |
| 64      |        |    |               |           |                    |                      |          | 64,0               | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta. Presenza di una vena di quarzo a -65.30 m.   |   |      |
| 65      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   | 14   |
| 66      |        |    |               |           |                    |                      |          | 66,2               | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente convoluta.   |   |      |
| 67      |        |    |               |           |                    |                      |          | 67,5               | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente piegata.  |   |      |
| 68      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   |      |
| 69      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   | 15   |
| 70      |        |    |               |           |                    |                      |          | 70,1               | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente di tipo piegata. Presenza di una vena di quarzo a -71.10 m.  |   |      |
| 71      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   |      |
| 72      |        |    |               |           |                    |                      |          | 72,4               | Fillade quarzifera, mediamente fratturata a tratti molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente di tipo piegata. Presenza di vene di quarzo a -73.20 m e a -74.50 m.   |   |      |
| 73      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   | 16   |
| 74      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   |      |
| 75      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   |      |
| 76      |        |    |               |           |                    |                      |          | 76,0               | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente di tipo piegata fino a -77.00 m; da -79.00 m a -87.00 m e da -88.30 m a -89.00 m e piano parallela da -77.00 m a -79.00 m; da 87.00 m a -88.30 e da -89.00 m a -92.00 m. |   |      |
| 77      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   | Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -76.30 m; -80.45 m; -81.50 m; da -82.70 m a -82.80 m; -83.00 m; -83.20 m; -85.35 m; da -85.80 m a -85.90 m; -86.48 m; -86.70 m; -91.00 m; -91.40 m.  |      |
| 78      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   |      |
| 79      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   |      |
| 80      |        |    |               |           |                    |                      |          |                    |   |   |      |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 5/16

| ø<br>mm | R<br>v | Pz<br>metri<br>fsati | LITOLOGIA | prove<br>in<br>fossa | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni                | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE  | Cass. |
|---------|--------|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|------------|--|-------|
|         |        | 81                   |           |                      |                      |                         |                    |            | <p>Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; struttura orientata; laminazione prevalentemente di tipo piegata fino a -77.00 m; da -79.00 m a -87.00 m e da -88.30 m a -89.00 m e piano parallela da -77.00 m a -79.00 m; da 87.00 m a -88.30 e da -89.00 m a -92.00 m.</p> <p>Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -76.30 m; -80.45 m; -81.50 m; da -82.70 m a -82.80 m; -83.00 m; -83.20 m; -85.35 m; da -85.80 m a -85.90 m; -86.48 m; -86.70 m; -91.00 m; -91.40 m.</p> | 17    |
|         |        | 82                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 83                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 84                   |           |                      |                      | 3) Rim < 84,00<br>84,45 |                    |            |  |       |
|         |        | 85                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 86                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 87                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 88                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  | 18    |
|         |        | 89                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 90                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 91                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 92                   |           |                      |                      |                         | 92.0               |            |  |       |
|         |        | 93                   |           |                      |                      |                         |                    |            | <p>Fillade quarzifera, mediamente fratturata a tratti molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -95.00 m e da -97.00 m a -98.80 m e convoluta da -95.00 m a -97.00 m e da -98.80 m a -100.00 m.</p> <p>Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: da -94.10 m a -94.25 m; da -95.00 m a -95.15 m; da -95.45 m a -95.55 m; da -96.65 m a -96.90 m; -97.85 m; da -98.80 m a -99.18 m; da -99.80 m a 99.90 m.</p>                           | 19    |
|         |        | 94                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 95                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 96                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 97                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 98                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  | 20    |
|         |        | 99                   |           |                      |                      |                         |                    |            |  |       |
|         |        | 100                  |           |                      |                      |                         | 100.0              |            |  |       |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| Certificato n° 697/12 del 23/10/2012       |  | Commessa:                   |
| Committente: ITALFERR S.p.A.               |  | Sondaggio: SPG1             |
| Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ) |  | Data: 05/09/2012-11/10/2012 |
| Coordinate: N 5164764; E 694664            |  | Quota: 737,00 m s.l.m.      |
| Perforazione:                              |  |                             |

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 6/16

| o<br>mm | R<br>v | Pz | metri<br>bat | LITOLOGIA | pre-<br>m<br>lit | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni                  | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE   | Cass. |
|---------|--------|----|--------------|-----------|------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|------------|---|-------|
| 101     |        |    |              | Dilat     |                  |                      |                           |                    |            | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo convoluto fino a -102.00 m e poi piano parallelo.<br>Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -102.07 m; -104.35 m; -104.65 m; -104.78 m; -104.88 m.                            | 21    |
| 102     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 103     |        |    |              |           |                  |                      | 4) Rim < 103.00<br>103.45 |                    |            |   |       |
| 104     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 105     |        |    |              |           |                  |                      |                           | 105.0              |            |   |       |
| 106     |        |    |              | Lug       |                  |                      |                           |                    |            | Fillade quarzifera, molto fratturata a tratti mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo convoluta.<br>Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: 105.20 m; 107.40 m; 114.60 m; -118.18 m; -119.92 m; da -119.70 m a -120.00 m; -121.60 m. | 22    |
| 107     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 108     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 109     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 110     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 111     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 112     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   | 23    |
| 113     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 114     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 115     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 116     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 117     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 118     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   | 24    |
| 119     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |
| 120     |        |    |              |           |                  |                      |                           |                    |            |   |       |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

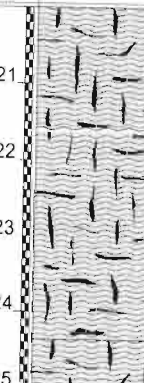
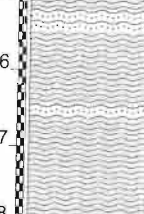
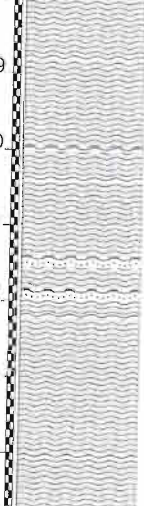



|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| Certificato n° 697/12 del 23/10/2012       |  | Commessa:                   |
| Committente: ITALFERR S.p.A.               |  | Sondaggio: SPG1             |
| Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ) |  | Data: 05/09/2012-11/10/2012 |
| Coordinate: N 5164764; E 694664            |  | Quota: 737,00 m s.l.m.      |
| Perforazione:                              |  |                             |

SCALA 1 : 100

## STRATIGRAFIA

Pagina 7/16

| Ø R<br>mm v | Pz<br>metri<br>batt. | LITOLOGIA   | prof. in<br>foro | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100        | prof.<br>m | DESCRIZIONE  | Cass. |
|-------------|----------------------|---|------------------|----------------------|----------|---------------------------|------------|--|-------|
|             | 121                  |    |                  |                      |          |                           |            | Fillade quarzifera, molto fratturata a tratti mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo convoluta.<br>Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: 105.20 m; 107.40 m; 114.60 m; -118.18 m; -119.92 m; da -119.70 m a -120.00 m; -121.60 m.  | 25    |
|             | 122                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 123                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 124                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 125                  |   |                  |                      |          |                           | 125.0      |  |       |
|             | 126                  |   |                  |                      |          |                           |            | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -131.00 m e da -132.50 m a -135.00 m e convoluta da -131.00 m a -132.50 m.<br>Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: da -125.20 m a -125.48 m; da -126.45 m a -126.60 m; -128.80 m; -130.00 m; -130.40 m; da -131.42 m a -131.55 m; da -131.85 m a -132.05 m; -132.20 m; -133.10 m; -134.05 m; -134.90 m. | 26    |
|             | 127                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 128                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 129                  |   |                  |                      |          | 5) Rim < 128.35<br>128.85 |            |  |       |
|             | 130                  |  |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 131                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 132                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 133                  |   |                  |                      |          |                           |            |  | 27    |
|             | 134                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 135                  |   |                  |                      |          | 135.0                     |            |  |       |
|             | 136                  |  |                  |                      |          |                           |            | Fillade quarzifera, molto fratturata a tratti mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela.<br>Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -138.25 m; -139.15 m; -139.40 m; -139.56 m; -140.50 m.  | 28    |
|             | 137                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 138                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 139                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |
|             | 140                  |   |                  |                      |          |                           |            |  |       |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Certificato n° 697/12 del 23/10/2012       | Commessa:                   |
| Committente: ITALFERR S.p.A.               | Sondaggio: SPG1             |
| Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ) | Data: 05/09/2012-11/10/2012 |
| Coordinate: N 5164764; E 694664            | Quota: 737,00 m s.l.m.      |
| Perforazione:                              |                             |

## STRATIGRAFIA

Pagina 8/16

SCALA 1:100

| Ø<br>mm | R<br>v | Pz | metri<br>m | LITOLOGIA           | prove<br>in<br>foro | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100 | prof<br>m | DESCRIZIONE  | Cass. |    |
|---------|--------|----|------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------|--------------------|-----------|--|-------|----|
|         |        |    | 141        | [Lithology pattern] |                     |                      |          |                    |           | Fillade quarzifera, molto fratturata a tratti mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -138.25 m; -139.15 m; -139.40 m; -139.56 m; -140.50 m.   |       |    |
|         |        |    | 142        |                     |                     |                      |          |                    | 142.0     | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo convoluta. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -142.15 m; -142.70 m; -144.40 m; -144.50 m; da -145.35 a -145.40 m; -145.90 m; -147.90 m; -148.10 m; da -148.30 m a -148.45 m; -148.75 m.  | 29    |    |
|         |        |    | 143        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 144        | [Lithology pattern] |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 145        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 146        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 147        | [Lithology pattern] |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 148        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       | 30 |
|         |        |    | 149        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 150        | [Lithology pattern] | Dilat               |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 151        |                     |                     |                      |          |                    | 150.0     | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -151.35 m; -151.75 m; -151.85 m; -153.80 m.   |       |    |
|         |        |    | 152        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       | 31 |
|         |        |    | 153        | [Lithology pattern] |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 154        |                     |                     |                      |          |                    | 154.0     | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -178.00 m e da -179.00 m a -181.00 e convoluta da -178.00 m a -179.00 m. Livello molto fratturato da 158.50 m a -160.00 m. Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -170.75 m a -171.00 m; da -174.70 m a -174.95 m; da -175.50 m a -175.95 m; da -176.80 m a -177.00 m. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: 155.60 ; da -157.75 m a -157.90 m; da -159.70 m a -160.00 m; -160.50; -160.60 m; -161.90 m; da -162.00 m a -162.20 m; da -162.60 m a -163.10 m; -165.18 m; da -165.40 m a -165.50 m; -167.70 m; -174.35 m; -176.25 m; da -179.60 a -179.70 m. |       |    |
|         |        |    | 155        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       | 32 |
|         |        |    | 156        | [Lithology pattern] |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 157        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 158        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 159        | [Lithology pattern] |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |
|         |        |    | 160        |                     |                     |                      |          |                    |           |  |       |    |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini



Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 9/16

| Ø<br>mm | R<br>v | Pz | metri<br>batt | LITOLOGIA | prove<br>in<br>foto | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100        | prof.<br>m | DESCRIZIONE   | Cass. |    |
|---------|--------|----|---------------|-----------|---------------------|----------------------|----------|---------------------------|------------|---|-------|----|
|         |        |    | 161           | Lug       |                     |                      |          |                           |            | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -178.00 m e da -179.00 m a -181.00 e convoluta da -178.00 m a -179.00 m. |       |    |
|         |        |    | 162           |           |                     |                      |          |                           |            | Livello molto fratturato da 158.50 m a -160.00 m.   |       |    |
|         |        |    | 163           |           |                     |                      |          |                           |            | Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -170.75 m a -171.00 m; da -174.70 m a -174.95 m; da -175.50 m a -175.95 m; da -176.80 m a -177.00 m.   | 33    |    |
|         |        |    | 164           |           |                     |                      |          |                           |            | Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: 155.60 ; da -157.75 m a -157.90 m; da -159.70 m a -160.00 m; -160.50; -160.60 m; -161.90 m; da -162.00 m a -162.20 m; da -162.60 m a -163.10 m; -165.18 m; da -165.40 m a -165.50 m; -167.70 m; -174.35 m; -176.25 m; da -179.60 a -179.70 m.  |       |    |
|         |        |    | 165           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 166           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 167           |           |                     |                      |          | 6) Rim < 166.40<br>167.00 |            |   |       |    |
|         |        |    | 168           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       | 34 |
|         |        |    | 169           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 170           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 171           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 172           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 173           |           |                     |                      |          |                           |            |   | 35    |    |
|         |        |    | 174           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 175           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 176           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 177           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 178           |           |                     |                      |          |                           |            |   | 36    |    |
|         |        |    | 179           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |
|         |        |    | 180           |           |                     |                      |          |                           |            |   |       |    |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 10/16

| o<br>mm | R<br>v | Pz | metri<br>batt. | LITOLOGIA | PROVE<br>in<br>toro | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni                  | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE   | Cass. |
|---------|--------|----|----------------|-----------|---------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|------------|---|-------|
|         |        |    | 181            |           |                     |                      | 7) Rim < 180.05<br>180.30 |                    | 181.0      | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -178.00 m e da -179.00 m a -181.00 e convoluta da -178.00 m a -179.00 m. |       |
|         |        |    | 182            |           |                     |                      |                           |                    |            | Livello molto fratturato da 158.50 m a -160.00 m. Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -170.75 m a -171.00 m; da -174.70 m a -174.95 m; da -175.50 m a -175.95 m; da -176.80 m a -177.00 m.   | 37    |
|         |        |    | 183            |           |                     |                      |                           |                    |            | Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: 155.60 ; da -157.75 m a -157.90 m; da -159.70 m a -160.00 m; -160.50; -160.60 m; -161.90 m; da -162.00 m a -162.20 m; da -162.60 m a -163.10 m; -165.18 m; da -165.40 m a -165.50 m; -167.70 m; -174.35 m; -176.25 m; da -179.60 a -179.70 m.  |       |
|         |        |    | 184            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 185            |           |                     |                      |                           |                    | 185.0      | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela.   |       |
|         |        |    | 186            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 187            |           |                     |                      |                           |                    |            | Fillade quarzifera, mediamente fratturata a tratti molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela.  | 38    |
|         |        |    | 188            |           |                     |                      |                           |                    |            | Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da 187.55 m a -187.70 m; da -195.20 m a -195.40 m. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: 191.30 m.   |       |
|         |        |    | 189            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 190            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 191            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 192            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 193            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 194            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 195            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 196            |           |                     |                      | 8) Rim < 196.25<br>196.80 |                    | 196.5      | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela.  |       |
|         |        |    | 197            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 198            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 199            |           |                     |                      |                           |                    |            |   |       |
|         |        |    | 200            |           |                     |                      |                           |                    | 200.0      |   | 40    |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| Certificato n° 697/12 del 23/10/2012       |  | Commessa:                   |
| Committente: ITALFERR S.p.A.               |  | Sondaggio: SPG1             |
| Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ) |  | Data: 05/09/2012-11/10/2012 |
| Coordinate: N 5164764; E 694664            |  | Quota: 737,00 m s.l.m.      |
| Perforazione:                              |  |                             |

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 11/16

| Ø<br>mm | R<br>v | Pz<br>metri<br>ball. | LITOLOGIA | Preval. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE  | Cass.  |    |
|---------|--------|----------------------|-----------|------------------------|----------|--------------------|------------|--|--|----|
|         |        | 201                  | Lug       |                        |          |                    |            | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela. Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -201.65 m a -202.05 m; da -210.60 m a -210.90 m; da -212.30 m a -212.80 m. | 41   |    |
|         |        | 202                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 203                  |           |                        |          |                    |            |  | Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: da -203.70 m a -203.90 m; -208.80 m; -211.80 m; da -212.60 m a -212.70 m. |    |
|         |        | 204                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 205                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 206                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 207                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 208                  |           |                        |          |                    |            |  |  | 42 |
|         |        | 209                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 210                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 211                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 212                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 213                  |           |                        |          |                    |            |  |  | 43 |
|         |        | 214                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 215                  |           |                        |          |                    | 215,0      |  |  |    |
|         |        | 216                  |           |                        |          |                    |            | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela. Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -219.30 m a -221.40 (a tratti probabile dilavamento della matrice).             |  |    |
|         |        | 217                  |           |                        |          |                    |            | Presenza di una vena di quarzo a -227.50 m.  | 44   |    |
|         |        | 218                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 219                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |
|         |        | 220                  |           |                        |          |                    |            |  |  |    |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini



|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| Certificato n° 697/12 del 23/10/2012       |  | Commessa:                   |
| Committente: ITALFERR S.p.A.               |  | Sondaggio: SPG1             |
| Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ) |  | Data: 05/09/2012-11/10/2012 |
| Coordinate: N 5164764; E 694664            |  | Quota: 737,00 m s.l.m.      |
| Perforazione:                              |  |                             |

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 12/16

| o<br>mm | R<br>v | Pz | metri<br>hant | LITOLOGIA | prove<br>in<br>Dilat | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE  | Cass. |
|---------|--------|----|---------------|-----------|----------------------|----------------------|----------|--------------------|------------|--|-------|
|         |        |    | 221           |           | Dilat                |                      |          |                    |            | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela. Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguente quota: da -219.30 m a -221.40 (a tratti probabile dilavamento della matrice). Presenza di una vena di quarzo a -227.50 m.   | 45    |
|         |        |    | 222           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 223           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 224           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 225           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 226           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 227           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 228           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 229           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 230           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 231           |           |                      |                      |          |                    |            | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela.   | 46    |
|         |        |    | 232           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 233           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 234           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 235           |           |                      |                      |          |                    |            | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -240.00 m e poi convoluta. Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -242.60 m a -242.80 m; da -244.40 m a 245.00 m; da -246.20 m a -246.40 m. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: da -237.00 m a -237.15 m; -237.90 m; -238.60 m; -238.80 m; -240.10 m; da -240.50 m a -240.70 m; da -244.60 m a -244.70 m; da -245.90 m a -246.00 m. | 47    |
|         |        |    | 236           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 237           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 238           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |
|         |        |    | 239           |           |                      |                      |          |                    |            |  | 48    |
|         |        |    | 240           |           |                      |                      |          |                    |            |  |       |

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| Certificato n° 697/12 del 23/10/2012       |  | Commessa:                   |
| Committente: ITALFERR S.p.A.               |  | Sondaggio: SPG1             |
| Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ) |  | Data: 05/09/2012-11/10/2012 |
| Coordinate: N 5164764; E 694664            |  | Quota: 737,00 m s.l.m.      |
| Perforazione:                              |  |                             |

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 13/16

| o<br>mm | R<br>v | Pz<br>metri | LITOLOGIA | prove<br>in<br>foto | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE   | Cass. |
|---------|--------|-------------|-----------|---------------------|----------------------|----------|--------------------|------------|---|-------|
| 241     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -240.00 m e poi convoluta.              |       |
| 242     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            | Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -242.60 m a -242.80 m; da -244.40 m a 245.00 m; da -246.20 m a -246.40 m.  | 49    |
| 243     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            | Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: da -237.00 m a -237.15 m; -237.90 m; -238.60 m; -238.80 m; -240.10 m; da -240.50 m a -240.70 m; da -244.60 m a -244.70 m; da -245.90 m a -246.00 m.  |       |
| 244     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 245     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 246     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 247     |        |             |           |                     |                      |          |                    | 246.5      | Fillade quarzifera, mediamente fratturata a tratti molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo convoluto.                      | 50    |
| 248     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            | 11) Rims 248.30<br>248.85   |       |
| 249     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            | Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -250.00 m a -250.25 m; da -250.50 m a -251.20 m; da -252.05 m a -252.25 m; da -253.30 m a -253.95 m; da -254.85 m a -255.65 m; da -260.75 m a -261.50 m. |       |
| 250     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            | Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: 247.20; -251.30 m; -256.75 m; da -257.70 m a -257.80 m; -258.50 m; da -258.80 m a -258.90 m; -259.20 m; -259.90 m.   |       |
| 251     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 252     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 253     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   | 51    |
| 254     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            | 12) Rims 254.40<br>254.85   |       |
| 255     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 256     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 257     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 258     |        |             | Dilat     |                     |                      |          |                    |            |   | 52    |
| 259     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |
| 260     |        |             |           |                     |                      |          |                    |            |   |       |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| Certificato n° 697/12 del 23/10/2012       |  | Commessa:                   |
| Committente: ITALFERR S.p.A.               |  | Sondaggio: SPG1             |
| Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ) |  | Data: 05/09/2012-11/10/2012 |
| Coordinate: N 5164764; E 694664            |  | Quota: 737,00 m s.l.m.      |
| Perforazione:                              |  |                             |

## STRATIGRAFIA

Pagina 14/16

SCALA 1:100

| o<br>mm | R<br>v | Pz | metri<br>hant | LITOLOGIA | prove<br>in<br>foto | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100 | prof<br>m | DESCRIZIONE  | Cass. |
|---------|--------|----|---------------|-----------|---------------------|----------------------|----------|--------------------|-----------|--|-------|
|         |        |    | 261           |           |                     |                      |          |                    |           | Fillade quarzifera, mediamente fratturata a tratti molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo convoluto. Presenza di livelli con struttura brecciata; inclusi di natura filladica, eterometrici, angolari e subangolari, matrice argilloso-limosa alle seguenti quote: da -250.00 m a -250.25 m; da -250.50 m a -251.20 m; da -252.05 m a -252.25 m; da -253.30 m a -253.95 m; da -254.85 m a -255.65 m; da -260.75 m a -261.50 m. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: 247.20; -251.30 m; -256.75 m; da -257.70 m a -257.80 m; -258.50 m; da -258.80 m a -258.90 m; -259.20 m; -259.90 m. | 53    |
|         |        |    | 262           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 263           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 264           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 265           |           |                     |                      | 13) Rinn | 264.55<br>264.90   |           | Fillade quarzifera, poco fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo convoluto fino a -265.00 m e poi piano parallela. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -266.70 m; -267.40 m; -274.40 m.  |       |
|         |        |    | 266           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 267           |           |                     |                      |          |                    |           |  | 54    |
|         |        |    | 268           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 269           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 270           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 271           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 272           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 273           |           |                     |                      | 14) Rinn | 273.05<br>273.95   |           |  | 55    |
|         |        |    | 274           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 275           | Lug       |                     |                      |          |                    | 275.0     | Fillade quarzifera, molto fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela.  |       |
|         |        |    | 276           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 277           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 278           |           |                     |                      | 15) Rinn | 278.05<br>278.60   | 278.0     | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocre-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -280.00 m e da -282.50 a fine strato e convoluta da -280.00 m a -282.50 m. Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -279.50 m; -281.50 m.   | 56    |
|         |        |    | 279           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |
|         |        |    | 280           |           |                     |                      |          |                    |           |  |       |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini



Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 15/16

| ø mm | R v | Pz metri | LITOLOGIA | PROVE<br>SU<br>RQD | Prel. %<br>0 --- 100 | Campioni | RQD %<br>0 --- 100 | prof.<br>m | DESCRIZIONE   | Cass. |
|------|-----|----------|-----------|--------------------|----------------------|----------|--------------------|------------|---|-------|
|      |     | 281      | Lug       |                    |                      |          |                    |            | Fillade quarzifera, mediamente fratturata; alterazione moderata a tratti media; fratture con pareti ossidate, ocra-rossastre; riempimenti terrigeni e calcitici; colore grigio-biancastro a tratti con sfumature olivastre; laminazione prevalentemente di tipo piano parallela fino a -280.00 m e da -282.50 a fine strato e convoluta da -280.00 m a -282.50 m.<br>Presenza di vene di quarzo alle seguenti profondità: -279.50 m; -281.50 m. | 57    |
|      |     | 282      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 283      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 284      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 285      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 286      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 287      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 288      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 289      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 290      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 291      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 292      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 293      |           |                    |                      | 16) Rim  | 292.25<br>292.60   |            |   | 59    |
|      |     | 294      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 295      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 296      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 297      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
|      |     | 298      |           |                    |                      |          |                    |            |   | 60    |
|      |     | 299      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |
| 101  |     | 300      |           |                    |                      |          |                    |            |   |       |

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Certificato n° 697/12 del 23/10/2012

Commessa:

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: SPG1

Riferimento: Galleria Gardena - Laion (BZ)

Data: 05/09/2012-11/10/2012

Coordinate: N 5164764; E 694664

Quota: 737,00 m s.l.m.

Perforazione:

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA

Pagina 16/16

Sondatore: Sig. Alessandro Tenaglia

Sonda: Geomarc 1000 WL

Utilizzato carotiere doppio WL-HQ diametro 101 mm

Perso circolazione fanghi: a -49.30 m; da -179.70 m a -181.60 m (perdita del 60%); a -182.50 m (recupero fanghi del 70 %; tot. fanghi 130 l/m); da -259.00 m a 270.00 m.

Eseguite prove di fratturazione idraulica alle seguenti profondità:

prova HF1: 241.5 m

prova HF2: 230.5 m

prova HF3: 223.0 m

prova HF4: 207.5 m

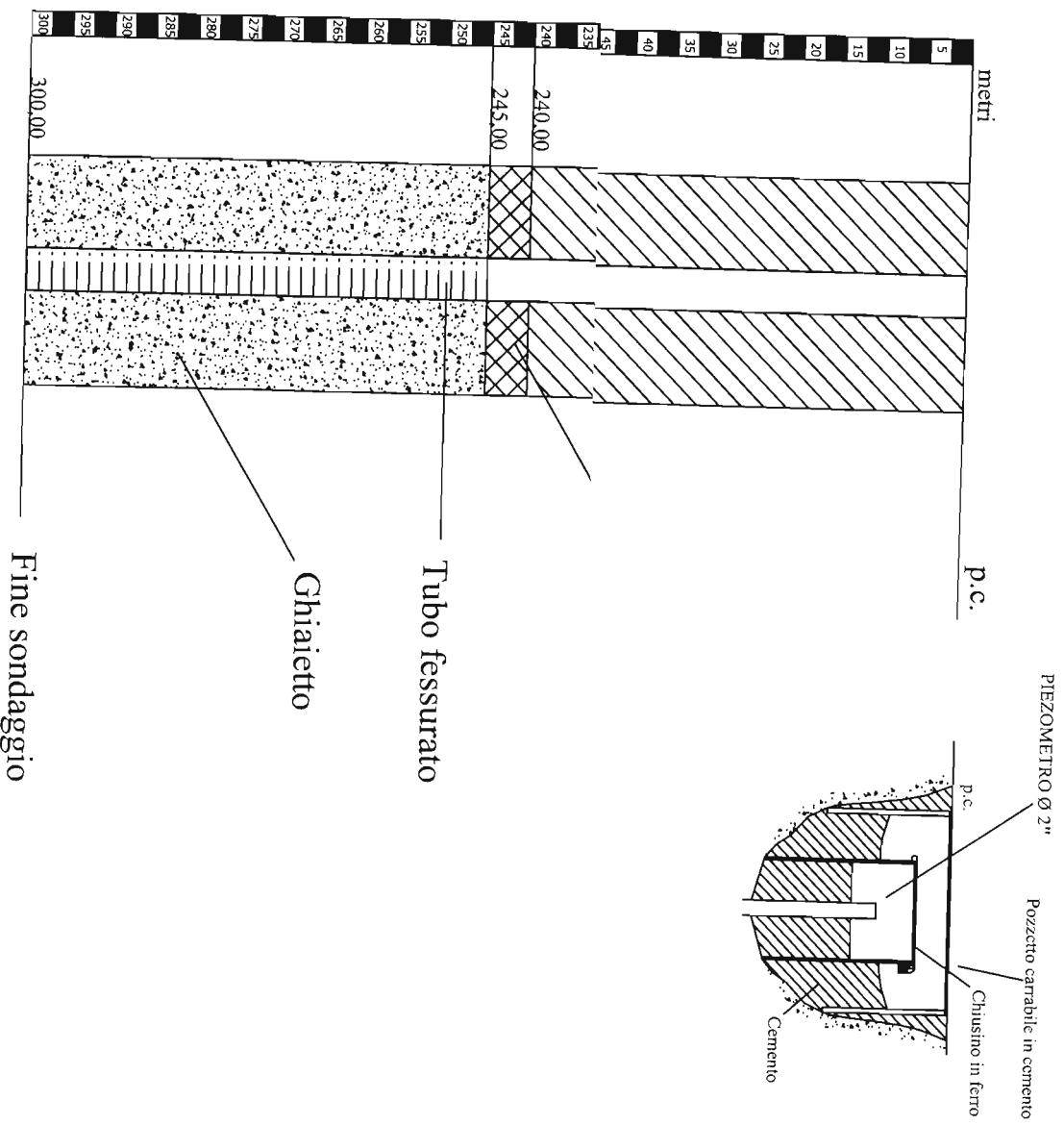
prova HF5: 190.0 m

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

|                        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Giorno                 | 05/09/12 | 06/09/12 | 06/09/12 | 07/09/12 | 10/09/12 | 11/09/12 | 11/09/12 | 11/09/12 | 12/09/12 | 13/09/12 |
| Ora                    | 18.00    | 08.00    | 17.30    | 08.00    | 17.30    | 08.00    | 13.30    | 17.00    | 11.00    | 08.00    |
| Livello dell'acqua (m) | 8,30     | assente  | 9,40     | assente  | 27,70    | 68,80    | assente  | 68,10    | 78,80    | 79,00    |
| Prof. perforazione(m)  | 28,00    | 28,00    | 43,40    | 43,40    | 70,05    | 70,05    | 78,80    | 87,50    | 87,50    | 93,60    |
| Prof. rivestimento(m)  | 28,00    | 28,00    | 43,40    | 43,40    | 70,05    | 70,05    | 78,80    | 87,50    | 87,50    | 93,60    |
| Giorno                 | 13/09/12 | 14/09/12 | 14/09/12 | 14/09/12 | 17/09/12 | 17/09/12 | 18/09/12 | 22/09/12 | 22/09/12 | 22/09/12 |
| Ora                    | 17.30    | 08.00    | 13.00    | 18.00    | 10.00    | 18.00    | 08.00    | 08.00    | 13.00    | 17.00    |
| Livello dell'acqua (m) | 31,30    | 76,70    | 72,30    | 46,30    | 86,70    | 90,60    | 123,60   | 123,50   | 47,90    | 9,80     |
| Prof. perforazione(m)  | 112,20   | 112,20   | 114,10   | 123,30   | 123,30   | 139,10   | 139,10   | 153,70   | 158,70   | 166,10   |
| Prof. rivestimento(m)  | 112,20   | 112,20   | 114,10   | 123,30   | 123,30   | 139,10   | 139,10   | 153,70   | 158,70   | 166,10   |
| Giorno                 | 24/09/12 | 25/09/12 | 25/09/12 | 26/09/12 | 26/09/12 | 27/09/12 | 01/10/12 | 02/10/12 | 02/10/12 | 03/10/12 |
| Ora                    | 08.00    | 08.00    | 17.30    | 10.30    | 18.00    | 08.30    | 08.00    | 08.00    | 18.00    | 08.00    |
| Livello dell'acqua (m) | 104,00   | 123,50   | 40,50    | 124,40   | 24,30    | 123,10   | 125,30   | 126,00   | 58,20    | 134,70   |
| Prof. perforazione(m)  | 166,10   | 170,60   | 187,20   | 187,20   | 199,80   | 199,80   | 213,60   | 219,60   | 237,00   | 237,00   |
| Prof. rivestimento(m)  | 166,10   | 170,60   | 187,20   | 187,20   | 199,80   | 199,80   | 213,60   | 219,60   | 237,00   | 237,00   |
| Giorno                 | 03/10/12 | 04/10/12 | 04/10/12 | 05/10/12 | 09/10/12 | 10/10/12 |          |          |          |          |
| Ora                    | 18.00    | 08.00    | 17.30    | 09.00    | 09.00    | 07.30    |          |          |          |          |
| Livello dell'acqua (m) | 34,30    | 120,40   | 48,30    | 122,30   | 126,30   | 131,90   |          |          |          |          |
| Prof. perforazione(m)  | 247,20   | 247,20   | 259,20   | 259,20   | 265,20   | 280,20   |          |          |          |          |
| Prof. rivestimento(m)  | 247,20   | 247,20   | 259,20   | 259,20   | 265,20   | 280,20   |          |          |          |          |



# SCHEMA PIEZOMETRO SPG 1

















Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 5 Profondità da mt 20.00 a mt 25.00



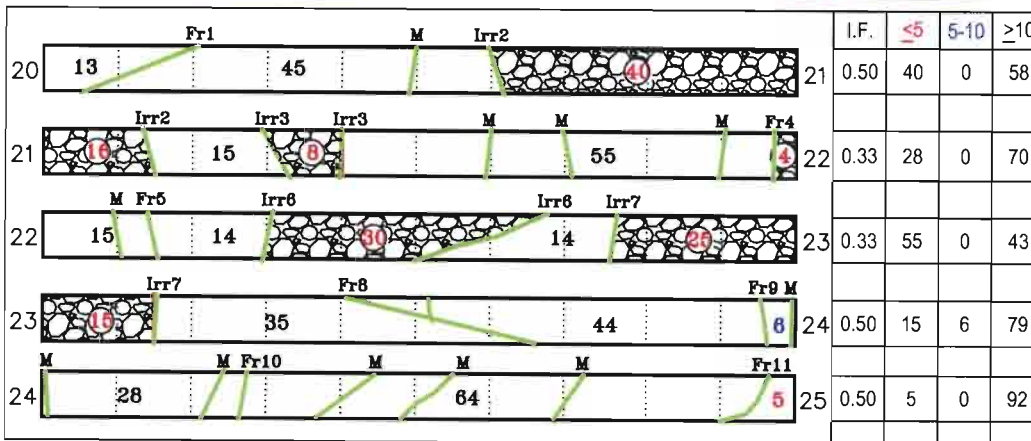
**LEGENDA**

- FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica
- FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare
- RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico
- APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm
- ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

- Manovre   
 Discontinuità   
 Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote  
 <5 cm 5-10 cm >10 cm



| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.O.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 10        | 20.00-21.40    | 98      | 52      | 52      |
| 11        | 21.40-23.15    | 93      | 56      | 56      |
| 12        | 23.15-25.20    | 98      | 89      | 86      |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1   | Irr2  | Irr3  | Fr4   | Fr5   | Irr6  | Irr7  | Fr8   | Fr9   | Fr10  | Fr11  |  |  |  |  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|
| Profondità      | 20.14 | 20.60 | 21.31 | 21.96 | 22.15 | 22.30 | 22.74 | 23.50 | 23.94 | 24.28 | 24.94 |  |  |  |  |
| Inclinazione    | 60°   | /     | /     | 20°   | 10°   | /     | /     | 75°   | 10°   | 20°   | 30°   |  |  |  |  |
| Forma           | I     | I     | I     | O     | O     | I     | I     | O     | O     | I     | O     |  |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 10-12 | 10-12 | 8-10  | 8-10  | 6-8   | 8-10  | 16-18 | 8-10  | 8-10  | 8-10  | 8-10  |  |  |  |  |
| Apertura        | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 2     | 2     | 2     | 2     |  |  |  |  |
| Alterazione     | 4     | 5     | 4     | 4     | 3     | 4     | 5     | 3     | 3     | 3     | 3     |  |  |  |  |
| Riempimento     | Dt    | Dt    | Dt    | Dt    | /     | Dt    | Dt    | /     | /     | /     | /     |  |  |  |  |
| J.C.S.          | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     |  |  |  |  |























Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 13 Profondità da mt 60.00 a mt 65.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. Irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre

Discontinuità

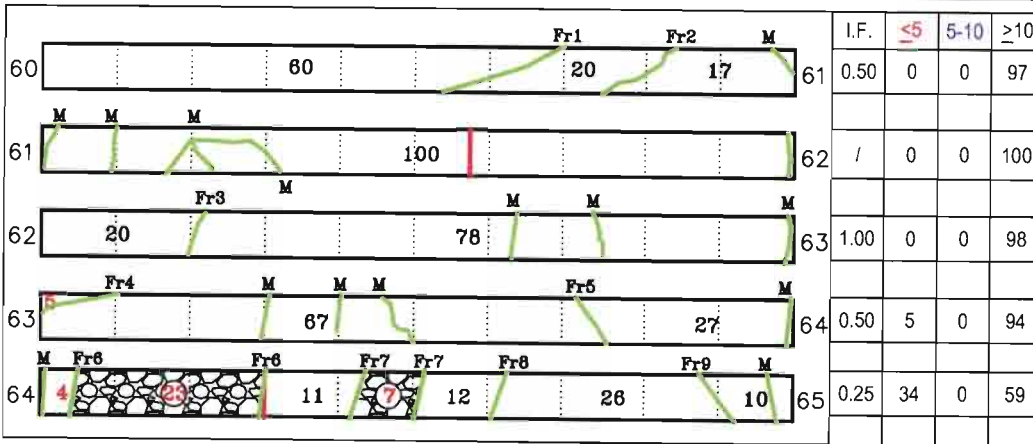


Roccia frantumata



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm



| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 29        | 60.00-61.58    | 98      | 98      | 98      |
| 30        | 61.58-64.30    | 98      | 89      | 89      |
| 31        | 64.30-66.20    | 98      | 53      | 53      |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1   | Fr2   | Fr3   | Fr4   | Fr5   | Fr6   | Fr7   | Fr8   | Fr9   |  |  |  |  |  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|
| Profondità      | 60.63 | 60.83 | 62.21 | 63.06 | 63.73 | 64.04 | 64.42 | 64.62 | 64.90 |  |  |  |  |  |
| Inclinazione    | 70°   | 45°   | 20°   | 80°   | 50°   | 20°   | 45°   | 40°   | 40°   |  |  |  |  |  |
| Forma           | O     | P     | O     | O     | O     | I     | O     | P     | O     |  |  |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 6-8   | 4-6   | 4-6   | 4-6   | 6-8   | 8-10  | 8-10  | 6-8   | 10-12 |  |  |  |  |  |
| Apertura        | 1     | 1     | 2     | 2     | 1     | 3     | 3     | 3     | 2     |  |  |  |  |  |
| Alterazione     | 3     | 2     | 3     | 2     | 2     | 4     | 4     | 3     | 2     |  |  |  |  |  |
| Riempimento     | /     | /     | Ag    | /     | /     | Dt    | Dt    | Ag    | /     |  |  |  |  |  |
| J.C.S.          | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     |  |  |  |  |  |







Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 15 Profondità da mt 70.00 a mt 75.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

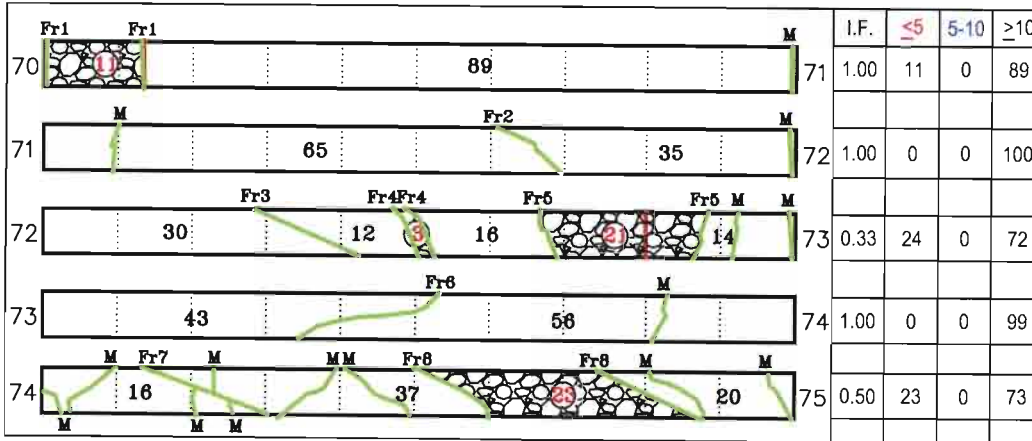
**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm



| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 34        | 70.13-72.80    | 98      | 92      | 92      |
| 35        | 72.80-75.87    | 99      | 79      | 76      |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1   | Fr2   | Fr3   | Fr4   | Fr5   | Fr6   | Fr7   | Fr8   |  |  |  |  |  |  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| Profondità      | 70.00 | 71.65 | 72.35 | 72.48 | 72.67 | 73.45 | 74.20 | 74.54 |  |  |  |  |  |  |
| Inclinazione    | 5°    | 55°   | 65°   | 35°   | 5°    | 70°   | 70°   | 70°   |  |  |  |  |  |  |
| Forma           | I     | O     | O     | O     | O     | I     | O     | I     |  |  |  |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 10-12 | 6-8   | 8-10  | 8-10  | 8-10  | 14-16 | 10-12 | 8-10  |  |  |  |  |  |  |
| Apertura        | 3     | 1     | 2     | 3     | 3     | 3     | 2     | 3     |  |  |  |  |  |  |
| Alterazione     | 5     | 3     | 3     | 4     | 5     | 4     | 1     | 6     |  |  |  |  |  |  |
| Riempimento     | Dt    | /     | /     | Dt    | Dt    | /     | /     | Dt    |  |  |  |  |  |  |
| J.C.S.          | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     |  |  |  |  |  |  |









Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 18 Profondità da mt 85.00 a mt 90.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

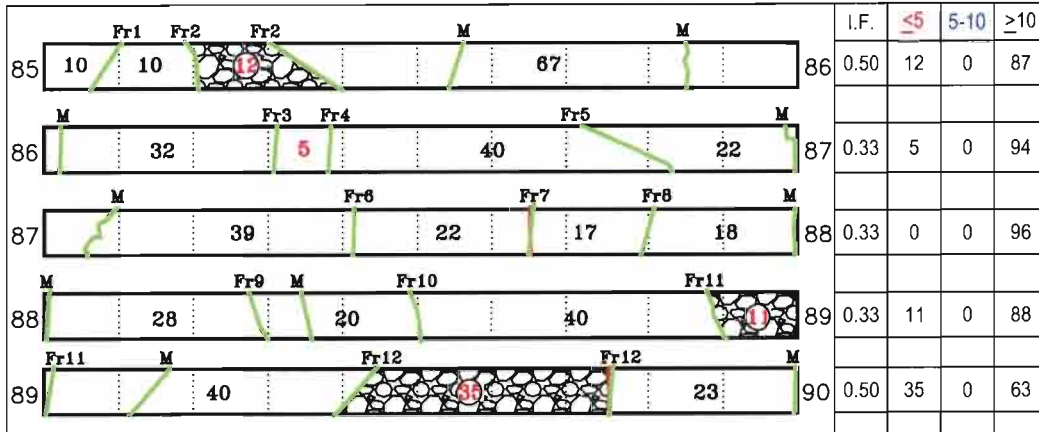
**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre ———  
 Discontinuità ——— Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm



| Manov. N° | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 40        | 87.65-89.75    | 99      | 78      | 78      |
| 41        | 89.75-92.80    | 99      | 93      | 93      |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1   | Fr2   | Fr3   | Fr4   | Fr5   | Fr6   | Fr7   | Fr8   | Fr9   | Fr10  | Fr11  | Fr12  |  |  |  |  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|
| Profondità      | 85.11 | 85.21 | 86.32 | 86.38 | 86.77 | 87.42 | 87.65 | 87.81 | 88.28 | 88.50 | 88.88 | 89.42 |  |  |  |  |
| Inclinazione    | 30°   | 70°   | 0°    | 5°    | 65°   | 5°    | 10°   | 10°   | 45°   | 15°   | 45°   | 40°   |  |  |  |  |
| Forma           | P     | P     | O     | O     | O     | O     | O     | O     | I     | I     | O     | O     |  |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 2-4   | 4-6   | 4-6   | 4-6   | 8-10  | 2-4   | 2-4   | 2-4   | 12-14 | 6-8   | 6-8   | 8-10  |  |  |  |  |
| Apertura        | 1     | 3     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 3     | 3     | 3     | 3     |  |  |  |  |
| Alterazione     | 1     | 3     | 1     | 1     | 2     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 5     | 4     |  |  |  |  |
| Riempimento     | /     | Dt    | /     | /     | Dt    | /     | /     | Dt    | Dt    | Dt    | Dt    | Dt    |  |  |  |  |
| J.C.S.          | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     | /     |  |  |  |  |





































Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 32 Profondità da mt 155.00 a mt 160.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**

P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**

Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**

1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**

1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

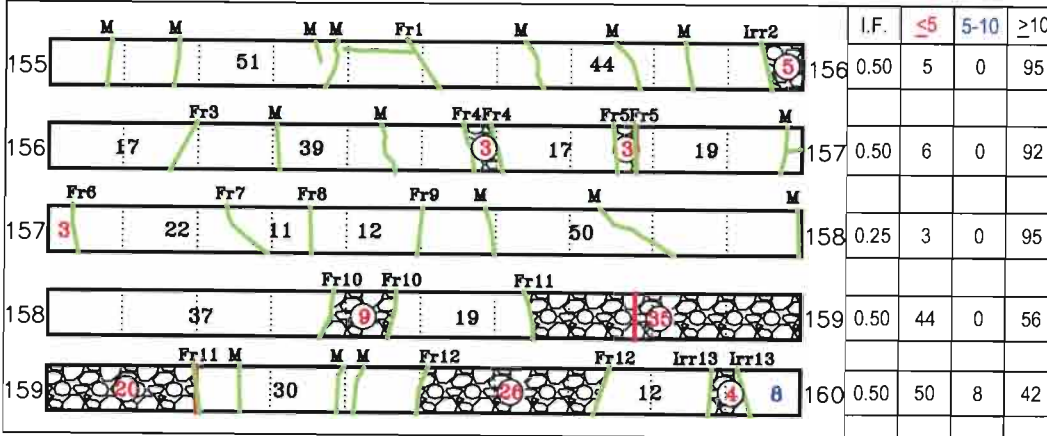
**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre —  
 Discontinuità —

Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm



| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 78        | 156.80-158.78  | 98      | 87      | 87      |
| 79        | 158.78-159.20  | 100     | 0       | 0       |
| 80        | 159.20-162.15  | 100     | 84      | 81      |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Irr2   | Fr3    | Fr4    | Fr5    | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Fr12   | Irr13  |  |  |  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|
| Profondità      | 155.53 | 155.95 | 156.17 | 156.57 | 156.78 | 157.02 | 157.24 | 157.35 | 157.49 | 158.37 | 158.64 | 159.50 | 159.93 |  |  |  |
| Inclinazione    | 30°    | /      | 60°    | 25°    | 5°     | 5°     | 30°    | 5°     | 5°     | 20°    | 20°    | 45°    | /      |  |  |  |
| Forma           | P      | I      | O      | I      | I      | P      | I      | O      | O      | I      | I      | I      | I      |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 6-8    | 8-10   | 10-12  | 14-16  | 8-10   | 6-8    | 12-14  | 8-10   | 8-10   | 8-10   | 10-12  | 12-14  | 14-16  |  |  |  |
| Apertura        | 2      | 3      | 2      | 3      | 2      | 1      | 2      | 2      | 2      | 3      | 3      | 3      | 3      |  |  |  |
| Alterazione     | 3      | 4      | 3      | 4      | 3      | 2      | 3      | 3      | 4      | 5      | 5      | 4      | 4      |  |  |  |
| Riempimento     | Dt     | Dt     | Ag     | Dt     | Dt     | Ag     | Ag     | /      | Ag+Dt  | Ag+Dt  | Dt     | Ag+Dt  | Dt     |  |  |  |
| J.C.S.          | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      |  |  |  |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 33 Profondità da mt 160.00 a mt 165.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

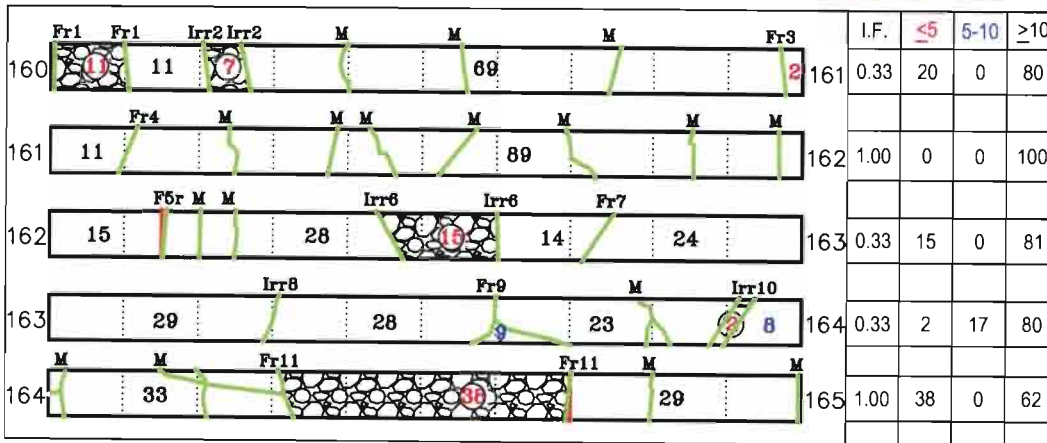
**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre   
 Discontinuità Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote  
 <5 cm 5-10 cm >10 cm



**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Irr2   | Fr3    | Fr4    | Fr5    | Irr6   | Fr7    | Irr8   | Fr9    | Irr10   | Irr11  |  |  |  |  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--|--|--|--|
| Profondità      | 160.00 | 160.22 | 160.98 | 161.10 | 162.15 | 162.44 | 162.73 | 163.30 | 163.60 | 1603.91 | 164.33 |  |  |  |  |
| Inclinazione    | 20°    | /      | 5°     | 30°    | 10°    | /      | 60°    | /      | 80°    | /       | /      |  |  |  |  |
| Forma           | P      | I      | I      | I      | P      | I      | I      | I      | I      | I       | I      |  |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 4-6    | 8-10   | 8-10   | 12-14  | 4-6    | 16-18  | 14-16  | 16-18  | 8-10   | 4-6     | 12-14  |  |  |  |  |
| Apertura        | 3      | 3      | 1      | 1      | 1      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3       | 3      |  |  |  |  |
| Alterazione     | 5      | 5      | 3      | 3      | 2      | 4      | 3      | 4      | 3      | 3       | 4      |  |  |  |  |
| Riempimento     | Dt     | Dt     | /      | /      | /      | Dt     | Dt     | Dt     | Dt     | Dt      | Dt     |  |  |  |  |
| J.C.S.          | /      | 16     | 15     | /      | 28     | /      | /      | 18     | /      | 22      | 18     |  |  |  |  |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 34 Profondità da mt 165.00 a mt 170.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**

P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**

Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**

1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**

1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre

Discontinuità

Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Discontinuità |     |     |     |     |     |     |      |      |        |       |      |      | I.F. | ≤5   | 5-10 | ≥10 |      |
|----------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|-------|------|------|------|------|------|-----|------|
|                | M             | Fr1 | Fr2 | Fr3 | Fr4 | Fr5 | Fr6 | Fr7  | Fr8  | Irr9   | Irr10 | Fr11 | Fr12 |      |      |      |     | Fr13 |
| 165            | 24            | 5   | 10  | 8   | 7   |     |     |      |      |        |       |      |      |      | 0.20 | 5    | 15  | 77   |
| 166            | 18            | Fr6 | 21  |     |     |     |     |      |      |        |       |      |      |      | 0.50 | 0    | 0   | 99   |
| 167            |               |     | 61  |     |     |     |     | Fr8  |      | Irr9   | Irr10 |      |      |      | 0.50 | 7    | 0   | 93   |
| 168            |               |     |     |     |     |     |     |      |      |        |       |      |      |      | /    | 0    | 0   | 100  |
| 169            | 11            | 25  |     |     |     |     |     | Fr11 | Fr12 | MMFr13 |       |      |      |      | 0.25 | 0    | 0   | 98   |

| Manov. N° | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 83        | 166.18-169.14  | 99      | 96      | 96      |
| 84        | 169.14-170.60  | 100     | 100     | 100     |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Fr2    | Fr3    | Fr4    | Fr5    | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Irr9   | Irr10  | Fr11   | Fr12   | Fr13   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 165.25 | 165.31 | 165.41 | 165.50 | 165.57 | 166.18 | 166.40 | 167.61 | 167.80 | 169.14 | 169.36 | 169.54 | 169.74 |
| Inclinazione    | 40°    | 20°    | 20°    | 60°    | 40°    | 20°    | 20°    | 25°    | /      | /      | 60°    | 30°    | 5°     |
| Forma           | O      | P      | I      | O      | O      | I      | I      | P      | I      | I      | I      | P      | P      |
| Scabrezza (JRC) | 16-18  | 8-10   | 18-20  | 18-20  | 14-16  | 18-20  | 18-20  | 4-6    | /      | /      | 18-20  | 8-10   | 10-12  |
| Apertura        | 3      | 3      | 3      | 2      | 2      | 3      | 3      | 1      | 3      | /      | 2      | 2      | 2      |
| Alterazione     | 4      | 3      | 4      | 3      | 3      | 3      | 3      | 2      | 4      | /      | 3      | 2      | 2      |
| Riempimento     | Dt     | Ag     | Ag     | Ag     | Ag     | Ag     | Dt     | Ag     | Dt     | /      | Ca     | Ag+Ca  | Ag     |
| J.C.S.          | 12     | 14     | 16     | 16     | 14     | 12     | 12     | 18     | /      | /      | 18     | 18     | 14     |



Committente: Italferr S.p.A.  
Cantiere: Galleria Gardena  
Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
Cassa N° 35 Profondità da mt 170.00 a mt 175.00



| LEGENDA  |                   |
|--|-------------------|
| <b>FRATTURE</b><br>N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr=  | Frattura naturale |
| Irr=   | Frat. irregolare  |
| M=   | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                                     |                   |
| P =  | Piana             |
| O =  | Ondulata          |
| I =  | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>                           |                   |
| Ca =   | Riemp. Calcite    |
| Ag =   | Riemp. Argilla    |
| Li =   | Riemp. Limo       |
| Dt =   | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>                           |                   |
| 1=   | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2=   | Beante 0.5-10mm   |
| 3=   | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>                               |                   |
| 1 =  | Assente           |
| 2 =  | Debole            |
| 3 =  | Moderata          |
| 4 =  | Medla             |
| 5 =  | Elevata           |
| 6 =  | Intensa           |

SEGNI CONVENZIONALI

Manovre —  
Discontinuità — Roccia frantumata   
Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | I.F. |      |     | Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.%       | S.C.R.% | R.Q.D.% |    |
|----------------|------|------|-----|-----------|----------------|---------------|---------|---------|----|
|                | <5   | 5-10 | ≥10 |           |                |               |         |         |    |
| 170            | 0.50 | 30   | 0   | 69        | 85             | 170.60-171.50 | 100     | 67      | 58 |
| 171            | 0.25 | 0    | 8   | 90        | 86             | 171.50-174.25 | 99      | 98      | 95 |
| 172            | 0.50 | 0    | 9   | 91        | 87             | 174.25-175.47 | 100     | 74      | 66 |
| 173            | 0.50 | 2    | 0   | 98        |                |               |         |         |    |
| 174            | 0.25 | 22   | 9   | 69        |                |               |         |         |    |

DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'

| Discontinuità   | Fr1    | Fr2    | Fr3    | Fr4    | Fr5    | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Fr12   | Fr13   |  |  |  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|
| Profondità      | 170.32 | 170.77 | 171.15 | 171.24 | 171.38 | 171.70 | 172.16 | 172.25 | 173.56 | 173.66 | 174.02 | 174.51 | 174.71 |  |  |  |
| Inclinazione    | 20°    | 5°     | 45°    | 35°    | 45°    | 5°     | 15°    | 20°    | 15°    | 5°     | 40°    | 15°    | 45°    |  |  |  |
| Forma           | O      | I      | P      | P      | O      | O      | P      | P      | P      | I      | P      | O      | I      |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 8-10   | 10-12  | 2-4    | 2-4    | 2-4    | 2-4    | 2-4    | 2-4    | 2-4    | 8-10   | 4-6    | 4-6    | 18-20  |  |  |  |
| Apertura        | 3      | 3      | 1      | 1      | 3      | 1      | 1      | 1      | 1      | 3      | 1      | 1      | 3      |  |  |  |
| Alterazione     | 4      | 5      | 4      | 4      | 5      | 3      | 3      | 3      | 3      | 5      | 3      | 3      | 5      |  |  |  |
| Riempimento     | Ag+Dt  | Ag+Dt  | Ag     | Ag     | Ag+Dt  | /      | Ag     | Ag     | Ag     | Ag+Dt  | Ag     | /      | Ag+Dt  |  |  |  |
| J.C.S.          | 12     | 12     | 12     | 12     | 12     | 16     | 14     | 14     | 14     | 12     | 16     | 14     | 16     |  |  |  |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 36 Profondità da mt 175.00 a mt 180.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre

Discontinuità

Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Manov. N° | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% | I.F.                                |      |     |     |    |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|-------------------------------------|------|-----|-----|----|
|           |                |         |         |         | <5                                  | 5-10 | >10 | ≥10 |    |
| 88        | 175.47-177.40  | 98      | 80      | 80      | Fr1 Irr2 Irr2 M M M Irr3 Irr3 Fr4 M | 0.25 | 34  | 18  | 48 |
| 89        | 177.40-179.70  | 99      | 99      | 97      | Fr5 M Fr6 Fr7 Fr8                   | 0.25 | 3   | 6   | 87 |
| 90        | 179.70-181.60  | 99      | 50      | 46      | Irr9 Irr9 M M Fr10 Fr11 M Fr12      | 0.25 | 15  | 0   | 83 |
|           |                |         |         |         | Fr13 Fr14 M M M M M M M M           | 0.50 | 4   | 7   | 87 |
|           |                |         |         |         | M Fr15 M Irr16 Irr16                | 0.50 | 29  | 0   | 71 |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Irr2   | Irr3   | Fr4    | Fr5    | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Irr9   | Fr10   | Fr11   | Fr12   | Fr13   | Fr14   | Fr15   | Irr16  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 175.02 | 175.12 | 175.50 | 175.92 | 176.06 | 176.50 | 176.82 | 176.96 | 177.10 | 177.50 | 177.60 | 177.85 | 178.07 | 178.12 | 179.22 | 179.71 |
| Inclinazione    | 50°    | /      | /      | 10°    | 20°    | 25°    | 25°    | 25°    | /      | 70°    | 5°     | 20°    | 30°    | 60°    | 60°    | /      |
| Forma           | P      | I      | I      | I      | I      | O      | P      | P      | I      | O      | O      | O      | P      | O      | O      | I      |
| Scabrezza (JRC) | 0-2    | /      | /      | 6-8    | 16-18  | 12-14  | 8-10   | 8-10   | /      | 8-10   | 8-10   | 8-10   | 6-8    | 10-12  | 12-14  | /      |
| Apertura        | 1      | 3      | 3      | 3      | 3      | 2      | 2      | 2      | 3      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 3      |
| Alterazione     | 5      | 6      | 6      | 5      | 5      | 4      | 5      | 5      | 5      | 4      | 4      | 4      | 3      | 3      | 3      | 4      |
| Riempimento     | Ag     | Ag+Dt  | Ag+Dt  | Ag     | Ag+Dt  | Ag     | Ag+Dt  | Ag+Dt  | Ag+Dt  | /      | /      | /      | /      | /      | /      | Dt     |
| J.C.S.          | 12     | /      | /      | 12     | 12     | 14     | 12     | 12     | /      | 16     | 16     | 16     | 16     | 16     | 16     | /      |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 37 Profondità da mt 180.00 a mt 185.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. Irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre

Discontinuità



Roccia frantumata



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Discontinuità |       |       |       | I.F. | ≤5 | 5-10 | ≥10 | Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|----------------|---------------|-------|-------|-------|------|----|------|-----|-----------|----------------|---------|---------|---------|
|                | Fr1           | Fr2   | Fr3   | Fr4   |      |    |      |     |           |                |         |         |         |
| 180            | 8             | 25    | 15    | 28    | 0.25 | 24 | 8    | 68  | 91        | 181.60-182.60  | 95      | 55      | 47      |
| 181            | Fr4           | Irr5  | Irr5  |       | N.R. | 80 | 0    | 20  | 92        | 182.60-183.60  | 96      | 65      | 56      |
| 182            | Fr6 M         | Fr7   | M     | M     | 0.20 | 0  | 18   | 77  | 93        | 183.60-185.43  | 96      | 67      | 59      |
| 183            | Fr11 M        | Irr12 | Irr12 | Irr13 | 0.25 | 62 | 0    | 38  |           |                |         |         |         |
| 184            | M             | Fr15  | Irr16 | Fr17  | 0.17 | 17 | 9    | 67  |           |                |         |         |         |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Fr2    | Fr3    | Fr4    | Irr5   | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Irr12  | Irr13  | Fr14   | Fr15   | Irr16  | Fr17   | Fr18   | Fr19   | Irr20  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 180.03 | 180.29 | 180.45 | 180.74 | 181.40 | 182.19 | 182.29 | 182.57 | 182.70 | 182.88 | 183.03 | 183.14 | 183.43 | 183.94 | 184.13 | 184.40 | 184.60 | 184.75 | 184.85 | 184.95 |
| Inclinazione    | 25°    | 25°    | 80°    | 40°    | /      | 50°    | 30°    | 50°    | 55°    | 50°    | 50°    | /      | /      | 5°     | 60°    | /      | 30°    | 30°    | 60°    | /      |
| Forma           | P      | P      | O      | P      | I      | P      | P      | P      | P      | P      | P      | I      | I      | O      | O      | I      | O      | O      | P      | I      |
| Scabrezza (JRC) | 6-8    | 8-10   | 14-16  | 10-12  | /      | 6-8    | 6-8    | 6-8    | 6-8    | 6-8    | 6-8    | /      | /      | 8-10   | 10-12  | /      | 14-16  | 18-20  | 8-10   | /      |
| Apertura        | 1      | 1      | 1      | 3      | 3      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 3      | 3      | 2      | 2      | 3      | 1      | 1      | 1      | 3      |
| Alterazione     | 3      | 3      | 3      | 3      | 4      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 4      | 4      | 3      | 3      | 4      | 2      | 2      | 3      | 4      |
| Riempimento     | /      | /      | Ca     | Ca     | Dt     | Ca     | Ca     | Ca     | Ca     | Ca     | Ca     | Dt     | Dt     | /      | Dt     | Dt     | /      | /      | Ca     | Dt     |
| J.C.S.          | 18     | 18     | 18     | 18     | /      | 18     | 20     | 20     | 20     | 20     | 20     | /      | /      | 18     | 16     | /      | /      | /      | /      | /      |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 38 Profondità da mt 185.00 a mt 190.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|----------------|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 185            |           |                |         |         |         |
| 186            | 94        | 185.43-187.25  | 96      | 64      | 57      |
| 187            | 95        | 187.25-189.18  | 95      | 92      | 82      |
| 188            | 96        | 189.18-192.00  | 96      | 89      | 83      |
| 189            |           |                |         |         |         |

| Profondità (m) | Discontinuità                                       | I.F. | <5 | 5-10 | >10 |
|----------------|---|------|----|------|-----|
| 185            | Fr1, Fr1, Fr2, Irr3, M, Fr4, M, M                   | 0.25 | 15 | 0    | 80  |
| 186            | Irr5, Irr5, Fr6, Fr7, Irr8, Irr8, Fr9, Irr10        | 0.17 | 32 | 14   | 47  |
| 187            | Irr10, M, M, M, Fr11, Fr12, Fr12, Fr13, Irr14, Fr15 | 0.17 | 42 | 0    | 54  |
| 188            | M, Fr16, M, Fr17, Irr18, Irr18, Fr19, M, M          | 0.25 | 0  | 13   | 82  |
| 189            | M, Fr20, Fr20, Fr21, M, M                           | 0.50 | 1  | 0    | 93  |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Fr2    | Irr3   | Fr4    | Irr5   | Fr6    | Fr7    | Irr8   | Fr9    | Irr10  | Fr11   | Fr12   | Fr13   | Irr14  | Fr15   | Fr16   | Fr17   | Irr18  | Fr19   | Fr20   | Fr21   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 185.00 | 185.16 | 185.30 | 185.40 | 186.00 | 186.32 | 186.40 | 186.56 | 186.82 | 187.00 | 187.45 | 187.60 | 187.72 | 187.82 | 187.94 | 188.26 | 188.40 | 188.62 | 188.72 | 189.41 | 189.65 |
| Inclinazione    | 20°    | 80°    | /      | 60°    | /      | 30°    | 5°     | /      | 55°    | /      | 80°    | 40°    | 40°    | /      | 50°    | 70°    | 70°    | /      | 65°    | 60°    | 10°    |
| Forma           | O      | O      | I      | O      | I      | I      | O      | I      | O      | I      | O      | /      | O      | I      | O      | O      | O      | I      | O      | P      | O      |
| Scabrezza (JRC) | 10-12  | 12-14  | /      | 14-16  | /      | 16-18  | 8-10   | /      | 8-10   | /      | 8-10   | /      | 8-10   | /      | 8-10   | 14-16  | 14-16  | /      | 18-20  | 6-8    | 12-14  |
| Apertura        | 1      | 1      | /      | 1      | /      | 3      | 1      | /      | 2      | /      | 2      | /      | 2      | /      | 2      | 2      | 2      | /      | 2      | 3      | 2      |
| Alterazione     | 3      | 2      | /      | 3      | /      | 4      | 4      | /      | 3      | /      | 3      | /      | 3      | /      | 3      | 3      | 3      | /      | 3      | 3      | 3      |
| Riempimento     | /      | /      | /      | /      | /      | Dt     | Dt+Ag  | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | Dt     | /      |
| J.C.S.          | 16     | 20     | /      | 20     | /      | 12     | 12     | /      | 14     | /      | 14     | /      | 14     | /      | 16     | 18     | 14     | /      | 14     | 18     | 16     |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 39 Profondità da mt 190.00 a mt 195.00



| LEGENDA  |                   |
|--|-------------------|
| <b>FRATTURE</b><br>N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr=  | Frattura naturale |
| Irr=   | Frat. irregolare  |
| M=   | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                                     |                   |
| P =  | Piana             |
| O =  | Ondulata          |
| I =  | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>                           |                   |
| Ca =   | Riemp. Calcite    |
| Ag =   | Riemp. Argilla    |
| Li =   | Riemp. Limo       |
| Dt =   | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>                           |                   |
| 1=   | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2=   | Beante 0.5-10mm   |
| 3=   | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>                               |                   |
| 1 =  | Assente           |
| 2 =  | Debole            |
| 3 =  | Moderata          |
| 4 =  | Media             |
| 5 =  | Elevata           |
| 6 =  | Intensa           |

SEGNI CONVENZIONALI

Manovre



Discontinuità



Roccia frantumata



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Discontinuità |      |      |       |       |       |       |       |      |      |   |     | I.F. |      |      | Manov. N° | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.%       | R.Q.D.% |     |    |
|----------------|---------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|---|-----|------|------|------|-----------|----------------|---------|---------------|---------|-----|----|
|                | Fr1           | Fr1  | Fr2  | Fr3   | M     | M     | Irr4  | Irr4  | Irr5 | Irr5 | M | Fr6 | Fr6  | <5   | 5-10 |           |                |         |               |         | >10 |    |
| 190            | 3             | 10   | 7    | 30    |       |       | 6     | 6     | 4    | 22   |   | 10  |      | 0.17 | 17   | 19        | 62             | 97      | 192.00-193.30 | 97      | 76  | 65 |
| 191            | Fr6           | M    | Fr7  | Fr7   |       |       | Fr8   | M     | M    | M    |   |     |      | 0.50 | 7    | 0         | 90             | 98      | 193.30-194.72 | 94      | 80  | 75 |
| 192            | Fr9           | Fr9  | Fr10 | Irr11 | Irr11 | Fr12  | Fr13  | Fr13  | M    | M    |   |     |      | 0.20 | 27   | 14        | 55             | 99      | 194.72-197.55 | 98      | 77  | 73 |
| 193            | M             | Fr14 | M    | M     | M     | Irr15 | Irr15 | Fr16  | Fr16 | Fr17 | M | M   | Fr18 | 0.20 | 18   | 8         | 69             |         |               |         |     |    |
| 194            | M             | Fr18 | M    |       |       | Fr19  | Irr20 | Irr20 |      |      |   |     |      | 0.50 | 28   | 0         | 67             |         |               |         |     |    |

DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'

| Discontinuità   | Fr1    | Fr2    | Fr3    | Irr4   | Irr5   | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Irr11  | Fr12   | Fr13   | Fr14   | Irr15  | Fr16   | Fr17     | Fr18   | Fr19   | Irr20  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 190.00 | 190.13 | 190.20 | 190.52 | 190.64 | 190.93 | 191.13 | 191.45 | 192.00 | 192.10 | 192.21 | 192.49 | 192.65 | 193.13 | 193.30 | 193.57 | 193.70   | 194.06 | 194.53 | 194.72 |
| Inclinazione    | 30°    | 30°    | 30°    | /      | /      | 30°    | 10°    | 40°    | 20°    | 20°    | /      | 20°    | 20°    | 60°    | /      | 35°    | 60°      | 70°    | 60°    | /      |
| Forma           | P      | O      | P      | I      | I      | P      | P      | I      | O      | I      | I      | O      | O      | O      | I      | P      | O        | P      | P      | I      |
| Scabrezza (JRC) | 8-10   | 8-10   | 8-10   | /      | /      | 4-6    | 4-6    | 10-12  | 14-16  | 18-20  | /      | 18-20  | 16-18  | 6-8    | /      | 6-8    | 10-12    | 6-8    | 6-8    | /      |
| Apertura        | 3      | 1      | 2      | /      | /      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | /      | 3      | 3      | 2      | /      | 3      | 2        | 1      | 1      | /      |
| Alterazione     | 4      | 4      | 5      | /      | /      | 5      | 5      | 4      | 5      | 3      | /      | 3      | 5      | 3      | /      | 4      | 5        | 4      | 4      | /      |
| Riempimento     | Dt     | Ag     | Ag+Dt  | /      | /      | Ca+Dt  | Dt     | Ca+Dt  | Ag     | Ca     | /      | Dt     | Dt+Ag  | Ca     | /      | Dt     | Dt+Ag+Li | Ca     | Ca     | /      |
| J.C.S.          | 14     | 16     | 14     | /      | /      | 14     | 12     | 12     | 14     | 16     | /      | 18     | 18     | 16     | /      | 20     | 18       | 18     | 20     | /      |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 40 Profondità da mt 195.00 a mt 200.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**

P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**

Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**

1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**

1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre



Discontinuità



Roccia frantumata



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Irr |          | Fr |          | M | Irr | Fr | M | Irr | Fr | M | I.F. | ≤5 | 5-10 | ≥10 |
|----------------|-----|----------|----|----------|---|-----|----|---|-----|----|---|------|----|------|-----|
|                | N°  | Apertura | N° | Apertura |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 195            | 5   | 6        | 20 | 20       |   |     |    |   |     |    |   | 0.25 | 27 | 6    | 63  |
| 196            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 196            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 197            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 197            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 197            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 198            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 198            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 198            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 199            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |
| 199            |     |          |    |          |   |     |    |   |     |    |   |      |    |      |     |

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 100       | 197.55-199.82  | 97      | 90      | 90      |
| 101       | 199.82-200.60  | 96      | 68      | 56      |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Irr1   | Fr2    | Fr3    | Irr4   | Fr5    | Fr6    | Irr7   | Fr8    | Fr9    | Fr10   |  |  |  |  |  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|--|--|
| Profondità      | 195.05 | 195.15 | 195.80 | 196.88 | 197.55 | 197.75 | 198.00 | 198.68 | 199.32 | 199.83 |  |  |  |  |  |
| Inclinazione    | /      | 30°    | 20°    | /      | 65°    | 65°    | /      | 65°    | 30°    | 30°    |  |  |  |  |  |
| Forma           | I      | I      | P      | I      | I      | P      | I      | P      | O      | P      |  |  |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | /      | 18-20  | 12-14  | /      | 14-16  | 4-6    | /      | 6-8    | 8-10   | 2-4    |  |  |  |  |  |
| Apertura        | /      | 3      | 3      | /      | 3      | 3      | /      | 2      | 2      | 1      |  |  |  |  |  |
| Alterazione     | /      | 5      | 3      | /      | 5      | 4      | /      | 4      | 4      | 3      |  |  |  |  |  |
| Riempimento     | /      | Dt+Ag  | Dt     | /      | Dt     | Ca+Dt  | /      | Ca     | Ca     | Ca     |  |  |  |  |  |
| J.C.S.          | /      | 14     | 18     | /      | 16     | 20     | /      | 20     | 18     | 20     |  |  |  |  |  |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 41 Profondità da mt 200.00 a mt 205.00



| LEGENDA                       |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| <b>FRATTURE</b>               |                   |
| N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr=                           | Frattura naturale |
| Irr=                          | Frat. irregolare  |
| M=                            | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                  |                   |
| P =                           | Piana             |
| O =                           | Ondulata          |
| I =                           | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>        |                   |
| Ca =                          | Riemp. Calcite    |
| Ag =                          | Riemp. Argilla    |
| Li =                          | Riemp. Limo       |
| Dt =                          | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>        |                   |
| 1=                            | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2=                            | Beante 0.5-10mm   |
| 3=                            | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>            |                   |
| 1 =                           | Assente           |
| 2 =                           | Debole            |
| 3 =                           | Moderata          |
| 4 =                           | Media             |
| 5 =                           | Elevata           |
| 6 =                           | Intensa           |

SEGNI CONVENZIONALI

Manovre



Discontinuità



Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Discontinuità |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     | I.F. | <5   | 5-10 | ≥10 |    |
|----------------|---------------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|----|
|                | M             | Irr1 | Irr1 | M  | Fr2 | MMM | Fr3 | Fr4 | Fr5 | Fr6 | Fr7 | Fr8 |      |      |      |     |    |
| 200            | 8             |      |      | 18 | 9   |     |     |     |     |     |     |     | 40   | 0.50 | 22   | 17  | 58 |
| 201            | 4             | 7    | 26   |    | 28  |     |     |     |     |     |     |     | 24   | 0.20 | 4    | 7   | 88 |
| 202            | 9             | 13   |      | 20 |     |     |     |     |     |     |     |     | 37   | 0.25 | 4    | 9   | 84 |
| 203            |               |      |      | 40 |     |     |     |     |     |     |     |     | 33   | 1.00 | 19   | 8   | 73 |
| 204            | 6             | 19   |      | 8  |     |     |     |     |     |     |     |     | 46   | 0.20 | 0    | 12  | 83 |

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 102       | 200.60-203.55  | 99      | 92      | 90      |
| 103       | 203.55-206.60  | 98      | 92      | 83      |

DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'

| Discontinuità   | Irr1   | Fr2    | Fr3    | Fr4    | Fr5    | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Irr12  | Fr13   | Fr14   | Fr15   | Fr16   | Fr17   | Fr18   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 200.10 | 200.50 | 201.04 | 201.11 | 201.36 | 201.66 | 201.90 | 202.10 | 202.23 | 202.45 | 202.83 | 203.40 | 203.87 | 204.00 | 204.10 | 204.23 | 204.35 | 204.82 |
| Inclinazione    | /      | 5°     | 40°    | 15°    | 35°    | 15°    | 25°    | 10°    | 5°     | 20°    | 10°    | /      | 30°    | 70°    | 5°     | 65°    | 25°    | 30°    |
| Forma           | I      | I      | P      | O      | O      | P      | O      | I      | O      | O      | I      | I      | P      | P      | O      | P      | I      | O      |
| Scabrezza (JRC) | /      | 16-18  | 0-2    | 4-6    | 6-8    | 6-8    | 6-8    | 10-12  | 10-12  | 8-10   | 18-20  | /      | 6-8    | 6-8    | 8-10   | 0-2    | 18-20  | 10-12  |
| Apertura        | /      | 3      | 1      | 1      | 2      | 1      | 1      | 1      | 2      | 1      | 3      | /      | 1      | 1      | 1      | 1      | 2      | 1      |
| Alterazione     | /      | 4      | 2      | 3      | 3      | 6      | 6      | 5      | 4      | 2      | 6      | /      | 3      | 4      | 3      | 2      | 3      | 3      |
| Riempimento     | /      | Ca     | Ca     | Ca     | Ca     | Ag+Dt  | Ag+Dt  | Ag+Dt  | Ag     | Ca     | Ag+Dt  | /      | Ca     | Ca     | Ca     | Ca     | Ag     | Ag     |
| J.C.S.          | /      | 22     | 24     | 24     | 24     | /      | /      | 12     | 14     | 16     | /      | /      | 20     | 20     | 20     | 20     | 20     | 20     |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 42 Profondità da mt 205.00 a mt 210.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr = Frattura naturale  
 Irr = Frat. irregolare  
 M = Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1 = Chiusa 0.1-0.5mm  
 2 = Beante 0.5-10mm  
 3 = Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

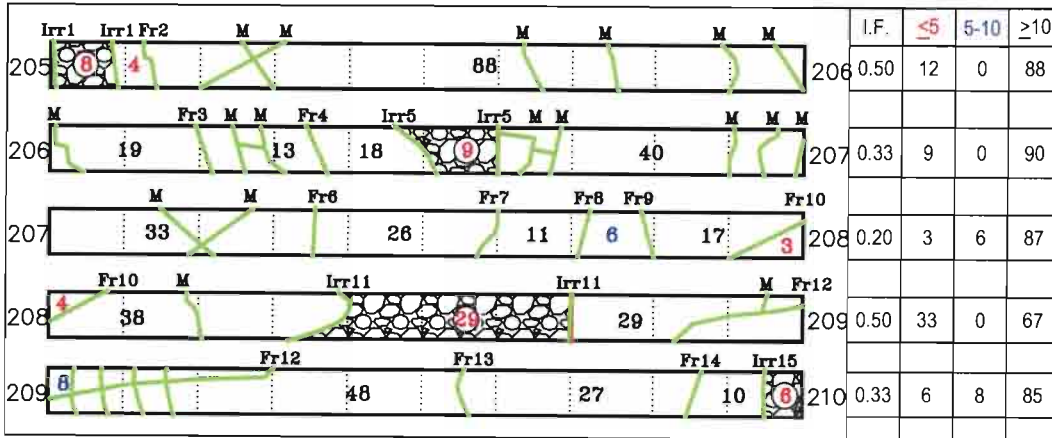
Manovre

Discontinuità

Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm



| Manov. N° | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 104       | 206.60-208.70  | 99      | 85      | 78      |
| 105       | 208.70-210.60  | 97      | 90      | 84      |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Irr1   | Fr2    | Fr3    | Fr4    | Irr5   | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Irr11  | Fr12   | Fr13   | Fr14   | Irr15  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 205.00 | 205.13 | 206.20 | 206.33 | 206.50 | 207.34 | 207.59 | 207.72 | 207.79 | 208.00 | 208.38 | 209.08 | 209.56 | 209.84 | 209.94 |
| Inclinazione    | /      | 30°    | 30°    | 50°    | /      | 30°    | 15°    | 45°    | 45°    | 70°    | /      | 80°    | 20°    | 35°    | /      |
| Forma           | I      | I      | P      | O      | I      | I      | O      | O      | I      | P      | I      | I      | I      | I      | I      |
| Scabrezza (JRC) | /      | 18-20  | 2-4    | 8-10   | /      | 16-18  | 18-20  | 10-12  | 10-12  | 6-8    | /      | 18-20  | 18-20  | 16-18  | /      |
| Apertura        | /      | 1      | 1      | 2      | /      | 2      | 1      | 1      | 2      | 2      | /      | 2      | 2      | 3      | /      |
| Alterazione     | /      | 2      | 2      | 3      | /      | 3      | 2      | 4      | 5      | 5      | /      | 5      | 6      | 5      | /      |
| Riempimento     | /      | Ag     | Ca     | Ca     | /      | Ca     | /      | Ag     | Ag+Dt  | Dt     | /      | Dt     | Dt+Ag  | Dt+Ag  | /      |
| J.C.S.          | /      | 24     | 20     | 18     | /      | 20     | 22     | 20     | 18     | 18     | /      | 18     | 16     | 18     | /      |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 43 Profondità da mt 210.00 a mt 215.00



| LEGENDA                       |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| <b>FRATTURE</b>               |                   |
| N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr=                           | Frattura naturale |
| Irr=                          | Frat. irregolare  |
| M=                            | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                  |                   |
| P =                           | Piana             |
| O =                           | Ondulata          |
| I =                           | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>        |                   |
| Ca =                          | Riemp. Calcite    |
| Ag =                          | Riemp. Argilla    |
| Li =                          | Riemp. Limo       |
| Dt =                          | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>        |                   |
| 1=                            | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2=                            | Beante 0.5-10mm   |
| 3=                            | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>            |                   |
| 1 =                           | Assente           |
| 2 =                           | Debole            |
| 3 =                           | Moderata          |
| 4 =                           | Media             |
| 5 =                           | Elevata           |
| 6 =                           | Intensa           |

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre

Discontinuità



Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% | I.F. |      |     |    |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|------|------|-----|----|
|           |                |         |         |         | <5   | 5-10 | >10 |    |
| 210       | 210.00         | 19      | 26      | 13      | 0.17 | 31   | 6   | 58 |
| 211       | 210.60-212.55  | 25      | 32      | 4       | 0.50 | 43   | 0   | 57 |
| 212       | 212.55-213.65  | 24      | 21      | 21      | 0.50 | 44   | 8   | 45 |
| 213       | 213.65-214.25  | 21      | 16      | 33      | 0.25 | 19   | 9   | 70 |
| 214       | 214.25-215.55  | 20      | 41      | 15      | 0.25 | 4    | 8   | 88 |

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 106       | 210.60-212.55  | 98      | 51      | 48      |
| 107       | 212.55-213.65  | 98      | 68      | 61      |
| 108       | 213.65-214.25  | 97      | 97      | 88      |
| 109       | 214.25-215.55  | 96      | 96      | 90      |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Irr1   | Fr2    | Fr3    | Irr4   | Fr5    | Irr6   | Irr7   | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Fr12   | Irr13  | Fr14   | Fr15   | Fr16   | Fr17   | Fr18   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 210.00 | 210.13 | 210.34 | 210.68 | 210.81 | 210.88 | 211.34 | 211.95 | 212.24 | 212.73 | 213.08 | 213.30 | 213.67 | 214.00 | 214.20 | 214.65 | 214.72 | 214.88 |
| Inclinazione    | /      | 60°    | 45°    | /      | 35°    | /      | /      | 45°    | 55°    | 25°    | 45°    | 65°    | /      | 45°    | 50°    | 35°    | 35°    | 60°    |
| Forma           | I      | O      | I      | I      | O      | I      | I      | O      | I      | I      | P      | I      | I      | P      | O      | O      | I      | P      |
| Scabrezza (JRC) | /      | 12-14  | 18-20  | /      | 10-12  | /      | /      | 14-16  | 18-20  | 18-20  | 10-12  | 16-18  | /      | 6-8    | 4-6    | 8-10   | 8-10   | 6-8    |
| Apertura        | /      | 2      | 2      | /      | 2      | /      | /      | 2      | 3      | 3      | 2      | 3      | /      | 2      | 1      | 2      | 3      | 2      |
| Alterazione     | /      | 4      | 4      | /      | 4      | /      | /      | 3      | 5      | 6      | 3      | 6      | /      | 3      | 2      | 6      | 5      | 3      |
| Riempimento     | /      | Ag     | Ag+Dt  | /      | Ag+Dt  | /      | /      | Dt     | Ag+Dt  | Ag+Dt  | /      | Ag+Dt  | /      | /      | /      | Ag+Dt  | Dt     | Ag     |
| J.C.S.          | /      | 24     | 22     | /      | 20     | /      | /      | 22     | 18     | 18     | 22     | 18     | /      | 22     | 22     | 20     | 20     | 20     |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 44 Profondità da mt 215.00 a mt 220.00

**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa



**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre

Discontinuità



Roccia frantumata



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | M  | Fr1 | M  | M  | Fr2 | Irr3 | Irr3 | Fr4 | Fr5 | Irr6 | Irr6 | Fr7 | M | Fr8 | Irr9 | Irr9 | Fr10 | Fr11 | M | M | Fr12 | Irr13 | Irr13 | Fr14 | Irr15 | I.F. | Dimensione spezzoni di carote |      |     | Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|----------------|----|-----|----|----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|---|-----|------|------|------|------|---|---|------|-------|-------|------|-------|------|-------------------------------|------|-----|-----------|----------------|---------|---------|---------|
|                |    |     |    |    |     |      |      |     |     |      |      |     |   |     |      |      |      |      |   |   |      |       |       |      |       |      | <5                            | 5-10 | >10 |           |                |         |         |         |
| 215            | 25 | 14  | 15 | 45 |     |      |      |     |     |      |      |     |   |     |      |      |      |      |   |   |      |       |       |      |       | 0.33 | 45                            | 0    | 54  | 110       | 215.55-216.38  | 100     | 0       | 0       |
| 216            |    | 30  | 7  | 14 | 10  | 31   |      |     |     |      |      |     |   |     |      |      |      |      |   |   |      |       |       |      |       | N.R. | 69                            | 7    | 24  | 111       | 216.38-217.80  | 98      | 54      | 45      |
| 217            |    | 20  | 16 | 24 | 3   | 24   | 5    |     |     |      |      |     |   |     |      |      |      |      |   |   |      |       |       |      |       | 0.25 | 36                            | 0    | 64  | 112       | 217.80-219.60  | 100     | 65      | 57      |
| 218            |    | 10  | 14 | 18 | 41  | 6    |      |     |     |      |      |     |   |     |      |      |      |      |   |   |      |       |       |      |       | 0.25 | 18                            | 6    | 73  | 113       | 219.60-220.50  | 100     | 28      | 11      |
| 219            |    | 12  | 8  | 30 |     |      |      |     |     |      |      |     |   |     |      |      |      |      |   |   |      |       |       |      |       | N.R. | 80                            | 8    | 12  |           |                |         |         |         |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Fr2    | Irr3   | Fr4    | Fr5    | Irr6   | Fr7    | Fr8    | Irr9   | Fr10   | Fr11   | Fr12   | Irr13  | Fr14   | Irr15  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 215.24 | 215.38 | 215.50 | 216.45 | 216.59 | 216.70 | 217.45 | 217.71 | 217.97 | 218.32 | 218.51 | 218.94 | 219.00 | 219.13 | 219.20 |
| Inclinazione    | 20°    | 45°    | /      | 30°    | 35°    | /      | 35°    | 35°    | /      | 30°    | 30°    | 45°    | /      | 80°    | /      |
| Forma           | O      | O      | I      | O      | I      | I      | P      | I      | I      | O      | P      | O      | I      | O      | I      |
| Scabrezza (JRC) | 6-8    | 4-6    | /      | 6-8    | 18-20  | /      | 14-16  | 18-20  | /      | 8-10   | 8-10   | 10-12  | /      | 16-18  | /      |
| Apertura        | 1      | 2      | /      | 2      | 2      | /      | 2      | 3      | /      | 2      | 2      | 2      | /      | 2      | /      |
| Alterazione     | 3      | 3      | /      | 3      | 4      | /      | 3      | 6      | /      | 5      | 6      | 5      | /      | 4      | /      |
| Riempimento     | /      | /      | /      | /      | Dt     | /      | /      | Dt+Ag  | /      | Dt     | Ag     | /      | /      | Ag     | /      |
| J.C.S.          | 18     | 18     | /      | 20     | 20     | /      | 20     | 18     | /      | 18     | 18     | 20     | /      | 20     | /      |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 45 Profondità da mt 220.00 a mt 225.00



| LEGENDA  |  |
|--|--|
| <b>FRATTURE</b><br>N° progressivo delle fratture<br>Fr= Frattura naturale<br>Irr= Frat. irregolare<br>M= Frat. meccanica |  |
| <b>FORMA</b><br>P = Piana<br>O = Ondulata<br>I = Irregolare  |  |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b><br>Ca = Riemp. Calcite<br>Ag = Riemp. Argilla<br>Li = Riemp. Limo<br>Dt = Riemp. Detritico        |  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b><br>1=Chiusa 0.1-0.5mm<br>2=Beante 0.5-10mm<br>3=Aperta >10 mm                                     |  |
| <b>ALTERAZIONI</b><br>1 = Assente<br>2 = Debole<br>3 = Moderata<br>4 = Media<br>5 = Elevata<br>6 = Intensa               |  |

**SEGNI CONVENZIONALI**  
 Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | I.F. |      |     | Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|----------------|------|------|-----|-----------|----------------|---------|---------|---------|
|                | <5   | 5-10 | ≥10 |           |                |         |         |         |
| 220            | 8    | 7    | 10  | N.R.      | 220.00-220.08  |         |         |         |
| 221            | 19   | 6    | 25  | 0.33      | 221.60-223.78  | 99      | 94      | 92      |
| 222            | 30   | 25   | 30  | 0.33      | 223.78-225.37  | 98      | 48      | 48      |
| 223            | 70   | 6    | 13  | 0.33      |                |         |         |         |
| 224            | 23   | 23   | 10  | 0.33      |                |         |         |         |
| 225            |      |      |     |           |                |         |         |         |

DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'

| Discontinuità   | Irr1   | Fr2    | Irr3   | Irr4   | Irr5   | Irr6   | Fr7    | Irr8   | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Fr12   | Irr13  | Fr14   | Fr15   | Fr16   | Irr17  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 220.00 | 220.08 | 220.18 | 220.37 | 220.66 | 221.20 | 221.59 | 221.80 | 222.30 | 222.56 | 222.85 | 223.70 | 123.80 | 223.93 | 224.24 | 224.46 | 224.60 |
| Inclinazione    | /      | 5°     | /      | /      | /      | /      | 25°    | /      | 30°    | 30°    | 45°    | 40°    | /      | 50°    | 10°    | 60°    | /      |
| Forma           | I      | I      | I      | I      | I      | I      | O      | I      | P      | P      | O      | I      | I      | I      | P      | I      | I      |
| Scabrezza (JRC) | /      | 18-20  | /      | /      | /      | /      | 10-12  | /      | 8-10   | 8-10   | 8-10   | 18-20  | /      | 18-20  | 2-4    | 18-20  | /      |
| Apertura        | /      | 3      | /      | /      | /      | /      | 2      | /      | 1      | 1      | 1      | 3      | /      | 3      | 1      | 2      | /      |
| Alterazione     | /      | 4      | /      | /      | /      | /      | 3      | /      | 4      | 4      | 3      | 6      | /      | 6      | 2      | 3      | /      |
| Riempimento     | /      | Ca     | /      | /      | /      | /      | /      | /      | Ag     | /      | /      | Dt+Ag  | /      | Dt+Ag  | /      | Ca+Dt  | /      |
| J.C.S.          | /      | 18     | /      | /      | /      | /      | 20     | /      | 20     | 20     | 20     | 18     | /      | 18     | 22     | 20     | /      |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 46 Profondità da mt 225.00 a mt 230.00



| LEGENDA                       |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| <b>FRATTURE</b>               |                   |
| N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr=                           | Frattura naturale |
| Irr=                          | Frat. irregolare  |
| M=                            | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                  |                   |
| P =                           | Piana             |
| O =                           | Ondulata          |
| I =                           | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>        |                   |
| Ca =                          | Riemp. Calcite    |
| Ag =                          | Riemp. Argilla    |
| Li =                          | Riemp. Limo       |
| Dt =                          | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>        |                   |
| 1=                            | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2=                            | Beante 0.5-10mm   |
| 3=                            | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>            |                   |
| 1 =                           | Assente           |
| 2 =                           | Debole            |
| 3 =                           | Moderata          |
| 4 =                           | Media             |
| 5 =                           | Elevata           |
| 6 =                           | Intensa           |

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre



Discontinuità



Roccia frantumata



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Discontinuità |     |     |      |      |      |     |     |      |       |      | I.F. | Dimensione spezzoni di carote |      |     |
|----------------|---------------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|-------|------|------|-------------------------------|------|-----|
|                | Irr1          | Fr2 | Fr3 | Irr4 | Irr5 | Irr6 | Fr7 | Fr8 | Irr9 | Irr10 | Fr11 |      | <5                            | 5-10 | >10 |
| 225            | 40            | 13  | 9   | 30   |      |      |     |     |      |       |      | N.R. | 78                            | 9    | 13  |
| 226            | 30            | 9   | 34  | 25   |      |      |     |     |      |       |      | 0.33 | 57                            | 9    | 34  |
| 227            | 14            | 6   | 6   | 12   | 14   |      |     |     |      |       |      | 0.20 | 14                            | 12   | 73  |
| 228            |               |     |     |      |      |      |     |     |      |       |      | 0.33 | 32                            | 8    | 54  |
| 229            | 9             | 9   | 5   | 14   | 14   | 8    | 17  | 18  |      |       |      | 0.14 | 9                             | 26   | 63  |

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 117       | 225.37-226.80  | 97      | 47      | 33      |
| 118       | 226.80-228.50  | 99      | 77      | 65      |
| 119       | 228.50-231.53  | 100     | 88      | 77      |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Irr1   | Fr2    | Fr3    | Irr4   | Irr5   | Irr6   | Fr7    | Fr8    | Irr9   | Irr10  | Fr11   | Fr12   | Irr13  | Irr14  | Fr15   | Irr16  | Fr17   | Fr18   | Irr19  | Irr20  | Fr21   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 225.00 | 225.62 | 225.70 | 226.17 | 226.36 | 226.80 | 227.14 | 227.20 | 227.25 | 227.37 | 227.82 | 228.39 | 228.50 | 228.67 | 229.10 | 229.18 | 229.24 | 229.38 | 229.52 | 229.65 | 229.81 |
| Inclinazione    | /      | 35°    | 40°    | /      | /      | /      | 30°    | 35°    | /      | /      | 35°    | 80°    | /      | /      | 70°    | /      | 70°    | 5°     | /      | /      | 30°    |
| Forma           | I      | P      | I      | I      | I      | I      | P      | P      | I      | I      | P      | I      | I      | I      | I      | I      | I      | P      | I      | I      | I      |
| Scabrezza (JRC) | /      | 4-6    | 18-20  | /      | /      | /      | 8-10   | 6-8    | /      | /      | 6-8    | 18-20  | /      | /      | 18-20  | /      | 18-20  | 14-16  | /      | /      | 18-20  |
| Apertura        | /      | 1      | 3      | /      | /      | /      | 2      | 2      | /      | /      | 2      | 2      | /      | /      | 3      | /      | 3      | 2      | /      | /      | 2      |
| Alterazione     | /      | 5      | 6      | /      | /      | /      | 3      | 3      | /      | /      | 3      | 3      | /      | /      | 5      | /      | 4      | 3      | /      | /      | 3      |
| Riempimento     | /      | Ag     | Ag+Dt  | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | Dt     | /      | Ag+Dt  | Ag     | /      | /      | /      |
| J.C.S.          | /      | 18     | 18     | /      | /      | /      | 18     | 18     | /      | /      | 20     | 20     | /      | /      | 18     | /      | 18     | 20     | /      | /      | 20     |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 47 Profondità da mt 230.00 a mt 235.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R. % | S.C.R. % | R.Q.D. % | I.F. |      |     |    |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------|----------------|----------|----------|----------|------|------|-----|----|--|--|--|--|--|--|--|
|           |                |          |          |          | <5   | 5-10 | >10 |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 230       | 24             | 13       | 61       | 0.50     | 0    | 0    | 98  |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 231       | 58             | 41       |          | 1.00     | 0    | 0    | 99  |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 232       | 37             | 16       | 14       | 16       | 0.20 | 13   | 0   | 83 |  |  |  |  |  |  |  |
| 233       | 45             | 8        | 33       | 0.50     | 12   | 8    | 78  |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 234       | 9              | 25       | 52       | 0.25     | 5    | 15   | 77  |    |  |  |  |  |  |  |  |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Fr2    | Fr3    | Fr4    | Fr5    | Fr6    | Fr7    | Irr8   | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Fr12   | Fr13   | Irr14  |  |  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| Profondità      | 230.26 | 230.39 | 231.60 | 232.18 | 232.55 | 232.70 | 232.85 | 232.90 | 233.56 | 233.64 | 234.09 | 234.35 | 234.88 | 234.95 |  |  |
| Inclinazione    | 25°    | 20°    | 15°    | 85°    | 40°    | 50°    | 35°    | /      | 50°    | 20°    | 10°    | 40°    | 234.88 | /      |  |  |
| Forma           | P      | P      | I      | O      | O      | O      | O      | I      | P      | I      | O      | I      | I      | I      |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 4-6    | 2-4    | 14-16  | 8-10   | 12-14  | 14-16  | 6-8    | /      | 16-18  | 10-12  | 8-10   | 10-12  | 8-10   | /      |  |  |
| Apertura        | 1      | 1      | 3      | 1      | 1      | 2      | 2      | /      | 2      | 2      | 1      | 2      | 3      | /      |  |  |
| Alterazione     | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | /      | 3      | 3      | 3      | 4      | 4      | /      |  |  |
| Riempimento     | Ag     | Ag     | /      | Ca     | Ca     | Ag     | Ag     | /      | Ag     | Ag     | Dt     | Dt     | Dt     | /      |  |  |
| J.C.S.          | 20     | 20     | 22     | 22     | 20     | 22     | 20     | /      | 22     | 22     | 22     | 20     | 22     | /      |  |  |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 48 Profondità da mt 235.00 a mt 240.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata   
 Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Manovra  | Discontinuità   | Fratture                       | Forma | Apertura | Alterazione | Riempimento | I.F. | <5 | 5-10 | >10 |
|----------------|----------|---|--------------------------------|-------|----------|-------------|-------------|------|----|------|-----|
| 235            | 47       | Irr1, Irr2, Irr2, Fr3, M, M, M                                      | 7, 6, 25, 12                   |       |          |             |             | 0.33 | 8  | 7    | 84  |
| 236            | 25       | Fr3, Irr4, M, M, Irr4, M, M, Irr5                                   | 56, 18                         |       |          |             |             | 0.50 | 18 | 0    | 81  |
| 237            | 6, 8, 21 | Fr8, Fr7, M, Fr8, Irr9, Irr10, Irr10, Irr11                         | 27, 8, 4, 22                   |       |          |             |             | 0.17 | 4  | 22   | 70  |
| 238            | 5, 5, 13 | Irr12, Irr13, Irr13, Fr14, Irr15, Fr16, Irr17, Irr17, Fr18, Fr19, M | 11, 7, 8, 6, 13, 8, 7, 11      |       |          |             |             | 0.12 | 37 | 36   | 22  |
| 239            | 11       | M, Irr20, M, M, Irr21, Irr22, Fr23, Irr24, Irr24, Fr25, Fr26, Fr27  | 17, 11, 11, 10, 10, 9, 5, 7, 3 |       |          |             |             | 0.12 | 17 | 16   | 60  |

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 122       | 235.00-237.00  | 99      | 86      | 82      |
| 123       | 237.00-238.10  | 96      | 93      | 64      |
| 124       | 238.10-240.75  | 97      | 72      | 47      |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Irr1   | Irr2   | Fr3    | Irr5   | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Irr9   | Irr10  | Irr11  | Irr12  | Irr13  | Fr14   | Irr15  | Fr16   | Irr17  | Fr18   | Fr19   | Irr20  | Irr21  | Irr22  | Fr23   | Irr24  | Fr25   | Fr26   | Fr27   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 235.47 | 235.54 | 235.95 | 236.73 | 237.06 | 237.15 | 237.37 | 237.65 | 237.75 | 238.00 | 238.05 | 238.10 | 238.37 | 238.44 | 238.52 | 238.72 | 238.80 | 238.88 | 239.11 | 239.31 | 239.43 | 239.55 | 239.86 | 239.85 | 239.91 | 239.98 |
| Inclinazione    | /      | /      | 80°    | /      | 20°    | 20°    | 10°    | /      | /      | /      | /      | /      | 45°    | /      | 30°    | /      | 20°    | 15°    | /      | /      | /      | 40°    | /      | 10°    | 35°    | 20°    |
| Forma           | I      | I      | P      | I      | P      | O      | I      | I      | I      | I      | I      | I      | O      | I      | P      | I      | O      | O      | I      | I      | I      | I      | I      | O      | P      | O      |
| Scabrezza (JRC) | /      | /      | 0-2    | /      | 0-2    | 4-6    | 0-2    | /      | /      | /      | /      | /      | 14-16  | /      | 6-8    | /      | 0-2    | 4-6    | /      | /      | /      | 4-6    | /      | 8-10   | 8-10   | 8-10   |
| Apertura        | /      | /      | 2      | /      | 3      | 2      | 1      | /      | /      | /      | /      | /      | 2      | /      | 2      | /      | 2      | 3      | /      | /      | /      | 2      | /      | 3      | 2      | 2      |
| Alterazione     | /      | /      | 3      | /      | 4      | 3      | 3      | /      | /      | /      | /      | /      | 5      | /      | 5      | /      | 3      | 3      | /      | /      | /      | /      | /      | 3      | 3      | 3      |
| Riempimento     | /      | /      | Ca     | /      | Ca     | Dt     | Ag     | /      | /      | /      | /      | /      | Ag     | /      | Ag+Dt  | /      | /      | /      | /      | /      | /      | Ag+Dt  | /      | Dt     | Dt     | Ag     |
| J.C.S.          | /      | /      | 20     | /      | 20     | 20     | 20     | /      | /      | /      | /      | /      | 18     | /      | 18     | /      | 20     | 22     | /      | /      | /      | 26     | /      | 26     | 28     | 26     |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 49 Profondità da mt 240.00 a mt 245.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

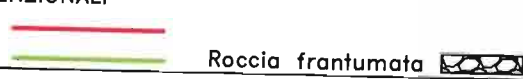
**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre

Discontinuità



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Manov. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|--------|----------------|---------|---------|---------|
| 240    | 240.00-240.07  | 53      | 7       | 40      |
| 241    | 240.07-240.15  | 0       | 15      | 83      |
| 242    | 240.15-240.23  | 37      | 8       | 54      |
| 243    | 240.23-240.29  | 81      | 8       | 10      |
| 244    | 240.29-240.36  | 50      | 0       | 50      |

| Manov. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|--------|----------------|---------|---------|---------|
| 125    | 240.75-242.65  | 99      | 81      | 72      |
| 126    | 242.65-244.50  | 99      | 41      | 32      |
| 127    | 244.50-246.00  | 97      | 13      | 0       |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Irr1   | Fr2    | Irr3   | Irr4   | Fr5    | Fr6    | Irr7   | Fr8    | Fr9    | Irr10  | Fr11   | Fr12   | Irr13  | Irr14  | Fr15   | Irr16  | Fr17   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 240.00 | 240.07 | 240.50 | 240.52 | 241.10 | 241.36 | 241.45 | 241.74 | 241.88 | 242.00 | 242.06 | 242.23 | 242.61 | 242.83 | 243.29 | 243.40 | 244.21 |
| Inclinazione    | /      | 10°    | /      | /      | 15°    | 70°    | /      | 45°    | 20°    | /      | 40°    | 50°    | /      | /      | 30°    | /      | 40°    |
| Forma           | I      | I      | I      | I      | O      | I      | I      | O      | I      | I      | P      | O      | I      | I      | P      | I      | P      |
| Scabrezza (JRC) | /      | 18-20  | /      | /      | 16-18  | 14-16  | /      | 8-10   | 16-18  | /      | 2-4    | 6-8    | /      | /      | 6-8    | /      | 10-12  |
| Apertura        | /      | 2      | /      | /      | 1      | 2      | /      | 1      | 2      | /      | 1      | 2      | /      | /      | 2      | /      | 1      |
| Alterazione     | /      | 4      | /      | /      | 6      | 5      | /      | 4      | 5      | /      | 5      | 5      | /      | /      | 5      | /      | 6      |
| Riempimento     | /      | Dt     | /      | /      | Ag+Dt  | Ag+Dt  | /      | Dt     | Dt     | /      | Ag+Dt  | Ag+Dt  | /      | /      | Ag+Dt  | /      | Dt     |
| J.C.S.          | /      | 18     | /      | /      | /      | 20     | /      | 18     | 16     | /      | /      | /      | /      | /      | 18     | /      | /      |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 50 Profondità da mt 245.00 a mt 250.00

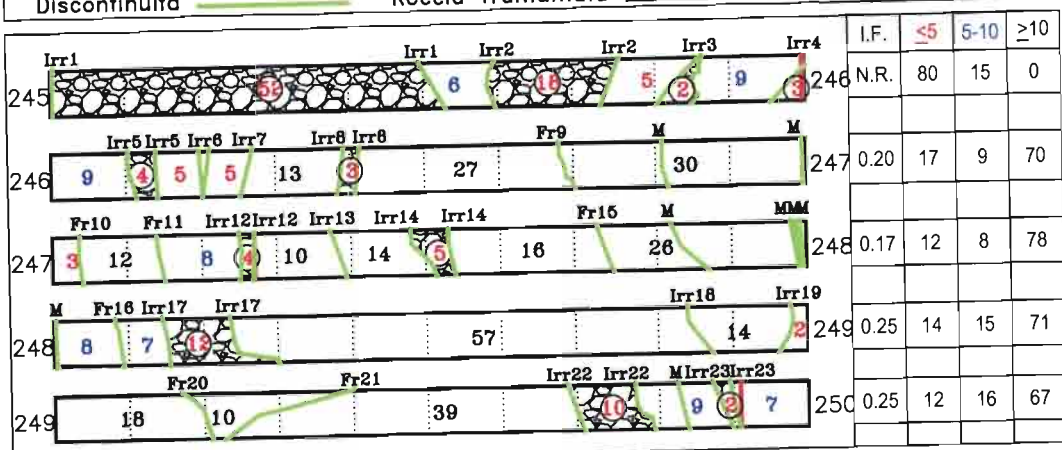


| LEGENDA                       |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| <b>FRATTURE</b>               |                   |
| N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr                            | Frattura naturale |
| Irr                           | Frat. irregolare  |
| M                             | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                  |                   |
| P                             | Piana             |
| O                             | Ondulata          |
| I                             | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>        |                   |
| Ca                            | Riemp. Calcite    |
| Ag                            | Riemp. Argilla    |
| Li                            | Riemp. Limo       |
| Dt                            | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>        |                   |
| 1                             | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2                             | Beante 0.5-10mm   |
| 3                             | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>            |                   |
| 1                             | Assente           |
| 2                             | Debole            |
| 3                             | Moderata          |
| 4                             | Media             |
| 5                             | Elevata           |
| 6                             | Intensa           |

SEGNI CONVENZIONALI

Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm



| Manov. N° | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 128       | 246.00-247.27  | 97      | 88      | 67      |
| 129       | 247.27-249.91  | 98      | 87      | 81      |
| 130       | 249.91-251.25  | 98      | 85      | 78      |

DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'

| Discontinuità   | Irr1   | Irr2   | Irr3   | Irr4   | Irr5   | Irr6   | Irr7   | Irr8   | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Irr12  | Irr13  | Irr14  | Fr15   | Fr16   | Irr17  | Fr18   | Irr19  | Fr20   | Fr21   | Irr22  | Irr23  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 245.52 | 245.58 | 245.83 | 245.97 | 246.10 | 246.19 | 246.25 | 246.39 | 246.68 | 247.03 | 247.15 | 247.27 | 247.38 | 247.56 | 247.73 | 248.10 | 248.15 | 248.86 | 248.98 | 249.20 | 249.32 | 249.71 | 249.95 |
| Inclinazione    | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | 30°    | 25°    | 20°    | /      | /      | /      | 40°    | 40°    | /      | 40°    | /      | 60°    | 60°    | /      | /      |
| Forma           | I      | I      | I      | I      | I      | I      | I      | I      | I      | O      | P      | I      | I      | I      | I      | O      | I      | I      | I      | I      | O      | I      | I      |
| Scabrezza (JRC) | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | 18-20  | 16-18  | 6-8    | /      | /      | /      | 14-16  | 18-20  | /      | 16-18  | /      | 18-20  | 18-20  | /      | /      |
| Apertura        | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | 3      | 1      | 2      | /      | /      | /      | 3      | 3      | /      | 3      | /      | 2      | 2      | /      | /      |
| Alterazione     | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | 4      | 3      | 3      | /      | /      | /      | 5      | 6      | /      | 6      | /      | 3      | 3      | /      | /      |
| Riempimento     | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | Ca     | Ag     | Ag     | /      | /      | /      | Dt     | Ag+Dt  | /      | Ag+Dt  | /      | Ca+Dt  | Ca+Dt  | /      | /      |
| J.C.S.          | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | /      | 20     | 20     | 20     | /      | /      | /      | 18     | /      | /      | 16     | /      | 22     | 22     | /      | /      |









Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 53 Profondità da mt 260.00 a mt 265.00



| LEGENDA  |                   |
|--|-------------------|
| <b>FRATTURE</b><br>N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr=  | Frattura naturale |
| Irr=   | Frat. irregolare  |
| M=   | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                                     |                   |
| P =  | Piana             |
| O =  | Ondulata          |
| I =  | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>                           |                   |
| Ca =   | Riemp. Calcite    |
| Ag =   | Riemp. Argilla    |
| Li =   | Riemp. Limo       |
| Dt =   | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>                           |                   |
| 1=   | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2=   | Beante 0.5-10mm   |
| 3=   | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>                               |                   |
| 1 =  | Assente           |
| 2 =  | Debole            |
| 3 =  | Moderata          |
| 4 =  | Media             |
| 5 =  | Elevata           |
| 6 =  | Intensa           |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>SEGNI CONVENZIONALI</b>                       | <b>Dimensione spezzoni di carote</b> |
| Manovre <span style="color:red">—</span>         | <5 cm 5-10 cm >10 cm                 |
| Discontinuità <span style="color:green">—</span> | Roccia frantumata                    |

| Profondità (m)  | Manov. N° | I.F. | Dimensione spezzoni di carote |      |     | I.C.R. % | S.C.R. % | R.Q.D. % |
|-----------------|-----------|------|-------------------------------|------|-----|----------|----------|----------|
|                 |           |      | <5                            | 5-10 | >10 |          |          |          |
| 260.09 - 260.29 | 9         | 0.33 | 38                            | 9    | 51  |          |          |          |
| 260.29 - 260.60 | 19        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 260.60 - 260.72 | 32        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 260.72 - 260.86 | 30        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 260.86 - 261.06 | 6         | 0.25 | 44                            | 20   | 36  |          |          |          |
| 261.06 - 261.36 | 20        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 261.36 - 261.78 | 8         |      |                               |      |     |          |          |          |
| 261.78 - 262.10 | 14        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 262.10 - 262.23 | 6         |      |                               |      |     |          |          |          |
| 262.23 - 262.69 | 22        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 262.69 - 263.23 | 10        | 0.50 | 0                             | 0    | 99  |          |          |          |
| 263.23 - 263.92 | 57        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 263.92 - 264.22 | 32        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 264.22 - 264.34 | 10        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 264.34 - 264.69 | 7         | 0.20 | 12                            | 7    | 75  |          |          |          |
| 264.69 - 265.00 | 13        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 265.00 - 265.25 | 10        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 265.25 - 265.92 | 13        |      |                               |      |     |          |          |          |
| 265.92 - 266.00 | 8         | 0.25 | 11                            | 16   | 71  |          |          |          |
| 266.00 - 266.25 | 8         |      |                               |      |     |          |          |          |

| DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA' |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Discontinuità                    | Fr1    | Fr2    | Irr3   | Irr4   | Irr5   | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Irr11  | Fr12   | Fr13   | Fr14   | Irr15  | Fr16   | Fr17   | Fr18   |
| Profondità                       | 260.09 | 260.29 | 260.60 | 261.06 | 261.36 | 261.72 | 261.78 | 262.10 | 262.69 | 263.23 | 263.39 | 263.63 | 263.75 | 263.86 | 264.00 | 264.22 | 264.34 | 264.92 |
| Inclinazione                     | 30°    | 5°     | /      | /      | /      | 10°    | 10°    | 70°    | 45°    | 85°    | /      | 45°    | 40°    | 20°    | /      | 20°    | 25°    | 20°    |
| Forma                            | P      | O      | I      | I      | I      | O      | O      | O      | I      | O      | I      | O      | I      | O      | I      | I      | O      | I      |
| Scabrezza (JRC)                  | 6-8    | 6-8    | /      | /      | /      | 6-8    | 6-8    | 16-18  | 18-20  | 18-20  | /      | 16-18  | 6-8    | 6-8    | /      | 10-12  | 6-58   | 8-10   |
| Apertura                         | 2      | 1      | /      | /      | /      | 2      | 2      | 2      | 3      | 2      | /      | 3      | 1      | 2      | /      | 2      | 1      | 2      |
| Alterazione                      | 5      | 4      | /      | /      | /      | 3      | 3      | 3      | 4      | 4      | /      | 4      | 3      | 4      | /      | 4      | 3      | 4      |
| Riempimento                      | Ag     | Dt     | /      | /      | /      | Ag     | Ag     | Ag     | Dt     | Dt     | /      | Ag     | Dt     | Ag+Dt  | /      | Ag+Dt  | /      | Dt     |
| J.C.S.                           | 16     | 18     | /      | /      | /      | 20     | 20     | 20     | 18     | 18     | /      | 18     | 18     | 18     | /      | 16     | 16     | 16     |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 54 Profondità da mt 265.00 a mt 270.00



**LEGENDA**

- FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica
- FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare
- RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico
- APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm
- ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

- Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote  
 <5 cm 5-10 cm >10 cm

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.%                          | S.C.R.%         | R.Q.D.% | I.F. |      |     |  |
|-----------|----------------|----------------------------------|-----------------|---------|------|------|-----|--|
|           |                |                                  |                 |         | <5   | 5-10 | >10 |  |
| 265       | 9 16 52        | Fr1 M Irr2                       | M Fr3 Irr4 Irr4 | 0.25    | 8    | 24   | 68  |  |
| 266       | 8 35 52        | Irr5 Irr5 M                      | Fr6 M           | 0.50    | 5    | 8    | 87  |  |
| 267       | 58 20 6 6 6    | M M M Fr7 M Fr8 Irr9 Irr9        |                 | 0.33    | 10   | 12   | 78  |  |
| 268       | 10 28 35 7 4   | Irr10 Irr10 Fr11 M M Irr12 Irr12 |                 | 0.33    | 26   | 0    | 73  |  |
| 269       | 68 10 10 11    | M M Fr13 Fr14M Fr15              |                 | 0.33    | 0    | 0    | 99  |  |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Irr2   | Fr3    | Irr4   | Irr5   | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Irr9   | Irr10  | Fr11   | Irr12  | Fr13   | Fr14   | Fr15   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 265.08 | 265.25 | 265.77 | 265.86 | 266.08 | 266.49 | 267.58 | 267.77 | 267.84 | 268.10 | 268.53 | 268.89 | 269.68 | 269.80 | 269.89 |
| Inclinazione    | 20°    | /      | 30°    | /      | /      | 30°    | 30°    | 30°    | /      | /      | 25°    | /      | 25à    | 50°    | 15°    |
| Forma           | O      | I      | I      | I      | I      | P      | P      | P      | I      | I      | I      | I      | I      | I      | O      |
| Scabrezza (JRC) | 10-12  | /      | 8-10   | /      | /      | 6-8    | 10-12  | 6-8    | /      | /      | 16-18  | /      | 16-18  | 14-16  | 10-12  |
| Apertura        | 2      | /      | 2      | /      | /      | 2      | 2      | 2      | /      | /      | 3      | /      | 3      | 2      | 2      |
| Alterazione     | 4      | /      | 4      | /      | /      | 3      | 4      | 5      | /      | /      | 5      | /      | 4      | 3      | 4      |
| Riempimento     | Ag     | /      | Ag+Dt  | /      | /      | Dt+Li  | Li     | Ag+Dt  | /      | /      | Dt     | /      | Dt     | /      | Li     |
| J.C.S.          | 18     | /      | 18     | /      | /      | 18     | 18     | 20     | /      | /      | 16     | /      | 18     | 18     | 16     |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 55 Profondità da mt 270.00 a mt 275.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**

P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**

Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**

1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**

1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre



Discontinuità



Roccia frantumata

Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Discontinuità |     |     |     |     |     |      |      |     |     |      |       |      | I.F. | <5   | 5-10 | >10 | Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.%       | S.C.R.% | R.Q.D.% |      |  |
|----------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|-----------|----------------|---------------|---------|---------|------|--|
|                | M             | Fr1 | Fr2 | Fr3 | Fr4 | Fr5 | Irr6 | Irr7 | Fr8 | Fr9 | Fr10 | Irr11 | Fr12 |      |      |      |     |           |                |               |         |         | Fr13 |  |
| 270            | 30            | 21  | 12  | 13  | 16  | 6   |      |      |     |     |      |       |      |      | 0.20 | 0    | 6   | 92        | 141            | 272.63-275.39 | 100     | 97      | 94   |  |
| 271            |               | 93  |     |     |     | 7   |      |      |     |     |      |       |      |      | 0.50 | 0    | 7   | 93        |                |               |         |         |      |  |
| 272            | 5             | 14  | 15  | 10  | 19  | 37  |      |      |     |     |      |       |      |      | 0.25 | 19   | 5   | 76        |                |               |         |         |      |  |
| 273            |               |     | 93  |     |     | 7   |      |      |     |     |      |       |      |      | 1.00 | 0    | 7   | 93        |                |               |         |         |      |  |
| 274            | 12            |     |     |     |     |     |      |      |     |     |      |       |      |      | 1.00 | 0    | 0   | 100       |                |               |         |         |      |  |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Fr1    | Fr2    | Fr3    | Fr4    | Fr5    | Irr6   | Irr7   | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Irr11  | Fr12   | Fr13   |  |  |  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|
| Profondità      | 270.30 | 270.51 | 270.63 | 270.76 | 270.94 | 271.93 | 272.00 | 272.05 | 272.18 | 272.34 | 272.63 | 273.93 | 274.12 |  |  |  |
| Inclinazione    | 45°    | 20°    | 48°    | 40°    | 10°    | /      | /      | 70°    | 60°    | 85°    | /      | 70°    | 50°    |  |  |  |
| Forma           | O      | I      | I      | I      | I      | I      | I      | O      | O      | O      | I      | P      | P      |  |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 10-12  | 16-18  | 16-18  | 18-20  | 18-20  | /      | /      | 18-20  | 16-18  | 18-20  | /      | 16-18  | 2-4    |  |  |  |
| Apertura        | 2      | 3      | 3      | 1      | 2      | /      | /      | 3      | 3      | 2      | /      | 3      | 1      |  |  |  |
| Alterazione     | 4      | 5      | 5      | 5      | 3      | /      | /      | 4      | 3      | 4      | /      | 4      | 2      |  |  |  |
| Riempimento     | Dt     | Dt     | Dt     | Dt     | Dt     | /      | /      | Ag     | Dt     | Dt     | /      | Dt     | Ag     |  |  |  |
| J.C.S.          | 16     | 16     | 18     | 18     | 20     | /      | /      | 20     | 22     | 20     | /      | 20     | 20     |  |  |  |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 56 Profondità da mt 275.00 a mt 280.00



| LEGENDA  |  |
|--|--|
| <b>FRATTURE</b><br>N° progressivo delle fratture<br>Fr= Frattura naturale<br>Irr= Frat. irregolare<br>M= Frat. meccanica |  |
| <b>FORMA</b><br>P = Piana<br>O = Ondulata<br>I = Irregolare  |  |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b><br>Ca = Riemp. Calcite<br>Ag = Riemp. Argilla<br>Li = Riemp. Limo<br>Dt = Riemp. Detritico        |  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b><br>1=Chiusa 0.1-0.5mm<br>2=Beante 0.5-10mm<br>3=Aperta >10 mm                                     |  |
| <b>ALTERAZIONI</b><br>1 = Assente<br>2 = Debole<br>3 = Moderata<br>4 = Media<br>5 = Elevata<br>6 = Intensa               |  |

SEGNI CONVENZIONALI  
 Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata   
 Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | I.F. |      |     |    | Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.O.D.% |      |     |    |    |     |               |    |    |    |
|----------------|------|------|-----|----|-----------|----------------|---------|---------|---------|------|-----|----|----|-----|---------------|----|----|----|
|                | <5   | 5-10 | >10 |    |           |                |         |         |         |      |     |    |    |     |               |    |    |    |
| 275            | 8    | 7    | 8   | 16 | 14        | 2              | 18      | 15      | 12      | 0.17 | 21  | 16 | 63 |     |               |    |    |    |
| 276            | 5    | 17   | 25  | 7  | 9         | 26             | 7       |         |         | 0.25 | 19  | 9  | 70 | 142 | 275.39-278.00 | 99 | 48 | 45 |
| 277            |      |      |     |    |           |                |         |         |         |      |     |    |    | 143 | 278.00-280.20 | 98 | 96 | 91 |
| 278            |      |      |     |    |           |                |         |         |         | N.R. | 100 | 0  | 0  |     |               |    |    |    |
| 279            | 6    |      | 53  |    |           | 40             |         |         |         | 0.50 | 0   | 6  | 93 |     |               |    |    |    |
| 279            |      |      |     |    |           |                |         |         |         | 0.33 | 5   | 0  | 94 |     |               |    |    |    |

| DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA' |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Discontinuità                    | Irr1   | Fr2    | Irr3   | Irr4   | Irr5   | Irr6   | Fr7    | Irr8   | Fr9    | Irr10  | Fr11   | Fr12   | Fr13   | Fr14   | Fr15   |  |
| Profondità                       | 275.08 | 275.24 | 275.39 | 275.53 | 275.73 | 275.88 | 276.23 | 276.47 | 276.67 | 276.93 | 278.06 | 278.62 | 279.25 | 279.43 | 279.95 |  |
| Inclinazione                     | /      | 30°    | /      | /      | /      | /      | 50°    | /      | 50°    | /      | 30°    | 60°    | 45°    | 30°    | 80°    |  |
| Forma                            | I      | P      | I      | I      | I      | I      | I      | I      | O      | I      | O      | I      | I      | I      | I      |  |
| Scabrezza (JRC)                  | /      | 2-4    | /      | /      | /      | /      | 18-20  | /      | 18-20  | /      | 18-20  | 18-20  | 18-20  | 18-20  | 18-20  |  |
| Apertura                         | /      | 1      | /      | /      | /      | /      | 3      | /      | 2      | /      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      |  |
| Alterazione                      | /      | 3      | /      | /      | /      | /      | 4      | /      | 5      | /      | 4      | 5      | 4      | 4      | 3      |  |
| Riempimento                      | /      | Ag     | /      | /      | /      | /      | Ca+Dt  | /      | Dt     | /      | Dt     | Ag+Dt  | Ag+Dt  | Ag+Dt  | Ag     |  |
| J.C.S.                           | /      | 22     | /      | /      | /      | /      | 18     | /      | 16     | /      | 18     | 18     | 18     | 16     | 20     |  |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 57 Profondità da mt 280.00 a mt 285.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture

**FORMA**

P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**

Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**

1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**

1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre



Discontinuità

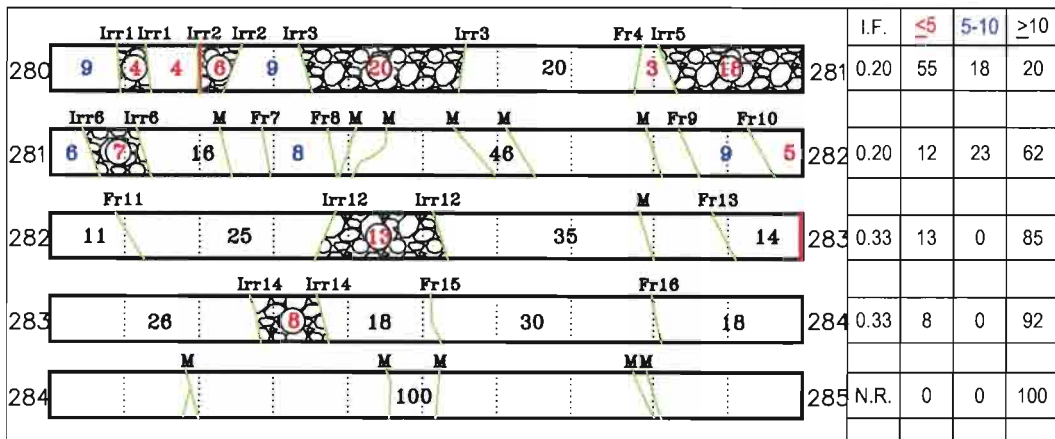


Roccia frantumata



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm



| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 144       | 280.20-283.00  | 96      | 74      | 61      |
| 145       | 283.00-286.00  | 100     | 96      | 96      |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |
|           |                |         |         |         |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Irr1   | Irr2   | Irr3   | Fr4    | Irr5   | Irr6   | Fr7    | Fr8    | Fr9    | Fr10   | Fr11   | Irr12  | Fr13   | Irr14  | Fr15   | Fr16   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 280.10 | 280.20 | 280.36 | 280.78 | 280.81 | 281.06 | 281.29 | 281.38 | 281.86 | 281.95 | 282.11 | 282.36 | 282.87 | 283.27 | 282.52 | 282.82 |
| Inclinazione    | /      | /      | /      | 45°    | /      | /      | 5°     | 25°    | 30°    | 25°    | 50°    | /      | 60°    | /      | 10°    | 5°     |
| Forma           | I      | I      | I      | O      | I      | I      | I      | I      | P      | P      | I      | I      | P      | I      | I      | O      |
| Scabrezza (JRC) | /      | /      | /      | 6-8    | /      | /      | 8-10   | 8-10   | 10-12  | 8-10   | 18-20  | /      | 16-18  | /      | 18-20  | 8-10   |
| Apertura        | /      | /      | /      | 1      | /      | /      | 2      | 3      | 3      | 2      | 2      | /      | 3      | /      | 3      | 2      |
| Alterazione     | /      | /      | /      | 3      | /      | /      | 4      | 5      | 5      | 5      | 6      | /      | 5      | /      | 5      | 5      |
| Riempimento     | /      | /      | /      | Ag     | /      | /      | Dt     | Dt     | Dt     | Dt     | Dt     | /      | Ag+Dt  | /      | Ag+Dt  | Ag+Dt  |
| J.C.S.          | /      | /      | /      | 20     | /      | /      | 18     | 16     | 16     | 16     | 16     | /      | 16     | /      | 16     | 16     |



Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 58 Profondità da mt 285.00 a mt 290.00



| LEGENDA  |                   |
|--|-------------------|
| <b>FRATTURE</b><br>N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr=  | Frattura naturale |
| Irr=   | Frat. irregolare  |
| M=   | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                                     |                   |
| P =  | Piana             |
| O =  | Ondulata          |
| I =  | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>                           |                   |
| Ca =   | Riemp. Calcite    |
| Ag =   | Riemp. Argilla    |
| Li =   | Riemp. Limo       |
| Dt =   | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>                           |                   |
| 1=   | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2=   | Beante 0.5-10mm   |
| 3=   | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>                               |                   |
| 1 =  | Assente           |
| 2 =  | Debole            |
| 3 =  | Moderata          |
| 4 =  | Media             |
| 5 =  | Elevata           |
| 6 =  | Intensa           |

SEGNI CONVENZIONALI

Manovre



Discontinuità



Roccia frantumata



Dimensione spezzoni di carote

<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Manovra | Discontinuità | Dimensione spezzoni di carote (cm) |             |           |      |      |    |   |    |
|----------------|---------|---------------|------------------------------------|-------------|-----------|------|------|----|---|----|
|                |         |               | <5                                 | 5-10        | >10       | I.F. |      |    |   |    |
| 285.36         | 36      | Fr1           | 30                                 | M Irr2 Irr2 | Fr3M      | Fr4  | 0.25 | 3  | 6 | 90 |
| 286.66         | 24      | Irr5 Irr5     | 13                                 | Fr6         | M         | M    | 0.50 | 4  | 0 | 95 |
| 287.76         | 11      | Fr7           | 46                                 | M           | Irr8 Irr8 | Fr9  | 0.33 | 2  | 0 | 98 |
| 288.77         | 16      | Irr10         | 27                                 | M           | M         | Fr11 | 0.33 | 11 | 0 | 89 |
| 289.40         | 38      | M             | 7                                  | Fr13        | Fr13      | Fr14 | 0.50 | 8  | 7 | 83 |

| Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 146       | 286.00-289.00  | 100     | 94      | 94      |
| 147       | 289.00-292.10  | 98      | 92      | 87      |

DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'

| Discontinuità   | Fr1    | Irr2   | Fr3    | Fr4    | Irr5   | Fr6    | Fr7    | Irr8   | Fr9    | Irr10  | Fr11   | Fr12   | Fr13   | Fr14   |  |  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| Profondità      | 285.36 | 285.66 | 285.83 | 285.94 | 286.24 | 286.42 | 287.11 | 278.58 | 287.76 | 288.17 | 288.55 | 288.77 | 289.40 | 289.55 |  |  |
| Inclinazione    | 45°    | /      | 20°    | 45°    | /      | 80°    | 20°    | /      | 45°    | /      | 50°    | 40°    | 40°    | 25°    |  |  |
| Forma           | P      | I      | O      | O      | I      | I      | O      | I      | I      | I      | O      | O      | P      | P      |  |  |
| Scabrezza (JRC) | 2-4    | /      | 8-10   | 10-12  | /      | 18-20  | 16-18  | /      | 18-20  | /      | 18-20  | 10-12  | 4-6    | 6-8    |  |  |
| Apertura        | 1      | /      | 2      | 2      | /      | 3      | 2      | /      | 3      | /      | 2      | 2      | 3      | 2      |  |  |
| Alterazione     | 3      | /      | 2      | 3      | /      | 4      | 3      | /      | 6      | /      | 5      | 4      | 5      | 4      |  |  |
| Riempimento     | /      | /      | Dt     | Dt     | /      | Dt     | Dt     | /      | Ag+Dt  | /      | Dt     | Ag     | Dt     | Ag+Dt  |  |  |
| J.C.S.          | 22     | /      | 20     | 20     | /      | 18     | 16     | /      | 16     | /      | 16     | 18     | 20     | 18     |  |  |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 59 Profondità da mt 290.00 a mt 295.00



**LEGENDA**

**FRATTURE**  
 N° progressivo delle fratture  
 Fr= Frattura naturale  
 Irr= Frat. irregolare  
 M= Frat. meccanica

**FORMA**  
 P = Piana  
 O = Ondulata  
 I = Irregolare

**RIEMP. FRATTURE**  
 Ca = Riemp. Calcite  
 Ag = Riemp. Argilla  
 Li = Riemp. Limo  
 Dt = Riemp. Detritico

**APERTURA GIUNTI**  
 1=Chiusa 0.1-0.5mm  
 2=Beante 0.5-10mm  
 3=Aperta >10 mm

**ALTERAZIONI**  
 1 = Assente  
 2 = Debole  
 3 = Moderata  
 4 = Media  
 5 = Elevata  
 6 = Intensa

**SEGNI CONVENZIONALI**

Manovre —  
 Discontinuità — Roccia frantumata Dimensione spezzoni di carote  
 <5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Manovra        | Discontinuità                   | Caratteristica         | I.F. | <5 | 5-10 | >10 |
|----------------|----------------|---------------------------------|------------------------|------|----|------|-----|
| 290            | 21             | Irr1, Irr1                      | Fr2, Irr3, Fr4, Fr5, M | 0.20 | 6  | 9    | 82  |
| 291            | 54             | M, Irr6, Irr7, M, Irr8, Irr8    |                        | 0.33 | 3  | 0    | 97  |
| 292            | 9              | Fr9, M, M, M, M, M              |                        | 1.00 | 0  | 9    | 91  |
| 293            | 77             | M, M, Irr10, Irr10              |                        | 1.00 | 9  | 0    | 90  |
| 294            | 20, 10, 23, 46 | Fr11, Fr12, Fr13, M, M, M, M, M |                        | 0.33 | 0  | 0    | 99  |

| Manov. N. | PROF. da m a  | T.C.R.% | S.C.R.% | R.Q.D.% |
|-----------|---------------|---------|---------|---------|
| 148       | 292.10-295.08 | 99      | 96      | 95      |

**DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA'**

| Discontinuità   | Irr1   | Fr2    | Irr3   | Fr4    | Fr5    | Irr6   | Irr7   | Irr8   | Fr9    | Irr10  | Fr11   | Fr12   | Fr13   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Profondità      | 290.21 | 290.43 | 290.52 | 290.73 | 290.84 | 291.55 | 291.66 | 291.90 | 292.10 | 293.77 | 294.18 | 294.29 | 294.53 |
| Inclinazione    | /      | 65°    | /      | 70°    | 40°    | /      | /      | /      | 5°     | /      | 20°    | 60°    | 5°     |
| Forma           | I      | O      | I      | P      | P      | I      | I      | I      | I      | I      | O      | P      | O      |
| Scabrezza (JRC) | /      | 18-20  | /      | 4-6    | 4-6    | /      | /      | /      | 16-18  | /      | 18-20  | 4-6    | 8-10   |
| Apertura        | /      | 2      | /      | 2      | 2      | /      | /      | /      | 3      | /      | 2      | 1      | 2      |
| Alterazione     | /      | 3      | /      | 3      | 3      | /      | /      | /      | 3      | /      | 3      | 3      | 5      |
| Riempimento     | /      | Ag     | /      | Dt     | Dt     | /      | /      | /      | Dt     | /      | Ag     | Ag     | Dt     |
| J.C.S.          | /      | 22     | /      | 22     | 22     | /      | /      | /      | 20     | /      | 20     | 20     | 16     |





Committente: Italferr S.p.A.  
 Cantiere: Galleria Gardena  
 Sondaggio N° SPG1

Località: Laion (BZ)  
 Cassa N° 60 Profondità da mt 295.00 a mt 300.00



| LEGENDA                       |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| <b>FRATTURE</b>               |                   |
| N° progressivo delle fratture |                   |
| Fr=                           | Frattura naturale |
| Irr=                          | Frat. irregolare  |
| M=                            | Frat. meccanica   |
| <b>FORMA</b>                  |                   |
| P =                           | Piana             |
| O =                           | Ondulata          |
| I =                           | Irregolare        |
| <b>RIEMP. FRATTURE</b>        |                   |
| Ca =                          | Riemp. Calcite    |
| Ag =                          | Riemp. Argilla    |
| Li =                          | Riemp. Limo       |
| Dt =                          | Riemp. Detritico  |
| <b>APERTURA GIUNTI</b>        |                   |
| 1=                            | Chiusa 0.1-0.5mm  |
| 2=                            | Beante 0.5-10mm   |
| 3=                            | Aperta >10 mm     |
| <b>ALTERAZIONI</b>            |                   |
| 1 =                           | Assente           |
| 2 =                           | Debole            |
| 3 =                           | Moderata          |
| 4 =                           | Media             |
| 5 =                           | Elevata           |
| 6 =                           | Intensa           |

SEGNI CONVENZIONALI  
 Manovre ———  
 Discontinuità ——— Roccia frantumata Dimensione spezzoni di carote  
<5 cm 5-10 cm >10 cm

| Profondità (m) | Discontinuità |     |      |     |    |     |     |   |     |   |   |   | I.F. | ≤5 | 5-10 | ≥10 | Manov. N. | PROF. da m a m | T.C.R.% | S.C.R.%       | R.Q.D.% |    |    |  |
|----------------|---------------|-----|------|-----|----|-----|-----|---|-----|---|---|---|------|----|------|-----|-----------|----------------|---------|---------------|---------|----|----|--|
|                | Fr1           | Fr2 | Irr3 | Fr4 | M  | Fr5 | Fr6 | M | Fr7 | M | M | M |      |    |      |     |           |                |         |               |         |    |    |  |
| 295.04         | 3             | 3   | 8    |     |    |     |     |   |     |   |   |   |      |    | 0.25 | 6   | 8         | 82             | 149     | 295.08-298.10 | 99      | 96 | 91 |  |
| 296.04         |               |     | 30   | 8   | 16 |     |     |   |     |   |   |   |      |    | 0.33 | 0   | 8         | 92             | 150     | 298.10-300.00 | 100     | 79 | 75 |  |
| 297.04         |               |     |      |     |    |     |     |   |     |   |   |   |      |    | 1.00 | 0   | 0         | 100            |         |               |         |    |    |  |
| 298.04         |               |     |      |     |    |     |     |   |     |   |   |   |      |    | 0.25 | 24  | 16        | 61             |         |               |         |    |    |  |
| 299.04         |               |     |      |     |    |     |     |   |     |   |   |   |      |    | 0.33 | 29  | 0         | 71             |         |               |         |    |    |  |

| DESCRIZIONE DELLE DISCONTINUITA' |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Discontinuità                    | Fr1    | Fr2    | Irr3   | Fr4    | Fr5    | Fr6    | Fr7    | Fr8    | Irr9   | Irr10  | Fr11   | Fr12   | Irr13  | Irr14  | Irr15  |  |
| Profondità                       | 295.04 | 295.08 | 295.18 | 295.48 | 296.30 | 296.38 | 296.54 | 297.85 | 298.00 | 298.24 | 298.75 | 298.95 | 299.04 | 299.24 | 299.70 |  |
| Inclinazione                     | 60°    | 40°    | /      | 45°    | 15°    | 5°     | 35°    | 40°    | /      | /      | 60°    | 5°     | /      | /      | /      |  |
| Forma                            | O      | O      | I      | O      | O      | O      | I      | I      | I      | I      | I      | O      | I      | I      | I      |  |
| Scabrezza (JRC)                  | 18-20  | 18-20  | /      | 10-12  | 10-12  | 10-12  | 16-18  | 12-14  | /      | /      | 12-14  | 12-14  | /      | /      | /      |  |
| Apertura                         | 2      | 2      | /      | 1      | 2      | 2      | 3      | 3      | /      | /      | 3      | 1      | /      | /      | /      |  |
| Alterazione                      | 3      | 3      | /      | 3      | 3      | 3      | 5      | 5      | /      | /      | 5      | 3      | /      | /      | /      |  |
| Riempimento                      | /      | /      | /      | Ag     | Dt     | Dt     | Dt     | Ag+Dt  | /      | /      | Ag+Dt  | Ag     | /      | /      | /      |  |
| J.C.S.                           | 20     | 20     | /      | 20     | 18     | 18     | 20     | 16     | /      | /      | 16     | 20     | /      | /      | /      |  |



QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. |
|----------|-------|----------|--------------|------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    |

Allegato C – DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE LUGEON

Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Lo sperimentatore  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Comm: Italferr S.p.A.

Loc: Laion (BZ)

Sond: SPG1

Prova  
ascendente  
X discendente

Da m 59,3 a m 64,3

Diametro (mm): 101

Tipo roccia: fillade quarzosa

Packer: Ø 101 mm  
Tubo acqua Ø 76 mm

Altezza manometro sul p.c.(h1) m: 0,50

Carico idrostaticoH( = h1 + h2): m 59,0

Quota falda (h2) m: 58,50

Perdite di carico (Pc)

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

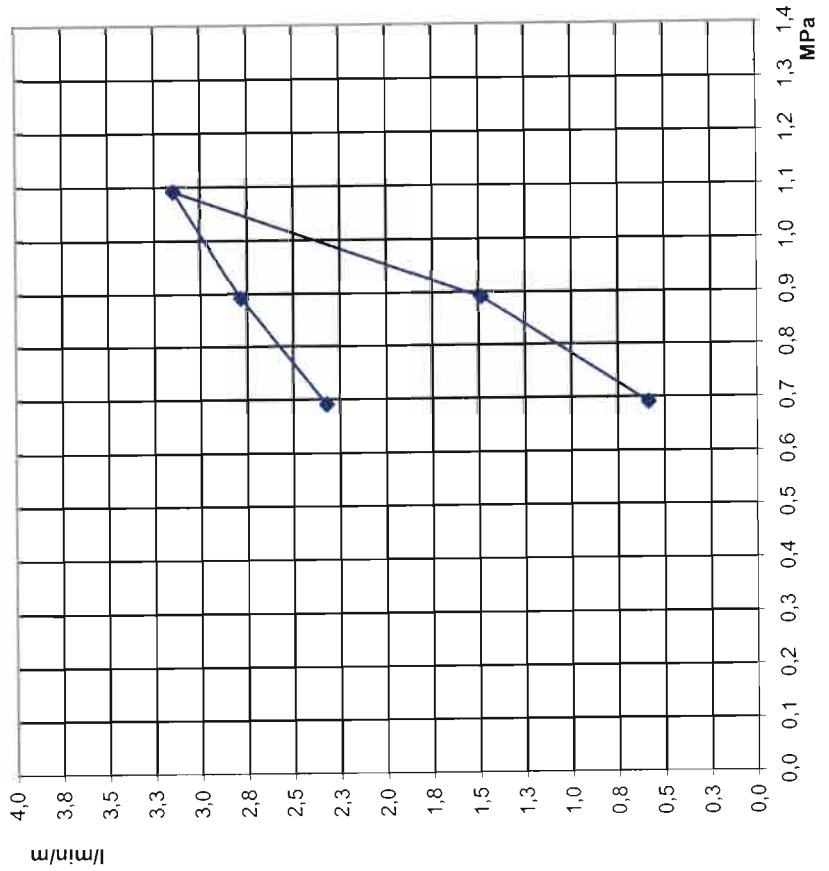
PE (con Pm=0 e g w =1) = H-Pc

Operatore:

Note: Perdite di carico trascurabili.  
Quota falda a fine prova -38,70 m

UNITA' LUGEON

2,4



Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Lo sperimentatore  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Comm: Italferr S.p.A.

Loc: Laion (BZ)

Sond: SPG1

Prova

ascendente  
X discendente

Da m 107,2 a m 112,2

Diametro (mm): 101

Quota falda (h2) m: 76,70

Tipo roccia: fillade quarzosa

Packer: pressione 30 bar

Altezza manometro sul p.c.(h1) m: 0,50

Carico idrostatico(H = h1 + h2): m 77,20

Perdite di carico (Pc)

PE (con Pm=0 e g w =1) = H-Pc

Operatore:

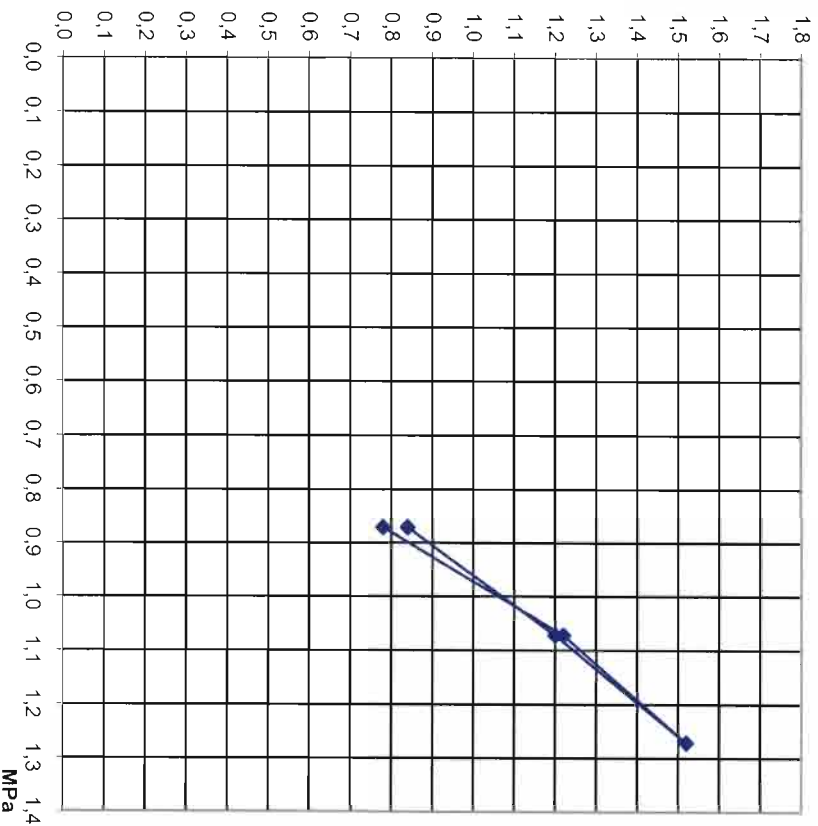
Note: Perdite di carico trascurabili

UNITA' LUGEON

1,1

| Pressione Manometro MPa | Pressione Effettiva MPa | Durata minuti | LETTURA AL |         | CONTALITRO     |              | Assorbimento l / min / m |
|-------------------------|-------------------------|---------------|------------|---------|----------------|--------------|--------------------------|
|                         |                         |               | INIZIO     | FINE    | DIFF. Parziale | DIFF. Totale |                          |
| 0,1                     | 0,872                   | 2             | 87146,0    | 87154,0 | 8,0            | 8,0          | 0,780                    |
|                         |                         | 4             | 87154,0    | 87162,0 | 8,0            | 16,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87162,0    | 87169,0 | 7,0            | 23,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87169,0    | 87177,0 | 8,0            | 31,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87177,0    | 87185,0 | 8,0            | 39,0         |                          |
|                         |                         | 2             | 87223,0    | 87235,0 | 12,0           | 12,0         |                          |
|                         |                         | 4             | 87235,0    | 87247,0 | 12,0           | 24,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87247,0    | 87260,0 | 13,0           | 37,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87260,0    | 87272,0 | 12,0           | 49,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87272,0    | 87284,0 | 12,0           | 61,0         |                          |
| 0,3                     | 1,072                   | 2             | 87337,0    | 87352,0 | 15,0           | 15,0         | 1,220                    |
|                         |                         | 4             | 87352,0    | 87366,0 | 14,0           | 29,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87366,0    | 87381,0 | 15,0           | 44,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87381,0    | 87397,0 | 16,0           | 60,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87397,0    | 87413,0 | 16,0           | 76,0         |                          |
|                         |                         | 2             | 87457,0    | 87469,0 | 12,0           | 12,0         |                          |
|                         |                         | 4             | 87469,0    | 87481,0 | 12,0           | 24,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87481,0    | 87493,0 | 12,0           | 36,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87493,0    | 87505,0 | 12,0           | 48,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87505,0    | 87517,0 | 12,0           | 60,0         |                          |
| 0,5                     | 1,272                   | 2             | 87553,0    | 87561,0 | 8,0            | 8,0          | 1,520                    |
|                         |                         | 4             | 87561,0    | 87570,0 | 9,0            | 17,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87570,0    | 87579,0 | 9,0            | 26,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87579,0    | 87587,0 | 8,0            | 34,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87587,0    | 87595,0 | 8,0            | 42,0         |                          |
|                         |                         | 2             | 87457,0    | 87469,0 | 12,0           | 12,0         |                          |
|                         |                         | 4             | 87469,0    | 87481,0 | 12,0           | 24,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87481,0    | 87493,0 | 12,0           | 36,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87493,0    | 87505,0 | 12,0           | 48,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87505,0    | 87517,0 | 12,0           | 60,0         |                          |
| 0,3                     | 1,072                   | 2             | 87553,0    | 87561,0 | 8,0            | 8,0          | 1,200                    |
|                         |                         | 4             | 87561,0    | 87570,0 | 9,0            | 17,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87570,0    | 87579,0 | 9,0            | 26,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87579,0    | 87587,0 | 8,0            | 34,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87587,0    | 87595,0 | 8,0            | 42,0         |                          |
|                         |                         | 2             | 87457,0    | 87469,0 | 12,0           | 12,0         |                          |
|                         |                         | 4             | 87469,0    | 87481,0 | 12,0           | 24,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87481,0    | 87493,0 | 12,0           | 36,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87493,0    | 87505,0 | 12,0           | 48,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87505,0    | 87517,0 | 12,0           | 60,0         |                          |
| 0,1                     | 0,872                   | 2             | 87553,0    | 87561,0 | 8,0            | 8,0          | 0,840                    |
|                         |                         | 4             | 87561,0    | 87570,0 | 9,0            | 17,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87570,0    | 87579,0 | 9,0            | 26,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87579,0    | 87587,0 | 8,0            | 34,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87587,0    | 87595,0 | 8,0            | 42,0         |                          |
|                         |                         | 2             | 87457,0    | 87469,0 | 12,0           | 12,0         |                          |
|                         |                         | 4             | 87469,0    | 87481,0 | 12,0           | 24,0         |                          |
|                         |                         | 6             | 87481,0    | 87493,0 | 12,0           | 36,0         |                          |
|                         |                         | 8             | 87493,0    | 87505,0 | 12,0           | 48,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 87505,0    | 87517,0 | 12,0           | 60,0         |                          |

l/min/m





Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Lo sperimentatore  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Comm: Italferr S.p.A.

Loc: Laion (BZ)

Prova  
X ascendente  
X discendente

Da m 161,2 a m 166,2

Diametro (mm): 101

Quota falda (h2) m: 104,30

Tipo roccia: fillade quarzosa

Packer: pressione 30 bar

Altezza manometro sul p.c.(h1) m: 0,50

Carico idrostaticoH( = h1 + h2): m 104,80

Perdite di carico (Pc)

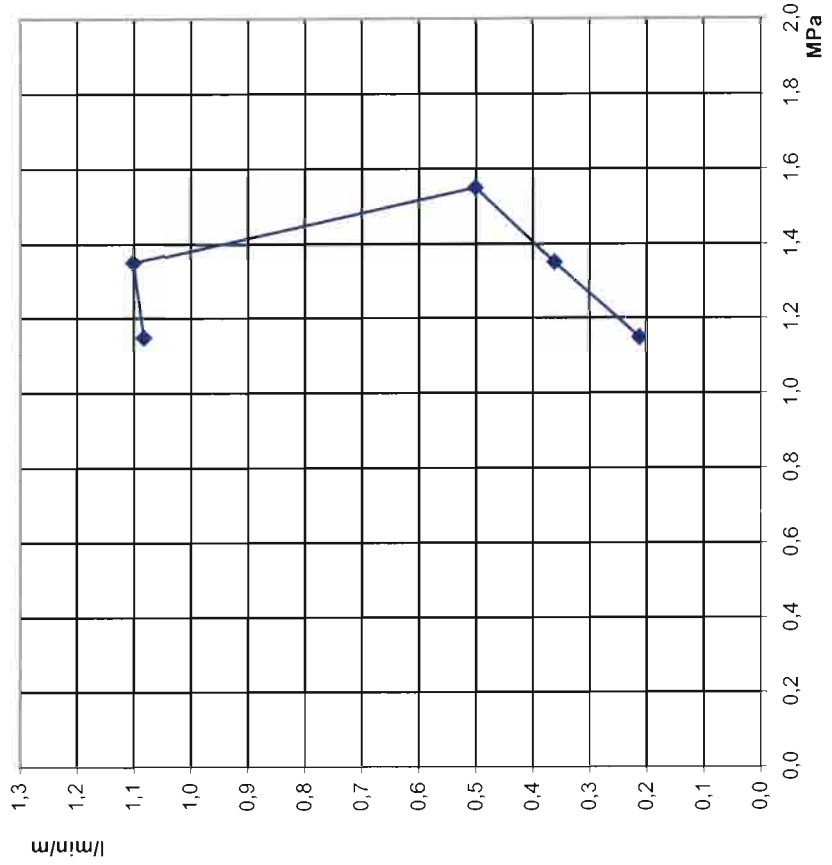
PE (con Pm=0 e g w =1) = H-Pc

Operatore:

Note: Perdite di carico trascurabili

UNITA' LUGEON

0,5



| Pressione Manometro MPa | Pressione Effettiva MPa | Durata minuti | LETTURA AL CONTALITRO |         |      | DIFF. Parziale | DIFF. Totale | Assorbimento l / min / m |
|-------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|---------|------|----------------|--------------|--------------------------|
|                         |                         |               | INIZIO                | FINE    |      |                |              |                          |
| 0,1                     | 1,148                   | 2             | 87931,5               | 87935,8 | 4,3  | 4,3            | 1,082        |                          |
|                         |                         | 4             | 87935,8               | 87959,5 | 23,7 | 28,0           |              |                          |
|                         |                         | 6             | 87959,5               | 87969,6 | 10,1 | 38,1           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 87969,6               | 87977,5 | 7,9  | 46,0           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 87977,5               | 87985,6 | 8,1  | 54,1           |              |                          |
| 0,3                     | 1,348                   | 2             | 88110,0               | 88124,0 | 14,0 | 14,0           | 1,100        |                          |
|                         |                         | 4             | 88124,0               | 88137,0 | 13,0 | 27,0           |              |                          |
|                         |                         | 6             | 88137,0               | 88150,0 | 13,0 | 40,0           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 88150,0               | 88160,0 | 10,0 | 50,0           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 88160,0               | 88165,0 | 5,0  | 55,0           |              |                          |
| 0,5                     | 1,548                   | 2             | 88189,0               | 88195,0 | 6,0  | 6,0            | 0,500        |                          |
|                         |                         | 4             | 88195,0               | 88199,0 | 4,0  | 10,0           |              |                          |
|                         |                         | 6             | 88199,0               | 88204,0 | 5,0  | 15,0           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 88204,0               | 88209,0 | 5,0  | 20,0           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 88209,0               | 88214,0 | 5,0  | 25,0           |              |                          |
| 0,3                     | 1,348                   | 2             | 88232,0               | 88236,0 | 4,0  | 4,0            | 0,360        |                          |
|                         |                         | 4             | 88236,0               | 88239,0 | 3,0  | 7,0            |              |                          |
|                         |                         | 6             | 88239,0               | 88243,0 | 4,0  | 11,0           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 88243,0               | 88246,0 | 3,0  | 14,0           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 88246,0               | 88250,0 | 4,0  | 18,0           |              |                          |
| 0,1                     | 1,148                   | 2             | 88261,4               | 88263,7 | 2,3  | 2,3            | 0,212        |                          |
|                         |                         | 4             | 88263,7               | 88265,8 | 2,1  | 4,4            |              |                          |
|                         |                         | 6             | 88265,8               | 88267,2 | 1,4  | 5,8            |              |                          |
|                         |                         | 8             | 88267,2               | 88269,3 | 2,1  | 7,9            |              |                          |
|                         |                         | 10            | 88269,3               | 88272,0 | 2,7  | 10,6           |              |                          |

Il direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Lo sperimentatore  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Comm: Italferr S.p.A.

Loc: Lalon (BZ)

Sond: SPG1

Prova

ascendente  
X discendente

Da m 209,2

a m 214,2

Diametro (mm): 101

Quota falda (h2) m: 124,05

Tipo roccia: fillade quarzosa

Packer: pressione 30 bar

Altezza manometro sul p.c.(h1) m: 0,50

Carico idrostatico(H = h1 + h2): m 124,55

| Perdite di carico (Pc) |  |
|------------------------|--|
|                        |  |
|                        |  |
|                        |  |

PE (con Pm=0 e g w =1) = H-Pc

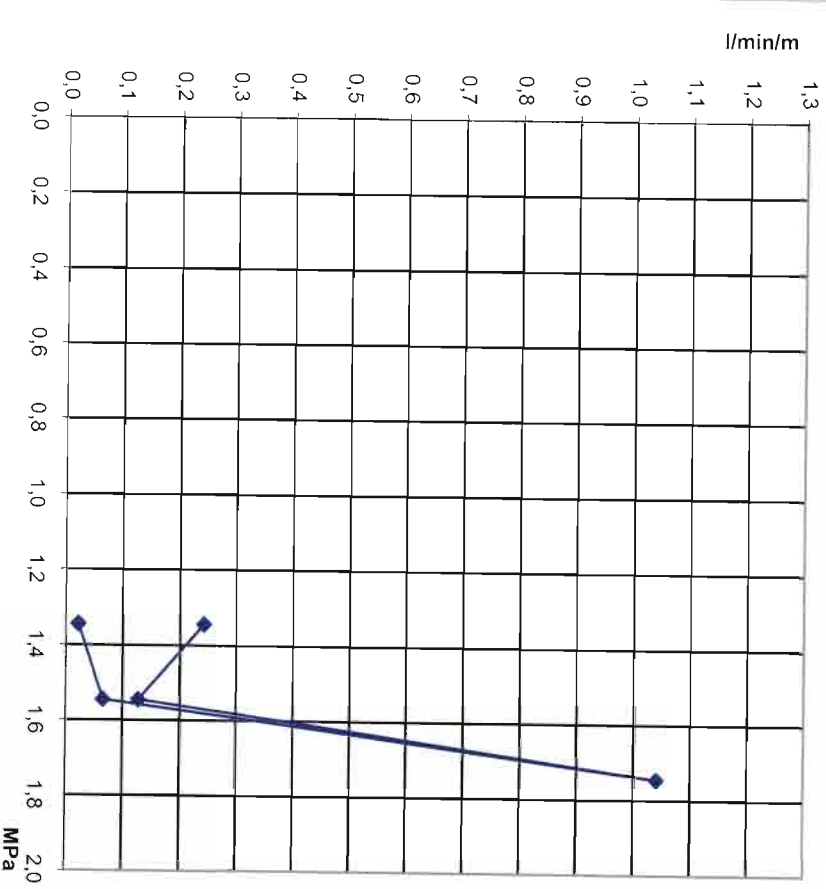
Operatore:

Note: Perdite di carico trascurabili

UNITA' LUGEON

0,2

| Pressione Manometro MPa | Pressione Effettiva MPa | Durata minuti | LETTURA AL CONTALITRO |         | DIFF. Parziale | DIFF. Totale | Assorbimento l / min / m |
|-------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|---------|----------------|--------------|--------------------------|
|                         |                         |               | INIZIO                | FINE    |                |              |                          |
| 0,1                     | 1,346                   | 2             | 88639,7               | 88642,1 | 2,4            | 2,4          | 0,242                    |
|                         |                         | 4             | 88642,1               | 88645,8 | 3,7            | 6,1          |                          |
|                         |                         | 6             | 88645,8               | 88647,2 | 1,4            | 7,5          |                          |
|                         |                         | 8             | 88647,2               | 88649,1 | 1,9            | 9,4          |                          |
|                         |                         | 10            | 88649,1               | 88651,8 | 2,7            | 12,1         |                          |
|                         |                         | 2             | 88800,9               | 88802,3 | 1,4            | 1,4          |                          |
|                         |                         | 4             | 88802,3               | 88803,8 | 1,5            | 2,9          |                          |
|                         |                         | 6             | 88803,8               | 88805,4 | 1,6            | 4,5          |                          |
|                         |                         | 8             | 88805,4               | 88806,3 | 0,9            | 5,4          |                          |
|                         |                         | 10            | 88806,3               | 88807,3 | 1,0            | 6,4          |                          |
| 0,3                     | 1,546                   | 2             | 88883,5               | 88894,5 | 11,0           | 11,0         | 0,128                    |
|                         |                         | 4             | 88894,5               | 88905,3 | 10,8           | 21,8         |                          |
|                         |                         | 6             | 88905,3               | 88916,4 | 11,1           | 32,9         |                          |
|                         |                         | 8             | 88916,4               | 88925,5 | 9,1            | 42,0         |                          |
|                         |                         | 10            | 88925,5               | 88935,5 | 10,0           | 52,0         |                          |
|                         |                         | 2             | 88950,6               | 88951,3 | 0,7            | 0,7          |                          |
|                         |                         | 4             | 88951,3               | 88951,9 | 0,6            | 1,3          |                          |
|                         |                         | 6             | 88951,9               | 88952,5 | 0,6            | 1,9          |                          |
|                         |                         | 8             | 88952,5               | 88953,0 | 0,5            | 2,4          |                          |
|                         |                         | 10            | 88953,0               | 88953,9 | 0,9            | 3,3          |                          |
| 0,5                     | 1,746                   | 2             | 88954,7               | 88954,9 | 0,2            | 0,2          | 0,066                    |
|                         |                         | 4             | 88954,9               | 88955,1 | 0,2            | 0,4          |                          |
|                         |                         | 6             | 88955,1               | 88955,4 | 0,3            | 0,7          |                          |
|                         |                         | 8             | 88955,4               | 88955,6 | 0,2            | 0,9          |                          |
|                         |                         | 10            | 88955,6               | 88955,8 | 0,2            | 1,1          |                          |
|                         |                         | 2             | 88950,6               | 88951,3 | 0,7            | 0,7          |                          |
|                         |                         | 4             | 88951,3               | 88951,9 | 0,6            | 1,3          |                          |
|                         |                         | 6             | 88951,9               | 88952,5 | 0,6            | 1,9          |                          |
|                         |                         | 8             | 88952,5               | 88953,0 | 0,5            | 2,4          |                          |
|                         |                         | 10            | 88953,0               | 88953,9 | 0,9            | 3,3          |                          |
| 0,3                     | 1,546                   | 2             | 88954,7               | 88954,9 | 0,2            | 0,2          | 0,066                    |
|                         |                         | 4             | 88954,9               | 88955,1 | 0,2            | 0,4          |                          |
| 0,1                     | 1,346                   | 6             | 88955,1               | 88955,4 | 0,3            | 0,7          | 0,022                    |
|                         |                         | 8             | 88955,4               | 88955,6 | 0,2            | 0,9          |                          |
| 10                      | 88955,6                 | 88955,8       | 0,2                   | 1,1     |                |              |                          |



Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Lo sperimentatore  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Comm: Italferr S.p.A.

Loc: Laion (BZ)

Sondi: SPG1

Prova  
X ascendente  
X discendente

Da m 275,2 a m 280,2

Diametro (mm): 101

Quota falda (h2) m: 100,80

Tipo roccia: fillade quarzosa

Packer: pressione 40 bar

Altezza manometro sul p.c.(h1) m: 0,50

Carico idrostaticoH( = h1 + h2): m 101,30

Perdite di carico (Pc)

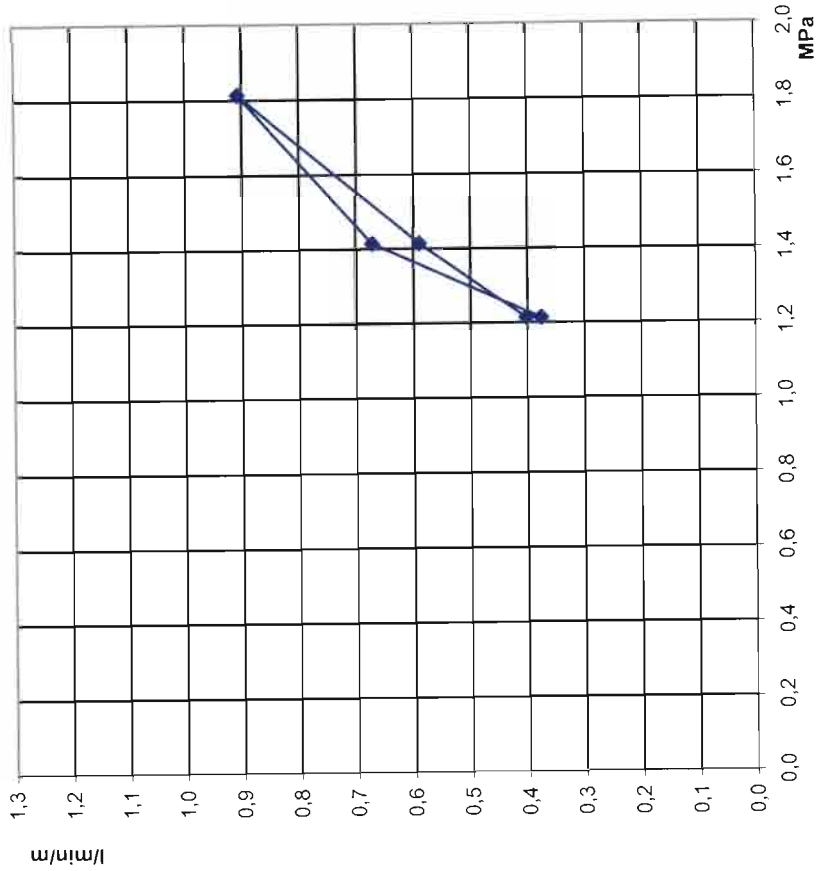
PE (con Pm=0 e gw =1) = H-Pc

Operatore:

Note: Perdite di carico trascurabili

UNITA' LUGEON

0,4



| Pressione Manometro MPa | Pressione Effettiva MPa | Durata minuti | LETTURA AL CONTALITRO |         |     | DIFF. Parziale | DIFF. Totale | Assorbimento l / min / m |
|-------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|---------|-----|----------------|--------------|--------------------------|
|                         |                         |               | INIZIO                | FINE    |     |                |              |                          |
| 0,2                     | 1,213                   | 2             | 94081,5               | 94084,3 | 2,8 | 2,8            | 0,376        |                          |
|                         |                         | 4             | 94084,3               | 94088,4 | 4,1 | 6,9            |              |                          |
|                         |                         | 6             | 94088,4               | 94092,3 | 3,9 | 10,8           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 94092,3               | 94096,3 | 4,0 | 14,8           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 94096,3               | 94100,3 | 4,0 | 18,8           |              |                          |
|                         |                         | 2             | 94126,1               | 94132,6 | 6,5 | 6,5            |              |                          |
|                         |                         | 4             | 94132,6               | 94139,6 | 7,0 | 13,5           |              |                          |
|                         |                         | 6             | 94139,6               | 94145,4 | 5,8 | 19,3           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 94145,4               | 94152,7 | 7,3 | 26,6           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 94152,7               | 94159,6 | 6,9 | 33,5           |              |                          |
| 0,4                     | 1,413                   | 2             | 94194,6               | 94203,4 | 8,8 | 8,8            | 0,670        |                          |
|                         |                         | 4             | 94203,4               | 94212,3 | 8,9 | 17,7           |              |                          |
|                         |                         | 6             | 94212,3               | 94221,3 | 9,0 | 26,7           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 94221,3               | 94230,3 | 9,0 | 35,7           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 94230,3               | 94239,9 | 9,6 | 45,3           |              |                          |
|                         |                         | 2             | 94276,5               | 94282,2 | 5,7 | 5,7            |              |                          |
|                         |                         | 4             | 94282,2               | 94288,1 | 5,9 | 11,6           |              |                          |
|                         |                         | 6             | 94288,1               | 94294,2 | 6,1 | 17,7           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 94294,2               | 94300,4 | 6,2 | 23,9           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 94300,4               | 94305,9 | 5,5 | 29,4           |              |                          |
| 0,8                     | 1,813                   | 2             | 94327,1               | 94330,9 | 3,8 | 3,8            | 0,588        |                          |
|                         |                         | 4             | 94330,9               | 94334,8 | 3,9 | 7,7            |              |                          |
|                         |                         | 6             | 94334,8               | 94339,5 | 4,7 | 12,4           |              |                          |
|                         |                         | 8             | 94339,5               | 94343,2 | 3,7 | 16,1           |              |                          |
|                         |                         | 10            | 94343,2               | 94347,2 | 4,0 | 20,1           |              |                          |

Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

Lo sperimentatore  
Dott. Geol. Marco Vagnarelli

Comm: Italferr S.p.A.

Loc: Laion (BZ)

Sondi: SPG1

Prova

ascendente  
X discendente

Da m 290

a m 295,1

Diametro (mm): 101

Quota falda (h2) m: 108,70

Tipo roccia: fillade quarzosa

Packer: pressione 40 bar

Altezza manometro sul p.c.(h1) m: 0,50

Carico idrostatico(H = h1 + h2): m 109,20

| Perdite di carico (Pc) |  |  |
|------------------------|--|--|
|                        |  |  |
|                        |  |  |
|                        |  |  |

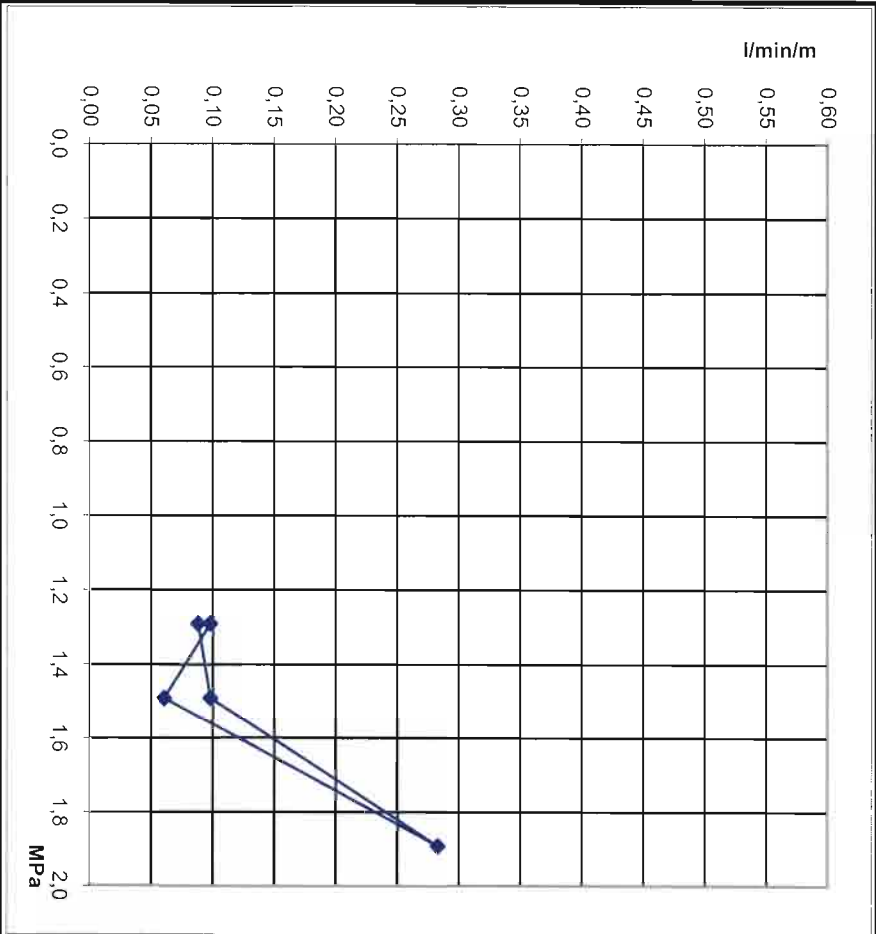
PE (con Pm=0 e g w =1) = H-Pc

Operatore:

Note: Perdite di carico trascurabili

UNITA' LUGEON

0,1



| Pressione Manometro MPa | Pressione Effettiva MPa | Durata minuti | LETTURA AL CONTALITRO |         | DIFF. Parziale | DIFF. Totale | Assorbimento l / min / m |
|-------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|---------|----------------|--------------|--------------------------|
|                         |                         |               | INIZIO                | FINE    |                |              |                          |
| 0.2                     | 1,292                   | 2             | 94576,5               | 94577,6 | 1,1            | 1,1          | 0,098                    |
|                         |                         | 4             | 94577,6               | 94578,5 | 0,9            | 2,0          |                          |
|                         |                         | 6             | 94578,5               | 94579,5 | 1,0            | 3,0          |                          |
|                         |                         | 8             | 94579,5               | 94580,4 | 0,9            | 3,9          |                          |
|                         |                         | 10            | 94580,4               | 94581,5 | 1,1            | 5,0          |                          |
|                         |                         | 2             | 94587,5               | 94588,5 | 1,0            | 1,0          |                          |
|                         |                         | 4             | 94588,5               | 94589,3 | 0,8            | 1,8          |                          |
|                         |                         | 6             | 94589,3               | 94589,7 | 0,4            | 2,2          |                          |
|                         |                         | 8             | 94589,7               | 94590,2 | 0,5            | 2,7          |                          |
|                         |                         | 10            | 94590,2               | 94590,6 | 0,4            | 3,1          |                          |
| 0.4                     | 1,492                   | 2             | 94598,5               | 94601,5 | 3,0            | 3,0          | 0,061                    |
|                         |                         | 4             | 94601,5               | 94604,0 | 2,5            | 5,5          |                          |
|                         |                         | 6             | 94604,0               | 94607,2 | 3,2            | 8,7          |                          |
|                         |                         | 8             | 94607,2               | 94610,1 | 2,9            | 11,6         |                          |
|                         |                         | 10            | 94610,1               | 94612,9 | 2,8            | 14,4         |                          |
|                         |                         | 2             | 94618,7               | 94619,6 | 0,9            | 0,9          |                          |
|                         |                         | 4             | 94619,6               | 94620,6 | 1,0            | 1,9          |                          |
|                         |                         | 6             | 94620,6               | 94621,5 | 0,9            | 2,8          |                          |
|                         |                         | 8             | 94621,5               | 94622,6 | 1,1            | 3,9          |                          |
|                         |                         | 10            | 94622,6               | 94623,7 | 1,1            | 5,0          |                          |
| 0.8                     | 1,892                   | 2             | 94629,5               | 94630,4 | 0,9            | 0,9          | 0,098                    |
|                         |                         | 4             | 94630,4               | 94631,3 | 0,9            | 1,8          |                          |
|                         |                         | 6             | 94631,3               | 94632,2 | 0,9            | 2,7          |                          |
|                         |                         | 8             | 94632,2               | 94633,1 | 0,9            | 3,6          |                          |
|                         |                         | 10            | 94633,1               | 94634,0 | 0,9            | 4,5          |                          |

0,088





QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. |
|----------|-------|----------|--------------|------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    |

Allegato D – DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE DILATOMETRICHE

**DATI PROVA**

COMMITTENTE: **ITALFER S.P.A.**

PROF. PROVA (m): **258,0**

LOCALITA': **LAION (BZ)**

DIAMETRO SONDAGGIO (mm): **101,0**

SONDAGGIO: **SPG1**

UTENSILE DI PERFORAZIONE: **CAROTIERE DOPPIO**

PROVA N.: **D1**

INCLINAZIONE (°): **90**

DATA: **16/10/2012**

ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: **DOTT. COLOTTI**

**STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

TIPO STRUMENTO: **DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC**

CENTRAL.ACQUISIZIONE: **LM 99/16 MOD. DMP 02/95**

DIAMETRO GUAINA(mm): **95**

SONDA: **N° 14D01**

TIPO GUAINA:

PRESSIONE MAX. (Mpa):

**DATI LITOLOGICI**

LITOLOGIA: **FILLADI**

RQD (stimato): **60-70%**

PROFONDITA' FALDA DA p.c.:

GRADO DI ALTERAZIONE:

**Ed**

**3750** Mpa

**Ee**

**19637** Mpa

MODULO DI DEFORMAZIONE:

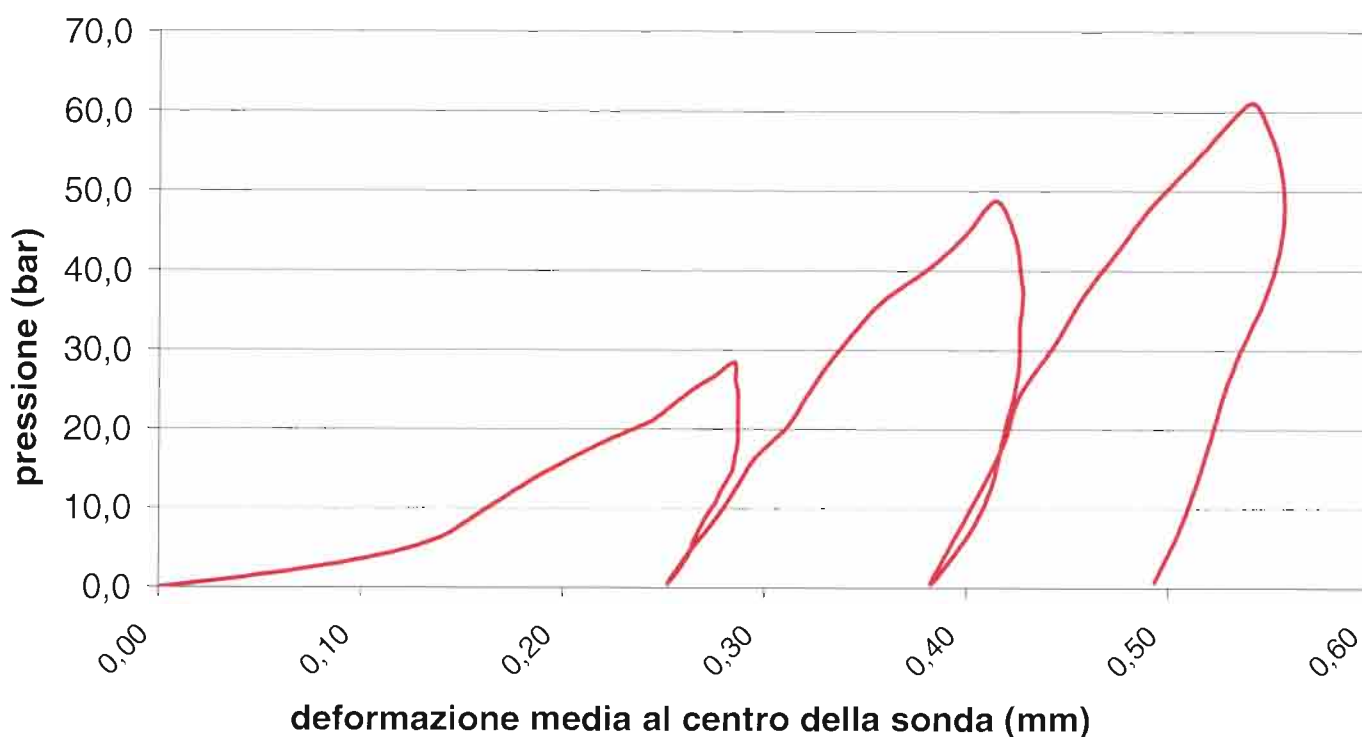
MODULO ELASTICO:

CALCOLATO SUL 2° CARICO

CALCOLATO SUL 2° SCARICO

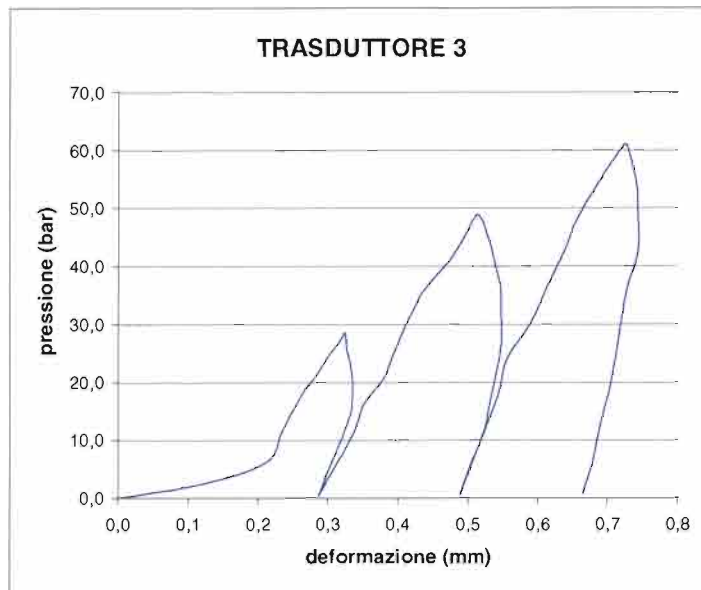
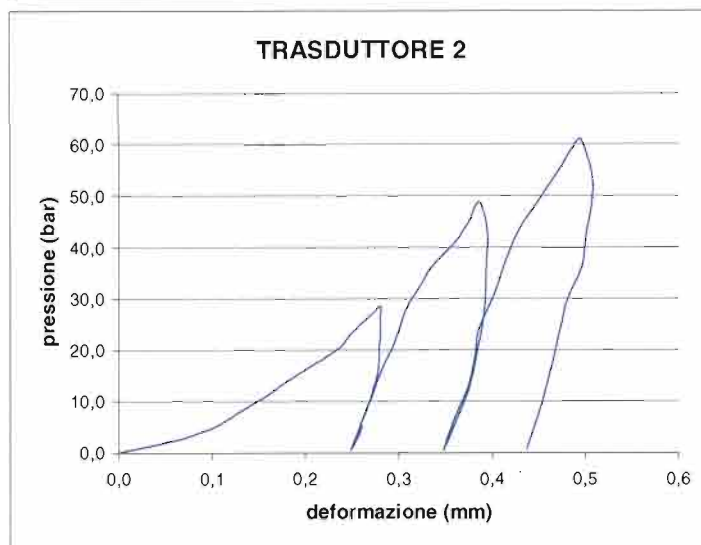
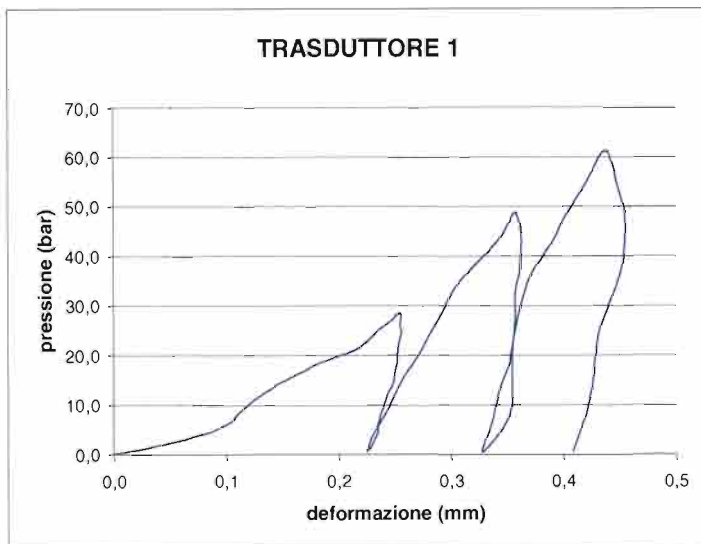
**GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE**

(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)



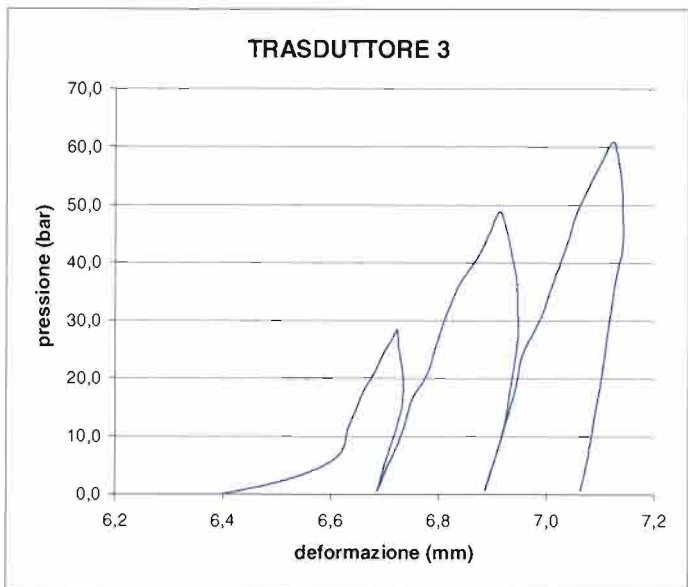
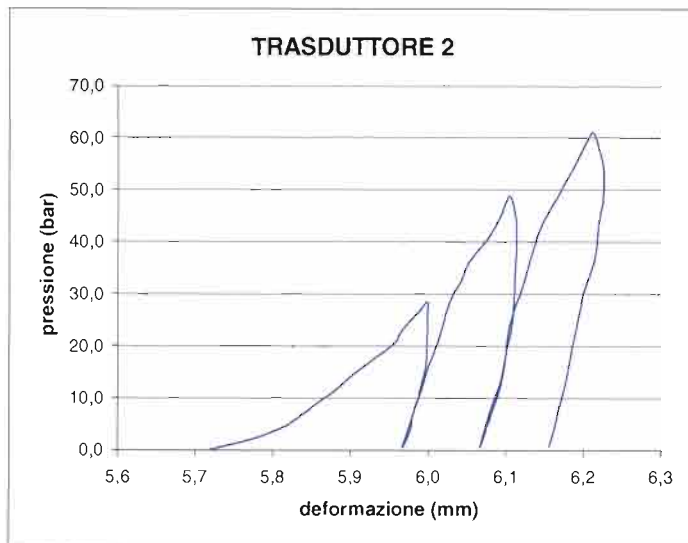
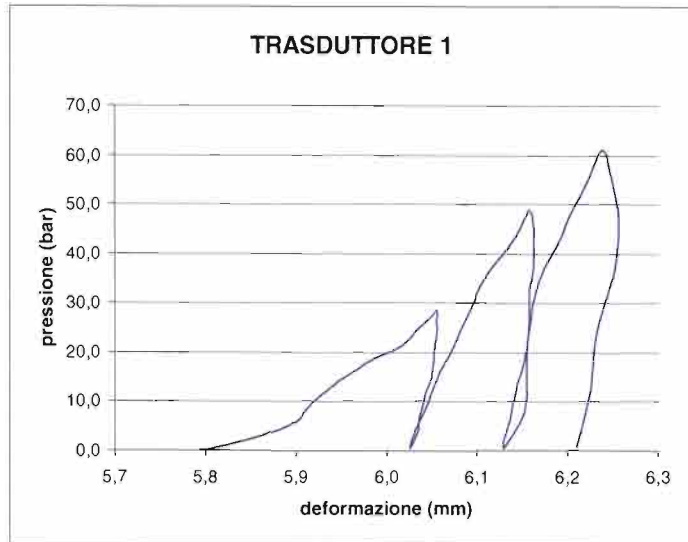
**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI**  
(valori relativi)

| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 19,6            | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000      |
| 0,5         | 21,6            | 0,043         | 0,053         | 0,103         | 0,058      |
| 1,0         | 23,8            | 0,080         | 0,094         | 0,174         | 0,104      |
| 1,5         | 25,9            | 0,103         | 0,116         | 0,213         | 0,130      |
| 2,0         | 27,7            | 0,110         | 0,132         | 0,226         | 0,142      |
| 2,5         | 30,2            | 0,123         | 0,156         | 0,232         | 0,159      |
| 3,0         | 33,1            | 0,142         | 0,178         | 0,244         | 0,179      |
| 3,5         | 33,6            | 0,145         | 0,182         | 0,246         | 0,182      |
| 4,0         | 35,9            | 0,165         | 0,202         | 0,256         | 0,201      |
| 4,5         | 38,2            | 0,185         | 0,223         | 0,267         | 0,220      |
| 5,0         | 40,4            | 0,212         | 0,240         | 0,283         | 0,242      |
| 5,5         | 41,9            | 0,223         | 0,246         | 0,290         | 0,250      |
| 6,0         | 44,4            | 0,234         | 0,259         | 0,303         | 0,262      |
| 6,5         | 46,3            | 0,246         | 0,271         | 0,316         | 0,275      |
| 7,0         | 48,0            | 0,255         | 0,281         | 0,325         | 0,284      |
| 7,5         | 45,6            | 0,255         | 0,281         | 0,327         | 0,285      |
| 8,0         | 44,2            | 0,256         | 0,281         | 0,330         | 0,286      |
| 8,5         | 42,2            | 0,254         | 0,281         | 0,333         | 0,286      |
| 9,0         | 39,7            | 0,252         | 0,280         | 0,336         | 0,285      |
| 9,5         | 38,2            | 0,252         | 0,280         | 0,336         | 0,285      |
| 10,0        | 35,9            | 0,250         | 0,279         | 0,335         | 0,284      |
| 10,5        | 34,1            | 0,249         | 0,277         | 0,333         | 0,282      |
| 11,0        | 31,7            | 0,243         | 0,273         | 0,326         | 0,277      |
| 11,5        | 30,0            | 0,241         | 0,270         | 0,321         | 0,274      |
| 12,0        | 28,2            | 0,238         | 0,266         | 0,314         | 0,269      |
| 12,5        | 25,6            | 0,235         | 0,261         | 0,305         | 0,264      |
| 13,0        | 24,1            | 0,235         | 0,260         | 0,300         | 0,262      |
| 13,5        | 21,6            | 0,229         | 0,254         | 0,293         | 0,256      |
| 14,0        | 20,2            | 0,225         | 0,249         | 0,288         | 0,251      |
| 14,5        | 23,9            | 0,231         | 0,257         | 0,305         | 0,261      |
| 15,0        | 28,4            | 0,243         | 0,267         | 0,327         | 0,275      |
| 15,5        | 31,7            | 0,250         | 0,274         | 0,340         | 0,283      |
| 16,0        | 36,0            | 0,260         | 0,283         | 0,353         | 0,294      |
| 16,5        | 39,9            | 0,272         | 0,294         | 0,379         | 0,309      |
| 17,0        | 43,8            | 0,281         | 0,302         | 0,393         | 0,319      |
| 17,5        | 48,0            | 0,292         | 0,310         | 0,407         | 0,329      |
| 18,0        | 52,3            | 0,302         | 0,325         | 0,424         | 0,343      |
| 18,5        | 55,6            | 0,313         | 0,335         | 0,440         | 0,355      |
| 19,0        | 60,3            | 0,333         | 0,360         | 0,473         | 0,380      |
| 19,5        | 64,2            | 0,347         | 0,375         | 0,494         | 0,396      |
| 20,0        | 68,3            | 0,358         | 0,387         | 0,515         | 0,410      |
| 20,5        | 64,1            | 0,363         | 0,395         | 0,531         | 0,418      |
| 21,0        | 60,2            | 0,363         | 0,396         | 0,539         | 0,420      |
| 21,5        | 56,2            | 0,362         | 0,395         | 0,547         | 0,421      |
| 22,0        | 52,2            | 0,358         | 0,394         | 0,548         | 0,419      |
| 22,5        | 47,6            | 0,358         | 0,393         | 0,549         | 0,419      |
| 23,0        | 43,9            | 0,357         | 0,390         | 0,546         | 0,417      |
| 23,5        | 39,7            | 0,355         | 0,385         | 0,539         | 0,413      |
| 24,0        | 35,7            | 0,355         | 0,381         | 0,532         | 0,410      |
| 24,5        | 32,0            | 0,355         | 0,376         | 0,526         | 0,407      |
| 25,0        | 27,9            | 0,353         | 0,367         | 0,514         | 0,400      |
| 25,5        | 24,4            | 0,345         | 0,359         | 0,502         | 0,391      |
| 26,0        | 20,1            | 0,328         | 0,349         | 0,489         | 0,377      |
| 26,5        | 26,1            | 0,337         | 0,360         | 0,508         | 0,389      |
| 27,0        | 32,3            | 0,343         | 0,375         | 0,528         | 0,401      |
| 27,5        | 37,8            | 0,352         | 0,382         | 0,545         | 0,411      |
| 28,0        | 43,6            | 0,357         | 0,387         | 0,557         | 0,418      |
| 28,5        | 50,0            | 0,363         | 0,402         | 0,592         | 0,433      |
| 29,0        | 56,2            | 0,373         | 0,414         | 0,615         | 0,446      |
| 29,5        | 62,3            | 0,391         | 0,428         | 0,639         | 0,464      |
| 30,0        | 67,6            | 0,403         | 0,447         | 0,656         | 0,481      |
| 30,5        | 74,1            | 0,421         | 0,471         | 0,688         | 0,504      |
| 31,0        | 80,2            | 0,435         | 0,492         | 0,722         | 0,525      |
| 31,5        | 80,2            | 0,441         | 0,497         | 0,729         | 0,531      |
| 32,0        | 73,9            | 0,449         | 0,508         | 0,741         | 0,541      |
| 32,5        | 68,2            | 0,455         | 0,508         | 0,744         | 0,544      |
| 33,0        | 62,1            | 0,455         | 0,502         | 0,744         | 0,542      |
| 33,5        | 55,9            | 0,451         | 0,497         | 0,729         | 0,536      |
| 34,0        | 49,8            | 0,441         | 0,483         | 0,720         | 0,524      |
| 34,5        | 44,2            | 0,432         | 0,475         | 0,712         | 0,515      |
| 35,0        | 38,2            | 0,428         | 0,467         | 0,703         | 0,508      |
| 35,5        | 32,4            | 0,425         | 0,459         | 0,691         | 0,502      |
| 36,0        | 26,1            | 0,418         | 0,449         | 0,680         | 0,493      |
| 36,5        | 20,3            | 0,409         | 0,438         | 0,665         | 0,481      |



## VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI (valori assoluti)

| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 19,6            | 5,801         | 5,718         | 6,398         | 5,957      |
| 0,5         | 21,6            | 5,844         | 5,771         | 6,501         | 6,021      |
| 1,0         | 23,8            | 5,881         | 5,812         | 6,572         | 6,070      |
| 1,5         | 25,9            | 5,904         | 5,834         | 6,611         | 6,097      |
| 2,0         | 27,7            | 5,911         | 5,850         | 6,624         | 6,109      |
| 2,5         | 30,2            | 5,924         | 5,874         | 6,630         | 6,124      |
| 3,0         | 33,1            | 5,943         | 5,896         | 6,642         | 6,142      |
| 3,5         | 33,6            | 5,946         | 5,900         | 6,644         | 6,145      |
| 4,0         | 35,9            | 5,966         | 5,920         | 6,654         | 6,162      |
| 4,5         | 38,2            | 5,986         | 5,941         | 6,665         | 6,180      |
| 5,0         | 40,4            | 6,013         | 5,958         | 6,681         | 6,201      |
| 5,5         | 41,9            | 6,024         | 5,964         | 6,688         | 6,209      |
| 6,0         | 44,4            | 6,035         | 5,977         | 6,701         | 6,221      |
| 6,5         | 46,3            | 6,047         | 5,989         | 6,714         | 6,233      |
| 7,0         | 48,0            | 6,056         | 5,999         | 6,723         | 6,243      |
| 7,5         | 45,6            | 6,056         | 5,999         | 6,725         | 6,243      |
| 8,0         | 44,2            | 6,057         | 5,999         | 6,728         | 6,244      |
| 8,5         | 42,2            | 6,055         | 5,999         | 6,731         | 6,245      |
| 9,0         | 39,7            | 6,053         | 5,998         | 6,734         | 6,244      |
| 9,5         | 38,2            | 6,053         | 5,998         | 6,734         | 6,244      |
| 10,0        | 35,9            | 6,051         | 5,997         | 6,733         | 6,243      |
| 10,5        | 34,1            | 6,050         | 5,995         | 6,731         | 6,241      |
| 11,0        | 31,7            | 6,044         | 5,991         | 6,724         | 6,236      |
| 11,5        | 30,0            | 6,042         | 5,988         | 6,719         | 6,233      |
| 12,0        | 28,2            | 6,039         | 5,984         | 6,712         | 6,228      |
| 12,5        | 25,6            | 6,036         | 5,979         | 6,703         | 6,223      |
| 13,0        | 24,1            | 6,036         | 5,978         | 6,698         | 6,221      |
| 13,5        | 21,6            | 6,030         | 5,972         | 6,691         | 6,215      |
| 14,0        | 20,2            | 6,026         | 5,967         | 6,686         | 6,210      |
| 14,5        | 23,9            | 6,032         | 5,975         | 6,703         | 6,220      |
| 15,0        | 28,4            | 6,044         | 5,985         | 6,725         | 6,234      |
| 15,5        | 31,7            | 6,051         | 5,992         | 6,738         | 6,243      |
| 16,0        | 36,0            | 6,061         | 6,001         | 6,751         | 6,253      |
| 16,5        | 39,9            | 6,073         | 6,012         | 6,777         | 6,269      |
| 17,0        | 43,8            | 6,082         | 6,020         | 6,791         | 6,279      |
| 17,5        | 48,0            | 6,093         | 6,028         | 6,805         | 6,290      |
| 18,0        | 52,3            | 6,103         | 6,043         | 6,822         | 6,304      |
| 18,5        | 55,6            | 6,114         | 6,053         | 6,838         | 6,316      |
| 19,0        | 60,3            | 6,134         | 6,078         | 6,871         | 6,341      |
| 19,5        | 64,2            | 6,148         | 6,093         | 6,892         | 6,358      |
| 20,0        | 68,3            | 6,159         | 6,105         | 6,913         | 6,372      |
| 20,5        | 64,1            | 6,164         | 6,113         | 6,929         | 6,381      |
| 21,0        | 60,2            | 6,164         | 6,114         | 6,937         | 6,384      |
| 21,5        | 56,2            | 6,163         | 6,113         | 6,945         | 6,385      |
| 22,0        | 52,2            | 6,159         | 6,112         | 6,946         | 6,384      |
| 22,5        | 47,6            | 6,159         | 6,111         | 6,947         | 6,384      |
| 23,0        | 43,9            | 6,158         | 6,108         | 6,944         | 6,381      |
| 23,5        | 39,7            | 6,156         | 6,103         | 6,937         | 6,377      |
| 24,0        | 35,7            | 6,156         | 6,099         | 6,930         | 6,373      |
| 24,5        | 32,0            | 6,156         | 6,094         | 6,924         | 6,370      |
| 25,0        | 27,9            | 6,154         | 6,085         | 6,912         | 6,363      |
| 25,5        | 24,4            | 6,146         | 6,077         | 6,900         | 6,353      |
| 26,0        | 20,1            | 6,129         | 6,067         | 6,887         | 6,340      |
| 26,5        | 26,1            | 6,138         | 6,078         | 6,906         | 6,353      |
| 27,0        | 32,3            | 6,144         | 6,093         | 6,926         | 6,366      |
| 27,5        | 37,8            | 6,153         | 6,100         | 6,943         | 6,376      |
| 28,0        | 43,6            | 6,158         | 6,105         | 6,955         | 6,383      |
| 28,5        | 50,0            | 6,164         | 6,120         | 6,990         | 6,401      |
| 29,0        | 56,2            | 6,174         | 6,132         | 7,013         | 6,415      |
| 29,5        | 62,3            | 6,192         | 6,146         | 7,037         | 6,433      |
| 30,0        | 67,6            | 6,204         | 6,165         | 7,054         | 6,449      |
| 30,5        | 74,1            | 6,222         | 6,189         | 7,086         | 6,474      |
| 31,0        | 80,2            | 6,236         | 6,210         | 7,120         | 6,496      |
| 31,5        | 80,2            | 6,242         | 6,215         | 7,127         | 6,502      |
| 32,0        | 73,9            | 6,250         | 6,226         | 7,139         | 6,512      |
| 32,5        | 68,2            | 6,256         | 6,226         | 7,142         | 6,515      |
| 33,0        | 62,1            | 6,256         | 6,220         | 7,142         | 6,513      |
| 33,5        | 55,9            | 6,252         | 6,215         | 7,127         | 6,505      |
| 34,0        | 49,8            | 6,242         | 6,201         | 7,118         | 6,494      |
| 34,5        | 44,2            | 6,233         | 6,193         | 7,110         | 6,486      |
| 35,0        | 38,2            | 6,229         | 6,185         | 7,101         | 6,479      |
| 35,5        | 32,4            | 6,226         | 6,177         | 7,089         | 6,471      |
| 36,0        | 26,1            | 6,219         | 6,167         | 7,078         | 6,462      |
| 36,5        | 20,3            | 6,210         | 6,156         | 7,063         | 6,451      |

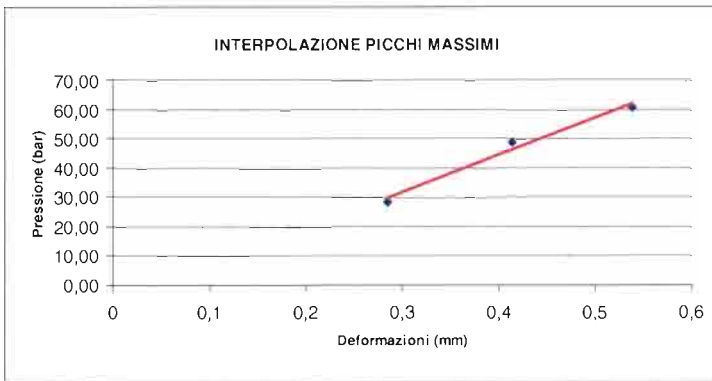




**MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA**

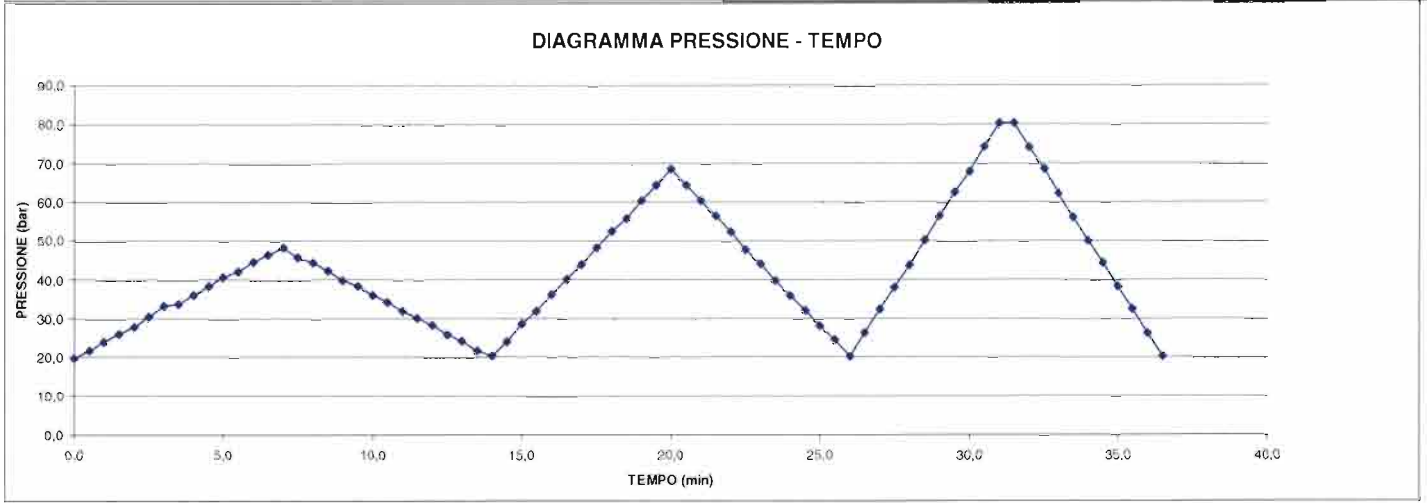
| CICLO DI CARICO | MODULO DI PRIMO CARICO $E_d$ (Mpa) |             |               |             |               |             |             |             | CICLO DI CARICO | MODULO DI DEFORMAZIONE $E_d$ (Mpa) |             |               |             |               |         |         |         |
|-----------------|------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------|---------|---------|
|                 | TRASDUTTORE 1                      |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |             | MEDIA       |             |                 | TRASDUTTORE 1                      |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA   |         |
|                 | P1(bar)                            | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)     | P2(bar)     |                 | P1(bar)                            | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar) | P2(bar) |
| 2°              | 28,4                               | 48,7        | 28,4          | 48,7        | 28,4          | 48,7        | 28,4        | 48,7        | 1°              | 0,0                                | 28,4        | 0,0           | 28,4        | 0,0           | 28,4    | 0,0     | 28,5    |
|                 | <b>3885</b>                        | <b>3330</b> | <b>2374</b>   | <b>3127</b> | <b>1407</b>   | <b>1276</b> | <b>1104</b> | <b>1263</b> |                 |                                    |             |               |             |               |         |         |         |
| 3°              | 48,0                               | 60,6        | 48,0          | 60,6        | 48,0          | 60,6        | 48,0        | 60,6        | 2°              | 0,6                                | 48,7        | 0,6           | 48,7        | 0,6           | 48,7    | 0,6     | 48,7    |
|                 | <b>4973</b>                        | <b>3536</b> | <b>2411</b>   | <b>3459</b> | <b>4568</b>   | <b>4402</b> | <b>2676</b> | <b>3750</b> |                 |                                    |             |               |             |               |         |         |         |
|                 |                                    |             |               |             |               |             |             |             | 3°              | 0,5                                | 60,6        | 0,5           | 60,6        | 0,5           | 60,6    | 0,5     | 60,6    |
|                 |                                    |             |               |             |               |             |             |             |                 | <b>7094</b>                        | <b>5308</b> | <b>3258</b>   | <b>4897</b> |               |         |         |         |

| CICLO DI RICARICO | MODULO DI RICARICO $E_d$ (Mpa) |             |               |             |               |              |              |              | CICLO DI SCARICO | MODULO ELASTICO $E_e$ (Mpa) |              |               |              |               |         |         |         |
|-------------------|--------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-----------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------|---------|---------|
|                   | TRASDUTTORE 1                  |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |              | MEDIA        |              |                  | TRASDUTTORE 1               |              | TRASDUTTORE 2 |              | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA   |         |
|                   | P1(bar)                        | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)      | P1(bar)      | P2(bar)      |                  | P1(bar)                     | P2(bar)      | P1(bar)       | P2(bar)      | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar) | P2(bar) |
| 2°                | 0,6                            | 28,4        | 0,6           | 28,4        | 0,6           | 28,4         | 0,6          | 28,4         | 1°               | 28,4                        | 0,6          | 28,4          | 0,6          | 28,4          | 0,6     | 28,5    | 0,6     |
|                   | <b>5240</b>                    | <b>5756</b> | <b>2950</b>   | <b>4389</b> | <b>11704</b>  | <b>10972</b> | <b>9489</b>  | <b>10678</b> |                  |                             |              |               |              |               |         |         |         |
| 3°                | 0,5                            | 48,0        | 0,5           | 48,0        | 0,5           | 48,0         | 0,5          | 48,0         | 2°               | 48,7                        | 0,5          | 48,7          | 0,5          | 48,7          | 0,5     | 48,7    | 0,5     |
|                   | <b>7999</b>                    | <b>6122</b> | <b>3592</b>   | <b>5504</b> | <b>20292</b>  | <b>16020</b> | <b>23414</b> | <b>19637</b> |                  |                             |              |               |              |               |         |         |         |
|                   |                                |             |               |             |               |              |              |              | 3°               | 60,6                        | 0,7          | 60,6          | 0,7          | 60,6          | 0,7     | 60,6    | 0,7     |
|                   |                                |             |               |             |               |              |              |              |                  | <b>23641</b>                | <b>12822</b> | <b>11821</b>  | <b>14834</b> |               |         |         |         |



MODULO RICAIVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

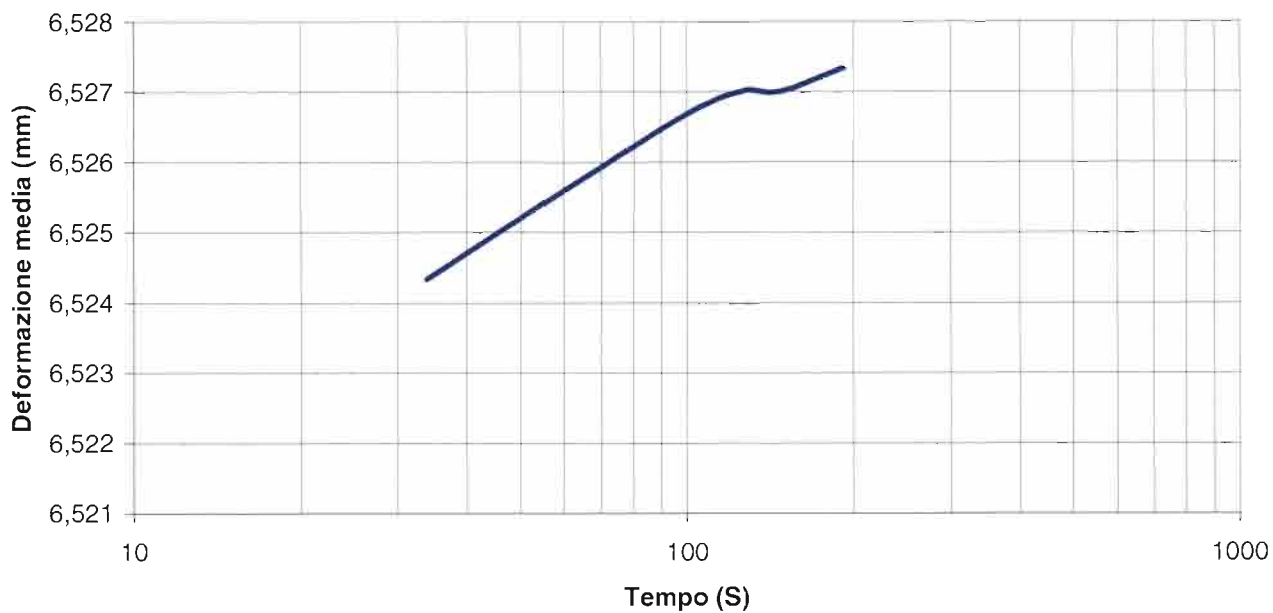
$E_d =$  **1605** Mpa



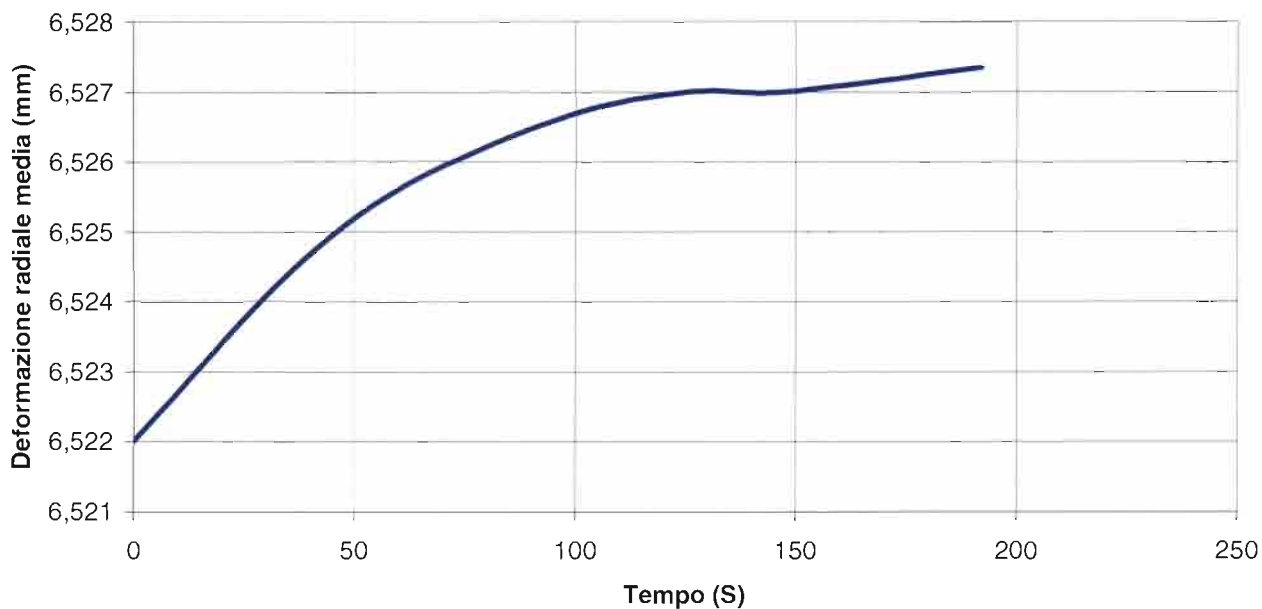


## PROVA DI CREEP

DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA - LOG TEMPO (s)

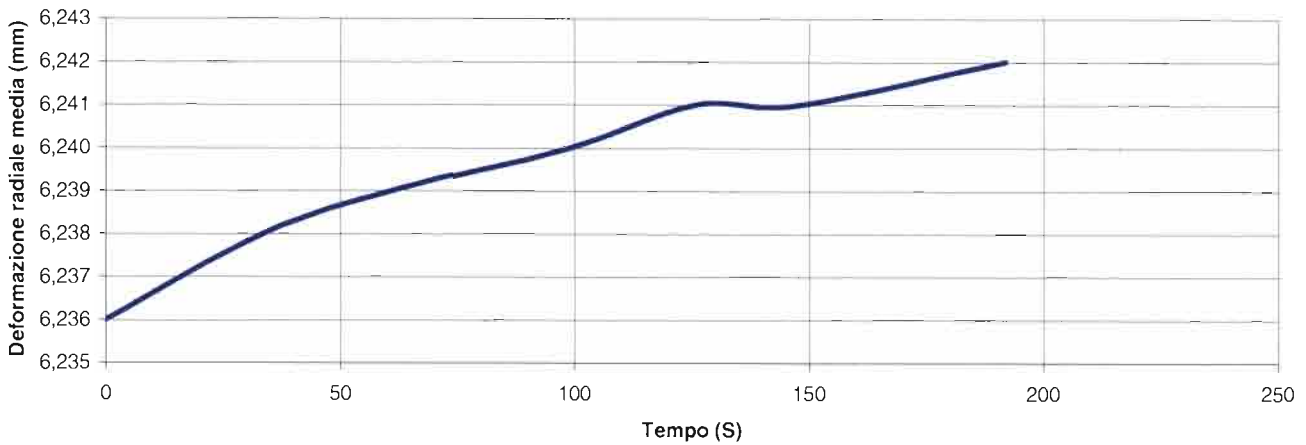


DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA -TEMPO (s)

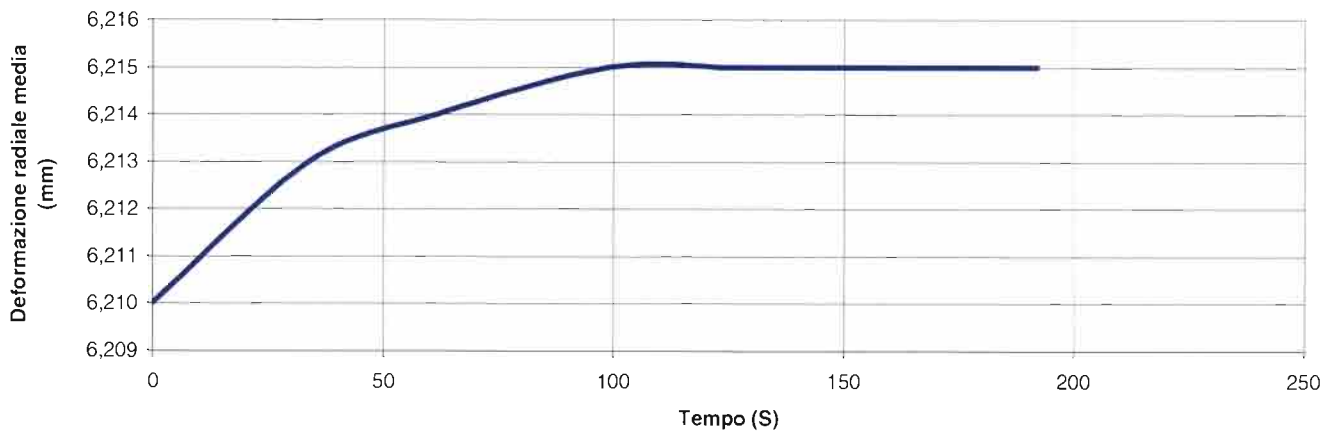


# PROVA DI CREEP

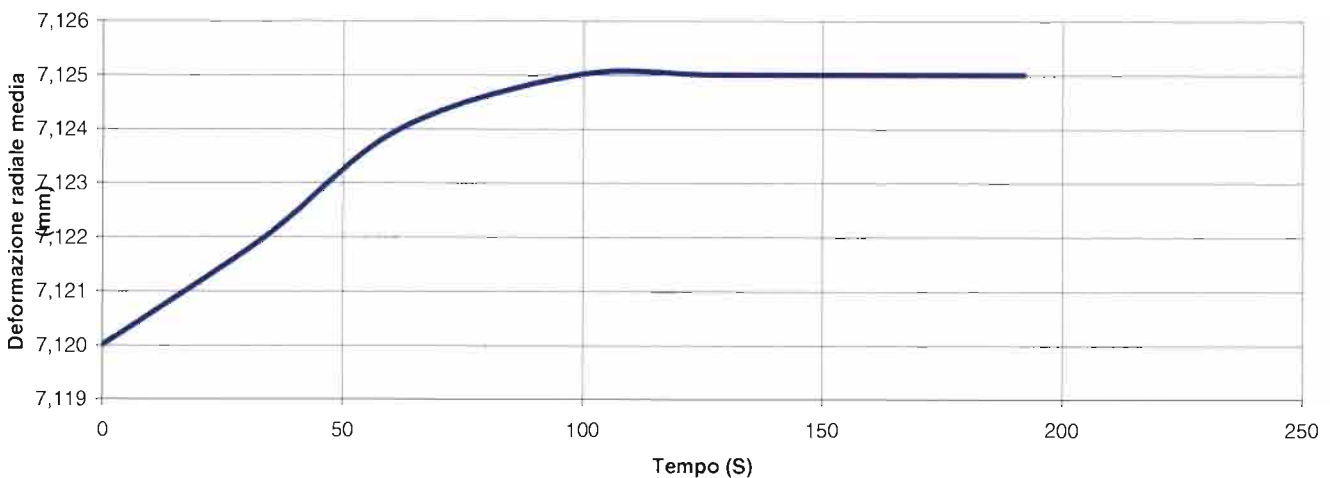
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)





**DATI PROVA**

COMMITTENTE: **ITALFER S.P.A.**

PROF. PROVA (m): **220,0**

LOCALITA': **LAION (BZ)**

DIAMETRO SONDAGGIO (mm): **101,3**

SONDAGGIO: **SPG1**

UTENSILE DI PERFORAZIONE: **CAROTIERE DOPPIO**

PROVA N.: **D2**

INCLINAZIONE (°): **90**

DATA: **16/10/2012**

ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: **DOTT. COLOTTI**

**STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

TIPO STRUMENTO: **DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC**

CENTRAL.ACQUISIZIONE: **LM 99/16 MOD. DMP 02/95**

DIAMETRO GUAINA(mm): **95**

SONDA: **N° 14D01**

TIPO GUAINA:

PRESSIONE MAX. (Mpa):

**DATI LITOLOGICI**

LITOLOGIA: **FILLADI**

RQD (stimato): **0-10 %**

PROFONDITA' FALDA DA p.c.:

GRADO DI ALTERAZIONE:

MODULO DI DEFORMAZIONE:  
CALCOLATO SUL 2° CARICO

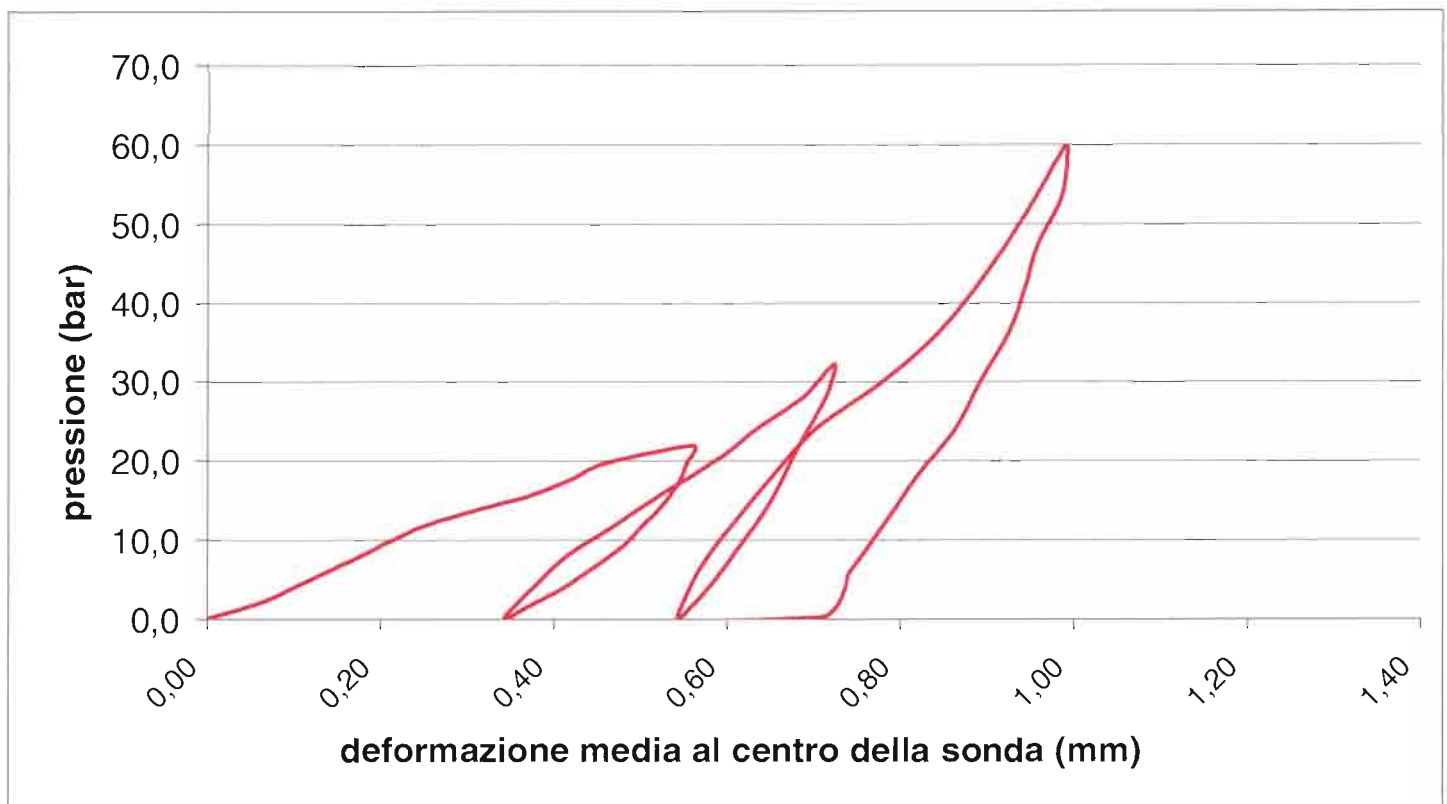
**Ed**  
**1063** Mpa

MODULO ELASTICO:  
CALCOLATO SUL 2° SCARICO

**Ee**  
**2238** Mpa

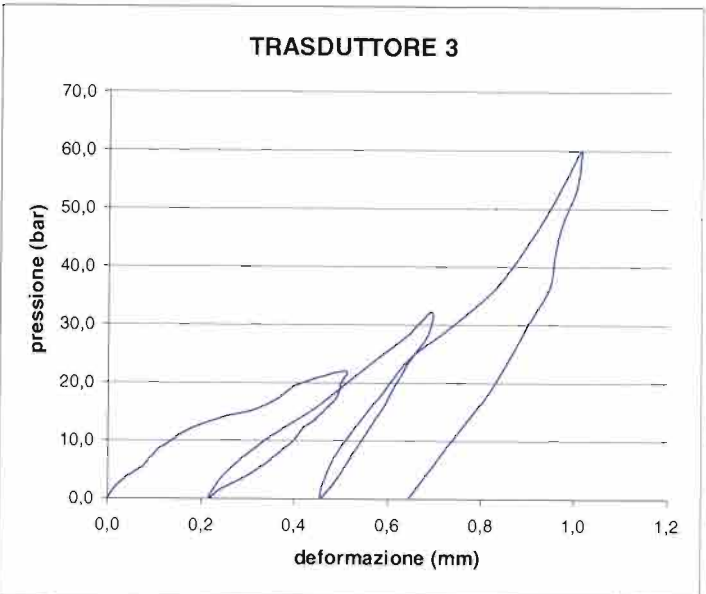
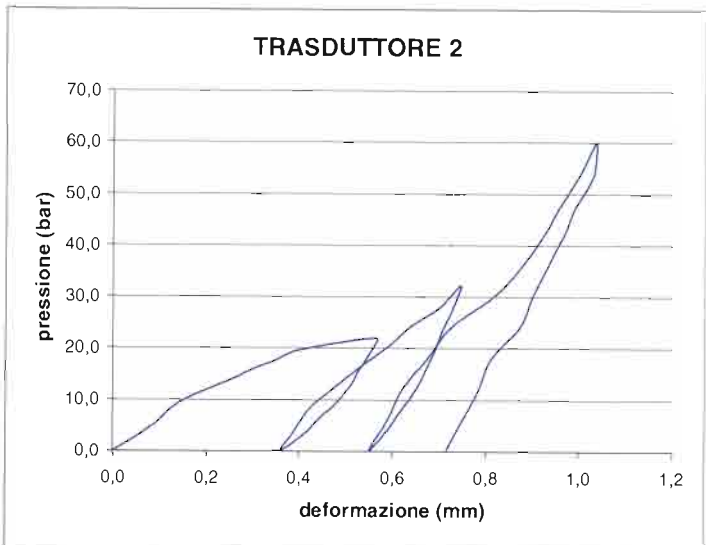
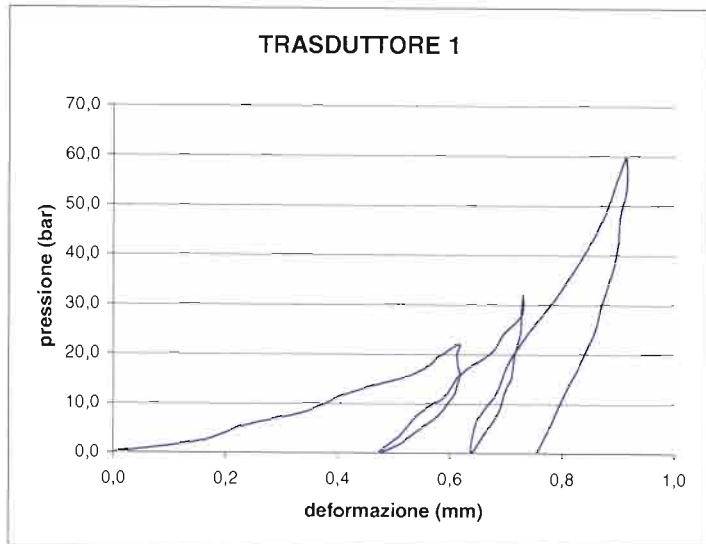
**GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE**

(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)



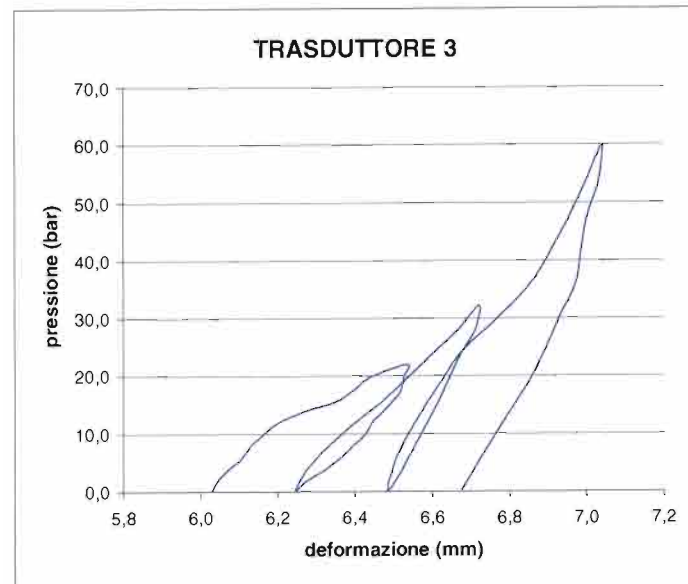
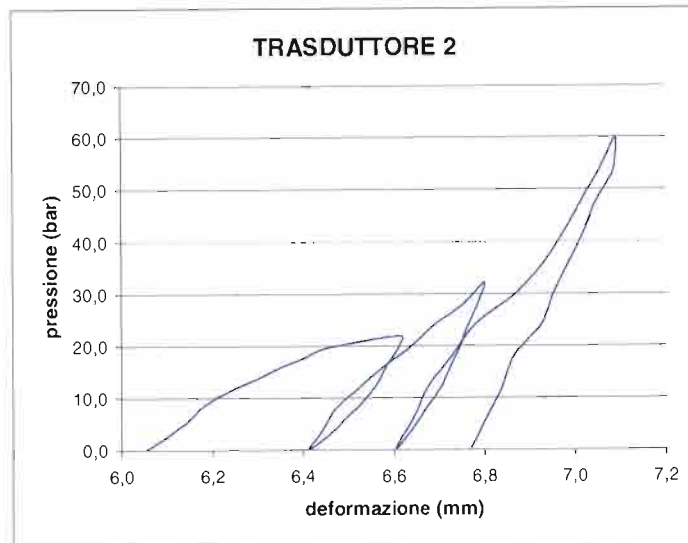
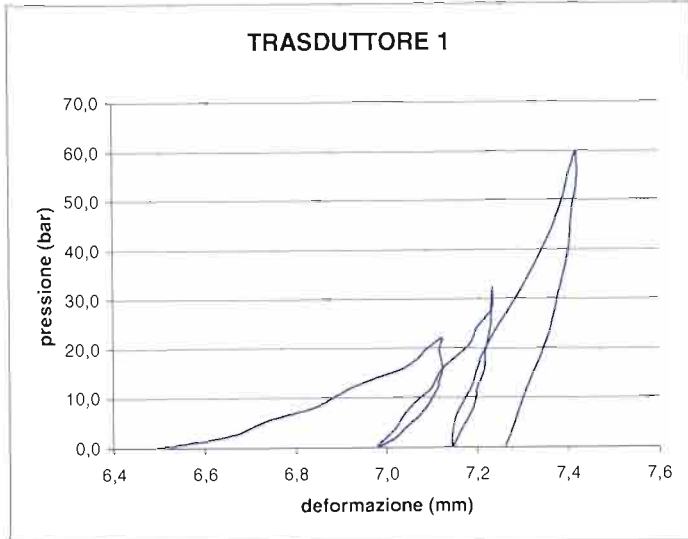
**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI**  
(valori relativi)

| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 20,2            | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000      |
| 0,5         | 22,3            | 0,144         | 0,041         | 0,018         | 0,035      |
| 1,0         | 24,1            | 0,198         | 0,069         | 0,044         | 0,071      |
| 1,5         | 25,6            | 0,234         | 0,092         | 0,074         | 0,105      |
| 2,0         | 28,2            | 0,336         | 0,122         | 0,103         | 0,144      |
| 2,5         | 30,0            | 0,375         | 0,151         | 0,134         | 0,179      |
| 3,0         | 32,0            | 0,413         | 0,198         | 0,172         | 0,226      |
| 3,5         | 34,1            | 0,472         | 0,254         | 0,245         | 0,296      |
| 4,0         | 35,6            | 0,523         | 0,289         | 0,320         | 0,353      |
| 4,5         | 37,6            | 0,559         | 0,344         | 0,368         | 0,405      |
| 5,0         | 39,8            | 0,582         | 0,404         | 0,408         | 0,452      |
| 5,5         | 42,1            | 0,616         | 0,563         | 0,508         | 0,559      |
| 6,0         | 39,9            | 0,612         | 0,557         | 0,499         | 0,552      |
| 6,5         | 37,6            | 0,615         | 0,541         | 0,490         | 0,544      |
| 7,0         | 35,9            | 0,618         | 0,528         | 0,470         | 0,532      |
| 7,5         | 33,7            | 0,612         | 0,516         | 0,441         | 0,514      |
| 8,0         | 32,2            | 0,609         | 0,504         | 0,417         | 0,498      |
| 8,5         | 30,0            | 0,595         | 0,483         | 0,397         | 0,478      |
| 9,0         | 28,3            | 0,583         | 0,466         | 0,370         | 0,457      |
| 9,5         | 26,4            | 0,565         | 0,442         | 0,341         | 0,431      |
| 10,0        | 24,1            | 0,536         | 0,418         | 0,298         | 0,394      |
| 10,5        | 22,0            | 0,513         | 0,389         | 0,245         | 0,349      |
| 11,0        | 20,3            | 0,475         | 0,360         | 0,217         | 0,316      |
| 11,5        | 23,9            | 0,513         | 0,389         | 0,245         | 0,349      |
| 12,0        | 28,1            | 0,545         | 0,418         | 0,304         | 0,399      |
| 12,5        | 31,8            | 0,592         | 0,466         | 0,367         | 0,457      |
| 13,0        | 36,0            | 0,618         | 0,523         | 0,448         | 0,521      |
| 13,5        | 40,4            | 0,675         | 0,591         | 0,516         | 0,587      |
| 14,0        | 44,3            | 0,697         | 0,638         | 0,579         | 0,634      |
| 14,5        | 48,1            | 0,728         | 0,701         | 0,639         | 0,687      |
| 15,0        | 52,3            | 0,730         | 0,746         | 0,694         | 0,723      |
| 15,5        | 48,3            | 0,727         | 0,732         | 0,685         | 0,714      |
| 16,0        | 44,3            | 0,726         | 0,711         | 0,650         | 0,694      |
| 16,5        | 39,6            | 0,715         | 0,691         | 0,615         | 0,671      |
| 17,0        | 35,7            | 0,710         | 0,670         | 0,589         | 0,652      |
| 17,5        | 32,1            | 0,697         | 0,650         | 0,560         | 0,630      |
| 18,0        | 28,3            | 0,686         | 0,620         | 0,528         | 0,604      |
| 18,5        | 24,1            | 0,662         | 0,588         | 0,496         | 0,574      |
| 19,0        | 20,3            | 0,639         | 0,550         | 0,455         | 0,537      |
| 19,5        | 26,4            | 0,647         | 0,590         | 0,480         | 0,564      |
| 20,0        | 32,3            | 0,683         | 0,622         | 0,530         | 0,605      |
| 20,5        | 38,1            | 0,704         | 0,674         | 0,586         | 0,651      |
| 21,0        | 44,3            | 0,739         | 0,727         | 0,648         | 0,702      |
| 21,5        | 50,1            | 0,780         | 0,815         | 0,741         | 0,777      |
| 22,0        | 55,8            | 0,815         | 0,875         | 0,823         | 0,837      |
| 22,5        | 61,7            | 0,847         | 0,921         | 0,880         | 0,882      |
| 23,0        | 68,3            | 0,877         | 0,963         | 0,933         | 0,923      |
| 23,5        | 74,1            | 0,894         | 1,002         | 0,974         | 0,954      |
| 24,0        | 79,8            | 0,912         | 1,033         | 1,010         | 0,982      |
| 24,5        | 79,8            | 0,915         | 1,038         | 1,015         | 0,986      |
| 25,0        | 73,5            | 0,915         | 1,030         | 1,003         | 0,980      |
| 25,5        | 67,6            | 0,903         | 0,991         | 0,974         | 0,954      |
| 26,0        | 62,1            | 0,900         | 0,967         | 0,958         | 0,941      |
| 26,5        | 56,4            | 0,889         | 0,935         | 0,946         | 0,922      |
| 27,0        | 50,2            | 0,871         | 0,900         | 0,901         | 0,890      |
| 27,5        | 44,1            | 0,856         | 0,872         | 0,860         | 0,863      |
| 28,0        | 38,2            | 0,833         | 0,812         | 0,815         | 0,820      |
| 28,5        | 31,9            | 0,804         | 0,784         | 0,754         | 0,780      |
| 29,0        | 25,8            | 0,780         | 0,748         | 0,697         | 0,740      |
| 29,5        | 20,4            | 0,757         | 0,717         | 0,648         | 0,704      |
| 30,0        |                 |               |               |               |            |
| 30,5        |                 |               |               |               |            |
| 31,0        |                 |               |               |               |            |
| 31,5        |                 |               |               |               |            |
| 32,0        |                 |               |               |               |            |
| 32,5        |                 |               |               |               |            |
| 33,0        |                 |               |               |               |            |
| 33,5        |                 |               |               |               |            |
| 34,0        |                 |               |               |               |            |
| 34,5        |                 |               |               |               |            |
| 35,0        |                 |               |               |               |            |
| 35,5        |                 |               |               |               |            |
| 36,0        |                 |               |               |               |            |
| 36,5        |                 |               |               |               |            |



**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI**  
(valori assoluti)

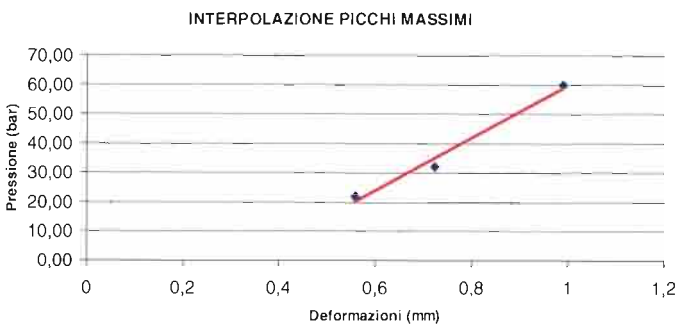
| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 20,2            | 6,506         | 6,054         | 6,030         | 6,189      |
| 0,5         | 22,3            | 6,650         | 6,095         | 6,048         | 6,253      |
| 1,0         | 24,1            | 6,705         | 6,123         | 6,074         | 6,288      |
| 1,5         | 25,6            | 6,741         | 6,146         | 6,104         | 6,317      |
| 2,0         | 28,2            | 6,842         | 6,176         | 6,133         | 6,368      |
| 2,5         | 30,0            | 6,881         | 6,205         | 6,164         | 6,400      |
| 3,0         | 32,0            | 6,919         | 6,252         | 6,202         | 6,442      |
| 3,5         | 34,1            | 6,978         | 6,308         | 6,275         | 6,505      |
| 4,0         | 35,6            | 7,029         | 6,343         | 6,350         | 6,559      |
| 4,5         | 37,6            | 7,065         | 6,398         | 6,398         | 6,606      |
| 5,0         | 39,8            | 7,088         | 6,458         | 6,438         | 6,648      |
| 5,5         | 42,1            | 7,123         | 6,617         | 6,538         | 6,749      |
| 6,0         | 39,9            | 7,118         | 6,611         | 6,529         | 6,743      |
| 6,5         | 37,6            | 7,121         | 6,595         | 6,520         | 6,735      |
| 7,0         | 35,9            | 7,124         | 6,582         | 6,500         | 6,724      |
| 7,5         | 33,7            | 7,118         | 6,570         | 6,471         | 6,708      |
| 8,0         | 32,2            | 7,115         | 6,558         | 6,447         | 6,694      |
| 8,5         | 30,0            | 7,101         | 6,537         | 6,427         | 6,676      |
| 9,0         | 28,3            | 7,089         | 6,520         | 6,400         | 6,656      |
| 9,5         | 26,4            | 7,071         | 6,496         | 6,371         | 6,632      |
| 10,0        | 24,1            | 7,042         | 6,472         | 6,328         | 6,600      |
| 10,5        | 22,0            | 7,019         | 6,443         | 6,275         | 6,564      |
| 11,0        | 20,3            | 6,981         | 6,414         | 6,247         | 6,533      |
| 11,5        | 23,9            | 7,019         | 6,443         | 6,275         | 6,564      |
| 12,0        | 28,1            | 7,051         | 6,472         | 6,334         | 6,605      |
| 12,5        | 31,8            | 7,098         | 6,520         | 6,397         | 6,658      |
| 13,0        | 36,0            | 7,124         | 6,577         | 6,478         | 6,715      |
| 13,5        | 40,4            | 7,181         | 6,645         | 6,546         | 6,779      |
| 14,0        | 44,3            | 7,203         | 6,692         | 6,609         | 6,825      |
| 14,5        | 48,1            | 7,234         | 6,755         | 6,669         | 6,877      |
| 15,0        | 52,3            | 7,236         | 6,800         | 6,724         | 6,913      |
| 15,5        | 48,3            | 7,233         | 6,786         | 6,715         | 6,904      |
| 16,0        | 44,3            | 7,232         | 6,765         | 6,680         | 6,884      |
| 16,5        | 39,6            | 7,221         | 6,745         | 6,645         | 6,861      |
| 17,0        | 35,7            | 7,216         | 6,724         | 6,619         | 6,843      |
| 17,5        | 32,1            | 7,203         | 6,704         | 6,590         | 6,822      |
| 18,0        | 28,3            | 7,192         | 6,674         | 6,558         | 6,797      |
| 18,5        | 24,1            | 7,168         | 6,642         | 6,526         | 6,767      |
| 19,0        | 20,3            | 7,145         | 6,604         | 6,485         | 6,733      |
| 19,5        | 26,4            | 7,153         | 6,644         | 6,510         | 6,758      |
| 20,0        | 32,3            | 7,189         | 6,676         | 6,560         | 6,798      |
| 20,5        | 38,1            | 7,210         | 6,728         | 6,616         | 6,842      |
| 21,0        | 44,3            | 7,245         | 6,781         | 6,678         | 6,893      |
| 21,5        | 50,1            | 7,286         | 6,869         | 6,771         | 6,968      |
| 22,0        | 55,8            | 7,321         | 6,929         | 6,853         | 7,028      |
| 22,5        | 61,7            | 7,353         | 6,975         | 6,910         | 7,074      |
| 23,0        | 68,3            | 7,383         | 7,017         | 6,963         | 7,116      |
| 23,5        | 74,1            | 7,400         | 7,056         | 7,004         | 7,149      |
| 24,0        | 79,8            | 7,418         | 7,087         | 7,040         | 7,178      |
| 24,5        | 79,8            | 7,421         | 7,092         | 7,045         | 7,182      |
| 25,0        | 73,5            | 7,421         | 7,084         | 7,033         | 7,175      |
| 25,5        | 67,6            | 7,409         | 7,045         | 7,004         | 7,148      |
| 26,0        | 62,1            | 7,406         | 7,021         | 6,988         | 7,133      |
| 26,5        | 56,4            | 7,395         | 6,989         | 6,976         | 7,115      |
| 27,0        | 50,2            | 7,377         | 6,954         | 6,931         | 7,082      |
| 27,5        | 44,1            | 7,362         | 6,926         | 6,890         | 7,053      |
| 28,0        | 38,2            | 7,339         | 6,866         | 6,845         | 7,009      |
| 28,5        | 31,9            | 7,310         | 6,838         | 6,784         | 6,969      |
| 29,0        | 25,8            | 7,286         | 6,802         | 6,727         | 6,930      |
| 29,5        | 20,4            | 7,263         | 6,771         | 6,678         | 6,895      |
| 30,0        |                 |               |               |               |            |
| 30,5        |                 |               |               |               |            |
| 31,0        |                 |               |               |               |            |
| 31,5        |                 |               |               |               |            |
| 32,0        |                 |               |               |               |            |
| 32,5        |                 |               |               |               |            |
| 33,0        |                 |               |               |               |            |
| 33,5        |                 |               |               |               |            |
| 34,0        |                 |               |               |               |            |
| 34,5        |                 |               |               |               |            |
| 35,0        |                 |               |               |               |            |
| 35,5        |                 |               |               |               |            |
| 36,0        |                 |               |               |               |            |
| 36,5        |                 |               |               |               |            |



**MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA**

| CICLO DI CARICO | MODULO DI PRIMO CARICO Ed (Mpa) |             |               |             |               |             |            |             | CICLO DI CARICO | MODULO DI DEFORMAZIONE Ed (Mpa) |             |               |             |               |         |         |         |
|-----------------|---------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|-----------------|---------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------|---------|---------|
|                 | TRASDUTTORE 1                   |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |             | MEDIA      |             |                 | TRASDUTTORE 1                   |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA   |         |
|                 | P1(bar)                         | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)    | P2(bar)     |                 | P1(bar)                         | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar) | P2(bar) |
| 2°              | 20,2                            | 32,1        | 20,2          | 32,1        | 20,2          | 32,1        | 20,2       | 32,1        | 1°              | 0,0                             | 21,9        | 0,0           | 21,9        | 0,0           | 21,9    | 0,0     | 21,9    |
|                 | <b>2739</b>                     | <b>972</b>  | <b>846</b>    | <b>1124</b> | <b>450</b>    | <b>492</b>  | <b>546</b> | <b>495</b>  |                 |                                 |             |               |             |               |         |         |         |
| 3°              | 35,6                            | 59,6        | 35,6          | 59,6        | 35,6          | 59,6        | 35,6       | 59,6        | 2°              | 0,1                             | 32,1        | 0,1           | 32,1        | 0,1           | 32,1    | 0,1     | 32,1    |
|                 | <b>3132</b>                     | <b>1923</b> | <b>1625</b>   | <b>2025</b> | <b>1588</b>   | <b>1049</b> | <b>849</b> | <b>1063</b> |                 |                                 |             |               |             |               |         |         |         |
|                 |                                 |             |               |             |               |             |            |             | 3°              | 0,1                             | 59,6        | 0,1           | 59,6        | 0,1           | 59,6    | 0,1     | 59,6    |
|                 |                                 |             |               |             |               |             |            |             |                 | <b>2759</b>                     | <b>1559</b> | <b>1357</b>   | <b>1689</b> |               |         |         |         |

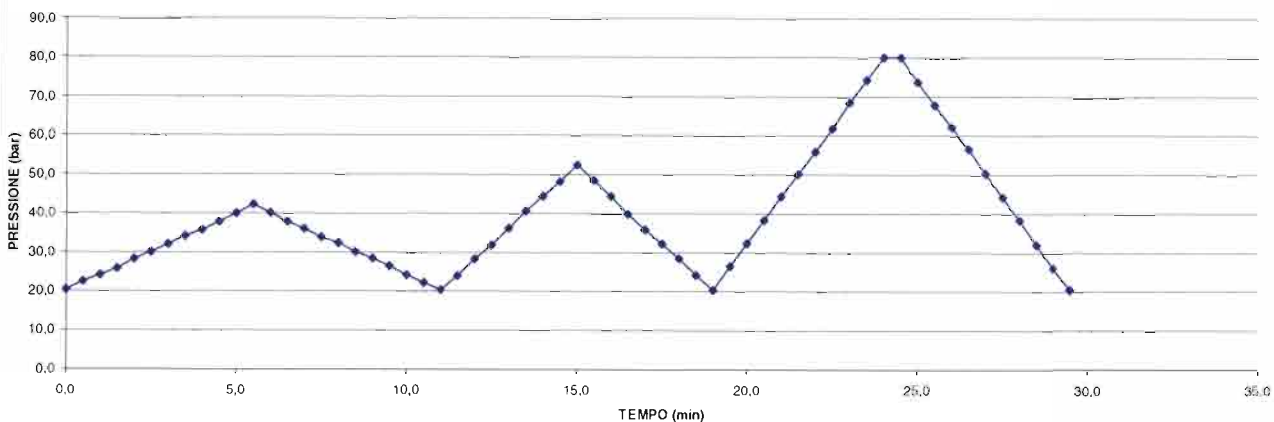
| CICLO DI RICARICO | MODULO DI RICARICO Ed (Mpa) |             |               |             |               |             |             |             | CICLO DI SCARICO | MODULO ELASTICO Ee (Mpa) |             |               |             |               |         |         |         |
|-------------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------|---------|---------|
|                   | TRASDUTTORE 1               |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |             | MEDIA       |             |                  | TRASDUTTORE 1            |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA   |         |
|                   | P1(bar)                     | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)     | P2(bar)     |                  | P1(bar)                  | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar) | P2(bar) |
| 2°                | 0,1                         | 20,2        | 0,1           | 20,2        | 0,1           | 20,2        | 0,1         | 20,2        | 1°               | 21,9                     | 0,1         | 21,9          | 0,1         | 21,9          | 0,1     | 21,9    | 0,1     |
|                   | <b>1272</b>                 | <b>1101</b> | <b>851</b>    | <b>1030</b> | <b>1957</b>   | <b>1359</b> | <b>948</b>  | <b>1272</b> |                  |                          |             |               |             |               |         |         |         |
| 3°                | 0,1                         | 35,6        | 0,1           | 35,6        | 0,1           | 35,6        | 0,1         | 35,6        | 2°               | 32,1                     | 0,1         | 32,1          | 0,1         | 32,1          | 0,1     | 32,1    | 0,1     |
|                   | <b>2553</b>                 | <b>1383</b> | <b>1221</b>   | <b>1518</b> | <b>4451</b>   | <b>2067</b> | <b>1695</b> | <b>2238</b> |                  |                          |             |               |             |               |         |         |         |
|                   |                             |             |               |             |               |             |             |             | 3°               | 59,6                     | 0,2         | 59,6          | 0,2         | 59,6          | 0,2     | 59,6    | 0,2     |
|                   |                             |             |               |             |               |             |             |             |                  | <b>4759</b>              | <b>2342</b> | <b>2049</b>   | <b>2611</b> |               |         |         |         |



MODULO RICAIVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

Ed = **1132** Mpa

DIAGRAMMA PRESSIONE - TEMPO

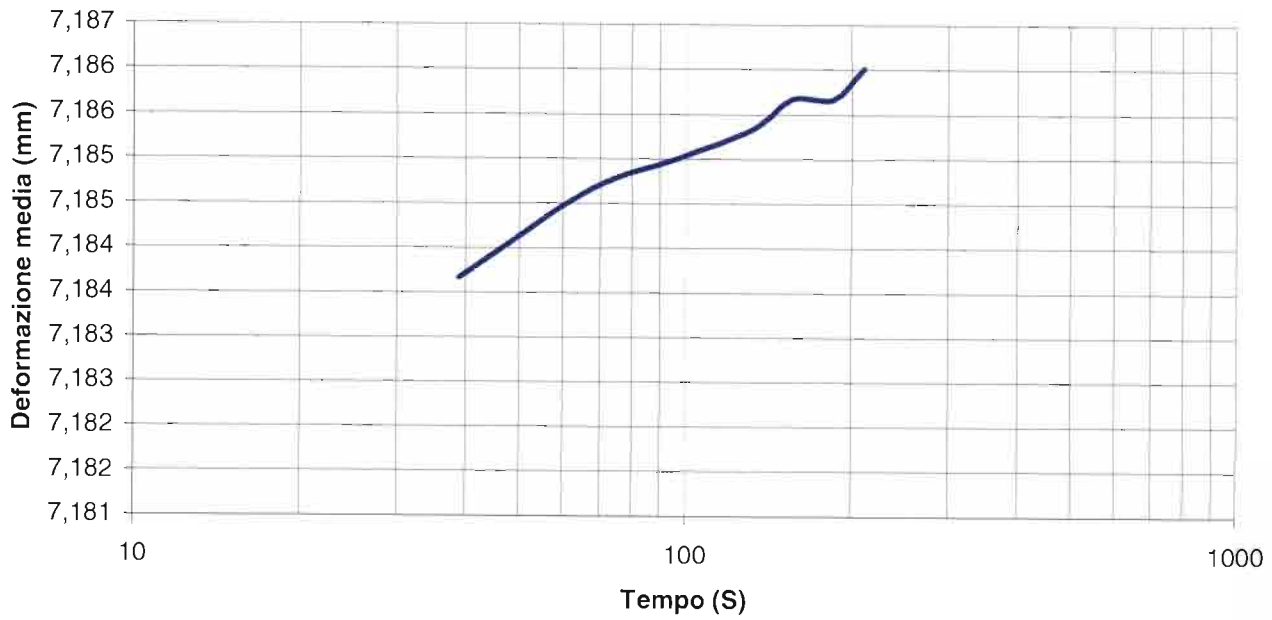




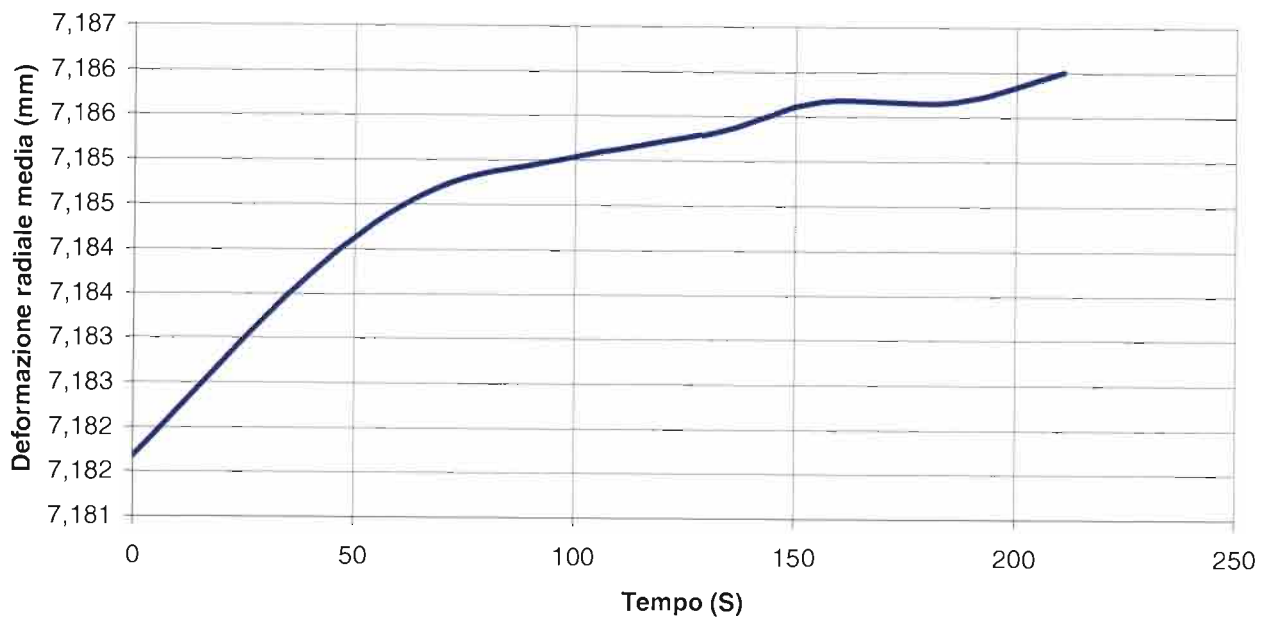


## PROVA DI CREEP

DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA - LOG TEMPO (s)

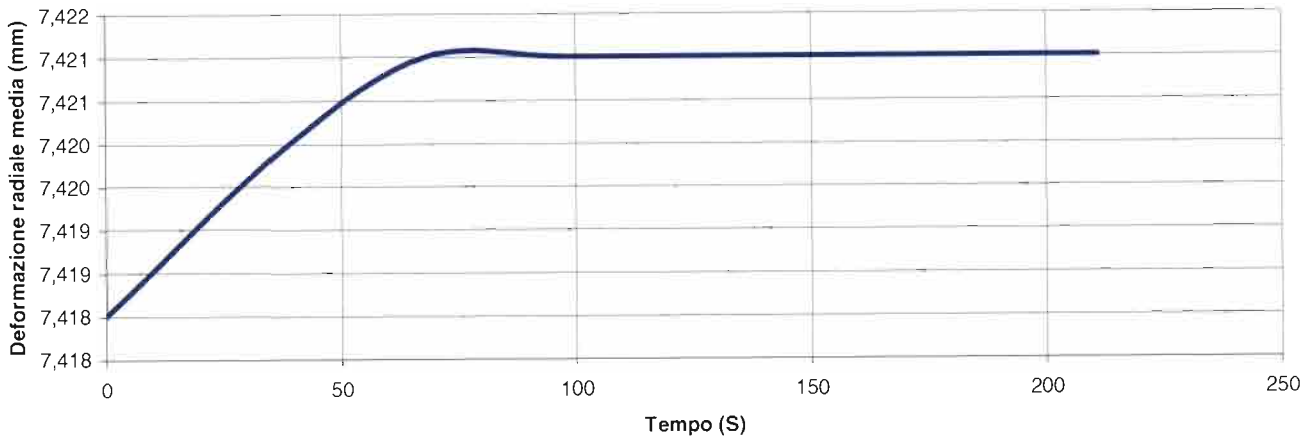


DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA -TEMPO (s)

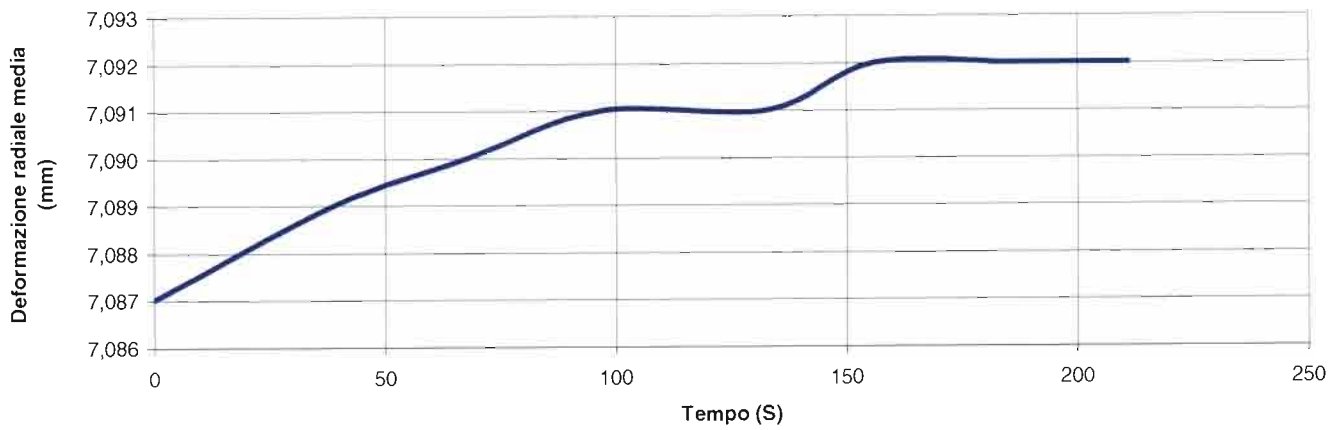


## PROVA DI CREEP

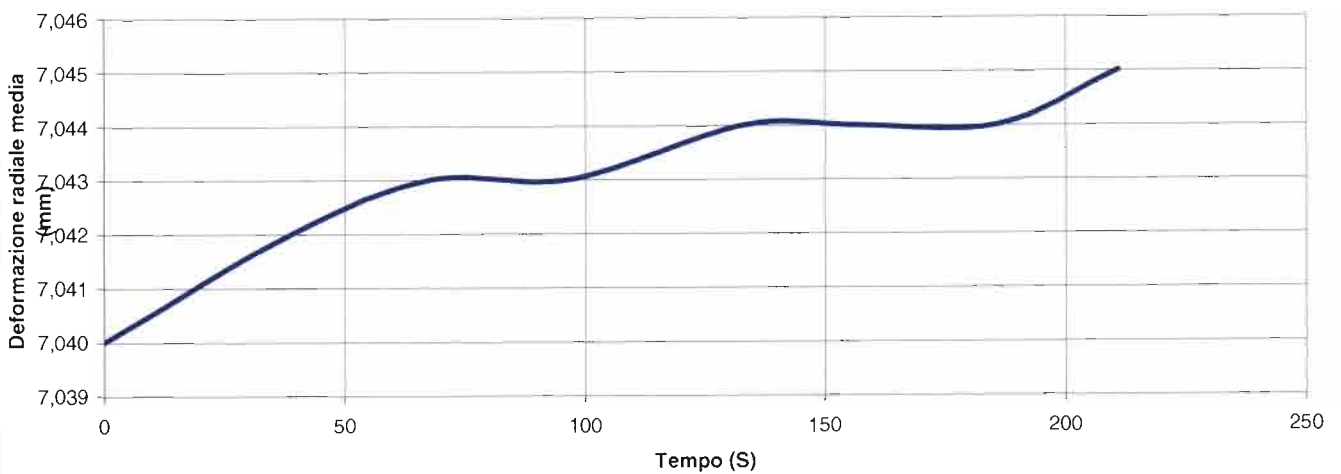
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)



**DATI PROVA**

COMMITTENTE: **ITALFER S.P.A.**

PROF. PROVA (m): **150,0**

LOCALITA': **LAION (BZ)**

DIAMETRO SONDAGGIO (mm): **101,7**

SONDAGGIO: **SPG1**

UTENSILE DI PERFORAZIONE: **CAROTIERE DOPPIO**

PROVA N.: **D3**

INCLINAZIONE (°): **90**

DATA: **16/10/2012**

ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: **DOTT. COLOTTI**

**STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

TIPO STRUMENTO: **DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC**

CENTRAL.ACQUISIZIONE: **LM 99/16 MOD. DMP 02/95**

DIAMETRO GUAINA(mm): **95**

SONDA: **N°14D01**

TIPO GUAINA:

PRESSIONE MAX. (Mpa):

**DATI LITOLOGICI**

LITOLOGIA: **FILLADI**

RQD (stimato): **70-80 %**

PROFONDITA' FALDA DA p.c.:

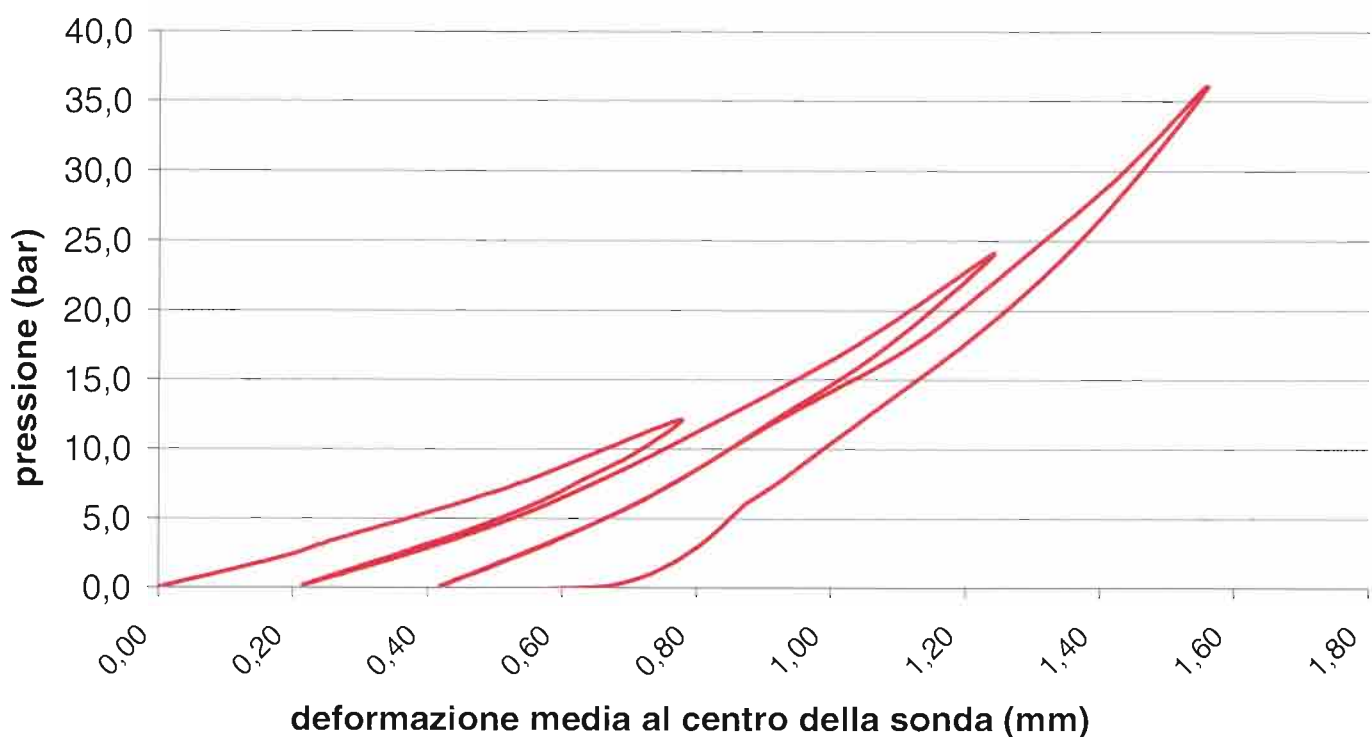
GRADO DI ALTERAZIONE:

MODULO DI DEFORMAZIONE: **Ed**  
**297** Mpa  
CALCOLATO SUL 2°CARICO

MODULO ELASTICO: **Ee**  
**371** Mpa  
CALCOLATO SUL 2°SCARICO

**GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE**

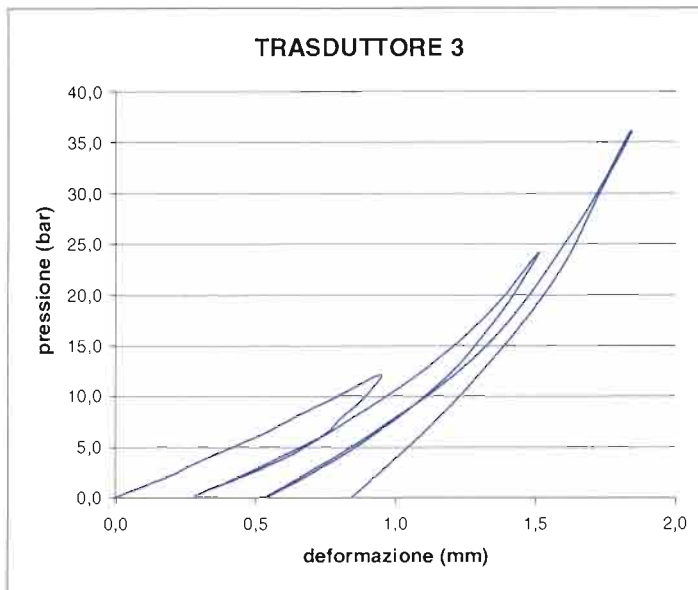
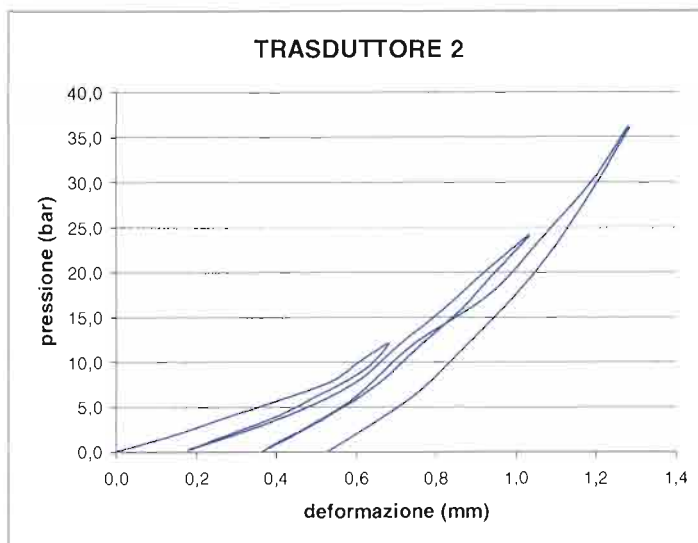
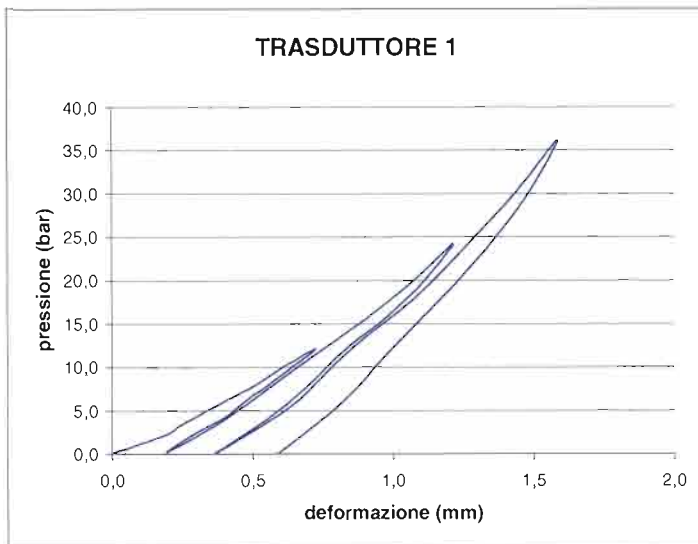
(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)





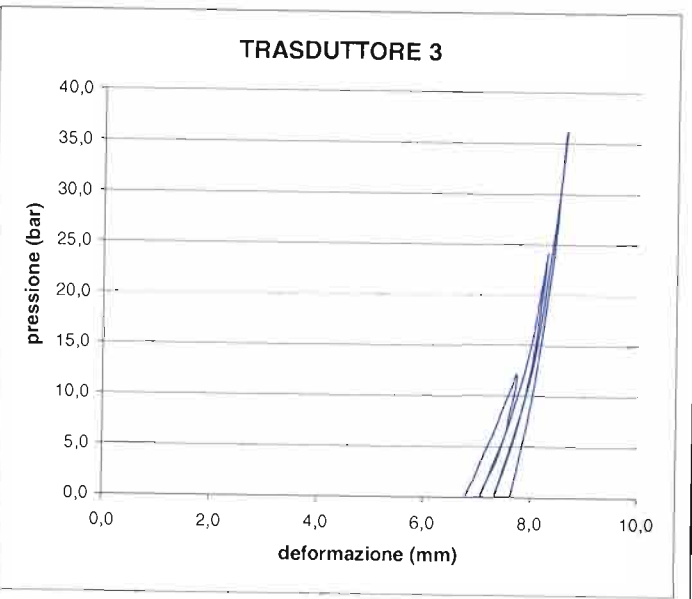
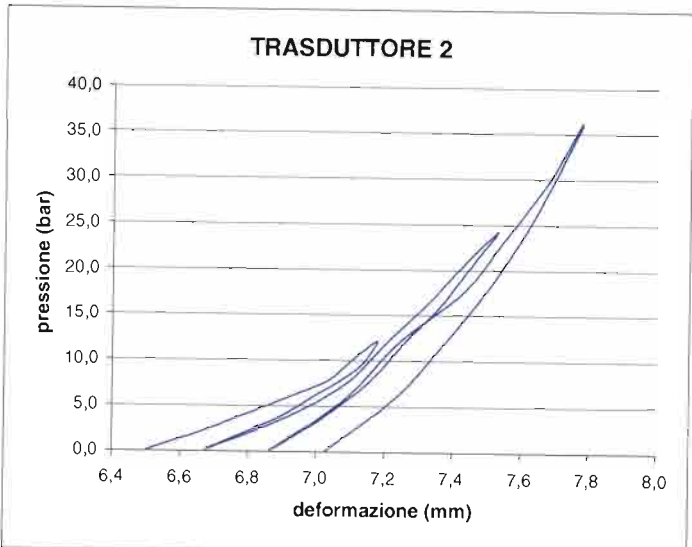
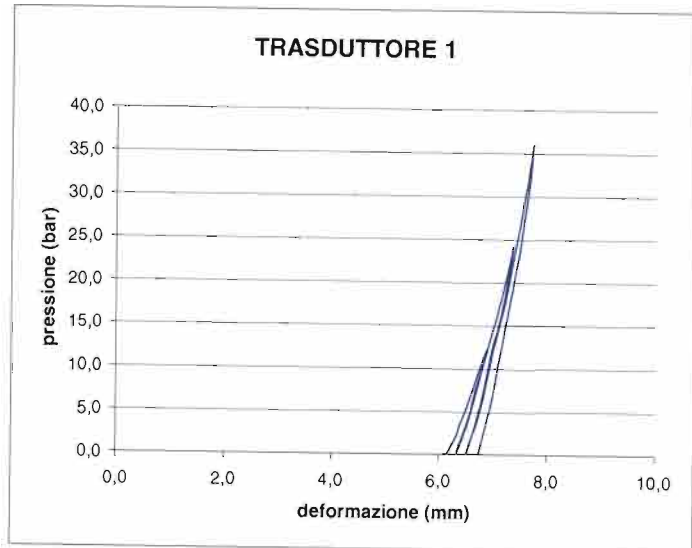
**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI  
(valori relativi)**

| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 8,2             | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000      |
| 0,5         | 10,3            | 0,185         | 0,164         | 0,190         | 0,179      |
| 1,0         | 11,6            | 0,252         | 0,251         | 0,289         | 0,263      |
| 1,5         | 14,4            | 0,414         | 0,442         | 0,522         | 0,455      |
| 2,0         | 16,1            | 0,509         | 0,543         | 0,639         | 0,559      |
| 2,5         | 18,2            | 0,612         | 0,609         | 0,796         | 0,662      |
| 3,0         | 20,3            | 0,726         | 0,682         | 0,948         | 0,770      |
| 3,5         | 17,9            | 0,632         | 0,639         | 0,884         | 0,701      |
| 4,0         | 16,1            | 0,554         | 0,578         | 0,808         | 0,629      |
| 4,5         | 14,4            | 0,484         | 0,503         | 0,744         | 0,556      |
| 5,0         | 12,3            | 0,398         | 0,411         | 0,596         | 0,453      |
| 5,5         | 10,2            | 0,279         | 0,289         | 0,440         | 0,322      |
| 6,0         | 8,4             | 0,197         | 0,183         | 0,286         | 0,214      |
| 6,5         | 12,1            | 0,402         | 0,425         | 0,605         | 0,462      |
| 7,0         | 15,9            | 0,566         | 0,599         | 0,837         | 0,648      |
| 7,5         | 20,1            | 0,743         | 0,709         | 1,070         | 0,813      |
| 8,0         | 24,3            | 0,928         | 0,825         | 1,257         | 0,972      |
| 8,5         | 28,0            | 1,071         | 0,917         | 1,385         | 1,092      |
| 9,0         | 32,3            | 1,215         | 1,033         | 1,513         | 1,223      |
| 9,5         | 28,1            | 1,112         | 0,946         | 1,420         | 1,128      |
| 10,0        | 24,0            | 0,981         | 0,863         | 1,309         | 1,020      |
| 10,5        | 20,3            | 0,833         | 0,766         | 1,193         | 0,897      |
| 11,0        | 15,9            | 0,694         | 0,661         | 1,000         | 0,759      |
| 11,5        | 11,9            | 0,542         | 0,522         | 0,785         | 0,596      |
| 12,0        | 8,3             | 0,369         | 0,366         | 0,545         | 0,412      |
| 12,5        | 13,7            | 0,639         | 0,581         | 0,872         | 0,677      |
| 13,0        | 20,1            | 0,844         | 0,743         | 1,204         | 0,893      |
| 13,5        | 25,7            | 1,066         | 0,934         | 1,408         | 1,103      |
| 14,0        | 31,9            | 1,256         | 1,063         | 1,573         | 1,264      |
| 14,5        | 38,2            | 1,436         | 1,189         | 1,719         | 1,416      |
| 15,0        | 44,2            | 1,583         | 1,279         | 1,836         | 1,532      |
| 15,5        | 44,2            | 1,588         | 1,283         | 1,842         | 1,537      |
| 16,0        | 38,1            | 1,483         | 1,203         | 1,726         | 1,439      |
| 16,5        | 31,8            | 1,335         | 1,109         | 1,617         | 1,322      |
| 17,0        | 26,2            | 1,177         | 1,010         | 1,478         | 1,192      |
| 17,5        | 19,8            | 0,982         | 0,871         | 1,282         | 1,018      |
| 18,0        | 14,2            | 0,823         | 0,738         | 1,085         | 0,859      |
| 18,5        | 8,2             | 0,591         | 0,529         | 0,844         | 0,629      |
| 19,0        |                 |               |               |               |            |
| 19,5        |                 |               |               |               |            |
| 20,0        |                 |               |               |               |            |
| 20,5        |                 |               |               |               |            |
| 21,0        |                 |               |               |               |            |
| 21,5        |                 |               |               |               |            |
| 22,0        |                 |               |               |               |            |
| 22,5        |                 |               |               |               |            |
| 23,0        |                 |               |               |               |            |
| 23,5        |                 |               |               |               |            |
| 24,0        |                 |               |               |               |            |
| 24,5        |                 |               |               |               |            |
| 25,0        |                 |               |               |               |            |
| 25,5        |                 |               |               |               |            |
| 26,0        |                 |               |               |               |            |
| 26,5        |                 |               |               |               |            |
| 27,0        |                 |               |               |               |            |
| 27,5        |                 |               |               |               |            |
| 28,0        |                 |               |               |               |            |
| 28,5        |                 |               |               |               |            |
| 29,0        |                 |               |               |               |            |
| 29,5        |                 |               |               |               |            |
| 30,0        |                 |               |               |               |            |
| 30,5        |                 |               |               |               |            |
| 31,0        |                 |               |               |               |            |
| 31,5        |                 |               |               |               |            |
| 32,0        |                 |               |               |               |            |
| 32,5        |                 |               |               |               |            |
| 33,0        |                 |               |               |               |            |
| 33,5        |                 |               |               |               |            |
| 34,0        |                 |               |               |               |            |
| 34,5        |                 |               |               |               |            |
| 35,0        |                 |               |               |               |            |
| 35,5        |                 |               |               |               |            |
| 36,0        |                 |               |               |               |            |
| 36,5        |                 |               |               |               |            |



**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI**  
(valori assoluti)

| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 8,2             | 6,148         | 6,497         | 6,800         | 6,471      |
| 0,5         | 10,3            | 6,333         | 6,661         | 6,990         | 6,651      |
| 1,0         | 11,6            | 6,400         | 6,748         | 7,089         | 6,734      |
| 1,5         | 14,4            | 6,562         | 6,939         | 7,322         | 6,927      |
| 2,0         | 16,1            | 6,657         | 7,040         | 7,439         | 7,031      |
| 2,5         | 18,2            | 6,760         | 7,106         | 7,596         | 7,138      |
| 3,0         | 20,3            | 6,874         | 7,179         | 7,748         | 7,249      |
| 3,5         | 17,9            | 6,780         | 7,136         | 7,684         | 7,181      |
| 4,0         | 16,1            | 6,702         | 7,075         | 7,608         | 7,109      |
| 4,5         | 14,4            | 6,632         | 7,000         | 7,544         | 7,039      |
| 5,0         | 12,3            | 6,546         | 6,908         | 7,396         | 6,933      |
| 5,5         | 10,2            | 6,427         | 6,786         | 7,240         | 6,802      |
| 6,0         | 8,4             | 6,345         | 6,680         | 7,086         | 6,690      |
| 6,5         | 12,1            | 6,550         | 6,922         | 7,405         | 6,942      |
| 7,0         | 15,9            | 6,714         | 7,096         | 7,637         | 7,129      |
| 7,5         | 20,1            | 6,891         | 7,206         | 7,870         | 7,300      |
| 8,0         | 24,3            | 7,076         | 7,322         | 8,057         | 7,462      |
| 8,5         | 28,0            | 7,219         | 7,414         | 8,185         | 7,584      |
| 9,0         | 32,3            | 7,363         | 7,530         | 8,313         | 7,714      |
| 9,5         | 28,1            | 7,260         | 7,443         | 8,220         | 7,619      |
| 10,0        | 24,0            | 7,129         | 7,360         | 8,109         | 7,510      |
| 10,5        | 20,3            | 6,981         | 7,263         | 7,993         | 7,388      |
| 11,0        | 15,9            | 6,842         | 7,158         | 7,800         | 7,245      |
| 11,5        | 11,9            | 6,690         | 7,019         | 7,585         | 7,079      |
| 12,0        | 8,3             | 6,517         | 6,863         | 7,345         | 6,892      |
| 12,5        | 13,7            | 6,787         | 7,078         | 7,672         | 7,160      |
| 13,0        | 20,1            | 6,992         | 7,240         | 8,004         | 7,388      |
| 13,5        | 25,7            | 7,214         | 7,431         | 8,208         | 7,594      |
| 14,0        | 31,9            | 7,404         | 7,560         | 8,373         | 7,757      |
| 14,5        | 38,2            | 7,584         | 7,686         | 8,519         | 7,908      |
| 15,0        | 44,2            | 7,731         | 7,776         | 8,636         | 8,027      |
| 15,5        | 44,2            | 7,736         | 7,780         | 8,642         | 8,032      |
| 16,0        | 38,1            | 7,631         | 7,700         | 8,526         | 7,932      |
| 16,5        | 31,8            | 7,483         | 7,606         | 8,417         | 7,814      |
| 17,0        | 26,2            | 7,325         | 7,507         | 8,278         | 7,682      |
| 17,5        | 19,8            | 7,130         | 7,368         | 8,082         | 7,506      |
| 18,0        | 14,2            | 6,971         | 7,235         | 7,885         | 7,344      |
| 18,5        | 8,2             | 6,739         | 7,026         | 7,644         | 7,117      |
| 19,0        |                 |               |               |               |            |
| 19,5        |                 |               |               |               |            |
| 20,0        |                 |               |               |               |            |
| 20,5        |                 |               |               |               |            |
| 21,0        |                 |               |               |               |            |
| 21,5        |                 |               |               |               |            |
| 22,0        |                 |               |               |               |            |
| 22,5        |                 |               |               |               |            |
| 23,0        |                 |               |               |               |            |
| 23,5        |                 |               |               |               |            |
| 24,0        |                 |               |               |               |            |
| 24,5        |                 |               |               |               |            |
| 25,0        |                 |               |               |               |            |
| 25,5        |                 |               |               |               |            |
| 26,0        |                 |               |               |               |            |
| 26,5        |                 |               |               |               |            |
| 27,0        |                 |               |               |               |            |
| 27,5        |                 |               |               |               |            |
| 28,0        |                 |               |               |               |            |
| 28,5        |                 |               |               |               |            |
| 29,0        |                 |               |               |               |            |
| 29,5        |                 |               |               |               |            |
| 30,0        |                 |               |               |               |            |
| 30,5        |                 |               |               |               |            |
| 31,0        |                 |               |               |               |            |
| 31,5        |                 |               |               |               |            |
| 32,0        |                 |               |               |               |            |
| 32,5        |                 |               |               |               |            |
| 33,0        |                 |               |               |               |            |
| 33,5        |                 |               |               |               |            |
| 34,0        |                 |               |               |               |            |
| 34,5        |                 |               |               |               |            |
| 35,0        |                 |               |               |               |            |
| 35,5        |                 |               |               |               |            |
| 36,0        |                 |               |               |               |            |
| 36,5        |                 |               |               |               |            |

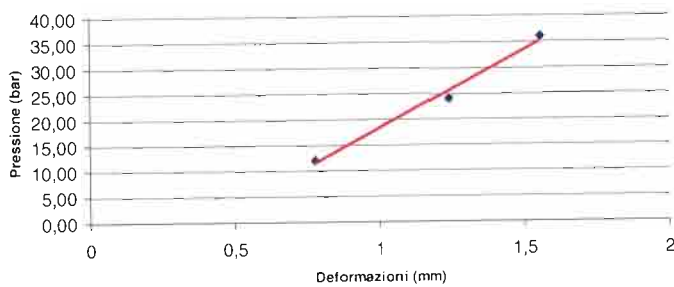


**MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA**

| CICLO DI CARICO | MODULO DI PRIMO CARICO Ed (Mpa) |            |               |            |               |            |            |            | CICLO DI CARICO | MODULO DI DEFORMAZIONE Ed (Mpa) |            |               |            |               |         |         |         |
|-----------------|---------------------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|------------|------------|-----------------|---------------------------------|------------|---------------|------------|---------------|---------|---------|---------|
|                 | TRASDUTTORE 1                   |            | TRASDUTTORE 2 |            | TRASDUTTORE 3 |            | MEDIA      |            |                 | TRASDUTTORE 1                   |            | TRASDUTTORE 2 |            | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA   |         |
|                 | P1(bar)                         | P2(bar)    | P1(bar)       | P2(bar)    | P1(bar)       | P2(bar)    | P1(bar)    | P2(bar)    |                 | P1(bar)                         | P2(bar)    | P1(bar)       | P2(bar)    | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar) | P2(bar) |
| 2°              | 11,9                            | 24,1       | 11,9          | 24,1       | 11,9          | 24,1       | 11,9       | 24,1       | 1°              | 0,0                             | 12,1       | 0,0           | 12,1       | 0,0           | 12,1    | 0,0     | 12,1    |
|                 | <b>328</b>                      | <b>478</b> | <b>350</b>    | <b>374</b> | <b>212</b>    | <b>225</b> | <b>162</b> | <b>197</b> |                 |                                 |            |               |            |               |         |         |         |
| 3°              | 23,7                            | 36,0       | 23,7          | 36,0       | 23,7          | 36,0       | 23,7       | 36,0       | 2°              | 0,2                             | 24,1       | 0,2           | 24,1       | 0,2           | 24,1    | 0,2     | 24,1    |
|                 | <b>478</b>                      | <b>724</b> | <b>594</b>    | <b>579</b> | <b>298</b>    | <b>357</b> | <b>248</b> | <b>297</b> |                 |                                 |            |               |            |               |         |         |         |
|                 |                                 |            |               |            |               |            |            |            | 3°              | 0,1                             | 36,0       | 0,1           | 36,0       | 0,1           | 36,0    | 0,1     | 36,0    |
|                 |                                 |            |               |            |               |            |            |            |                 | <b>376</b>                      | <b>500</b> | <b>353</b>    | <b>402</b> |               |         |         |         |

| CICLO DI RICARICO | MODULO DI RICARICO Ed (Mpa) |            |               |            |               |            |            |            | CICLO DI SCARICO | MODULO ELASTICO Ee (Mpa) |            |               |            |               |         |         |         |      |
|-------------------|-----------------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------------|--------------------------|------------|---------------|------------|---------------|---------|---------|---------|------|
|                   | TRASDUTTORE 1               |            | TRASDUTTORE 2 |            | TRASDUTTORE 3 |            | MEDIA      |            |                  | TRASDUTTORE 1            |            | TRASDUTTORE 2 |            | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA   |         |      |
|                   | P1(bar)                     | P2(bar)    | P1(bar)       | P2(bar)    | P1(bar)       | P2(bar)    | P1(bar)    | P2(bar)    |                  | P1(bar)                  | P2(bar)    | P1(bar)       | P2(bar)    | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar) | P2(bar) |      |
| 2°                | 0,2                         | 11,9       | 0,2           | 11,9       | 0,2           | 11,9       | 0,2        | 11,9       | 1°               | 12,1                     | 0,2        | 12,1          | 0,2        | 12,1          | 0,2     | 12,1    | 0,2     | 12,1 |
|                   | <b>272</b>                  | <b>283</b> | <b>190</b>    | <b>244</b> | <b>286</b>    | <b>303</b> | <b>228</b> | <b>270</b> |                  |                          |            |               |            |               |         |         |         |      |
| 3°                | 0,1                         | 23,7       | 0,1           | 23,7       | 0,1           | 23,7       | 0,1        | 23,7       | 2°               | 24,1                     | 0,1        | 24,1          | 0,1        | 24,1          | 0,1     | 24,1    | 0,1     | 24,1 |
|                   | <b>338</b>                  | <b>430</b> | <b>292</b>    | <b>347</b> | <b>361</b>    | <b>457</b> | <b>315</b> | <b>371</b> |                  |                          |            |               |            |               |         |         |         |      |
|                   |                             |            |               |            |               |            |            |            | 3°               | 36,0                     | 0,0        | 36,0          | 0,0        | 36,0          | 0,0     | 36,0    | 0,0     | 36,0 |
|                   |                             |            |               |            |               |            |            |            |                  | <b>459</b>               | <b>607</b> | <b>458</b>    | <b>500</b> |               |         |         |         |      |

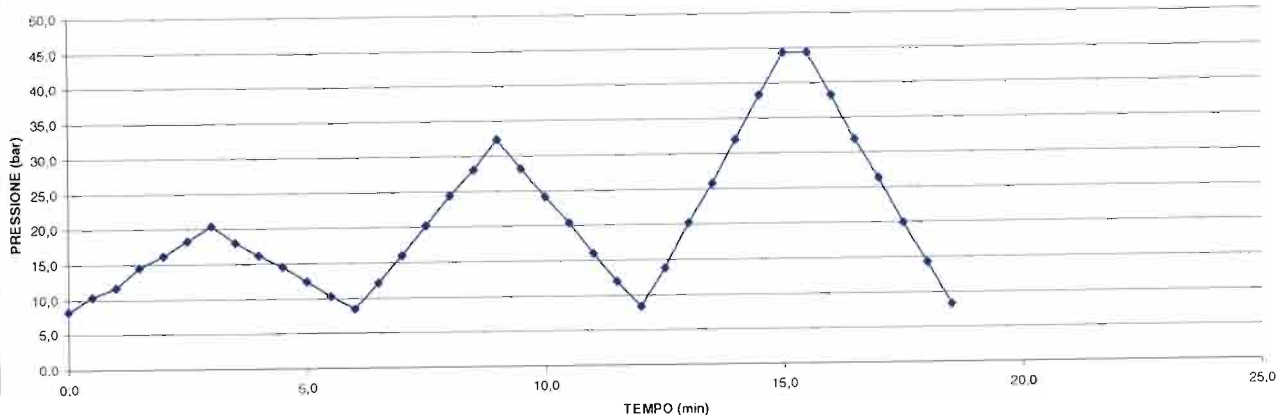
INTERPOLAZIONE PICCHI MASSIMI



MODULO RICAIVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

$E_d =$  **386**  $\text{Mpa}$

DIAGRAMMA PRESSIONE - TEMPO

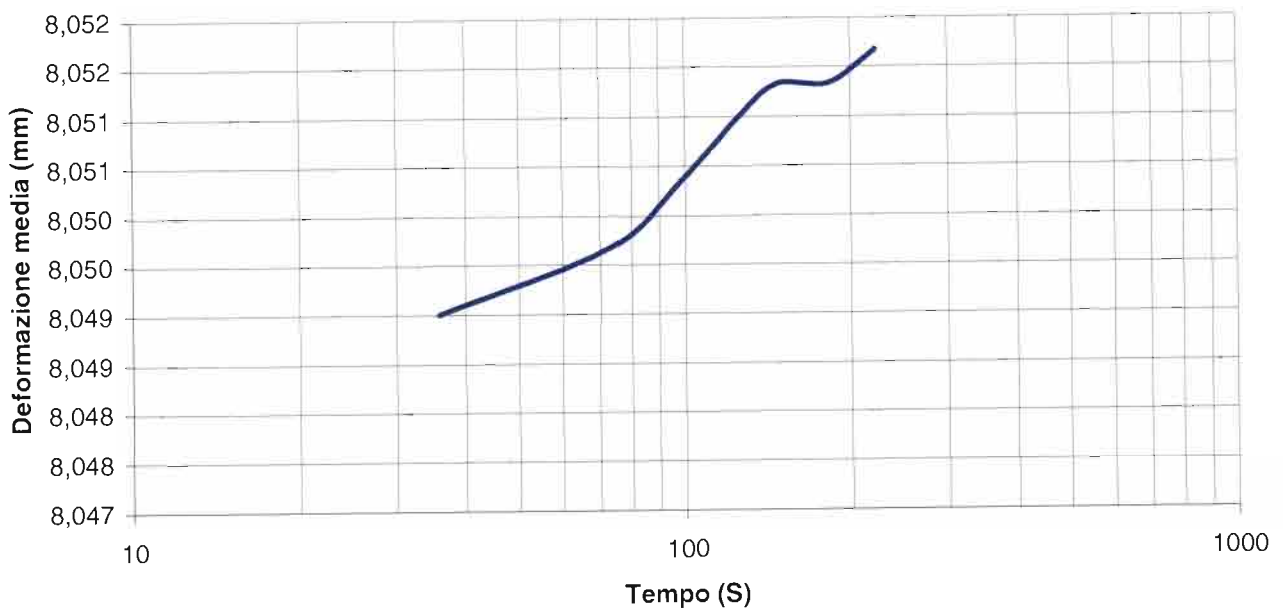




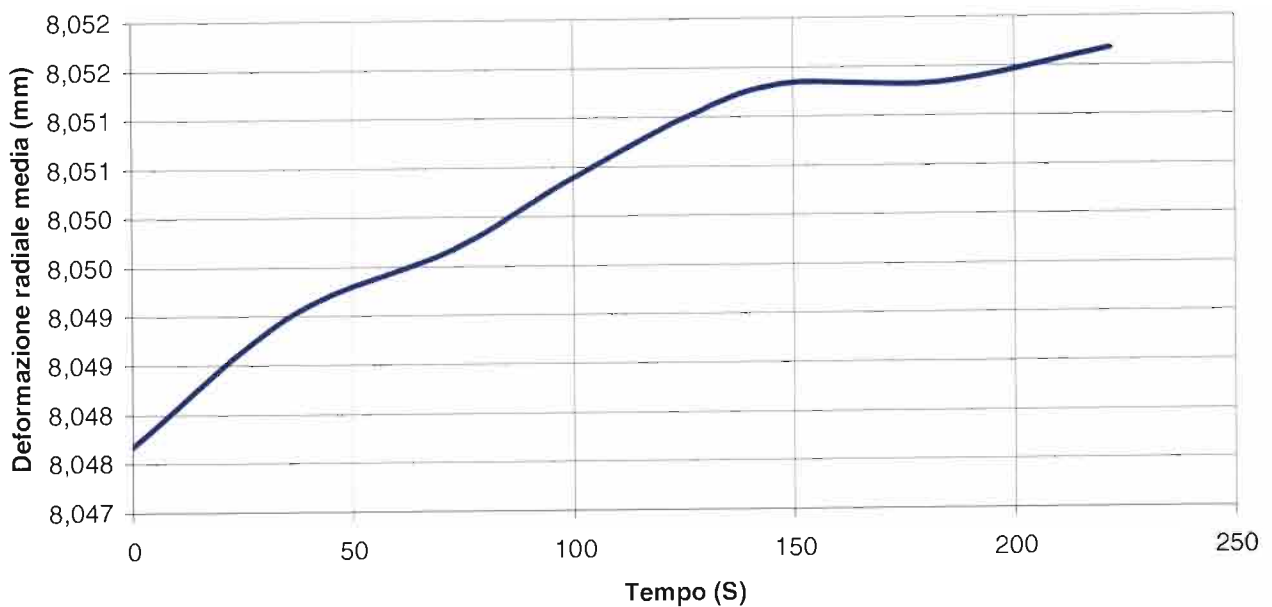


## PROVA DI CREEP

DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA - LOG TEMPO (s)

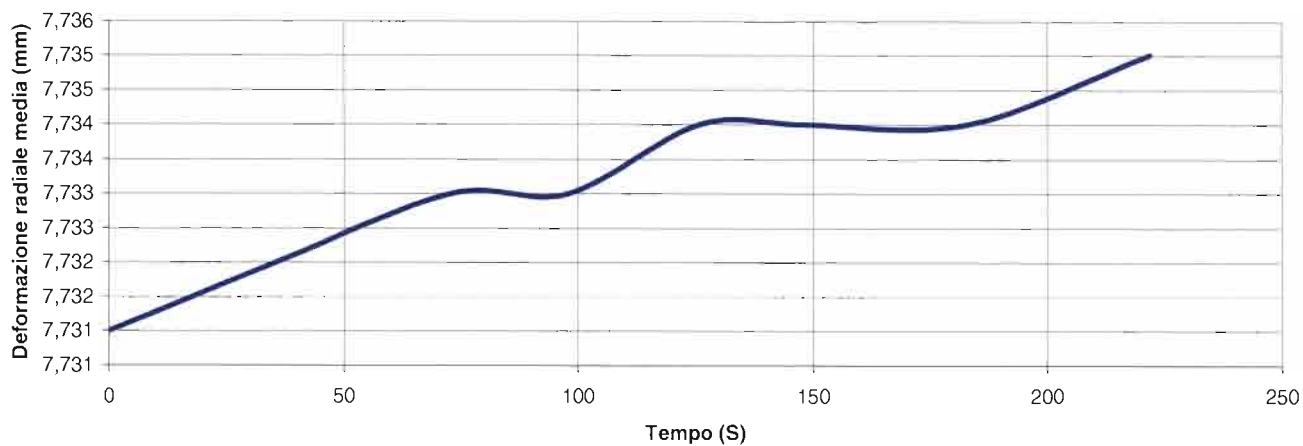


DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA -TEMPO (s)

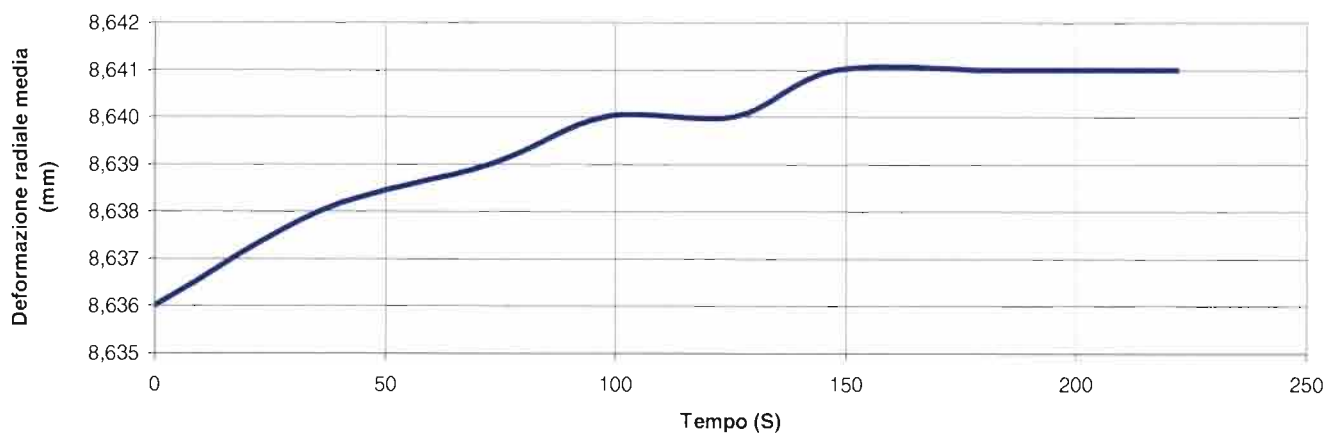


# PROVA DI CREEP

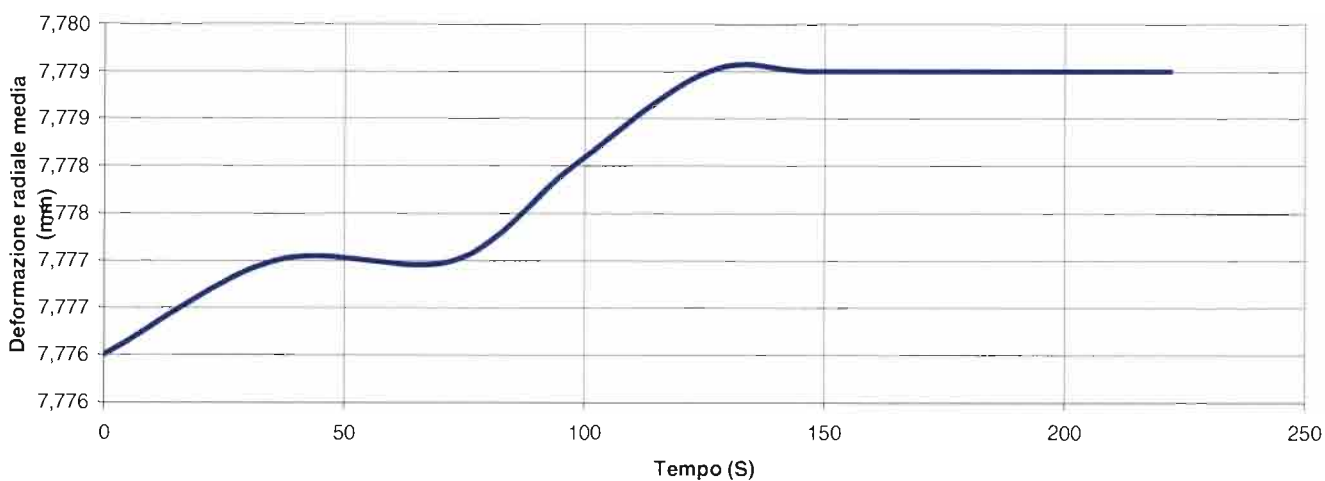
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)



**DATI PROVA**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| COMMITTENTE: <b>ITALFER S.P.A.</b> | PROF. PROVA (m): <b>101,0</b>                     |
| LOCALITA': <b>LAION (BZ)</b>       | DIAMETRO SONDAGGIO (mm): <b>101,2</b>             |
| SONDAGGIO: <b>SPG1</b>             | UTENSILE DI PERFORAZIONE: <b>CAROTIERE DOPPIO</b> |
| PROVA N.: <b>D4</b>                | INCLINAZIONE (°): <b>90</b>                       |
| DATA: <b>17/09/2012</b>            | ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: <b>DOTT. COLOTTI</b>  |

**STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

|   |  |
|---|--|
| TIPO STRUMENTO: <b>DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC</b> | CENTRAL.ACQUISIZIONE: <b>LM 99/16 MOD. DMP 02/95</b> |
| DIAMETRO GUAINA(mm): <b>95</b>                        | SONDA: <b>N° 14D01</b>                               |
| TIPO GUAINA:  |  |
| PRESSIONE MAX. (Mpa):                                 |  |

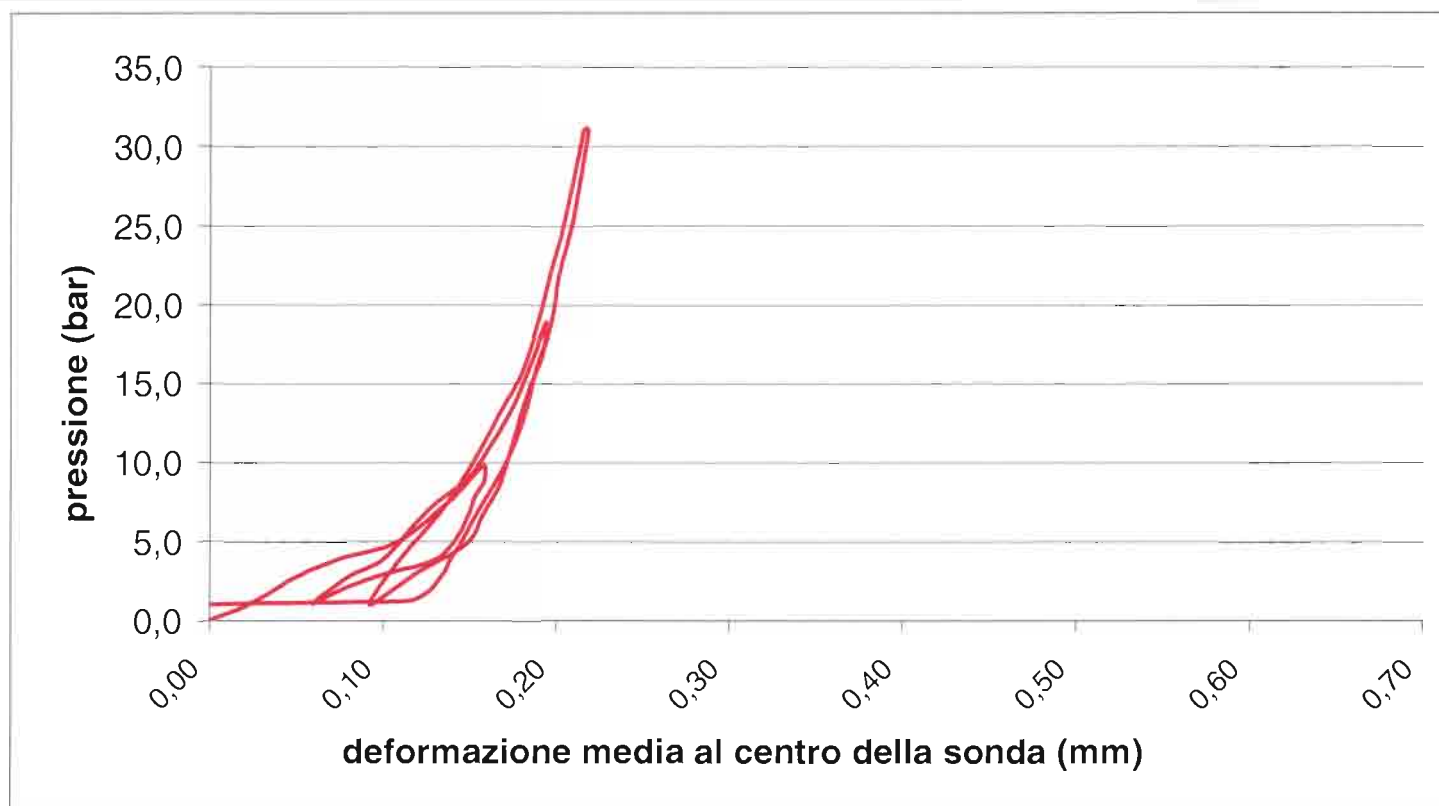
**DATI LITOLOGICI**

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| LITOLOGIA: <b>FILLADI</b>  | RQD (stimato): % |
| PROFONDITA' FALDA DA p.c.: |                  |
| GRADO DI ALTERAZIONE:      |                  |

|                         |             |     |                         |             |     |
|-------------------------|-------------|-----|-------------------------|-------------|-----|
|                         | <b>Ed</b>   |     | <b>Ee</b>               |             |     |
| MODULO DI DEFORMAZIONE: | <b>1681</b> | Mpa | MODULO ELASTICO:        | <b>2221</b> | Mpa |
| CALCOLATO SUL 2°CARICO  |             |     | CALCOLATO SUL 2°SCARICO |             |     |

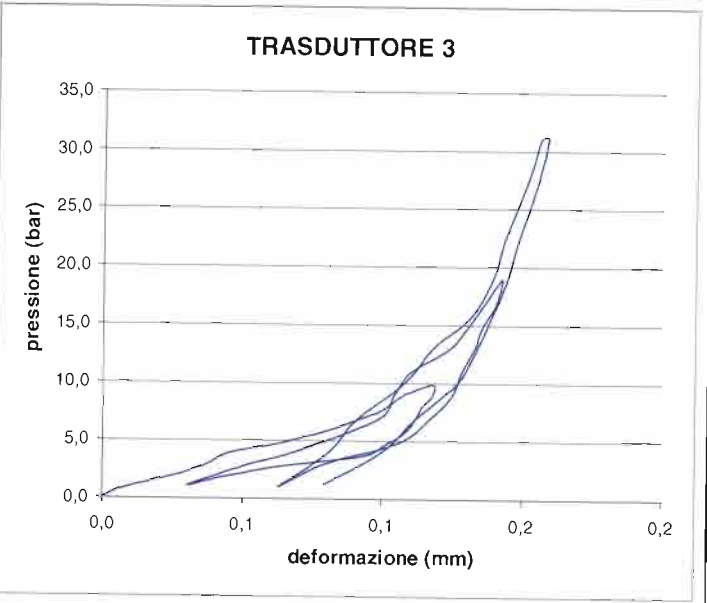
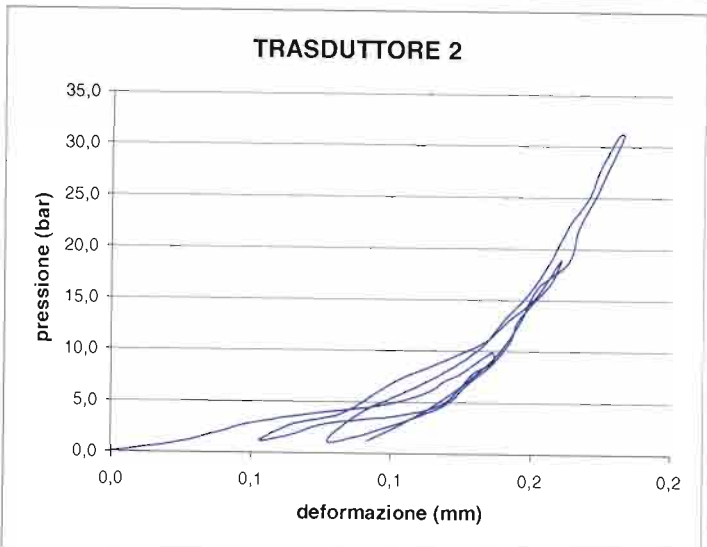
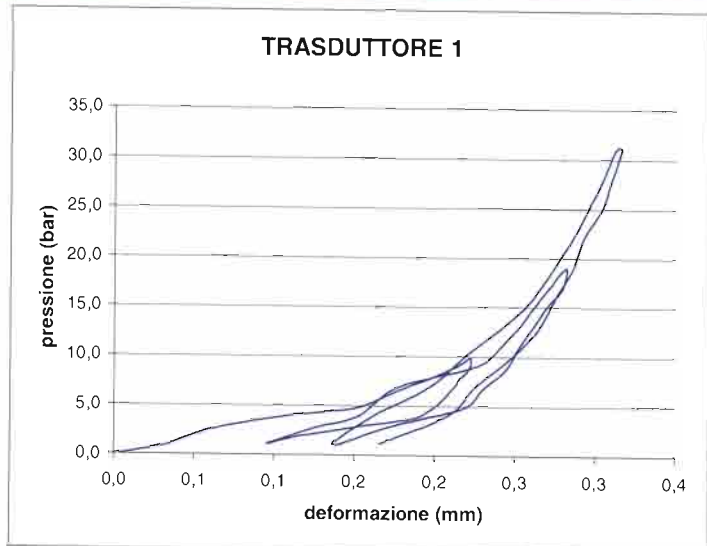
**GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE**

(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)



**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI**  
(valori relativi)

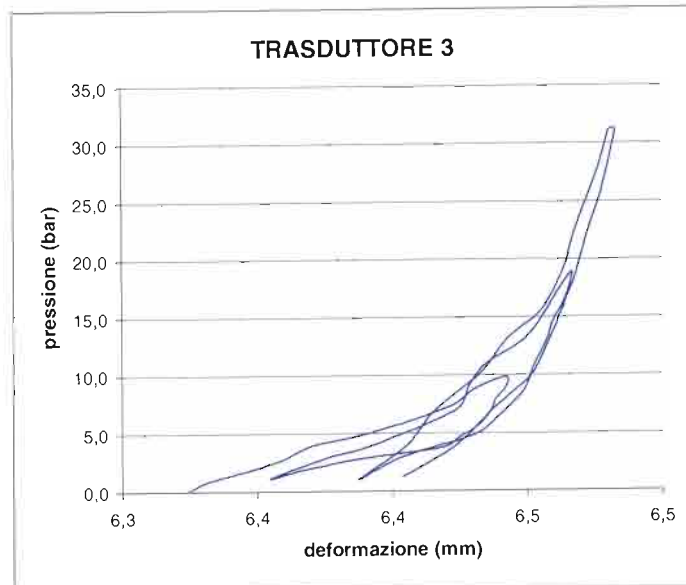
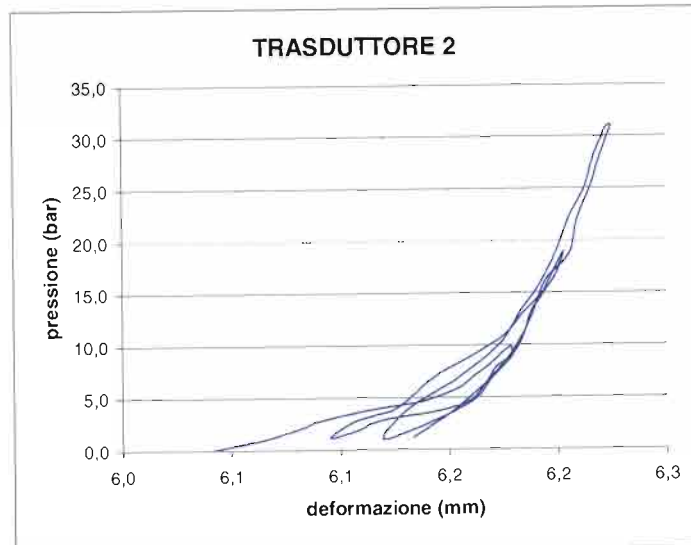
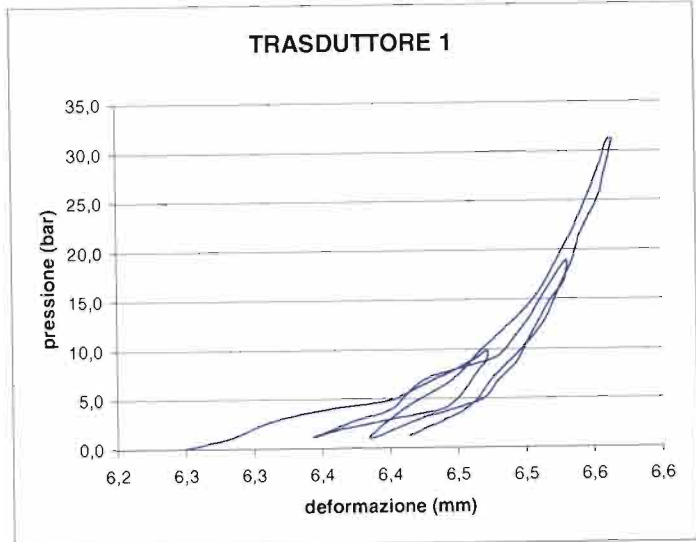
| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 7,2             | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000      |
| 0,5         | 8,1             | 0,032         | 0,023         | 0,008         | 0,015      |
| 1,0         | 9,2             | 0,051         | 0,039         | 0,026         | 0,036      |
| 1,5         | 10,0            | 0,067         | 0,050         | 0,037         | 0,048      |
| 2,0         | 11,1            | 0,107         | 0,074         | 0,046         | 0,067      |
| 2,5         | 11,9            | 0,149         | 0,098         | 0,062         | 0,091      |
| 3,0         | 13,1            | 0,169         | 0,113         | 0,081         | 0,111      |
| 3,5         | 14,2            | 0,185         | 0,119         | 0,094         | 0,123      |
| 4,0         | 14,9            | 0,197         | 0,125         | 0,101         | 0,130      |
| 4,5         | 16,1            | 0,213         | 0,131         | 0,107         | 0,139      |
| 5,0         | 17,0            | 0,222         | 0,136         | 0,118         | 0,148      |
| 5,5         | 16,1            | 0,222         | 0,136         | 0,118         | 0,148      |
| 6,0         | 15,1            | 0,217         | 0,130         | 0,114         | 0,142      |
| 6,5         | 14,3            | 0,213         | 0,127         | 0,113         | 0,140      |
| 7,0         | 12,9            | 0,205         | 0,123         | 0,108         | 0,135      |
| 7,5         | 11,8            | 0,197         | 0,117         | 0,101         | 0,128      |
| 8,0         | 10,9            | 0,186         | 0,104         | 0,094         | 0,117      |
| 8,5         | 10,0            | 0,149         | 0,077         | 0,065         | 0,086      |
| 9,0         | 9,0             | 0,113         | 0,066         | 0,043         | 0,063      |
| 9,5         | 8,3             | 0,095         | 0,053         | 0,031         | 0,048      |
| 10,0        | 10,0            | 0,126         | 0,066         | 0,051         | 0,070      |
| 10,5        | 11,1            | 0,152         | 0,083         | 0,068         | 0,090      |
| 11,0        | 14,1            | 0,177         | 0,101         | 0,099         | 0,117      |
| 11,5        | 16,2            | 0,227         | 0,119         | 0,104         | 0,134      |
| 12,0        | 18,1            | 0,241         | 0,134         | 0,110         | 0,145      |
| 12,5        | 20,1            | 0,253         | 0,142         | 0,124         | 0,157      |
| 13,0        | 22,0            | 0,261         | 0,151         | 0,131         | 0,165      |
| 13,5        | 24,1            | 0,271         | 0,156         | 0,137         | 0,172      |
| 14,0        | 26,1            | 0,281         | 0,161         | 0,143         | 0,179      |
| 14,5        | 23,9            | 0,279         | 0,157         | 0,140         | 0,176      |
| 15,0        | 22,1            | 0,269         | 0,152         | 0,136         | 0,170      |
| 15,5        | 20,1            | 0,261         | 0,145         | 0,133         | 0,165      |
| 16,0        | 18,1            | 0,253         | 0,143         | 0,128         | 0,160      |
| 16,5        | 15,9            | 0,245         | 0,136         | 0,125         | 0,154      |
| 17,0        | 13,9            | 0,230         | 0,127         | 0,116         | 0,144      |
| 17,5        | 12,0            | 0,218         | 0,120         | 0,106         | 0,134      |
| 18,0        | 10,1            | 0,173         | 0,103         | 0,079         | 0,106      |
| 18,5        | 8,2             | 0,136         | 0,078         | 0,063         | 0,083      |
| 19,0        | 11,1            | 0,161         | 0,089         | 0,081         | 0,101      |
| 19,5        | 14,0            | 0,196         | 0,112         | 0,091         | 0,120      |
| 20,0        | 17,2            | 0,219         | 0,131         | 0,108         | 0,140      |
| 20,5        | 20,3            | 0,244         | 0,141         | 0,119         | 0,153      |
| 21,0        | 22,8            | 0,260         | 0,150         | 0,131         | 0,165      |
| 21,5        | 26,1            | 0,274         | 0,157         | 0,139         | 0,175      |
| 22,0        | 29,4            | 0,287         | 0,164         | 0,143         | 0,181      |
| 22,5        | 32,2            | 0,296         | 0,171         | 0,148         | 0,188      |
| 23,0        | 35,1            | 0,305         | 0,175         | 0,152         | 0,193      |
| 23,5        | 38,2            | 0,313         | 0,181         | 0,156         | 0,198      |
| 24,0        | 38,2            | 0,316         | 0,183         | 0,159         | 0,201      |
| 24,5        | 34,8            | 0,309         | 0,177         | 0,155         | 0,196      |
| 25,0        | 32,3            | 0,305         | 0,173         | 0,152         | 0,192      |
| 25,5        | 29,1            | 0,293         | 0,167         | 0,148         | 0,186      |
| 26,0        | 25,9            | 0,285         | 0,164         | 0,144         | 0,181      |
| 26,5        | 23,3            | 0,276         | 0,152         | 0,140         | 0,173      |
| 27,0        | 20,0            | 0,265         | 0,146         | 0,134         | 0,166      |
| 27,5        | 17,1            | 0,248         | 0,139         | 0,127         | 0,157      |
| 28,0        | 14,2            | 0,226         | 0,128         | 0,113         | 0,142      |
| 28,5        | 11,2            | 0,208         | 0,112         | 0,100         | 0,126      |
| 29,0        | 8,4             | 0,165         | 0,092         | 0,080         | 0,102      |
| 29,5        |                 |               |               |               |            |
| 30,0        |                 |               |               |               |            |
| 30,5        |                 |               |               |               |            |
| 31,0        |                 |               |               |               |            |
| 31,5        |                 |               |               |               |            |
| 32,0        |                 |               |               |               |            |
| 32,5        |                 |               |               |               |            |
| 33,0        |                 |               |               |               |            |
| 33,5        |                 |               |               |               |            |
| 34,0        |                 |               |               |               |            |
| 34,5        |                 |               |               |               |            |
| 35,0        |                 |               |               |               |            |
| 35,5        |                 |               |               |               |            |
| 36,0        |                 |               |               |               |            |
| 36,5        |                 |               |               |               |            |





**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI**  
(valori assoluti)

| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 7,2             | 6,249         | 6,042         | 6,324         | 6,203      |
| 0,5         | 8,1             | 6,281         | 6,065         | 6,332         | 6,224      |
| 1,0         | 9,2             | 6,300         | 6,081         | 6,351         | 6,242      |
| 1,5         | 10,0            | 6,316         | 6,092         | 6,361         | 6,254      |
| 2,0         | 11,1            | 6,356         | 6,116         | 6,370         | 6,279      |
| 2,5         | 11,9            | 6,398         | 6,140         | 6,387         | 6,306      |
| 3,0         | 13,1            | 6,418         | 6,155         | 6,406         | 6,324      |
| 3,5         | 14,2            | 6,434         | 6,161         | 6,418         | 6,335      |
| 4,0         | 14,9            | 6,446         | 6,167         | 6,425         | 6,343      |
| 4,5         | 16,1            | 6,462         | 6,173         | 6,432         | 6,353      |
| 5,0         | 17,0            | 6,471         | 6,178         | 6,442         | 6,361      |
| 5,5         | 16,1            | 6,471         | 6,178         | 6,442         | 6,361      |
| 6,0         | 15,1            | 6,466         | 6,172         | 6,439         | 6,356      |
| 6,5         | 14,3            | 6,462         | 6,169         | 6,437         | 6,353      |
| 7,0         | 12,9            | 6,454         | 6,165         | 6,433         | 6,348      |
| 7,5         | 11,8            | 6,446         | 6,159         | 6,425         | 6,341      |
| 8,0         | 10,9            | 6,435         | 6,146         | 6,418         | 6,330      |
| 8,5         | 10,0            | 6,398         | 6,119         | 6,390         | 6,299      |
| 9,0         | 9,0             | 6,362         | 6,108         | 6,367         | 6,276      |
| 9,5         | 8,3             | 6,344         | 6,095         | 6,355         | 6,262      |
| 10,0        | 10,0            | 6,375         | 6,108         | 6,375         | 6,283      |
| 10,5        | 11,1            | 6,401         | 6,125         | 6,392         | 6,303      |
| 11,0        | 14,1            | 6,426         | 6,143         | 6,424         | 6,328      |
| 11,5        | 16,2            | 6,476         | 6,161         | 6,429         | 6,352      |
| 12,0        | 18,1            | 6,490         | 6,176         | 6,435         | 6,364      |
| 12,5        | 20,1            | 6,502         | 6,184         | 6,448         | 6,375      |
| 13,0        | 22,0            | 6,510         | 6,193         | 6,455         | 6,383      |
| 13,5        | 24,1            | 6,520         | 6,198         | 6,461         | 6,390      |
| 14,0        | 26,1            | 6,530         | 6,203         | 6,467         | 6,397      |
| 14,5        | 23,9            | 6,528         | 6,199         | 6,465         | 6,394      |
| 15,0        | 22,1            | 6,518         | 6,194         | 6,460         | 6,387      |
| 15,5        | 20,1            | 6,510         | 6,187         | 6,457         | 6,382      |
| 16,0        | 18,1            | 6,502         | 6,185         | 6,453         | 6,377      |
| 16,5        | 15,9            | 6,494         | 6,178         | 6,449         | 6,371      |
| 17,0        | 13,9            | 6,479         | 6,169         | 6,441         | 6,360      |
| 17,5        | 12,0            | 6,467         | 6,162         | 6,430         | 6,350      |
| 18,0        | 10,1            | 6,422         | 6,145         | 6,403         | 6,321      |
| 18,5        | 8,2             | 6,385         | 6,120         | 6,388         | 6,295      |
| 19,0        | 11,1            | 6,410         | 6,131         | 6,405         | 6,313      |
| 19,5        | 14,0            | 6,445         | 6,154         | 6,415         | 6,335      |
| 20,0        | 17,2            | 6,468         | 6,173         | 6,433         | 6,355      |
| 20,5        | 20,3            | 6,493         | 6,183         | 6,443         | 6,370      |
| 21,0        | 22,8            | 6,509         | 6,192         | 6,456         | 6,382      |
| 21,5        | 26,1            | 6,523         | 6,199         | 6,464         | 6,392      |
| 22,0        | 29,4            | 6,536         | 6,206         | 6,468         | 6,400      |
| 22,5        | 32,2            | 6,545         | 6,213         | 6,472         | 6,407      |
| 23,0        | 35,1            | 6,554         | 6,217         | 6,477         | 6,413      |
| 23,5        | 38,2            | 6,562         | 6,223         | 6,481         | 6,419      |
| 24,0        | 38,2            | 6,565         | 6,225         | 6,483         | 6,421      |
| 24,5        | 34,8            | 6,558         | 6,219         | 6,480         | 6,416      |
| 25,0        | 32,3            | 6,554         | 6,215         | 6,477         | 6,412      |
| 25,5        | 29,1            | 6,542         | 6,209         | 6,472         | 6,404      |
| 26,0        | 25,9            | 6,534         | 6,206         | 6,469         | 6,400      |
| 26,5        | 23,3            | 6,525         | 6,194         | 6,464         | 6,391      |
| 27,0        | 20,0            | 6,514         | 6,188         | 6,458         | 6,383      |
| 27,5        | 17,1            | 6,497         | 6,181         | 6,451         | 6,373      |
| 28,0        | 14,2            | 6,475         | 6,170         | 6,437         | 6,358      |
| 28,5        | 11,2            | 6,457         | 6,154         | 6,424         | 6,342      |
| 29,0        | 8,4             | 6,414         | 6,134         | 6,404         | 6,314      |
| 29,5        |                 |               |               |               |            |
| 30,0        |                 |               |               |               |            |
| 30,5        |                 |               |               |               |            |
| 31,0        |                 |               |               |               |            |
| 31,5        |                 |               |               |               |            |
| 32,0        |                 |               |               |               |            |
| 32,5        |                 |               |               |               |            |
| 33,0        |                 |               |               |               |            |
| 33,5        |                 |               |               |               |            |
| 34,0        |                 |               |               |               |            |
| 34,5        |                 |               |               |               |            |
| 35,0        |                 |               |               |               |            |
| 35,5        |                 |               |               |               |            |
| 36,0        |                 |               |               |               |            |
| 36,5        |                 |               |               |               |            |

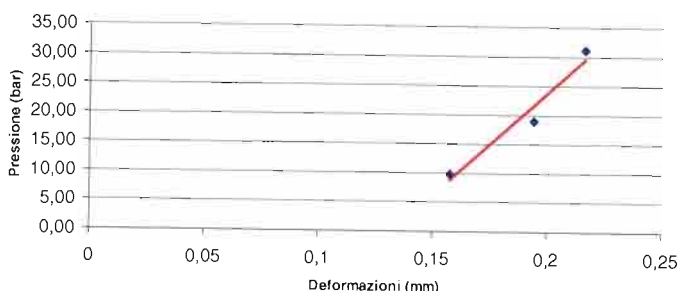


**MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA**

| CICLO DI CARICO | MODULO DI PRIMO CARICO $E_d$ (Mpa) |         |               |         |               |         |             |         | CICLO DI CARICO | MODULO DI DEFORMAZIONE $E_d$ (Mpa) |         |               |         |               |         |             |         |
|-----------------|------------------------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|-------------|---------|-----------------|------------------------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|-------------|---------|
|                 | TRASDUTTORE 1                      |         | TRASDUTTORE 2 |         | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA       |         |                 | TRASDUTTORE 1                      |         | TRASDUTTORE 2 |         | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA       |         |
|                 | P1(bar)                            | P2(bar) | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar)     | P2(bar) |                 | P1(bar)                            | P2(bar) | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar)     | P2(bar) |
| 2°              | 10,9                               | 18,9    | 10,9          | 18,9    | 10,9          | 18,9    | 10,9        | 18,9    | 1°              | 0,0                                | 9,8     | 0,0           | 9,8     | 0,0           | 9,8     | 0,0         | 9,8     |
|                 | <b>2531</b>                        |         | <b>3749</b>   |         | <b>3067</b>   |         | <b>3067</b> |         |                 | <b>559</b>                         |         | <b>912</b>    |         | <b>1051</b>   |         | <b>785</b>  |         |
| 3°              | 18,9                               | 31,0    | 18,9          | 31,0    | 18,9          | 31,0    | 18,9        | 31,0    | 2°              | 1,1                                | 18,9    | 1,1           | 18,9    | 1,1           | 18,9    | 1,1         | 18,9    |
|                 | <b>3926</b>                        |         | <b>6379</b>   |         | <b>9006</b>   |         | <b>5671</b> |         |                 | <b>1211</b>                        |         | <b>2085</b>   |         | <b>2011</b>   |         | <b>1681</b> |         |
|                 |                                    |         |               |         |               |         |             |         | 3°              | 1,0                                | 31,0    | 1,0           | 31,0    | 1,0           | 31,0    | 1,0         | 31,0    |
|                 |                                    |         |               |         |               |         |             |         |                 | <b>2145</b>                        |         | <b>3685</b>   |         | <b>4082</b>   |         | <b>3061</b> |         |

| CICLO DI RICARICO | MODULO DI RICARICO $E_d$ (Mpa) |         |               |         |               |         |             |         | CICLO DI SCARICO | MODULO ELASTICO $E_e$ (Mpa) |         |               |         |               |         |             |         |
|-------------------|--------------------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|-------------|---------|------------------|-----------------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|-------------|---------|
|                   | TRASDUTTORE 1                  |         | TRASDUTTORE 2 |         | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA       |         |                  | TRASDUTTORE 1               |         | TRASDUTTORE 2 |         | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA       |         |
|                   | P1(bar)                        | P2(bar) | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar)     | P2(bar) |                  | P1(bar)                     | P2(bar) | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar)     | P2(bar) |
| 2°                | 1,1                            | 10,9    | 1,1           | 10,9    | 1,1           | 10,9    | 1,1         | 10,9    | 1°               | 9,8                         | 1,1     | 9,8           | 1,1     | 9,8           | 1,1     | 9,8         | 1,1     |
|                   | <b>849</b>                     |         | <b>1531</b>   |         | <b>1570</b>   |         | <b>1228</b> |         |                  | <b>867</b>                  |         | <b>1326</b>   |         | <b>1265</b>   |         | <b>1123</b> |         |
| 3°                | 1,0                            | 18,9    | 1,0           | 18,9    | 1,0           | 18,9    | 1,0         | 18,9    | 2°               | 18,9                        | 1,0     | 18,9          | 1,0     | 18,9          | 1,0     | 18,9        | 1,0     |
|                   | <b>1641</b>                    |         | <b>2867</b>   |         | <b>2980</b>   |         | <b>2335</b> |         |                  | <b>1562</b>                 |         | <b>2729</b>   |         | <b>2831</b>   |         | <b>2221</b> |         |
|                   |                                |         |               |         |               |         |             |         | 3°               | 31,0                        | 1,2     | 31,0          | 1,2     | 31,0          | 1,2     | 31,0        | 1,2     |
|                   |                                |         |               |         |               |         |             |         |                  | <b>2497</b>                 |         | <b>4148</b>   |         | <b>4773</b>   |         | <b>3557</b> |         |

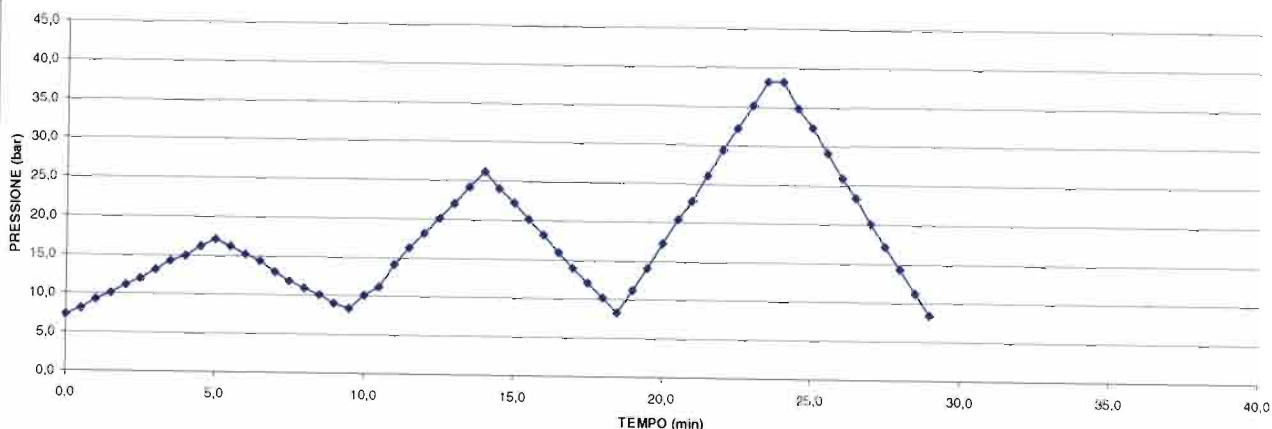
INTERPOLAZIONE PICCHI MASSIMI



MODULO RICAVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

$E_d =$  **4485**  $\text{Mpa}$

DIAGRAMMA PRESSIONE - TEMPO



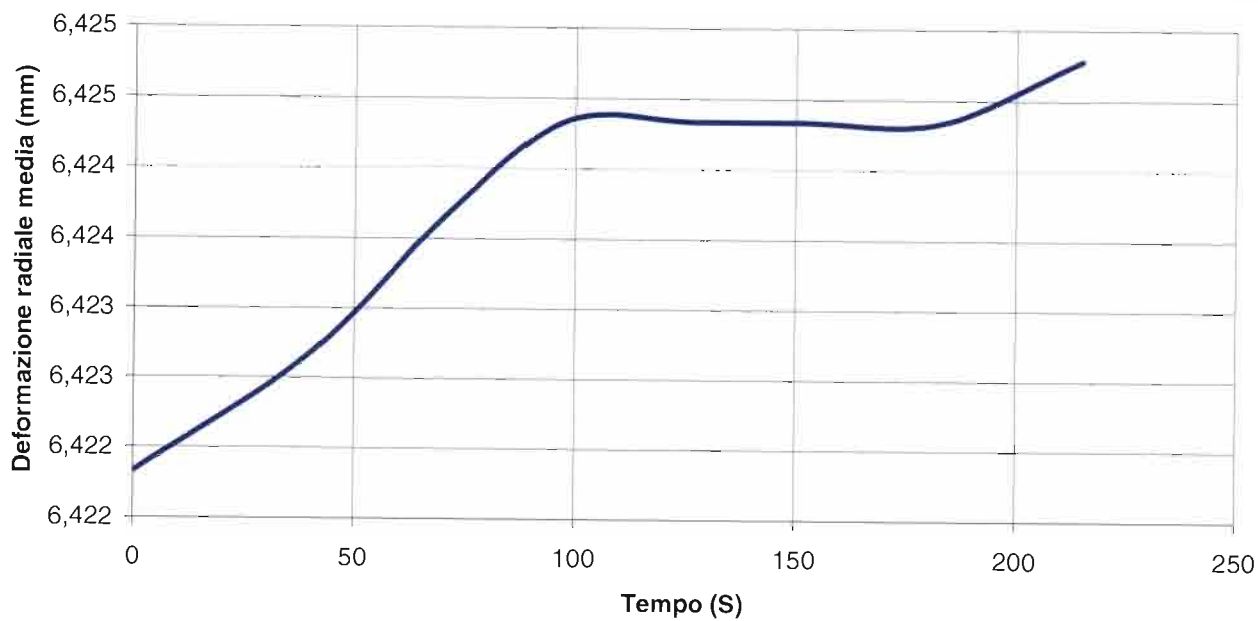


## PROVA DI CREEP

DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA - LOG TEMPO (s)



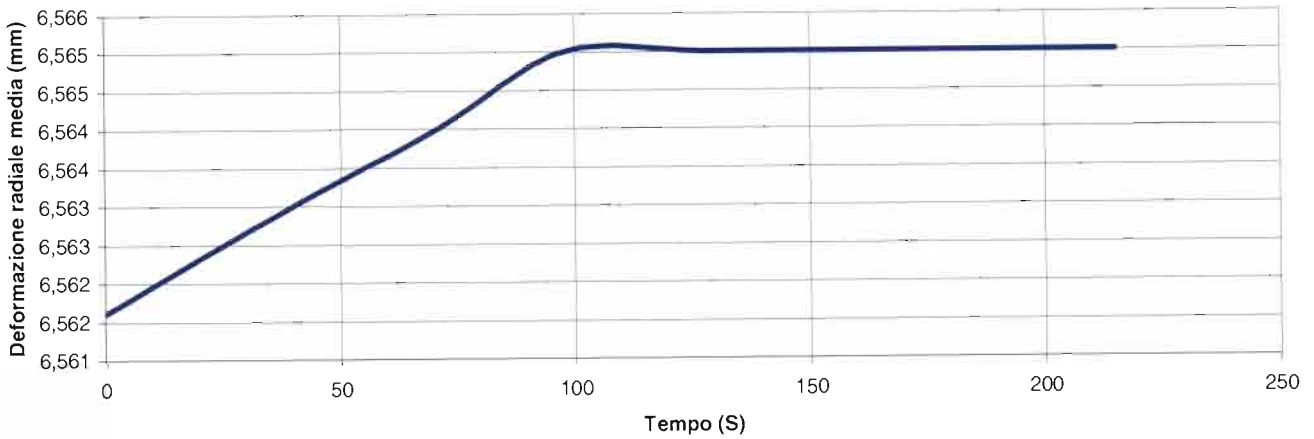
DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA -TEMPO (s)



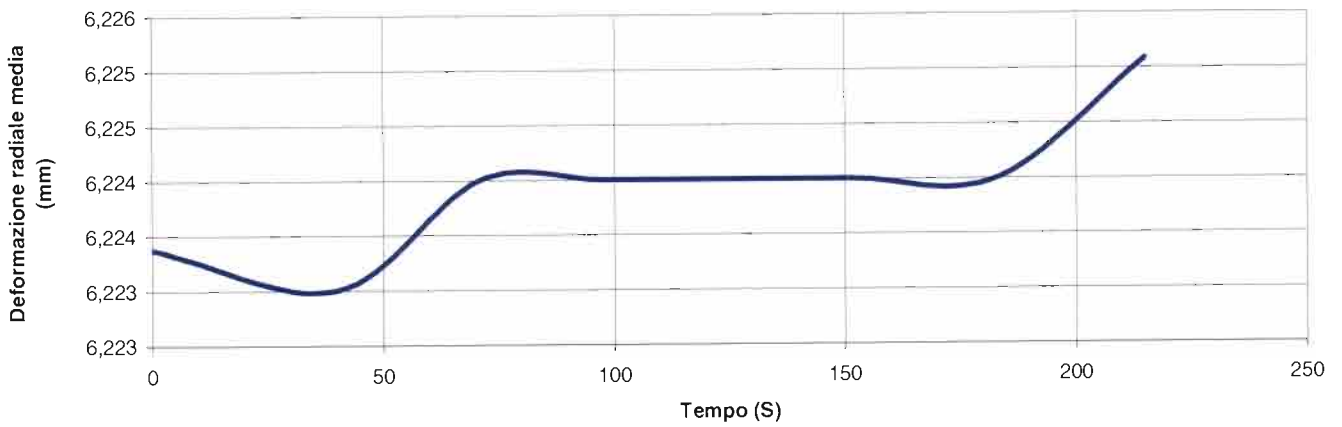


# PROVA DI CREEP

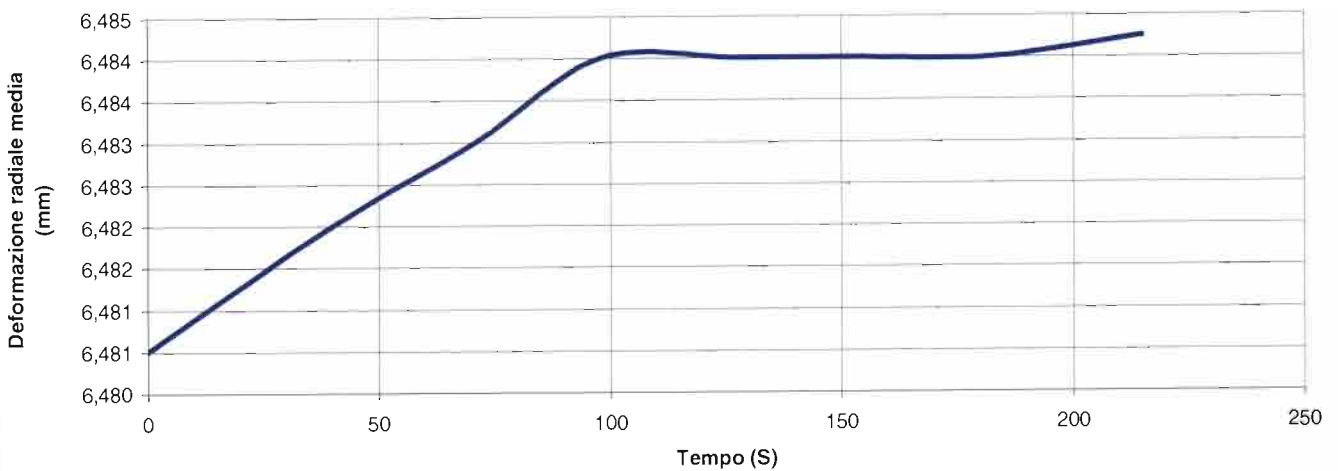
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)



**DATI PROVA**

COMMITTENTE: ITALFER S.P.A.

LOCALITA': LAION (BZ)

SONDAGGIO: SPG1

PROVA N.: D5

DATA: 17/09/2012

PROF. PROVA (m): 49,0

DIAMETRO SONDAGGIO (mm): 101,2

UTENSILE DI PERFORAZIONE: CAROTIERE DOPPIO

INCLINAZIONE (°): 90

ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: DOTT. COLOTTI

**STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

TIPO STRUMENTO: DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC

DIAMETRO GUAINA(mm): 95

TIPO GUAINA:

PRESSIONE MAX. (Mpa):

CENTRAL.ACQUISIZIONE: LM 99/16 MOD. DMP 02/95

SONDA: N°14D01

**DATI LITOLOGICI**

LITOLOGIA: FILLADI

PROFONDITA' FALDA DA p.c.:

GRADO DI ALTERAZIONE:

RQD (stimato): %

MODULO DI DEFORMAZIONE:  
CALCOLATO SUL 2° CARICO

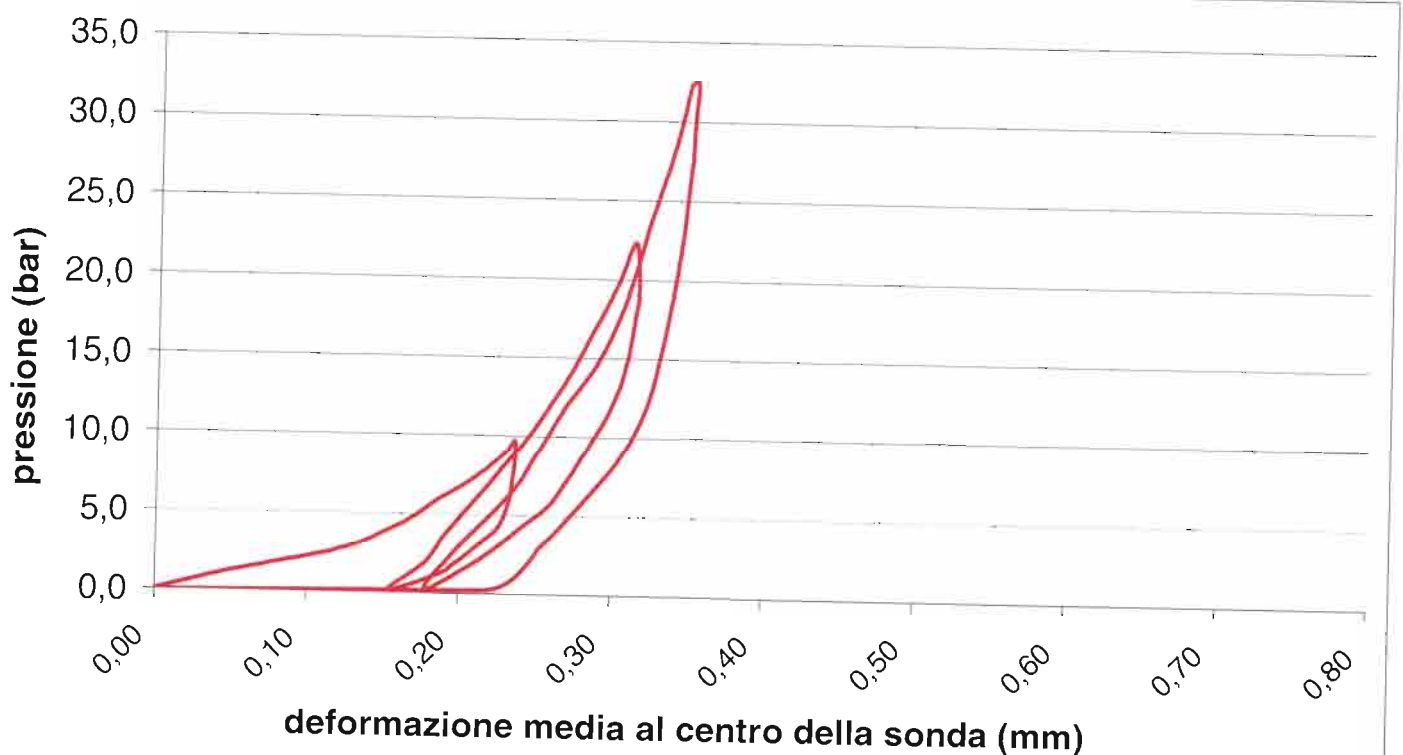
**Ed**  
**1744** Mpa

MODULO ELASTICO:  
CALCOLATO SUL 2° SCARICO

**Ee**  
**2056** Mpa

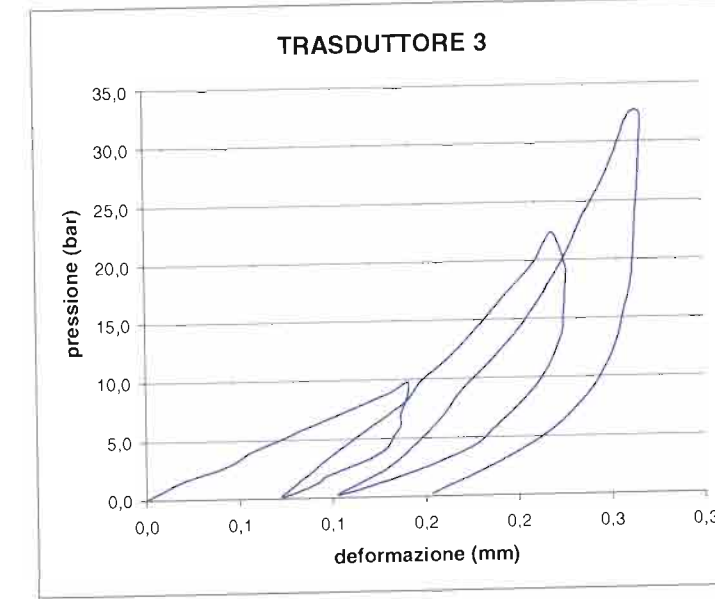
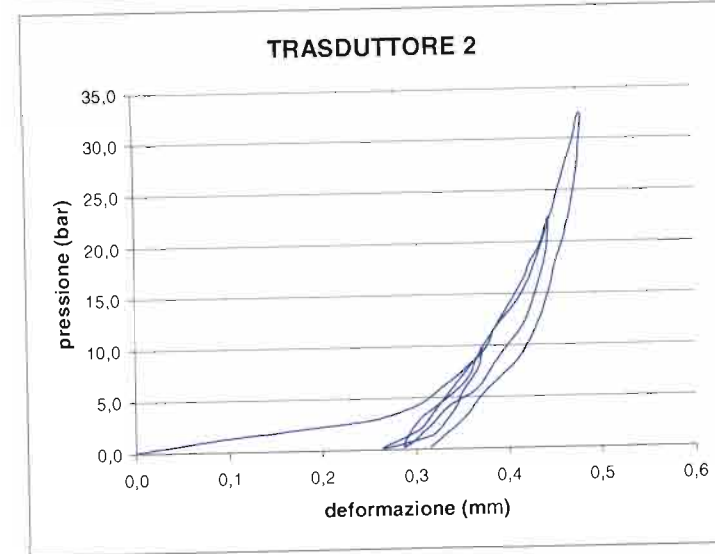
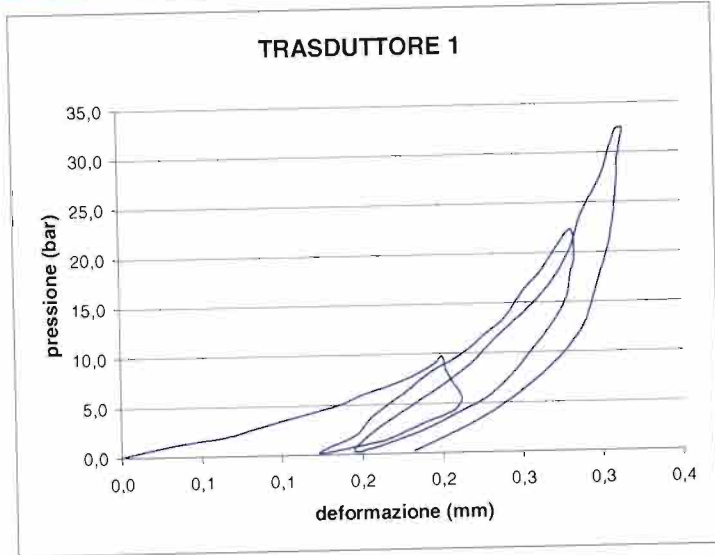
**GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE**

(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)



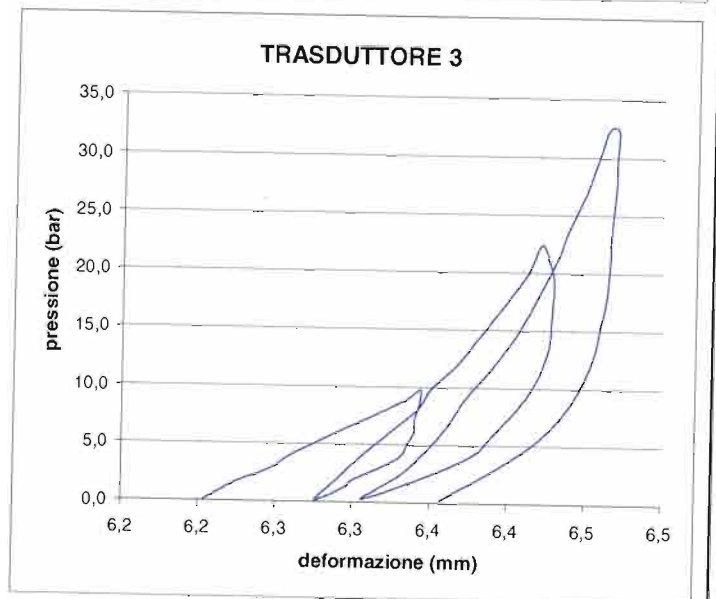
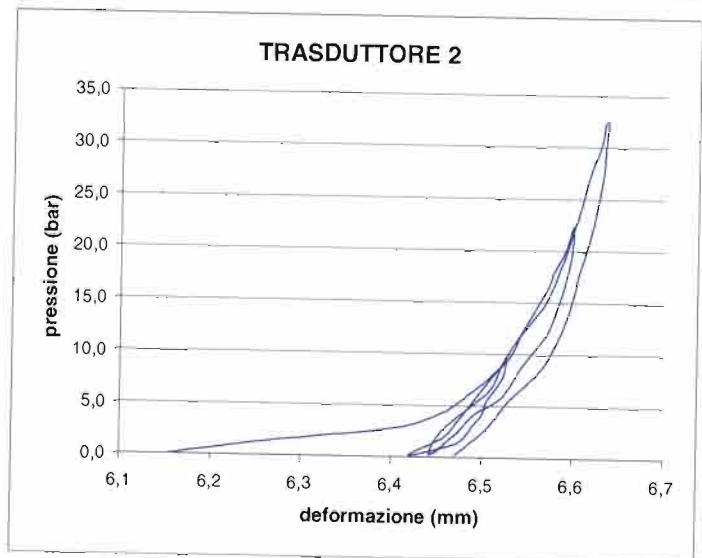
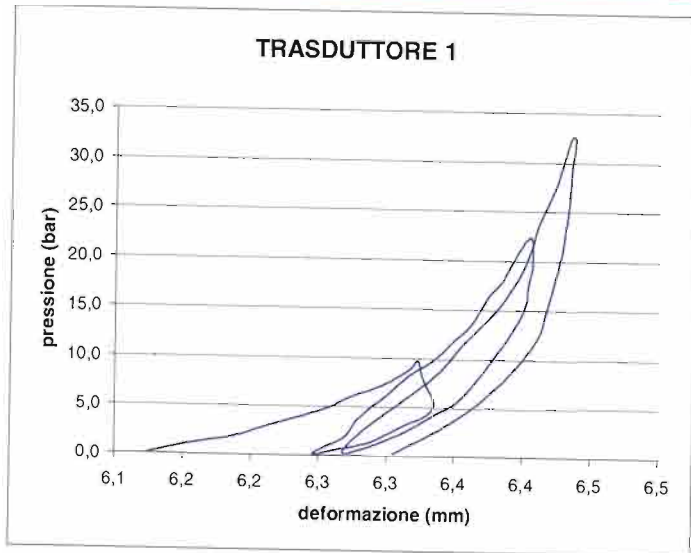
**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI**  
(valori relativi)

| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 5,1             | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000      |
| 0,5         | 6,2             | 0,033         | 0,087         | 0,014         | 0,026      |
| 1,0         | 6,9             | 0,064         | 0,156         | 0,025         | 0,048      |
| 1,5         | 7,9             | 0,086         | 0,251         | 0,044         | 0,078      |
| 2,0         | 9,1             | 0,115         | 0,296         | 0,057         | 0,101      |
| 2,5         | 10,0            | 0,135         | 0,314         | 0,071         | 0,122      |
| 3,0         | 10,9            | 0,148         | 0,327         | 0,084         | 0,138      |
| 3,5         | 11,9            | 0,167         | 0,342         | 0,100         | 0,159      |
| 4,0         | 12,7            | 0,180         | 0,353         | 0,113         | 0,174      |
| 4,5         | 14,0            | 0,195         | 0,367         | 0,132         | 0,194      |
| 5,0         | 14,8            | 0,200         | 0,372         | 0,141         | 0,203      |
| 5,5         | 13,3            | 0,203         | 0,370         | 0,140         | 0,203      |
| 6,0         | 12,1            | 0,207         | 0,363         | 0,137         | 0,202      |
| 6,5         | 11,1            | 0,211         | 0,355         | 0,137         | 0,202      |
| 7,0         | 10,2            | 0,212         | 0,349         | 0,133         | 0,199      |
| 7,5         | 9,2             | 0,206         | 0,345         | 0,129         | 0,193      |
| 8,0         | 8,3             | 0,191         | 0,337         | 0,119         | 0,181      |
| 8,5         | 6,9             | 0,172         | 0,325         | 0,097         | 0,156      |
| 9,0         | 6,3             | 0,160         | 0,314         | 0,092         | 0,148      |
| 9,5         | 5,2             | 0,123         | 0,265         | 0,073         | 0,117      |
| 10,0        | 7,0             | 0,146         | 0,304         | 0,087         | 0,139      |
| 10,5        | 8,8             | 0,156         | 0,321         | 0,101         | 0,154      |
| 11,0        | 11,4            | 0,178         | 0,344         | 0,124         | 0,181      |
| 11,5        | 13,2            | 0,193         | 0,360         | 0,140         | 0,199      |
| 12,0        | 14,9            | 0,212         | 0,377         | 0,148         | 0,212      |
| 12,5        | 16,8            | 0,226         | 0,387         | 0,163         | 0,228      |
| 13,0        | 18,6            | 0,240         | 0,399         | 0,174         | 0,242      |
| 13,5        | 21,4            | 0,252         | 0,417         | 0,190         | 0,258      |
| 14,0        | 23,0            | 0,262         | 0,424         | 0,199         | 0,268      |
| 14,5        | 25,0            | 0,270         | 0,436         | 0,210         | 0,279      |
| 15,0        | 27,4            | 0,282         | 0,445         | 0,219         | 0,294      |
| 15,5        | 24,6            | 0,284         | 0,443         | 0,226         | 0,294      |
| 16,0        | 22,8            | 0,281         | 0,439         | 0,226         | 0,292      |
| 16,5        | 20,7            | 0,279         | 0,432         | 0,225         | 0,290      |
| 17,0        | 18,8            | 0,273         | 0,426         | 0,224         | 0,286      |
| 17,5        | 16,7            | 0,264         | 0,414         | 0,219         | 0,279      |
| 18,0        | 15,0            | 0,255         | 0,399         | 0,213         | 0,270      |
| 18,5        | 13,3            | 0,246         | 0,385         | 0,204         | 0,259      |
| 19,0        | 10,8            | 0,230         | 0,366         | 0,187         | 0,241      |
| 19,5        | 9,2             | 0,211         | 0,336         | 0,175         | 0,223      |
| 20,0        | 7,2             | 0,185         | 0,315         | 0,143         | 0,193      |
| 20,5        | 5,3             | 0,146         | 0,288         | 0,103         | 0,150      |
| 21,0        | 7,7             | 0,160         | 0,302         | 0,131         | 0,174      |
| 21,5        | 11,4            | 0,196         | 0,352         | 0,157         | 0,210      |
| 22,0        | 13,9            | 0,218         | 0,367         | 0,169         | 0,227      |
| 22,5        | 16,6            | 0,234         | 0,385         | 0,186         | 0,245      |
| 23,0        | 19,9            | 0,257         | 0,414         | 0,204         | 0,268      |
| 23,5        | 23,3            | 0,274         | 0,431         | 0,218         | 0,284      |
| 24,0        | 26,2            | 0,283         | 0,442         | 0,229         | 0,295      |
| 24,5        | 28,7            | 0,288         | 0,451         | 0,236         | 0,302      |
| 25,0        | 32,3            | 0,300         | 0,462         | 0,248         | 0,315      |
| 25,5        | 35,0            | 0,306         | 0,473         | 0,255         | 0,322      |
| 26,0        | 37,4            | 0,311         | 0,479         | 0,261         | 0,328      |
| 26,5        | 37,4            | 0,315         | 0,482         | 0,267         | 0,334      |
| 27,0        | 34,6            | 0,312         | 0,479         | 0,266         | 0,332      |
| 27,5        | 32,3            | 0,311         | 0,476         | 0,266         | 0,330      |
| 28,0        | 29,2            | 0,309         | 0,471         | 0,264         | 0,328      |
| 28,5        | 25,7            | 0,305         | 0,462         | 0,263         | 0,324      |
| 29,0        | 23,0            | 0,300         | 0,452         | 0,261         | 0,320      |
| 29,5        | 20,4            | 0,295         | 0,445         | 0,257         | 0,315      |
| 30,0        | 17,3            | 0,288         | 0,433         | 0,252         | 0,307      |
| 30,5        | 13,8            | 0,269         | 0,412         | 0,239         | 0,290      |
| 31,0        | 10,6            | 0,245         | 0,375         | 0,218         | 0,265      |
| 31,5        | 7,9             | 0,217         | 0,351         | 0,189         | 0,235      |
| 32,0        | 5,3             | 0,182         | 0,316         | 0,154         | 0,198      |
| 32,5        |                 |               |               |               |            |
| 33,0        |                 |               |               |               |            |
| 33,5        |                 |               |               |               |            |
| 34,0        |                 |               |               |               |            |
| 34,5        |                 |               |               |               |            |
| 35,0        |                 |               |               |               |            |
| 35,5        |                 |               |               |               |            |
| 36,0        |                 |               |               |               |            |
| 36,5        |                 |               |               |               |            |



**VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI**  
(valori assoluti)

| Tempo (min) | Pressione (bar) | trasd. 1 (mm) | trasd. 2 (mm) | trasd. 3 (mm) | media (mm) |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 0,0         | 5,1             | 6,123         | 6,155         | 6,203         | 6,160      |
| 0,5         | 6,2             | 6,156         | 6,242         | 6,217         | 6,205      |
| 1,0         | 6,9             | 6,187         | 6,311         | 6,228         | 6,242      |
| 1,5         | 7,9             | 6,209         | 6,406         | 6,247         | 6,286      |
| 2,0         | 9,1             | 6,238         | 6,451         | 6,260         | 6,315      |
| 2,5         | 10,0            | 6,258         | 6,469         | 6,274         | 6,332      |
| 3,0         | 10,9            | 6,271         | 6,482         | 6,287         | 6,345      |
| 3,5         | 11,9            | 6,290         | 6,497         | 6,303         | 6,362      |
| 4,0         | 12,7            | 6,303         | 6,508         | 6,316         | 6,374      |
| 4,5         | 14,0            | 6,318         | 6,522         | 6,335         | 6,390      |
| 5,0         | 14,8            | 6,323         | 6,527         | 6,344         | 6,397      |
| 5,5         | 13,3            | 6,326         | 6,525         | 6,343         | 6,397      |
| 6,0         | 12,1            | 6,330         | 6,518         | 6,340         | 6,395      |
| 6,5         | 11,1            | 6,334         | 6,510         | 6,340         | 6,394      |
| 7,0         | 10,2            | 6,335         | 6,504         | 6,336         | 6,391      |
| 7,5         | 9,2             | 6,329         | 6,500         | 6,332         | 6,386      |
| 8,0         | 8,3             | 6,314         | 6,492         | 6,322         | 6,375      |
| 8,5         | 6,9             | 6,295         | 6,480         | 6,300         | 6,357      |
| 9,0         | 6,3             | 6,283         | 6,469         | 6,295         | 6,348      |
| 9,5         | 5,2             | 6,246         | 6,420         | 6,276         | 6,313      |
| 10,0        | 7,0             | 6,269         | 6,459         | 6,290         | 6,338      |
| 10,5        | 8,8             | 6,279         | 6,476         | 6,304         | 6,352      |
| 11,0        | 11,4            | 6,301         | 6,499         | 6,327         | 6,374      |
| 11,5        | 13,2            | 6,316         | 6,515         | 6,343         | 6,390      |
| 12,0        | 14,9            | 6,335         | 6,532         | 6,351         | 6,405      |
| 12,5        | 16,8            | 6,349         | 6,542         | 6,366         | 6,418      |
| 13,0        | 18,6            | 6,363         | 6,554         | 6,377         | 6,430      |
| 13,5        | 21,4            | 6,375         | 6,572         | 6,393         | 6,445      |
| 14,0        | 23,0            | 6,385         | 6,579         | 6,402         | 6,454      |
| 14,5        | 25,0            | 6,393         | 6,591         | 6,413         | 6,464      |
| 15,0        | 27,4            | 6,405         | 6,600         | 6,422         | 6,474      |
| 15,5        | 24,6            | 6,407         | 6,598         | 6,429         | 6,477      |
| 16,0        | 22,8            | 6,404         | 6,594         | 6,429         | 6,475      |
| 16,5        | 20,7            | 6,402         | 6,587         | 6,428         | 6,471      |
| 17,0        | 18,8            | 6,396         | 6,581         | 6,427         | 6,467      |
| 17,5        | 16,7            | 6,387         | 6,569         | 6,422         | 6,459      |
| 18,0        | 15,0            | 6,378         | 6,554         | 6,416         | 6,448      |
| 18,5        | 13,3            | 6,369         | 6,540         | 6,407         | 6,438      |
| 19,0        | 10,8            | 6,353         | 6,521         | 6,390         | 6,421      |
| 19,5        | 9,2             | 6,334         | 6,491         | 6,378         | 6,400      |
| 20,0        | 7,2             | 6,308         | 6,470         | 6,346         | 6,374      |
| 20,5        | 5,3             | 6,269         | 6,443         | 6,306         | 6,338      |
| 21,0        | 7,7             | 6,283         | 6,457         | 6,334         | 6,357      |
| 21,5        | 11,4            | 6,319         | 6,507         | 6,360         | 6,394      |
| 22,0        | 13,9            | 6,341         | 6,522         | 6,372         | 6,411      |
| 22,5        | 16,6            | 6,357         | 6,540         | 6,389         | 6,428      |
| 23,0        | 19,9            | 6,380         | 6,569         | 6,407         | 6,451      |
| 23,5        | 23,3            | 6,397         | 6,586         | 6,421         | 6,467      |
| 24,0        | 26,2            | 6,406         | 6,597         | 6,432         | 6,477      |
| 24,5        | 28,7            | 6,411         | 6,606         | 6,439         | 6,484      |
| 25,0        | 32,3            | 6,423         | 6,618         | 6,451         | 6,496      |
| 25,5        | 35,0            | 6,429         | 6,628         | 6,458         | 6,504      |
| 26,0        | 37,4            | 6,434         | 6,634         | 6,464         | 6,509      |
| 26,5        | 37,4            | 6,438         | 6,637         | 6,470         | 6,514      |
| 27,0        | 34,6            | 6,435         | 6,634         | 6,469         | 6,512      |
| 27,5        | 32,3            | 6,434         | 6,632         | 6,469         | 6,510      |
| 28,0        | 29,2            | 6,432         | 6,626         | 6,467         | 6,507      |
| 28,5        | 25,7            | 6,428         | 6,617         | 6,466         | 6,502      |
| 29,0        | 23,0            | 6,423         | 6,607         | 6,464         | 6,497      |
| 29,5        | 20,4            | 6,418         | 6,600         | 6,460         | 6,492      |
| 30,0        | 17,3            | 6,411         | 6,588         | 6,455         | 6,484      |
| 30,5        | 13,8            | 6,392         | 6,567         | 6,442         | 6,466      |
| 31,0        | 10,6            | 6,368         | 6,530         | 6,421         | 6,439      |
| 31,5        | 7,9             | 6,340         | 6,506         | 6,392         | 6,412      |
| 32,0        | 5,3             | 6,305         | 6,471         | 6,357         | 6,377      |
| 32,5        |                 |               |               |               |            |
| 33,0        |                 |               |               |               |            |
| 33,5        |                 |               |               |               |            |
| 34,0        |                 |               |               |               |            |
| 34,5        |                 |               |               |               |            |
| 35,0        |                 |               |               |               |            |
| 35,5        |                 |               |               |               |            |
| 36,0        |                 |               |               |               |            |
| 36,5        |                 |               |               |               |            |



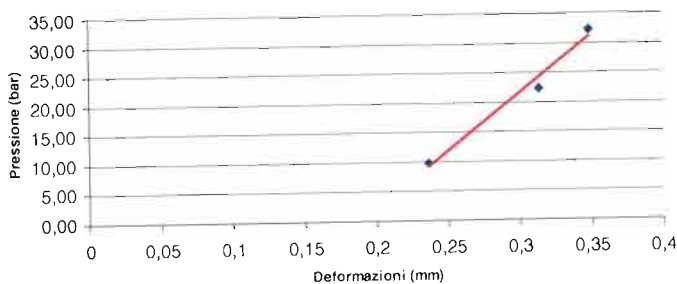


**MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA**

| CICLO DI CARICO | MODULO DI PRIMO CARICO $E_d$ (Mpa) |             |               |             |               |             |             |             | CICLO DI CARICO | MODULO DI DEFORMAZIONE $E_d$ (Mpa) |             |               |             |               |         |         |         |
|-----------------|------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------|---------|---------|
|                 | TRASDUTTORE 1                      |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |             | MEDIA       |             |                 | TRASDUTTORE 1                      |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA   |         |
|                 | P1(bar)                            | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)     | P2(bar)     |                 | P1(bar)                            | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar) | P2(bar) |
| 2°              | 9,8                                | 22,3        | 9,8           | 22,3        | 9,8           | 22,3        | 9,8         | 22,3        | 1°              | 0,0                                | 9,7         | 0,0           | 9,7         | 0,0           | 9,7     | 0,0     | 9,7     |
|                 | <b>2259</b>                        | <b>2325</b> | <b>2227</b>   | <b>2292</b> | <b>614</b>    | <b>330</b>  | <b>870</b>  | <b>518</b>  |                 |                                    |             |               |             |               |         |         |         |
| 3°              | 23,6                               | 32,3        | 23,6          | 32,3        | 23,6          | 32,3        | 26,3        | 32,3        | 2°              | 0,1                                | 22,3        | 0,1           | 22,3        | 0,1           | 22,3    | 0,1     | 22,3    |
|                 | <b>4785</b>                        | <b>3931</b> | <b>4402</b>   | <b>3036</b> | <b>1766</b>   | <b>1560</b> | <b>1924</b> | <b>1744</b> |                 |                                    |             |               |             |               |         |         |         |
|                 |                                    |             |               |             |               |             |             |             | 3°              | 0,2                                | 32,3        | 0,2           | 32,3        | 0,2           | 32,3    | 0,2     | 32,3    |
|                 |                                    |             |               |             |               |             |             |             |                 | <b>3223</b>                        | <b>2126</b> | <b>2570</b>   | <b>2375</b> |               |         |         |         |

| CICLO DI RICARICO | MODULO DI RICARICO $E_d$ (Mpa) |             |               |             |               |             |             |             | CICLO DI SCARICO | MODULO ELASTICO $E_e$ (Mpa) |             |               |             |               |         |         |         |
|-------------------|--------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------|---------|---------|
|                   | TRASDUTTORE 1                  |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |             | MEDIA       |             |                  | TRASDUTTORE 1               |             | TRASDUTTORE 2 |             | TRASDUTTORE 3 |         | MEDIA   |         |
|                   | P1(bar)                        | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)     | P2(bar)     |                  | P1(bar)                     | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar)     | P1(bar)       | P2(bar) | P1(bar) | P2(bar) |
| 2°                | 0,1                            | 9,8         | 0,1           | 9,8         | 0,1           | 9,8         | 0,1         | 9,8         | 1°               | 9,7                         | 0,1         | 9,7           | 0,1         | 9,7           | 0,1     | 9,7     | 0,1     |
|                   | <b>1379</b>                    | <b>1096</b> | <b>1636</b>   | <b>1334</b> | <b>1577</b>   | <b>1135</b> | <b>1786</b> | <b>1446</b> |                  |                             |             |               |             |               |         |         |         |
| 3°                | 0,2                            | 23,6        | 0,2           | 23,6        | 0,2           | 23,6        | 0,2         | 26,3        | 2°               | 22,3                        | 0,2         | 22,3          | 0,2         | 22,3          | 0,2     | 22,3    | 0,2     |
|                   | <b>2874</b>                    | <b>1816</b> | <b>2226</b>   | <b>2262</b> | <b>2882</b>   | <b>1781</b> | <b>2410</b> | <b>2056</b> |                  |                             |             |               |             |               |         |         |         |
|                   |                                |             |               |             |               |             |             |             | 3°               | 32,3                        | 0,2         | 32,3          | 0,2         | 32,3          | 0,2     | 32,3    | 0,2     |
|                   |                                |             |               |             |               |             |             |             |                  | <b>3053</b>                 | <b>2446</b> | <b>3594</b>   | <b>2964</b> |               |         |         |         |

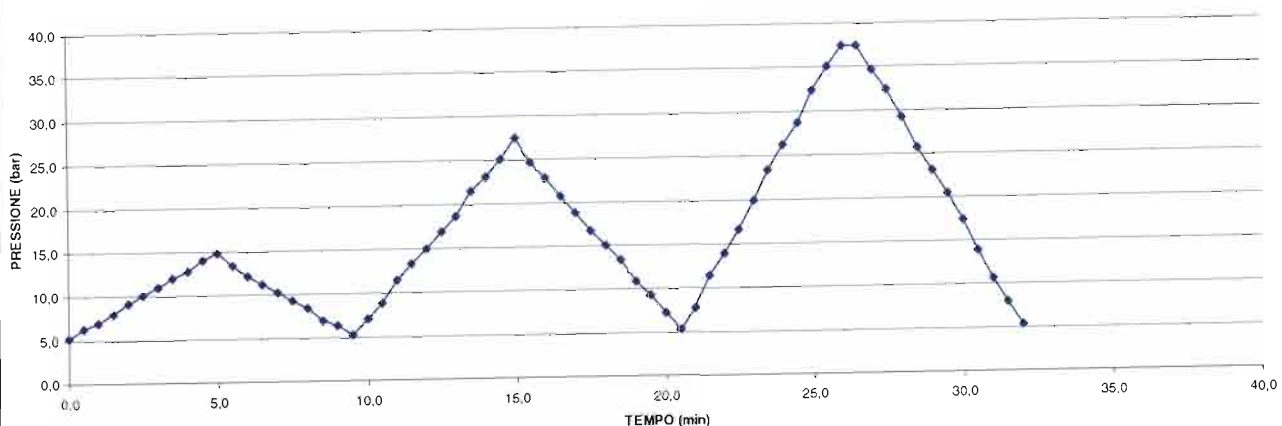
INTERPOLAZIONE PICCHI MASSIMI



MODULO RICAIVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

$E_d =$  **2473**  $\text{Mpa}$

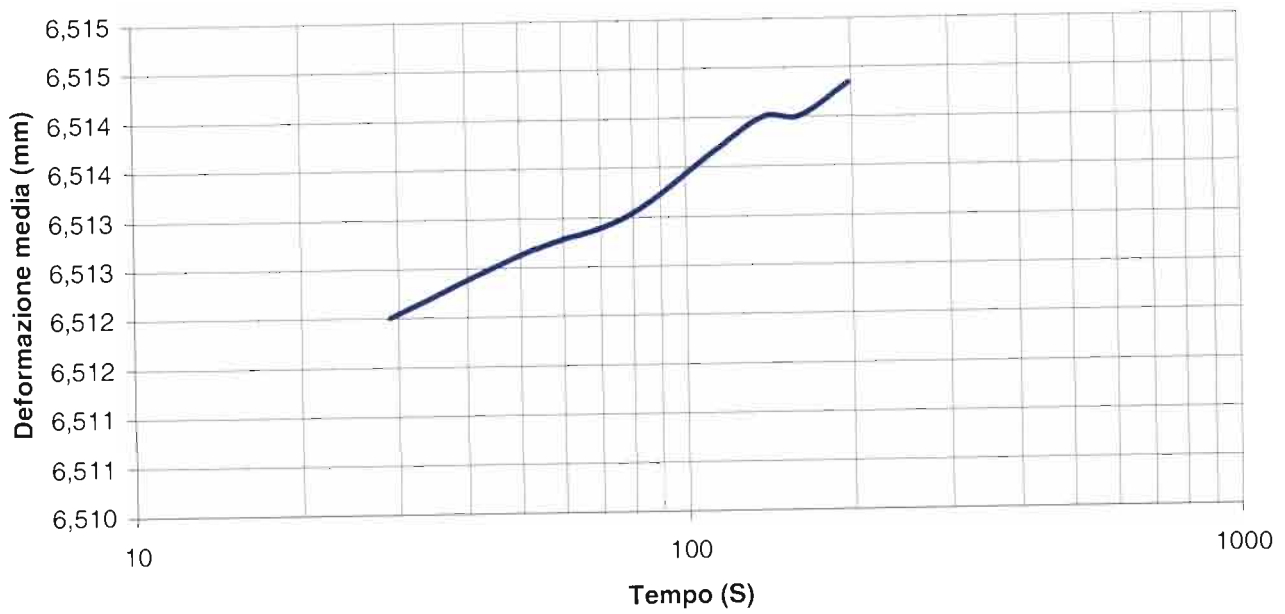
DIAGRAMMA PRESSIONE - TEMPO



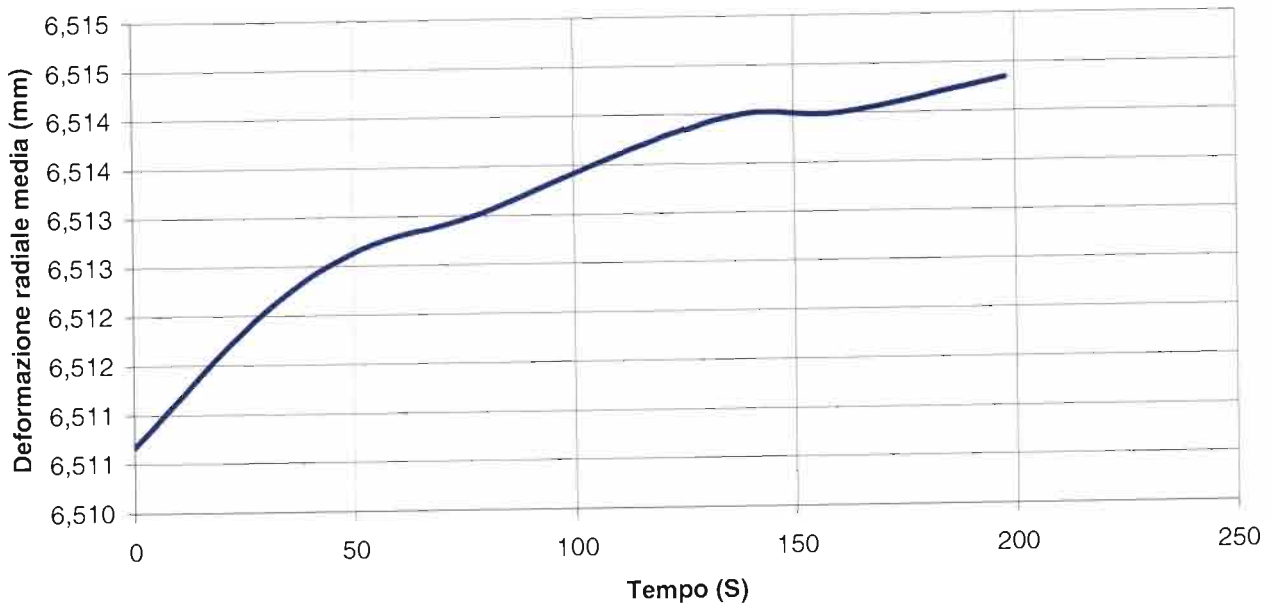


## PROVA DI CREEP

DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA - LOG TEMPO (s)

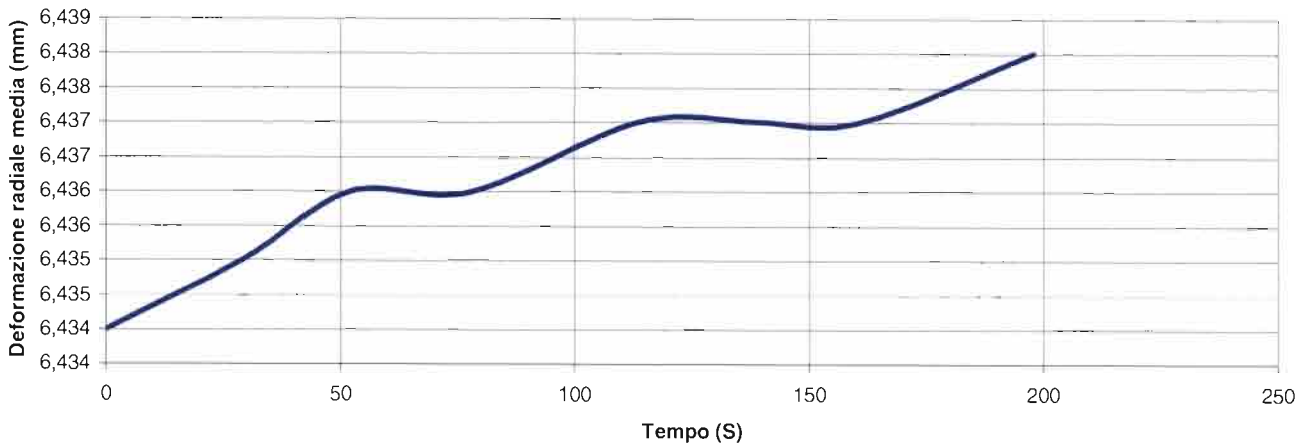


DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA -TEMPO (s)

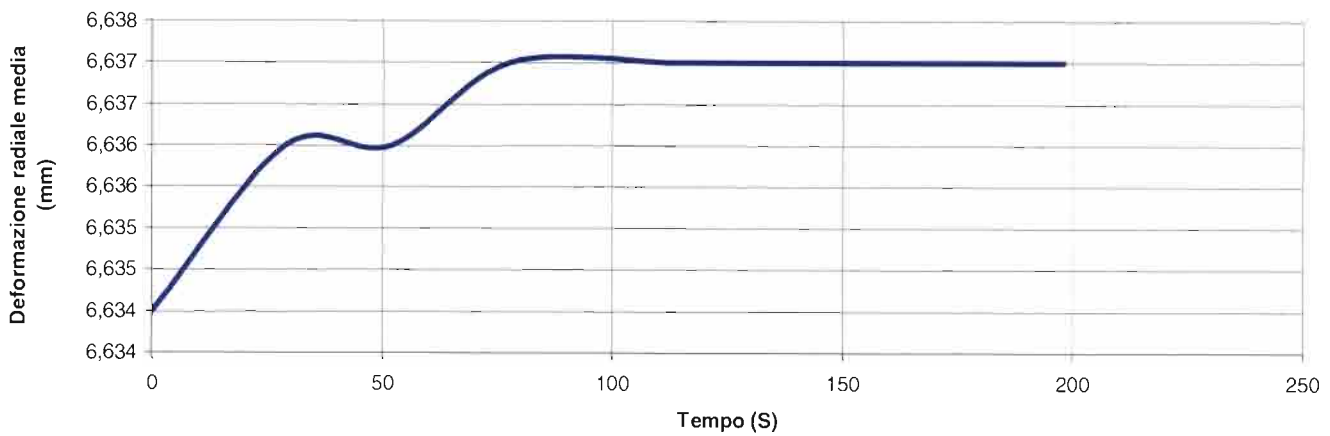


# PROVA DI CREEP

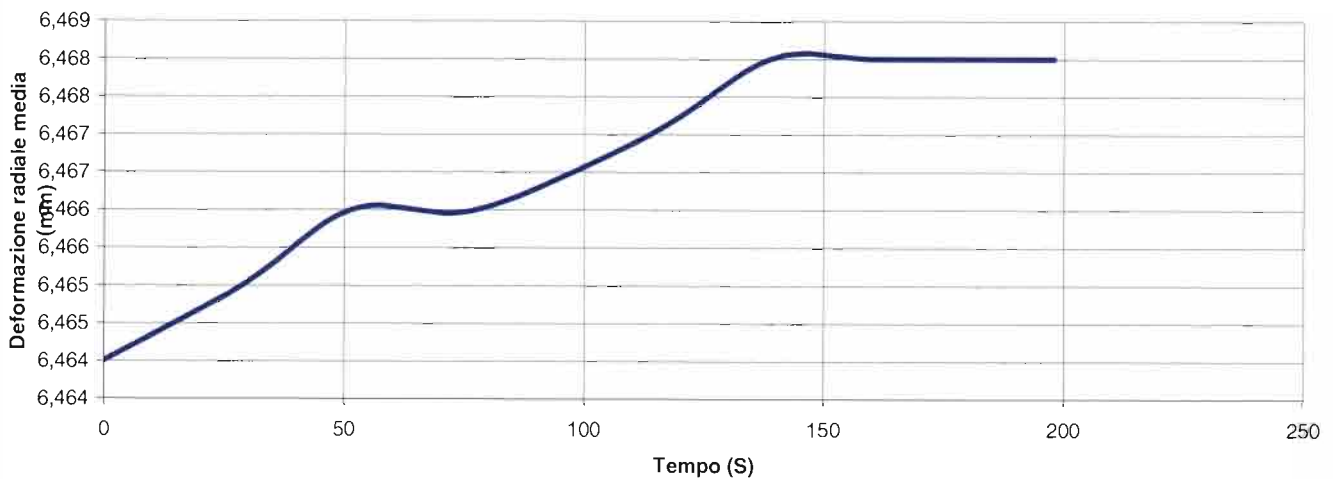
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)







QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

SONDAGGI GEOGNOSTICI PROFONDI (Sondaggio SPG1)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. |
|----------|-------|----------|--------------|------|
| IBL1     | 10    | D 69SG   | GE 00 05 008 | A    |

Allegato E - DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE DI FRATTURAZIONE IDRAULICA

HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

HF IN SITU STRESS DETERMINATION REPORT: DATA ANALYSIS (DA) AND STRESS FIELD CALCULATION (SFC)



JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF  
NUMBER OF TESTS: 5

| # | TEST | BOREHOLE | zh [m] | z [m] | LITHOLOGY |
|---|------|----------|--------|-------|-----------|
| 1 | HF1  | SPG1     | 241.5  | 241.5 | FILLADE   |
| 2 | HF2  | SPG1     | 230.5  | 230.5 | FILLADE   |
| 3 | HF3  | SPG1     | 223    | 223   | FILLADE   |
| 4 | HF4  | SPG1     | 207.5  | 207.5 | FILLADE   |
| 5 | HF5  | SPG1     | 190    | 190   | FILLADE   |

zh: test position - distance from the borehole collar      z: test overburden

HF2: Nei primi 2 cicli break-down sotto i packer => nell'interpretazione si considerano i cicli 3 e 4

HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

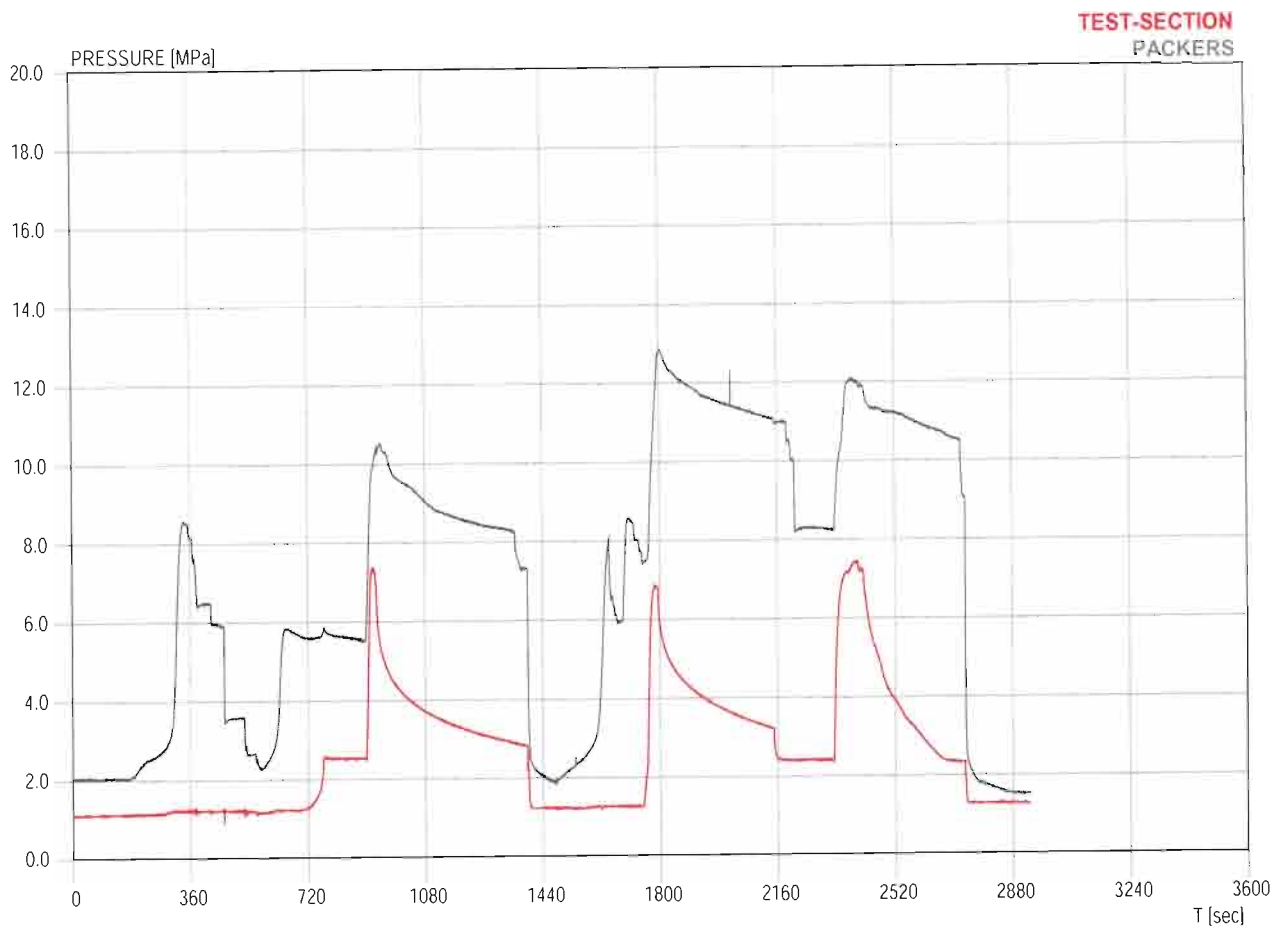
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF1

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 241.5

PRESSURE-TIME PLOT



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

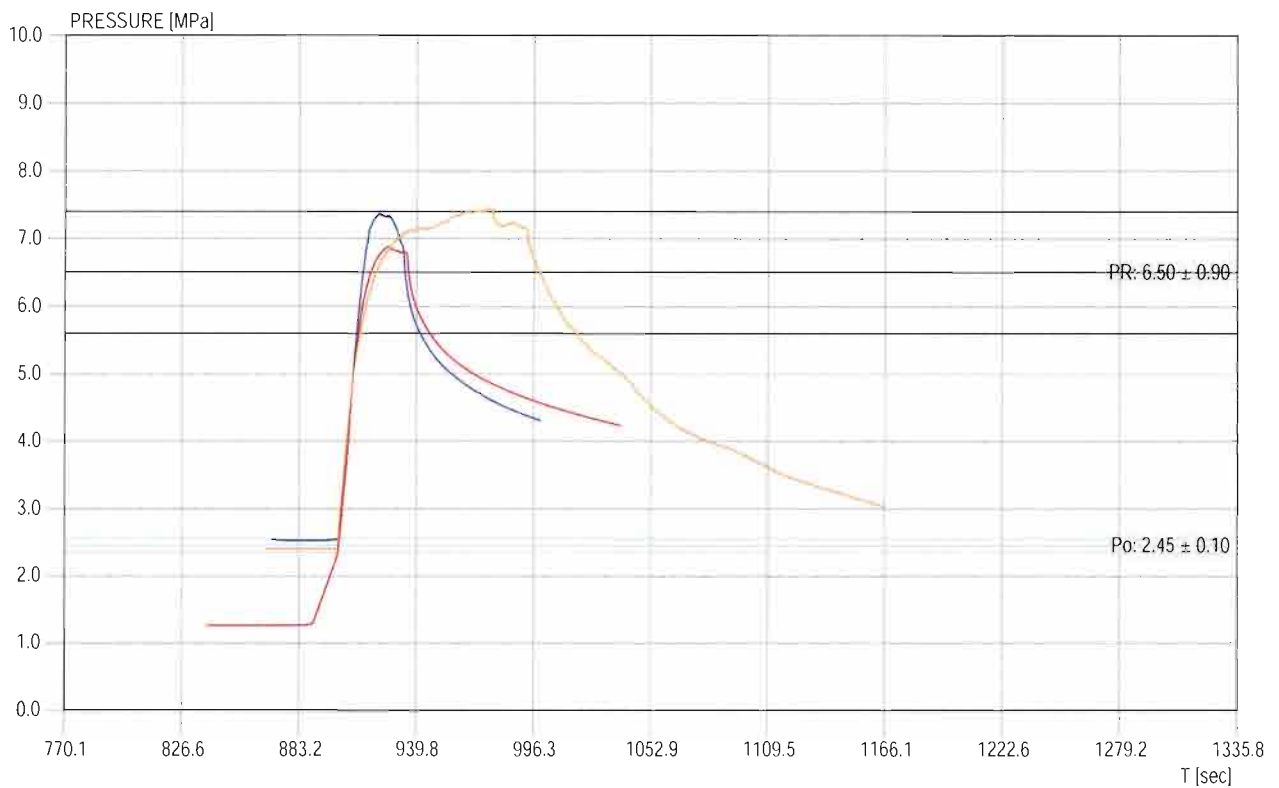
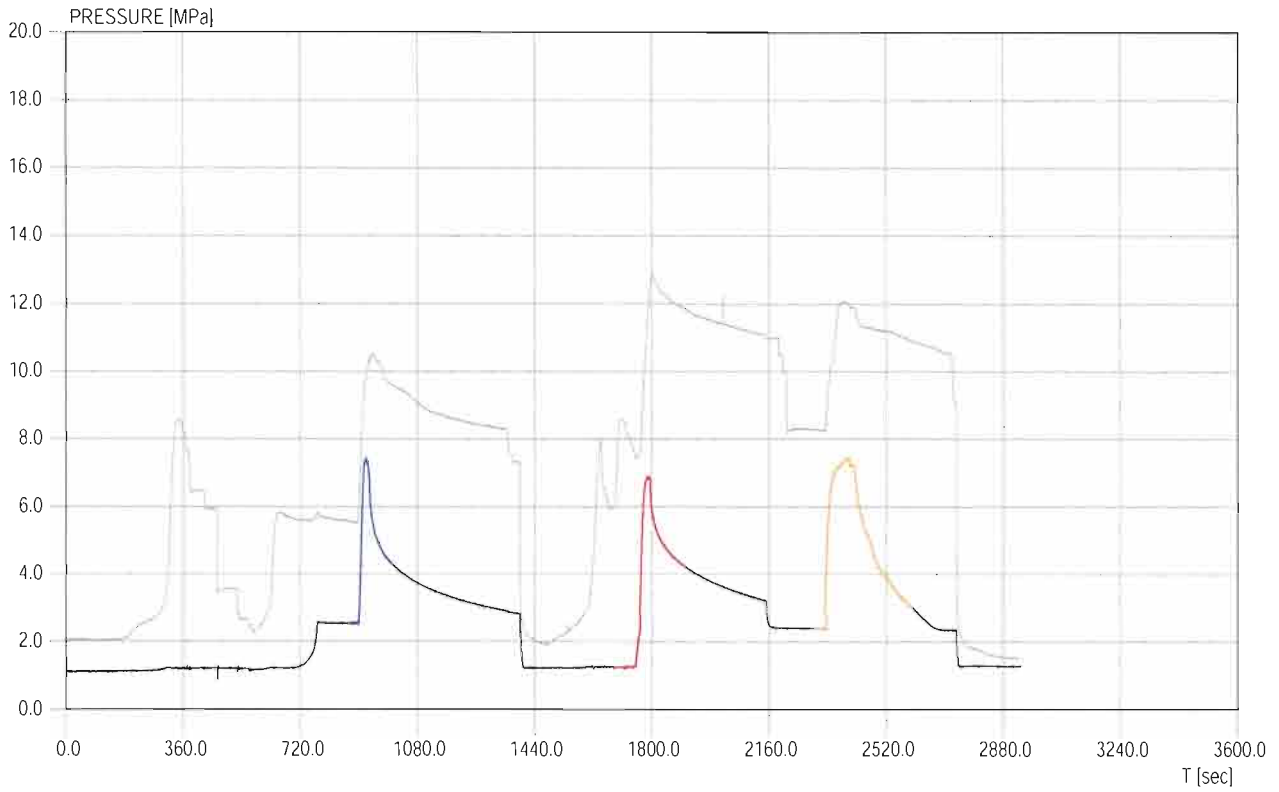
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF1

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 241.5

Pr/Po ANALYSIS



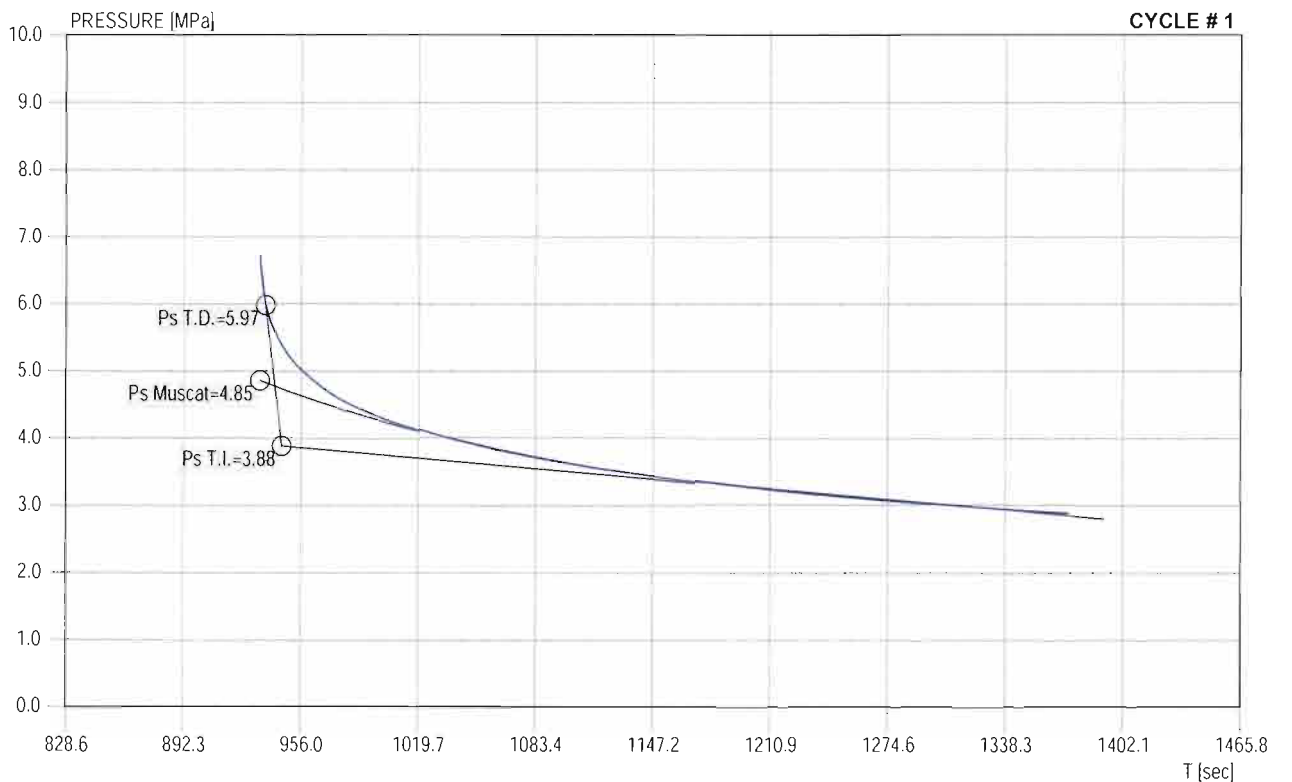
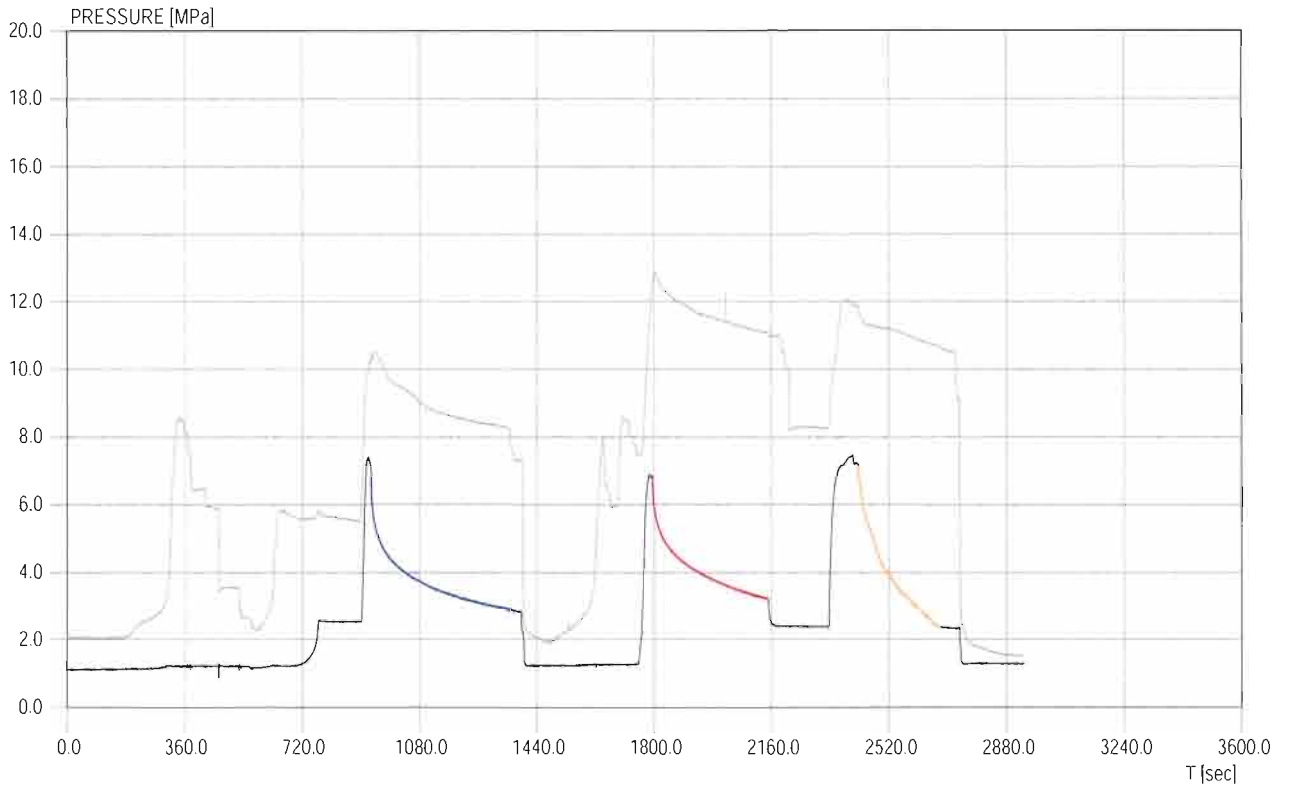


HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF1  
BOREHOLE: SPG1  
POSITION [m]: 241.5

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

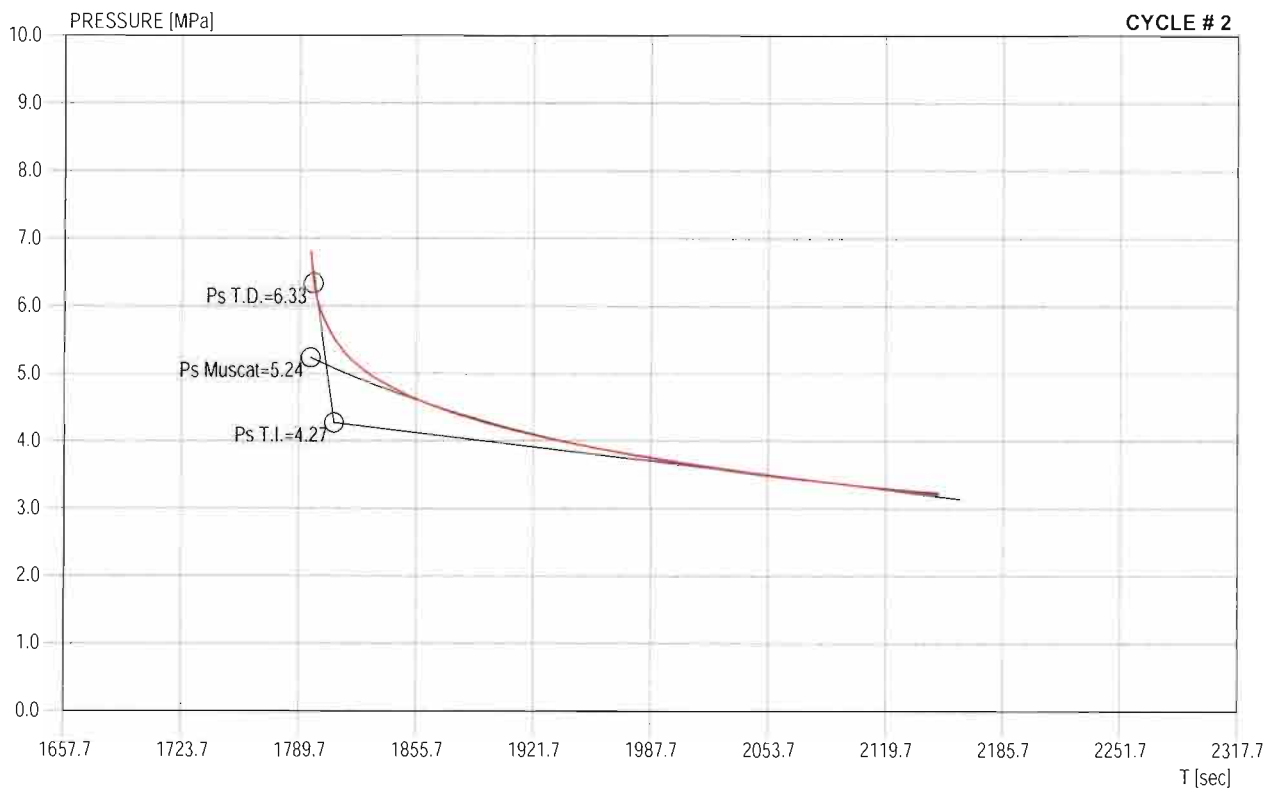
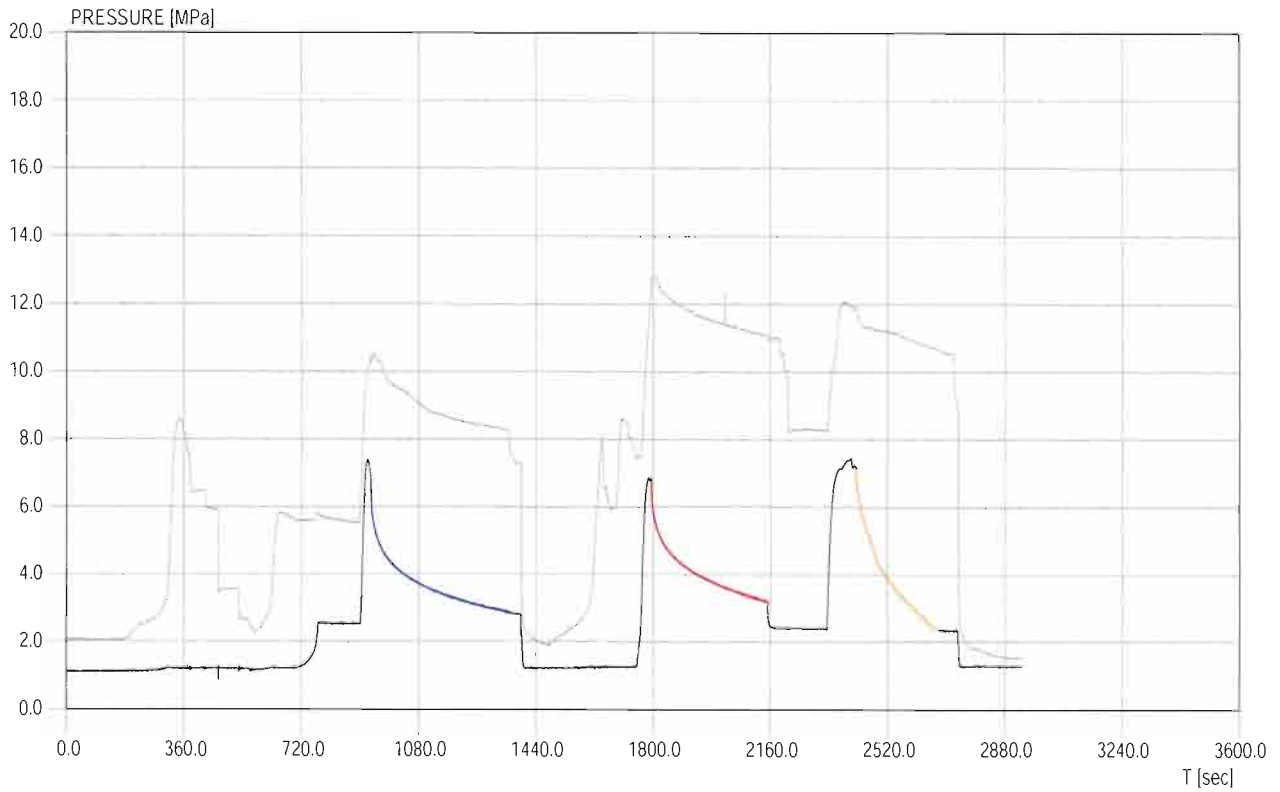
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF1

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 241.5

Ps ANALYSIS

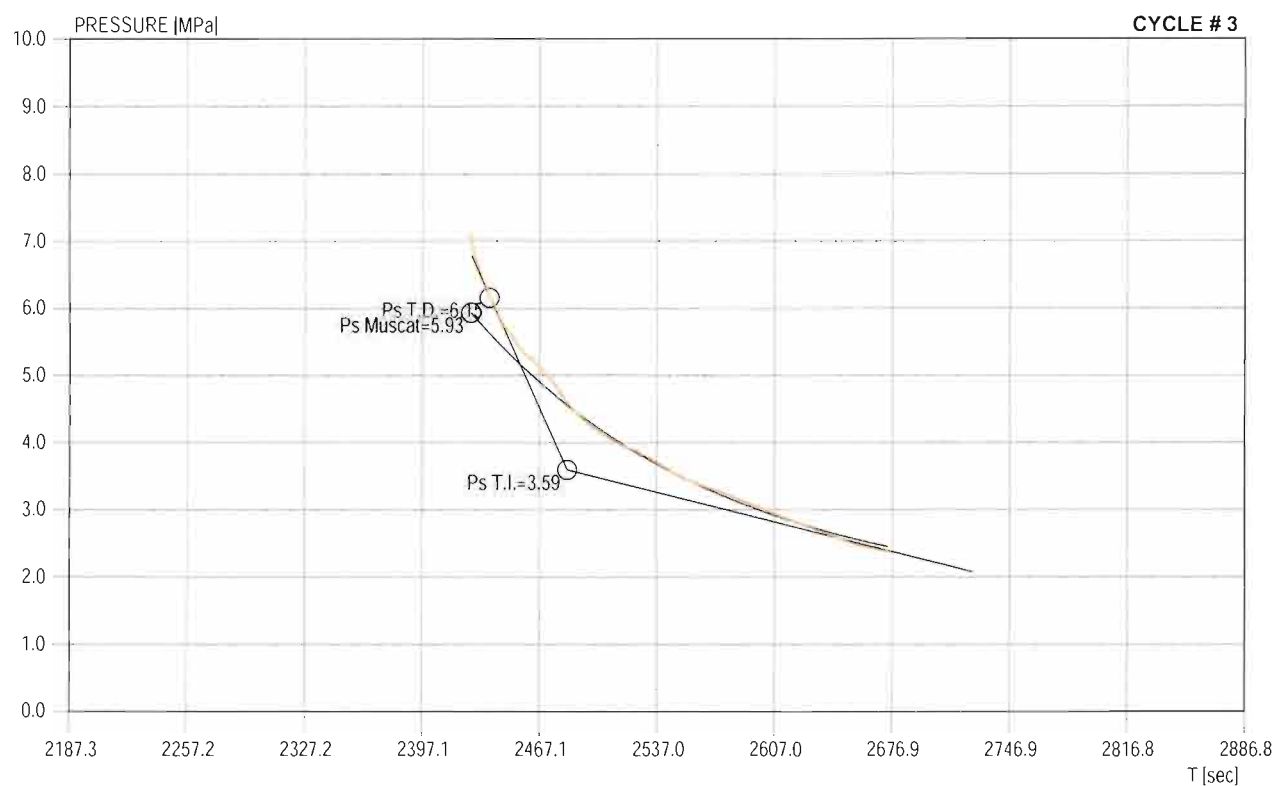
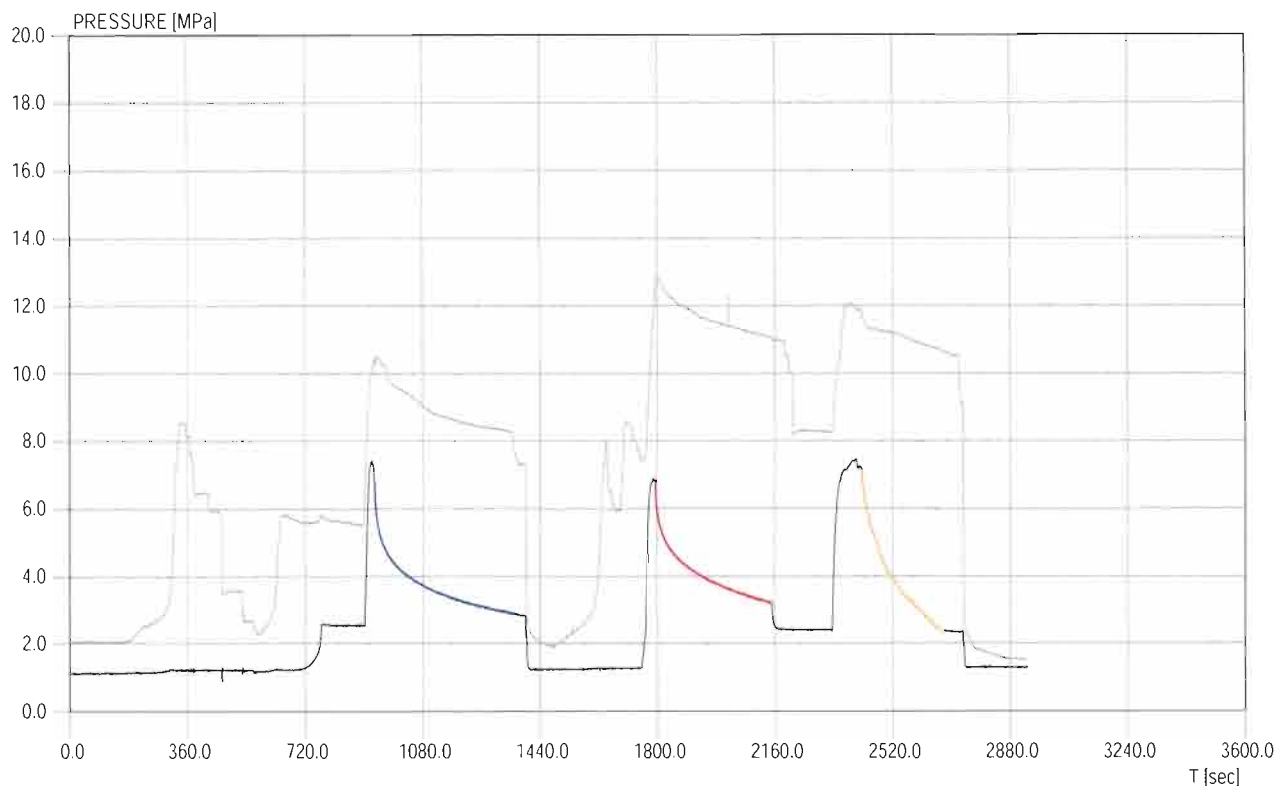


HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF1  
 BOREHOLE: SPG1  
 POSITION [m]: 241.5

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF1

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 241.5

LOCAL ORIENTATION OF THE BOREHOLE SPG1

trend [°]:  $0 \pm 0$   
 plunge [°]:  $90 \pm 0$

IMPRESSION PACKER ROTATION IN THE BOREHOLE REFERENCE SYSTEM

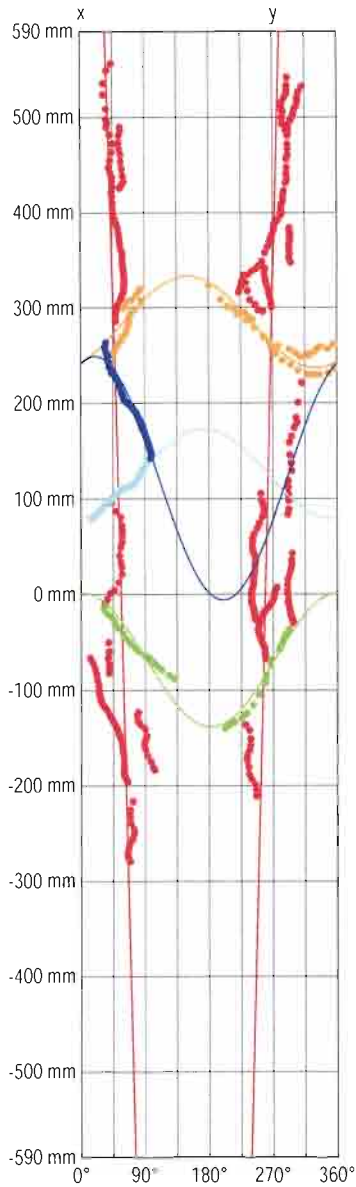
alpha [°]:  $342.9 \pm 1$

IMPRESSION PACKER DEFORMATION

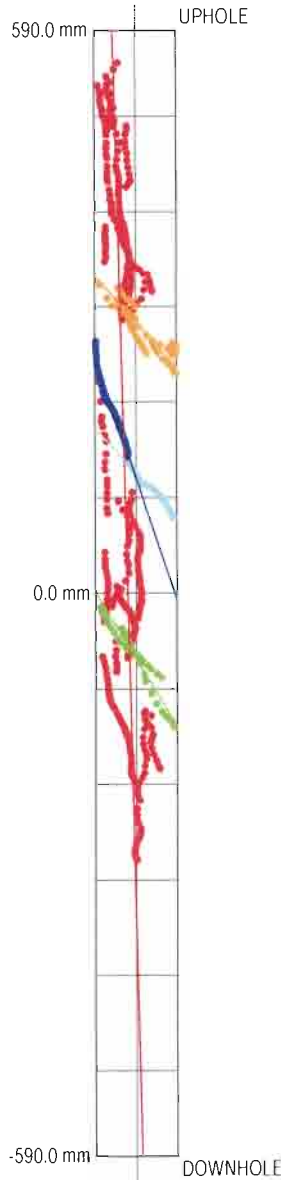
borehole Diam. [mm]: 101  
 deflated packer Diam. [mm]: 87  
 deflated packer Length [mm]: 1180  
 packer longitudinal contraction [%]: 2.45

IMPRESSION PACKER ANALYSIS

PACKER SURFACE PLANE DEVELOP

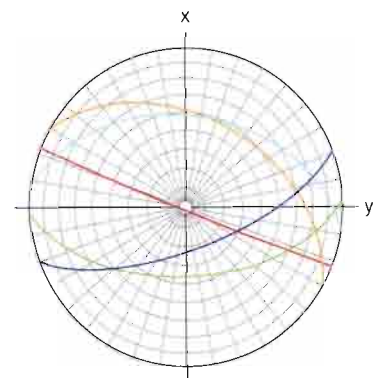


PACKER LATERAL VIEW



FRAC. ORIENTATION IN THE PACKER SYSTEM

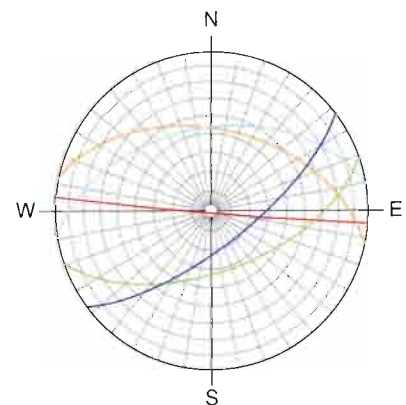
Schmidt Lower Hemisphere



- $202.0^\circ \pm 0.1^\circ / 88.3^\circ \pm 0.0^\circ$
- $29.0^\circ \pm 0.6^\circ / 42.8^\circ \pm 0.8^\circ$
- $177.8^\circ \pm 2.8^\circ / 53.5^\circ \pm 0.6^\circ$
- $7.4^\circ \pm 6.6^\circ / 42.1^\circ \pm 1.6^\circ$
- $159.9^\circ \pm 1.0^\circ / 67.9^\circ \pm 0.3^\circ$

FRAC. ORIENTATION IN THE GLOBAL SYSTEM

Schmidt Lower Hemisphere



- $184.9^\circ \pm 1.0^\circ / 88.5^\circ \pm 0.0^\circ$
- $11.9^\circ \pm 1.2^\circ / 47.7^\circ \pm 0.8^\circ$
- $160.7^\circ \pm 3.0^\circ / 58.2^\circ \pm 0.6^\circ$
- $350.3^\circ \pm 6.6^\circ / 47.0^\circ \pm 1.6^\circ$
- $142.8^\circ \pm 1.4^\circ / 71.2^\circ \pm 0.3^\circ$

HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

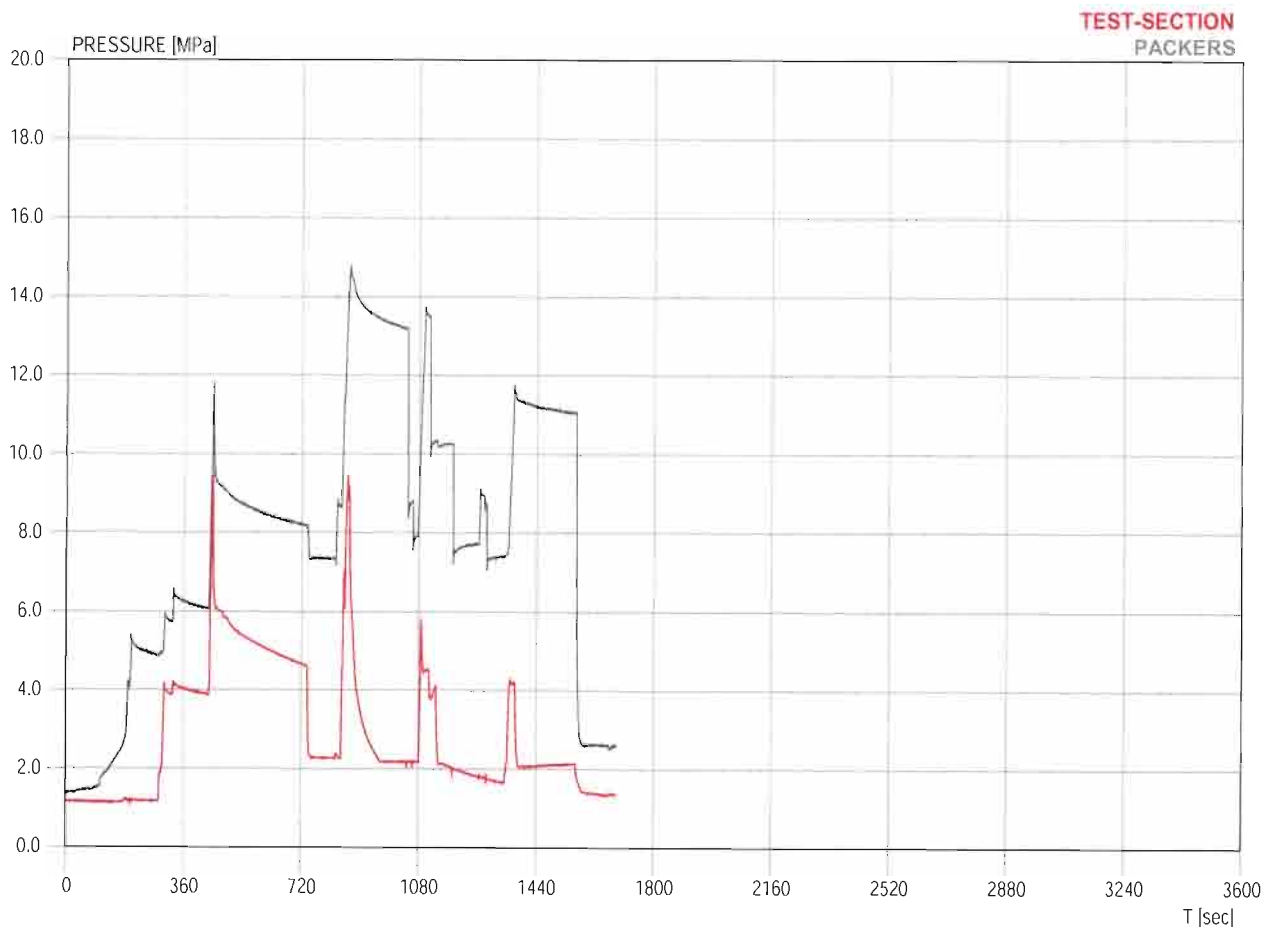
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF2

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 230.5

PRESSURE-TIME PLOT



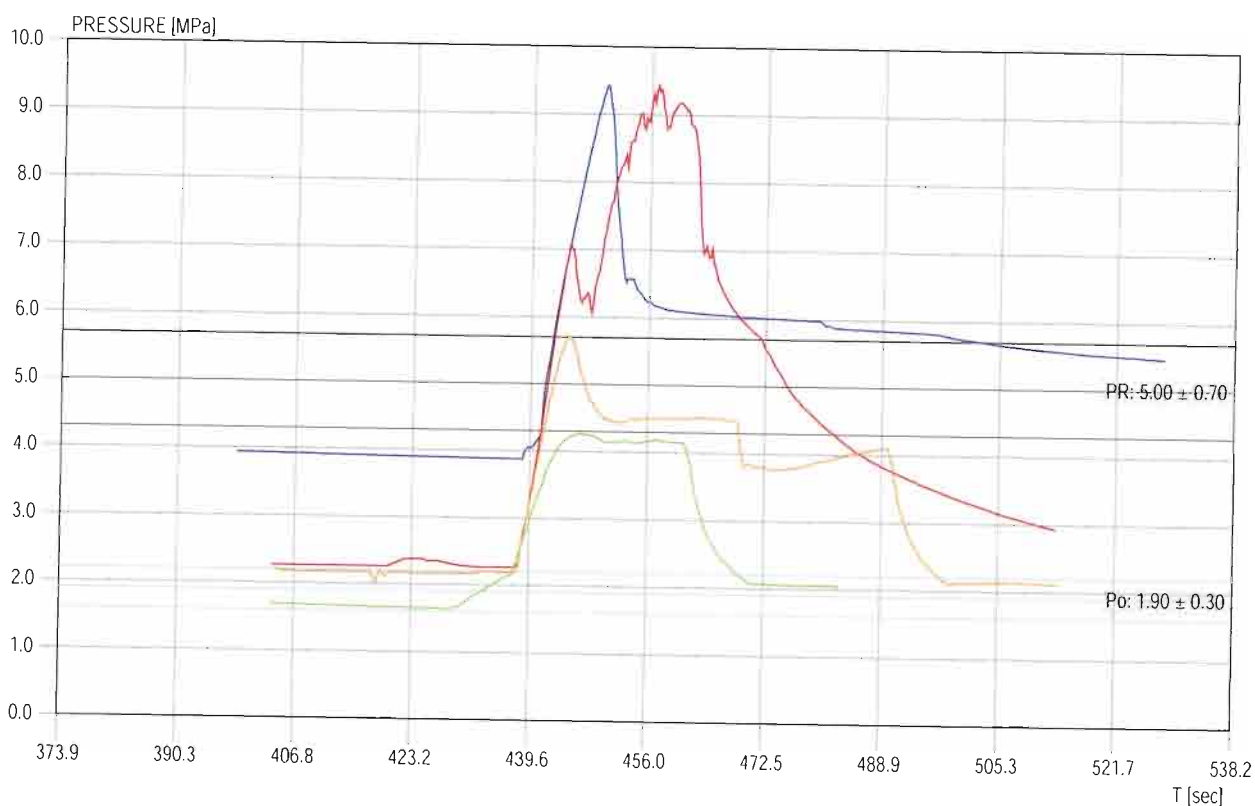
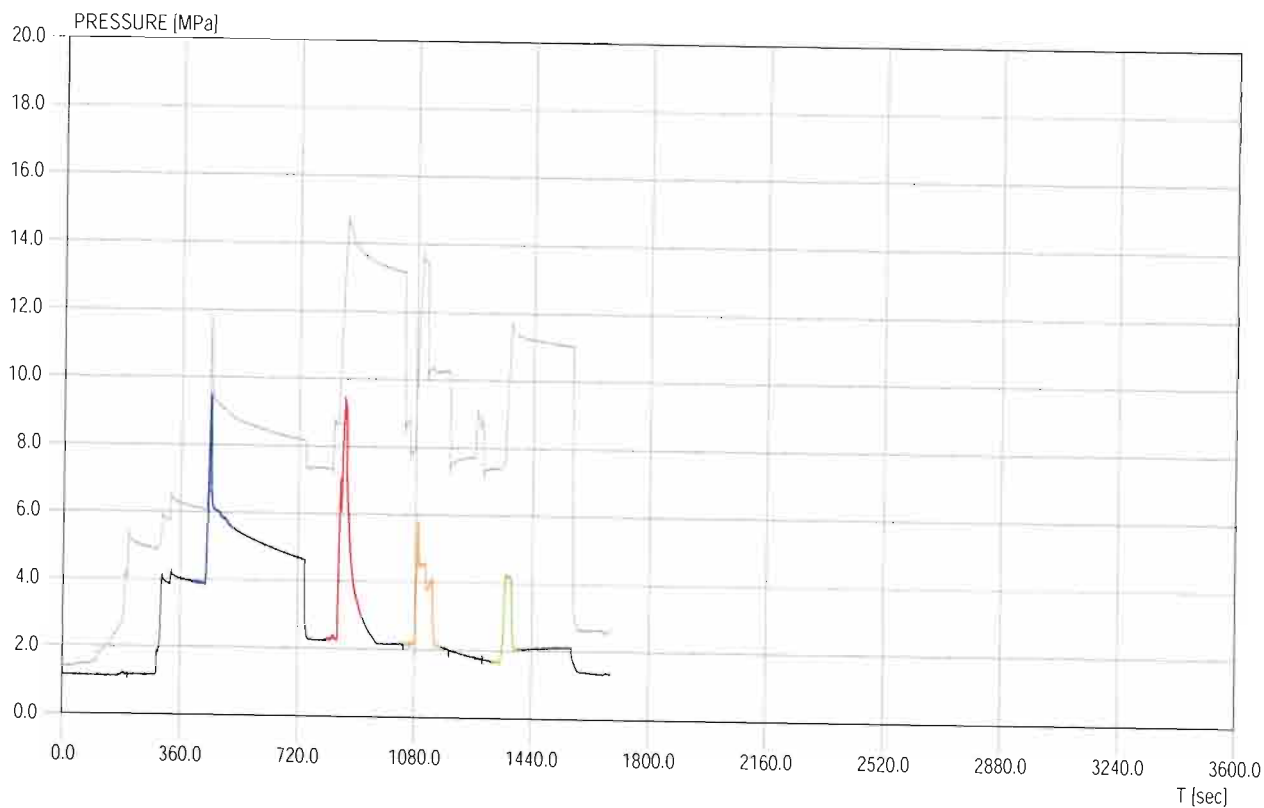


### HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF2  
BOREHOLE: SPG1  
POSITION [m]: 230.5

Pr/Po ANALYSIS



### HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

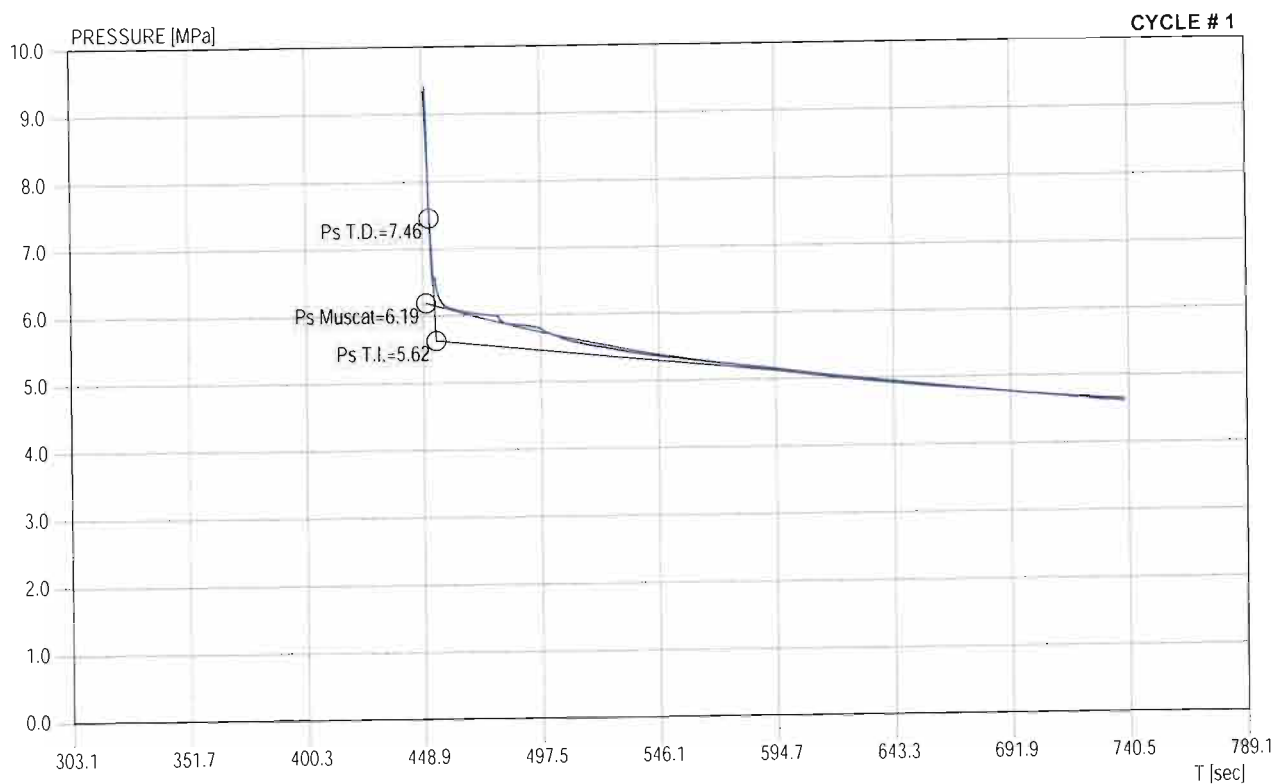
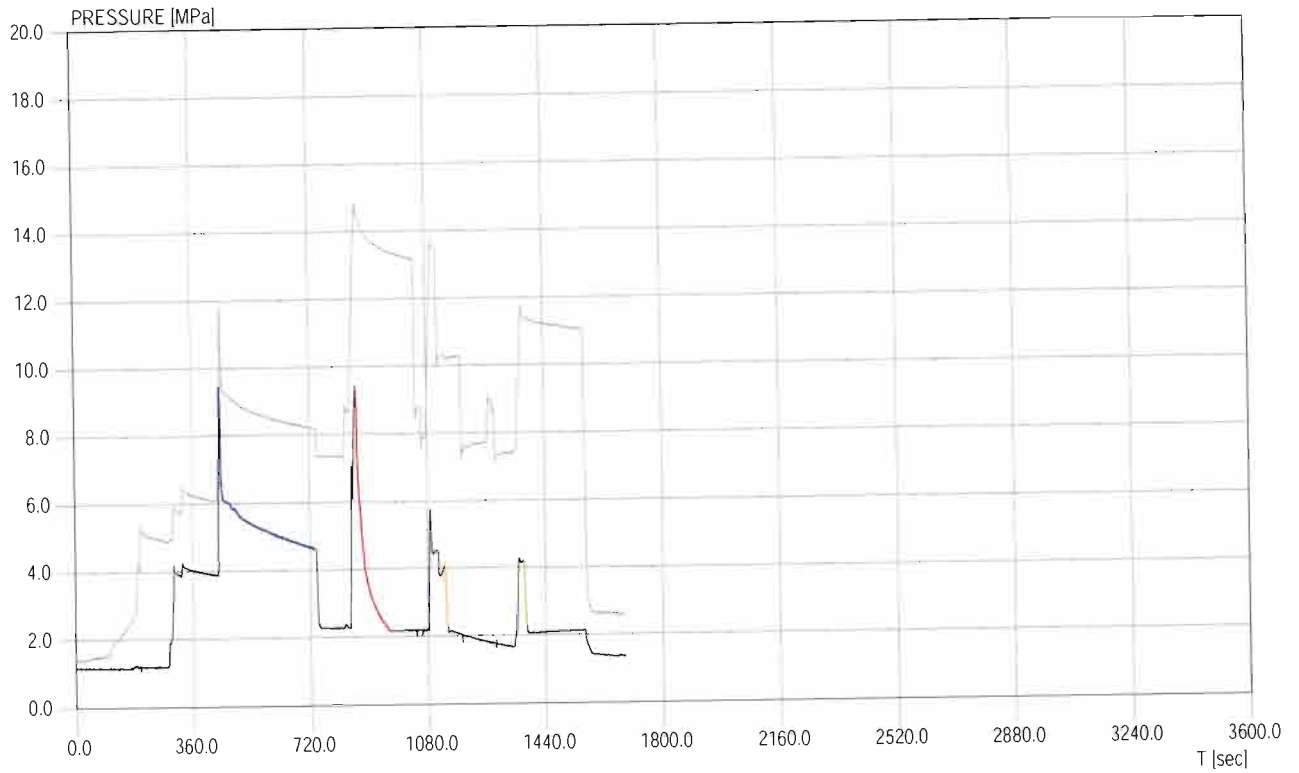
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF2

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 230.5

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

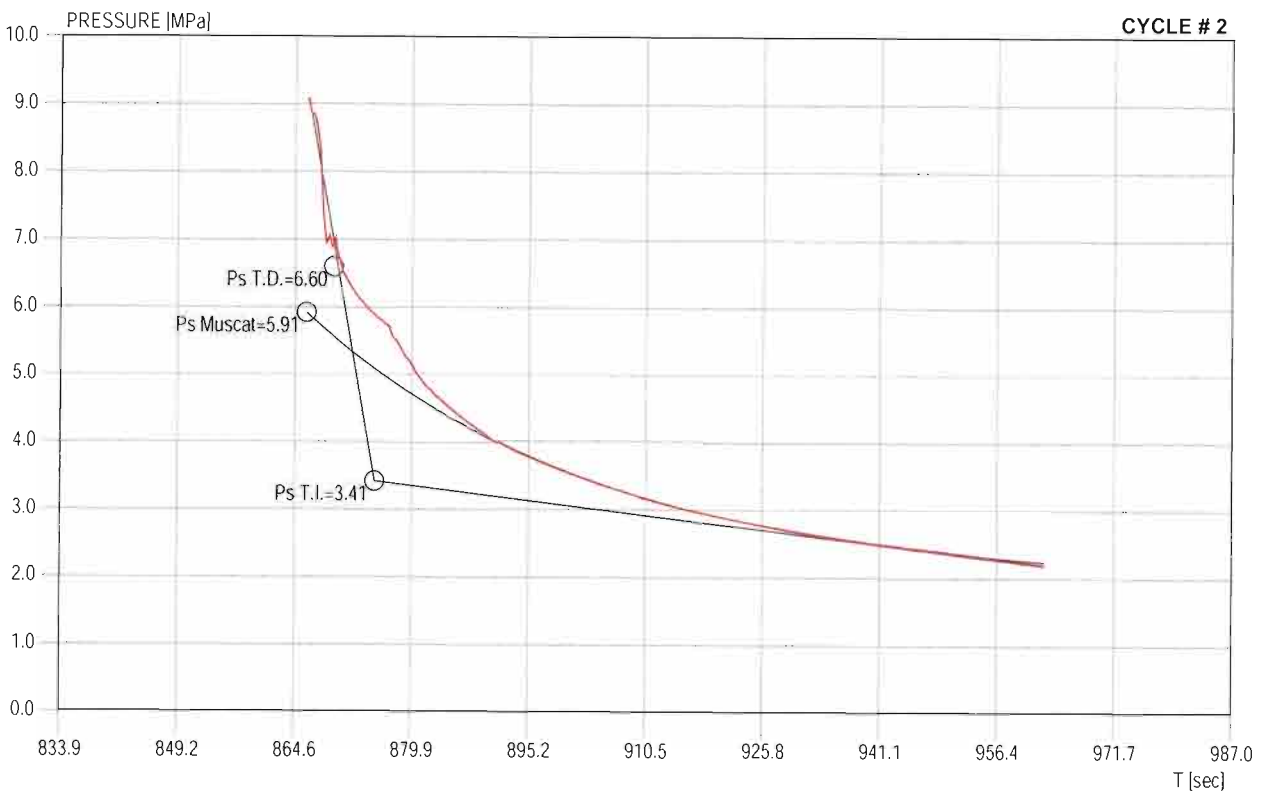
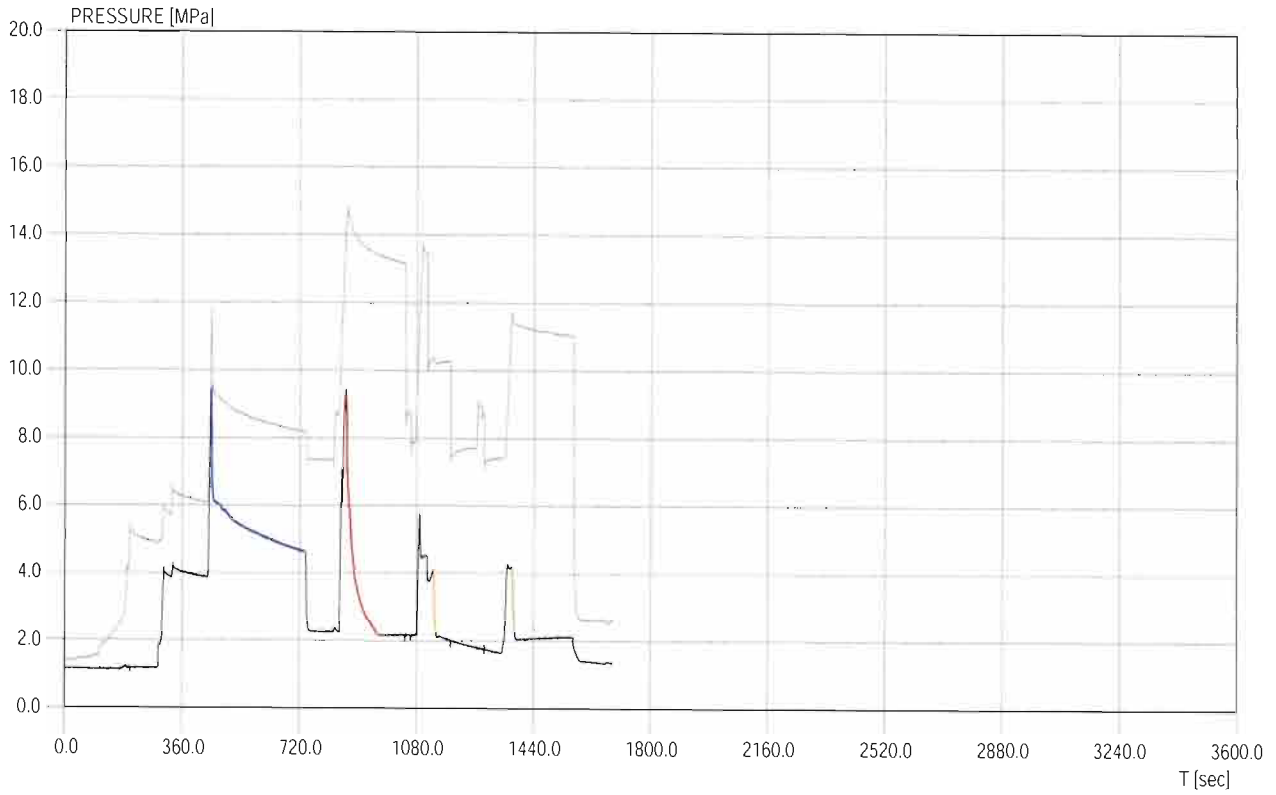
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF2

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 230.5

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

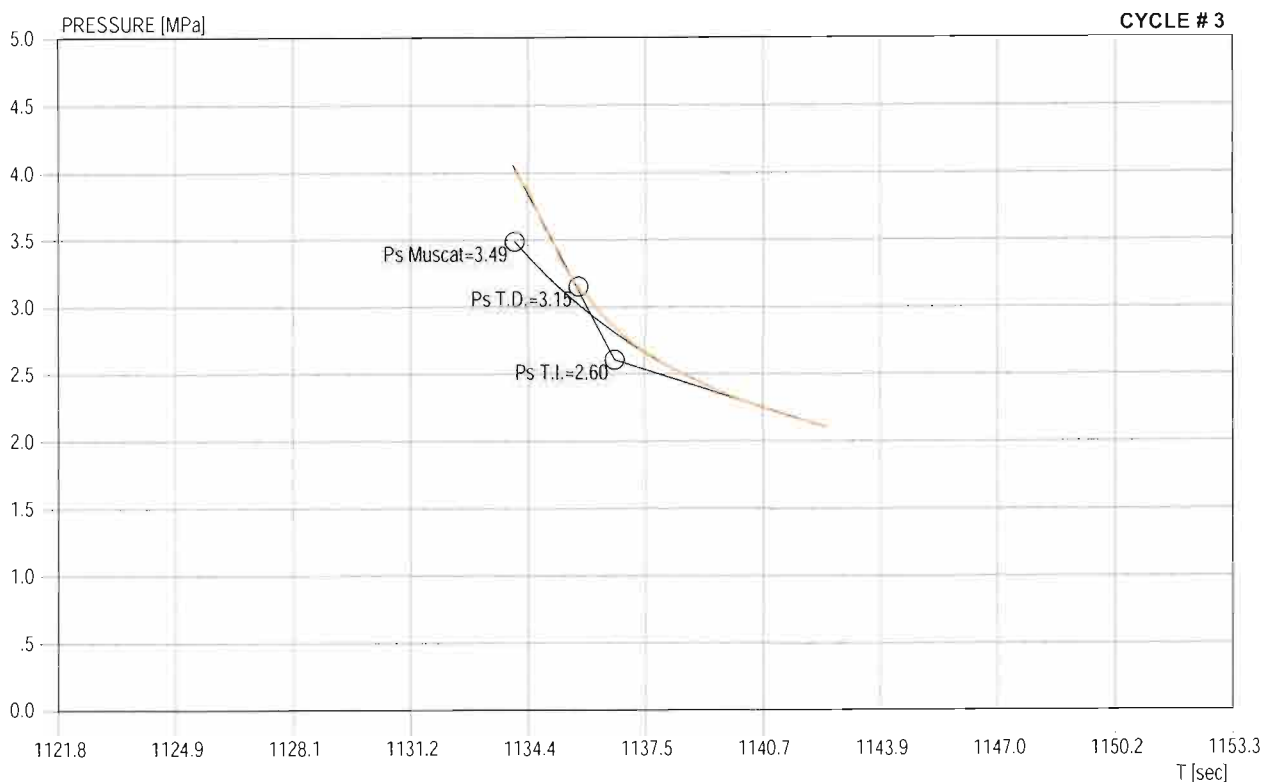
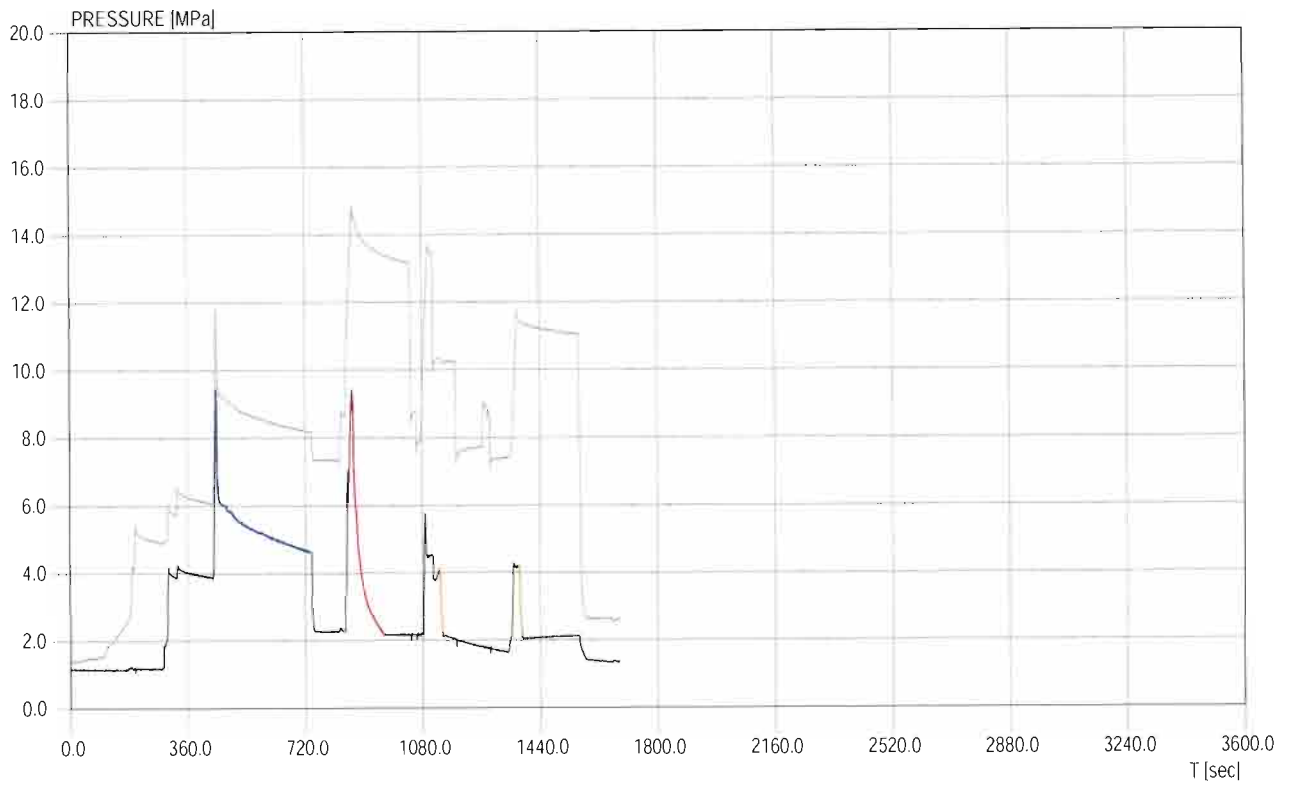
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF2

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 230.5

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

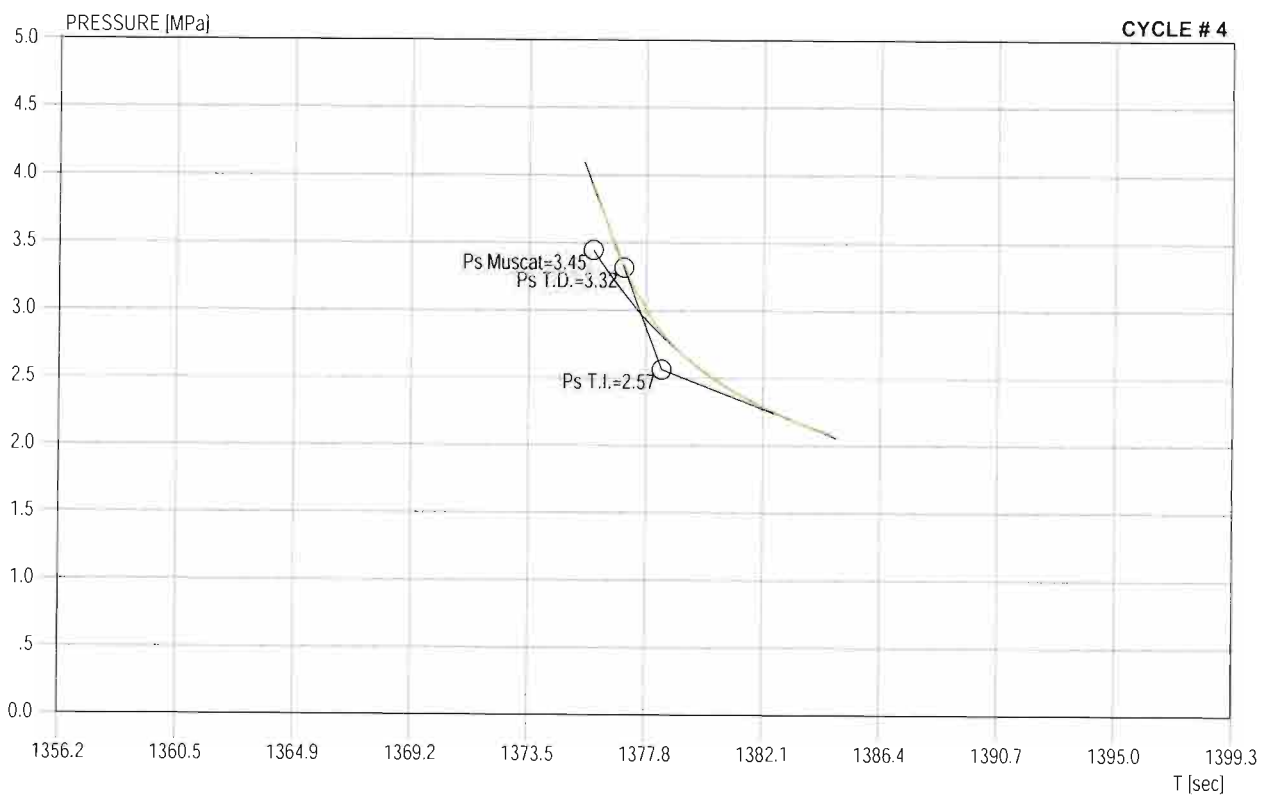
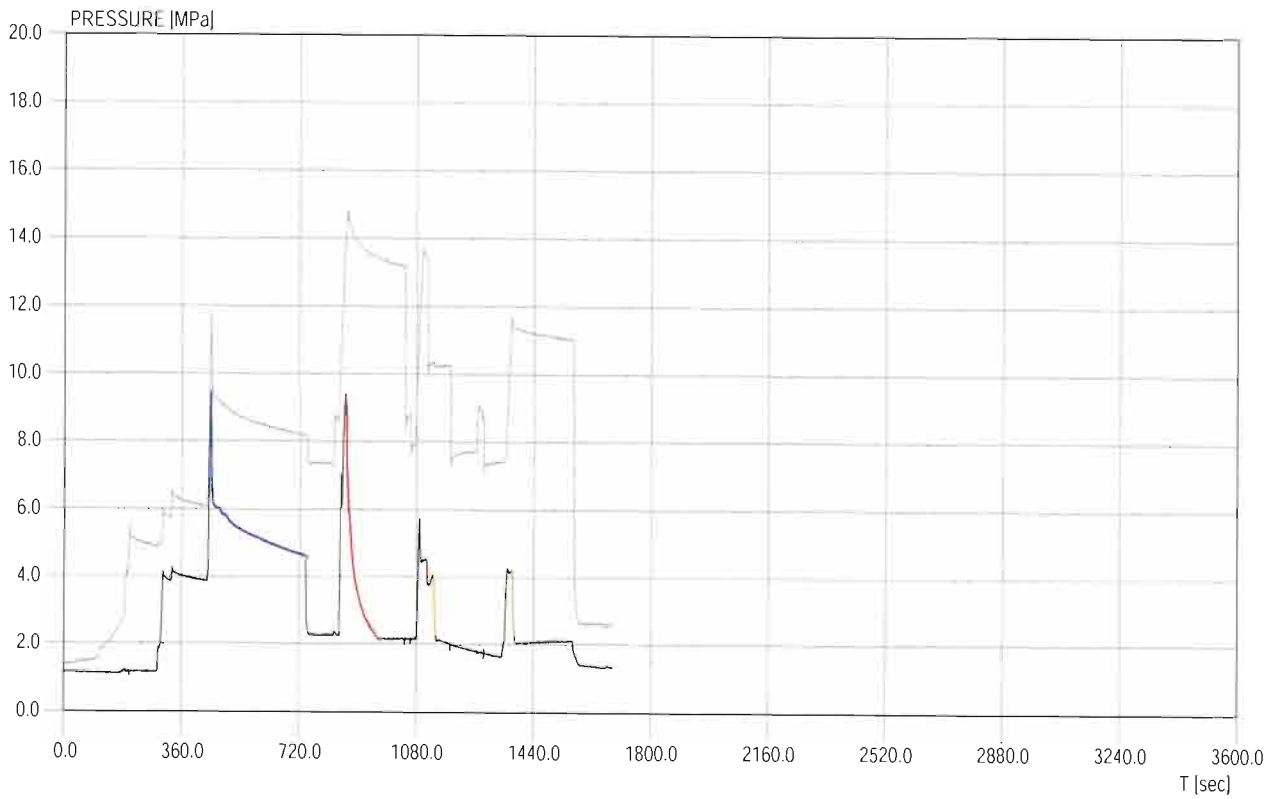
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF2

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 230.5

Ps ANALYSIS





HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF2

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 230.5

LOCAL ORIENTATION OF THE BOREHOLE SPG1

trend [°]:  $0 \pm 0$

plunge [°]:  $90 \pm 0$

IMPRESSION PACKER ROTATION IN THE BOREHOLE REFERENCE SYSTEM

alpha [°]:  $169.2 \pm 1$

IMPRESSION PACKER DEFORMATION

borehole Diam. [mm]: 101

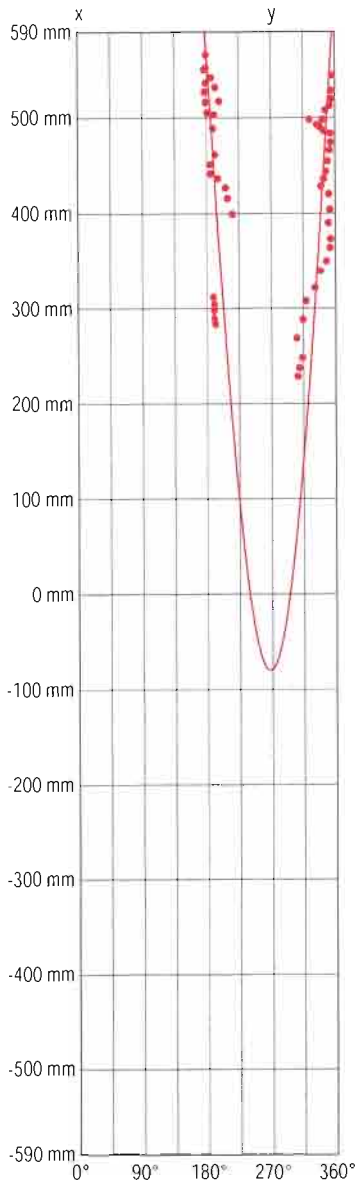
deflated packer Diam. [mm]: 87

deflated packer Length [mm]: 1180

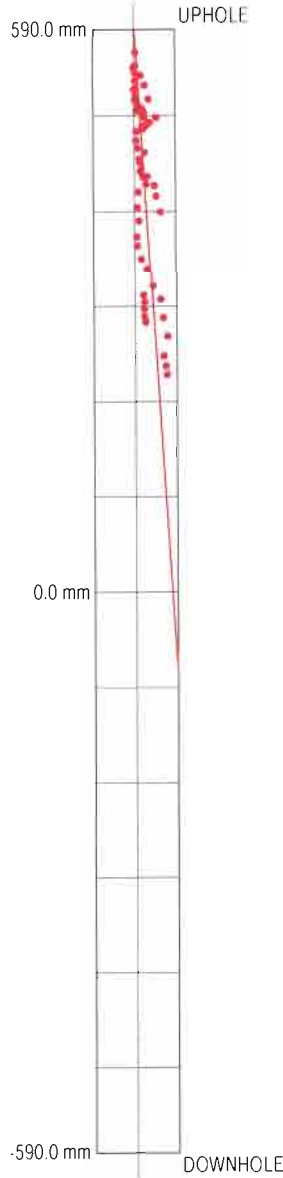
packer longitudinal contraction [%]: 2.45

IMPRESSION PACKER ANALYSIS

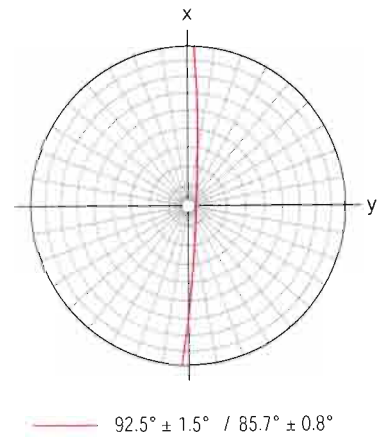
PACKER SURFACE PLANE DEVELOP



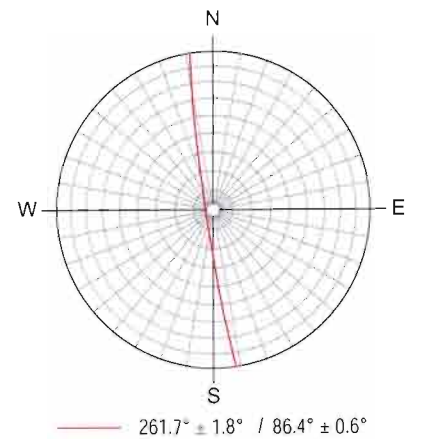
PACKER LATERAL VIEW



FRAC. ORIENTATION IN THE PACKER SYSTEM  
Schmidt Lower Emisphere



FRAC. ORIENTATION IN THE GLOBAL SYSTEM  
Schmidt Lower Emisphere



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

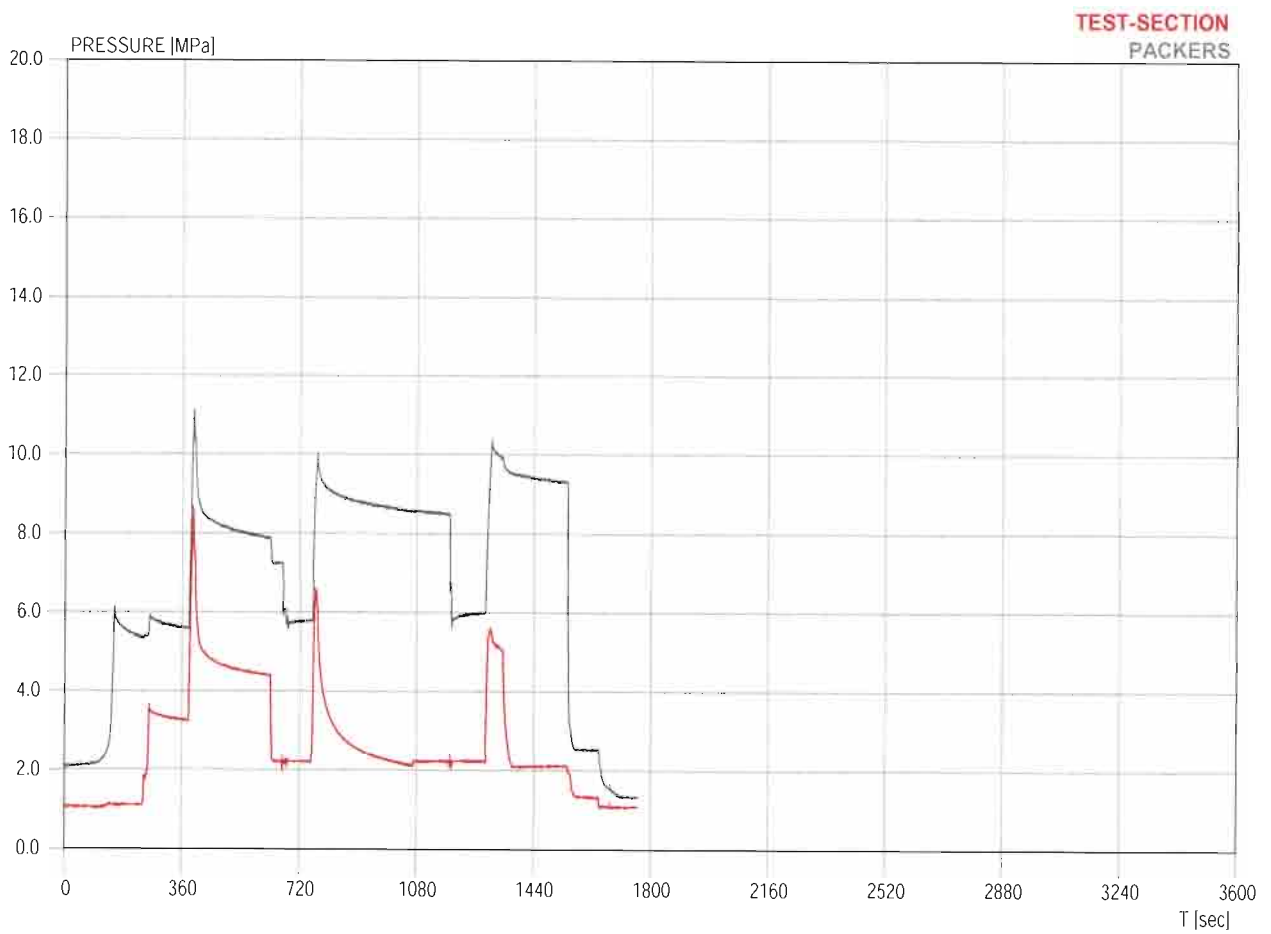
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF3

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 223

PRESSURE-TIME PLOT



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

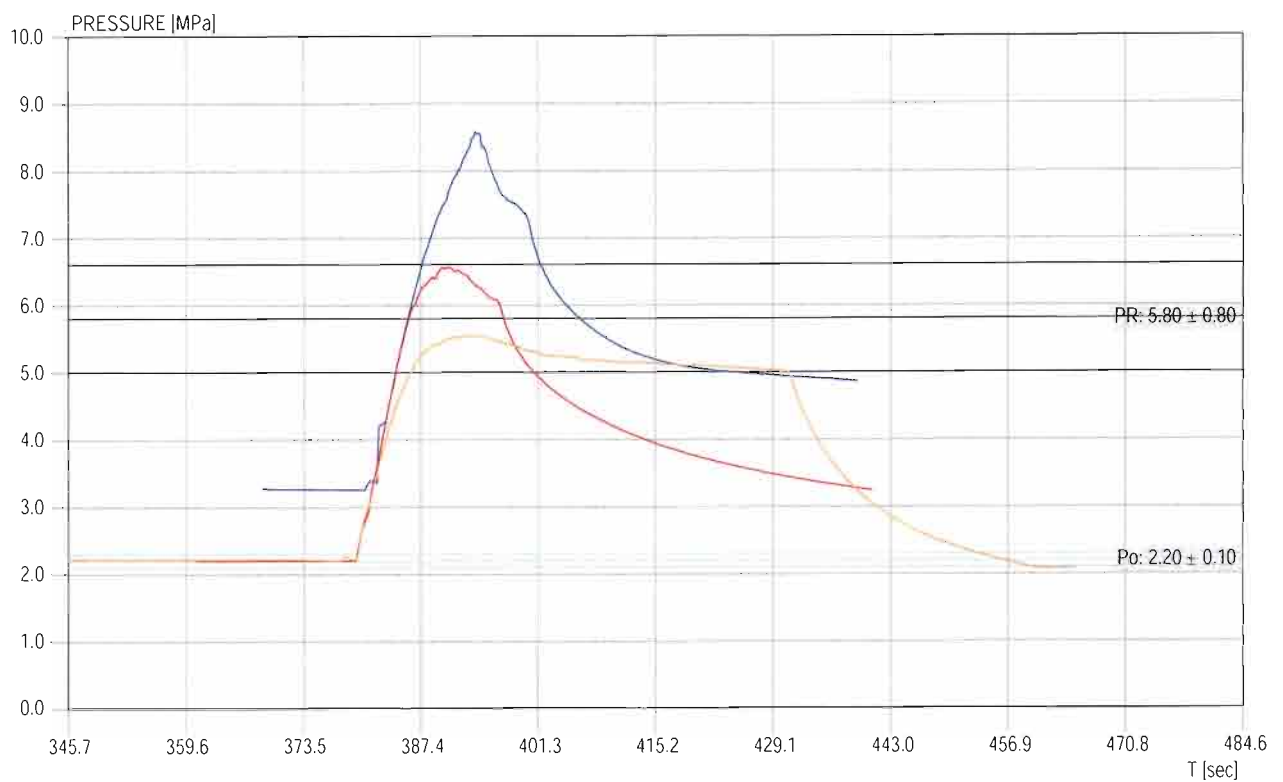
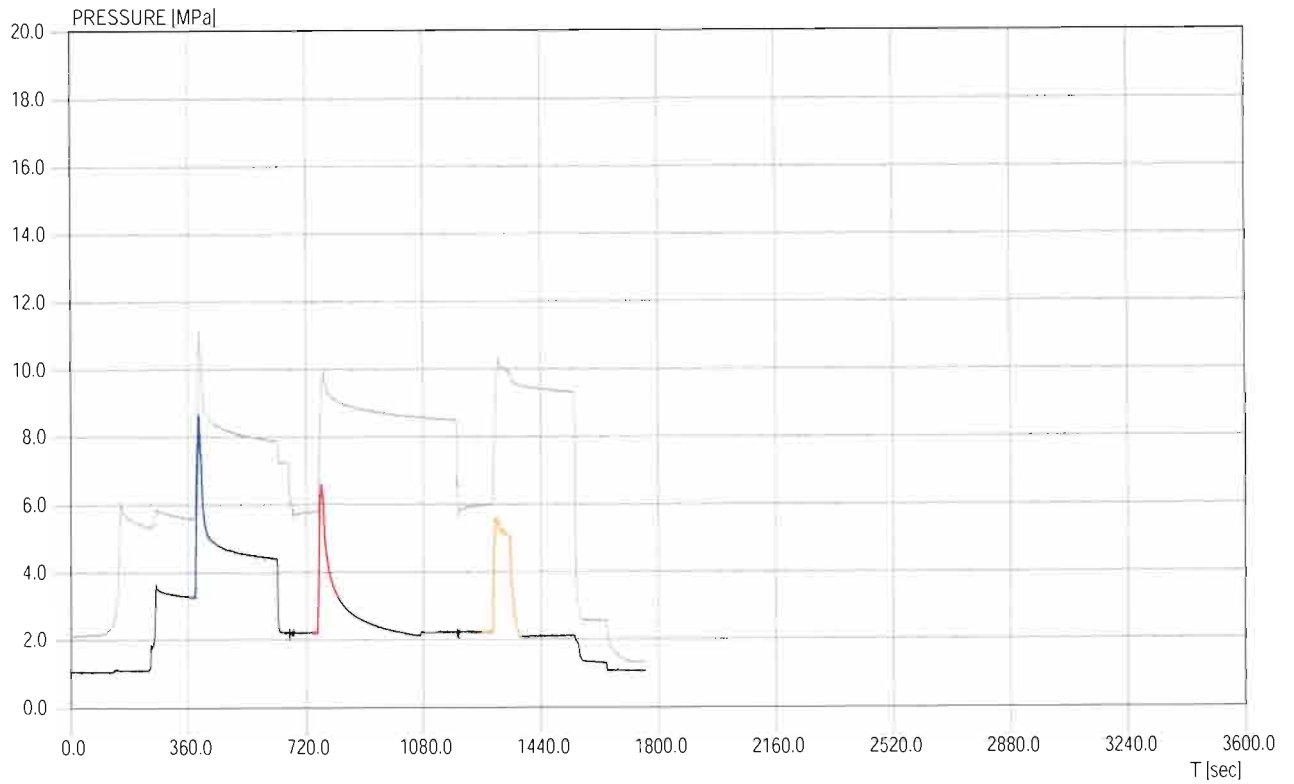
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF3

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 223

Pr/Po ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

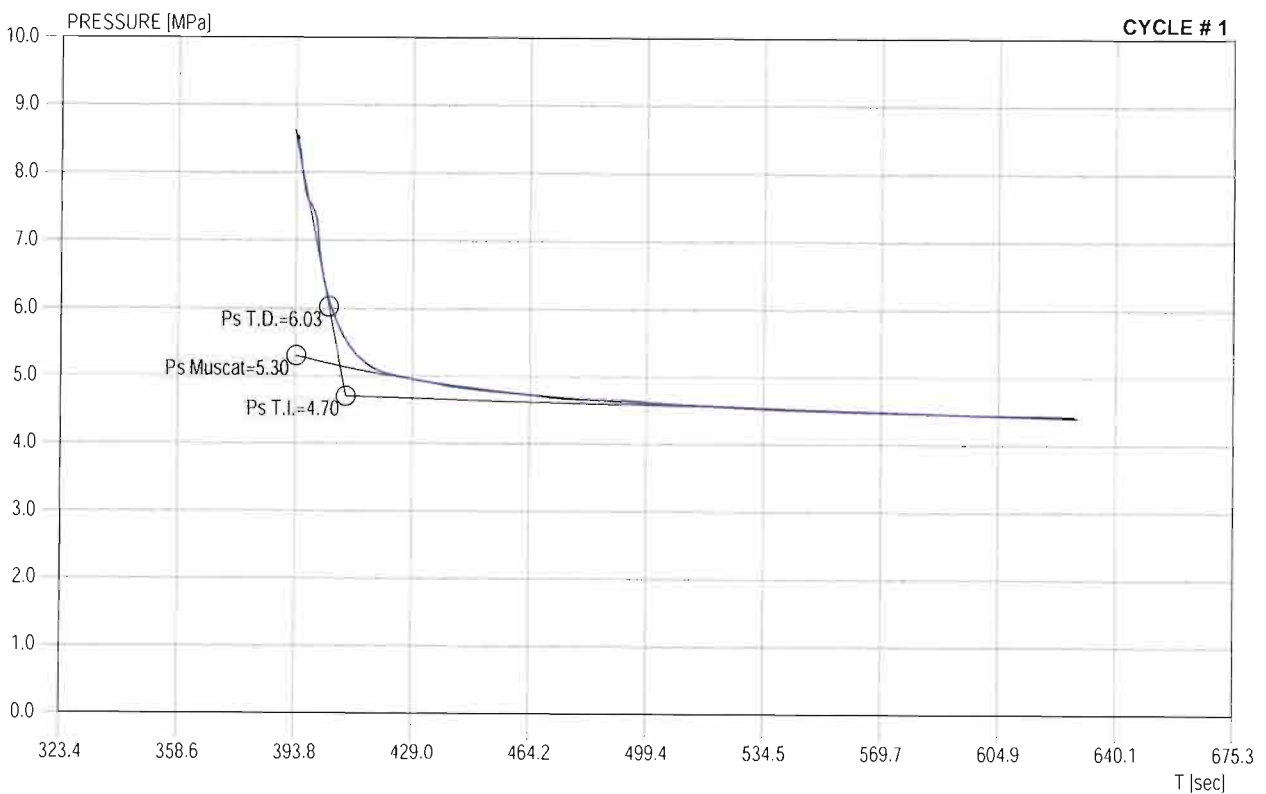
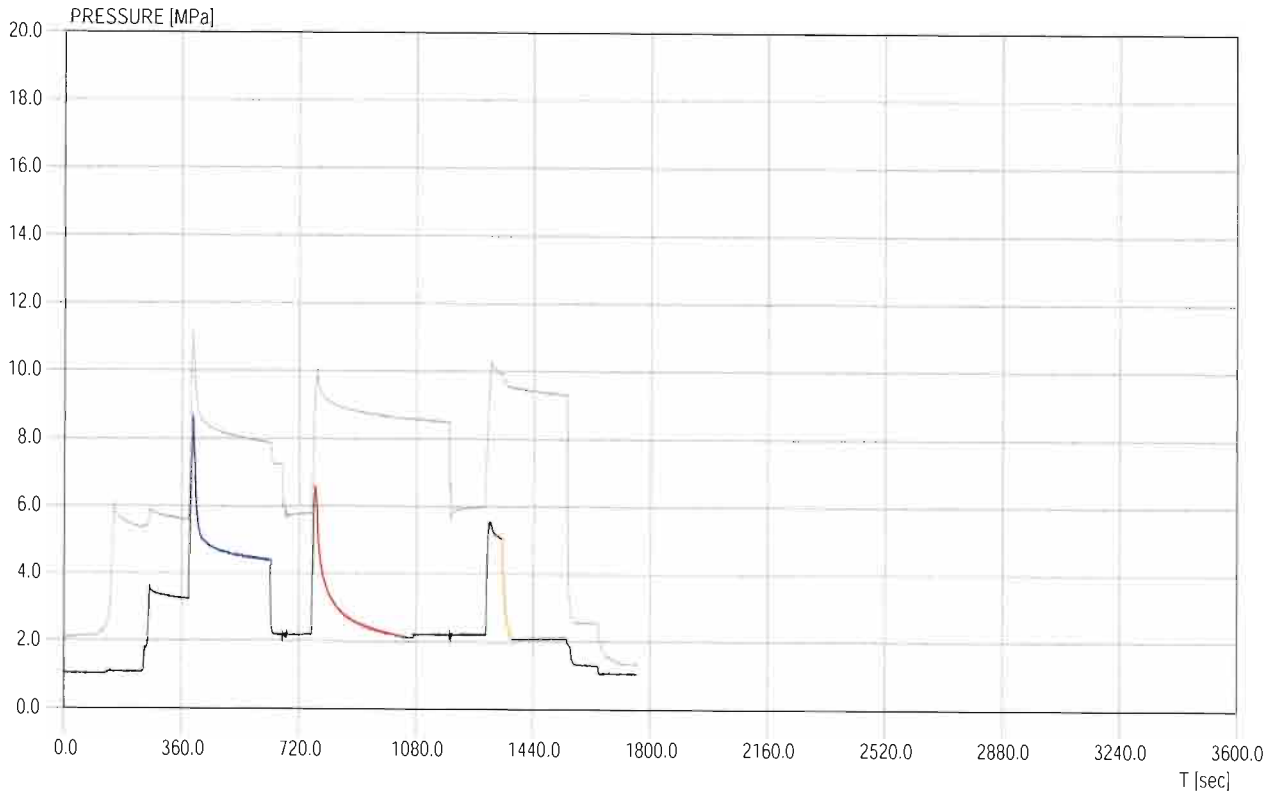
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF3

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 223

Ps ANALYSIS

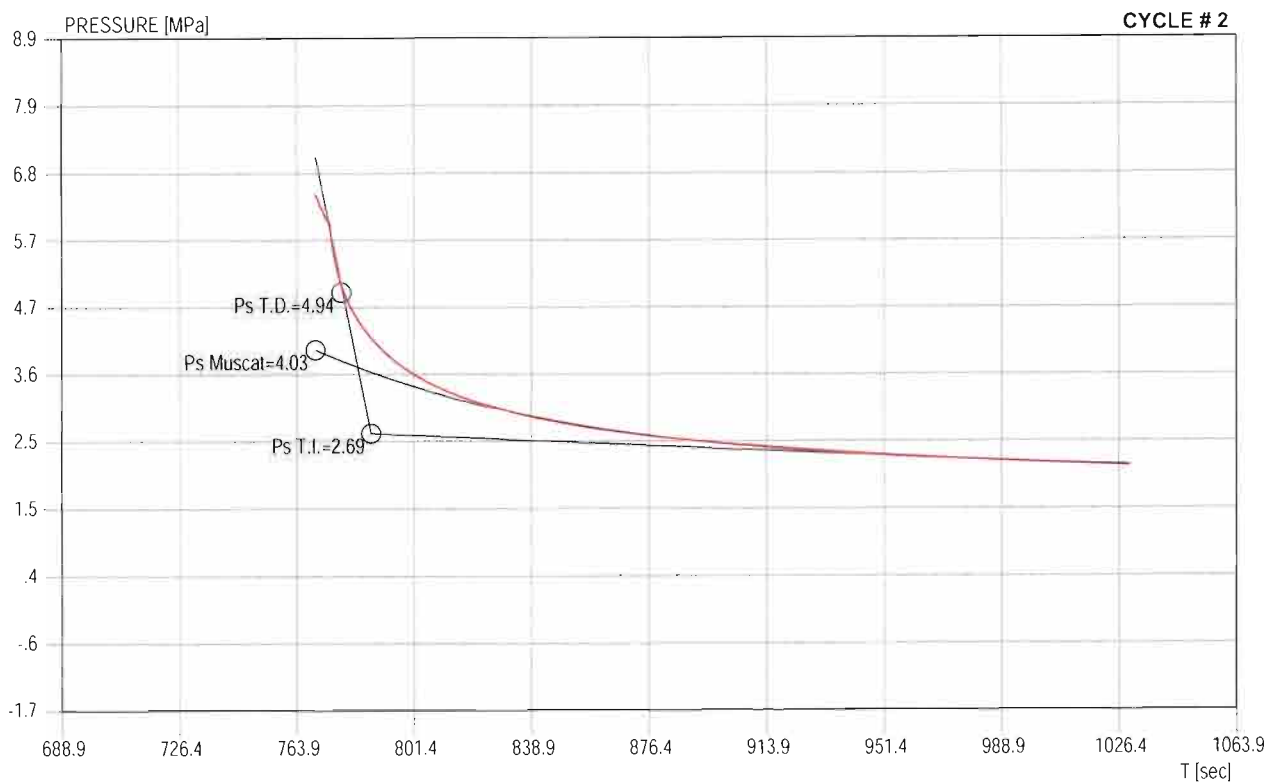
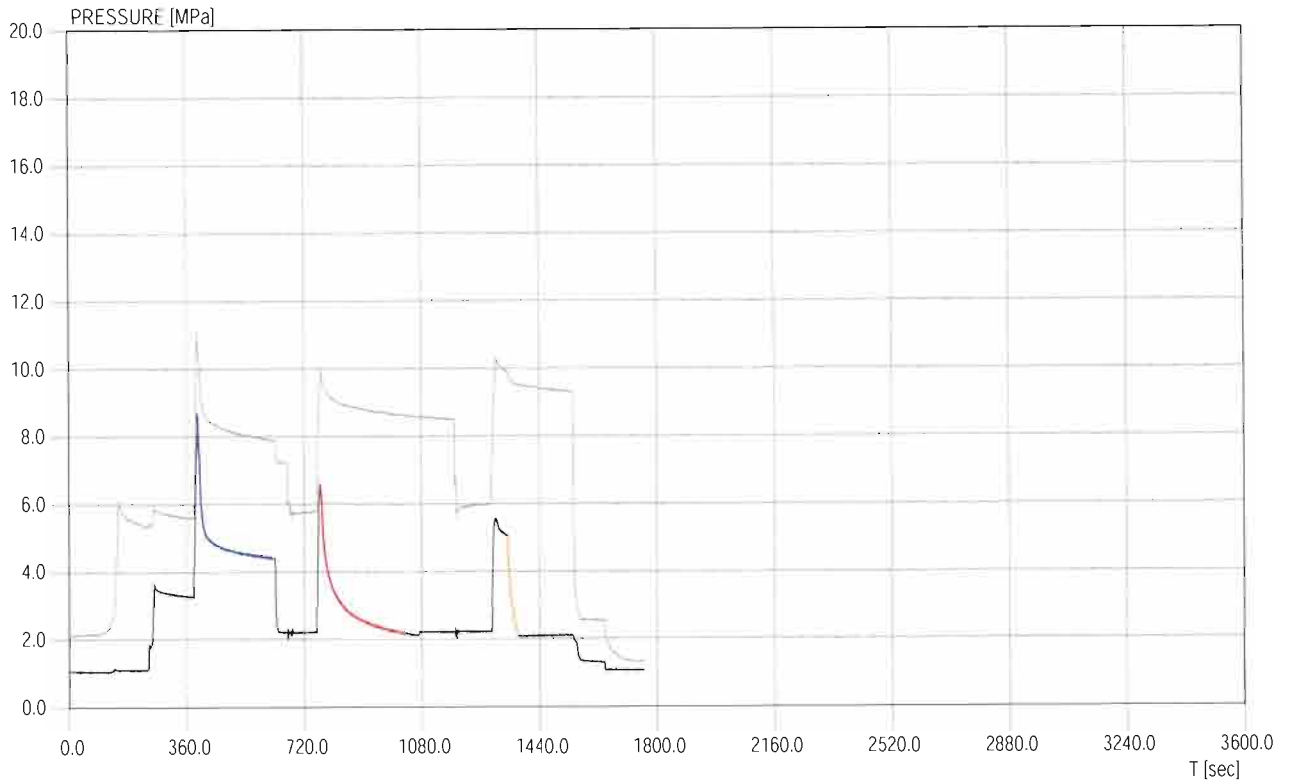


HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF3  
BOREHOLE: SPG1  
POSITION [m]: 223

Ps ANALYSIS





HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

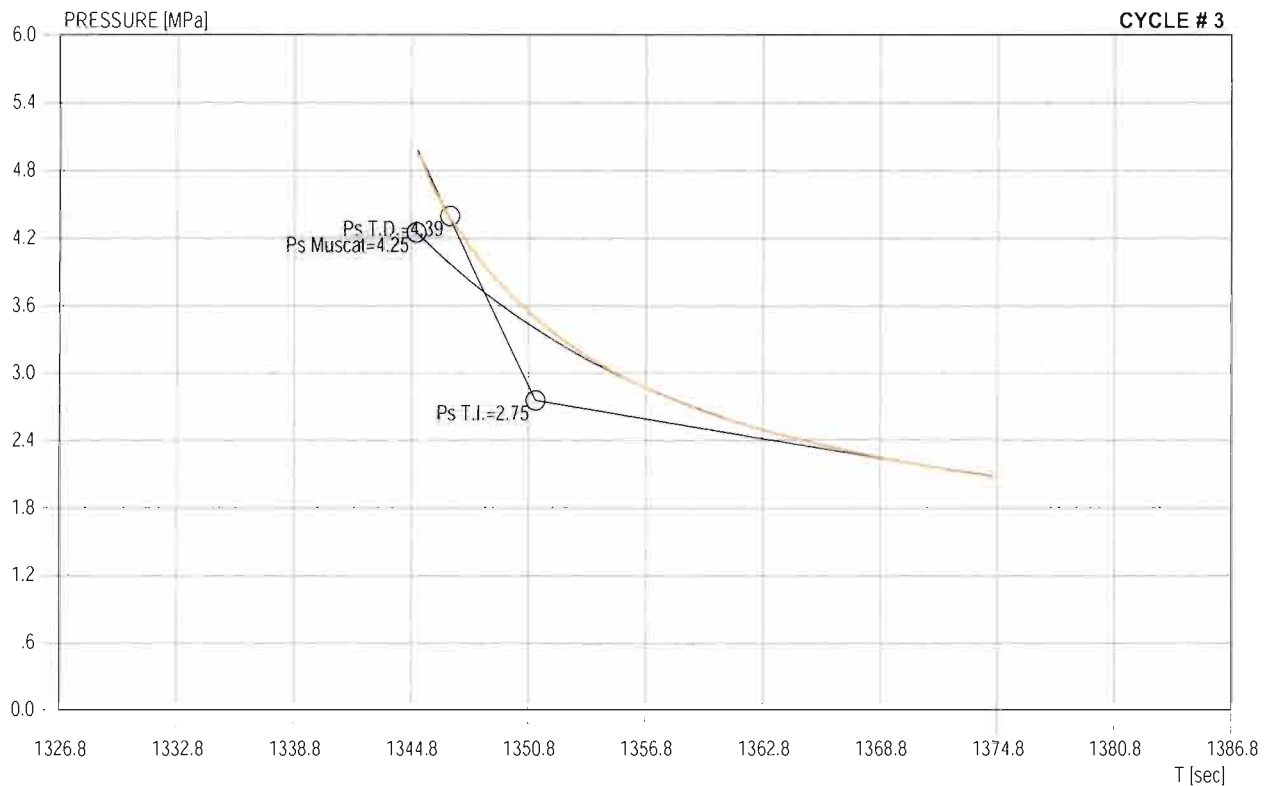
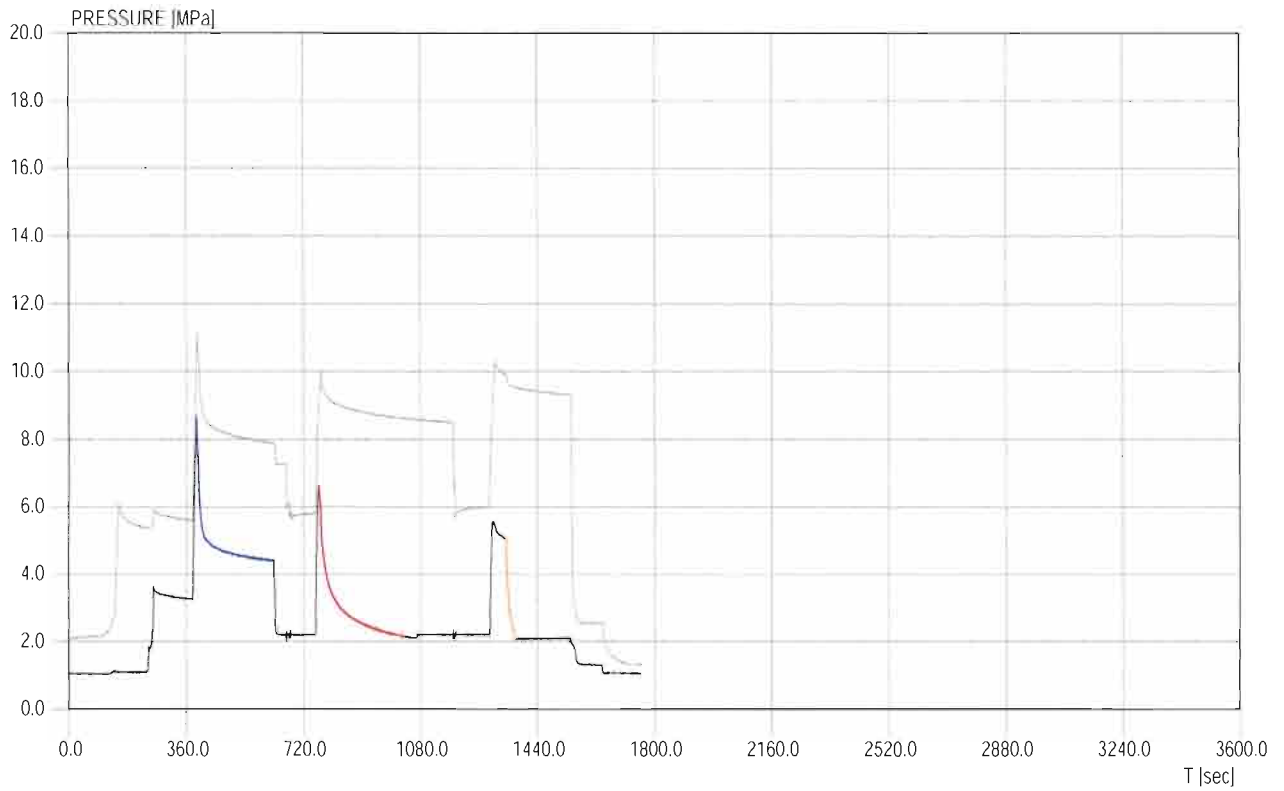
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF3

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 223

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF3

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 223

LOCAL ORIENTATION OF THE BOREHOLE SPG1

trend [°]:  $0 \pm 0$

plunge [°]:  $90 \pm 0$

IMPRESSION PACKER ROTATION IN THE BOREHOLE REFERENCE SYSTEM

alpha [°]:  $185.1 \pm 1$

IMPRESSION PACKER DEFORMATION

borehole Diam. [mm]: 101

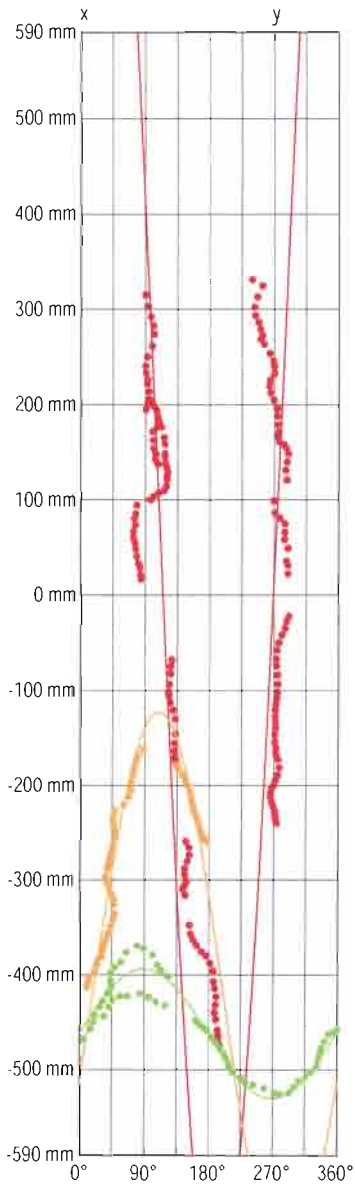
deflated packer Diam. [mm]: 87

deflated packer Length [mm]: 1180

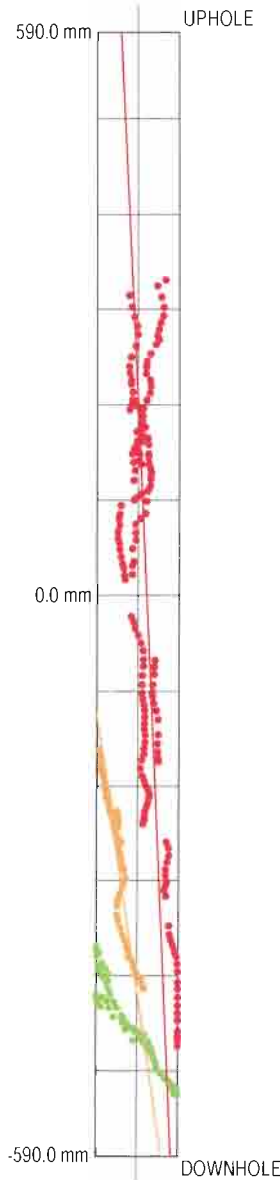
packer longitudinal contraction [%]: 2.45

IMPRESSION PACKER ANALYSIS

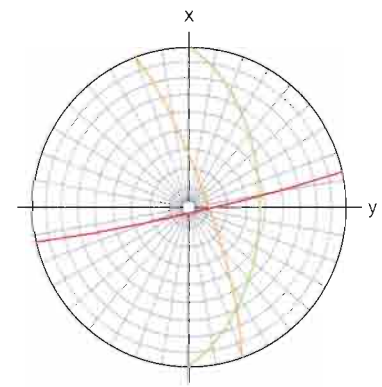
PACKER SURFACE PLANE DEVELOP



PACKER LATERAL VIEW

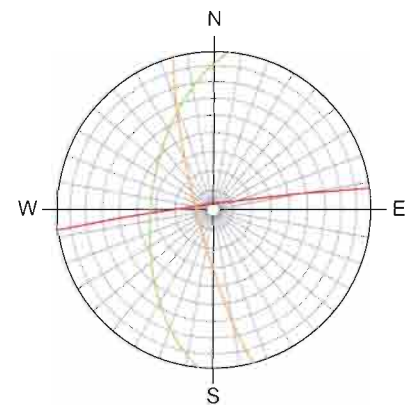


FRAC. ORIENTATION IN THE PACKER SYSTEM  
Schmidt Lower Hemisphere



- 167.3° ± 0.1° / 86.9° ± 0.0°
- 70.1° ± 0.2° / 79.9° ± 0.0°
- 90.4° ± 2.0° / 52.7° ± 1.1°

FRAC. ORIENTATION IN THE GLOBAL SYSTEM  
Schmidt Lower Hemisphere



- 352.4° ± 1.0° / 87.4° ± 0.0°
- 255.2° ± 1.0° / 81.5° ± 0.0°
- 275.5° ± 2.2° / 57.4° ± 1.0°

HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

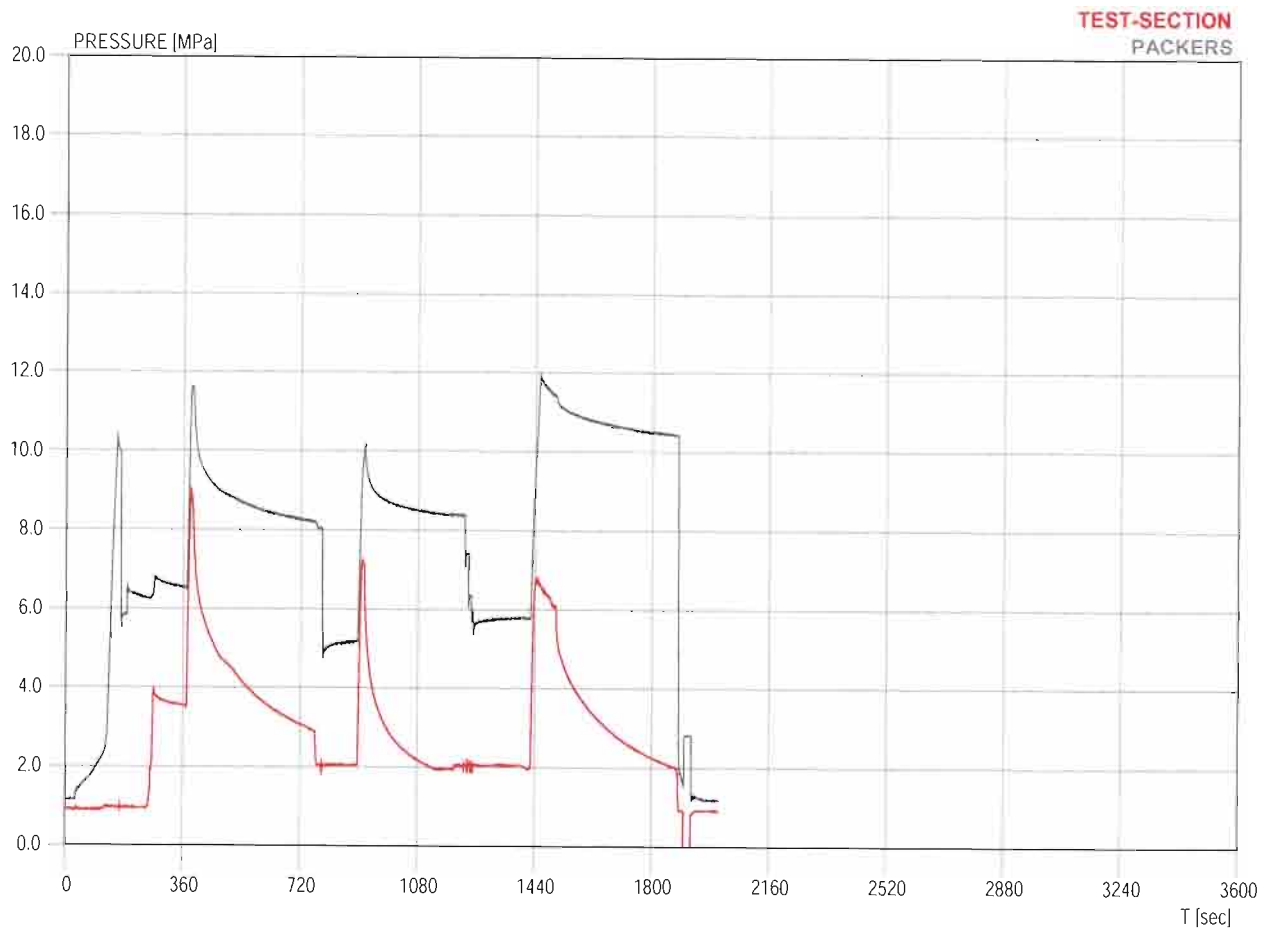
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF4

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 207.5

PRESSURE-TIME PLOT



### HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

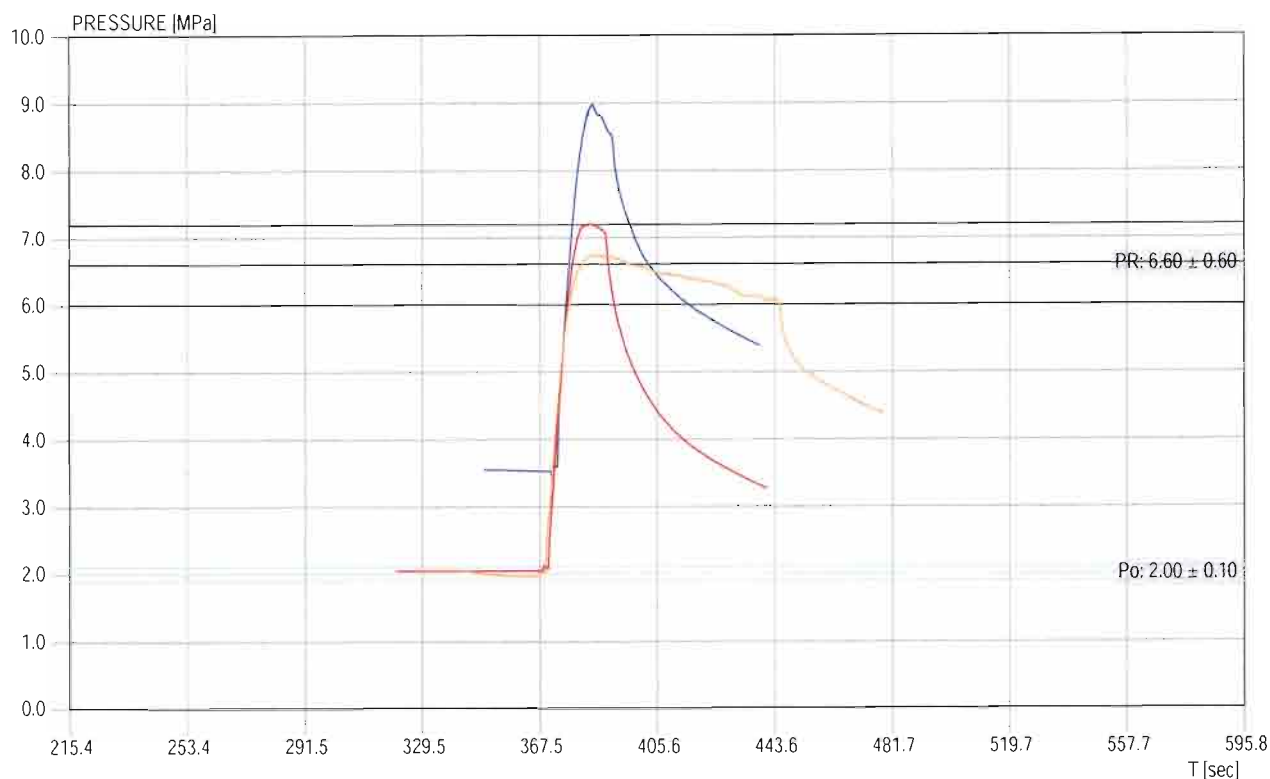
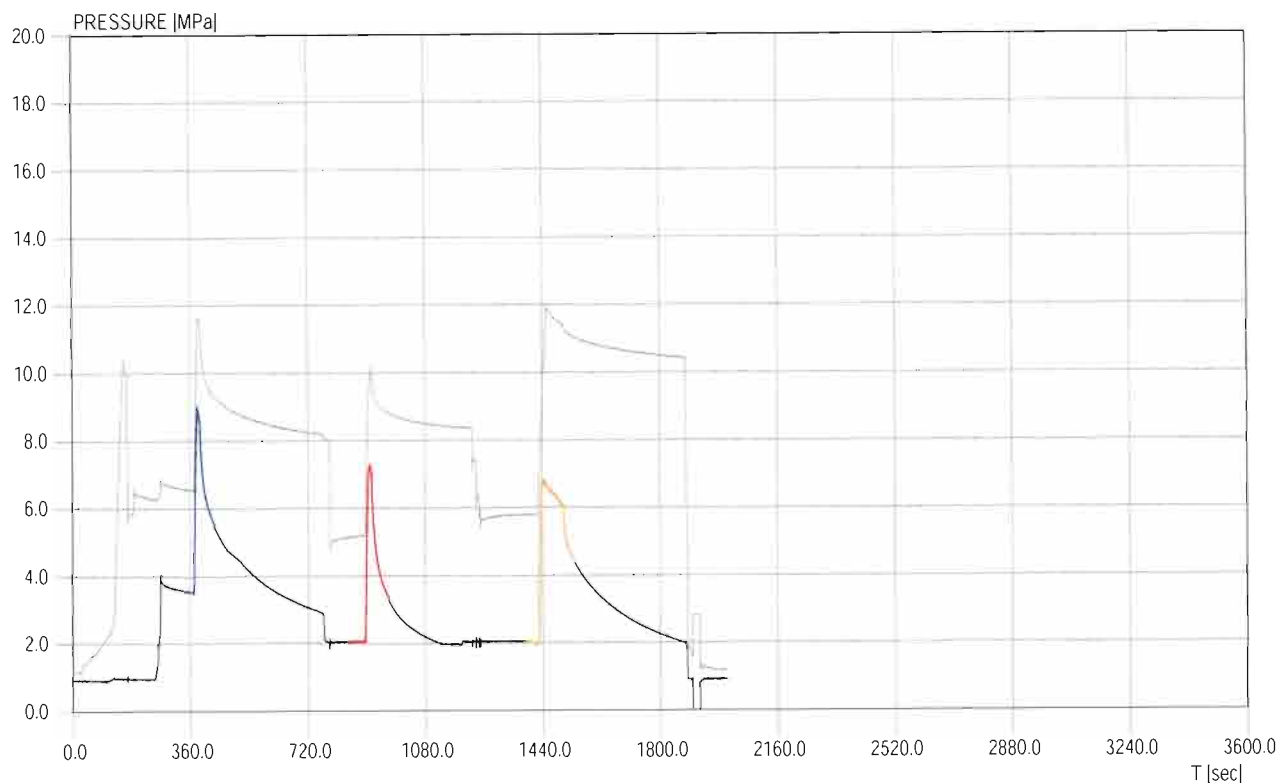
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF4

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 207.5

Pr/Po ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

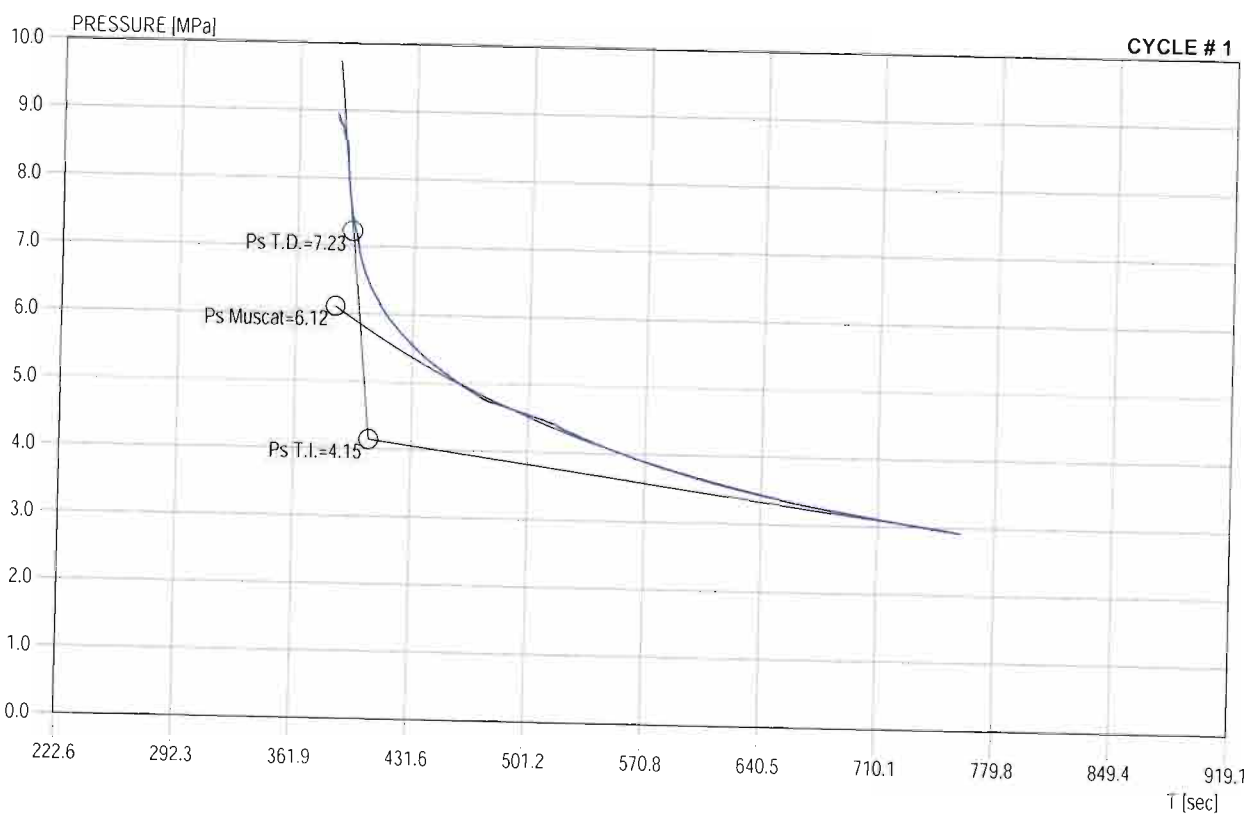
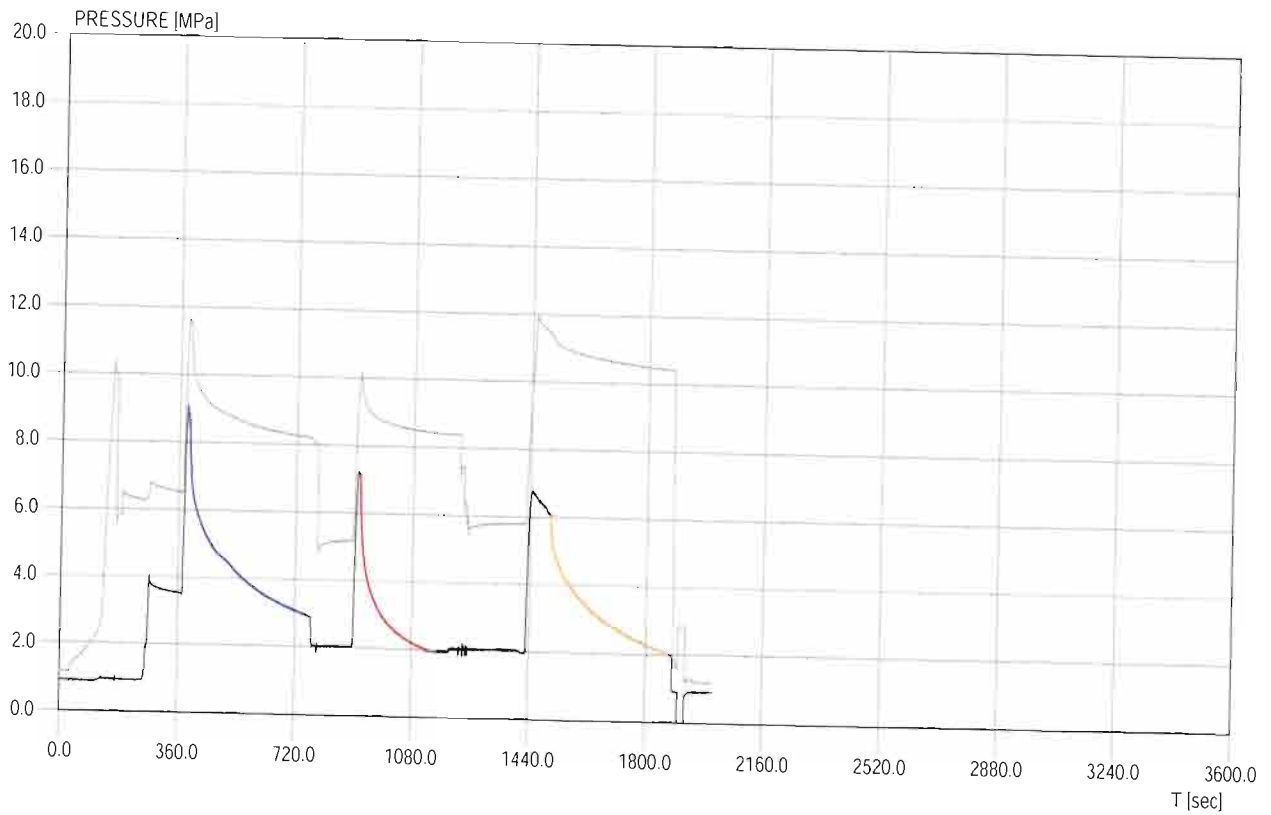
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF4

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 207.5

Ps ANALYSIS

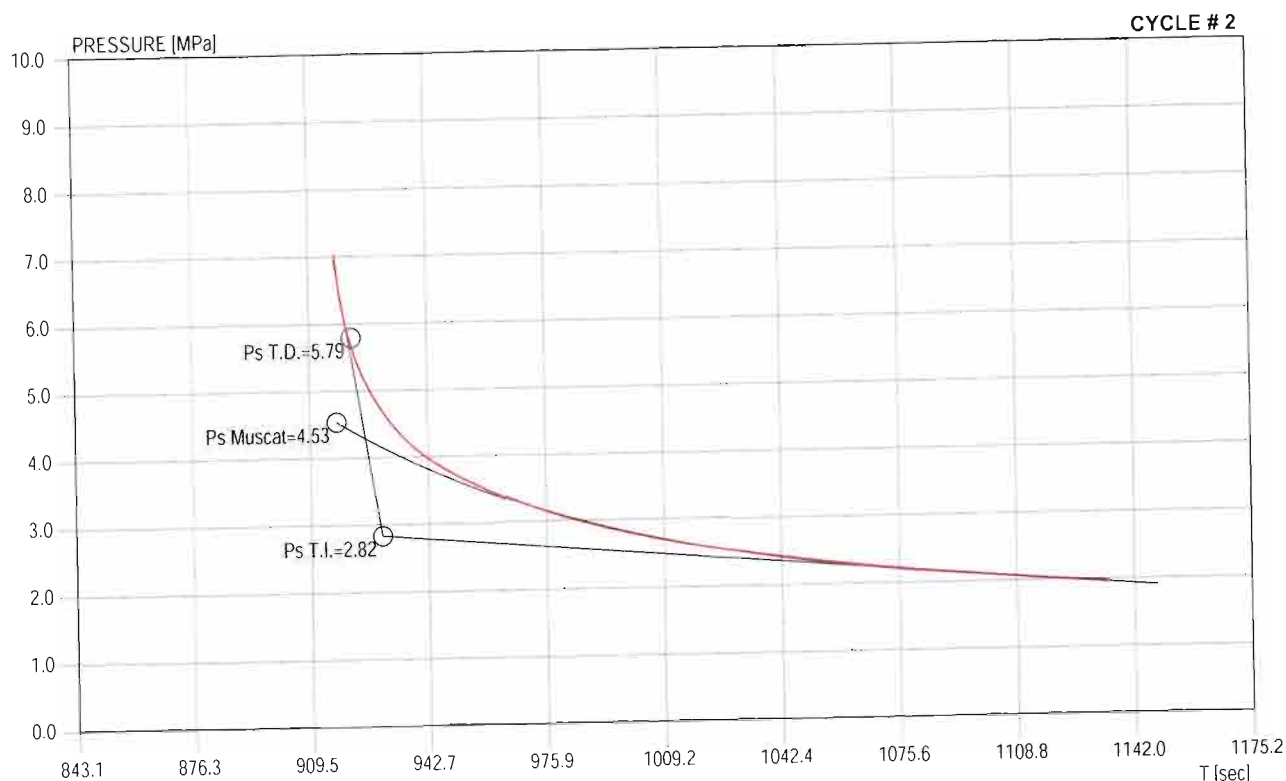
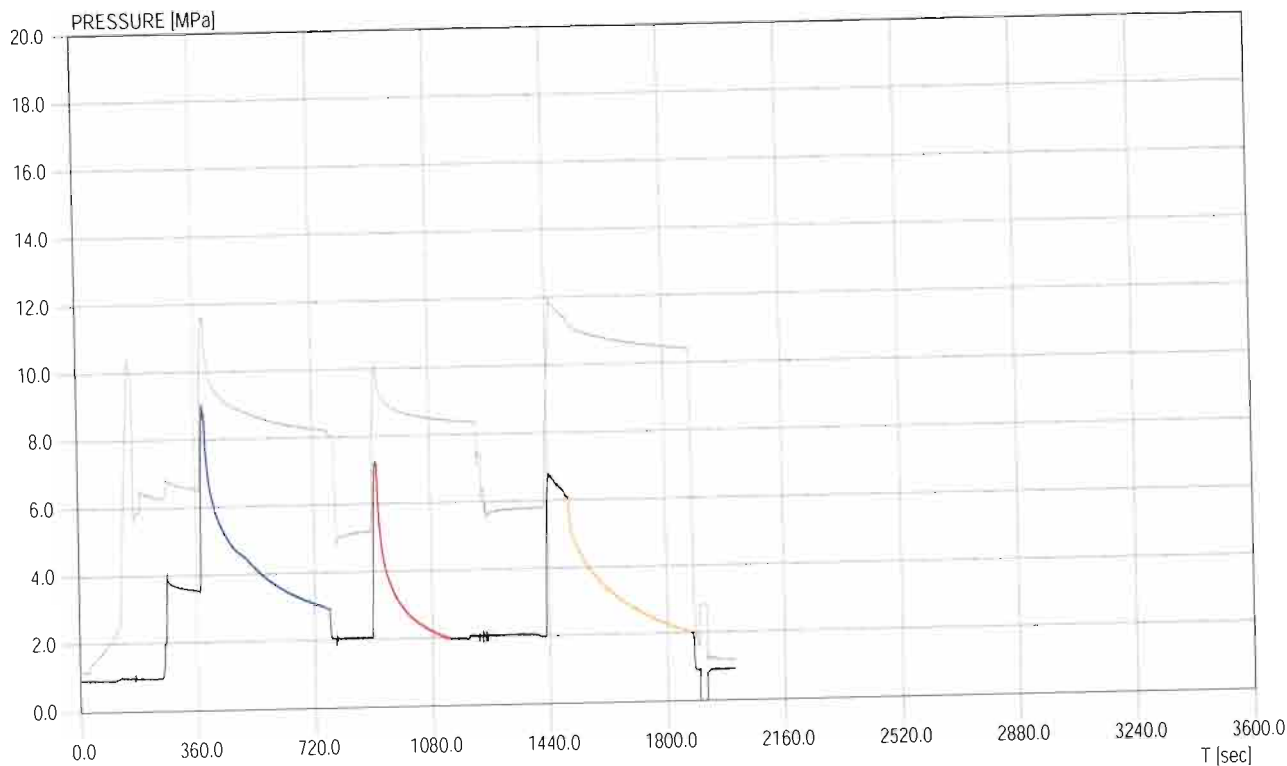




HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT  
 JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF4  
 BOREHOLE: SPG1  
 POSITION [m]: 207.5

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

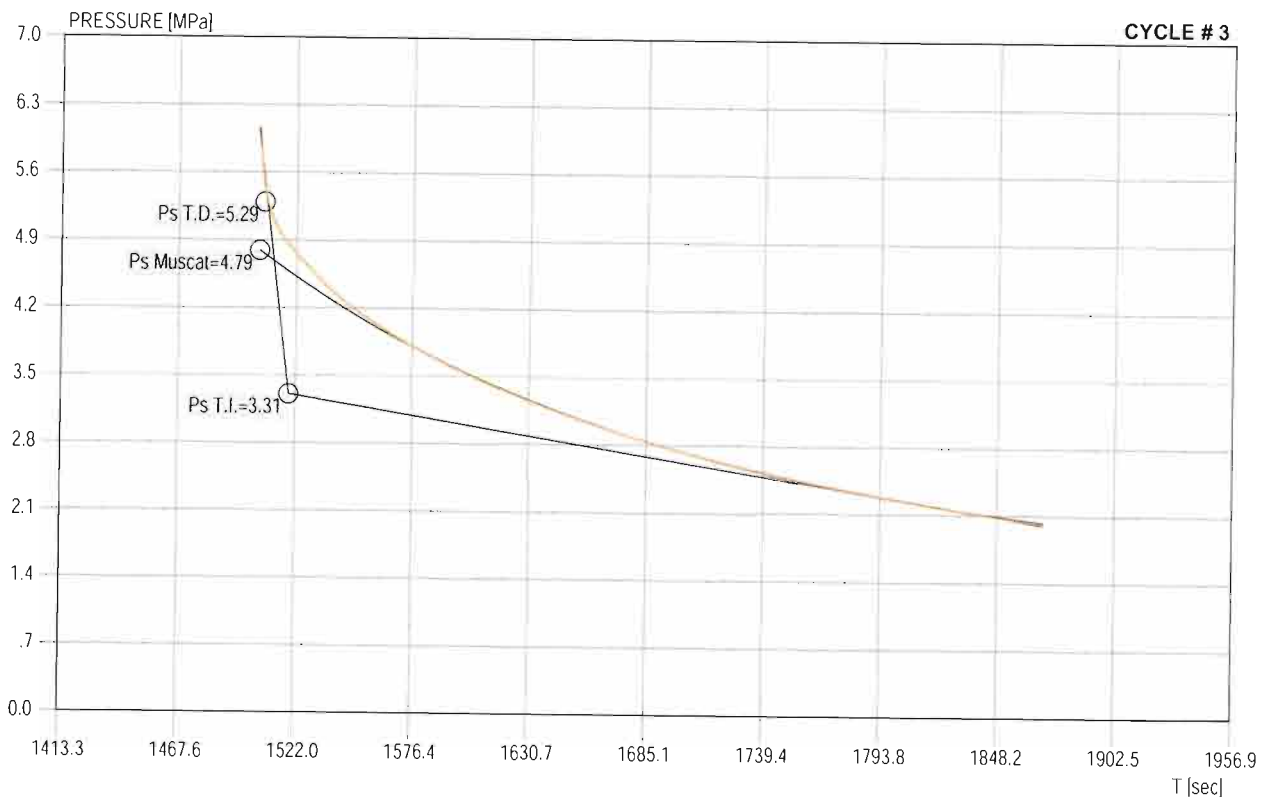
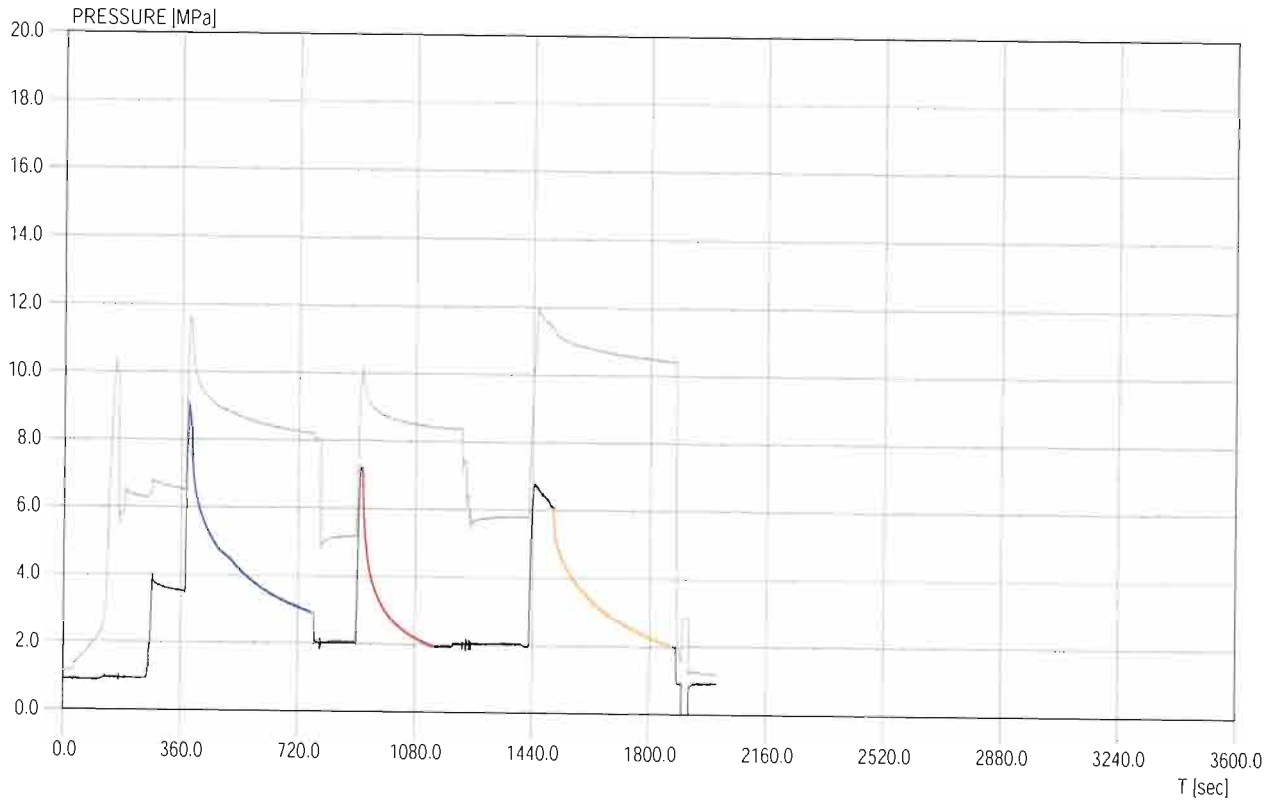
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF4

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 207.5

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF4

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 207.5

LOCAL ORIENTATION OF THE BOREHOLE SPG1

trend [°]:  $0 \pm 0$   
 plunge [°]:  $90 \pm 0$

IMPRESSION PACKER ROTATION IN THE BOREHOLE REFERENCE SYSTEM

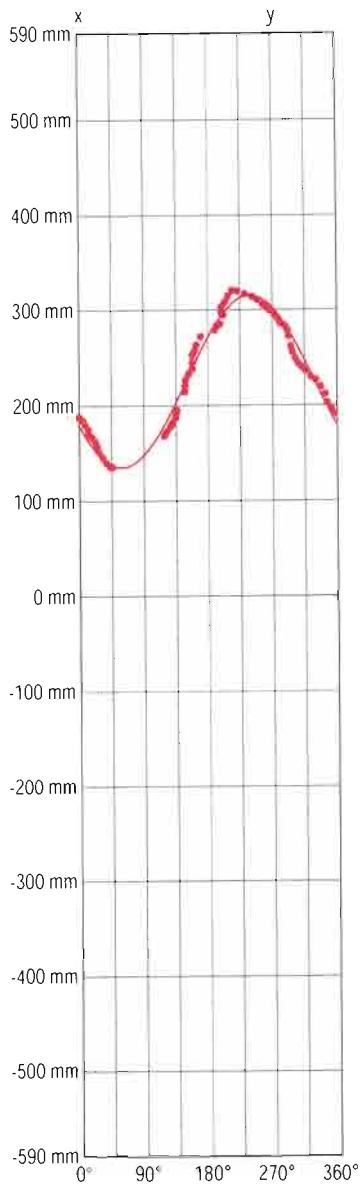
alpha [°]:  $338.6 \pm 1$

IMPRESSION PACKER DEFORMATION

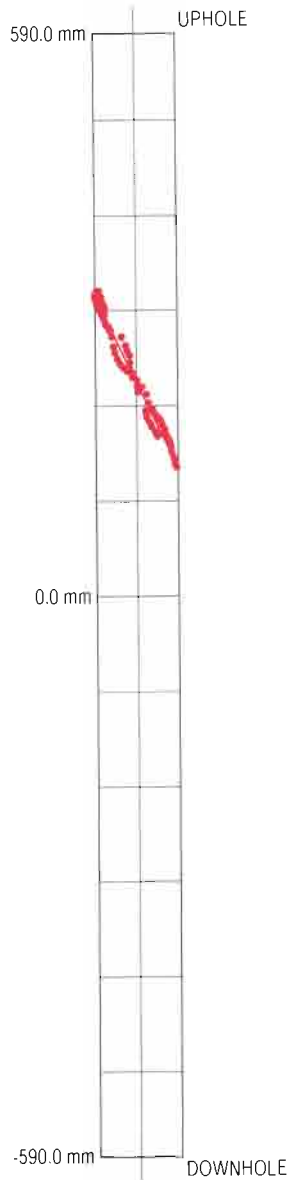
borehole Diam. [mm]: 101  
 deflated packer Diam. [mm]: 87  
 deflated packer Length [mm]: 1180  
 packer longitudinal contraction [%]: 2.45

IMPRESSION PACKER ANALYSIS

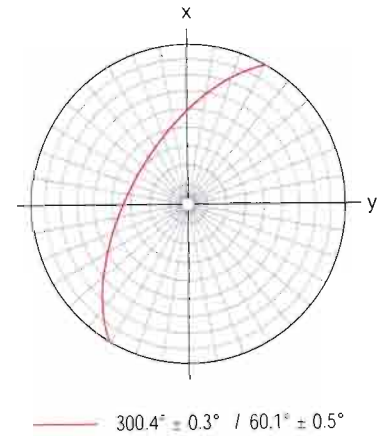
PACKER SURFACE PLANE DEVELOP



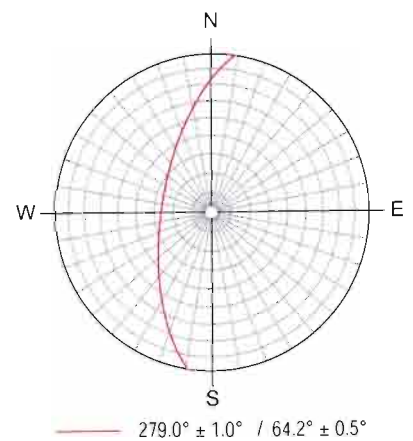
PACKER LATERAL VIEW



FRAC. ORIENTATION IN THE PACKER SYSTEM  
 Schmidt Lower Hemisphere



FRAC. ORIENTATION IN THE GLOBAL SYSTEM  
 Schmidt Lower Hemisphere



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

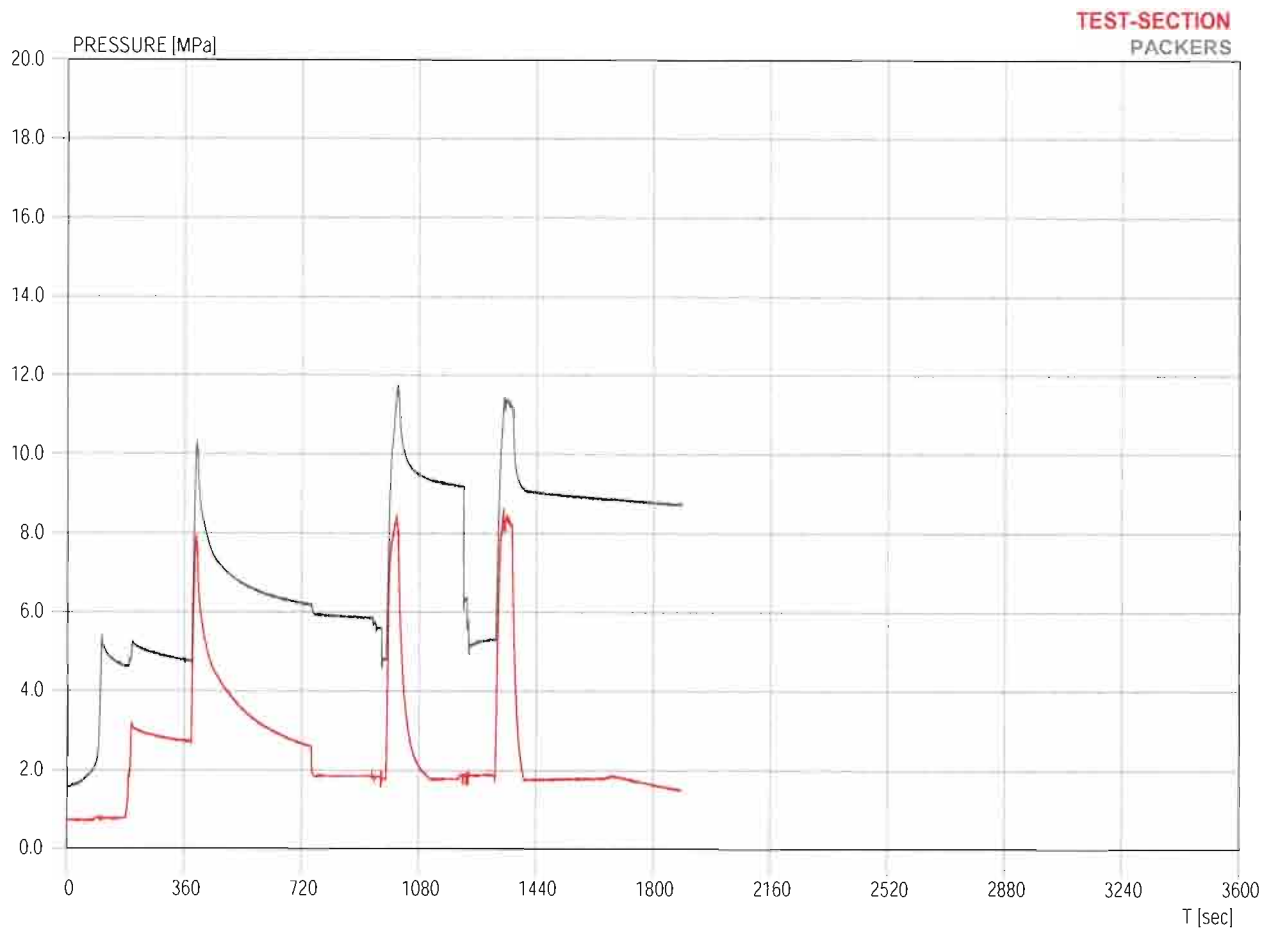
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF5

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 190

PRESSURE-TIME PLOT



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

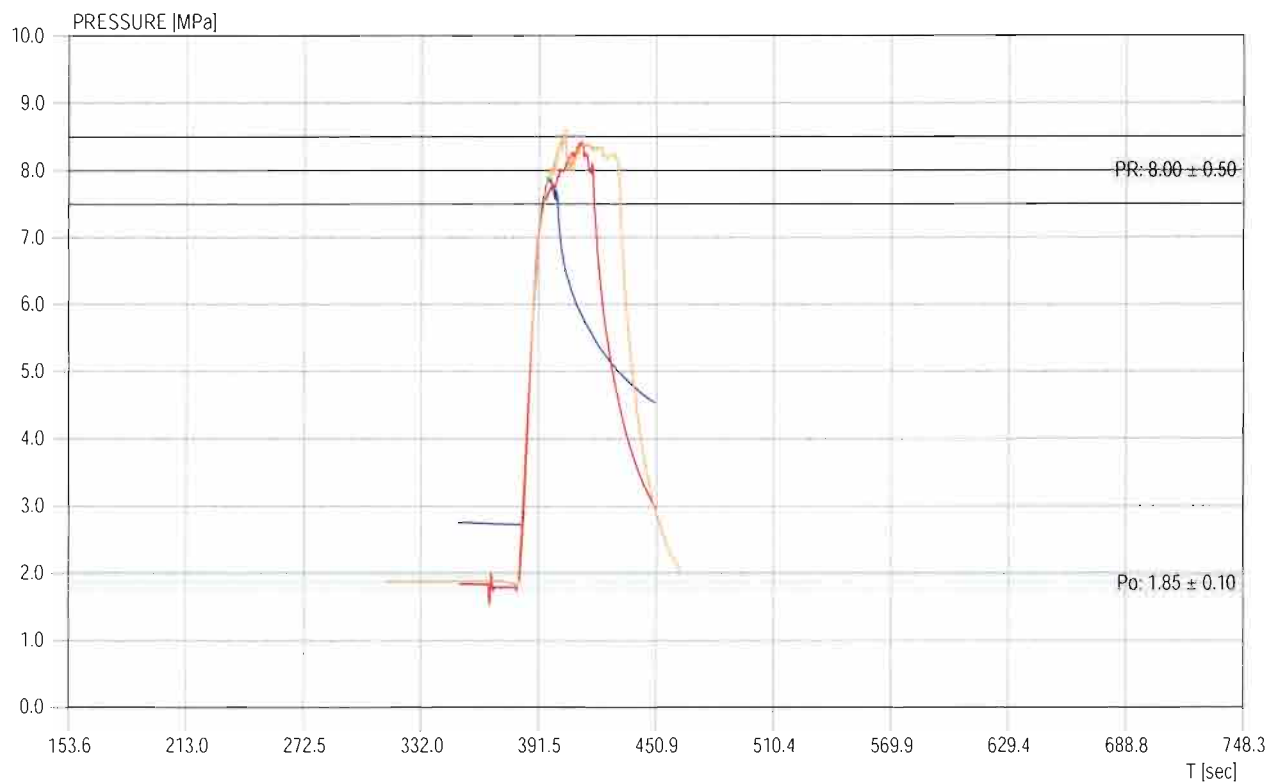
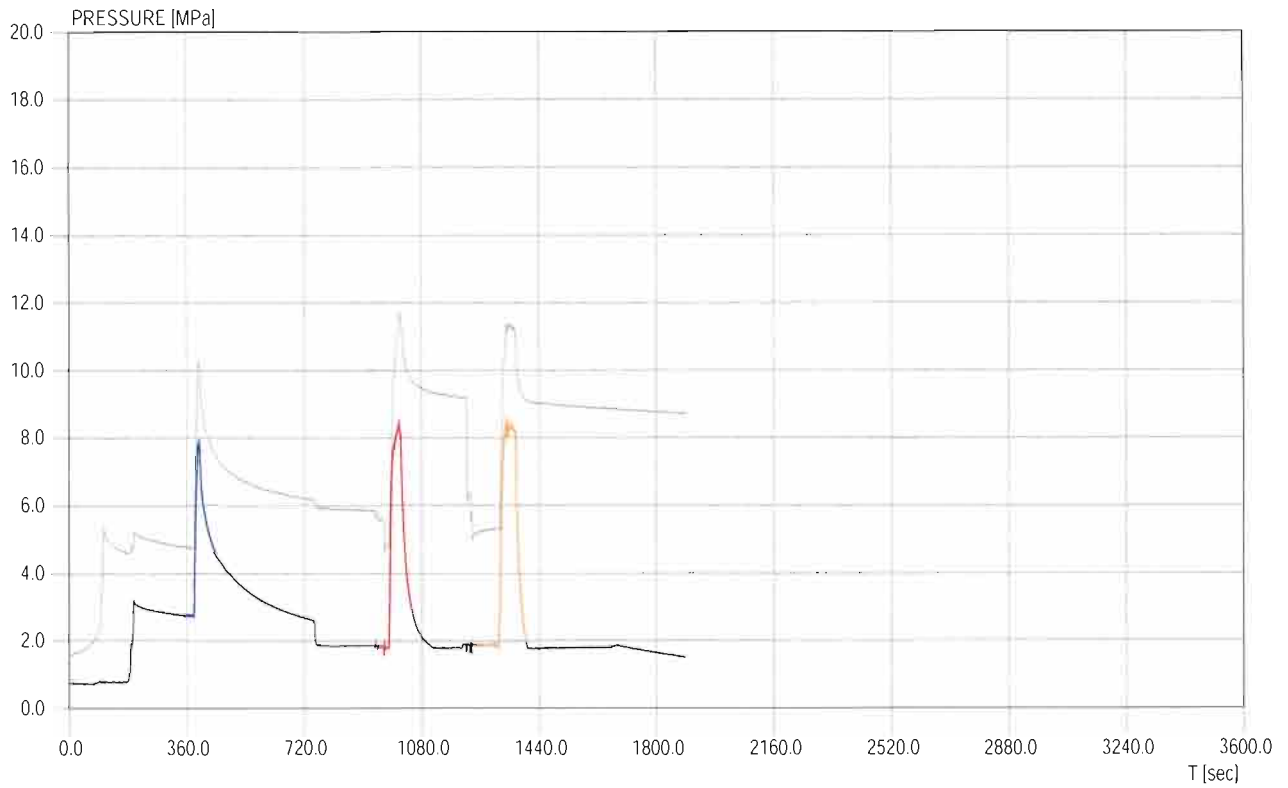
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF5

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 190

Pr/Po ANALYSIS

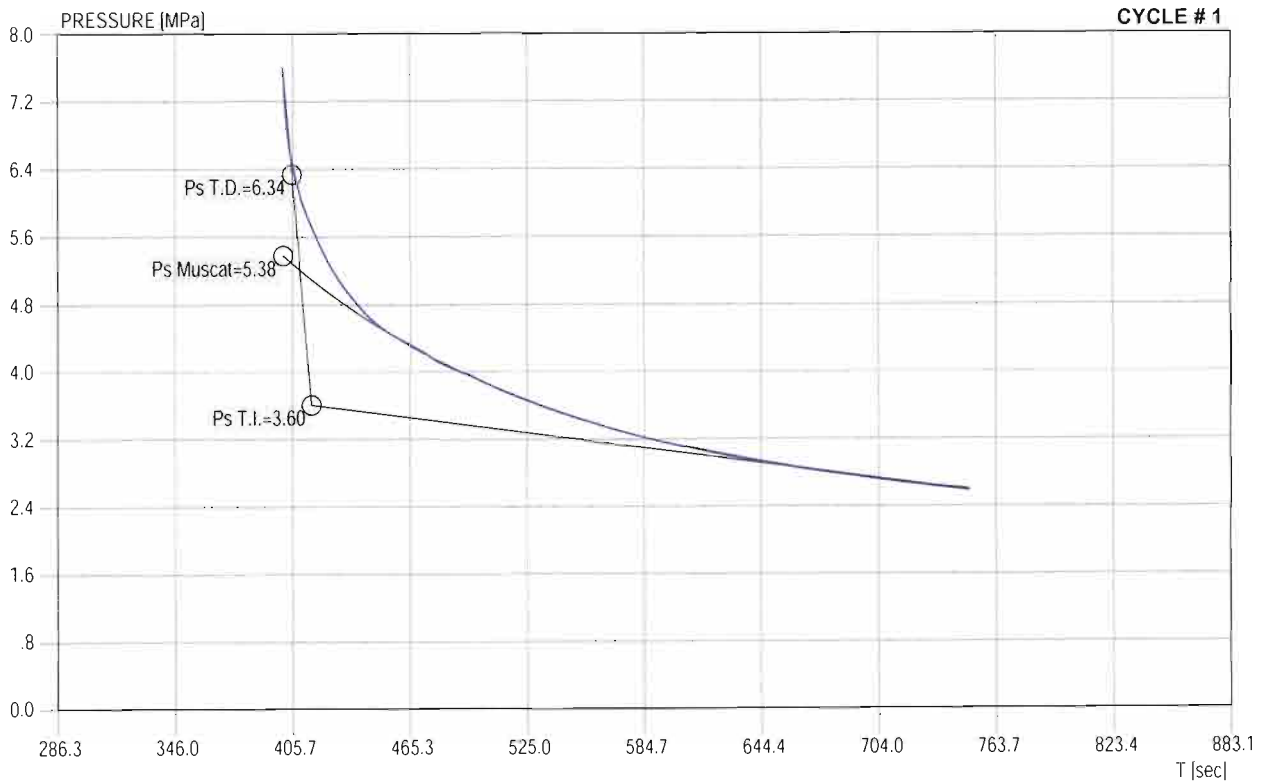
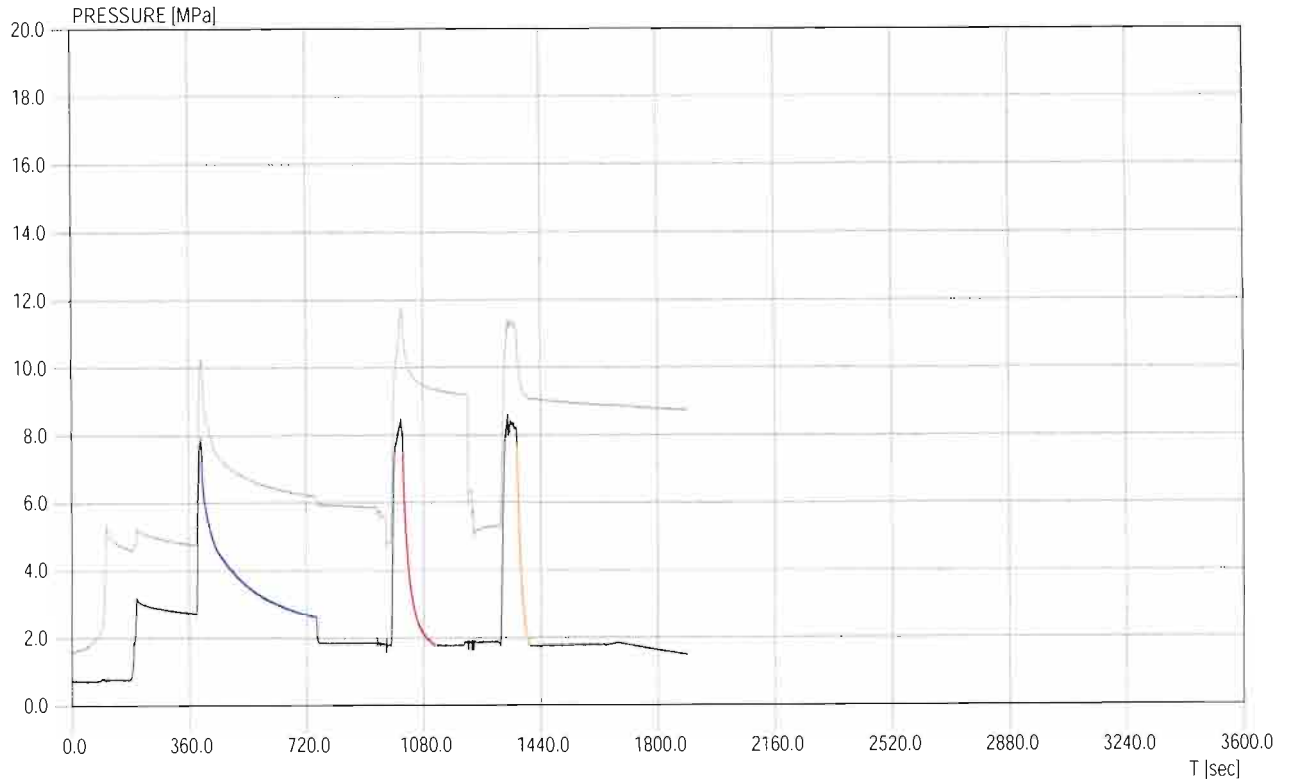




HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF5  
BOREHOLE: SPG1  
POSITION [m]: 190  
Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

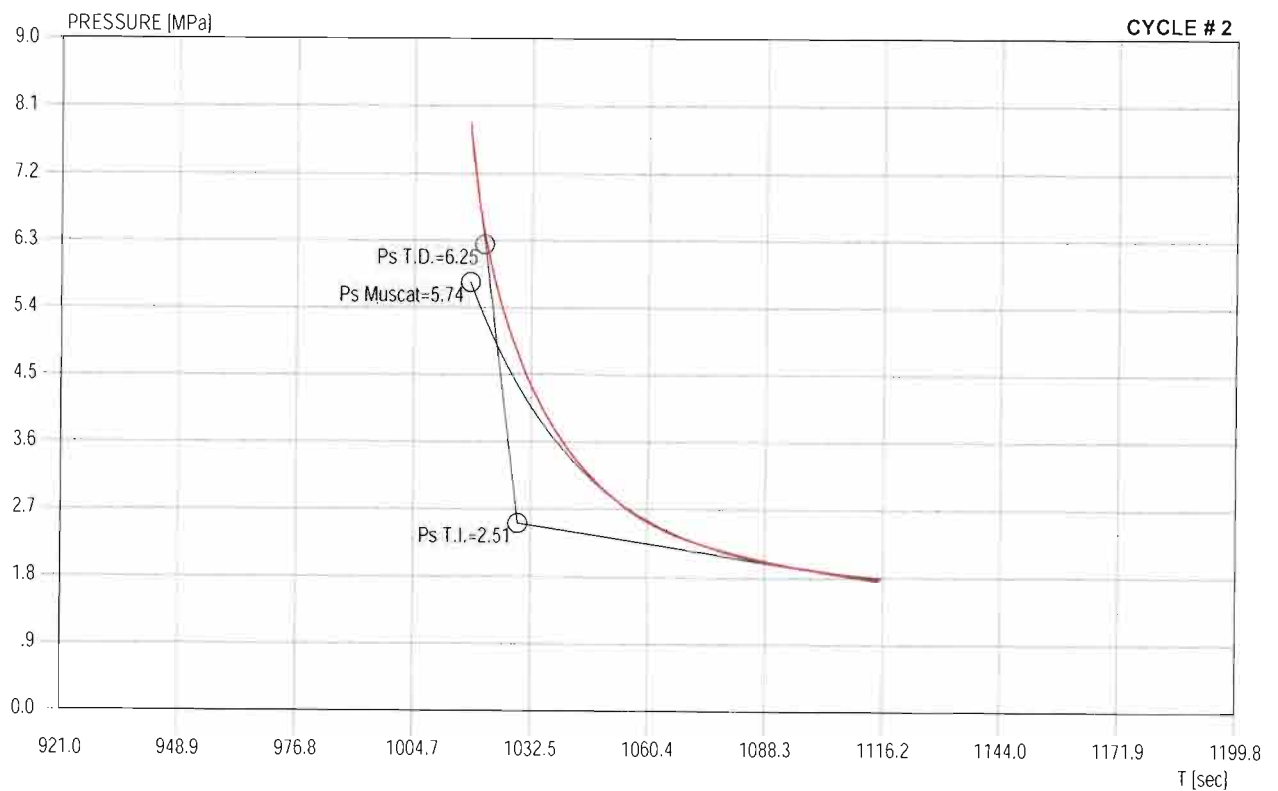
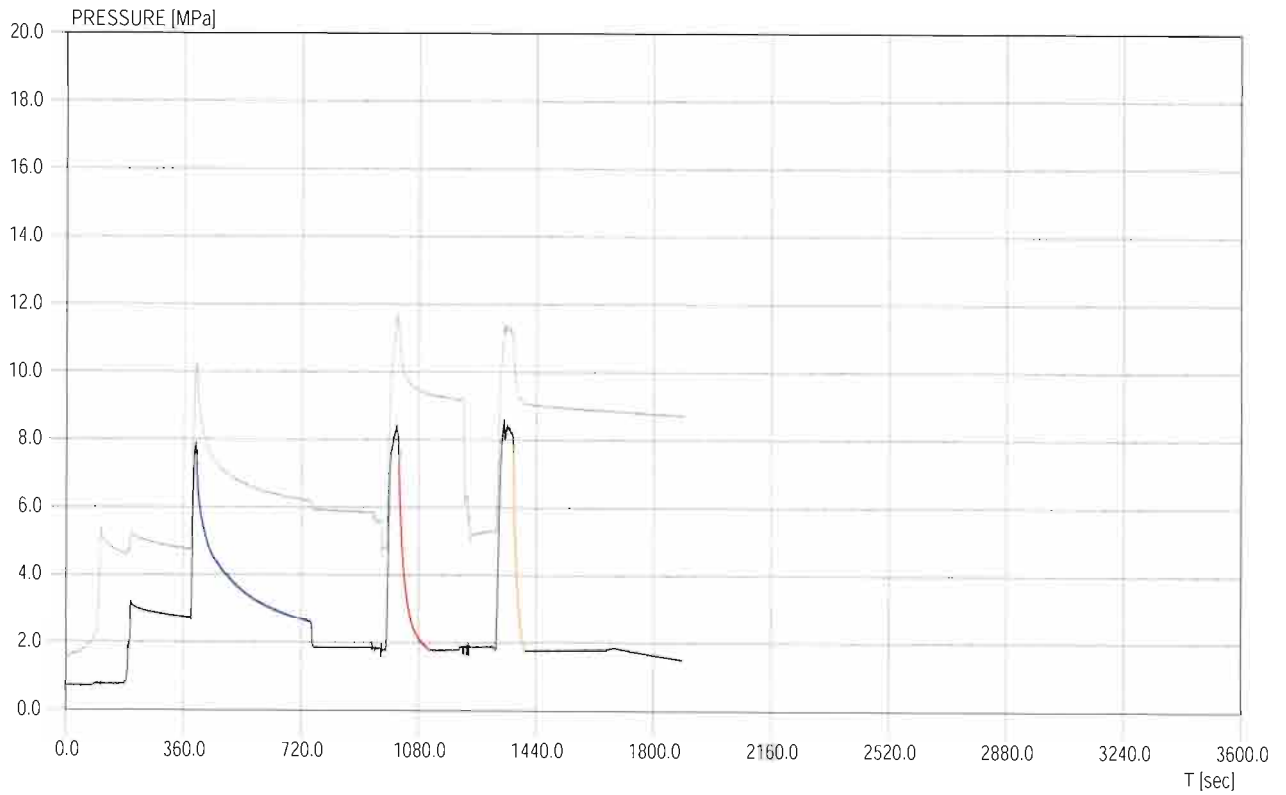
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF5

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 190

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

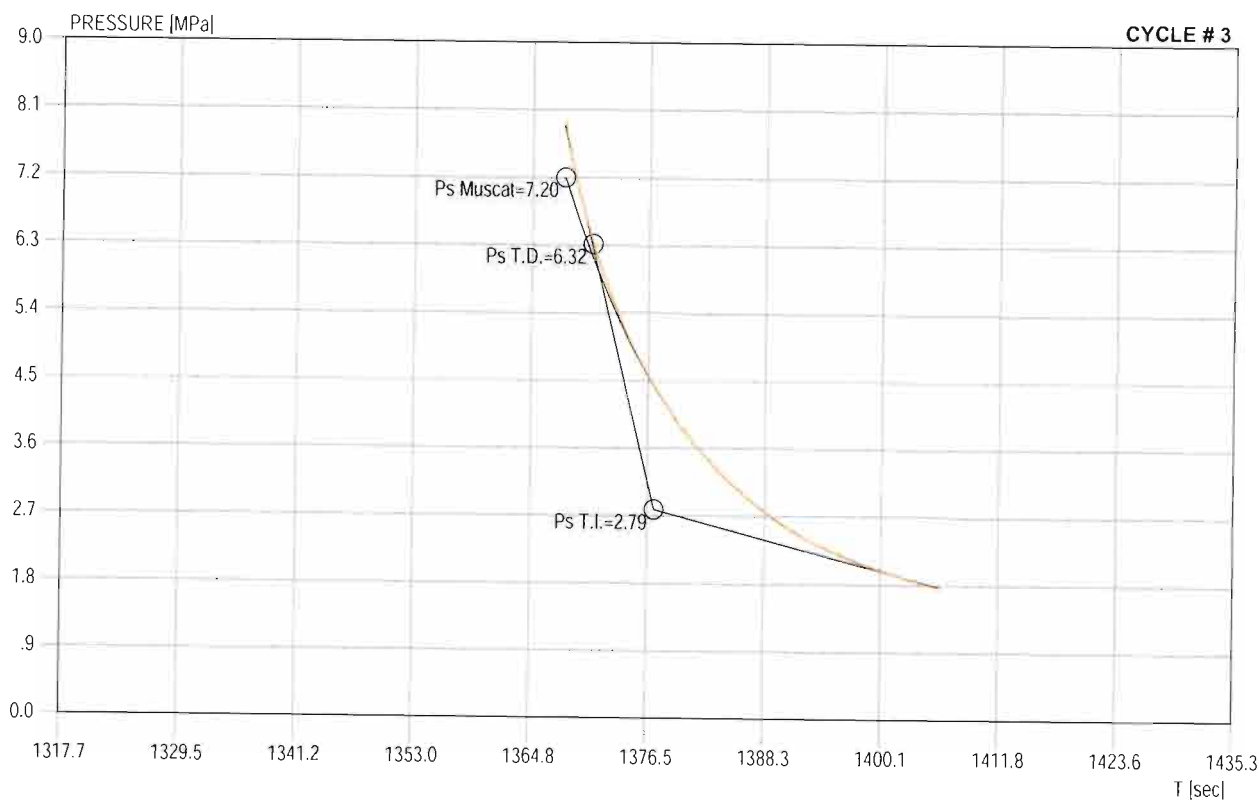
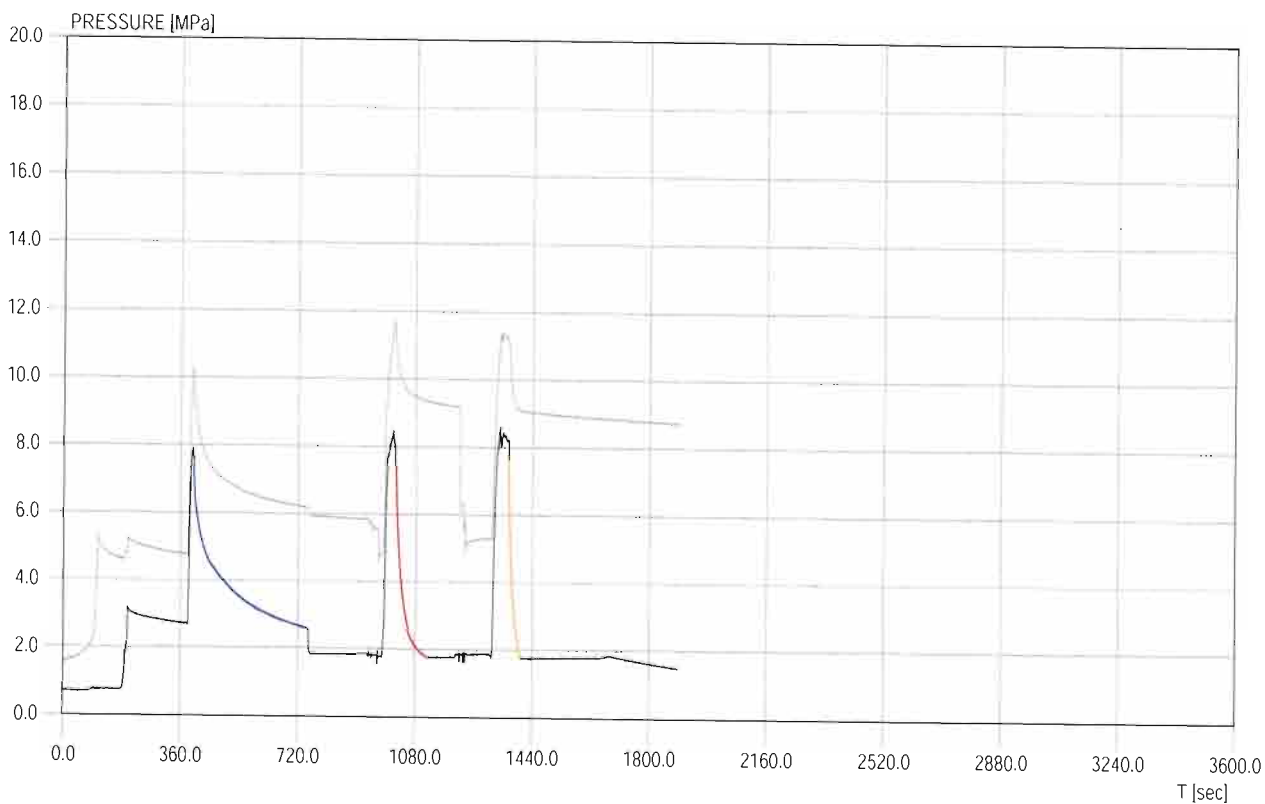
JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF5

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 190

Ps ANALYSIS



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST: HF5

BOREHOLE: SPG1

POSITION [m]: 190

LOCAL ORIENTATION OF THE BOREHOLE SPG1

trend [°]:  $0 \pm 0$   
 plunge [°]:  $90 \pm 0$

IMPRESSION PACKER ROTATION IN THE BOREHOLE REFERENCE SYSTEM

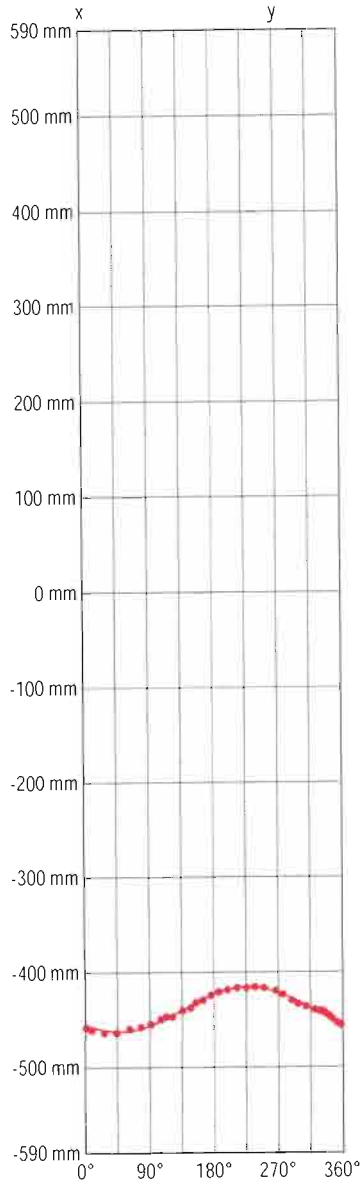
alpha [°]:  $345.7 \pm 1$

IMPRESSION PACKER DEFORMATION

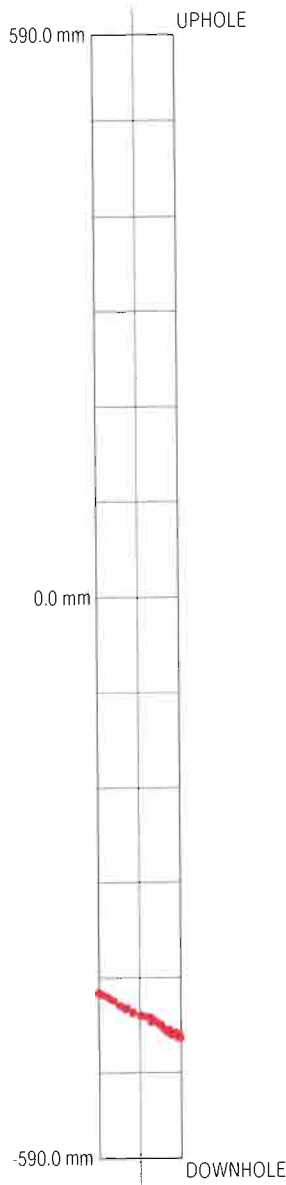
borehole Diam. [mm]: 101  
 deflated packer Diam. [mm]: 87  
 deflated packer Length [mm]: 1180  
 packer longitudinal contraction [%]: 2.45

IMPRESSION PACKER ANALYSIS

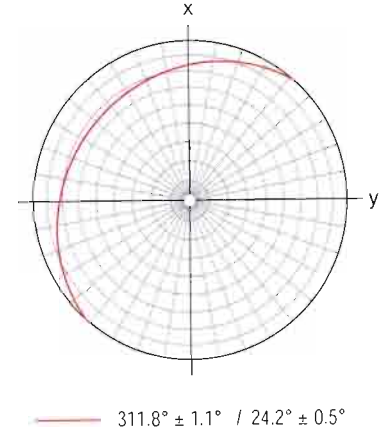
PACKER SURFACE PLANE DEVELOP



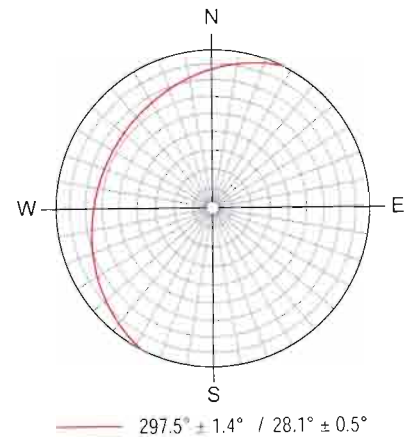
PACKER LATERAL VIEW



FRAC. ORIENTATION IN THE PACKER SYSTEM  
 Schmidt Lower Emisphere



FRAC. ORIENTATION IN THE GLOBAL SYSTEM  
 Schmidt Lower Emisphere



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

Pr / Po ANALYSIS

TEST RESULTS 1/3

| TEST | BOREHOLE | POSITION [m] | Pr [MPa]    | Po [MPa]    |
|------|----------|--------------|-------------|-------------|
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 6.50 ± 0.90 | 2.45 ± 0.10 |
| HF2  | SPG1     | 230.5        | 5.00 ± 0.70 | 1.90 ± 0.30 |
| HF3  | SPG1     | 223          | 5.80 ± 0.80 | 2.20 ± 0.10 |
| HF4  | SPG1     | 207.5        | 6.60 ± 0.60 | 2.00 ± 0.10 |
| HF5  | SPG1     | 190          | 8.00 ± 0.50 | 1.85 ± 0.10 |

Pr: reopening pressure Po: pore pressure



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

TEST RESULTS 2/3

Ps ANALYSIS

| TEST | BOREHOLE | POSITION [m] | CYCLE | Ps (T.D.) [MPa] | Ps (T.I.) [MPa] | Ps (Muscat) [MPa] | Ps [MPa]    |
|------|----------|--------------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------|
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 1     | [ 5.97 ]        | [ 3.88 ]        | 4.86              |             |
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 2     | [ 6.33 ]        | [ 4.27 ]        | 5.24              |             |
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 3     | [ 6.15 ]        | [ 3.59 ]        | 5.93              | 5.34 ± 0.45 |
| HF2  | SPG1     | 230.5        | 1     | [ 7.46 ]        | [ 5.62 ]        | [ 6.19 ]          |             |
| HF2  | SPG1     | 230.5        | 2     | [ 6.60 ]        | [ 3.41 ]        | [ 5.92 ]          |             |
| HF2  | SPG1     | 230.5        | 3     | [ 3.15 ]        | [ 2.60 ]        | 3.51              |             |
| HF2  | SPG1     | 230.5        | 4     | [ 3.32 ]        | [ 2.57 ]        | 3.47              | 3.49 ± 0.02 |
| HF3  | SPG1     | 223          | 1     | [ 6.03 ]        | [ 4.70 ]        | 5.31              |             |
| HF3  | SPG1     | 223          | 2     | [ 4.94 ]        | [ 2.69 ]        | 4.03              |             |
| HF3  | SPG1     | 223          | 3     | [ 4.39 ]        | [ 2.75 ]        | 4.26              | 4.53 ± 0.55 |
| HF4  | SPG1     | 207.5        | 1     | [ 7.23 ]        | [ 4.15 ]        | 6.12              |             |
| HF4  | SPG1     | 207.5        | 2     | [ 5.79 ]        | [ 2.82 ]        | 4.54              |             |
| HF4  | SPG1     | 207.5        | 3     | [ 5.29 ]        | [ 3.31 ]        | 4.79              | 5.15 ± 0.69 |
| HF5  | SPG1     | 190          | 1     | [ 6.34 ]        | [ 3.60 ]        | 5.38              |             |
| HF5  | SPG1     | 190          | 2     | [ 6.25 ]        | [ 2.51 ]        | 5.75              |             |
| HF5  | SPG1     | 190          | 3     | [ 6.32 ]        | [ 2.79 ]        | 7.26              | 6.13 ± 0.81 |

T.D.: tangent deviation method    T.I.: tangent intersection method    Musc.: Muscat method    [ ]: excluded from test average and standard error estimate



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

IMPRESSION PACKER ANALYSIS

TEST RESULTS 3/3

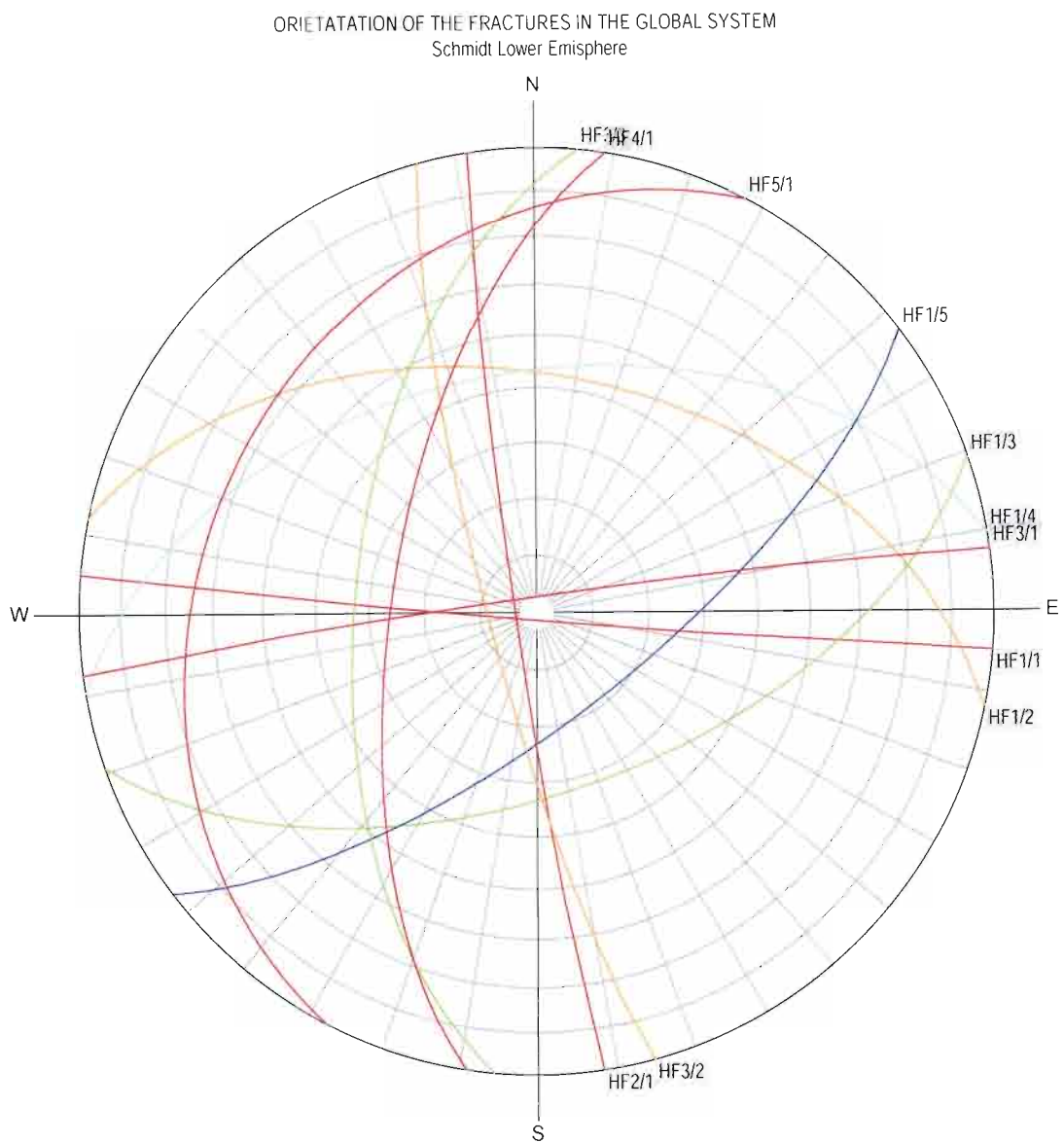
| TEST | BOREHOLE | POSITION [m] | FRAC.# | psi [°]     | phi [°]    | PSI [°]     | PHI [°]    |
|------|----------|--------------|--------|-------------|------------|-------------|------------|
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 1      | 202.0 ± 0.1 | 88.3 ± 0.0 | 184.9 ± 1.0 | 88.5 ± 0.0 |
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 2      | 29.0 ± 0.6  | 42.8 ± 0.8 | 11.9 ± 1.2  | 47.7 ± 0.8 |
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 3      | 177.8 ± 2.8 | 53.5 ± 0.6 | 160.7 ± 3.0 | 58.2 ± 0.6 |
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 4      | 7.4 ± 6.6   | 42.1 ± 1.6 | 350.3 ± 6.6 | 47.0 ± 1.6 |
| HF1  | SPG1     | 241.5        | 5      | 159.9 ± 1.0 | 67.9 ± 0.3 | 142.8 ± 1.4 | 71.2 ± 0.3 |
| HF2  | SPG1     | 230.5        | 1      | 92.5 ± 1.5  | 85.7 ± 0.8 | 261.7 ± 1.8 | 86.4 ± 0.6 |
| HF3  | SPG1     | 223          | 1      | 167.3 ± 0.1 | 86.9 ± 0.0 | 352.4 ± 1.0 | 87.4 ± 0.0 |
| HF3  | SPG1     | 223          | 2      | 70.1 ± 0.2  | 79.9 ± 0.0 | 255.2 ± 1.0 | 81.5 ± 0.0 |
| HF3  | SPG1     | 223          | 3      | 90.4 ± 2.0  | 52.7 ± 1.1 | 275.5 ± 2.2 | 57.4 ± 1.0 |
| HF4  | SPG1     | 207.5        | 1      | 300.4 ± 0.3 | 60.1 ± 0.5 | 279.0 ± 1.0 | 64.2 ± 0.5 |
| HF5  | SPG1     | 190          | 1      | 311.8 ± 1.1 | 24.2 ± 0.5 | 297.5 ± 1.4 | 28.1 ± 0.5 |

psi,phi: orientation in the packer reference system    PSI,PHI: orientation in the global reference system

HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

HYDRAULIC FRACTURES ORIENTATION



HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

REOPENING EQUATIONS

STRESS FIELD CALCULATION (SFC)

| TEST | Z [m]         | Pr [MPa]    | Po [MPa]    | ni   | Kz          | Used in SFC |
|------|---------------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|
| HF1  | 241.50 ± 0.00 | 6.50 ± 0.90 | 2.45 ± 0.10 | 0.25 | 0.50 ± 0.10 | Yes         |
| HF2  | 230.50 ± 0.00 | 5.00 ± 0.70 | 1.90 ± 0.30 | 0.25 | 0.50 ± 0.10 | Yes         |
| HF3  | 223.00 ± 0.00 | 5.80 ± 0.80 | 2.20 ± 0.10 | 0.25 | 0.50 ± 0.10 | Yes         |
| HF4  | 207.50 ± 0.00 | 6.60 ± 0.60 | 2.00 ± 0.10 | 0.25 | 0.50 ± 0.10 | Yes         |
| HF5  | 190.00 ± 0.00 | 8.00 ± 0.50 | 1.85 ± 0.10 | 0.25 | 0.50 ± 0.10 | Yes         |

Z: overburden Pr: reopening pressure Po: pore pressure ni: rock Poisson ratio Kz: straddle packer axial stress factor

SHUT-IN EQUATIONS

| TEST | Z [m]         | Ps [MPa]    | Used in SFC |
|------|---------------|-------------|-------------|
| HF1  | 241.50 ± 0.00 | 5.34 ± 0.45 | Yes         |
| HF2  | 230.50 ± 0.00 | 3.49 ± 0.02 | Yes         |
| HF3  | 223.00 ± 0.00 | 4.53 ± 0.55 | Yes         |
| HF4  | 207.50 ± 0.00 | 5.15 ± 0.69 | Yes         |
| HF5  | 190.00 ± 0.00 | 6.13 ± 0.81 | Yes         |

Z: overburden Ps: shut-in pressure

FRACTURE ORIENTATIONS

| TEST | BOREHOLE | psi_H [°] | phi_H [°]  | alpha [°]   | FRAC # | psi [°]     | phi [°]    |
|------|----------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|------------|
| HF1  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 342.9 ± 1.0 | 1      | 202.0 ± 0.1 | 88.3 ± 0.0 |
| HF1  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 342.9 ± 1.0 | 2      | 29.0 ± 0.6  | 42.8 ± 0.8 |
| HF1  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 342.9 ± 1.0 | 3      | 177.8 ± 2.8 | 53.5 ± 0.6 |
| HF1  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 342.9 ± 1.0 | 4      | 7.4 ± 6.6   | 42.1 ± 1.6 |
| HF1  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 342.9 ± 1.0 | 5      | 159.9 ± 1.0 | 67.9 ± 0.3 |
| HF2  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 169.2 ± 1.0 | 1      | 92.5 ± 1.5  | 85.7 ± 0.8 |
| HF3  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 185.1 ± 1.0 | 1      | 167.3 ± 0.1 | 86.9 ± 0.0 |
| HF3  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 185.1 ± 1.0 | 2      | 70.1 ± 0.2  | 79.9 ± 0.0 |
| HF3  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 185.1 ± 1.0 | 3      | 90.4 ± 2.0  | 52.7 ± 1.1 |
| HF4  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 338.6 ± 1.0 | 1      | 300.4 ± 0.3 | 60.1 ± 0.5 |
| HF5  | SPG1     | 0.0 ± 0.0 | 90.0 ± 0.0 | 345.7 ± 1.0 | 1      | 311.8 ± 1.1 | 24.2 ± 0.5 |

psi\_H, phi\_H: borehole trend and plunge psi, phi: fracture dip dir. and dip in the packer reference system alpha: impression packer rotation

STATISTICS



|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Number of experimental observations: | 10 |
| Number of unknown stress components: | 3  |
| Number of combinations of fractures: | 15 |

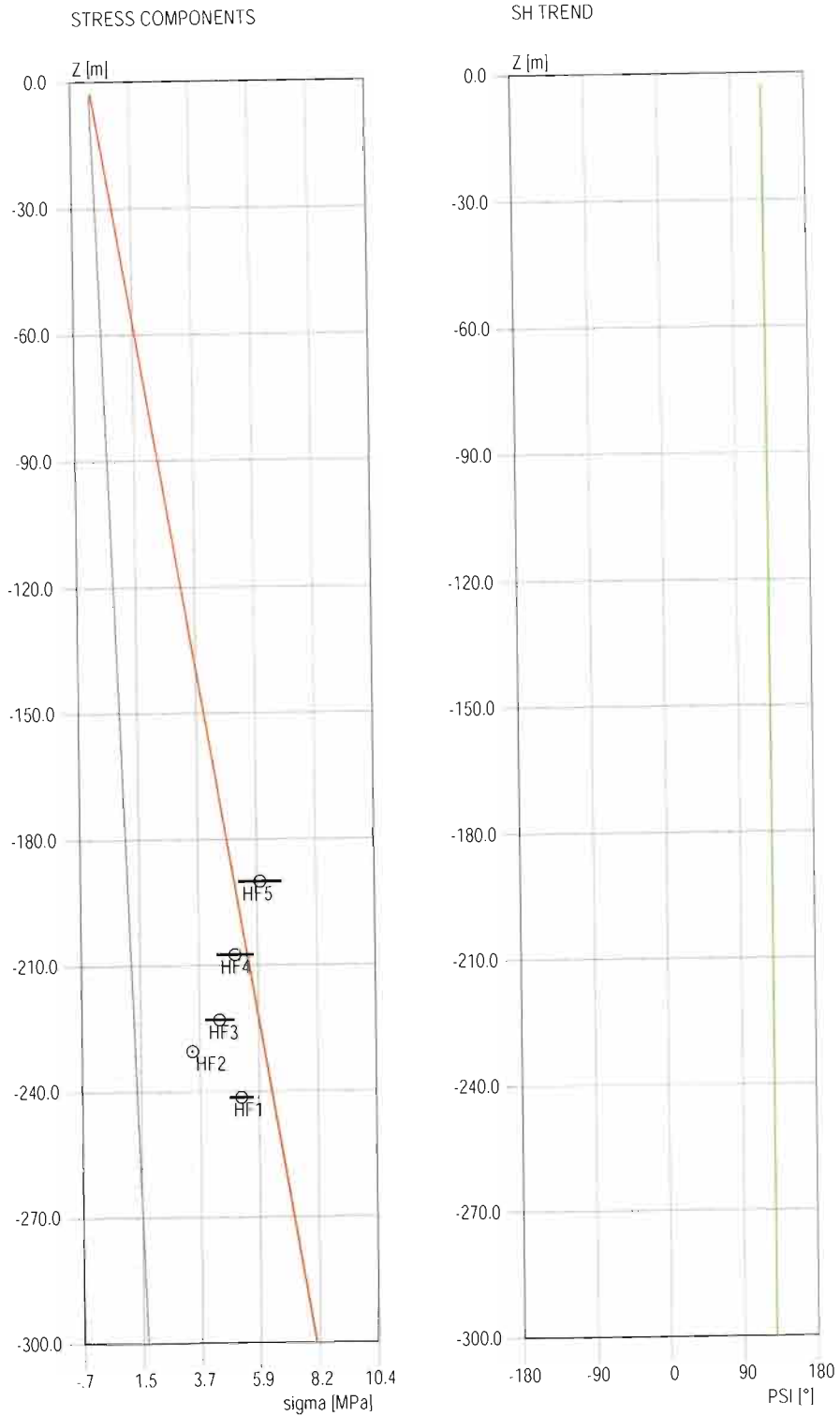
STRESS FIELD COMPONENTS

|              |                  |        |
|--------------|------------------|--------|
| S0xx [MPa]:  | 0.00 ± 0.00      | locked |
| S0yy [MPa]:  | 0.00 ± 0.00      | locked |
| S0zz [MPa]:  | 0.00 ± 0.00      | locked |
| S0xy [MPa]:  | 0.00 ± 0.00      | locked |
| S0xz [MPa]:  | 0.00 ± 0.00      | locked |
| S0yz [MPa]:  | 0.00 ± 0.00      | locked |
| Axx [MPa/m]: | 0.0143 ± 0.8464  | free   |
| Ayy [MPa/m]: | 0.0185 ± 0.1165  | free   |
| Azz [MPa/m]: | 0.0270 ± 0.0000  | locked |
| Axy [MPa/m]: | -0.0105 ± 0.0869 | free   |
| Axz [MPa/m]: | 0.0000 ± 0.0000  | locked |
| Ayz [MPa/m]: | 0.0000 ± 0.0000  | locked |

HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT  
 JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

STRESS FIELD PLOT N. 2

- maximum horizontal stress SH
- minimum horizontal stress Sh
- vertical stress Sv
-  range of the test Ps values
-  Test HF



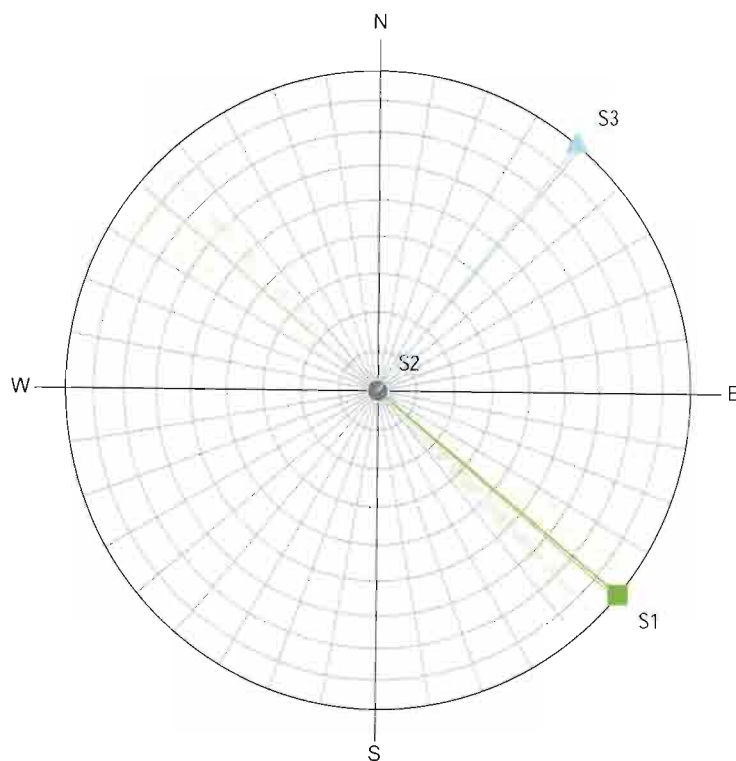


HF/HTPF/HJ ROCK STRESS MEASUREMENT REPORT

JOB: ITALFERR - GALLERIA GARDENA - SONDAGGIO SPG1 - PROVE HF

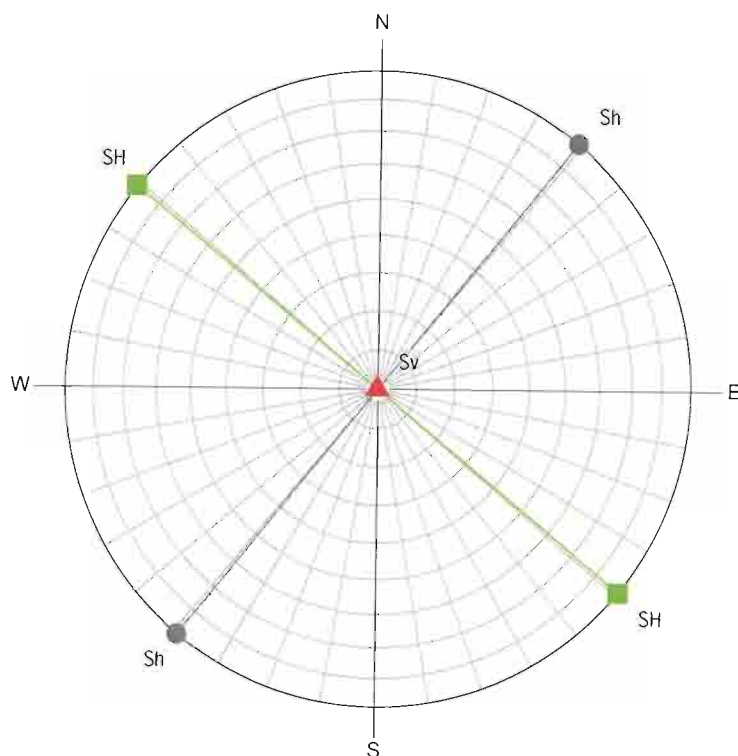
PRINCIPAL STRESS COMPONENTS  
Schmidt Lower Emisphere

STRESS TENSOR AT Z = 275 m



|     | STRESS [MPa] | PSI [°]     | PHI [°]    |
|-----|--------------|-------------|------------|
| S1: | 7.45 ± 2.13  | 129.2 ± 9.5 | 0.0 ± 0.0  |
| S2: | 7.42 ± 0.00  | 0.0 ± 0.0   | 90.0 ± 0.0 |
| S3: | 1.56 ± 2.22  | 39.2 ± 9.5  | 0.0 ± 0.0  |

HORIZONTAL AND VERTICAL STRESS STATE  
Schmidt Lower Emisphere



|     | STRESS [MPa] | PSI [°]     | PHI [°]    |
|-----|--------------|-------------|------------|
| SH: | 7.45 ± 2.13  | 129.2 ± 9.5 | 0.0 ± 0.0  |
| Sh: | 1.56 ± 2.22  | 219.2 ± 9.5 | 0.0 ± 0.0  |
| Sv: | 7.42 ± 0.00  | 0.0 ± 0.0   | 90.0 ± 0.0 |

