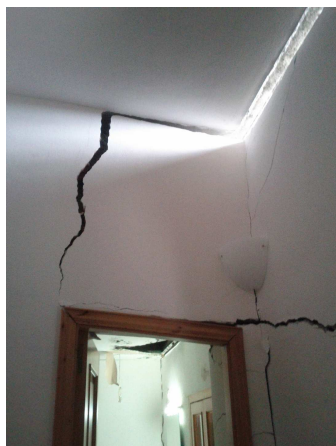
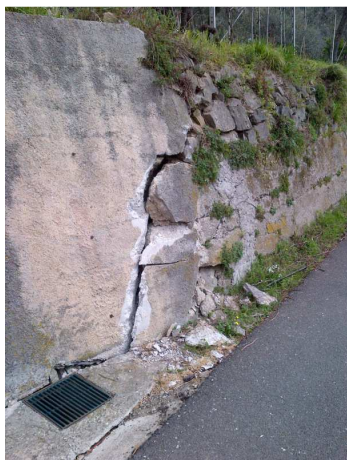


COMUNE DI SESTRI LEVANTE

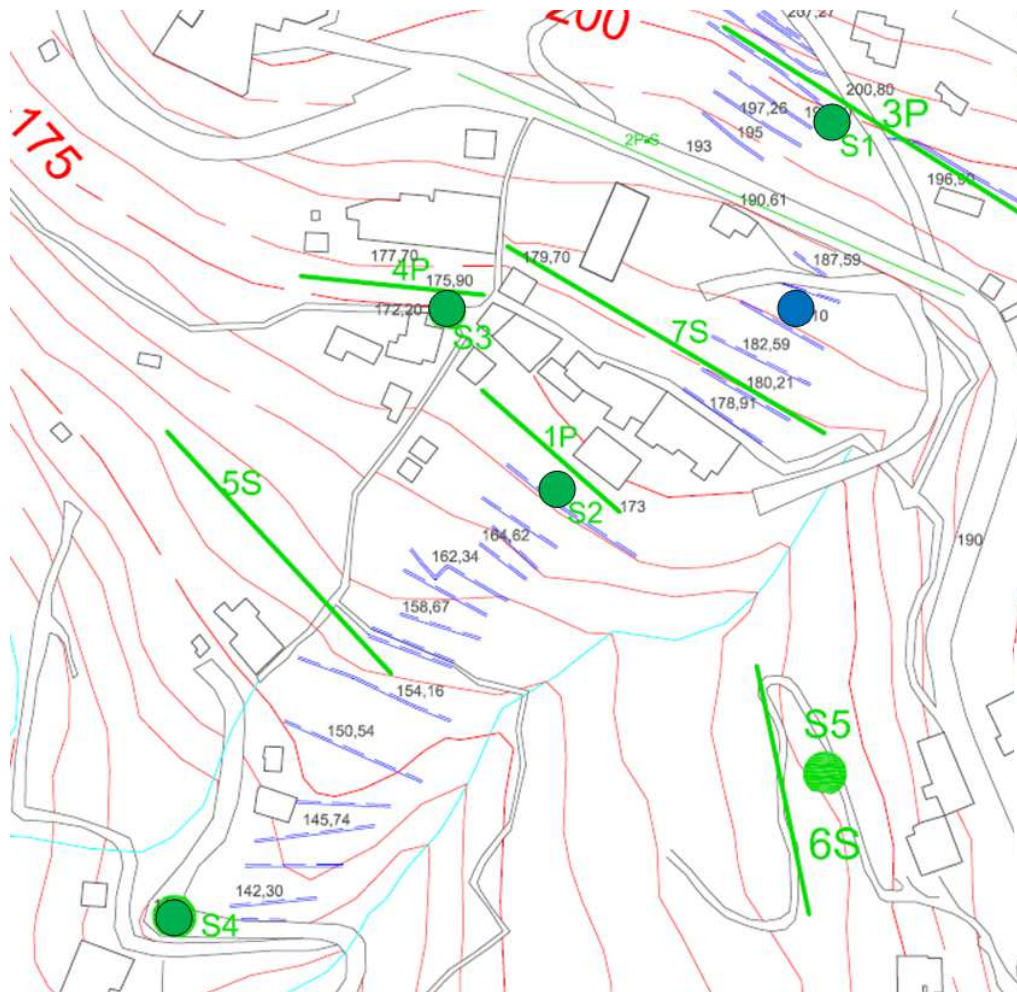
(CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA)

MONITORAGGIO INCLINOMETRICO IN LOCALITA' FONTANE DI SAN BERNARDO DETERMINAZIONE SOGLIE DI ALLERTAMENTO

1) L'EVENTO DI FEBBRAIO 2014

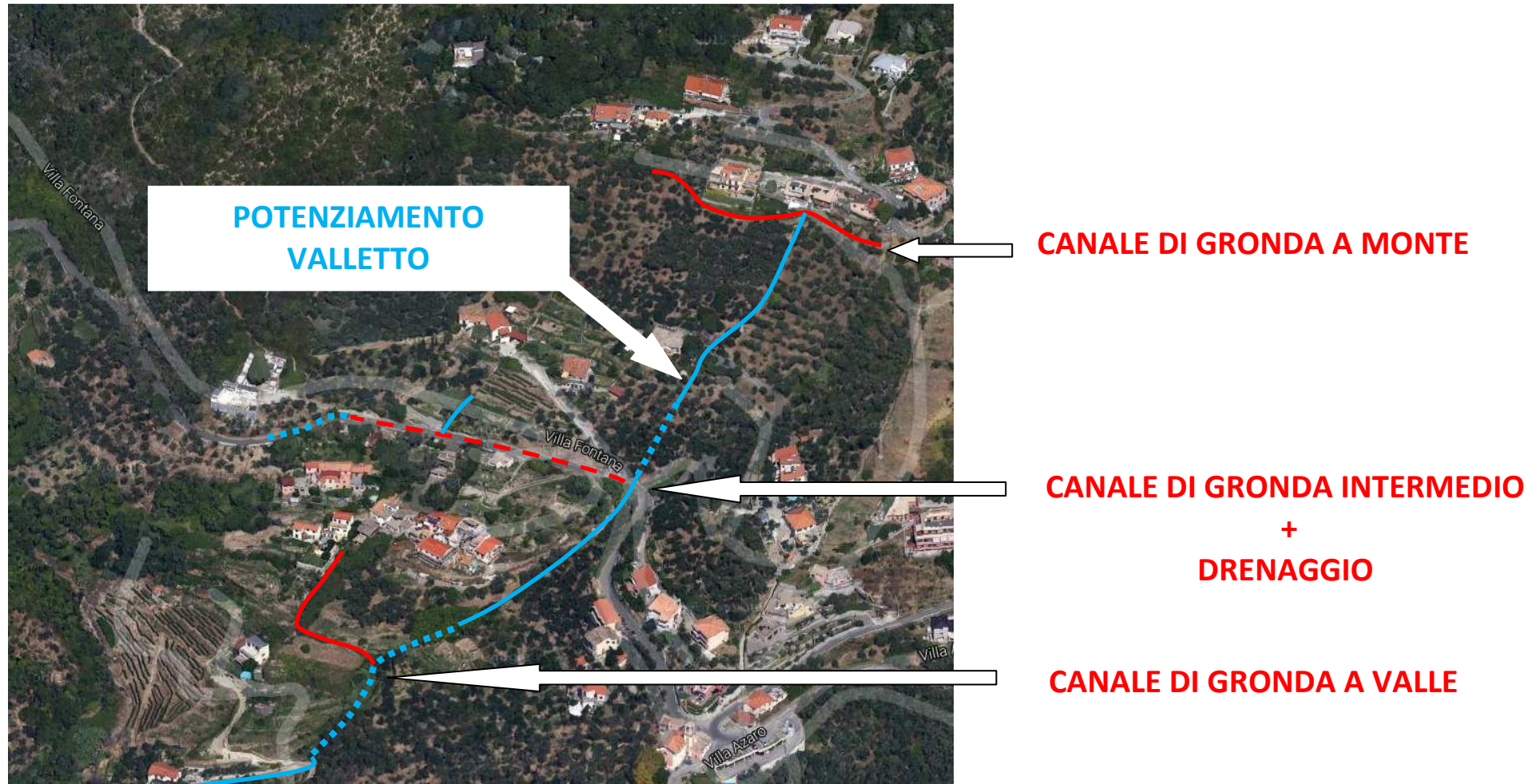


2) INDAGINI GEOGNOSTICHE



POSTAZIONE	INCLINOMETRO	PIEZOMETRO
SONDAGGIO S1	FON 1	Piez 1
SONDAGGIO S2	FON 2	Piez 2 (preesistente)
SONDAGGIO S3	FON 3	Piez 3
SONDAGGIO S4	FON 4	-

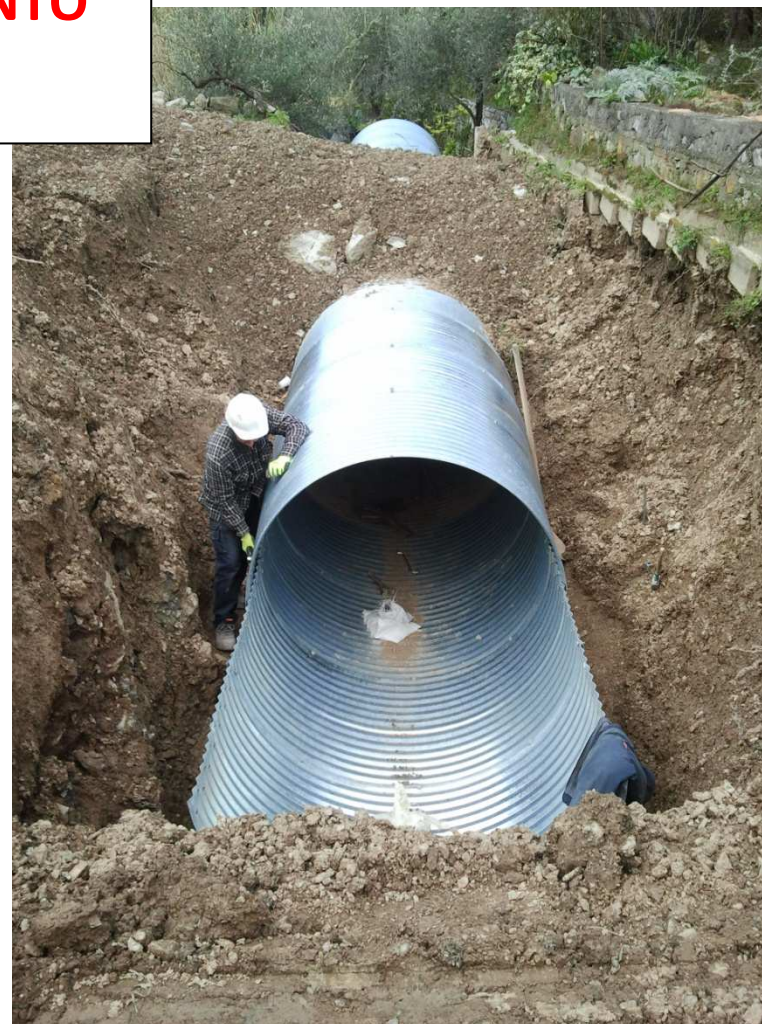
3) OPERE ESEGUITE DI DISCIPLINA IDROGEOLOGICA



**CANALE DI GRONDA
INTERMEDIO**



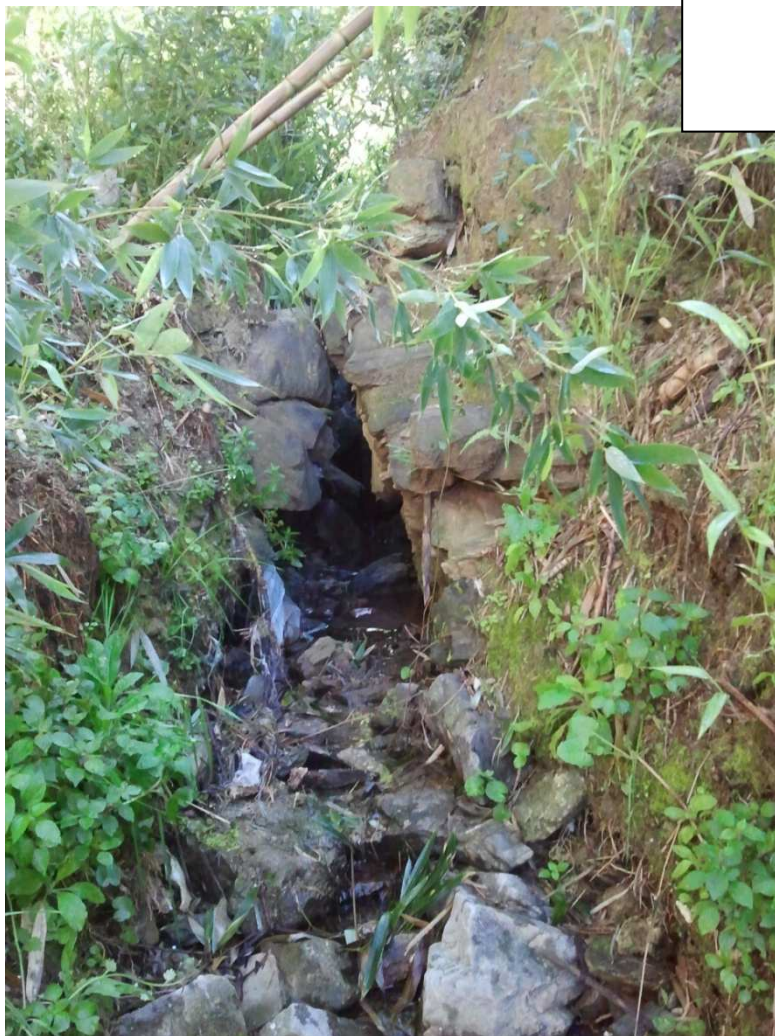
**POTENZIAMENTO
VALLETTO**



**CANALE DI GRONDA
A MONTE**



**POTENZIALMENTO
VALLETTO**



**CANALE DI GRONDA
A VALLE**



**POTENZIALMENTE
VALLETTO**

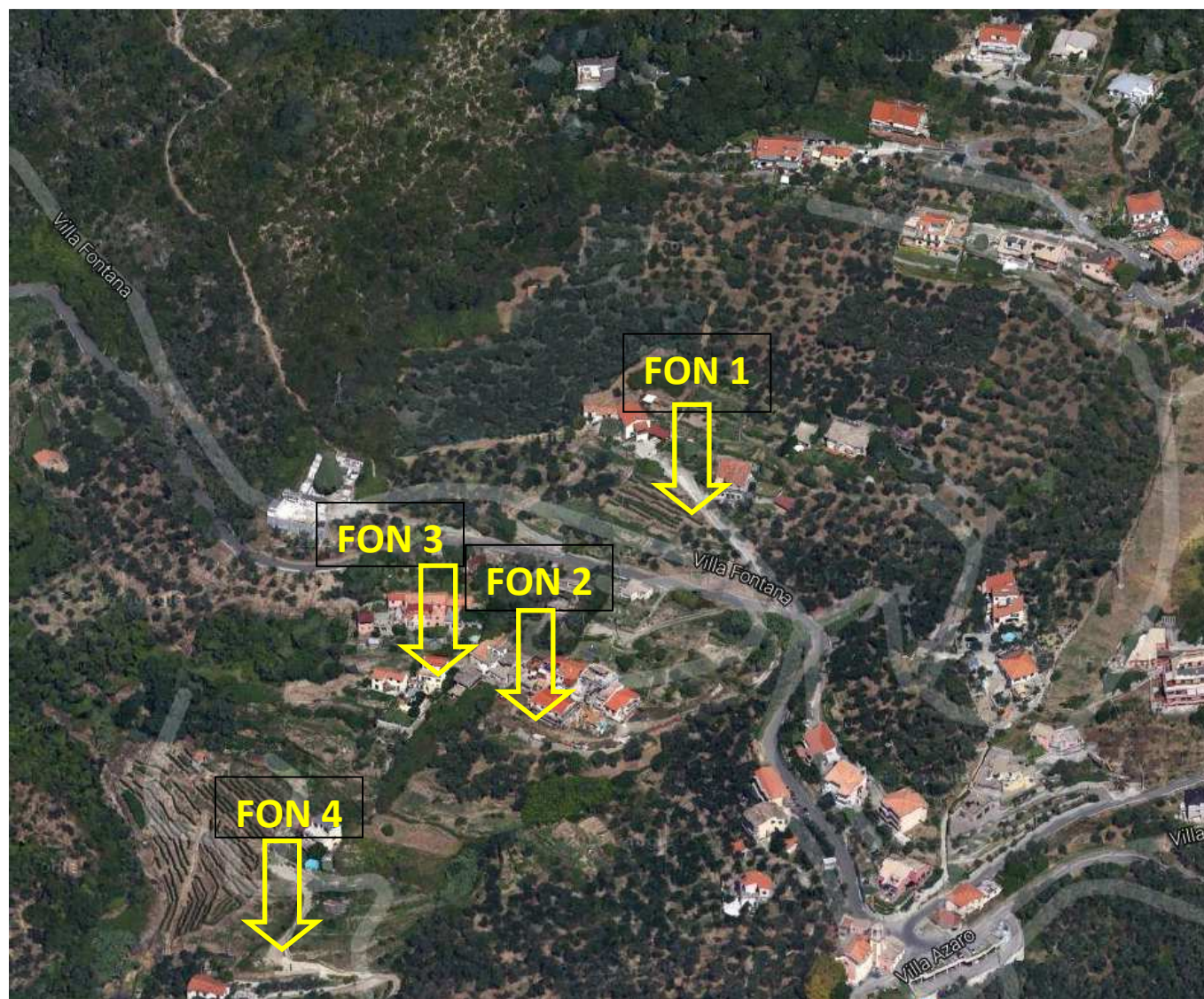


4) MONITORAGGIO INCLINOMETRICO-PIEZOMETRICO MANUALE

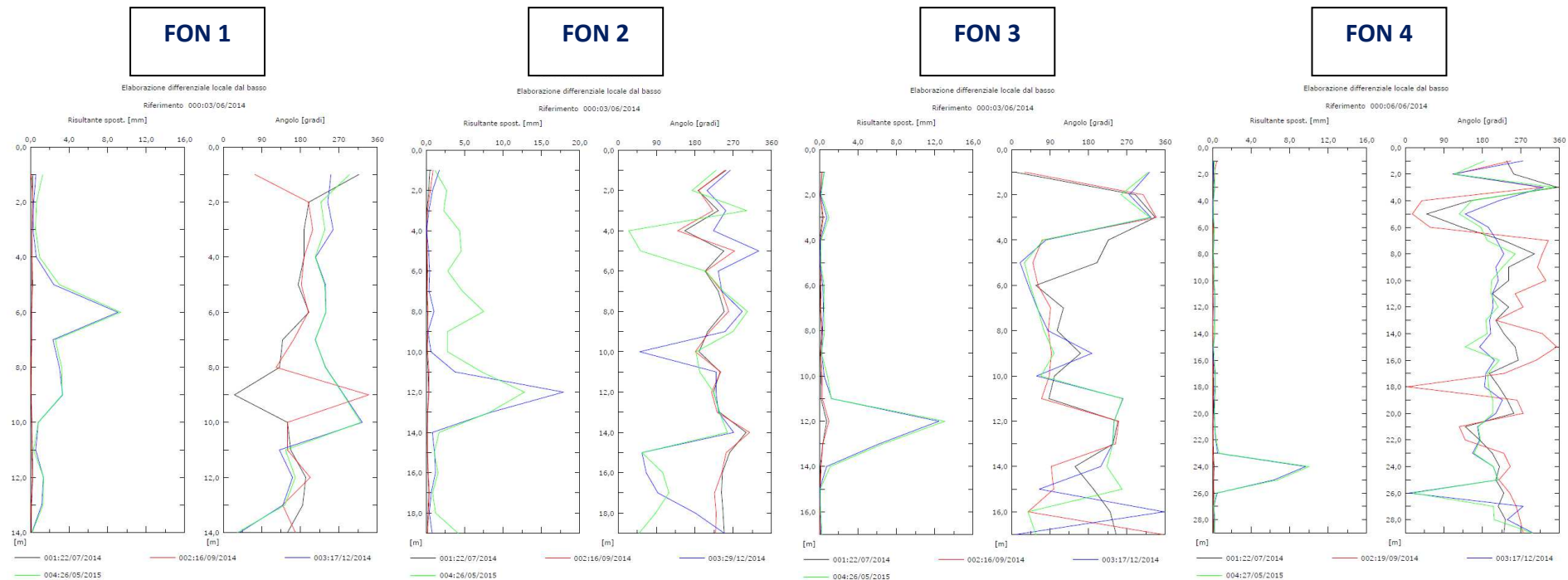


**Da luglio 2014
a maggio 2015**

**Nuova misura di
controllo ottobre 2015**



DIAGRAMMI INCLINOMETRICI A MAGGIO 2015 PER VALUTAZIONE POSIZIONE PICCHI DI SPOSTAMENTO ED IMPOSTAZIONE SISTEMA DI MONITORAGGIO IN CONTINUO



Elaborazione differenziale locale dal basso

5) INSTALLAZIONE STRUMENTI DI MONITORAGGIO IN CONTINUO

POSTAZIONE FON 1 - *sensori a: (-3m) (-6m) (-9m) (-14m)*

POSTAZIONE FON 2 - *sensori a: (-3m) (-12m) (-18m)*

POSTAZIONE FON 3 - *sensori a: (-3m) (-12m) (-16m)*

POSTAZIONE FON 4 - *sensori a: (-3m) (-10m) (-18m) (-24m) (-28m)*

+

STAZIONE PLUVIOMETRICA

+

PIEZOMETRO ELETTRICO

PER IL CONTROLLO DELLE PRESSIONI IDRAULICHE

POSTAZIONE FON 1



POSTAZIONE FON 2



POSTAZIONE FON 3



POSTAZIONE FON 4



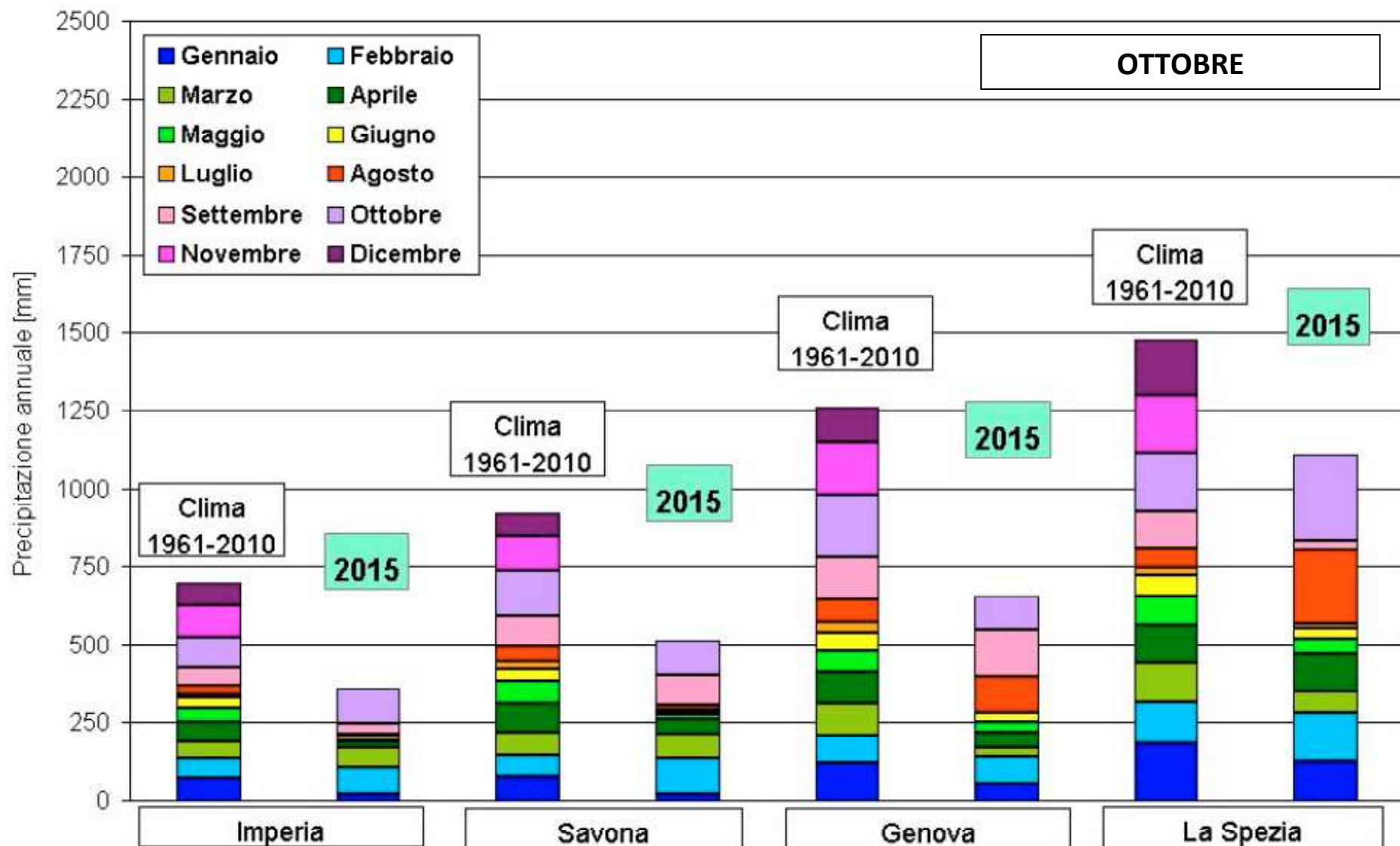
6) SITUAZIONE AD OTTOBRE 2015

Rilevamento automatico degli spostamenti

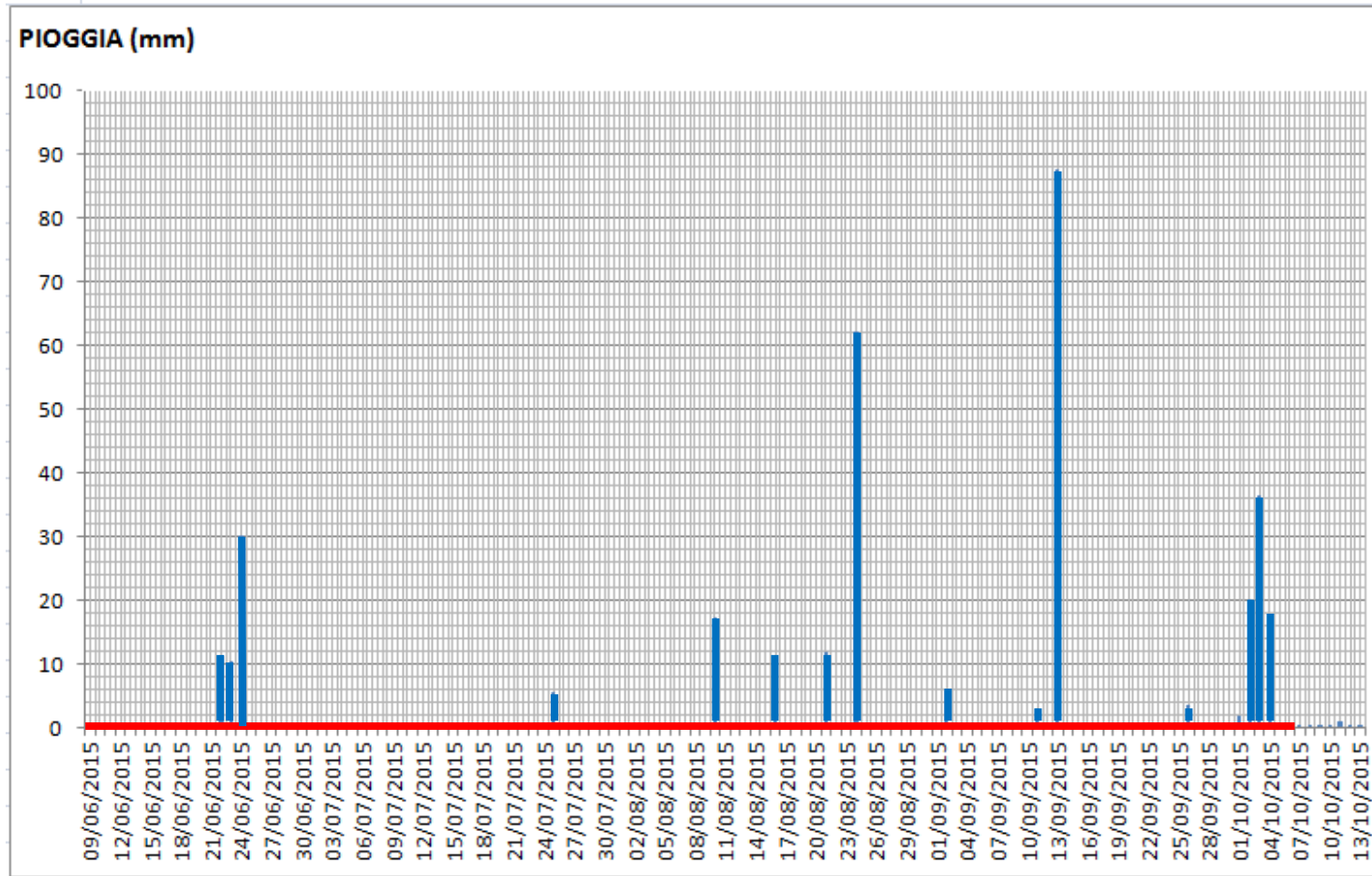
da maggio ad ottobre

Periodo di scarsa piovosità

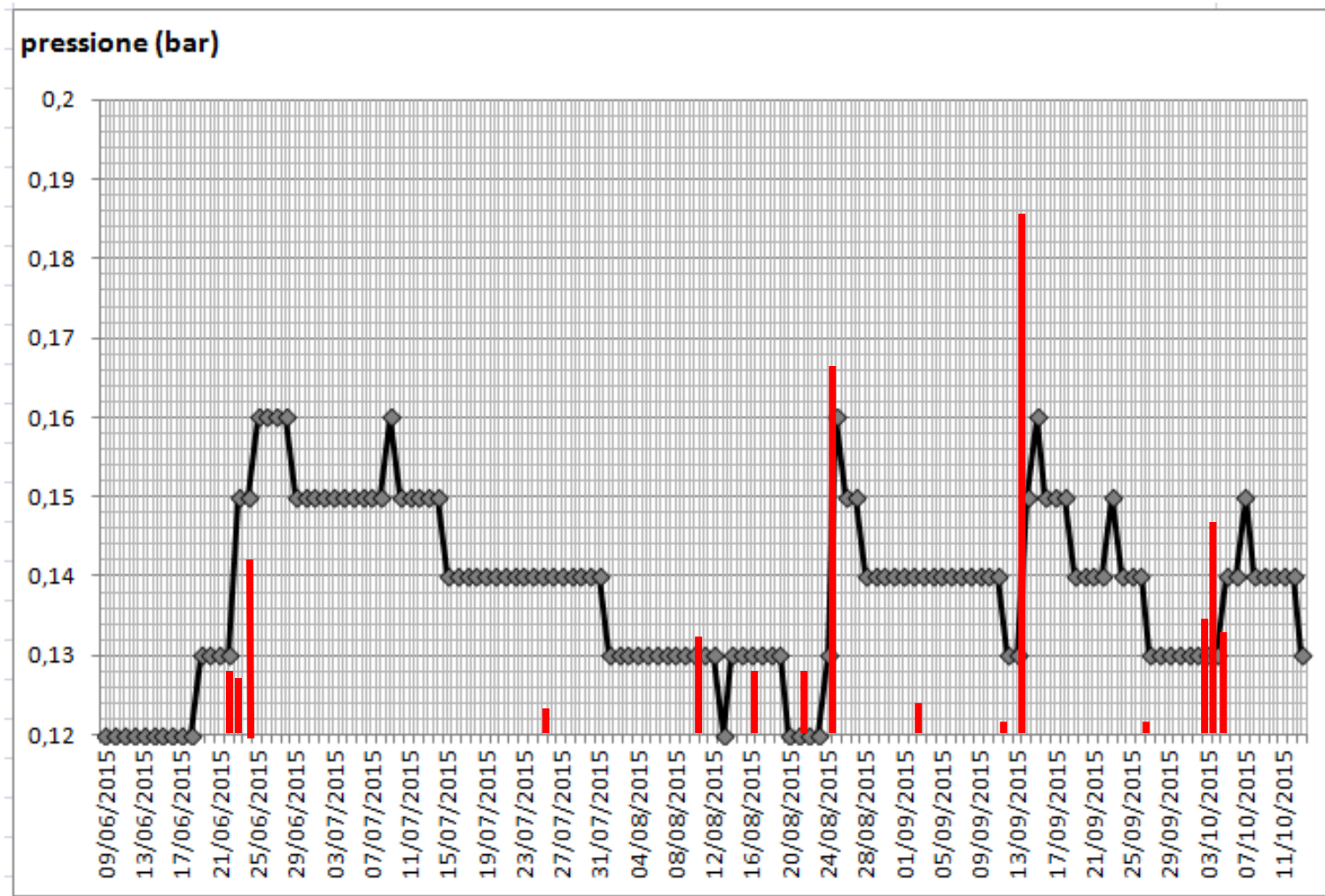
Mappa delle precipitazioni areali (Fonte Regione Liguria – ARPAL)



STAZIONE PLUVIOMETRICA LOC. FONTANE



PIEZOMETRO ELETTRICO E PICCHI PLUVIOMETRICI (Postazione FON 2 ; Profondità – 12 m)

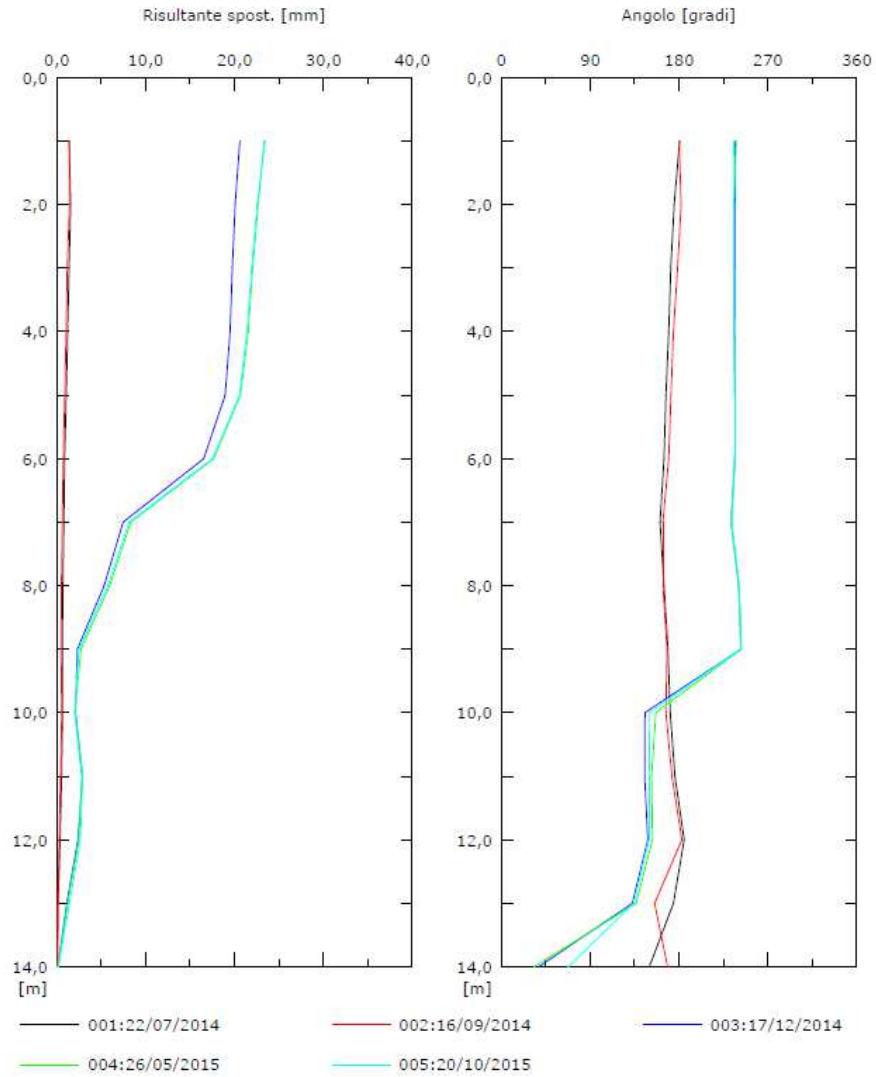


POSTAZIONE	SPOSTAMENTI 1 ANNO GIUGNO 2014-MAGGIO 2015	SPOSTAMENTO ULTIMI 5 MESI GIUGNO 2015-OTTOBRE 2015
FON 1 Testa tubo Picco	23 mm 9,5 mm (-6m da pc)	1 mm 0,5-1 mm
FON 2 Testa tubo Picco	28 mm 18 mm (-12m da pc)	2,8 mm 0-1,6 mm
FON 3 Testa tubo Picco	19 mm 13 mm (-12m da pc)	0,28 mm 0-0,4 mm
FON 4 Testa tubo Picco	20,5 mm 10,5 mm (-24mda pc)	2,7 mm 0,1-1 mm

Sito: FONTANE Tubo: FON1

Elaborazione differenziale integrale dal basso

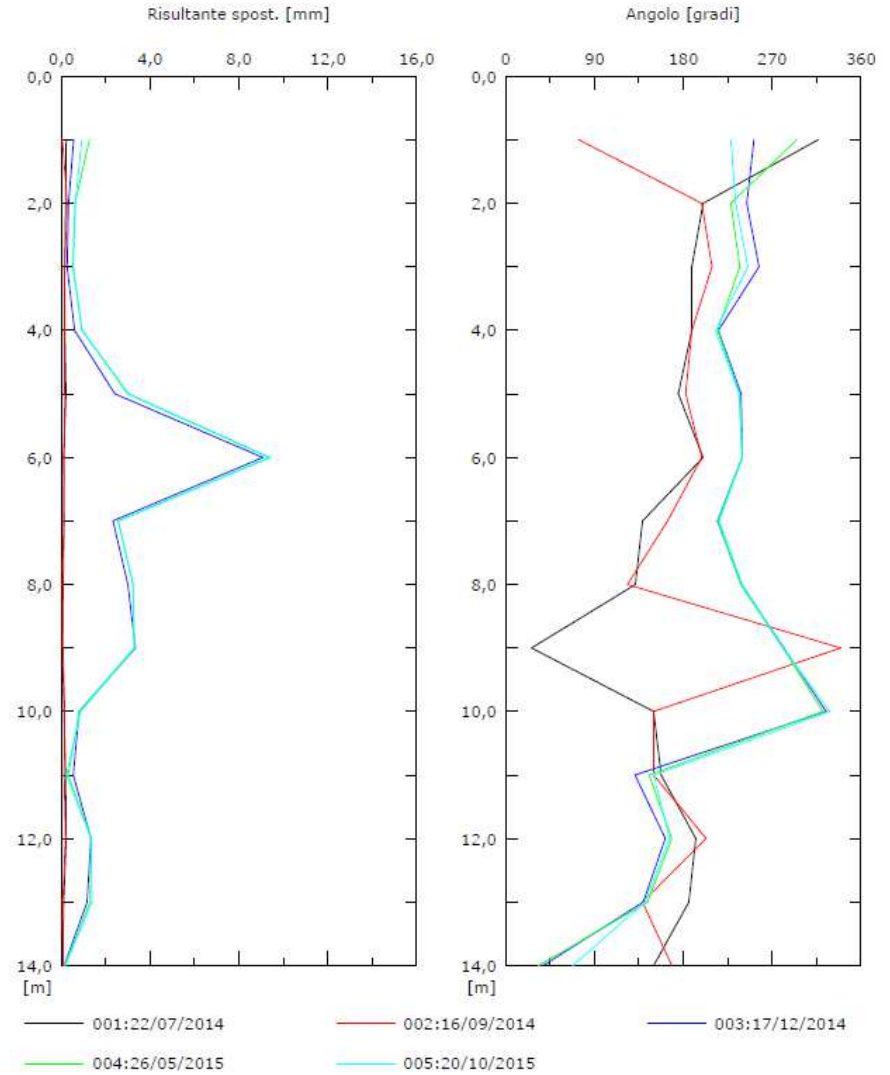
Riferimento 000:03/06/2014



Sito: FONTANE Tubo: FON1

Elaborazione differenziale locale dal basso

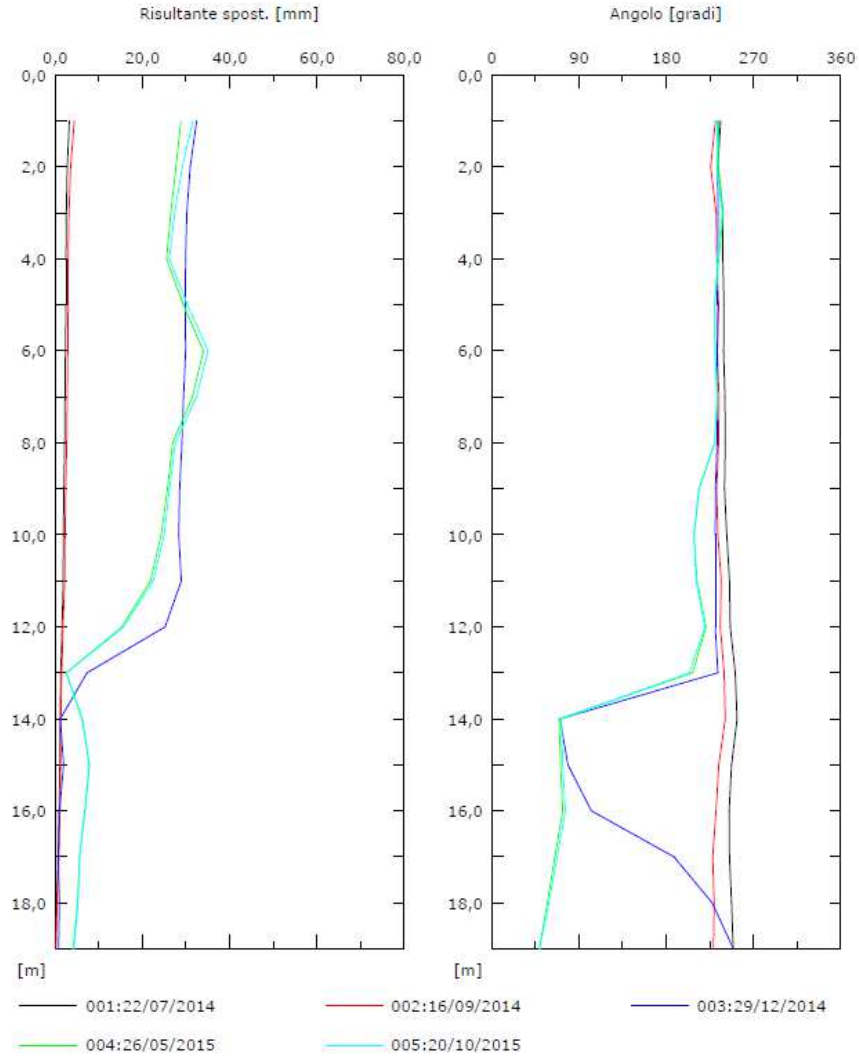
Riferimento 000:03/06/2014



Sito: FONTANE Tubo: FON2

Elaborazione differenziale integrale dal basso

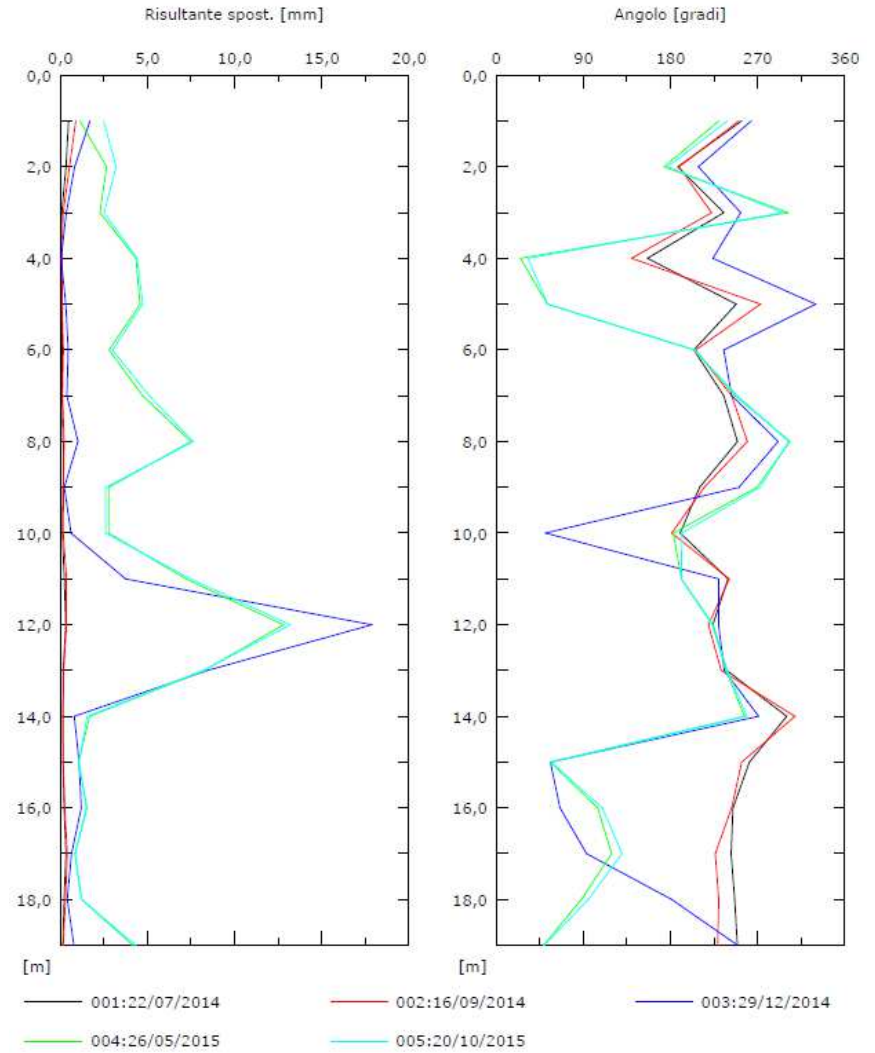
Riferimento 000:03/06/2014



Sito: FONTANE Tubo: FON2

Elaborazione differenziale locale dal basso

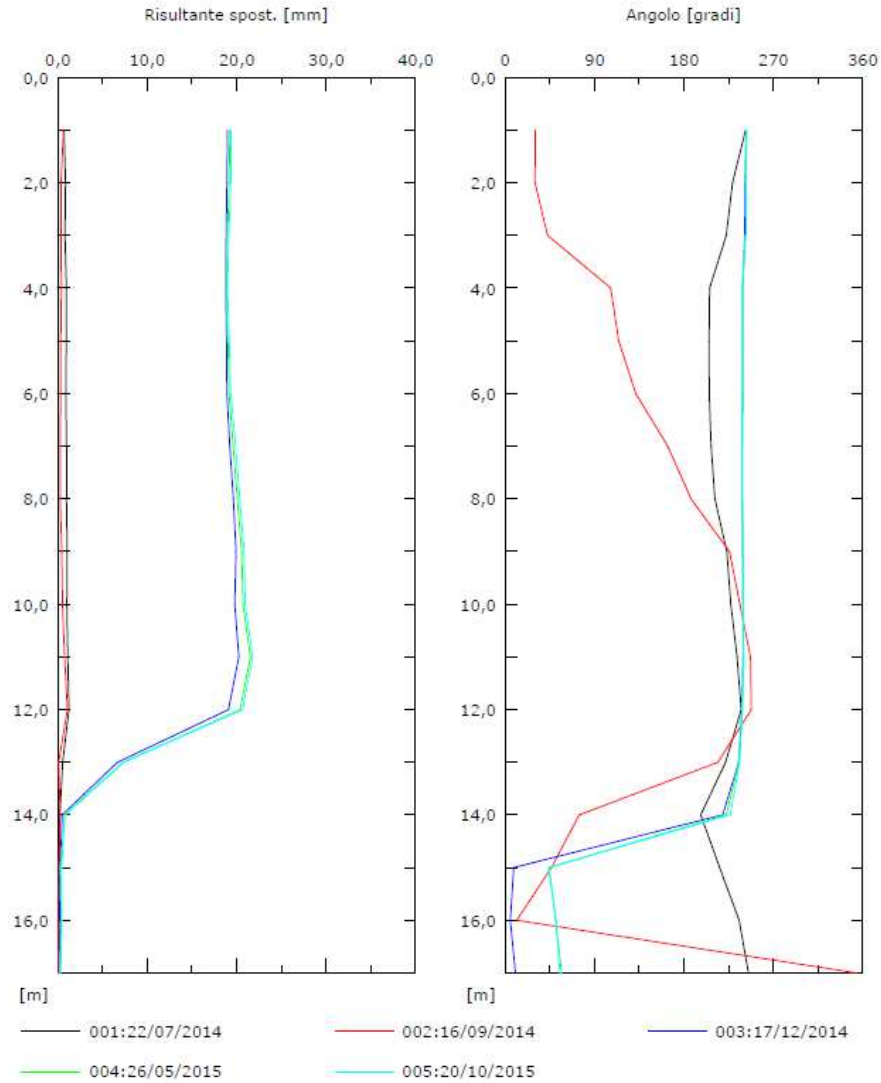
Riferimento 000:03/06/2014



Sito: FONTANE Tubo: FON3

Elaborazione differenziale integrale dal basso

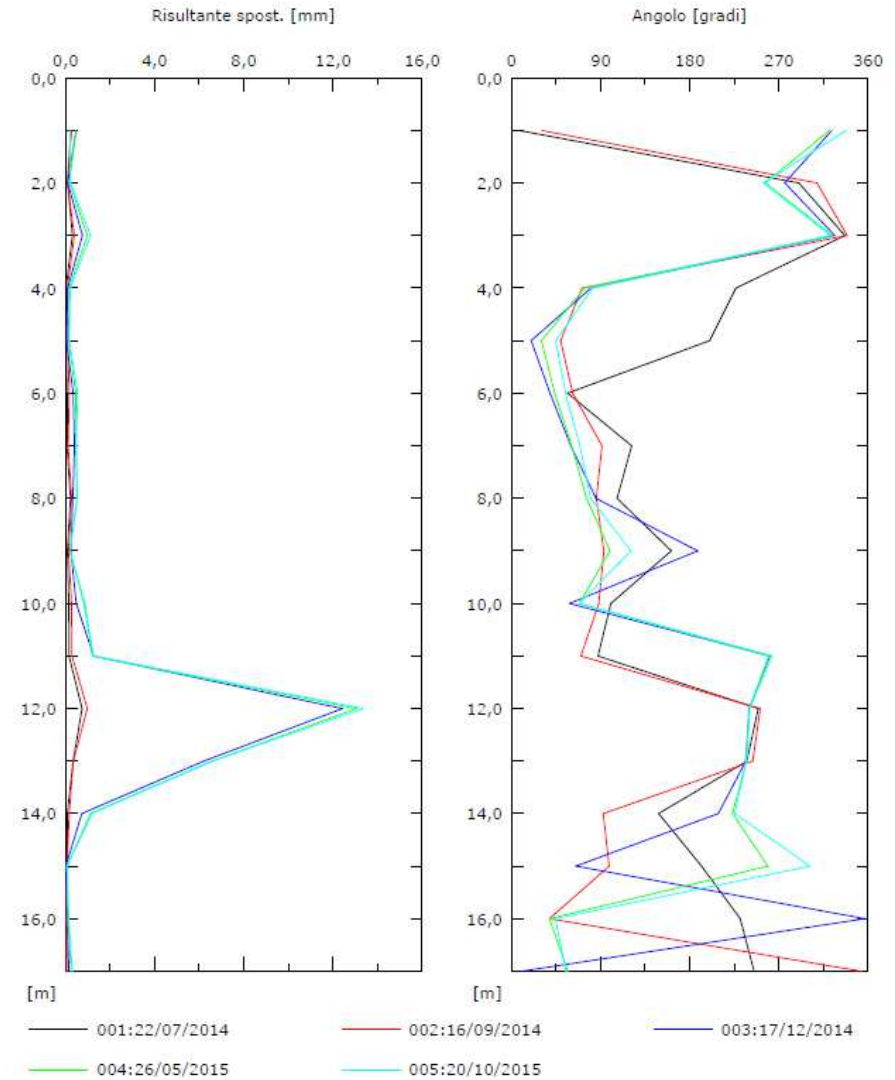
Riferimento 000:03/06/2014



Sito: FONTANE Tubo: FON3

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:03/06/2014



Sito: FONTANE Tubo: FON4

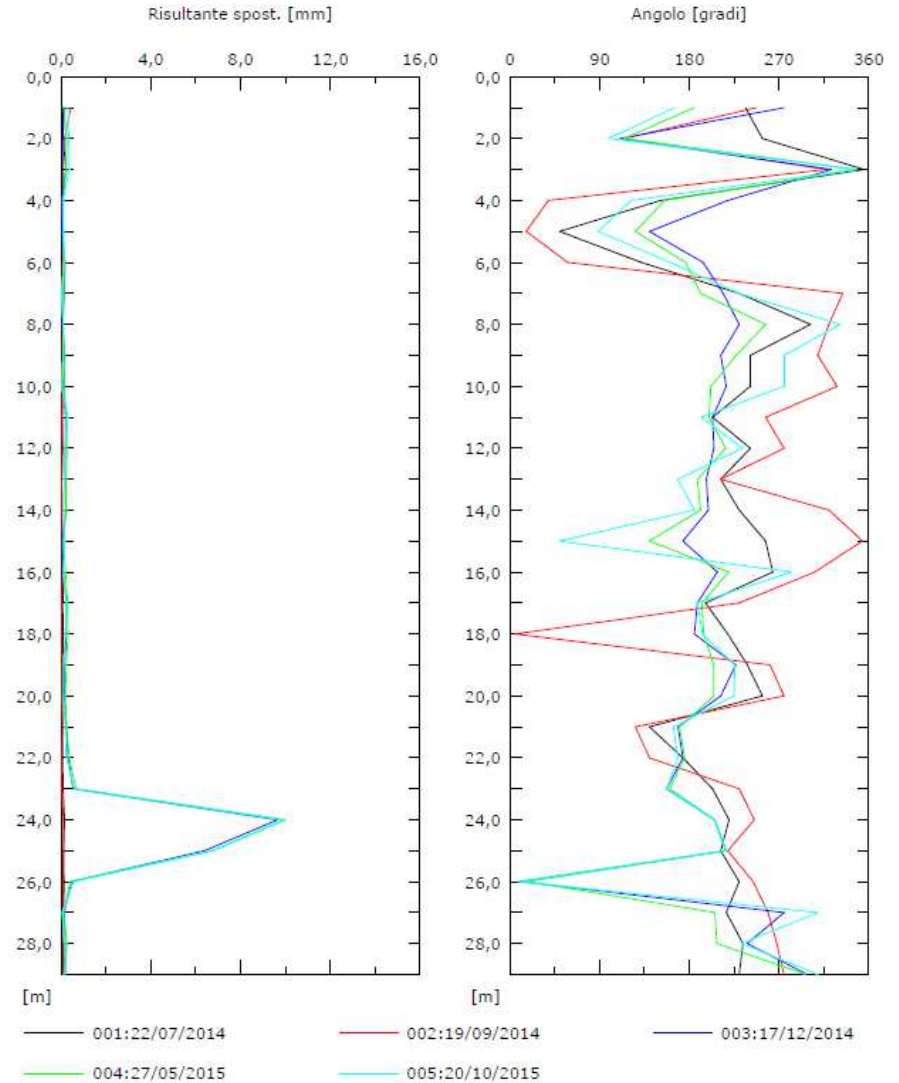
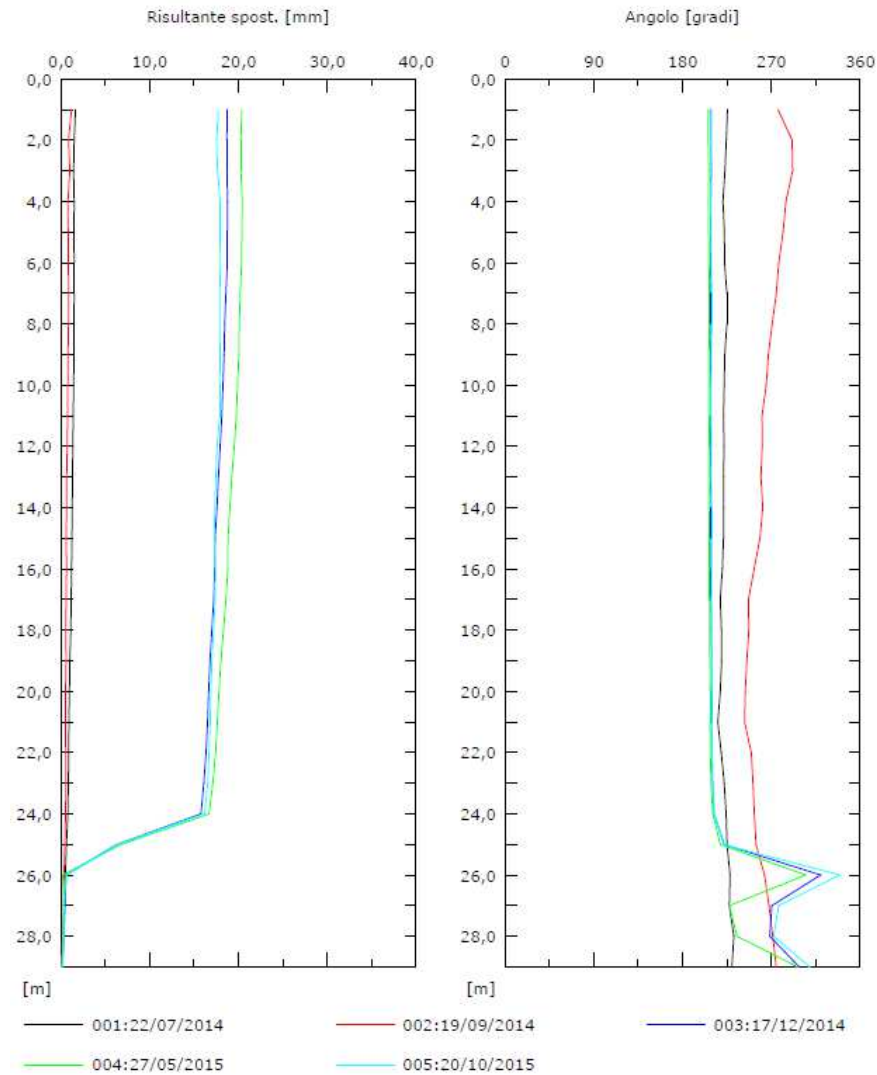
Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/06/2014

Sito: FONTANE Tubo: FON4

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/06/2014



7) CLASSIFICAZIONE DELLA FRANA

DISTRIBUZIONE DELL'ATTIVITA':

- 1) Frana IN AVANZAMENTO (*advancing; en avancement*): la superficie di rottura si estende nella direzione del movimento.
- 2) Frana RETROGRESSIVA (*retrogressing; rétrogressif*): la superficie di rottura si estende in senso opposto a quello del movimento del materiale spostato.
- 3) Frana MULTI-DIREZIONALE (*enlarging; multi-directionnel*): la superficie di rottura si estende in due o più direzioni.
- 4) Frana IN DIMINUZIONE (*diminishing; régressif*): il volume del materiale spostato decresce nel tempo.
- 5) Frana CONFINATA (*confined; confiné*): è presente una scarpata ma non è visibile la superficie di scorrimento al piede della massa spostata.
- 6) Frana COSTANTE (*moving; constant*): il materiale spostato continua a muoversi senza variazioni apprezzabili della superficie di rottura e del volume di materiale spostato.
- 7) Frana IN ALLARGAMENTO (*widening; en élargissement*): la superficie di rottura si estende su uno o entrambi i margini laterali.

STILE DI ATTIVITA':

- 1) Frana COMPLESSA (*complex; complexe*): caratterizzata dalla combinazione, in sequenza temporale, di due o più tipi di movimento (crollo, ribaltamento, scivolamento, espansione, colamento).
- 2) Frana COMPOSTA (*composite; composé*): caratterizzata dalla combinazione di due o più tipi di movimento (crollo, ribaltamento, scivolamento, espansione, colamento), simultaneamente in parti diverse della massa spostata.
- 3) Frana SUCCESSIVA (*successive; successif*): fenomeno caratterizzato da un movimento dello stesso tipo di un fenomeno precedente e adiacente, in cui però le masse spostate e le superfici di rottura si mantengono ben distinte.
- 4) Frana SINGOLA (*single; simple*): caratterizzata da un singolo movimento del materiale spostato.
- 5) Frana MULTIPLA (*multiple; multiple*): molteplice ripetizione dello stesso tipo di movimento.

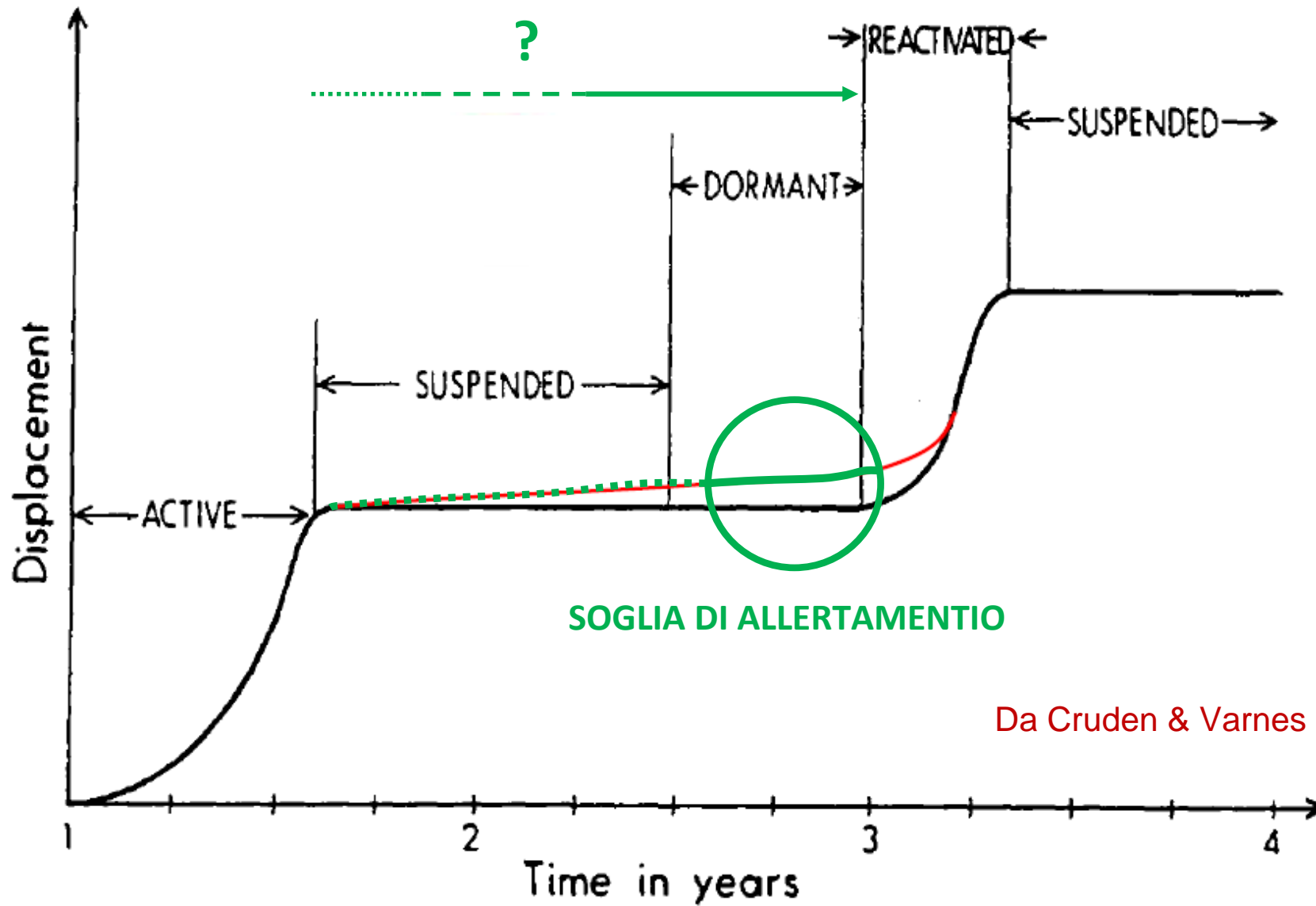
TIPO DI FRANA:

- 1) CROLLO (*fall; éboulement*): fenomeno che inizia con il distacco di terra o roccia da un pendio acclive lungo una superficie lungo la quale lo spostamento di taglio è nullo o limitato. Il materiale si muove quindi nell'aria per caduta libera, rimbalzo e rotolamento.
- 2) RIBALTAMENTO (*topple; basculement*): rotazione in avanti, verso l'esterno del versante, di una massa di terra o roccia, intorno ad un punto o un asse situato al di sotto del centro di gravità della massa spostata.
- 3) SCIVOLAMENTO (*slide; glissement*): movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.
- 4) ESPANSIONE (*spread; étalement*): movimento di un terreno coesivo o di un ammasso roccioso, in seguito all'estrusione e allo spostamento di un livello di materiale meno competente sottostante, associato alla subsidenza della massa fratturata. La superficie di rottura non è una superficie di intensa deformazione di taglio. L'espansione può essere causata dalla liquefazione o dal flusso del materiale a bassa competenza.
- 5) COLAMENTO (*flow; écoulement*): movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. La distribuzione delle velocità nella massa spostata è analoga a quella all'interno di un fluido viscoso.

STATO DI ATTIVITA' DELLA FRANA:

Classe	Descrizione	Danni osservabili	Velocità	(m/s)
7	Estremamente rapido	Catastrofe di eccezionale violenza. Edifici distrutti per l' impatto del materiale spostato. Molti morti. Fuga impossibile.	5 m/s	5
6	Molto rapido	Perdita di alcune vite umane. Velocità troppo elevata per permettere l' evacuazione delle persone.	3m/min	5×10^{-2}
5	Rapido	Evacuazione possibile. Distruzione di strutture, immobili ed installazioni permanenti.	1.8 m/h	5×10^{-4}
4	Moderato	Alcune strutture temporanee o poco danneggiabili possono essere mantenute.	13m/mese	5×10^{-6}
3	Lento	Possibilità di intraprendere lavori di rinforzo e restauro durante il movimento. Le strutture meno danneggiabili possono essere mantenute con frequenti lavori di rinforzo se il movimento totale non è troppo grande durante una particolare fase di accelerazione.	1.6 m/anno	5×10^{-8}
2	Molto lento	Alcune strutture permanenti possono non essere danneggiate dal movimento.	16 mm/anno	5×10^{-10}
1	Estremamente lento	Impercettibile senza strumenti di monitoraggio. Costruzione di edifici possibile con precauzioni		

Scala di intensità delle frane basata sulla velocità e sul danno prodotto (Cruden & Varnes, 1996)



Da Cruden & Varnes (1996)

- 1) Frana ATTIVA (*active; actif*): attualmente in movimento.
- 2) Frana SOSPESA (*suspended; en suspens*) si è mossa entro l'ultimo ciclo stagionale ma non è attiva attualmente.
- 3) Frana RIATTIVATA (*reactivated; réactive*): di nuovo attiva (1) dopo essere stata inattiva (4).
- 4) Frana INATTIVA (*inactive; inactif*): si è mossa l'ultima volta prima dell'ultimo ciclo stagionale. Le frane inattive si possono dividere ulteriormente negli stati 5-8.
- 5) Frana QUIESCENTE (*dormant; latent*): frana inattiva (4) che può essere riattivata (3) dalle sue cause originali.
- 6) Frana NATURALMENTE STABILIZZATA (*stabilized; naturellement stabilisé*): frana inattiva (4) che è stata protetta dalle sue cause originali.
- 7) Frana ARTIFICIALMENTE STABILIZZATA (*abandoned; artificiellement stabilisé*): Frana inattiva (4) che è stata protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione.
- 8) Frana RELITTA (*relict; ancien*): frana inattiva (4) che si è sviluppata in condizioni geomorfologiche o climatiche considerevolmente diverse dalle attuali.

Velocità delle frane (riferita alla classi proposte da CRUDEN & VARNES, 1996) in base alla tipologia del movimento, al materiale coinvolto e allo stato di attività.

	CLASSI DI VELOCITÀ						
	1	2	3	4	5	6	7
crollo						■	■
ribaltamento						■	■
scivolamento di roccia (neoformazione)				■	■	■	■
scivolamento di roccia (riattivazione)	■	■	■	■	■	■	■
scivolamento di detrito	■	■	■	■	■	■	■
scivolamento di terra (neoformazione)				■	■	■	■
scivolamento di terra (riattivazione)	■	■	■	■	■	■	■
espansione laterale in roccia	■	■	■	■	■	■	■
espansione laterale di blocchi di roccia sopra livello duttile	■	■	■	■	■	■	■
espansione laterale per liquefazione						■	■
colamento in roccia	■	■	■	■	■	■	■
colamento di detrito	■	■	■	■	■	■	■
colamento di terra coesiva (neoformazione)			■	■	■	■	■
colamento di terra coesiva (riattivazione)	■	■	■	■	■	■	■

5	Rapido	Evacuazione possibile. Distruzione di strutture, immobili ed installazioni permanenti.	1.8 m/h	5×10^{-4}
4	Moderato	Alcune strutture temporanee o poco danneggiabili possono essere mantenute.	13m/mese	5×10^{-6}

I controlli introdotti attraverso il monitoraggio “in continuo” riguardano il rilevamento della velocità del cinematiso franoso, tale da consentire una valutazione circa l’evoluzione del movimento attraverso l’individuazione di soglie di velocità così distinte:

- 1) *soglia di attenzione*
- 2) *soglia di preallarme*
- 3) *soglia di allarme*

Oltre alle “soglie numeriche” vengono studiate le “azioni” da inserire nel Piano di Emergenza Comunale, da associare all’indicazione di soggetti preposti.

ALLERTAMENTO	SOGLIA GIORNALIERA	SOGLIA ORARIA
ATTENZIONE		



ALLERTAMENTO	SOGLIA GIORNALIERA	SOGLIA ORARIA
PREALLARME		



AZIONI SECONDO PROTOCOLLO

ALLERTAMENTO	SOGLIA GIORNALIERA	SOGLIA ORARIA
ALLARME		



Il sistema di monitoraggio non sostituisce il sistema di allertamento Regione Liguria-Arpal bensì lo integra e affina, fornendo specifiche indicazioni circa lo stato di attività della frana volte all'ottimizzazione delle misure di **protezione civile**.

Per quanto detto al capoverso precedente e tenuto conto dell'evidente influenza della piovosità sullo stato di equilibrio della frana, in occasione di allerta meteo arancione-rossa emanato dagli Enti preposti, la località Fontane di San Bernardo dovrà essere sottoposta ad un regime di PREALLARME.

