

# MONITORAGGIO FRANA "SLAVINAC" - COMUNE DI LONA-LASES

## RELAZIONE

### 1. Premessa

La relazione presenta i dati aggiornati relativi al monitoraggio del versante Slavinac. Il movimento franoso, in superficie, è stato monitorato fin dalla fine degli anni 90 mediante fili estensimetrici, posizionamenti GPS e misure ottiche da stazione totale; in profondità, con tubi inclinometrici ed estensimetri multibase.

I movimenti sono stati, di volta in volta, correlati con le precipitazioni e con misure di profondità della falda.

Nel periodo tra il 2004 ed il 2008 il versante è stato oggetto di un notevole intervento di sistemazione mediante lo scarico della parte alta del versante e la realizzazione al piede di un rilevato in terre armate con un muro tirantato al piede dello stesso. Contemporaneamente è stata ricostruita sul versante la cabina di monte dell'acquedotto industriale.

Sono di seguito brevemente illustrate le varie installazioni che compongono il monitoraggio e rappresentati alcuni grafici derivanti dall'elaborazione dei dati. Altri grafici potranno essere prodotti se ritenuti utili ad una migliore interpretazione del fenomeno.

### 2. Dati di monitoraggio

#### 2.1 Misure ottico - topografiche

Le misure ottiche condotte sullo Slavinac sono eseguite dal versante opposto mediante l'uso di una stazione totale motorizzata Leica TCA2003 comandata in remoto tramite collegamento GSM ed opportuno software di gestione. La stazione totale viene di volta in volta montata su pilastrino, dentro una cabina prefabbricata in cls, controllata da sistema d'allarme. La stazione esegue mediamente un ciclo ogni 3 ore per periodi variabili da mezza giornata a tre giorni consecutivi a scadenze definite e/o dopo eventi meteorici importanti. Ogni ciclo misura circa 40 punti distribuiti sul versante ed è composto da una lettura con cerchio a destra ed uno con cerchio a sinistra (fig. 23). Sono stati effettuati ormai oltre 1350 cicli di lettura a partire dal novembre 2005; alcune misure sono state accodate a qualche lettura precedente e quindi alcuni grafici partono dal luglio 2005.

I dati vengono in un primo momento scaricati, gestiti ed elaborati da software Leica TPS, System Anywere ed Analsys, successivamente vanno ad aggiornare i files access, excel e la planimetria in autocad. La lettura di zero è stata effettuata tra il luglio ed il novembre 2005 a seconda della disponibilità dei capisaldi di monitoraggio.

Le elaborazioni vengono effettuate considerando fermi i punti esterni 100, 200 e 12000. Il punto 36 è solidamente ancorato alla cabina in calcestruzzo dell'acquedotto industriale.

La fig. 1 rappresenta la planimetria, in scala a vista, nella quale sono riportati tutti i punti attualmente monitorati. Sono inoltre riportati gli inclinometri, i piezometri, gli estensimetri ed i drenaggi.

## Terre Armate

Sono rappresentati nel grafico TERRE ARMATE - vettori totali (fig.2 ) i movimenti totali in mm, la profondità della falda dal piano campagna e la cumulata giornaliera di pioggia.

Si può affermare che, al notevole incremento del movimento registrato in concomitanza con la formazione del rilevato a monte delle terre armate (03/2006-06/2008), è seguito un evidente diminuzione del movimento già a partire dal novembre 2006.

A partire dal giugno 2008 si è verificata una ulteriore diminuzione della velocità di deformazione che ha assunto una tendenza pressoché rettilinea; sembra tuttavia ancora evidente l'effetto dei periodi di intense precipitazioni, in seguito ai quali si nota un aumento repentino della falda nel piez. 207 ed un conseguente aumento della deformazione.

La fig. 3, Terre armate comp. verticale, porta alle stesse considerazioni, mostrando però la sola componente verticale del movimento.

Interessante notare nel grafico come la quota della falda nel piez. 207, che registra il dato ogni ora e viene scaricato in automatico, subisca notevoli e repentini incrementi dopo gli eventi meteorici. Il piezometro 208, il quale non è attrezzato con acquisitore automatico, mostra un andamento simile al 207 seppure con valori decisamente diversi.

Le letture manuali, essendo più rade, non permettono di cogliere quelle variazioni di livello evidenziate dalle lettura in continuo; i dati sono rappresentati nei grafici dall'asse Y secondario.

Le precipitazioni piovose sono rappresentate dalla cumulata giornaliera nel grafico sull'asse secondario Y, "rovescio" e sono acquisite dalla stazione meteo posizionata presso la cabina di monitoraggio sul versante opposto.

## Zona al piede delle terre armate

I grafici PIEDE – vettori totali e comp. verticali (fig. 4 e 5) rappresentano i movimenti dei punti sottostanti le terre armate e non fisicamente interessati dall'intervento. Risulta evidente il movimento dei punti 19 e 22, simile nel tempo al comportamento delle terre armate. I punti 23 e 24 situati sotto il limite nord dell'intervento, non evidenziano lo stesso andamento, tuttavia, in particolare il n° 23, mostra un leggero movimento, confermato anche dalla forma della nuvola di punti delle posizioni nel tempo, allungata nel verso della massima pendenza.

Nel grafico in fig. 4 sono rappresentati anche i movimenti totali misurati nei tubi inclinometrici (I\_159 ed I\_83), alla profondità di 1,25 m dal p.c.. Per quanto riguarda l'analisi dettagliata delle misure inclinometriche si rimanda ad un paragrafo successivo.

Anche il muro realizzato al piede delle terre armate, monitorato dal giugno 2008, evidenzia movimenti da millimetrici a centimetrici, visibili sia nel grafico MURO TIRANTATO-vett. totali (fig.6 ), sia nel MURO TIRANTATO–componente verticale (fig. 7). E' evidente come tale movimento sia maggiore nella parte sud del muro (P37 e P38) e che sia predominante la componente verticale.

Nella figura 8 sono rappresentati i vettori planimetrici di alcuni punti sicuramente in movimento e di alcuni certamente fermi; si noti la diversa dispersione delle posizioni in relazione anche alle loro linee di collimazione dalla stazione.

## Zona nord e parte alta

I punti monitorati a nord e nella zona di monte dell'intervento, dimostrano come, al superamento di una determinata quantità di pioggia cumulata e conseguente aumento della falda, si verifica un'evidente ripresa del movimento. In particolare i punti 33, 34, 35 e 36, visibili nei grafici ZONA NORD vettori totali (fig. 9), si sono mossi di oltre 5 cm in meno di 2 mesi, a seguito degli eventi meteorici di tardo autunno.

Dal 2008, i movimenti hanno superato i 20-25 cm in totale; la dinamica dei movimenti dimostra che gli stessi si verificano sistematicamente dopo eventi meteorici importanti, ma si esauriscono abbastanza velocemente al termine dell'evento.

Il nuovo serbatoio dell'acquedotto (P36), ricostruito nella parte alta del versante mostra un movimento totale superiore ai 25 cm. Nello stesso grafico sono visibili gli spostamenti parziali dei punti 25 e 26 che sono stati rimossi a seguito dell'intervento di sistemazione del versante e che erano posizionati qualche decina di metri a valle del P35.

Il grafico PUNTI ESTERNI vettori totali (fig. 10) riporta i punti ritenuti, in un primo momento, stabili; il P2 ha però evidenziato, a partire dalla primavera del 2008, movimenti che hanno superato i 10 centimetri. Anche i punti 3, 31 e 32 sembrano evidenziare una leggera deformazione.

## Rappresentazione dei movimenti con i profili

Nel grafico PROFILI – sotto le terre armate (fig. 11), nel quale vengono rappresentati sull'asse X la componente planimetrica e sull'asse Y la componente verticale del punto monitorato (a formare un profilo del movimento), si può osservare come, a partire dalla primavera 2007, i punti 19 e 22 hanno subito un evidente incremento della componente verticale. Gli altri profili risultano più rettilinei, sebbene con pendenze diverse (fig. 12 e 13). Questa osservazione può diventare importante nella comprensione della dinamica delle deformazioni subite dai vari punti di monitoraggio.

## 2.2 Tubi inclinometrici

Attualmente, nell'area della frana di Lases, vengono monitorati 8 tubi inclinometrici la cui ubicazione è riportata in figura 1. Un nono (n. 272) installato nell'estate del 2008 è risultato inutilizzabile dopo pochi mesi per l'eccessiva deformazione del tubo inclinometrico a circa 12 m di profondità dal p.c..

Quattro tubi inclinometrici (n. 83, n. 159, n. 266 e n. 267) sono posti alla base delle terre armate, il n. 268 si colloca in corrispondenza della testa della struttura mentre i rimanenti (n. 269, n. 270, n. 271 e n. 272) sono disposti a salire lungo il versante; come sopra ricordato, il n. 272, ubicato in prossimità della vasca dell'acquedotto, è risultato inutilizzabile poco dopo la sua realizzazione.

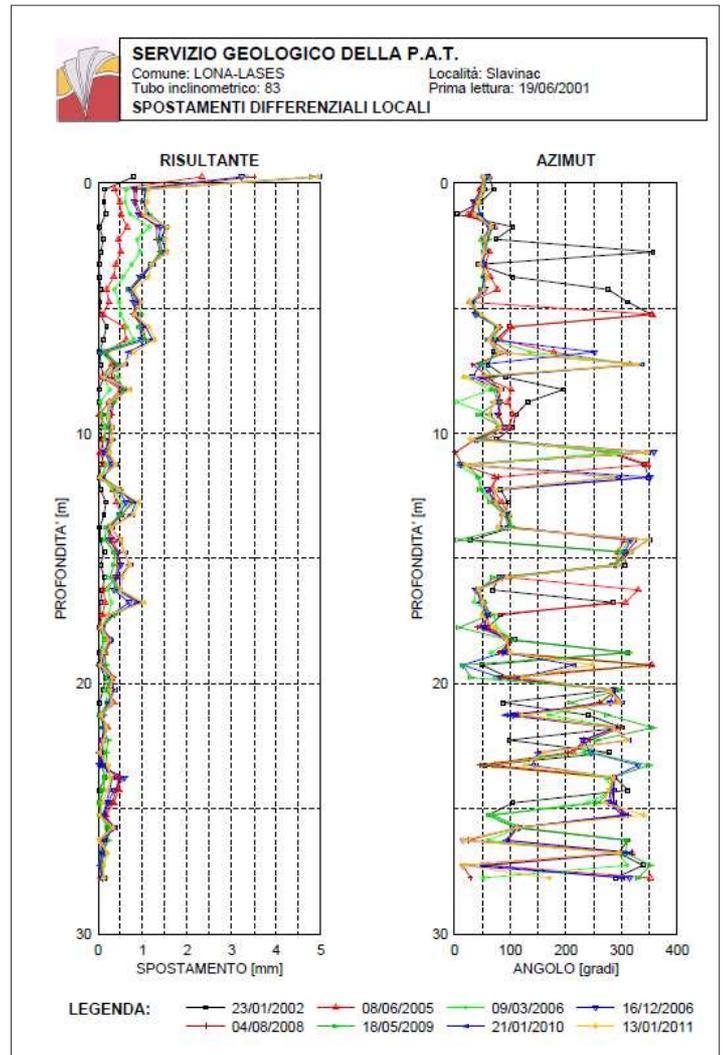
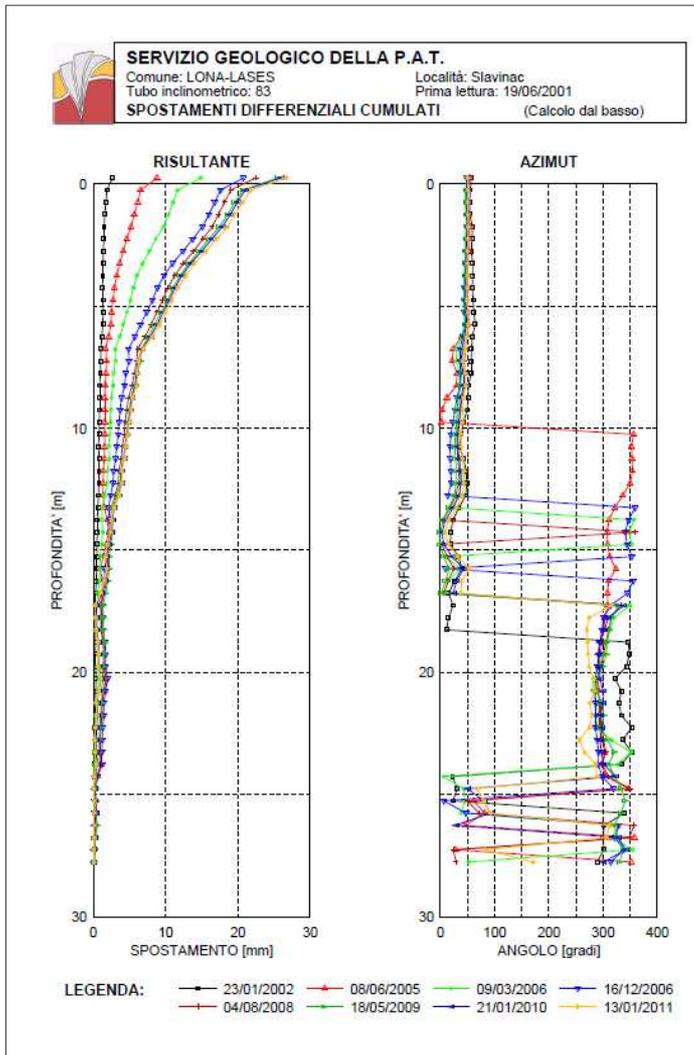
L'analisi delle deformazioni misurate viene distinta in due grandi gruppi, il primo che comprende gli inclinometri posti in corrispondenza (alla base ed in testa) al rilevato in terra armata e il secondo con gli inclinometri collocati lungo il versante soprastante.

a) area rilevato terre armate: inclinometri n. 83, 159, 266,267 e 268)

inclinometro 83

E' in esercizio dal 2001 e da tale data è stato letto 48 volte.

Di seguito vengono mostrati i grafici relativi agli spostamenti elaborati in sia in forma differenziale che cumulata.

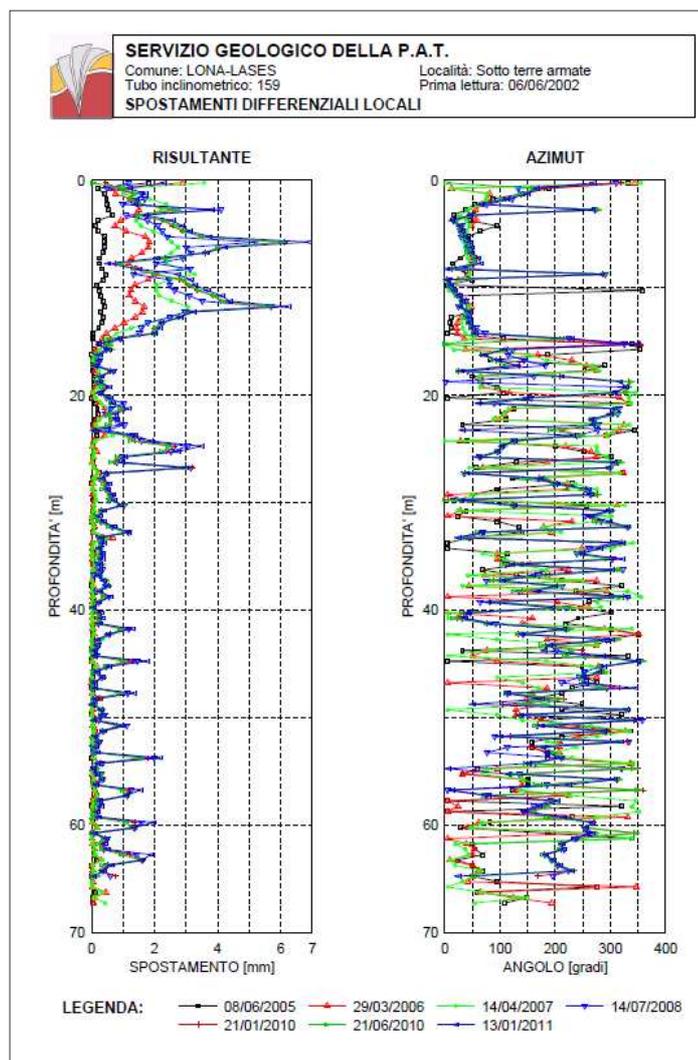
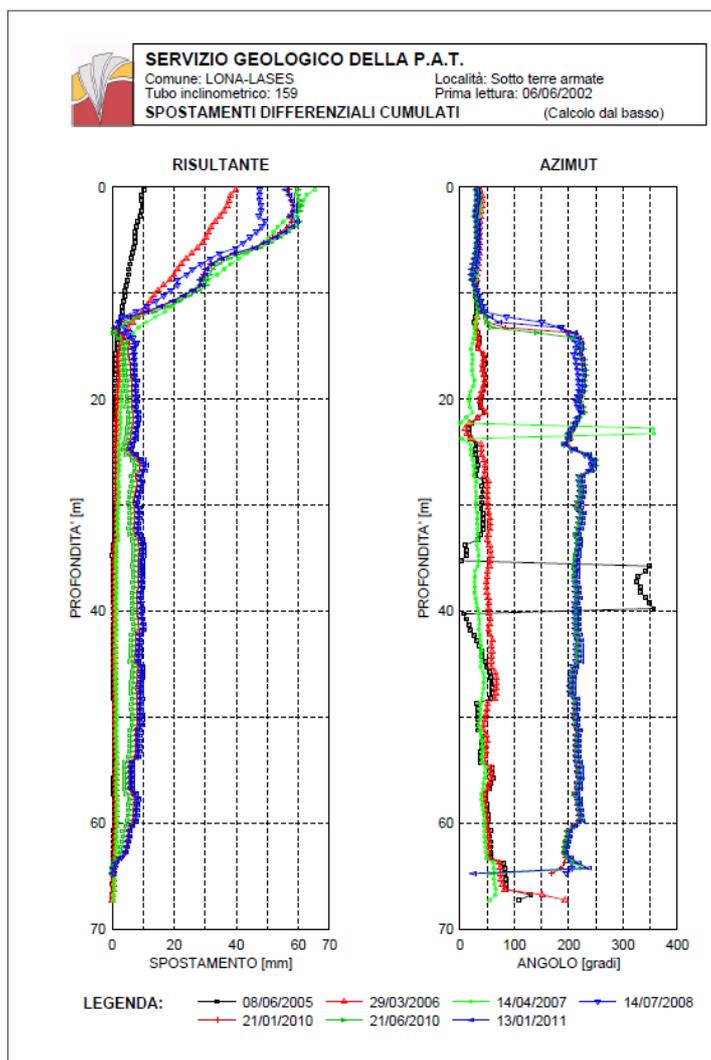


Si osserva come gli spostamenti in valore assoluto, nei quasi 10 anni di lettura, siano stati modesti, per un totale di circa 20 mm alla testa del tubo; in ogni caso negli ultimi due anni risultano praticamente impercettibili.

## inclinometro 159

Anche questo inclinometro è in lettura da quasi 10 anni e gli spostamenti assoluti pur risultando maggiori di quelli registrati nel n. 83 sono abbastanza modesti (60 mm circa alla testa del tubo).

Si osserva una deformazione che a partire da circa 15 m di profondità individua diverse superfici preferenziali di scivolamento.



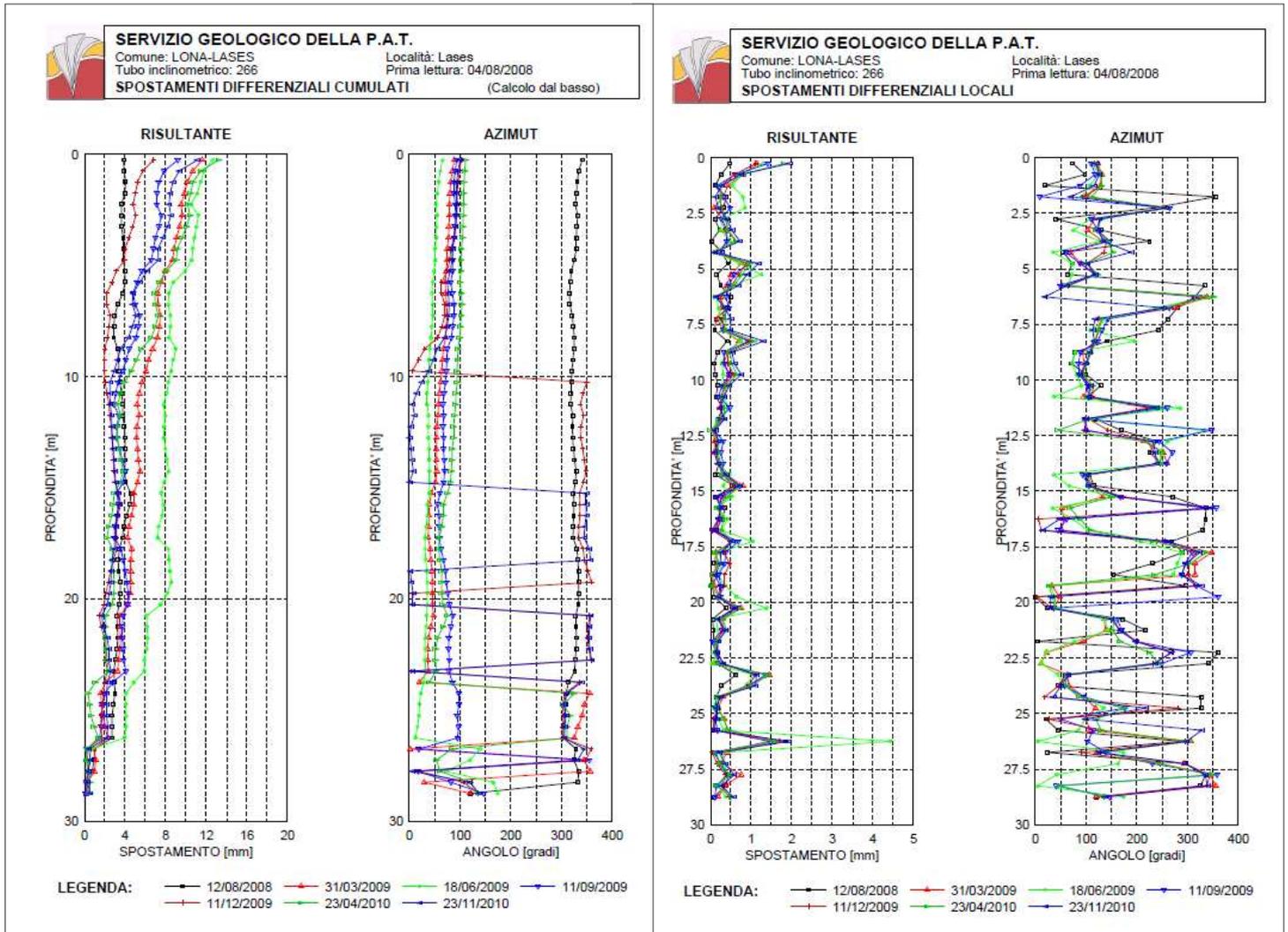
Tali deformazioni ed in particolare quelle più superficiali, pur con valori modesti (massimo 1mm/anno) mostrano una prosecuzione dell'attività.

## inclinometro 266

E' in lettura dall'Agosto 2008.

Sino ad oggi non mostra movimenti significativi e, le deformazioni evidenziate nel grafico cumulato possono essere dovute ad errori di lettura (probabilmente effetti di bias schift).

L'analisi delle deformazioni differenziali evidenzia come a circa 8.5 m di profondità la deformazione misurata risulta congrua sia come posizione che successione temporale; ciò in questa fase può essere interpretato come una deformazione in atto che in termini assoluti risulterebbe inferiore al mm/anno (circa 1.5 mm per 2.5 anni di misurazioni).



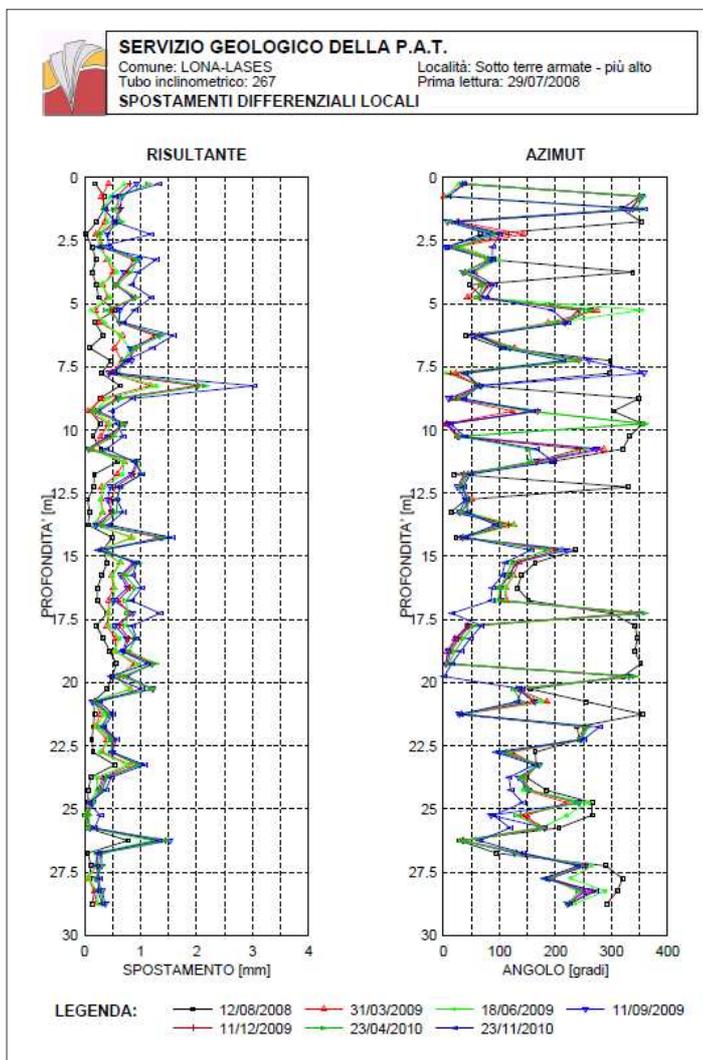
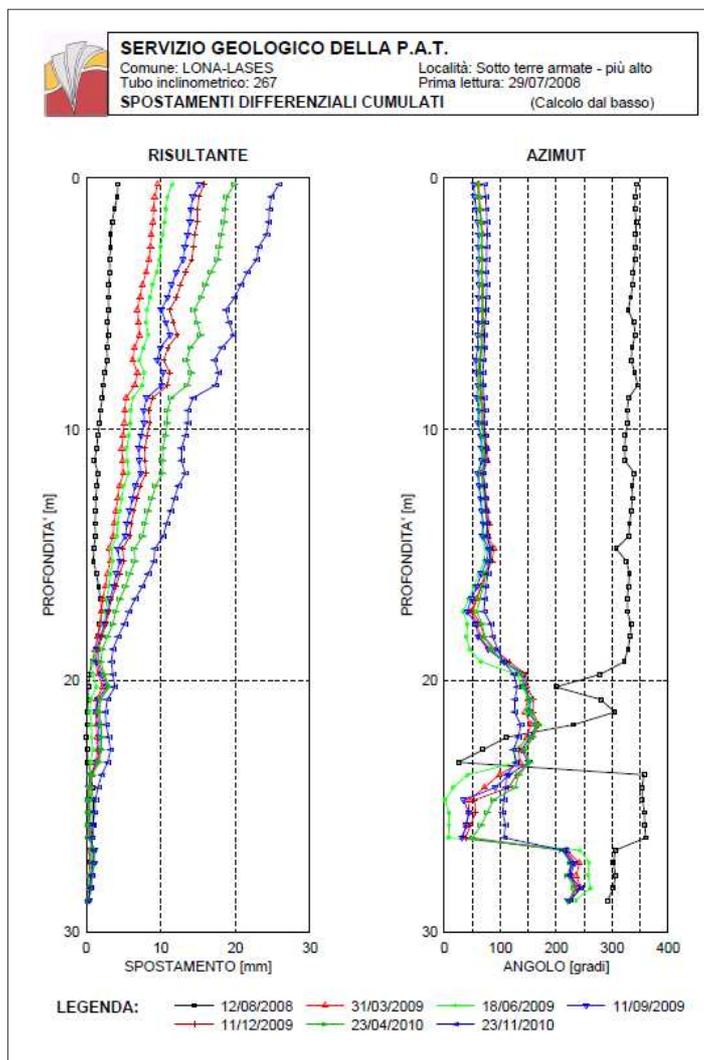
# inclinometro 267

Anch'esso è in lettura dall'Agosto 2008.

L'allineamento degli azimut evidenziati nel grafico cumulato presente a partire da circa 20 m dal p.c. e pure la stessa deformazione cumulata che si determina da tale profondità, possono fare ritenere che sia in atto una deformazione attiva per tutto questo spessore di terreno.

Questa deformazione è accertata a partire da circa 8.5 m di profondità dove si rileva il valore maggiore (circa 20 mm in 2.5 anni).

La deformazione totale (testa inclinometro) misurata risulta di quasi 25 mm.

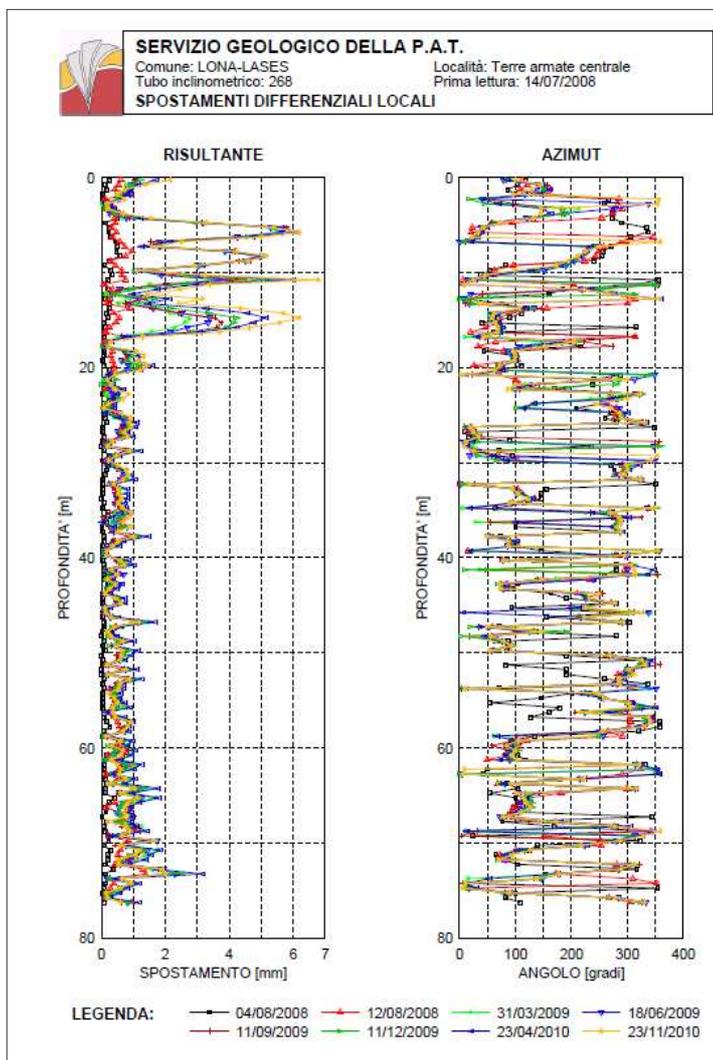
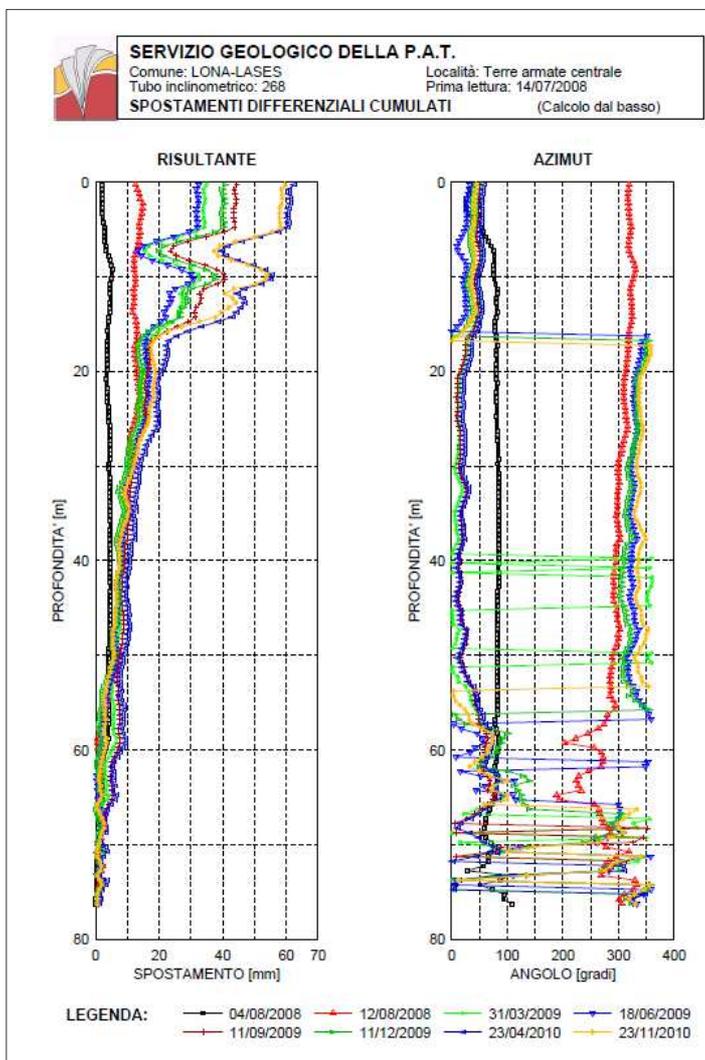


## inclinometro 268

Questo tubo inclinometrico, in esercizio dal Luglio 2008 mostra una deformazione complessiva molto maggiore di quelle registrate negli inclinometri precedenti (circa 60 mm); esso si colloca alla sommità del rilevato in terra armata e pertanto sicuramente risente delle deformazioni che interessano lo stesso rilevato.

Si osserva come le deformazioni siano presenti a partire dalla profondità di circa 16 – 17 m dove si situa quella principale, ma anche a profondità inferiori.

Anche la velocità di deformazione, risulta perlomeno doppia rispetto a quelle individuate negli inclinometri posti alla base del rilevato risultando pari a quasi 7 mm in 2.5 anni di lettura.

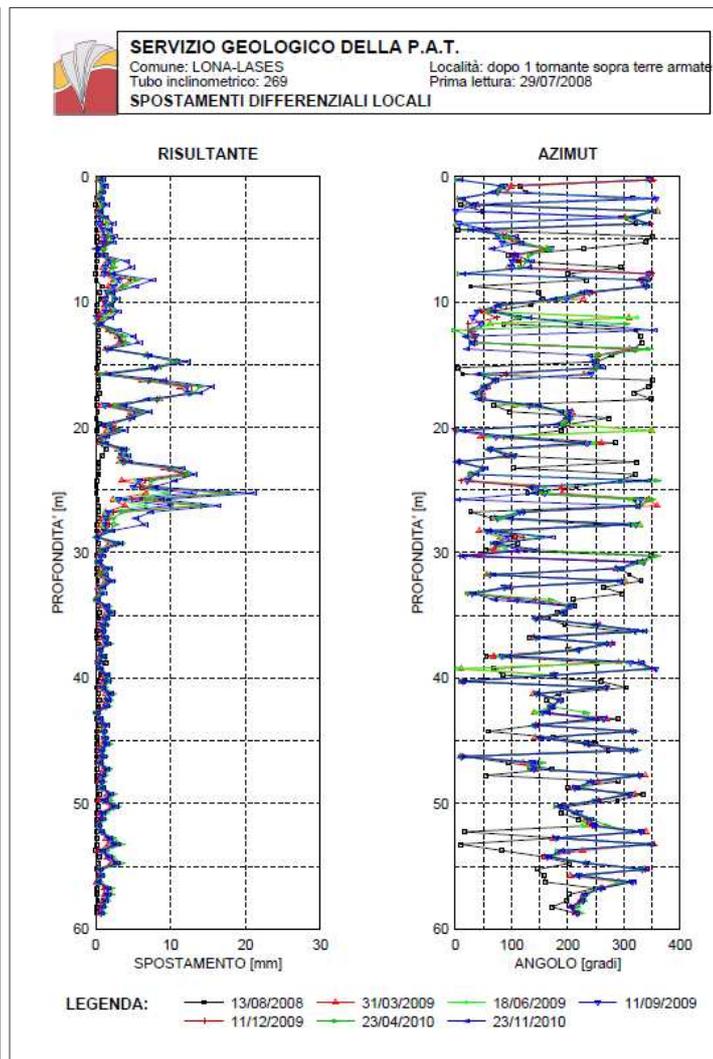
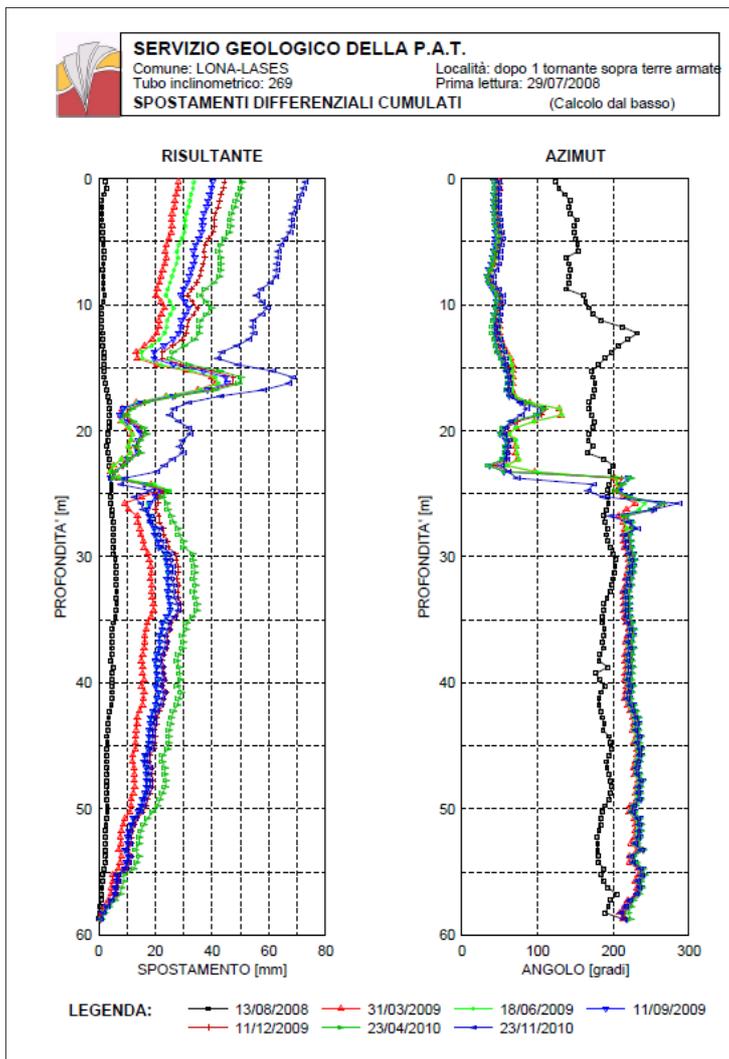


b) area versante: inclinometri n. 269, 270, 271

inclinometro 269

In questo inclinometro, in lettura dal Luglio 2008, si osserva chiaramente la presenza di una deformazione principale a circa 24 m di profondità.

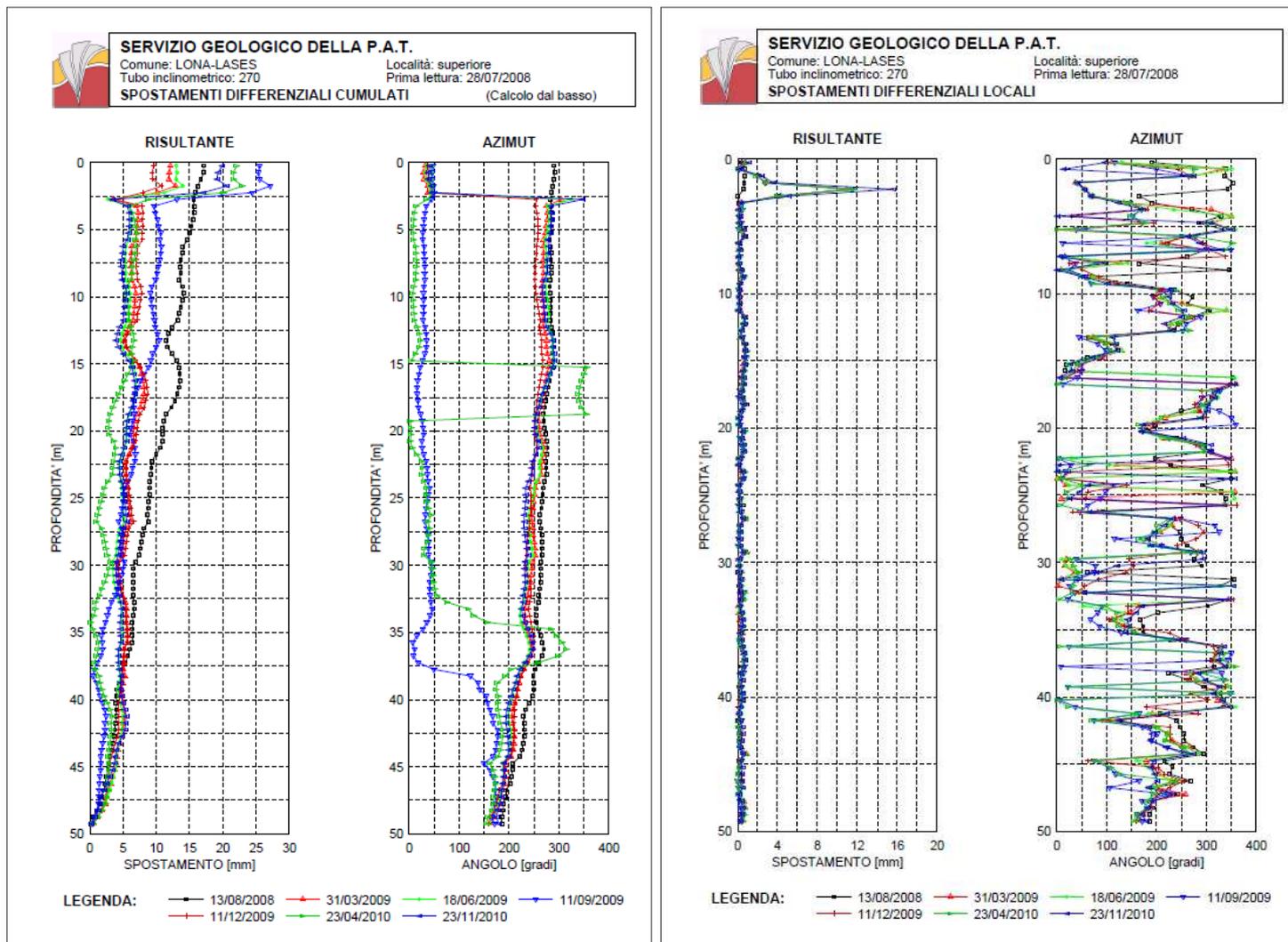
Lo spostamento totale della testa tubo risulta prossimo ai 70 mm mentre la deformazione massima è quella misurata alla profondità di 25 m circa che risultata di circa 20 mm (in 2.5 anni di lettura)



## inclinometro 270

Questo inclinometro mostra una unica superficie di scivolamento a circa 2.5 m di profondità con un valore di deformazione massimo pari a circa 25 mm (in 2.5 anni di lettura).

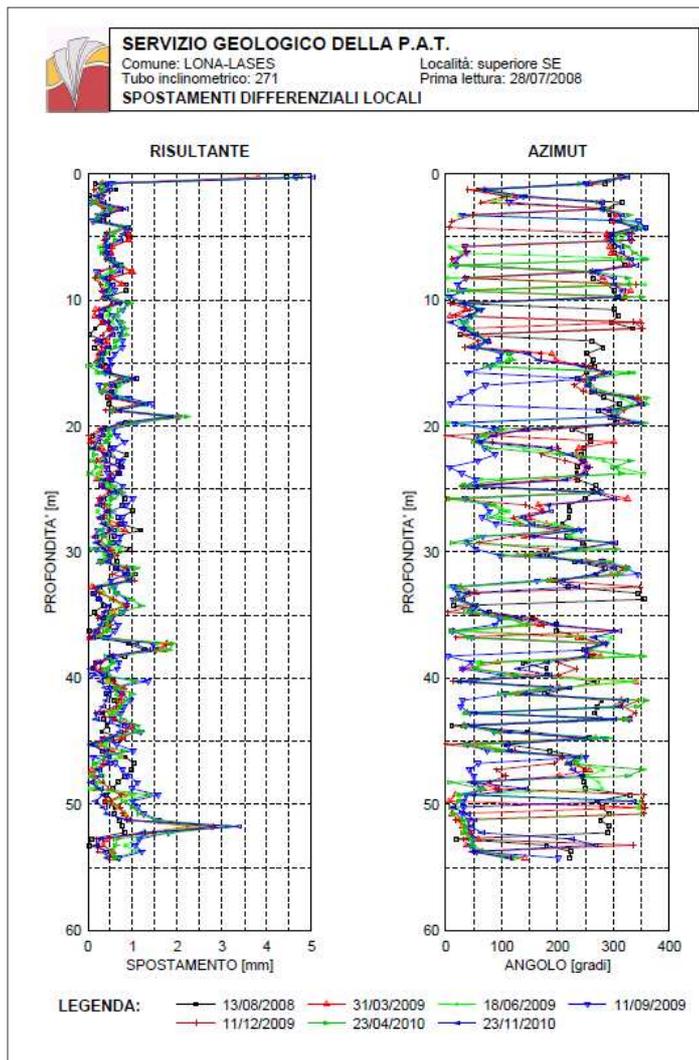
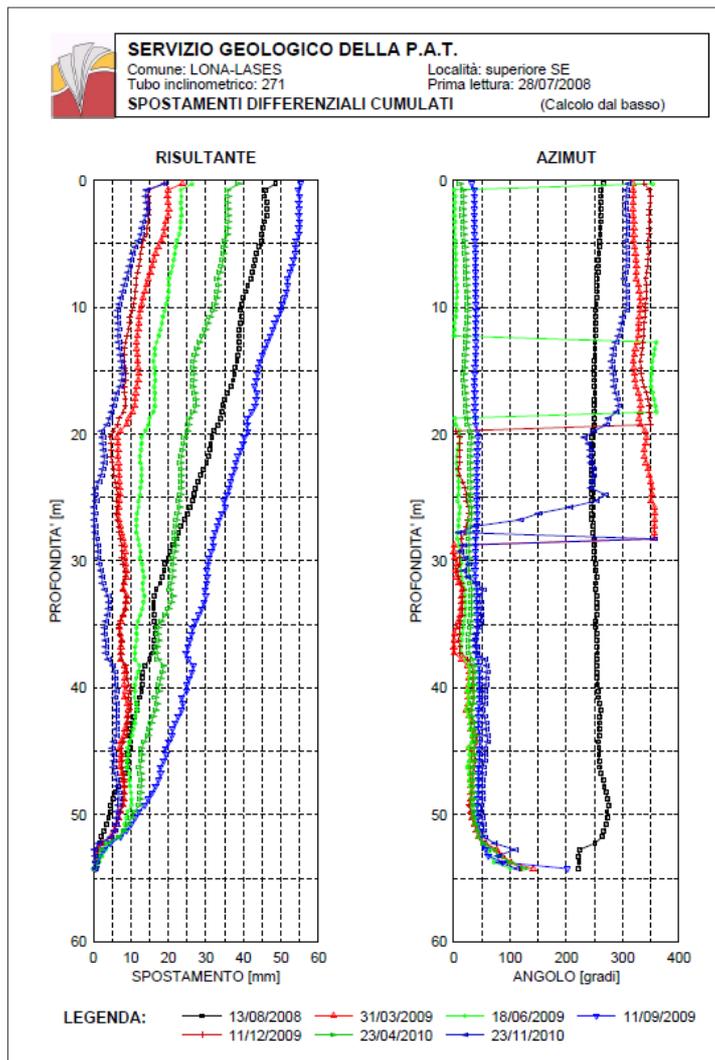
A profondità maggiori il tubo inclinometrico non evidenzia ulteriori superfici di deformazione.



## inclinometro 271

I risultati del monitoraggio effettuato sino ad oggi non permettono di individuare con sicurezza un movimento in atto; le misurazioni infatti appaiono affette da errori che mascherano i dati reali.

Eventuali movimenti, nell'ordine di 3 mm in 2.5 anni possono essere individuati ad una profondità di circa 52 m ma, ma in questa fase non si può escludere che tale osservazione sia affetta da un errore significativo.



## 2.3 - Estensimetri da foro a base lunga

Nell'estate 2008 nel versante interessato dai lavori di sistemazione sono stati 3 punti di monitoraggio estensimetrico denominati E1, E2 ed E3.

In ogni punto sono stati installati 3 estensimetri da foro a base lunga rispettivamente di 20, 40 e 60 m.

Da tale data sono state eseguite 8 letture che hanno consentito di elaborare i grafici di seguito presentati.

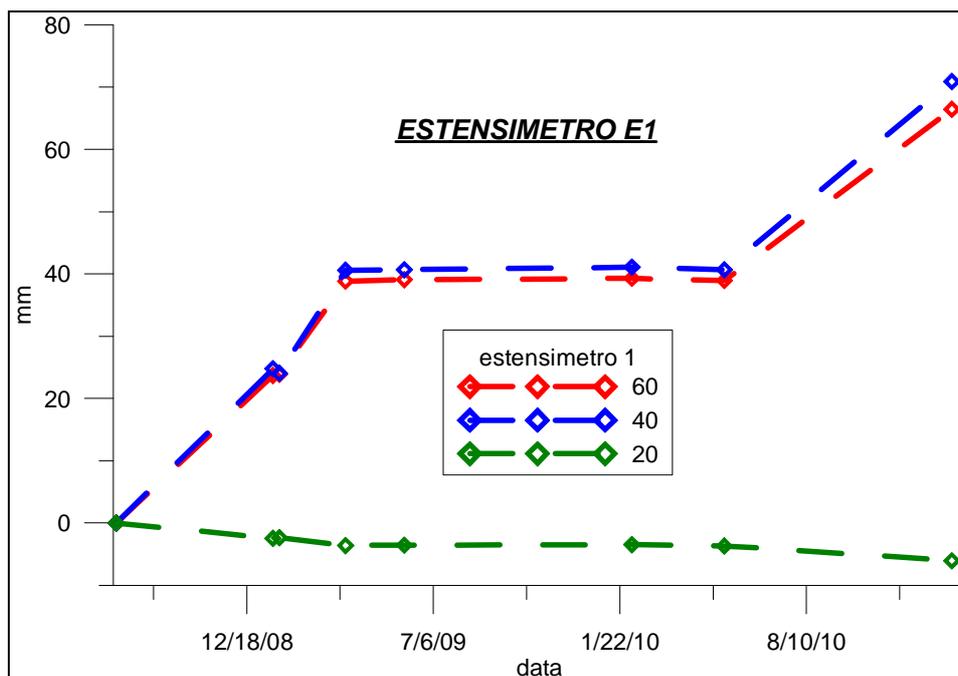
### Estensimetro E1

Si colloca nella porzione più alta del versante monitorato, a breve distanza dalla vasca dell'acquedotto.

Il grafico evidenzia come l'andamento delle deformazioni ha subito un incremento nel corso del 2008, successivamente si è registrata una fase priva di movimenti significativi sino all'ultima lettura, effettuata nel mese di Gennaio 2011 che evidenzia nuovamente un deciso incremento degli spostamenti.

I valori totali di spostamento sono compresi tra 66 e 70 mm (in 2.5 anni di monitoraggio) e sono registrati trall'estensimetro lungo 60 m (66 mm) e 40 m (70 mm); si osserva invece come l'estensimetro di 20 m non registri alcun movimento significativo (contrazione di 6 mm).

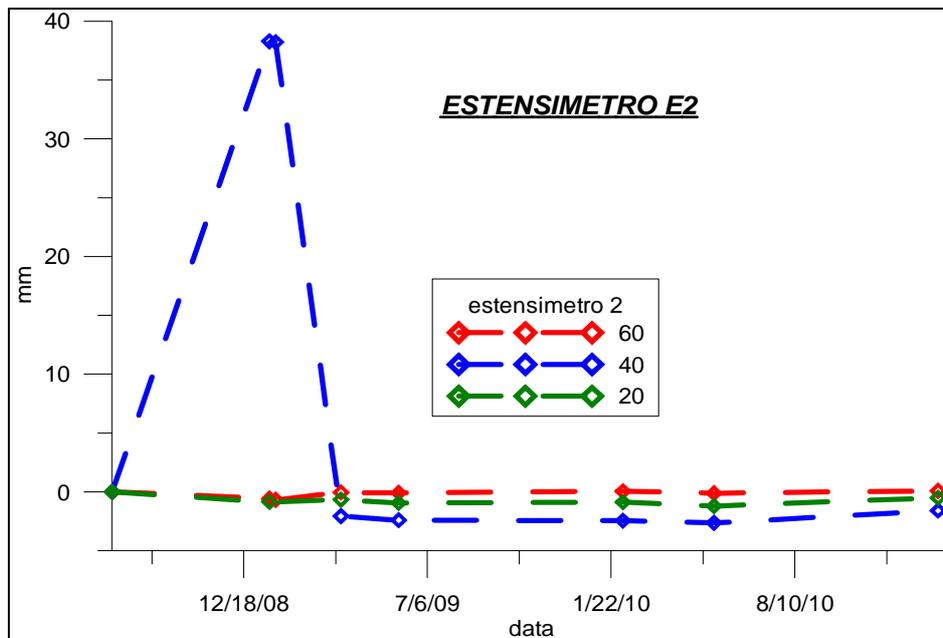
Si ritiene che, in assenza di uno specifico riscontro, che permetta di quantificare l'errore insito in tale tipo di misura i valori misurati abbiano un valore indicativo; è possibile però affermare come sia presente un movimento con velocità di deformazione prossima ai 2.5 cm/anno con un piano di scivolamento che si colloca a profondità superiori ai 20 m dal p.c.



## Estensimetro E2

Questo punto di misurazione non mostra movimenti significativi in nessuno degli estensimetri installati.

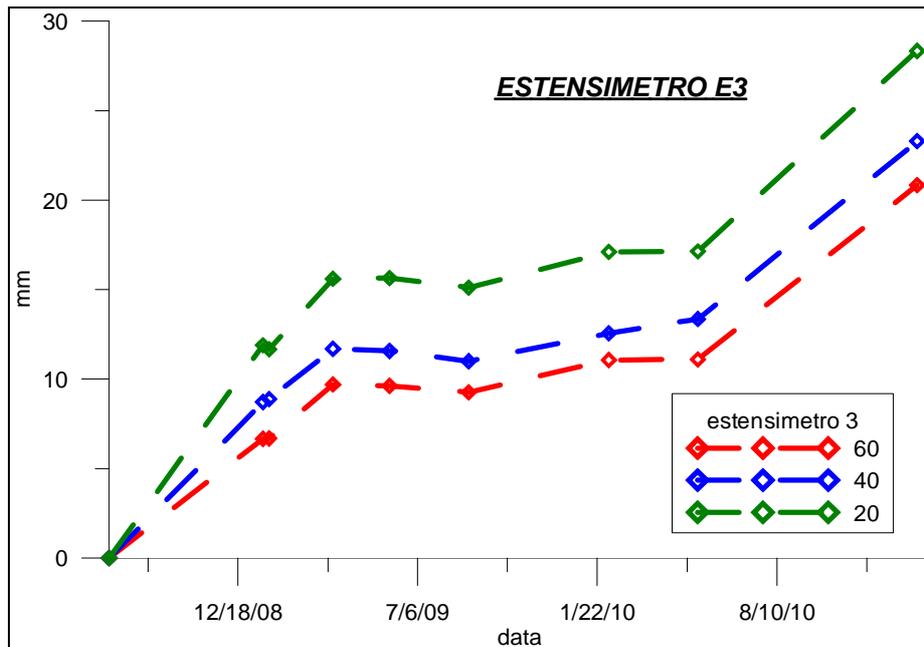
Il valore di deformazione misurato nell'estensimetro di 40 m nell'inverno 2008 è, con ogni probabilità da imputare ad errori di misurazione.



## Estensimetro E3

Questo punto estensimetrico mostra un andamento delle deformazioni analogo a quello presentato in E1 registrando però valori assoluti minori, compresi tra 20 e 28 mm su tutti e tre gli estensimetri installati.

E' possibile affermare quindi che la superficie di scivolamento si situa a profondità inferiori a 20 m e che la velocità di deformazione è prossima a 1 cm/anno.



## 2.4 - Monitoraggio piezometrico

Nell'area di frana sono presenti 7 piezometri realizzati in tempi differenti dei quali 6 sono monitorati tramite acquisitore in continuo ed 1 (n. 208 posto all'interno del rilevato in terra armata) con misure discrete.

Purtroppo il funzionamento delle centraline di acquisizione è stato soggetto a problemi tecnici e pertanto le misure sino ad oggi acquisite risultano discontinue; in ogni caso l'elevato numero dei piezometri installati e le misurazioni realizzate con il freatimetro, consente di effettuare alcune considerazioni di carattere generale sull'idrogeologia dell'area di frana.

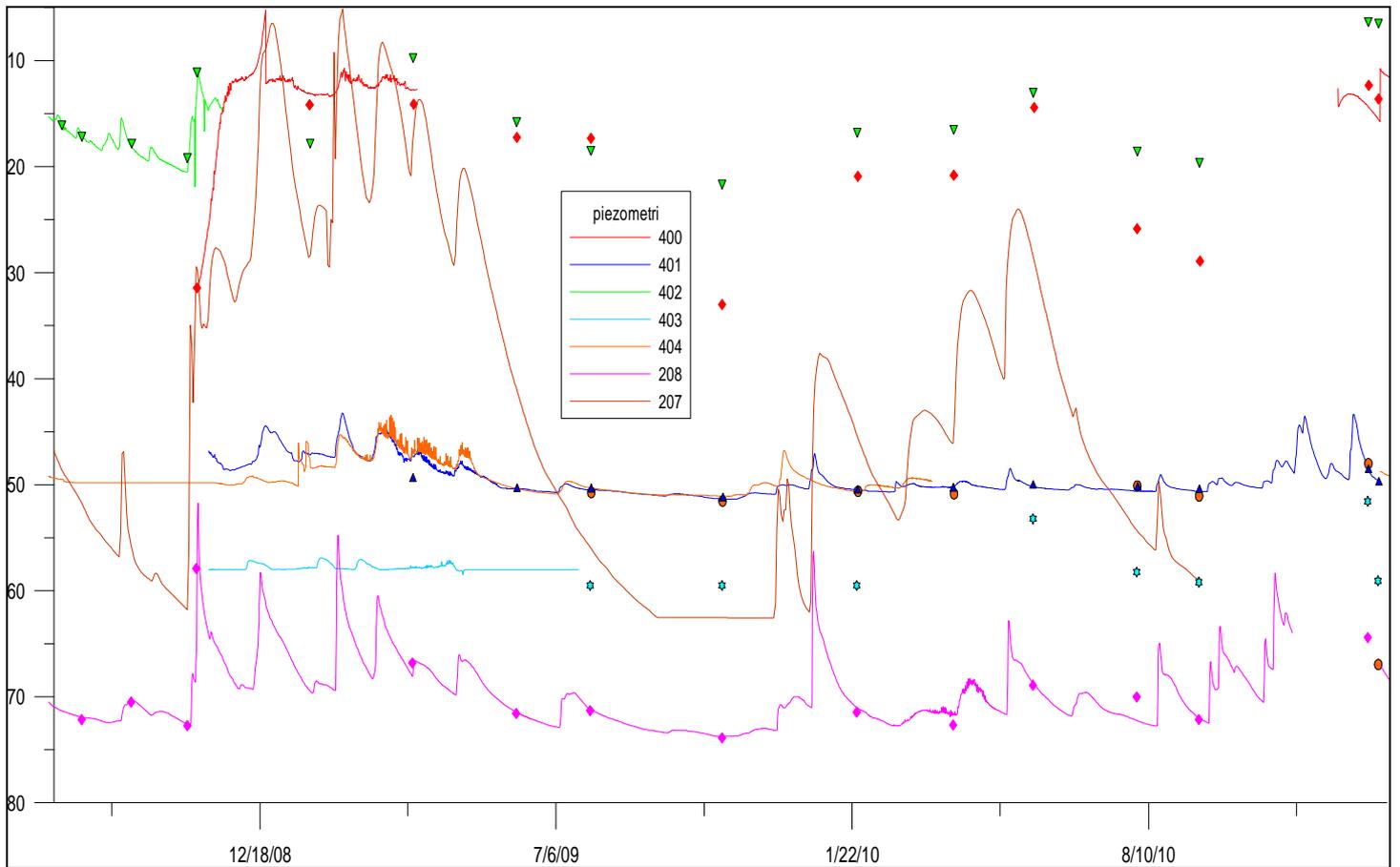
Si osserva in primo luogo come i piezometri posti nella porzione più elevata del versante (n. 207, 400 e 402) evidenzino una piezometrica che, nei valori massimi si colloca molto prossima alla superficie morfologica (circa 5 m). Negli stessi piezometri l'escursione della piezometrica risulta molto elevata; infatti nel piezometro 207 tale escursione è circa di 57 m e se risulta minore nei 2 piezometri rimanenti (26 m nel n. 400 e 15 m nel n. 402) ciò può essere anche dovuto alla scarsità di dati raccolti sino ad oggi.

Al contrario il piezometro 401 che pur trovandosi della parte superiore del versante si colloca nella porzione più meridionale dell'area monitorata e i rimanenti n. 403, 404 e 207, evidenziano la presenza di una piezometrica molto più depressa (compresa mediamente tra 50 e 70 m di profondità) e una escursione molto più contenuta (circa 8 m).

A tale proposito si pone in evidenza come il piezometro 403 riesca a misurare le variazioni piezometriche unicamente quando il livello idrico supera quota -59 livello di fondo foro (58 per l'acquisitore automatico); per questo motivo il valore minimo registrato e quindi anche l'escursione massima non sono dati veritieri.

Infine il piezometro 208 che si colloca nella parte mediana del rilevato in terra armata, mostra una piezometrica che pur caratterizzata da significativi e rapide variazioni (22 m) si mantiene comunque a profondità elevate comprese tra 50 e 70 m circa.

# Profondità della falda acquifera



### **3 – Sintesi dati raccolti**

Il monitoraggio dell'area franosa "Slavinac" è in corso, nella configurazione attuale, approssimativamente dall'estate 2008 periodo nel quale si sono conclusi i principali lavori previsti dall'intervento di sistemazione.

L'analisi dei dati di monitoraggio evidenzia un comportamento difforme nell'area che pertanto, al fine di facilitare l'illustrazione dei risultati sino ad oggi ottenuti, viene suddivisa in quattro settori e precisamente:

settore 1 – rilevato in terre armate

settore 2 – versante mediano oggetto di ricarica morfologica

settore 3 – versante superiore lato Nord oggetto di attività di scavo

settore 4 – versante superiore lato Sud oggetto di attività di scavo

Settore 1 – rilevato in terre armate

Comprende sia il rilevato in terra armata che il muro tirantato sottostante.

In questo settore sono presenti 5 inclinometri dei quali 4 sono ubicati lungo la viabilità che corre al piede del rilevato mentre il quinto si trova sul gradino sommitale dello stesso, una ventina di mire ottiche distribuite uniformemente sul rilevato e sul muro sottostante e 2 piezometri dei quali il primo si colloca nella porzione mediana del rilevato ed il secondo sul gradone sommitale.

I dati di monitoraggio evidenziano la presenza di movimenti in atto che interessano sia il rilevato in terra armata, che il muro tirantato che, in quel tratto, la viabilità esistente.

Una significativa parte delle deformazioni, perlomeno in passato, è rappresentata dall'assestamento/compattazione che hanno interessato il rilevato e il terreno sul quale quest'ultimo è stato realizzato.

Si evidenzia infatti come le deformazioni che interessano il rilevato, misurate a partire dal 2005 abbiano raggiunto, nei valori massimi, spostamenti totali di quasi 80 cm, quasi sicuramente dovute al progressivo assestamento del materiale impiegato.

Attualmente si osserva come gli spostamenti totali misurati sia in corrispondenza del piede del rilevato, che del muro tirantato siano nell'ordine di 1 - 2 cm/anno quindi con velocità considerevolmente inferiori al passato (per quanto riguarda il rilevato) ma che però, nel tempo, non mostrano un progressivo assestamento; rimane pertanto l'incertezza nel definire le cause di tali deformazioni.

I tubi inclinometrici mostrano deformazioni limitate e, nella zona più a nord, in particolare il n. 83, può essere considerato in questo momento privo di significativi spostamenti.

I rimanenti mostrano la presenza di deformazioni di valore millimetrico nelle sue componenti differenziali che però consentono di individuare delle superfici di debolezza (su cui si registrano i maggiori spostamenti) tra i 3 ed i 9 m di profondità circa.

I valori cumulati delle deformazioni di questi inclinometri sono nell'ordine di quanto misurato dai rilievi ottici oscillando, nei valori massimi, tra 2 e 3 cm totali circa (circa 1 cm/anno).

La situazione cambia nella parte superiore del rilevato dove l'inclinometro presente (n. 268) mostra movimenti significativamente maggiori (7 – 8 mm nei valori massimi differenziali e circa 7 cm in quelli cumulati) che interessano un volume maggiore di terreno (profondità pari a circa 15 m).

Tali movimenti non sembrano porsi in relazione diretta con la presenza di livelli di saturazione in quanto i due piezometri collocati nella porzione mediana (P 208) e sommitale (P 404) del rilevato evidenziano la superficie piezometrica compresa tra circa 50 e 70 m di profondità.

Al fine di comprendere meglio la dinamica dei processi in atto e, per quanto possibile individuarne le cause, si ritiene indispensabile acquisire, nel prossimo futuro, le esatte caratteristiche delle opere realizzate (rilevato e muro tirantato) per poter mettere in relazione le deformazioni con le opere; ciò è particolarmente importante per definire nel dettaglio la tipologia del movimento che si registra sulla parte superiore del rilevato (deformazione a 15 m di profondità in I 268) come per quelli che vengono misurati in prossimità del muro tirantato.

Si prevede inoltre di estendere il monitoraggio ottico a valle della strada al fine di verificare l'eventuale presenza di deformazioni in quel punto.

## Settore 2 - versante mediano oggetto di ricarica morfologica

In questo tratto di versante sono presenti unicamente un piezometro (P 403) ed un inclinometro (I 269).

Il piezometro di profondità massima pari a 59.5 m ha installato un acquirente a 58 m di profondità.

Si osserva come per gran parte del periodo di monitoraggio il piezometro rimanga asciutto e che i valori massimi (in risalita) siano compresi tra 53 e 51 m (dato forse affetto da errore).

In ogni caso il livello piezometrico sembra non avere diretta influenza con la deformazione misurata nel tubo inclinometrico che viene registrata a circa 25 m di profondità (valore differenziale 2 cm in 2.5 anni di misura) con una cumulata che ha raggiunto i 7 cm circa.

In questo settore gli interventi di sistemazione hanno determinato una ricarica di materiale e pertanto in questa fase risulta importante acquisire conoscenze specifiche sugli spessori dei materiali depositati al fine di determinare dove si collocano le deformazioni in atto e, analogamente al settore 1, determinare se possibile la natura delle deformazioni (assestamento o movimento).

A tal fine si ritiene quindi necessario estendere il monitoraggio ottico in questa porzione di versante che attualmente risulta priva di mire ottiche.

## Settore 3 - versante superiore lato Nord oggetto di attività di scavo

E' in quest'area che si registrano i movimenti maggiori; qui sono presenti 2 tubi inclinometrici una decina di mire ottiche, 3 piezometri e 2 estensimetri in foro a base lunga. Tutti i valori misurati, con le diverse tecniche mostrano movimenti che, negli ultimi 2 anni (dall'estate 2008) sono compresi tra 5 – 15 cm circa.

Queste deformazioni sono sicuramente correlabili con l'andamento piezometrico che evidenzia come in questo settore la superficie di saturazione presenti variazioni verticali estremamente elevate (sino a 57 m) e rapide e che giunga a spingersi sino quasi al p.c.

Il monitoraggio ottico evidenzia come nell'ultimo periodo di monitoraggio punti ritenuti privi di movimento abbiano presentato deformazioni anche significative (punto 2 circa 10 cm).

Inoltre gli estensimetri ed in particolare l'E1 mostra come siano presenti superfici di scivolamento a profondità maggiori di 20 m (sull'orizzontale).

Per l'entità delle deformazioni in atto, per il fatto che esse interessano con sicurezza il substrato roccioso e per la stretta correlazione che si registra tra andamento piezometrico e movimenti misurati, questo settore è quello che risulta più critico sotto l'aspetto della stabilità futura.

In quest'ottica risulta indispensabile effettuare un periodico controllo della vasca dell'acquedotto industriale in quanto è possibile che le deformazioni in atto possano, nel tempo, causare danni alla struttura oppure alle tubazioni in ingresso e/o uscita con conseguenti perdite idriche con e peggioramento della stabilità generale.

A tale riguardo non si esclude inoltre la necessità di dover richiedere lo spostamento della stessa vasca in un'area che presenti migliori garanzie di stabilità.

Risulta altrettanto importante prevedere, relativamente a tale settore, la realizzazione di sondaggi sub-orizzontali mirati, per il drenaggio della falda acquifera.

#### Settore 4 - versante superiore lato Sud oggetto di attività di scavo

In questo settore sono presenti un estensimetro, un piezometro e 4 mire ottiche.

Il livello piezometrico si mantiene prossimo ai 50 m di profondità con variazioni massime di circa 8 m; i monitoraggi sino ad oggi realizzati, pur affetti da un certo grado di incertezza (particolarmente per l'estensimetro), sembrano non evidenziare deformazioni in atto.

Trento, Febbraio 2011

geom. Mauro Degasperi

dott. Andrea Franceschini