

Région Autonome
Vallée d'Aoste



Regione Autonoma
Valle d'Aosta

**Relazione di commento ai dati di monitoraggio della
frana della Becca di Nona
Comuni di Charvensod e Pollein**

Periodo: 01/01/2016 – 31/12/2016

Il sistema di monitoraggio per il controllo dell'evoluzione cinematica del fenomeno gravitativo che interessa il versante nord-occidentale della Becca di Nona, realizzato dalla Società Enel.Hydro – Ismes Division di Seriate (BG) oggi CESI S.p.A di Milano, è attualmente composto da:

1. una sezione per la misura in tempo reale degli spostamenti, con trasmissione dei dati via radio al centro di acquisizione, posto presso gli uffici della Protezione Civile, che consente di tenere sotto controllo la fessura perimetrale mediante impiego di quattro estensimetri a filo;
2. una rete di capisaldi topografici distribuiti sul settore di versante interessato dalla frana, la cui posizione viene determinata con strumentazione GPS, che consente la misura degli spostamenti superficiali nelle tre direzioni e quindi l'integrazione delle informazioni puntuali fornite dagli estensimetri;
3. una rete di stazioni GPS ad acquisizione automatica, di cui due poste in frana e una di riferimento ubicata presso gli uffici dell'Assessorato agricoltura e risorse naturali, le cui posizioni planoaltimetriche vengono inviate al centro di acquisizione dati;
4. una stazione meteorologica costituita da un pluviometro e da un termometro automatizzati con invio dei dati di piovosità e temperatura, insieme con i dati estensimetrici, al centro di acquisizione;
5. due fotocamere automatiche denominate "Meteoeye" della Techcom srl, una in prossimità della stazione meteo e l'altra sul traliccio della stazione GPS2. Tali apparati consentono di scattare foto in maniera automatica e con cadenza predeterminata relativamente ad inquadrature fisse. Le foto così raccolte alimentano un archivio di immagini con l'obiettivo di registrare l'evoluzione morfologica nel tempo di alcuni settori di frana. Di seguito sono riportate le foto riprese dalle due fotocamere:



Foto 1: Vista del canale destro



Foto 2: Vista laterale della parte sommitale del canale sinistro

La presente relazione contiene un commento sintetico ai dati che il sistema di monitoraggio ha rilevato durante l'anno 2016. I dati, opportunamente elaborati ed interpretati, sono riportati nei grafici allegati od inseriti nel testo e riguardano l'andamento della temperatura, la pioggia cumulata, i dati di spostamento dei quattro estensimetri e delle due stazioni GPS automatiche.

I dati meteo ed estensimetrici sono acquisiti con frequenza oraria. I dati estensimetrici sono graficati a partire da periodi differenti a seconda dei 4 estensimetri distribuiti lungo la nicchia di frana. In particolare i dati relativi agli estensimetri E2 – E3 sono graficati a partire dal 04 agosto, ovvero dal giorno in cui è stata eseguita la manutenzione del sistema che ha riguardato in particolar modo il corretto funzionamento degli apparati e la coerenza tra le misure elettriche e le misure ingegneristiche degli estensimetri. Diversamente i dati relativi all'estensimetro E1 partono dal 15 di maggio, in quanto sono stati omessi i dati precedenti per eliminare l'effetto legato al carico neve, mentre i dati relativi all'estensimetro E4 coprono l'intero anno solare.

La manutenzione ordinaria programmata prevede interventi generalizzati in quanto, nel periodo invernale, tipicamente in corrispondenza dei mesi di novembre-dicembre e febbraio-gennaio, la copertura nevosa e i fenomeni valanghivi ad essa connessa possono provocare danni agli estensimetri la cui funzionalità viene compromessa fino alla successiva manutenzione.

Per quanto riguarda il dato pluviometrico cumulato, il calcolo è stato effettuato considerando i dati registrati relativi all'intero anno solare che indicano complessivamente 610 mm di pioggia. Evidentemente tale valore non tiene conto del quantitativo di neve caduta essendo il pluviometro non riscaldato, né di eventuali periodi di interruzione delle misure o di non affidabilità delle stesse. Il valore totale di precipitazione, se confrontato con il valore totale del 2015 (879.20 mm), mette in evidenza come nel corso dell'anno 2016 si sia verificata una evidente riduzione delle precipitazioni nell'area.

Osservando il grafico della pioggia cumulata relativa alla stazione della Becca di Nona, si nota che dai dati esistenti, come l'estate 2015, sia stata caratterizzata da un elevato numero di giorni in cui si sono registrate delle precipitazioni, a partire dalla fine del mese di aprile, fino a metà del mese di giugno; si nota altresì un picco di precipitazione nella prima settimana di agosto. Le precipitazioni autunnali (ottobre), registrati come mm di pioggia dal pluviometro, potrebbero però coincidere con la fusione della neve sullo strumento, inficiandone in tal modo l'interpretazione. Si tratta in ogni caso di valori idrologicamente poco rilevanti.

In generale, la totalità delle precipitazioni registrate non ha comportato una particolare destabilizzazione del corpo franoso che è riuscito a drenare l'aliquota di acqua infiltrata evitando il formarsi di zone di saturazione particolarmente instabili.

Per quanto riguarda il dato estensimetrico, nell'arco del 2016 gli estensimetri posti a cavallo della frattura perimetrale, hanno registrato un modesto valore di spostamento del corpo di frana nell'arco

temporale considerato. In particolare, si sottolinea che gli estensimetri E2 e E3 nel suddetto periodo non hanno fornito misure affidabili in quanto sono stati tranciati da fenomeni valanghivi e per tale motivo i grafici allegati al presente documento riferiti ai medesimi estensimetri coprono solo il periodo che va dal 10-08-2017 al 09-11-2017. Per ciò che concerne l'E1 (escludendo i mesi in cui l'allungamento dell'estensimetro è dovuto al manto nevoso) e l'E4 (misure riferite all'intero anno solare) gli estensimetri hanno registrato i seguenti spostamenti: E1= 6,33 mm; E2= NON AFFIDABILE; E3= NON AFFIDABILE; E4= 17,51 mm. Si riporta di seguito una tabella di confronto tra i dati di spostamento registrati dagli estensimetri negli anni 2015 e 2016:

Estens.	Periodo di riferimento	Spostamento	Periodo di riferimento	Spostamento
E1	14/07/2015 – 31/12/2015	10,3 mm	12/05/2016 – 22/11/2016	6,33 mm
E2	01/01/2015 – 28/06/2015	5,8 mm	01/01/2016 – 31/12/2016	NON AFFIDABILE
E3	05/07/2015 – 31/12/2015	8,17 mm	05/07/2015 – 31/12/2015	NON AFFIDABILE
E4	01/01/2015 – 31/12/2015	18,18 mm	01/01/2016 – 31/12/2016	17,51 mm

Tabella n. 1

I dati della rete GPS automatica sono stati graficati (in allegato) secondo le tre componenti y, x, z rispettivamente corrispondenti a Nord (N), Est (E) e alla quota (H).

Per ciascuna componente, relativamente al 2016, è stata calcolata la retta di regressione lineare che meglio interpola i valori che, per le caratteristiche intrinseche del sistema di misura, presentano un certo grado di dispersione. In tal modo è stato determinato il valore di spostamento complessivo cumulato al 31/12/2016. Si fa presente che a causa del peso della neve che agisce con vettori di forza sui tiranti e controventi dei tralicci, durante il periodo invernale può capitare di registrare dei movimenti anomali sulle componenti dei GPS. Per tale motivo, per quanto riguarda il GPS 2, l'extrapolazione è stata eseguita a partire dal 16/05/2016 al 24/11/2016, mentre per il GPS3 il calcolo è stato eseguito a partire dal 01/01/2016 sino a fine anno; appare evidente che i valori di spostamento possono quindi essere leggermente inferiori a quelli reali.

Dai grafici dei movimenti si osserva anche il tipico ciclo stagionale che condiziona il dato GPS (il mutare delle condizioni della troposfera comporta una variazione nelle misure).

Stazione GPS2	Equazione retta regressione lineare (y in metri e x in anni)	Spostamento in cm (± 2,5 cm)	Spostamento totale 3D (cm)
N	$y = 0,0039m - 0,0058m / anno * x$	-0,58	1,024
E	$y = -0,0047m - 0,0044m / anno * x$	-0,44	
Q	$y = 0,0908m + 0,0072m / anno * x$	+0,72	

Tabella n. 2

Stazione GPS3	Equazione retta regressione lineare (y in metri e x in anni)	Spostamento in cm (± 2,5 cm)	Spostamento totale 3D (cm)
N	$y = 0,0003m + 0,0057m / anno * x$	+0,57	3,028
E	$y = -0,0037m - 0,0016m / anno * x$	-0,16	
Q	$y = +0,1243m - 0,0297m / anno * x$	-2,97	

Tabella n. 3

I valori indicano che la stazione GPS2 si è spostata planimetricamente di 0,728 cm verso NW. La stazione GPS3 ha registrato uno spostamento planimetrico di 0,592 cm verso NE (in linea con l'anno 2015) e si è abbassata di 2,97 cm. Lo spostamento totale 3D è stato di 1,024 cm per la stazione GPS2 e di 3,028 cm per il GPS3.

In tutti i casi, occorre tenere presente che l'entità dell'errore della misura, propria della tecnica adottata, è dell'ordine di ± 2 cm in planimetria e di ± 2,5 cm sulla quota.

La rete dei capisaldi manuali, installata nel luglio 1997 e successivamente integrata, è composta attualmente da 7 vertici distribuiti nell'area interessata dal dissesto (Figura n. 1), due dei quali installati all'inizio del mese di giugno 2001 per controllare il settore basso dell'area in frana.

La posizione dei capisaldi viene determinata rispetto a 2 punti di riferimento, ubicati a valle della frana, denominati FIX1 e FIX2. Per semplificare le operazioni di campagna, a partire dal 2001 le misure vengono riferite ad un solo punto esterno (FIX1, posto in località Moriond), la cui stabilità è suffragata da una serie pluriennale di misure.

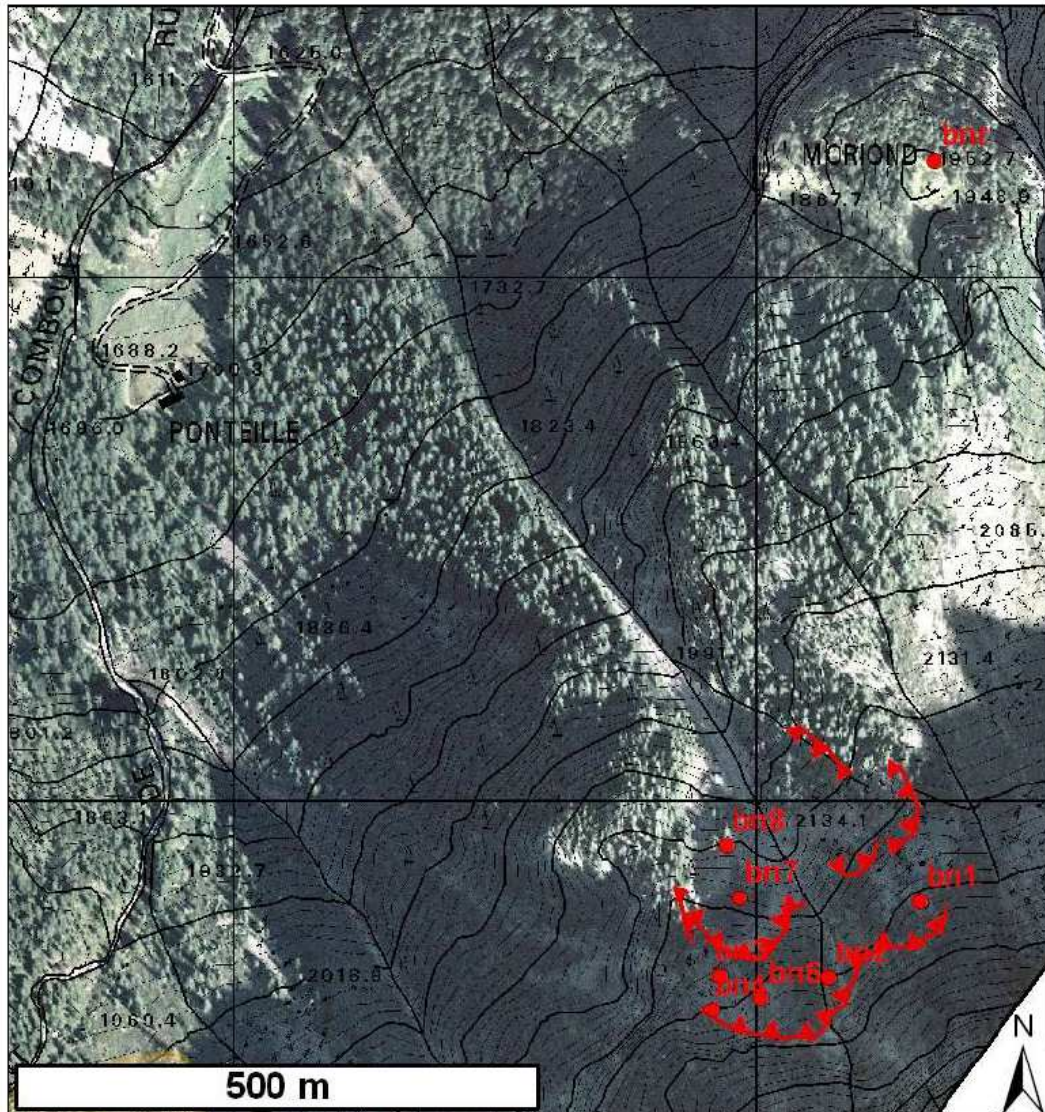


Figura n. 1: Stralcio planimetrico con indicazione delle stazioni di misura

Si fa presente che nel corso dell'anno 2016 la Struttura Attività Geologiche ha acquistato n. 4 antenne R10 Trimble al fine di rendersi totalmente indipendente nell'esecuzione delle campagne di misura GNSS sulla rete di capisaldi sopraccitati, rispetto a quanto avveniva negli anni passati ove le misure venivano effettuate da società esterne.

A tal riguardo si sottolinea che proprio nel 2016 sono stati eseguiti dei test interni al fine di verificare la validità delle misure eseguite in sito con la nuova strumentazione senza produrre una pubblicazione dei dati verso l'esterno. Pertanto il 2016 è da considerarsi come un anno interlocutorio di studio.

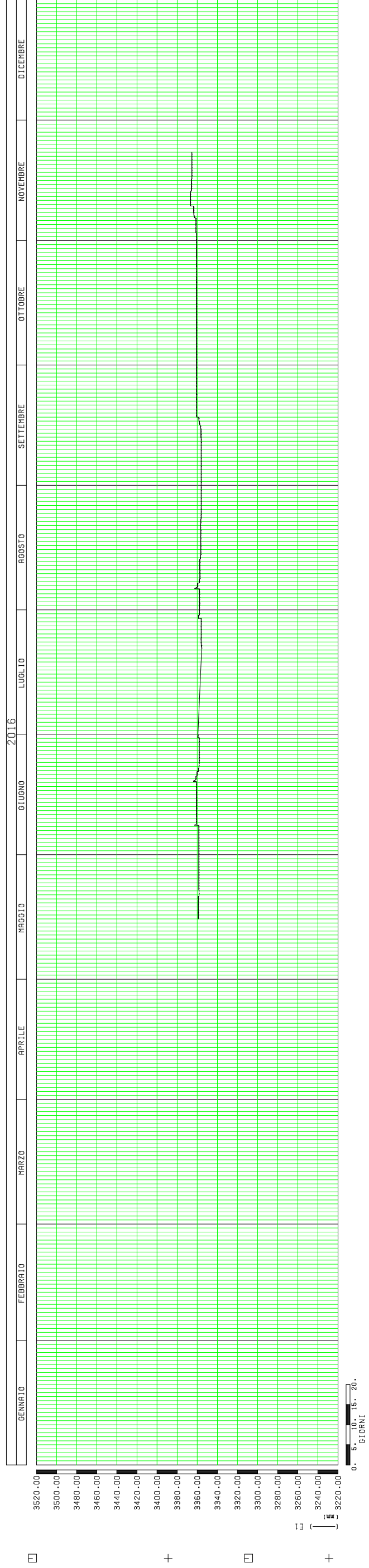
A partire dal 2017 i risultati della campagna di misure GNNS verranno nuovamente resi disponibili e pubblicati sui report annuali.

– Ing. Patrick THUEGAZ –

– Dott. Geol. Andrea GIORGI –

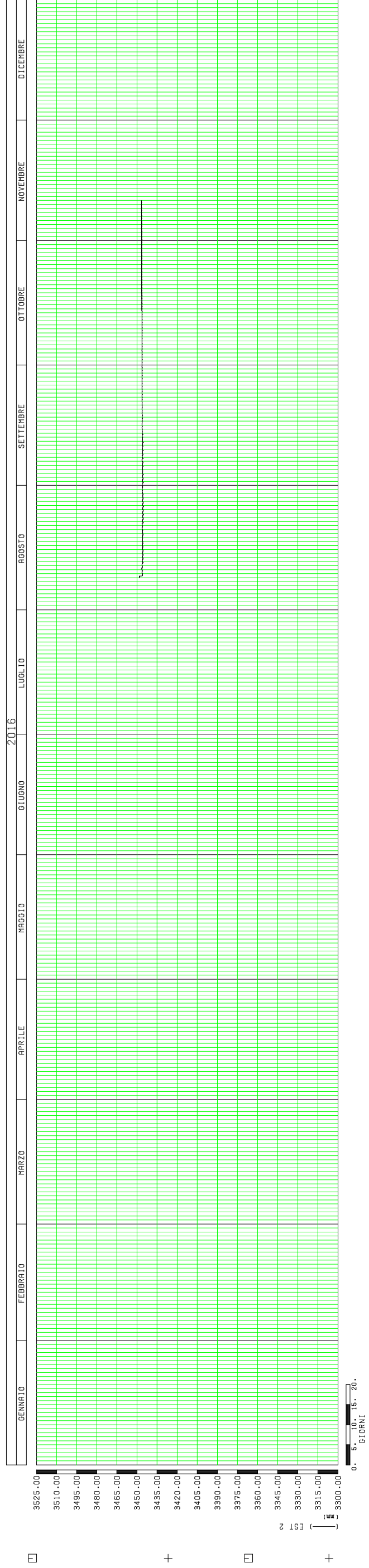
Geol. Andre Giorgi
Isc. Albo Geol. della
VALLE D'AOSTA
n. 57

Becca di Nona
Est 1 - anno 2016

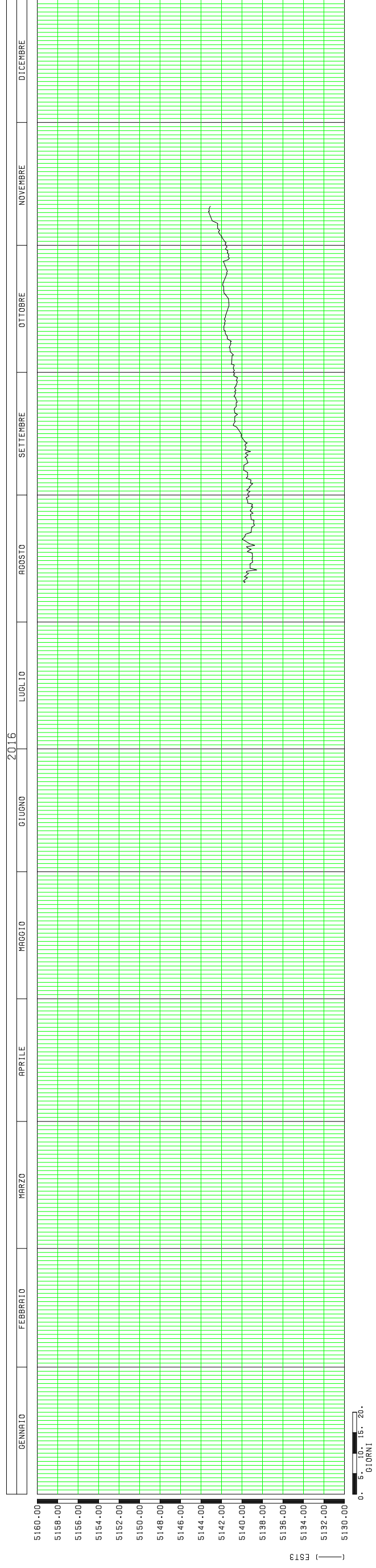


0. 5. 10. 15. 20.
GIORNI

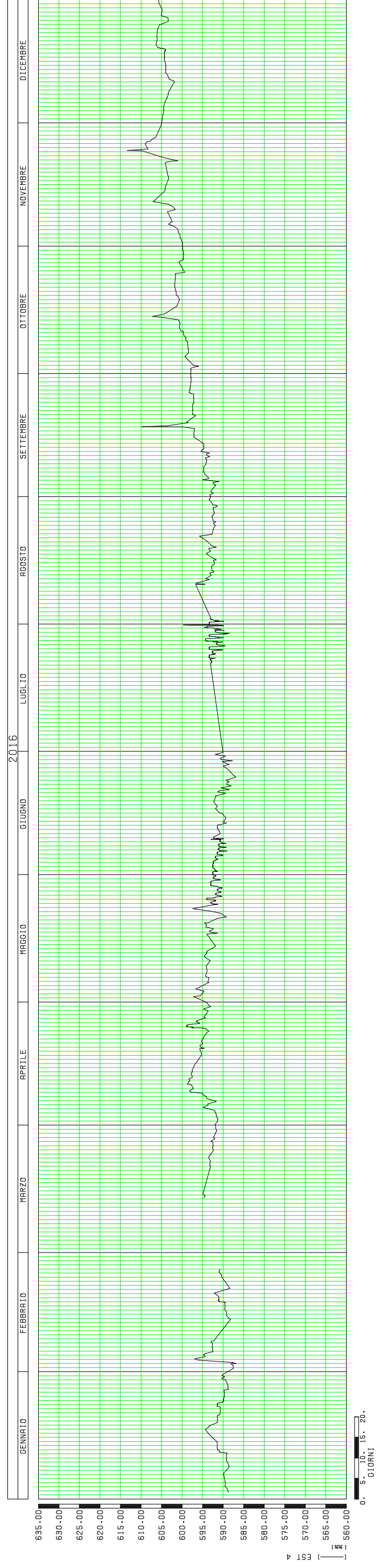
Becca di Nona
Est. 2 - anno 2016



Becca di Nona
Est. 3 - anno 2016

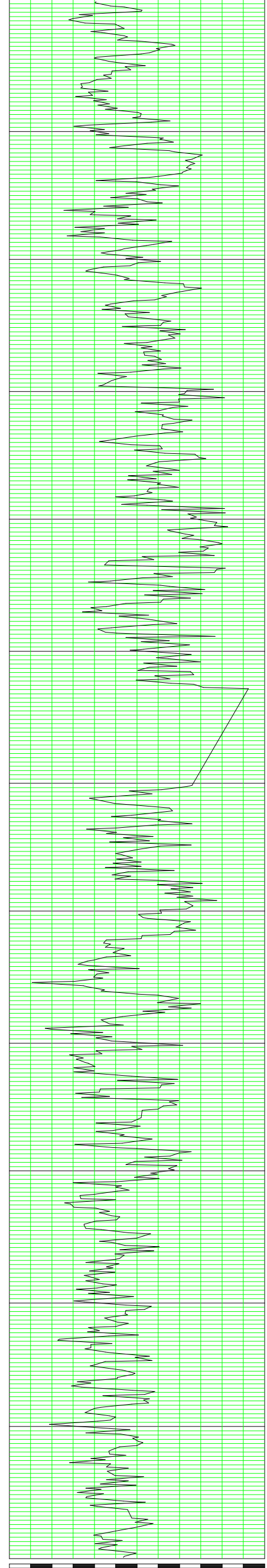
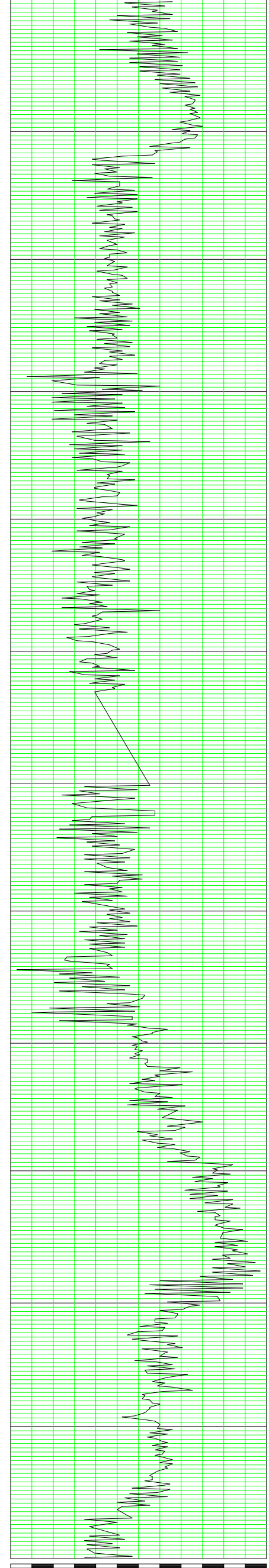
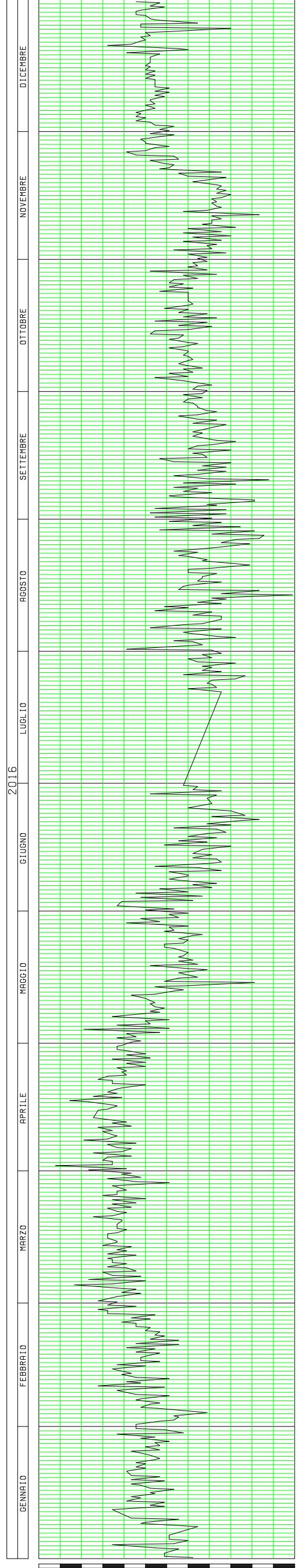


Becca di Nona
Est. 4 - anno 2016



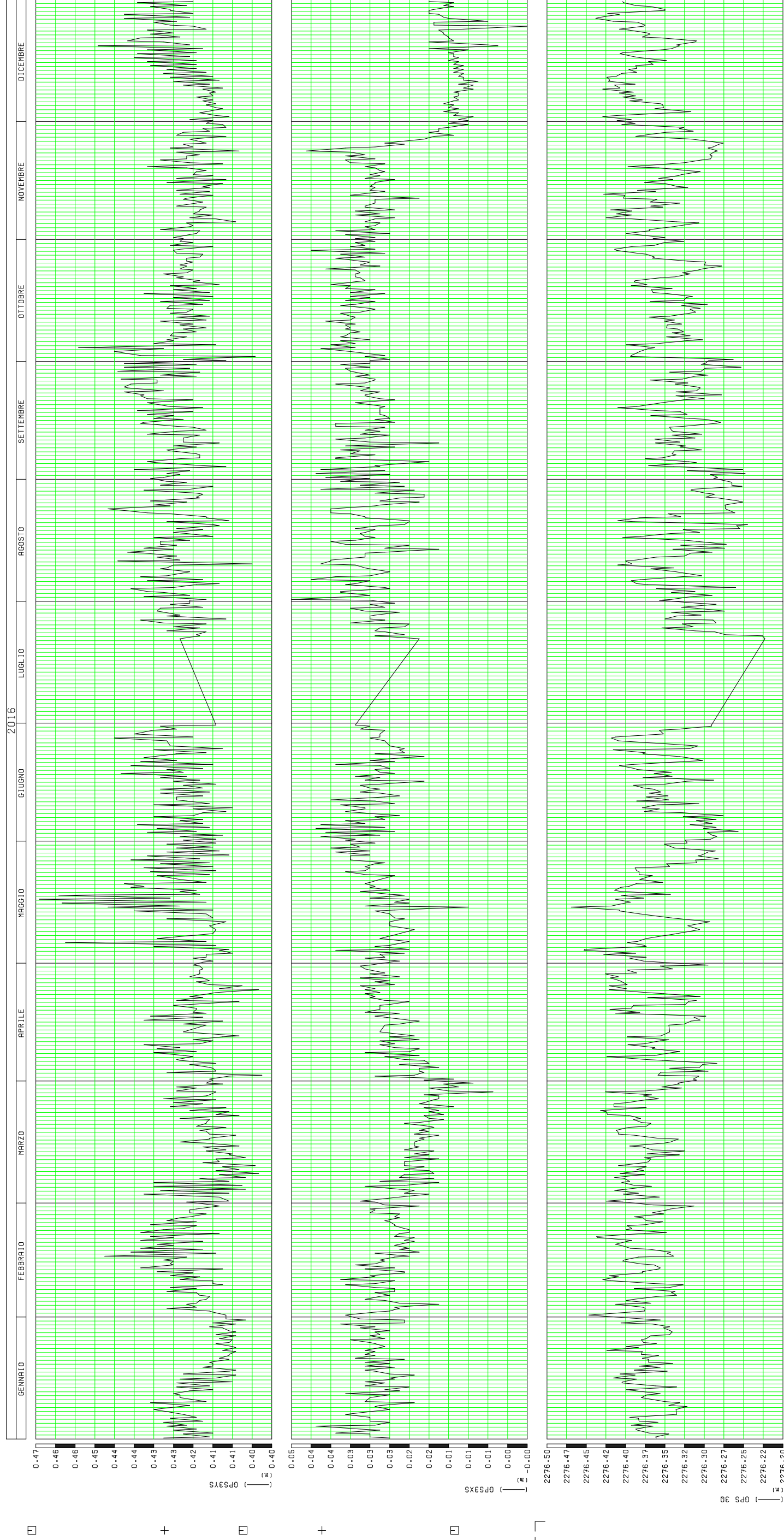
Becca di Nona

GPS 2 - 2016

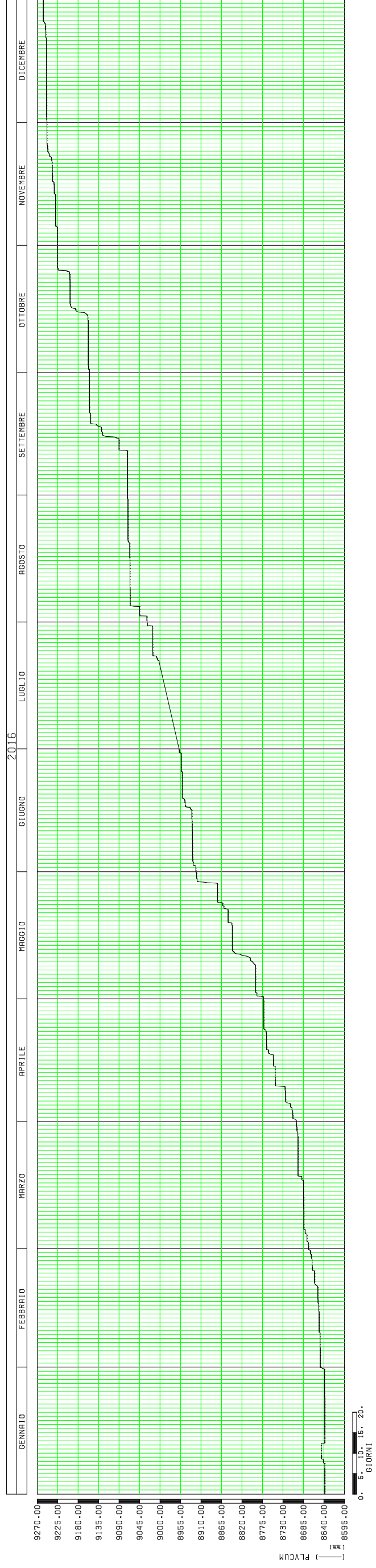


Becca di Nona

GPS 3 - 2016

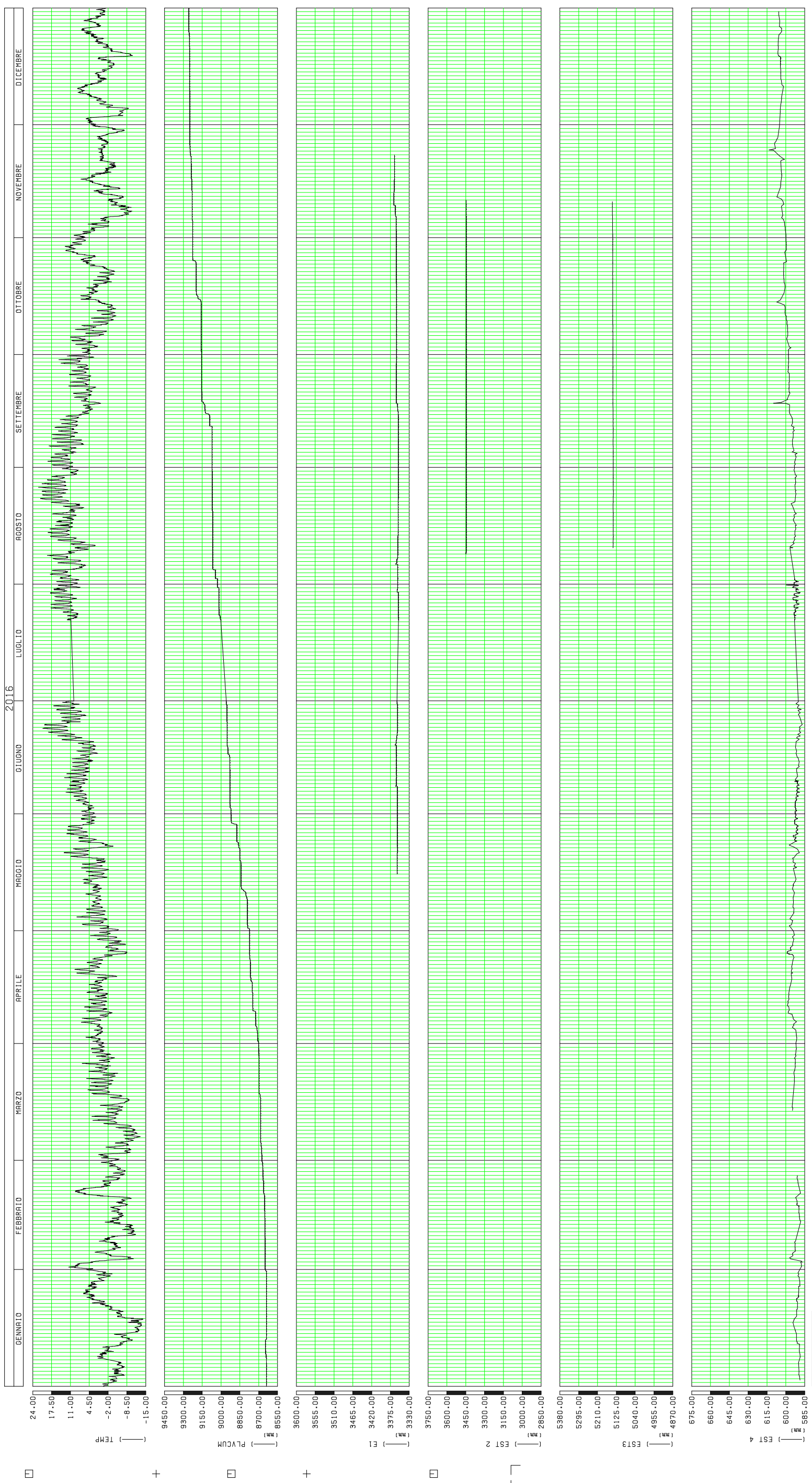


Becca di Nona
 Pioggia cum. 2016



Becca di Nona

Grafici 2016



Région Autonome
Vallée d'Aoste



Regione Autonoma
Valle d'Aosta

**Relazione di commento ai dati di monitoraggio della
frana di Bosmatto in Comune di Gressoney-Saint-Jean.**

Periodo: 01/01/2016 – 31/12/2016

Il sistema di monitoraggio del movimento franoso di Letze - Bosmatto, realizzato nell'autunno del 2001 e successivamente implementato, è attualmente strutturato nel modo seguente:

1. una stazione meteorologica costituita da un pluviometro, da un termometro, da un barometro, da un igrometro e da un nivometro automatizzati con invio dei dati di piovosità, temperatura, pressione atmosferica, umidità relativa e altezza della neve al centro di acquisizione, sfruttando il ponte radio di Weissmatten e la rete ethernet della Protezione Civile.
2. una rete di stazioni GPS ad acquisizione automatica, di cui due poste nel corpo di frana principale, una a controllo della frana di "Stadelte" (al fine di controllare l'evoluzione di un settore di versante posto in dx orografica del Letze e parzialmente coinvolto dall'evento alluvionale dell'ottobre 2000), e una di riferimento ubicata presso il ponte radio di Weissmatten, in Comune di Gressoney-Saint-Jean, le cui posizioni planoaltimetriche vengono inviate al centro di acquisizione dati.
3. una rete di capisaldi topografici distribuiti sul settore di versante interessato dalla frana, la cui posizione viene determinata con strumentazione GPS, che consente la misura degli spostamenti superficiali nelle tre direzioni con elevata precisione.
4. un estensimetro a filo (E1), con trasduttore a corda vibrante e trasmissione dati via GSM, installato il 19/06/2007 a cavallo della frattura perimetrale del settore di "Stadelte", integrato il 25/05/2010 da altri due apparati gemelli (E2 ed E3) posizionati lungo la stessa frattura di "Stadelte" al fine di controllare meglio l'evoluzione del settore più attivo della frana di Bosmatto.
5. un nuovo estensimetro (E4) è stato installato il giorno 16/11/2011 a monte dell'estensimetro E2 al fine di monitorare una frattura di neoformazione; la taratura e lettura di zero sono state eseguite il giorno 13/12/2011. L'estensimetro E2 è stato smantellato il 01/10/2013 in quanto il movimento a monte rende le sue misure non più interpretabili.
6. nel corso del mese di novembre 2008 è stata installata una fotocamera automatica denominata "Meteoeye" della Techcom srl, sul traliccio della stazione GPS7 presso Stadelte. Tale apparato consente di scattare foto in maniera automatica e con cadenza predeterminata relativamente ad una inquadratura fissa. Le foto così raccolte, alimentano un archivio di immagini con l'obiettivo di registrare l'evoluzione morfologica nel tempo della parte frontale da cui si è originata la colata detritica dell'ottobre 2000. Di seguito è riportata una delle foto riprese dalla fotocamera.
7. nell'estate del 2009 è stata installata una seconda fotocamera automatica, identica a quella già in uso, posizionata in destra orografica del torrente Letze sul rilevato del bacino di accumulo e orientata verso il settore medio alto della frana.
8. il 18/04/2013 è stata installata una terza fotocamera in prossimità del GPS6 per controllare da monte l'intero settore di Stadelte.

9. nell'estate del 2009 è stato installato un piezometro ad acquisizione continua all'interno del foro di sondaggio realizzato nei pressi del GPS6; i dati vengono inviati mediante modem GSM direttamente al centro di acquisizione presso la Protezione Civile.



Fig. 1a: Immagine scattata da “Meteoeye” posizionata nel settore di Stadelte.



Fig. 1b: Immagine scattata da “Meteoeye” posta sul rilevato in destra orografica del torrente Letze



Fig. 1c: Immagine scattata da “Meteoeye” ad inquadrare il settore di Stadelte

La presente relazione contiene un commento sintetico ai dati che il sistema di monitoraggio ha rilevato durante tutto l’anno 2016, sia per quanto riguarda le reti automatiche, sia per le reti a lettura manuale.

I dati, opportunamente elaborati ed interpretati, sono riportati nei grafici nel testo od allegati che riguardano l’andamento della temperatura, della pioggia cumulata, i dati di spostamento degli estensimetri e delle tre stazioni GPS automatiche. Per quanto riguarda la lettura dei caposaldi topografici distribuiti sul corpo di frana, mediante lettura manuale si fa presente che nel corso dell’anno 2016 la Struttura Attività Geologiche ha acquistato n. 4 antenne R10 Trimble al fine di rendersi totalmente indipendente nell’esecuzione delle campagne di misura GNSS sulla rete di capisaldi sopraccitati, rispetto a quanto avveniva negli anni passati ove le misure venivano effettuate da società esterne.

A tal riguardo si sottolinea che proprio nel 2016 sono stati eseguiti dei test interni al fine di verificare la validità delle misure eseguite in sito con la nuova strumentazione senza produrre una pubblicazione dei dati verso l’esterno. Pertanto il 2016 è da considerarsi come un anno interlocutorio di studio.

I dati sono acquisiti con frequenza variabile a seconda della rete di riferimento. I dati meteorologici e piezometrici sono stati acquisiti con cadenza oraria, mentre i dati dei GPS automatici sono acquisiti ogni sei ore.

Per quanto riguarda il dato pluviometrico cumulato, dal 01/01/2016 al 31/12/2016 sono stati registrati complessivamente 940 mm di pioggia, con una maggiore concentrazione nell’intervallo che va da metà

aprile ad inizio agosto. Tale periodo risulta caratterizzato da numerosi eventi di bassa entità e da alcuni relativamente più intensi.

L'andamento del dato piezometrico, rappresentato dal grafico allegato e dalla figura n. 2 di approfondimento, risulta coerente con le varie fasi idrologiche annuali, in particolare per quanto riguarda il periodo di fusione della neve e i periodi caratterizzati dagli eventi di pioggia sotto meglio dettagliati.

Il manto nevoso è stato meno abbondante rispetto alla stagione invernale dell'anno precedente (2015) avendo raggiunto un picco di 1,17 metri di altezza nella seconda metà del mese di marzo; come l'anno precedente vi sono state neviccate nel mese di aprile, con alcuni eventi sporadici isolati nel mese di maggio (01-05-16) e (24-05-16). Si segnala infine, che a metà del mese di ottobre 2016 si è registrata una nevicata (18 cm) relativamente precoce per il periodo, la cui fusione completa si è esaurita nel giro di qualche giorno.

Per quanto concerne l'andamento del livello piezometrico si sottolinea che nella prima quindicina del mese di aprile si è assistito ad un innalzamento di circa + 2 m (Fig. 2) poi assestatosi a + 1,50 m sino ai primi giorni del mese di giugno, cui fa seguito la classica curva di svuotamento dell'acquifero.

Per quanto riguarda il marcato picco di risalita della falda manifestatosi tra il 24 e 25 novembre (Fig. 3) si ritiene, in considerazione dell'entità della risalita misurata (+ 13 m) che il medesimo sia stato generato dall'intensa nevicata verificatasi proprio a cavallo di quei giorni, che ha portato all'accumulo di circa 60 cm di neve al suolo la quale si è celermente sciolta. Si osserva infine un abbassamento costante nei primi mesi dell'anno fino a metà aprile, associato ad un lento drenaggio della frana, comportamento tipico del periodo invernale, che si può riscontrare ancora a partire da fine giugno 2016.

In conclusione, è possibile affermare che il livello piezometrico ha risposto in maniera quasi impulsiva solo agli eventi pluviometrici del periodo aprile-maggio-giugno mentre non ha avuto alcuna risposta relativamente al picco di precipitazione registrato in data 3 agosto. Le variazioni misurate sono comprese entro i 2 m circa rispetto al livello precedente. Questo aspetto si può spiegare considerando la tipologia di mezzo entro cui circola l'acqua sotterranea. Esso è rappresentato da porzioni sicuramente assimilabili ad un mezzo puramente poroso (roccia molto fratturata e depositi superficiali) ma anche da porzioni di roccia fratturata entro cui l'acqua circola secondo direttrici preferenziali rappresentate dalle fratture più aperte. L'acqua che si muove entro queste fratture è sottoposta a gradienti maggiori e a minori forze di attrito e quindi dotata di maggiori velocità. Essa tende a confluire all'interno del cavo piezometrico, che verosimilmente intercetta tali fratture, facendo innalzare il livello al suo interno in maniera piuttosto rapida. Il valore misurato in tali casi non è quello del reale livello piezometrico.

A seguito delle piogge tardo primaverili, anche in considerazione della piovosità pregressa e della fusione della coltre nevosa presente in quota, da inizio giugno è stata registrata una modesta riattivazione della frana di "Stadelte" (vedi oltre).

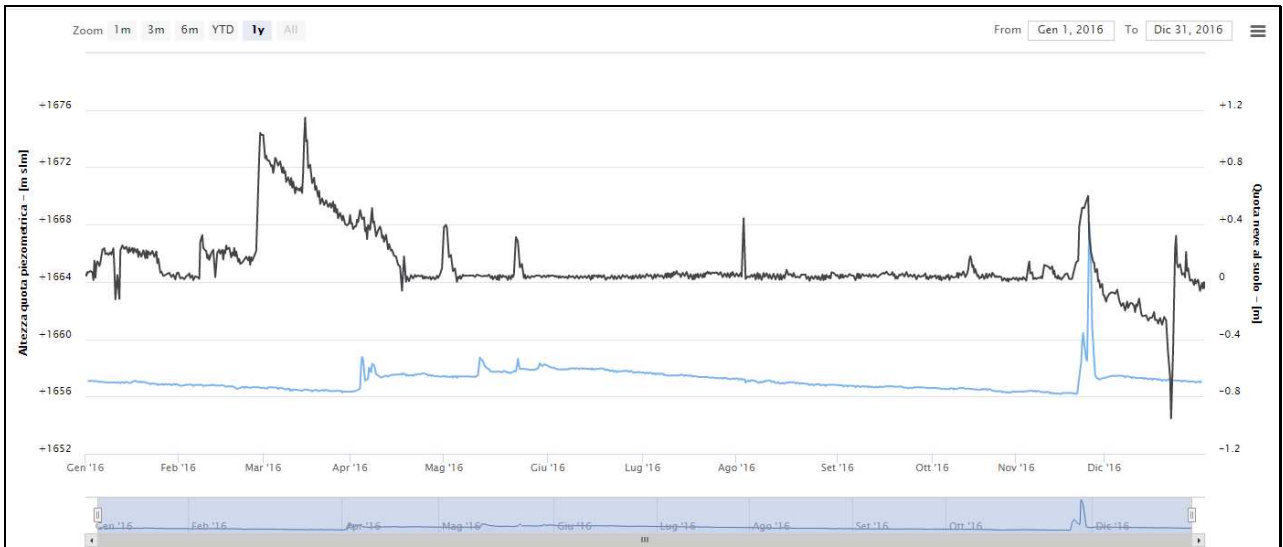


Figura n. 2 – (Quota piezometrica e Altezza neve al suolo)

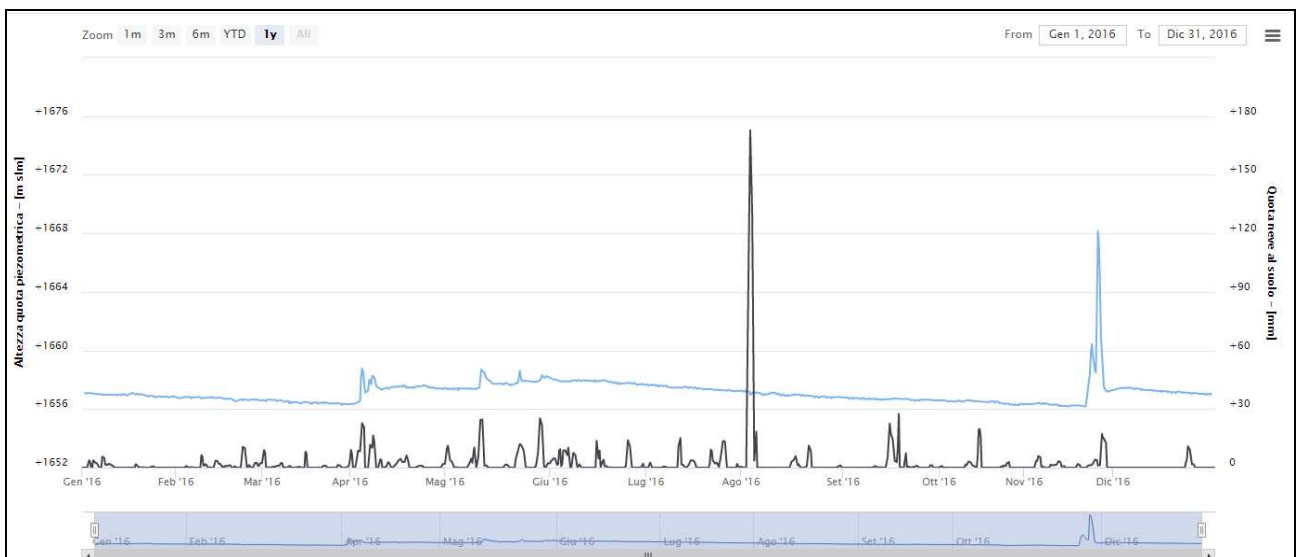


Figura n. 3 – (Precipitazioni giornaliere e Quota piezometrica)

I dati della rete GPS automatica sono stati graficati secondo le tre componenti y, x, z rispettivamente corrispondenti a Nord (N), Est (E) e alla quota (H).

Per ciascuna componente, relativamente all'intero anno 2016, è stata calcolata la retta di regressione lineare che meglio interpola i valori che, per le caratteristiche intrinseche del sistema di misura, presentano un certo grado di dispersione. In tal modo è stato determinato il valore di spostamento complessivo cumulato al 31/12/2016 riferito ai **GPS5** (Tab. 1) e **GPS6** (Tab. 2). La stazione **GPS7**, che rileva gli spostamenti del settore di "Stadelte" richiede un'analisi a parte (cfr in seguito):

Stazione GPS5	Equazione retta regressione lineare (y in metri e x in anni)	Spostamento in cm (± 1 cm)	Spostamento totale 3D (cm)
N	$y = -0,0100m - 0,0051m / anno * x$	0,51	0,60
E	$y = -0,0096m - 0,0011m / anno * x$	-0,11	
Q	$y = -0,0132m - 0,0030m / anno * x$	-0,03	

Tabella n. 1

Stazione GPS6	Equazione retta regressione lineare (y in metri e x in anni)	Spostamento in cm (± 1 cm)	Spostamento totale 3D (cm)
N	$y = -0,0014m + 0,0014m / anno * x$	0,14	1,00
E	$y = -0,0002m - 0,0069m / anno * x$	-0,69	
Q	$y = -0,0044m - 0,0074m / anno * x$	-0,74	

Tabella n. 2

Per quanto concerne la stazione GPS5, posta nella parte alta della frana, in corrispondenza della nicchia di distacco principale, l'interpretazione dei valori ottenuti indica che la medesima può essere considerata da un punto di vista plano-altimetrico ferma nell'arco di un anno solare di misure.

In corrispondenza della stazione GPS6 situata nella parte centrale della frana lo spostamento annuale è risultato essere pari al centimetro verso NW, mentre l'abbassamento è stato inferiore al centimetro.

In tutti i casi occorre tenere presente l'entità dell'errore della misura che è propria della tecnica adottata ed è dell'ordine di ± 1 cm in planimetria e di ± 2 cm sulla quota.

Per quanto riguarda la stazione **GPS7**, rispetto all'anno precedente questa ha registrato una riattivazione di entità nettamente inferiore, nell'ordine di 4,0 cm. Tale discrepanza è da ricondursi con ogni probabilità alla minor quantità di neve caduta al suolo durante l'inverno ed alla minor entità di pioggia cumulata annuale.

Si osserva anche nel 2016 che la dinamica evolutiva della frana è condizionata dal tasso di saturazione dei materiali che la costituiscono. Come già notato per gli anni 2009, 2012, 2013, 2014 e a differenza di quanto avvenuto durante le annate 2010 e 2011, pare che il contributo prevalente alla riattivazione della frana sia da attribuire alla fusione nivale in quota, con un parte legata alle modeste precipitazioni primaverili, concentrate tra la fine di aprile e la fine del mese di giugno.

Per quanto concerne i dati forniti dagli estensimetri, complessivamente, lo spostamento registrato è stato confermato in parte solo dall'**estensimetro 3**, ove si è rilevato uno spostamento di 1,50 cm a partire dal mese di giugno, mentre non ha avuto riscontro sugli **estensimetri 1 e 4**. Per quanto riguarda infine

l'**estensimetro 3** si segnala che i dati derivanti da quest'ultimo non sono utilizzabili a causa di un guasto strumentale che è stato poi risolto nel corso della manutenzione programmata eseguita nel mese di luglio.

Si ricorda infine che il 27 ottobre 2016 è stato installato in loc. Weismatten, un sistema radar (Figura 4 e Figura 5) al fine di effettuare un periodo di monitoraggio di test della frana di Bosmatto. Il sistema è stato messo in funzione a partire dalle ore 11:29 GMT+1 circa dello stesso giorno e ha iniziato ad acquisire in continuo un'immagine ogni 1,4 minuti circa.

Le operazioni svolte in sito per l'installazione del sistema GBInSAR LiSAmobile sono state le seguenti:

- ✓ Verifica dell'orientamento e della posizione scelta per la copertura del sistema radar, con verifica della visibilità dello scenario;
- ✓ Verifica della linea di alimentazione del sistema;
- ✓ Installazione provvisoria del sistema GBInSAR LiSAmobile per la calibrazione del sistema, l'acquisizione di un set di misure di prova e l'ottimizzazione dei parametri di misura per lo specifico scenario da monitorare;
- ✓ Installazione del basamento metallico del sistema nella sua configurazione definitiva ed installazione della copertura e del radome a protezione della strumentazione;
- ✓ Avvio delle misure e verifica delle immagini acquisite nel breve termine;
- ✓ Configurazione dell'elaborazione in tempo reale per la produzione dei dati sul campo e attivazione del sito web.

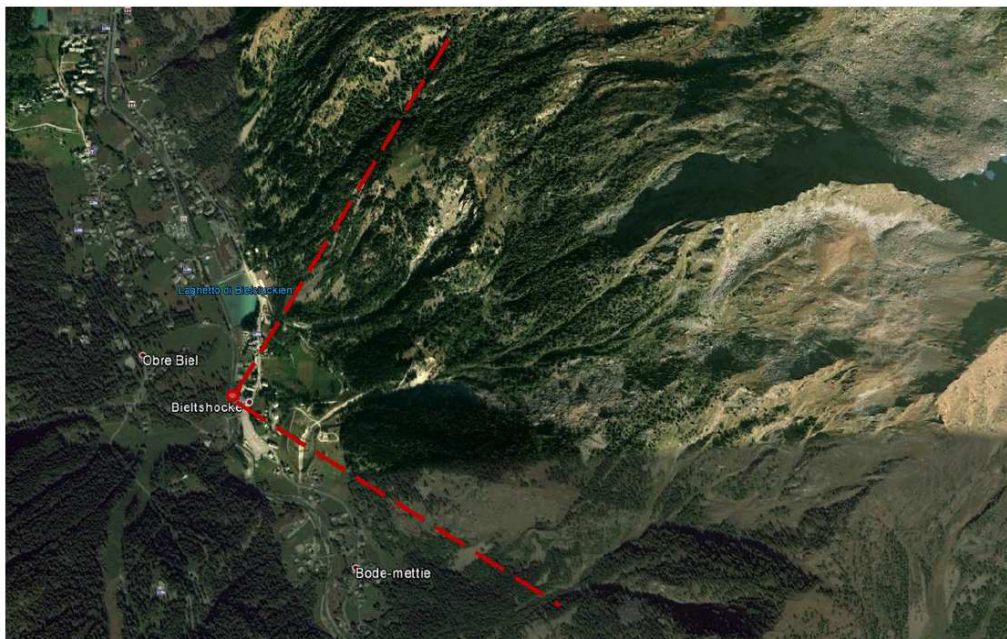


Figura n. 4 – Ubicazione della postazione radar (cerchio rosso) e campo di vista dello strumento.



Figura n. 5 – Dall’alto a sinistra: Scena osservata, installazione provvisoria e configurazione definitiva con ricovero del sistema.

La campagna di misura del suddetto sistema radar si protrarrà per un anno intero, e pertanto i risultati forniti dal medesimo verranno resi noti ed esposti nella Relazione di commento ai dati di monitoraggio della frana di Bosmatto relativo al prossimo anno (2017).

- Ing. Patrick THUEGAZ –

- Dott. Geol. Andrea GIORGI –

Geol. Andre Giorgi
Isc. Albo Geol. della
VALLE D’AOSTA
n. 57

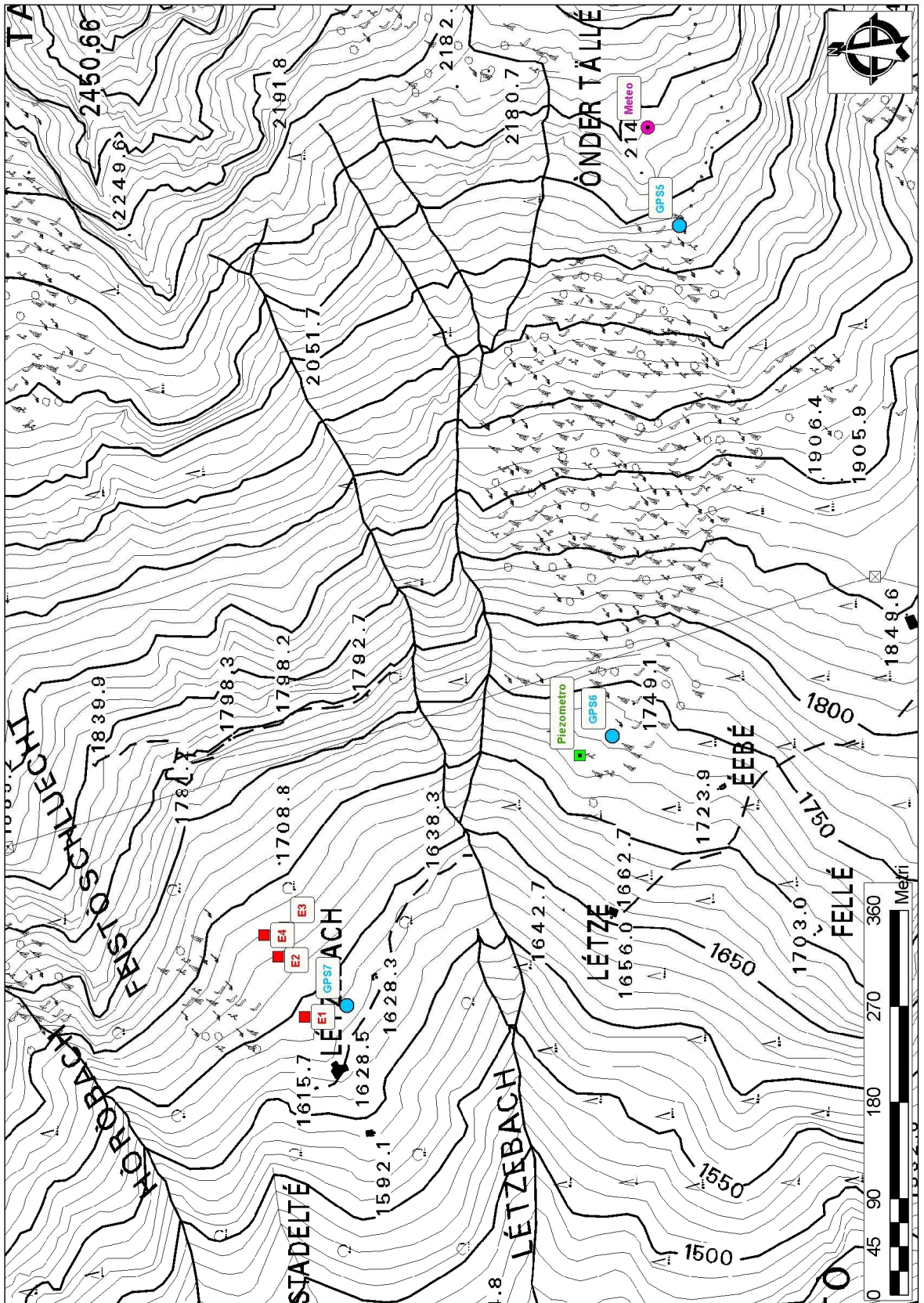
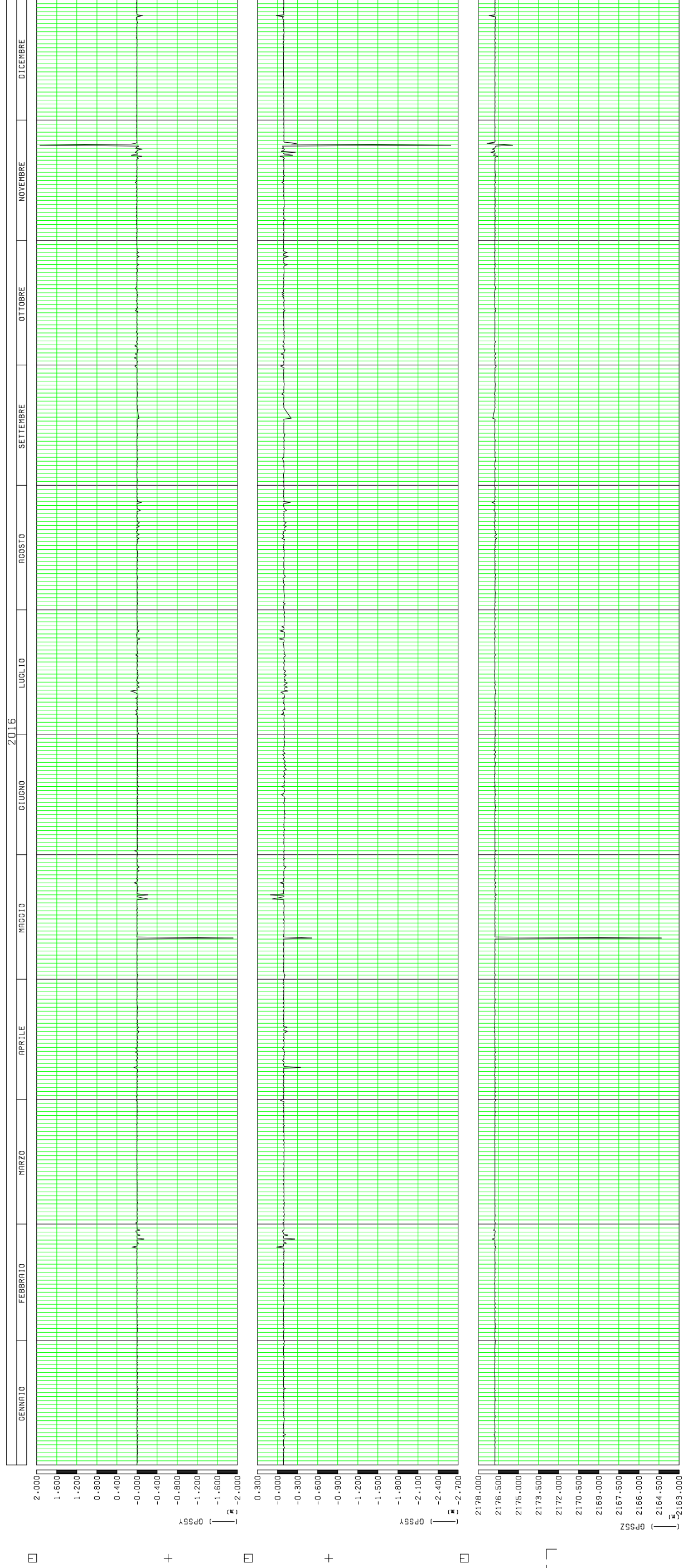


Figura n. 6: Stralcio planimetrico con indicazione delle stazioni di misura.

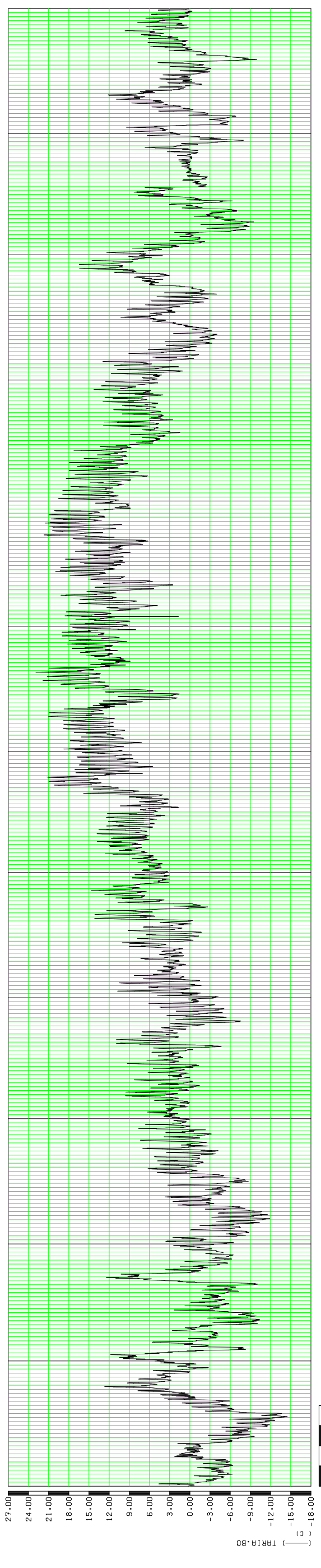
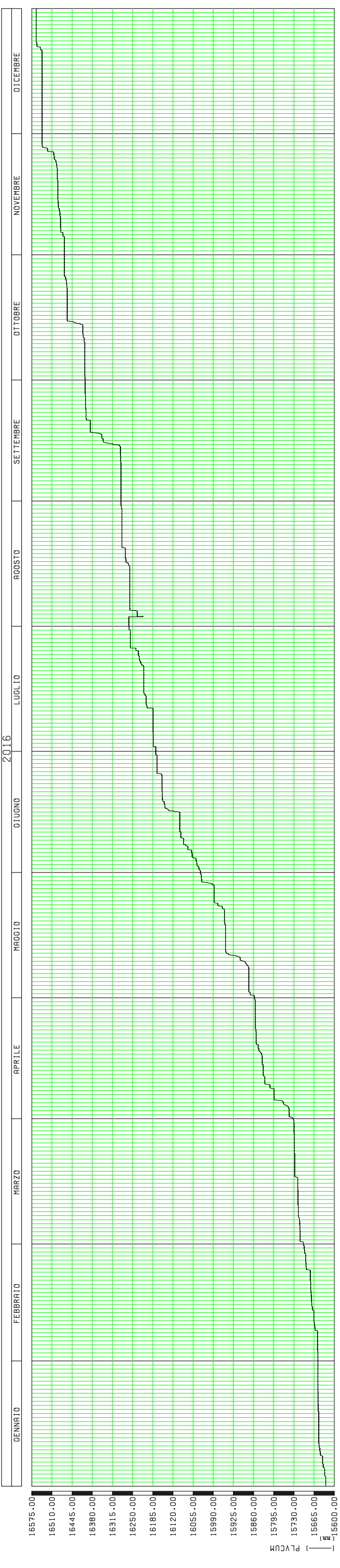
Bosmatto

GPS 5 x-Y-Z - 2016



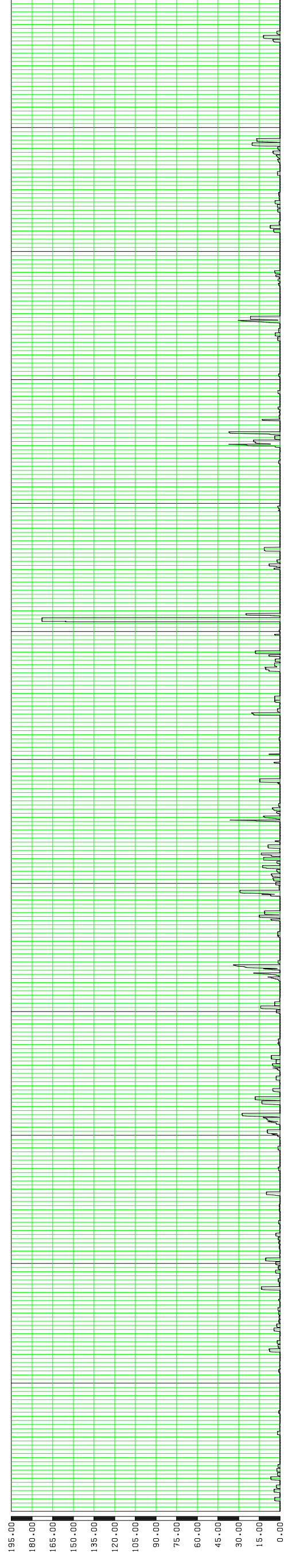
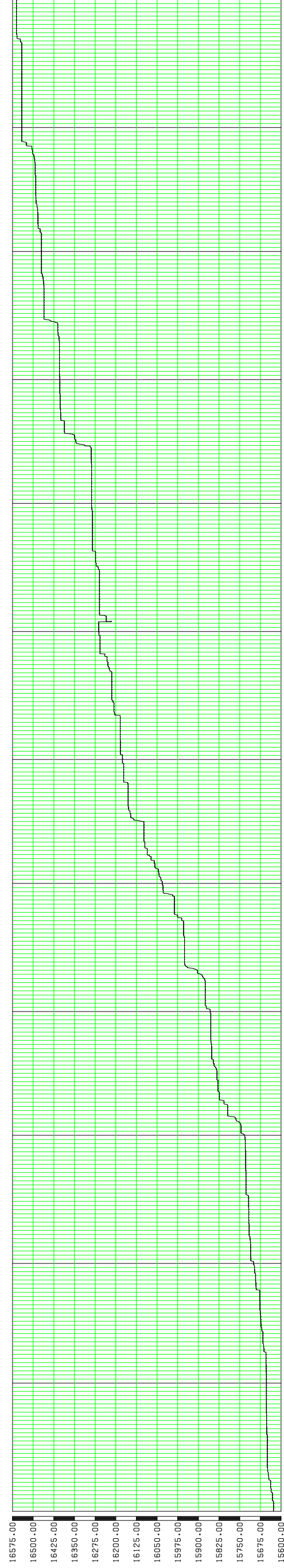
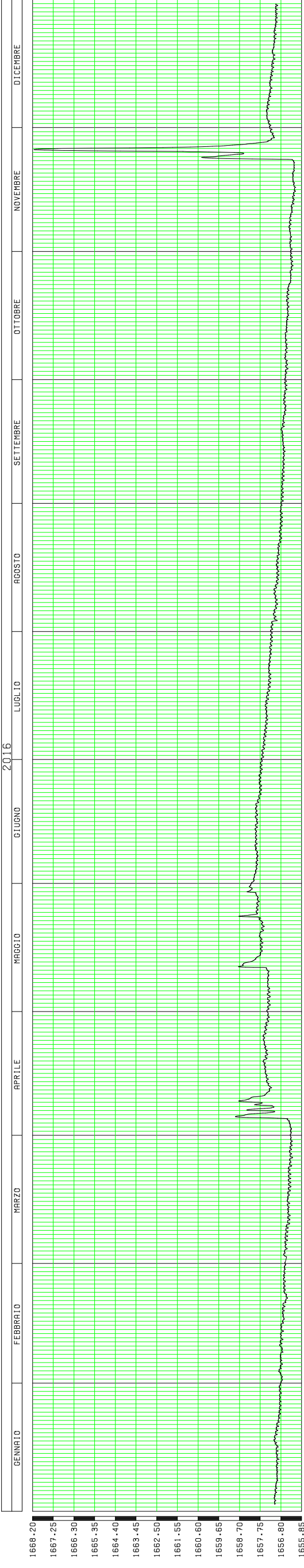
Bosmatto

Pcum e Temp 2016



Piezometro BOSMATTO

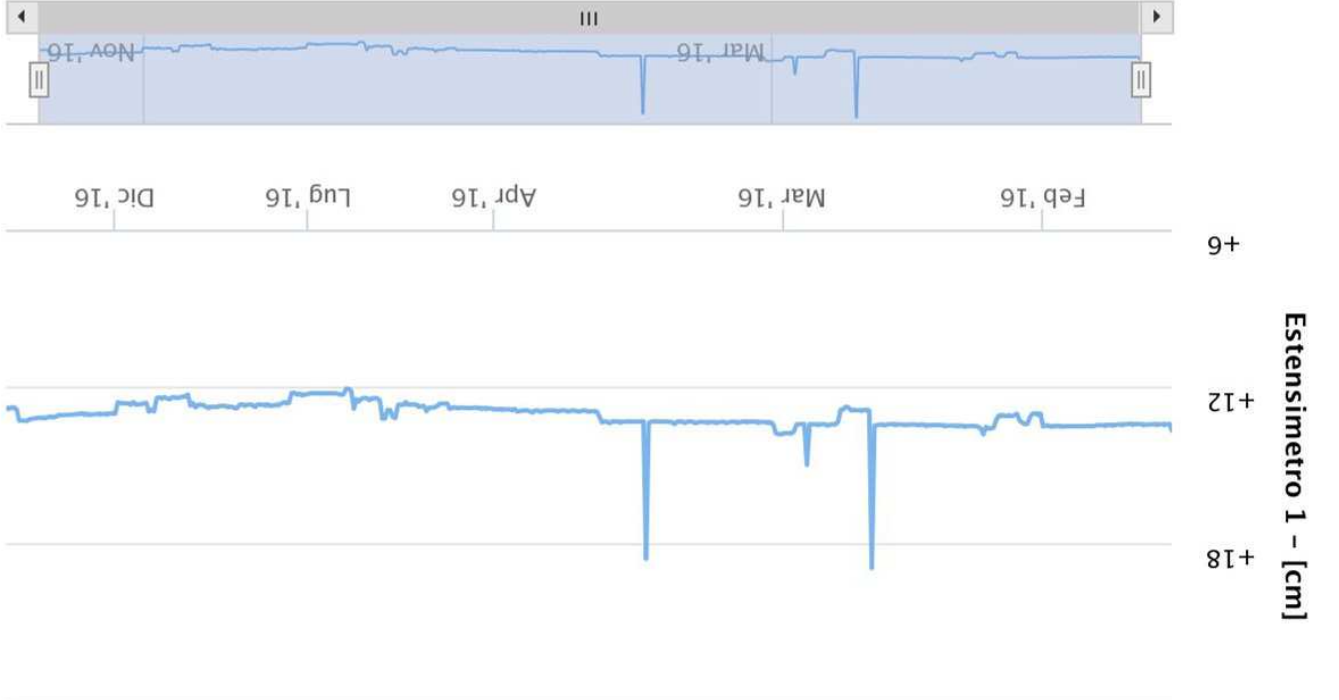
2016





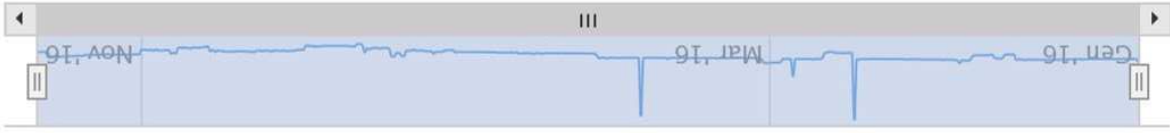
From To

Zoom

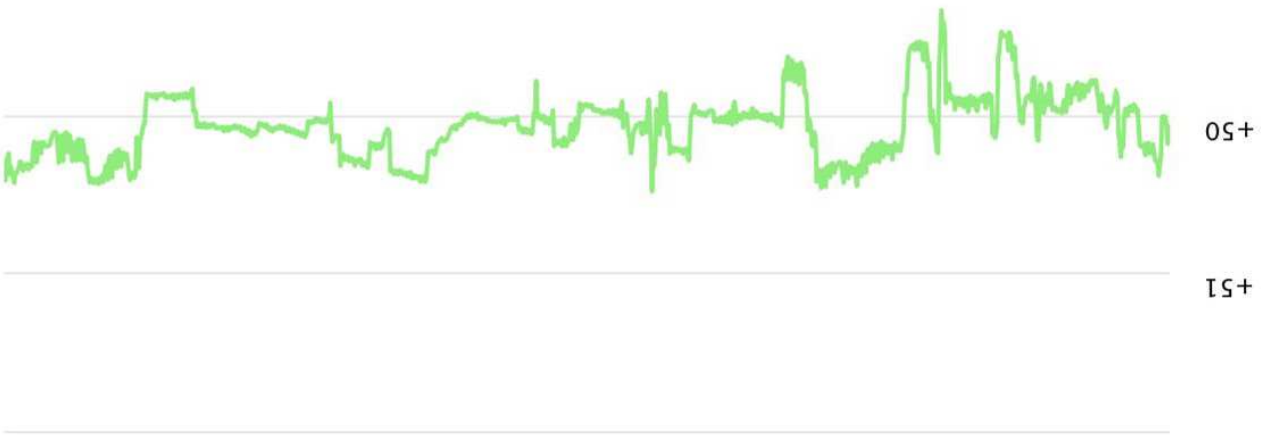


From To

Zoom



Gen '16 Mar '16 Mag '16 Lug '16 Nov '16



Estensimetro 4 - [cm]

From To

Zoom 1m 3m 6m YTD 1y All

Région Autonome
Vallée d'Aoste



Regione Autonoma
Valle d'Aosta

**Relazione di commento ai dati di monitoraggio della
frana di Chervaz nei Comuni di Chambave e Fénis**

Periodo: 01/01/2016 – 31/12/2016

La frana di Chervaz è attualmente monitorata mediante rete di capisaldi GPS a lettura manuale, costituita da n. 8 punti in frana e n. 2 punti di riferimento e la cui distribuzione è riportata nella planimetria allegata (il caposaldo di Morgnnetaz è fuori carta), da due stazioni GPS automatiche entrate in servizio nel mese di marzo 2008 e da una colonna inclinometrica multiparametrica DMS installata il 30 settembre 2014.

Per quanto riguarda la rete di capisaldi GPS si fa presente che nel corso dell'anno 2016 la Struttura Attività Geologiche ha acquistato n. 4 antenne R10 Trimble al fine di rendersi totalmente indipendente nell'esecuzione delle campagne di misura GNSS sulla rete di capisaldi sopraccitati, rispetto a quanto avveniva negli anni passati ove le misure venivano effettuate da società esterne.

A tal riguardo si sottolinea che proprio nel 2016 sono stati eseguiti dei test interni al fine di verificare la validità delle misure eseguite in sito con la nuova strumentazione. In particolare, il 02 dicembre 2016 è stata condotta una campagna di rilievo, la quale è da considerarsi a tutti gli effetti una misura di zero, visto che le misure sono state eseguite per la prima volta in assoluto con le nuove apparecchiature acquistate dalla Struttura Attività Geologiche: tali dati sono stati opportunamente elaborati e vengono riportati nella tabella n.1, ove vengono esplicitate le componenti dell'ellisse di errore. Dal momento che la campagna di misure effettuate viene considerata come misura di zero, per l'anno 2016 non è stato possibile produrre un grafico riportante le variazioni registrate rispetto all'anno precedente (2015).

A partire dal 2017 sarà invece possibile mettere a confronto i risultati della campagna di misure GNSS con quelli del 2016 fornendo anche un grafico di Velocità planimetrica (mm/a) di spostamento dei capisaldi calcolati sull'intero periodo di monitoraggio.

Componenti dell'ellisse di errore

ID punto	Asse semi maggiore (Metro)	Asse semi minore (Metro)	Azimut
CH10	0.005	0.004	17°
CH2	0.004	0.002	165°
CH3	0.004	0.003	152°
CH4	0.003	0.002	167°
CH6	0.005	0.003	167°
CH7	0.004	0.002	168°
CH8	0.003	0.002	163°
CH9	0.003	0.002	1°

Tabella n. 1

Si ricorda che il caposaldo n. 11 posto in prossimità di Chervaz è fisso e viene utilizzato come punto di riferimento.

Per quanto riguarda i dati dei GPS automatici, questi sono stati graficati secondo le tre componenti y, x, z rispettivamente corrispondenti a Nord (N), Est (E) e alla quota (H).

Per ciascuna componente, relativamente all'anno 2016, è stata calcolata la retta di regressione lineare che meglio interpola i valori che, per le caratteristiche intrinseche del sistema di misura, presentano un certo grado di dispersione. In tal modo è stato determinato il valore di spostamento complessivo cumulato al 31/12/2016.

Stazione GPS8	Equazione retta regressione lineare (y in metri e x in anni)	Spostamento planimetrico (cm)	Spostamento totale 3D (cm)
N	$y = 0,0190m + 0,0472m / anno * x$	4,72	7,80
E	$y = -0,0167m + 0,0331m / anno * x$	3,31	
Q	$y = 0,0360m - 0,0532m / anno * x$	-5,32	

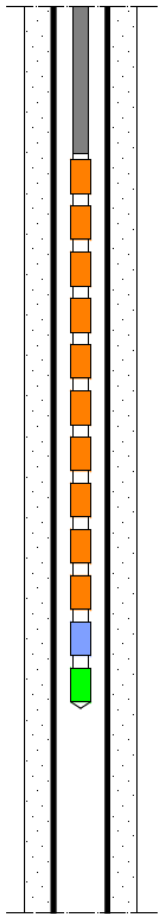
Tabella n. 2

Stazione GPS9	Equazione retta regressione lineare (y in metri e x in anni)	Spostamento planimetrico (cm)	Spostamento totale 3D (cm)
N	$y = -0,0209m + 0,0417m / anno * x$	4,17	6,90
E	$y = 0,0010m + 0,0257m / anno * x$	2,57	
Q	$y = 0,0195m - 0,0491m / anno * x$	-4,90	

Tabella n. 3

Complessivamente, la stazione GPS8 si è planimetricamente spostata verso NE di 5,80 cm e si è abbassata di 5,32 cm. La stazione GPS9 si è planimetricamente spostata verso NE di 4,90 cm e si è abbassata di 4,90 cm.

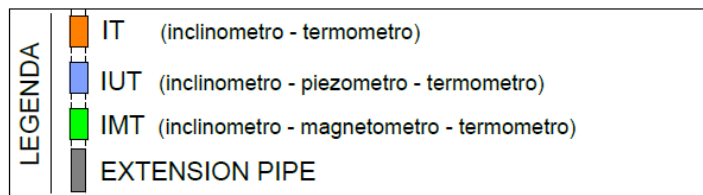
Si evidenzia come i valori forniti dalle due stazioni GPS siano caratterizzati da una buona coerenza con dati ben confrontabili.



Per quanto riguarda la colonna inclinometrica multiparametrica denominata DMS, della ditta CSG S.r.l. di Ricaldone (AL), essa è stata installata in un nuovo foro di sondaggio perforato durante l'estate 2013. Il giorno 9 dicembre 2013 è stata eseguita a cura del CNR-Irpi (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica – Geohazard Monitoring Group di Torino) la lettura inclinometrica di zero, a cui è seguita una prima lettura di esercizio il giorno 16 maggio 2014. I dati raccolti hanno evidenziato la presenza di una superficie di movimento abbastanza netta e ben identificabile alla profondità di 91 m (spostamento localizzato pari a 8 mm tra le due misure e cumulato in testa tubo di 3.6 cm). Tale superficie è coerente con il dato derivante dal carotaggio continuo, che individuava proprio in quella zona delle bande a componente argillosa.

Tale analisi ha permesso di installare la colonna, della lunghezza di 10 m, in corrispondenza della superficie di rottura.

Nell'immagine a bordo pagina, si può vedere un estratto dal master log (allegato), nel quale è esplicito lo schema costruttivo della colonna nella zona di installazione.



Durante l'intero anno 2016 si è registrato, a partire dal 01/01/2016 al 06/12/2016 (i giorni mancanti sono causati dall'insufficiente insolazione per i pannelli fotovoltaici) uno spostamento complessivo cumulato pari a 24 mm, localizzato in particolar modo sulla superficie di scivolamento, così come si può vedere dal grafico seguente.

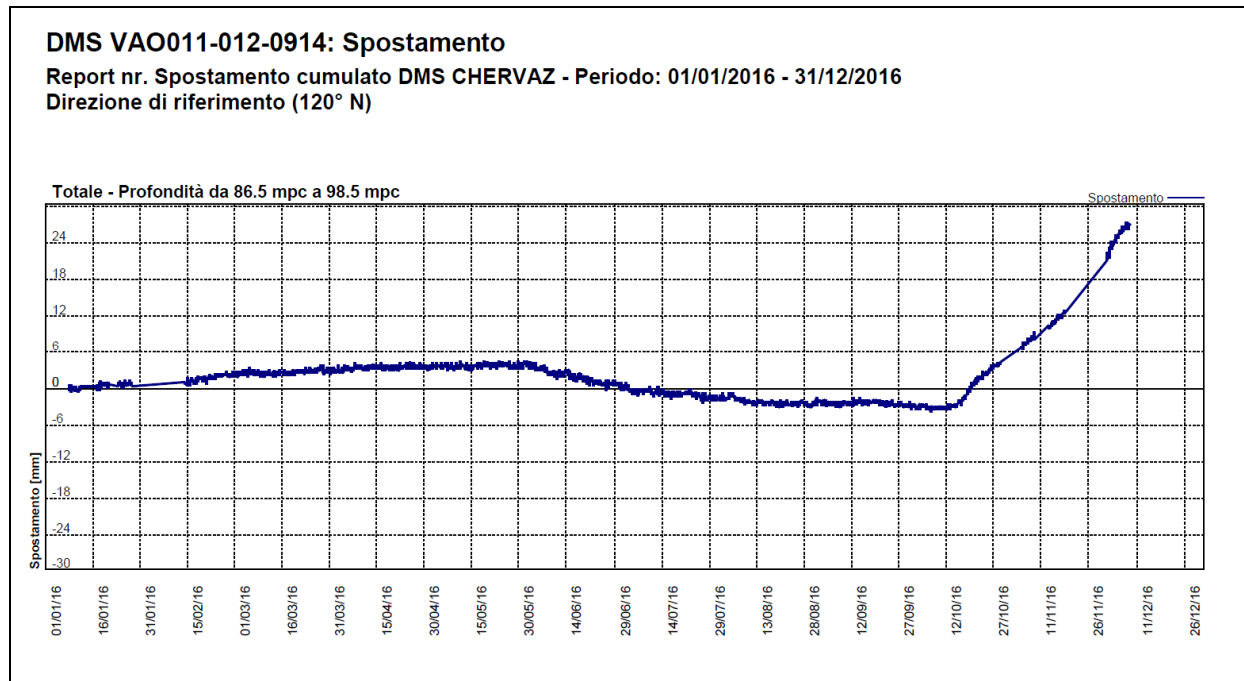


Figura n. 1: Spostamenti cumulati sulla colonna DMS.

Occorre necessariamente effettuare una precisazione circa il particolare trend di apparente accelerazione evidenziato dalla curva cumulata a partire dal mese di ottobre e ben visibile osservando la figura soprastante: analizzando attentamente i dati, e considerando una finestra temporale più lunga si è giunti alla conclusione che l'andamento irregolare fatto segnare dalla DMS è legato molto probabilmente ad una deformazione subita dal tubo inclinometrico il quale si è probabilmente piegato/schiacciato in modo piuttosto netto facendo da quel momento segnare un picco di accelerazione. A conferma di quanto espresso in precedenza, estendendo la finestra temporale in oggetto sino alla data odierna (settembre 2017) si è potuto constatare che tale andamento non è più attualmente visibile.

Alla presente relazione, infine, viene allegato un primo report relativo alle misure inclinometriche automatiche registrate dalla colonna DMS durante l'anno 2016, ed un secondo report riportante lo spostamento differenziale della colonna in cui sono state inserite curve a cadenza trimestrale, per agevolare la lettura degli spostamenti nel tempo.

IL TECNICO
- Ing. Patrick THUEGAZ -

- Dott. Geol. Andrea GIORGI -

Geol. Andre Giorgi
Isc. Albo Geol. della
VALLE D'AOSTA
n. 57

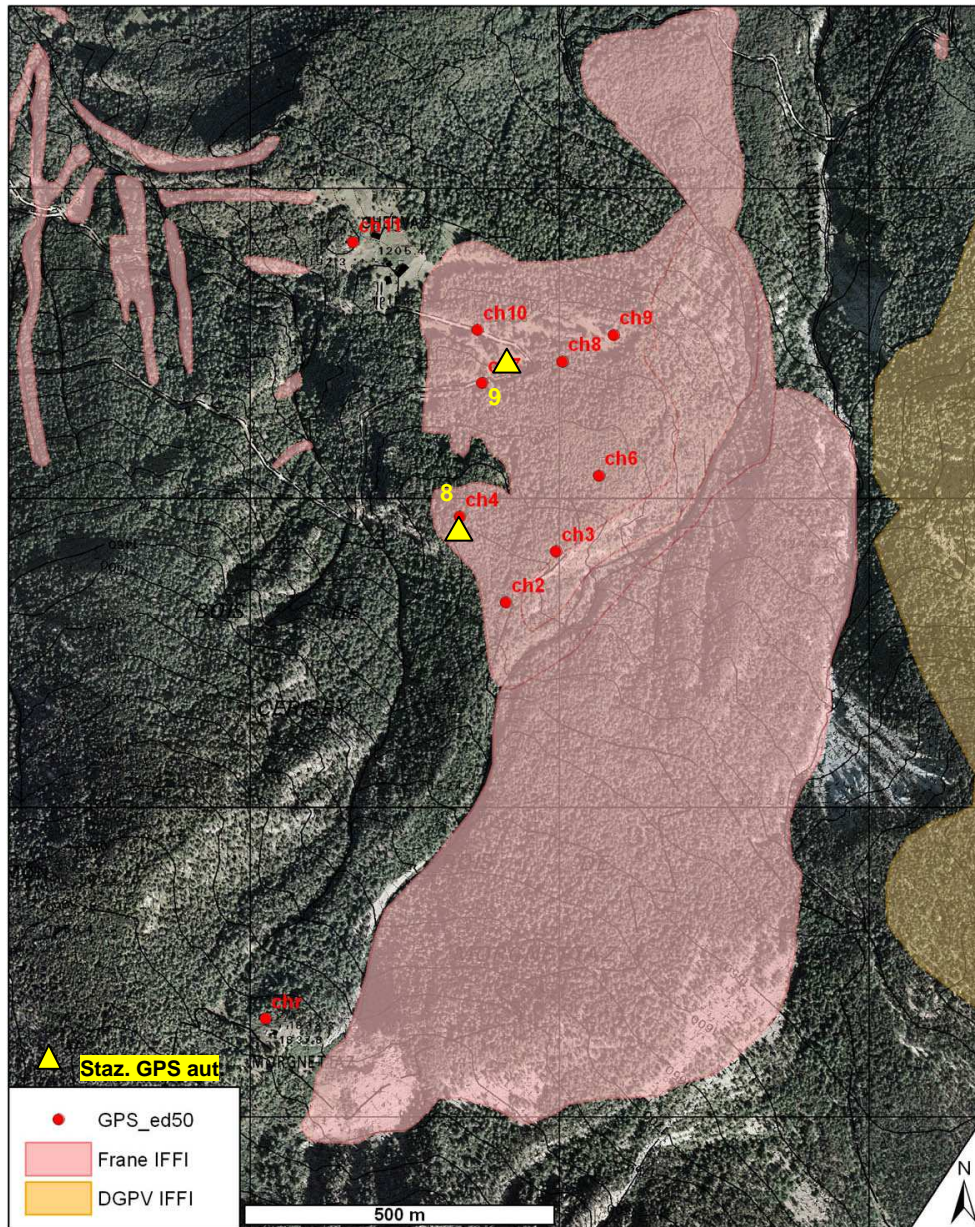
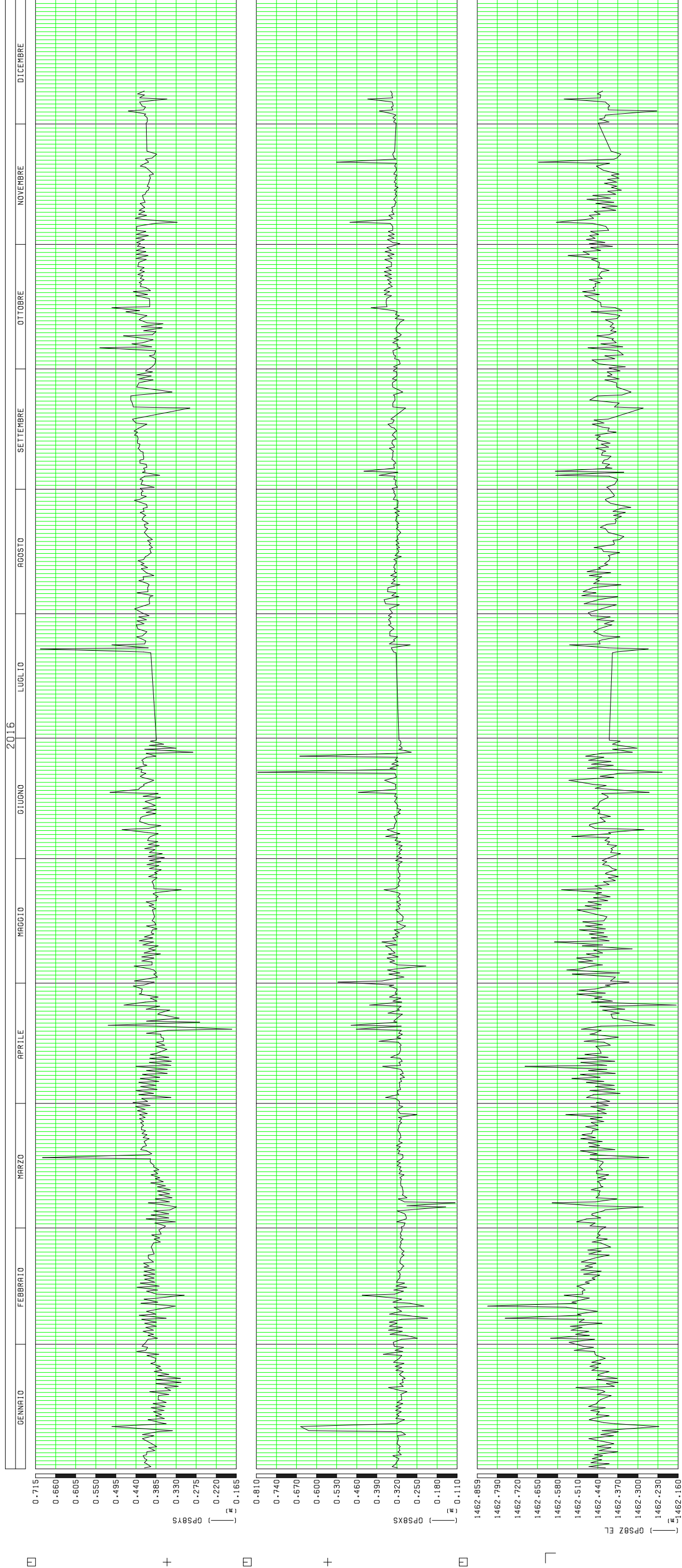


Figura n. 3: La frana di Chervaz, come censita dall'IFFI, e la rete GPS installata

Chervaz

GPS 8 X-Y-Z 2016

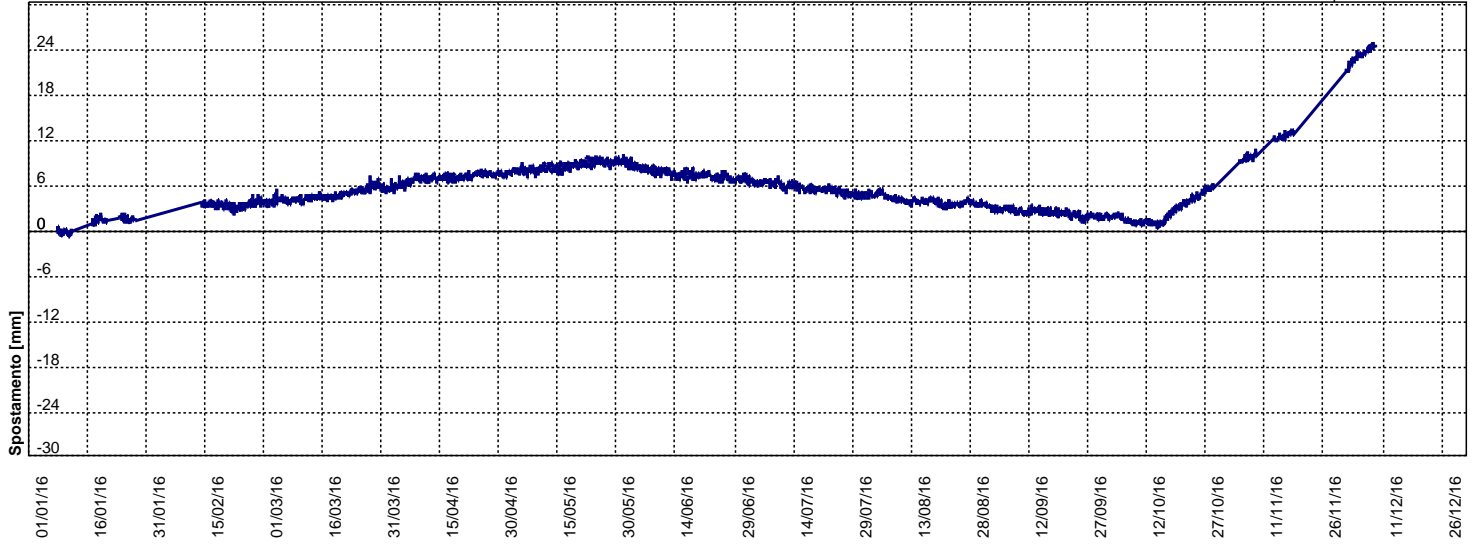


DMS VAO011-012-0914: Spostamento

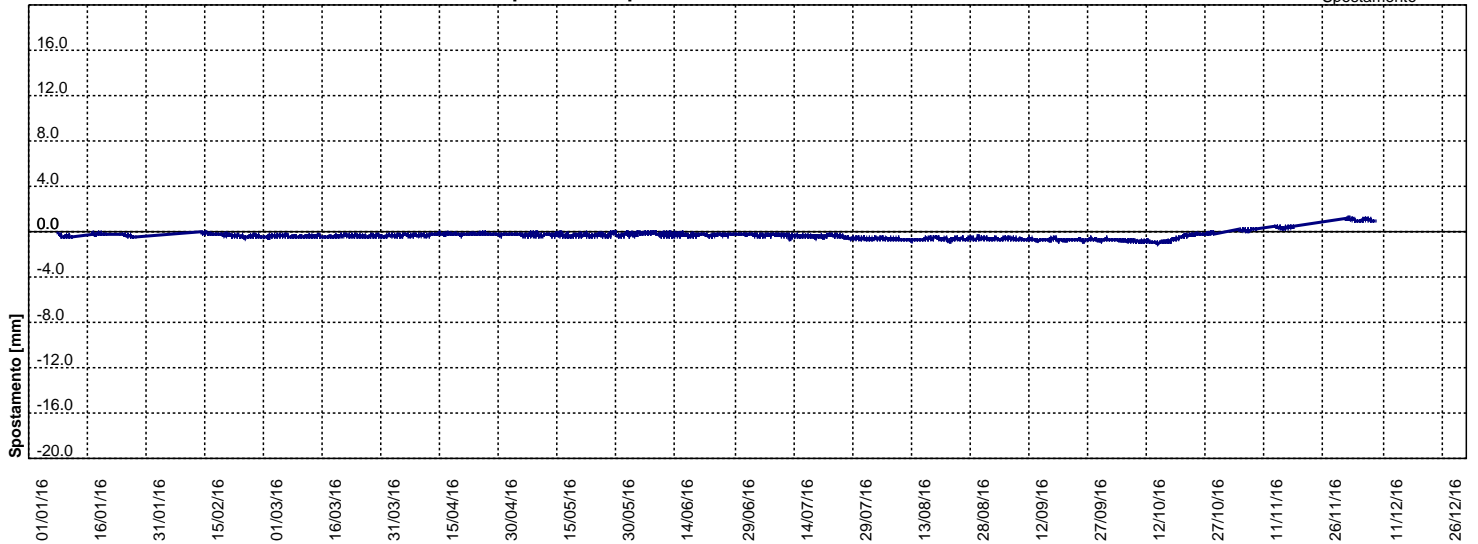
Periodo: 01/01/2016 - 31/12/2016

Direzione di riferimento (60° N)

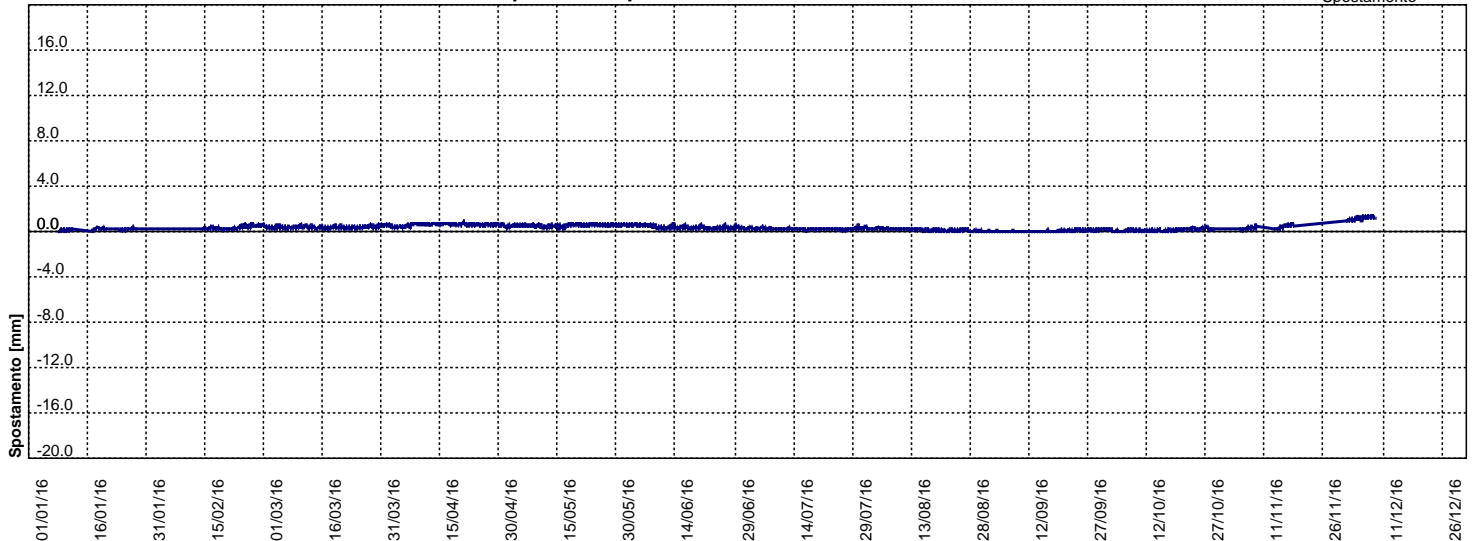
Totale - Profondità da 86.5 mpc a 98.5 mpc



Modulo n.0 Inclinometro - Profondità da 97.5 mpc a 98.5 mpc



Modulo n.1 Inclinometro - Profondità da 96.5 mpc a 97.5 mpc

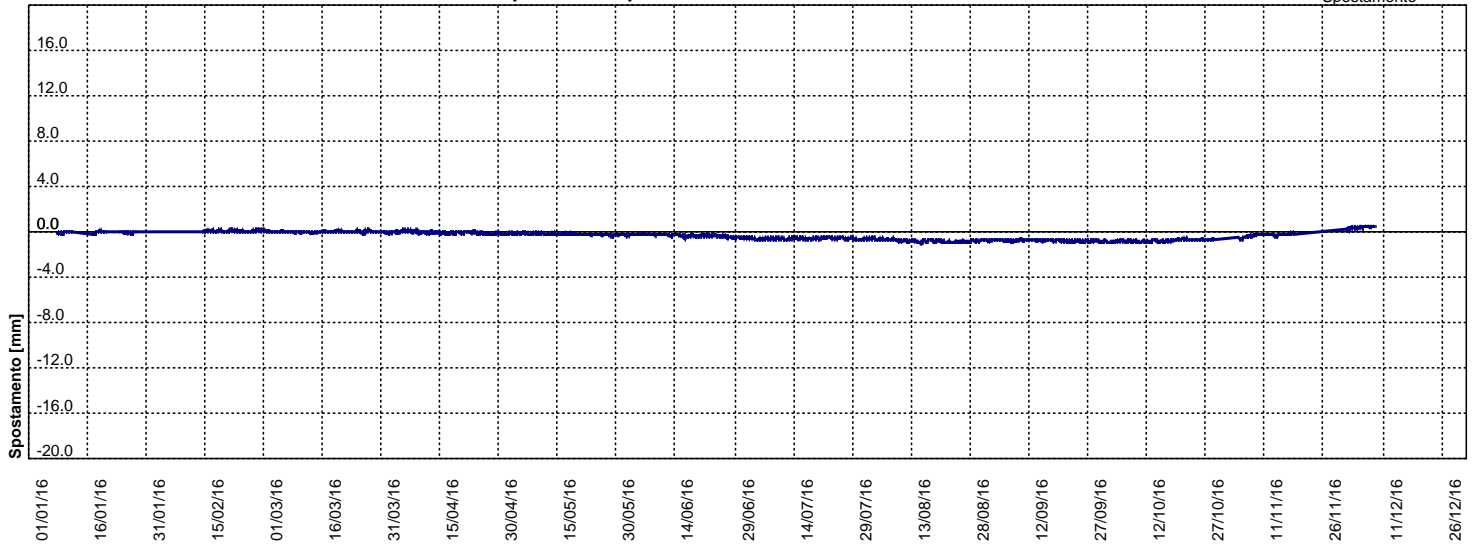


DMS VAO011-012-0914: Spostamento

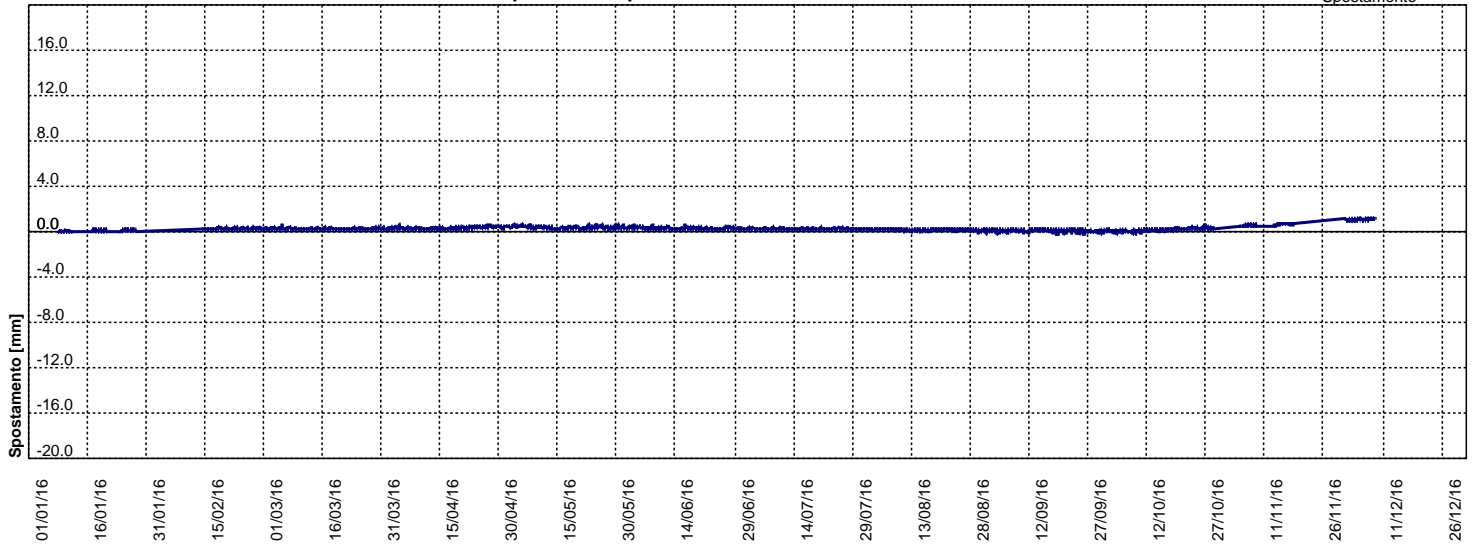
Periodo: 01/01/2016 - 31/12/2016

Direzione di riferimento (60° N)

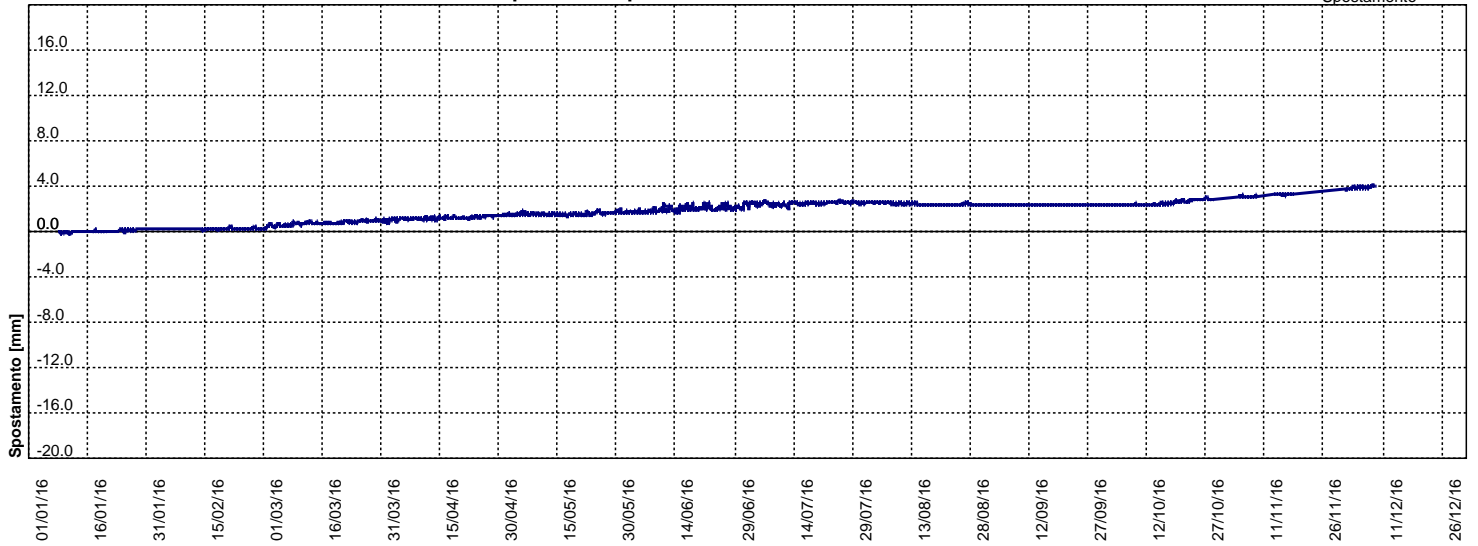
Modulo n.2 Inclinometro - Profondità da 95.5 mpc a 96.5 mpc



Modulo n.3 Inclinometro - Profondità da 94.5 mpc a 95.5 mpc



Modulo n.4 Inclinometro - Profondità da 93.5 mpc a 94.5 mpc

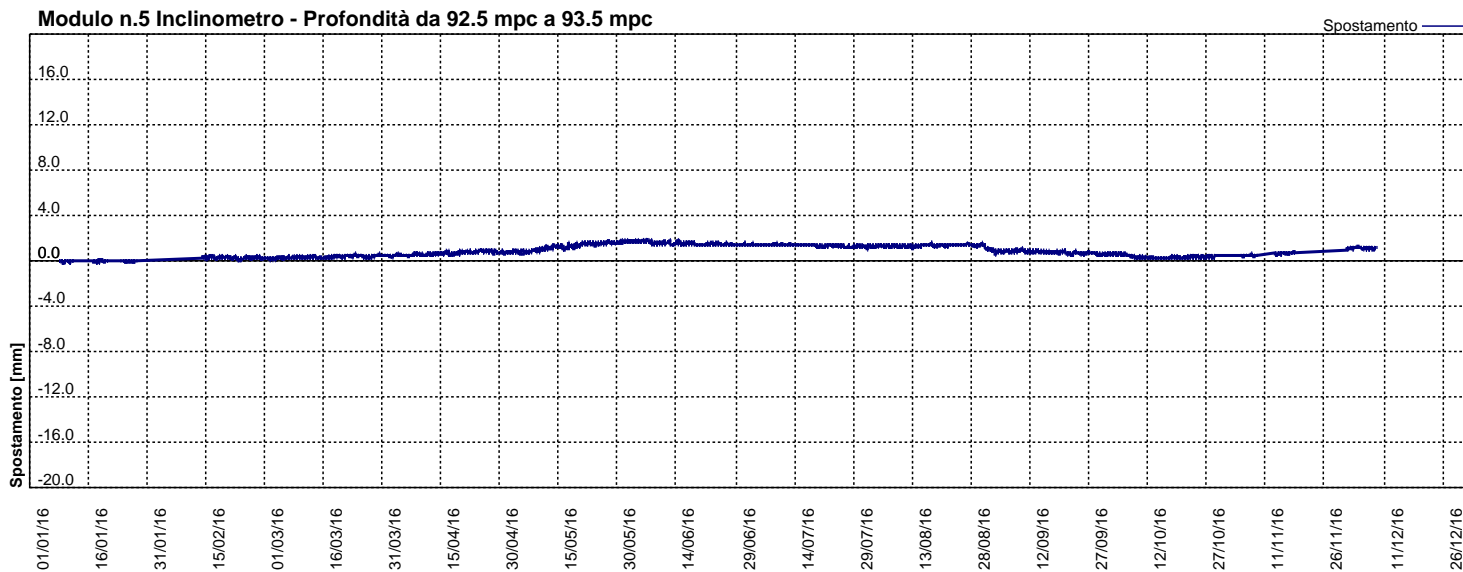


DMS VAO011-012-0914: Spostamento

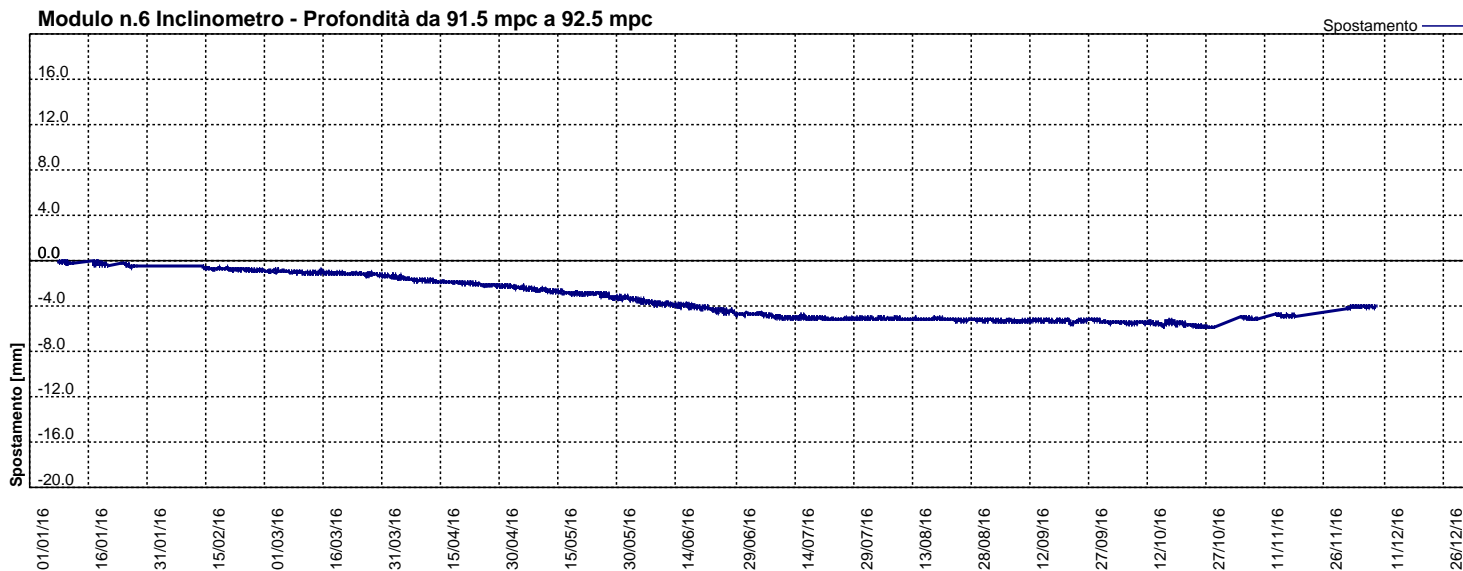
Periodo: 01/01/2016 - 31/12/2016

Direzione di riferimento (60° N)

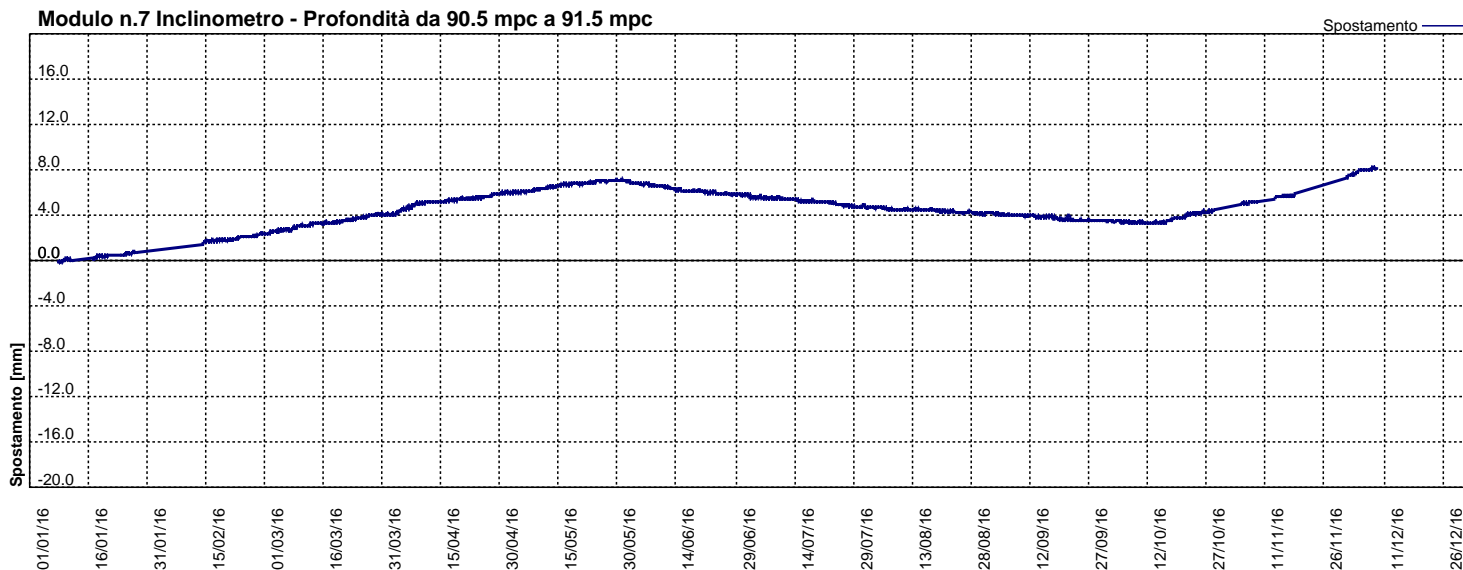
Modulo n.5 Inclinometro - Profondità da 92.5 mpc a 93.5 mpc



Modulo n.6 Inclinometro - Profondità da 91.5 mpc a 92.5 mpc



Modulo n.7 Inclinometro - Profondità da 90.5 mpc a 91.5 mpc

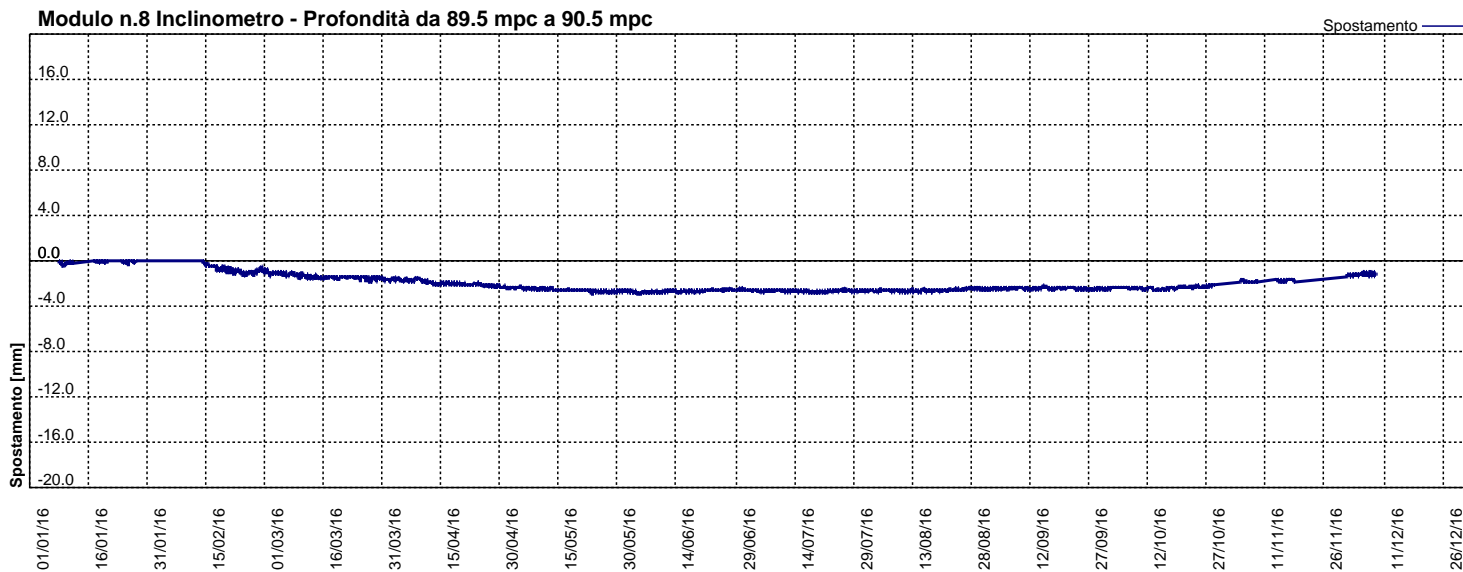


DMS VAO011-012-0914: Spostamento

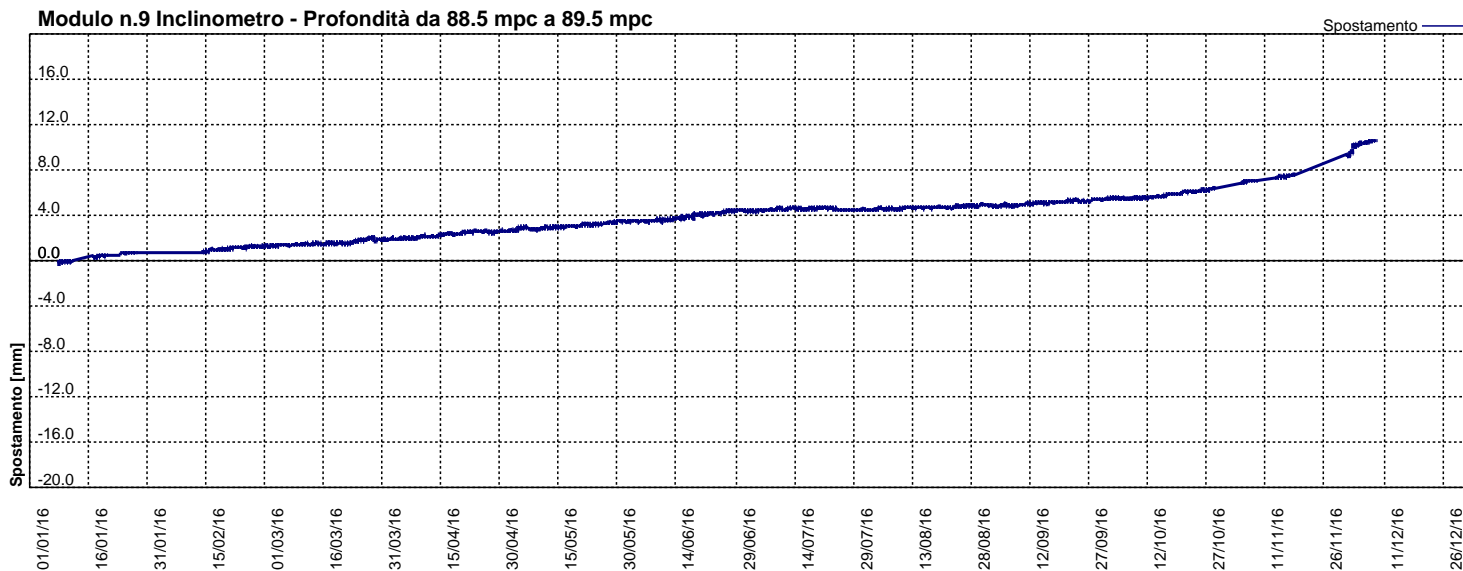
Periodo: 01/01/2016 - 31/12/2016

Direzione di riferimento (60° N)

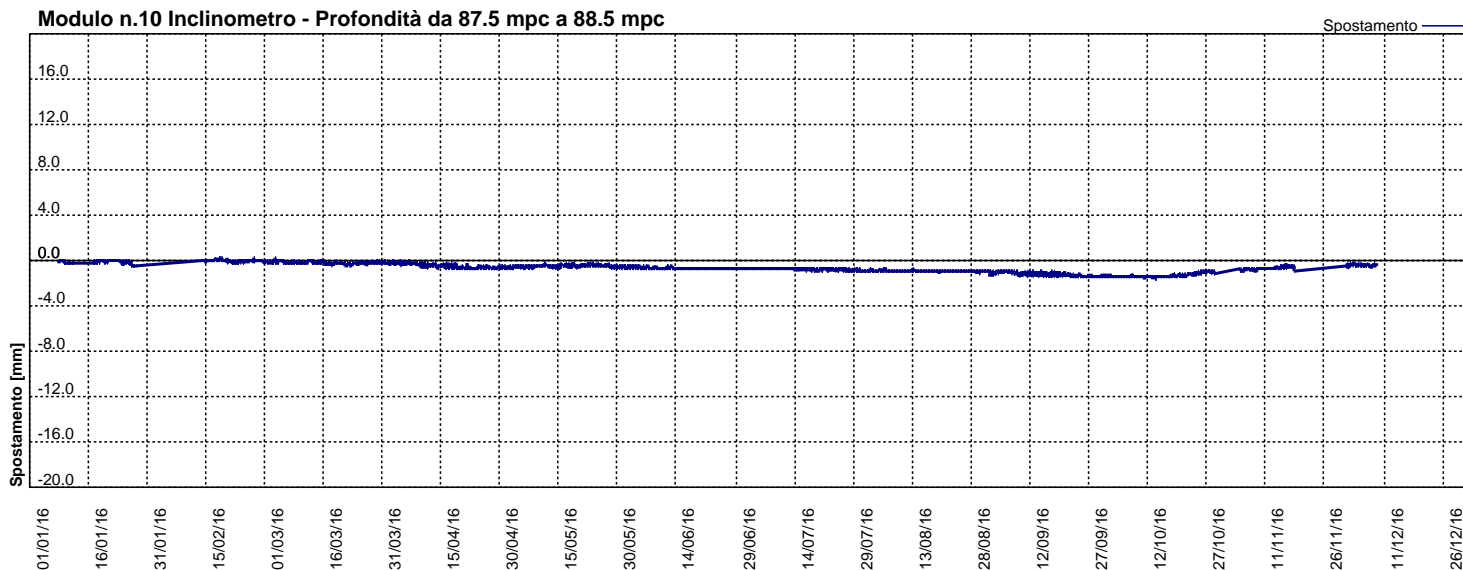
Modulo n.8 Inclinometro - Profondità da 89.5 mpc a 90.5 mpc



Modulo n.9 Inclinometro - Profondità da 88.5 mpc a 89.5 mpc



Modulo n.10 Inclinometro - Profondità da 87.5 mpc a 88.5 mpc

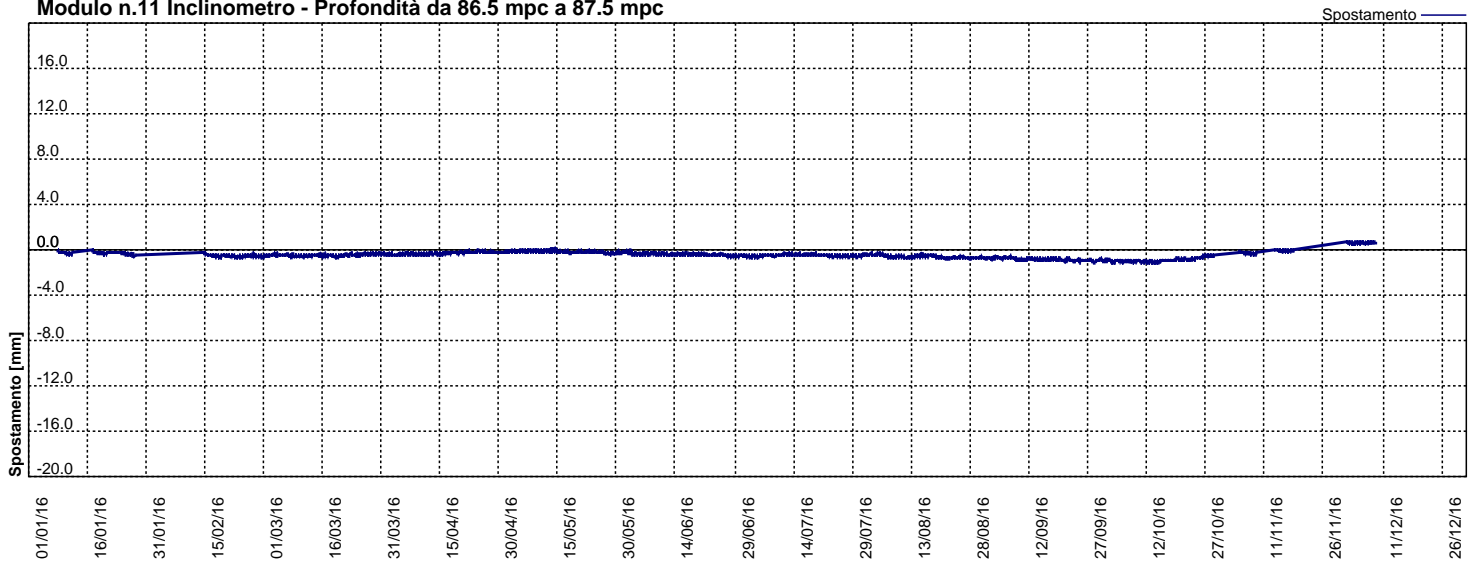


DMS VAO011-012-0914: Spostamento

Periodo: 01/01/2016 - 31/12/2016

Direzione di riferimento (60° N)

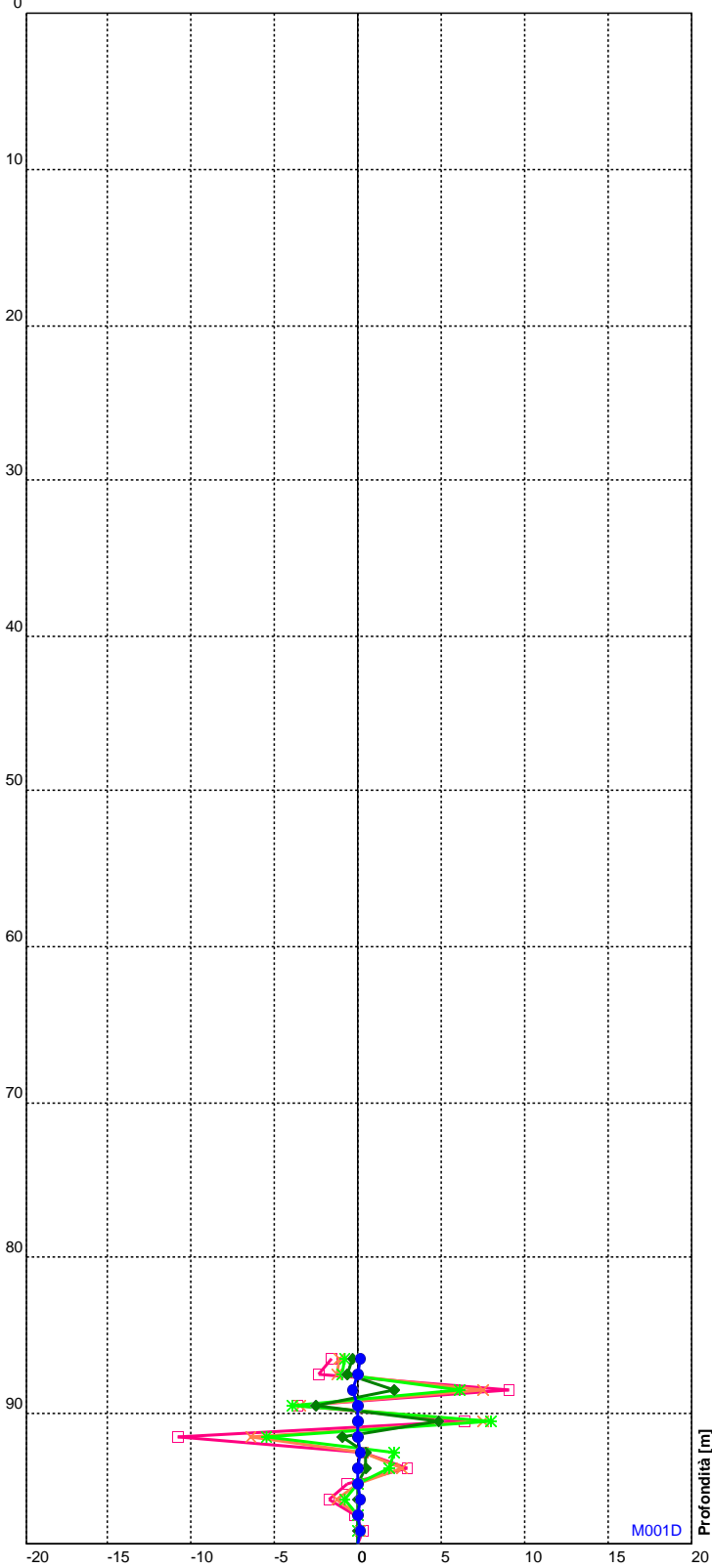
Modulo n.11 Inclinometro - Profondità da 86.5 mpc a 87.5 mpc



DMS VAO011-012-0914: Spostamento Nord - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 05/12/2016 00.04

Committente: Regione Autonoma della Valle d'Aosta
 Sito: Chervaz
 Progetto: 1IMT+1IUT250+10IT+86.5EXT
 Intervallo di monitoraggio: 98.5 - 86.5 mpc
 Data di installazione: 30/09/2014
 Data di calibrazione: 30/12/1899 00.00
 Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

Note:



Prof. [m]	Spost. [mm]
86.5	-1.5
87.5	-2.4
88.5	9.1
89.5	-3.6
90.5	6.4
91.5	-10.8
92.5	0.2
93.5	3.0
94.5	-0.6
95.5	-1.7
96.5	-0.1
97.5	0.2

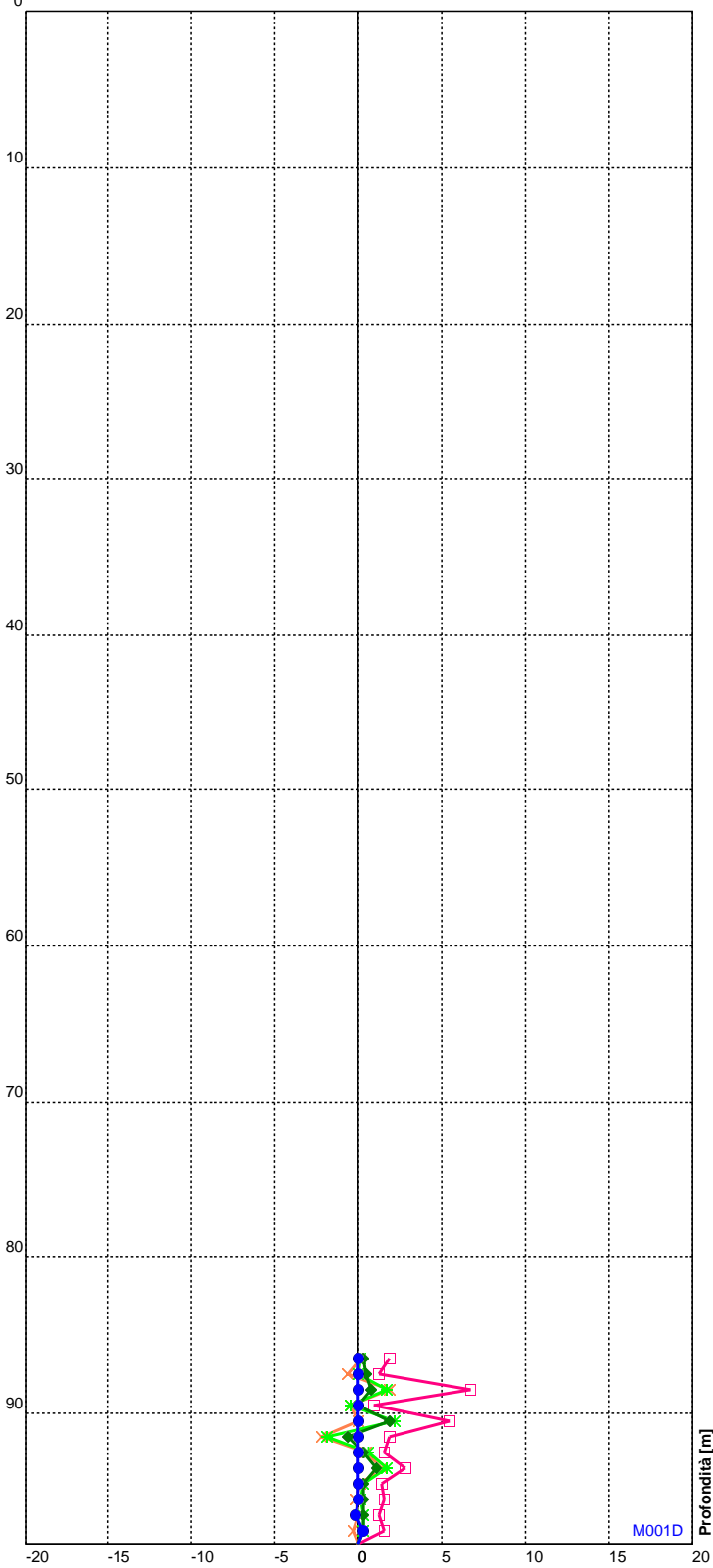
Spostamento [mm] --> N
 Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

Legenda:
 05 Dicembre 2016 00:04 — □ — 30 Settembre 2016 00:12 — × — 29 Giugno 2016 00:39 — * — 30 Marzo 2016 00:05 — ◆ —
 09 Gennaio 2016 00:47 — ● —

DMS VAO011-012-0914: Spostamento Est - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 05/12/2016 00.04

Committente: Regione Autonoma della Valle d'Aosta
 Sito: Chervaz
 Progetto: 1IMT+1IUT250+10IT+86.5EXT
 Intervallo di monitoraggio: 98.5 - 86.5 mpc
 Data di installazione: 30/09/2014
 Data di calibrazione: 30/12/1899 00.00
 Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

Note:



Prof. [m]	Spost. [mm]
86.5	1.8
87.5	1.2
88.5	6.8
89.5	1.0
90.5	5.5
91.5	1.9
92.5	1.6
93.5	2.8
94.5	1.4
95.5	1.6
96.5	1.2
97.5	1.6

Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

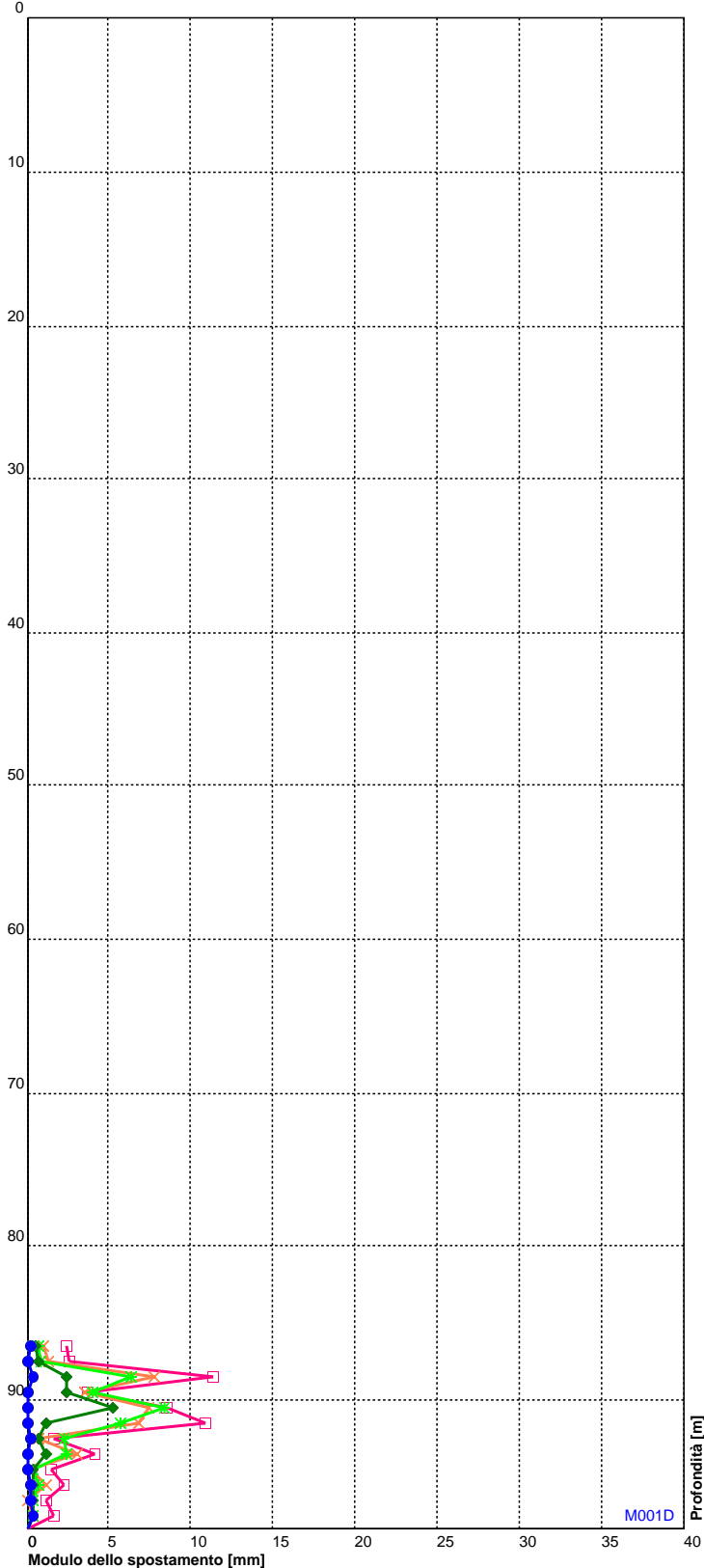
Legenda:

- 05 Dicembre 2016 00:04 —□—
- 30 Settembre 2016 00:12 —x—
- 29 Giugno 2016 00:39 —*—
- 30 Marzo 2016 00:05 —◆—
- 09 Gennaio 2016 00:47 —●—

DMS VAO011-012-0914: Modulo dello spostamento - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 05/12/2016 00.04

Committente: Regione Autonoma della Valle d'Aosta
 Sito: Chervaz
 Progetto: 1IMT+1IUT250+10IT+86.5EXT
 Intervallo di monitoraggio: 98.5 - 86.5 mpc
 Data di installazione: 30/09/2014
 Data di calibrazione: 30/12/1899 00.00
 Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

Note:



Prof. [m]	Spost. [mm]
86.5	2.4
87.5	2.7
88.5	11.4
89.5	3.7
90.5	8.5
91.5	11.0
92.5	1.6
93.5	4.1
94.5	1.5
95.5	2.3
96.5	1.2
97.5	1.6

Modulo dello spostamento [mm]

Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

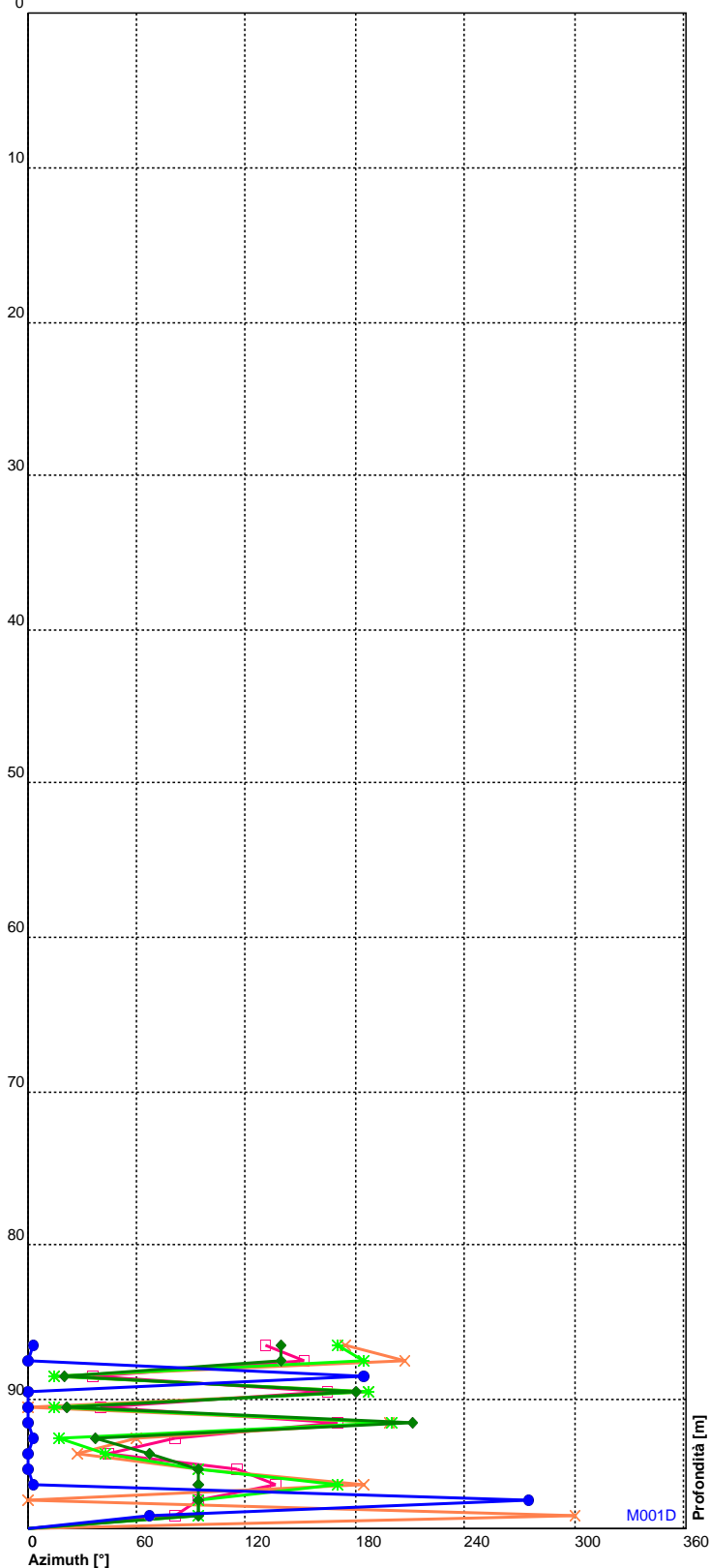
Legenda:

05 Dicembre 2016 00:04 — □ — 30 Settembre 2016 00:12 — × — 29 Giugno 2016 00:39 — * — 30 Marzo 2016 00:05 — ◆ —
 09 Gennaio 2016 00:47 — ● —

DMS VAO011-012-0914: Azimuth spostamento
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 05/12/2016 00.04

Committente: Regione Autonoma della Valle d'Aosta
 Sito: Chervaz
 Progetto: 1IMT+1IUT250+10IT+86.5EXT
 Intervallo di monitoraggio: 98.5 - 86.5 mpc
 Data di installazione: 30/09/2014
 Data di calibrazione: 30/12/1899 00.00
 Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

Note:



Prof. [m]	Azimuth [°]
86.5	130.0
87.5	152.4
88.5	36.5
89.5	164.7
90.5	40.6
91.5	170.2
92.5	81.5
93.5	43.8
94.5	114.6
95.5	136.0
96.5	94.0
97.5	81.5

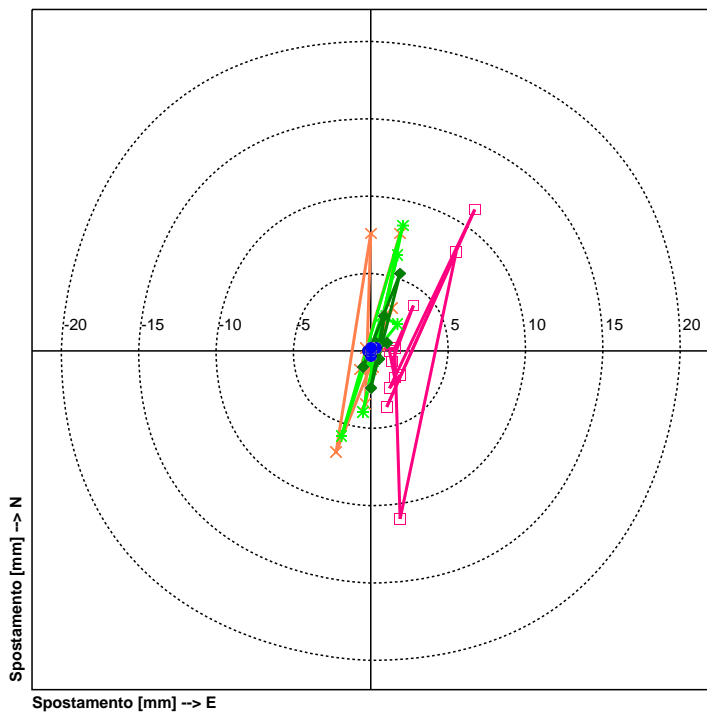
Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

Legenda:

- 05 Dicembre 2016 00:04 ———— □ ———— 30 Settembre 2016 00:12 ———— × ———— 29 Giugno 2016 00:39 ———— * ———— 30 Marzo 2016 00:05 ———— ◆ ————
- 09 Gennaio 2016 00:47 ———— ● ————

DMS VAO011-012-0914: Diagramma polare - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 05/12/2016 00.04

Committente: Regione Autonoma della Valle d'Aosta
 Sito: Chervaz
 Progetto: 1IMT+1IUT250+10IT+86.5EXT
 Intervallo di monitoraggio: 98.5 - 86.5 mpc
 Data di installazione: 30/09/2014
 Data di calibrazione: 30/12/1899 00.00
 Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55
 Note:



Est [mm]	Nord [mm]
1.8	-1.5
1.2	-2.4
6.8	9.1
1.0	-3.6
5.5	6.4
1.9	-10.8
1.6	0.2
2.8	3.0
1.4	-0.6
1.6	-1.7
1.2	-0.1
1.6	0.2

I valori sono ordinati dalla profondità minore alla maggiore

Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

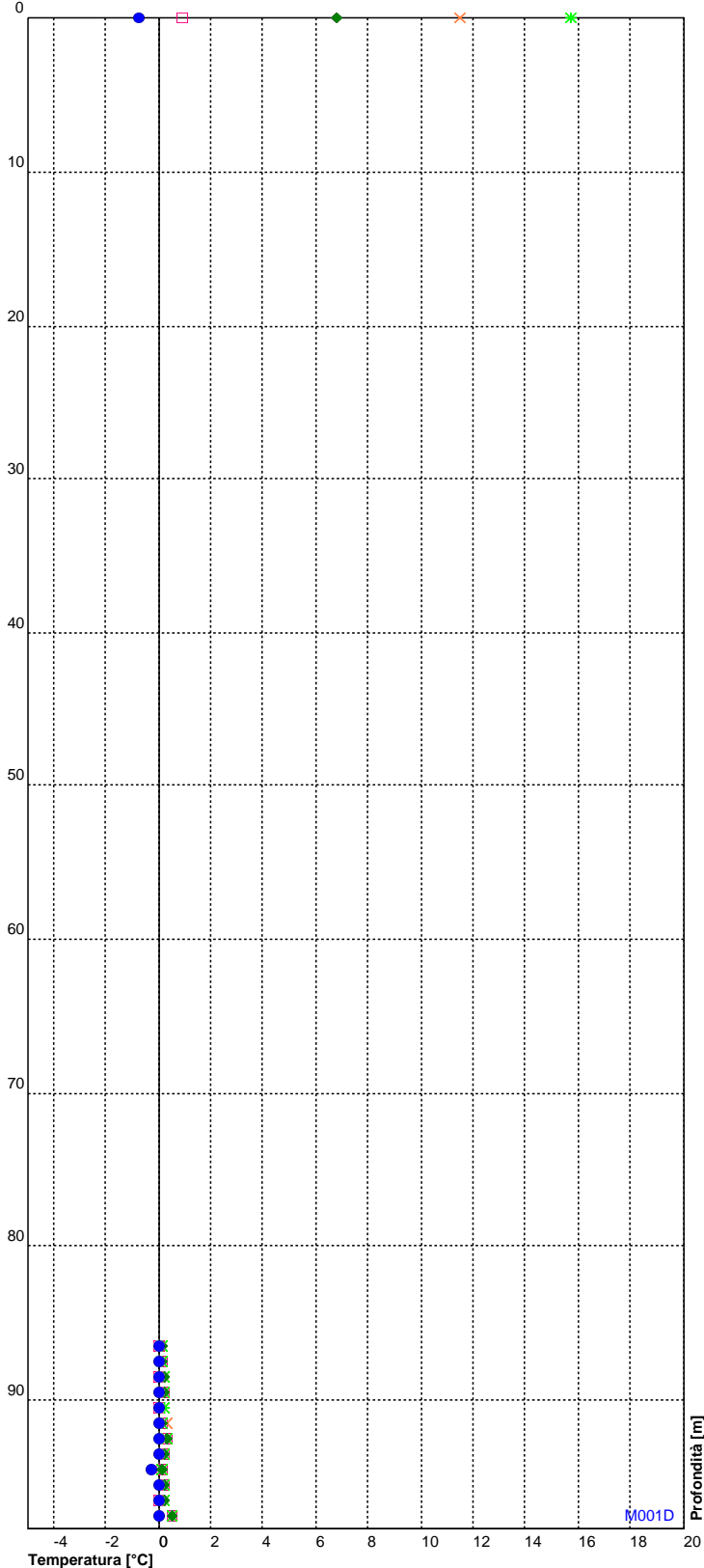
Legenda:

05 Dicembre 2016 00:04 — □ — 30 Settembre 2016 00:12 — × — 29 Giugno 2016 00:39 — * — 30 Marzo 2016 00:05 — ◆ —
 09 Gennaio 2016 00:47 — ● —

DMS VAO011-012-0914: Temperatura
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 05/12/2016 00.04

Committente: Regione Autonoma della Valle d'Aosta
 Sito: Chervaz
 Progetto: 1IMT+1IUT250+10IT+86.5EXT
 Intervallo di monitoraggio: 98.5 - 86.5 mpc
 Data di installazione: 30/09/2014
 Data di calibrazione: 30/12/1899 00.00
 Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

Note:



Prof. [m]	Temper. [°]
0.0	0.9
86.5	0.0
87.5	0.1
88.5	0.0
89.5	0.2
90.5	0.0
91.5	0.1
92.5	0.3
93.5	0.2
94.5	0.1
95.5	0.2
96.5	0.0
97.5	0.5

Temperatura [°C]
 Data allineamento: 10 Gennaio 2016 00:55

Legenda:
 05 Dicembre 2016 00:04 — □ — 30 Settembre 2016 00:12 — × — 29 Giugno 2016 00:39 — * — 30 Marzo 2016 00:05 — ◆ —
 09 Gennaio 2016 00:47 — ● —

Région Autonome
Vallée d'Aoste



Regione Autonoma
Valle d'Aosta

**Relazione di commento ai dati di monitoraggio della
frana di Citrin in Comune di Saint-Rhémy-en-Bosses**

Periodo: 01/01/2016 – 31/12/2016

Il sistema di monitoraggio della frana di Citrin è attualmente così composto:

1. una sezione per la misura in tempo reale degli spostamenti, con trasmissione dei dati via radio al centro di acquisizione, posto presso gli uffici della Protezione Civile, che consente di tenere sotto controllo la fessura perimetrale mediante impiego di tre estensimetri a filo;
2. una rete di capisaldi topografici distribuiti sul settore di versante interessato dal fenomeno gravitativo, la cui posizione viene determinata con strumentazione GPS, che consente la misura degli spostamenti superficiali nelle tre direzioni con elevata precisione e quindi l'integrazione delle informazioni puntuali fornite dagli estensimetri;
3. una sezione meteorologica costituita da un pluviometro, da un termometro, da un barometro, da un igrometro, da un nivometro e da un gonio-anemometro automatizzati con invio dei dati di piovosità, temperatura, pressione atmosferica, umidità relativa, altezza della neve e direzione e intensità vento, insieme con i dati estensimetrici, al centro di acquisizione sfruttando la dorsale radio a microonde della Protezione Civile.

La posizione della strumentazione di monitoraggio è riportata nella figura n. 2.

La presente relazione contiene un commento sintetico ai dati che il sistema di monitoraggio ha rilevato durante l'anno 2016. I dati, opportunamente elaborati ed interpretati, sono riportati nei grafici allegati che riguardano l'andamento della temperatura, della pioggia cumulata e i dati di spostamento dei tre estensimetri.

I dati meteo ed estensimetrici sono stati acquisiti con frequenza oraria. Come per gli anni passati, la funzionalità dell'acquisizione dei dati estensimetrici è stata fortemente condizionata dalla copertura nevosa e da guasti, che di fatto ne hanno limitato la continuità al solo periodo agosto – novembre. Infatti, da un lato l'accumulo nevoso permane sul sito di frana per circa sette mesi, compromettendo il corretto funzionamento degli estensimetri che vengono normalmente ripristinati in occasione della prima manutenzione ordinaria al sistema di monitoraggio, svoltasi il 10-08-2016. Dall'altro, il sito è soggetto a frequenti episodi di caduta massi che tranciano i cavi elettrici di collegamento tra la stazione di acquisizione e i sensori in frana, interrompendo di fatto la trasmissione dei dati. Dalla manutenzione generale annuale del 2013 si è iniziato ad eseguire anche una misurazione manuale degli spostamenti lungo il cavo estensimetrico, in modo da avere un controllo nel caso di tranciamento dello stesso. Grazie a tali misure, si è verificato che i tre punti di misura (E1, E2 ed E3) non hanno registrato spostamenti durante l'intero anno.

L'analisi dei dati di precipitazione viene usualmente confrontato a partire dal 15 giugno di ogni anno (per omogeneità con le serie storiche della stazione di Citrin), fino al 31 dicembre. Nel 2016 si è registrato dal 15/06/2016 al 31/12/2016 un quantitativo di precipitazioni pari a 360 mm; dal confronto con i valori di pioggia cumulata degli anni precedenti (erano 531 nel 2011, 577.6 nel 2012, 564.4 mm nel 2014 e 411.7 mm nel 2015) emerge che nel 2016 le precipitazioni sono state inferiori. Evidentemente tale valore non tiene

conto del quantitativo di neve caduta essendo il pluviometro non riscaldato, né del periodo di interruzione delle misure o di non affidabilità delle stesse. Tuttavia, poiché in occasione della manutenzione il pluviometro è risultato funzionante (ma non si hanno notizie riguardanti l'affidabilità delle misure), si riporta il valore complessivo misurato a partire dal 01/01/2016, pari a 670 mm, che risulta comunque inferiore rispetto al quantitativo 2015 (812 mm). Si sottolinea per completezza d'informazione che nel 2013 il pluviometro non registrò correttamente i dati a causa di un problema di usura del sensore elettro – magnetico sulla bascula. Pertanto si rese necessario provvedere alla sua sostituzione (il giorno 19/07/2013).

Per quanto riguarda il dato estensimetrico, i sensori, seppur con notevoli problemi di funzionamento, hanno nel complesso rilevato movimenti minimi del corpo di frana, a partire dal giorno in cui sono stati oggetto di manutenzione e ripristino: solo il grafico dell'E1 denota un andamento particolare con un allungamento marcato a partire dall'inizio del mese di ottobre riconducibile a errore strumentale e/o legato a fattori esterni di disturbo (temperatura, condizioni meteorologiche, caduta massi, eccetera). Proprio per questo motivo si sottolinea che anche per quanto riguarda l'E2 i valori misurati sono attendibili solo a partire dalla seconda metà del mese di agosto, dopo che lo strumento è stato oggetto di un intervento di manutenzione programmata. Considerato tuttavia che l'entità dello spostamento verificato con una misura manuale (Cfr. Tabella n. 1 e grafici allegati), è estremamente contenuto (<cm), si ritiene che la variabilità delle misure sia paragonabile con l'errore strumentale.

Strumento	Spostamento
E1	<2 mm
E2	<1 mm
E3	<1 mm

Tabella n. 1

Per quanto concerne infine la campagna di letture della rete GPS manuale, costituita da sei vertici distribuiti nell'area in frana e da due punti esterni di riferimento posti sulla cresta che sovrasta il settore di versante instabile, si fa presente che nel corso dell'anno 2016 la Struttura Attività Geologiche ha acquistato n. 4 antenne R10 Trimble al fine di rendersi totalmente indipendente nell'esecuzione delle campagne di misura GNSS sulla rete di capisaldi sopraccitati, rispetto a quanto avveniva negli anni passati ove le misure venivano effettuate da società esterne.

A tal riguardo si sottolinea che proprio nel 2016 sono stati eseguiti dei test interni al fine di verificare la validità delle misure eseguite in sito con la nuova strumentazione senza produrre una pubblicazione dei dati verso l'esterno. Pertanto il 2016 è da considerarsi come un anno interlocutorio di studio.

A partire dal 2017 i risultati della campagna di misure GNSS verranno nuovamente resi disponibili e pubblicati sui report annuali.

Si ricorda che durante l'estate e l'autunno 2015 si svolsero, a cura di Resolving Srl, spin-off del Politecnico di Torino, due campagne di monitoraggio discontinuo con interferometria SAR da terra, volte a fare un approfondimento areale sull'intero corpo di frana, in particolare per studiare eventuali zone in movimento non coperte dall'attuale sistema di monitoraggio.

I risultati delle due campagne vennero riassunti nei seguenti elaborati grafici:

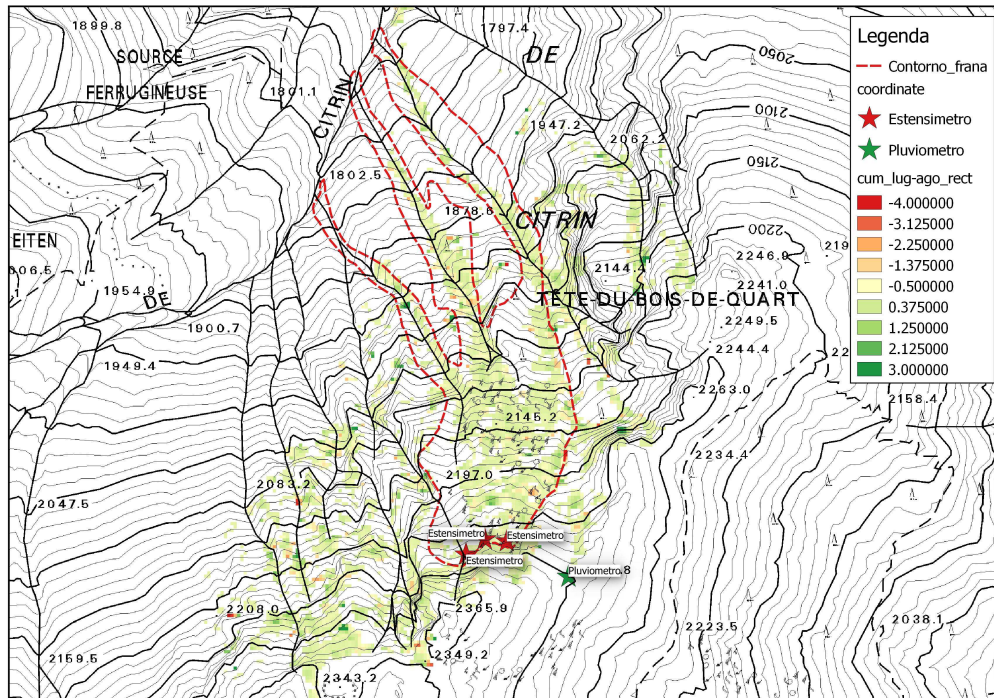


Figura n. 2: Analisi GInSAR campagna di luglio – agosto 2015

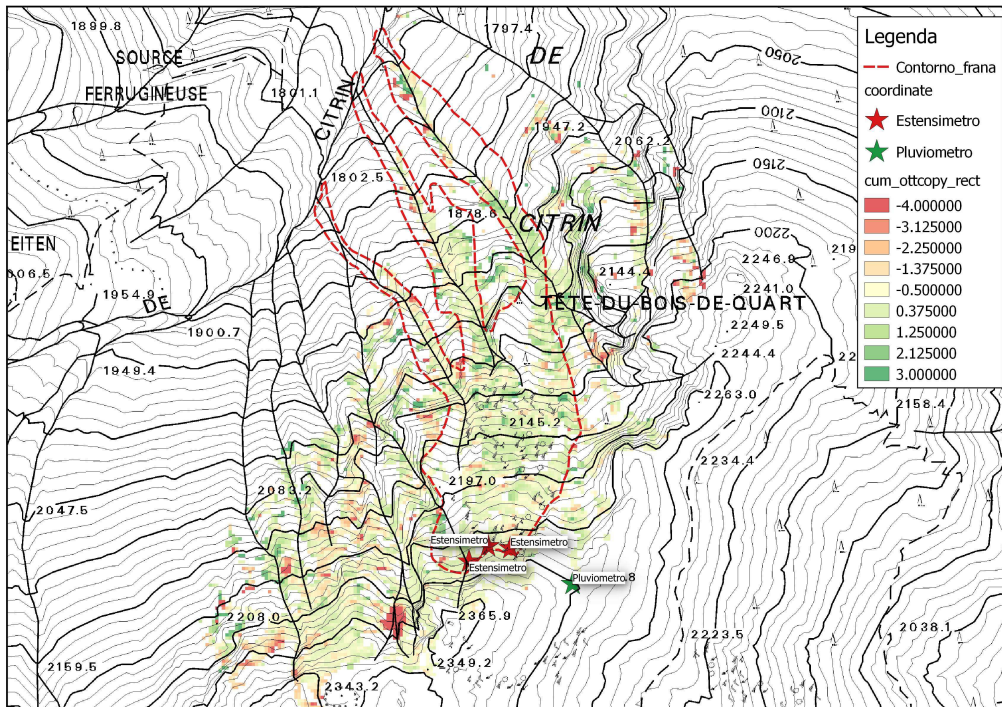


Figura n. 3: Analisi GBInSAR campagna di ottobre 2015

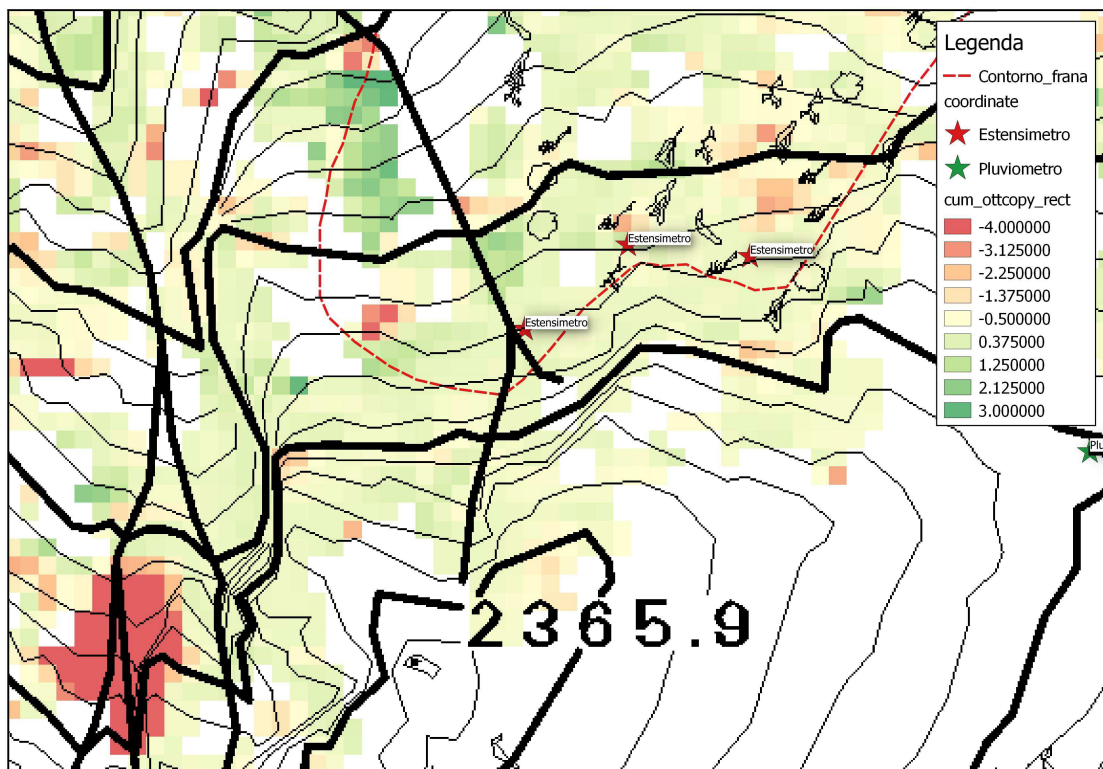


Figura n. 4: Analisi GBInSAR campagna di ottobre 2015

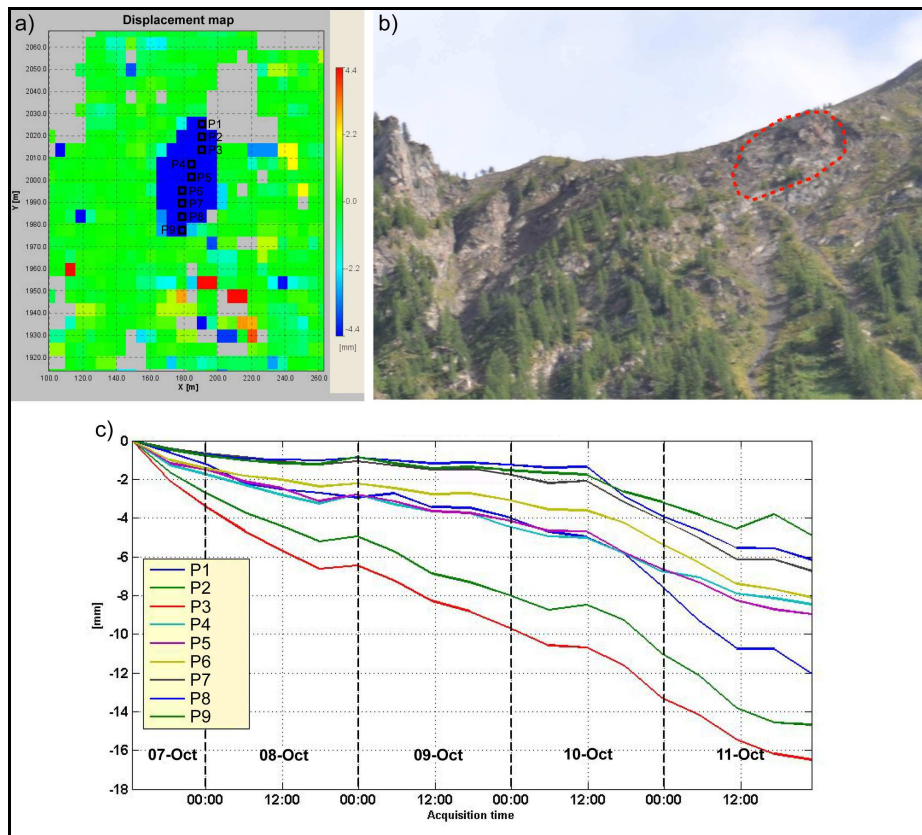


Figura n. 5: Analisi punti virtuali GBInSAR campagna di ottobre 2015

Grazie alle presenti misure, fu possibile verificare la presenza di un settore instabile, esterno all'area in frana, che aveva subito un movimento fino a circa 16 mm in circa 4 giorni. Tale spostamento si manifestò esclusivamente durante la seconda campagna autunnale.

Si sottolinea che a seguito di tali campagne di misura, nel mese di aprile 2017 è stato pubblicato un articolo scientifico a cura dell'Ing. Marco Barla, Ing. Francesco Antolini, Geol. Davide Bertolo, Ing. Patrick Thuegaz, Ing. Davide D'Aria e Ing. Giovanni Amoroso dal titolo "*Remote monitoring of the Comba Citrin landslide using discontinuous GBInSAR campaigns*", nel quale è stata presentata l'attività svolta e sono stati illustrati i risultati scaturiti dalla campagna di misure GBInSAR effettuate sulla frana nel sopraccitato periodo.

Dal punto di vista della coerenza tra quanto registrato dalla strumentazione del sistema di monitoraggio in continuo e i movimenti registrati dal Radar, si può notare come vi sia coerenza puntuale nel settore monitorato dagli strumenti, ma esistono varie aree, più o meno diffuse con tassi di spostamento superficiale registrati di alcuni mm. Inoltre, nel periodo della campagna autunnale si è registrata anche una precipitazione pregressa che potrebbe aver causato un rilassamento dell'ammasso roccioso sotto esame.

Superamento valori soglia strumentali

Durante tutto il 2016, non si sono verificati eventi tali da comportare il superamento dei valori soglia strumentali utilizzati ai fini dell'applicazione delle procedure di Protezione Civile.

IL TECNICO
- Ing. Patrick THUEGAZ -

- Dott. Geol. Andrea GIORGI -

Geol. Andrea Giorgi
Isc. Albo Geol. della
VALLE D'AOSTA
n. 57

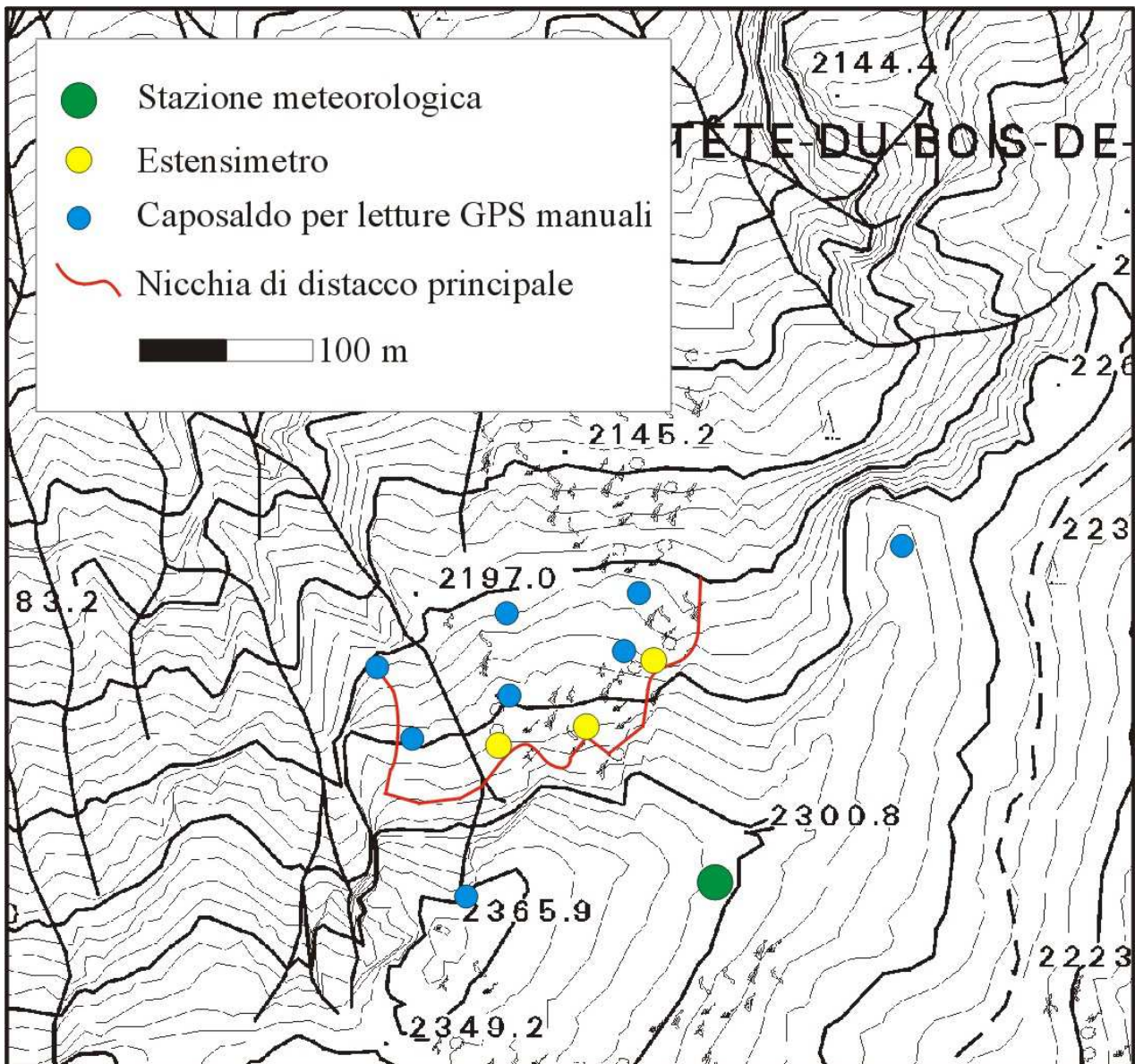
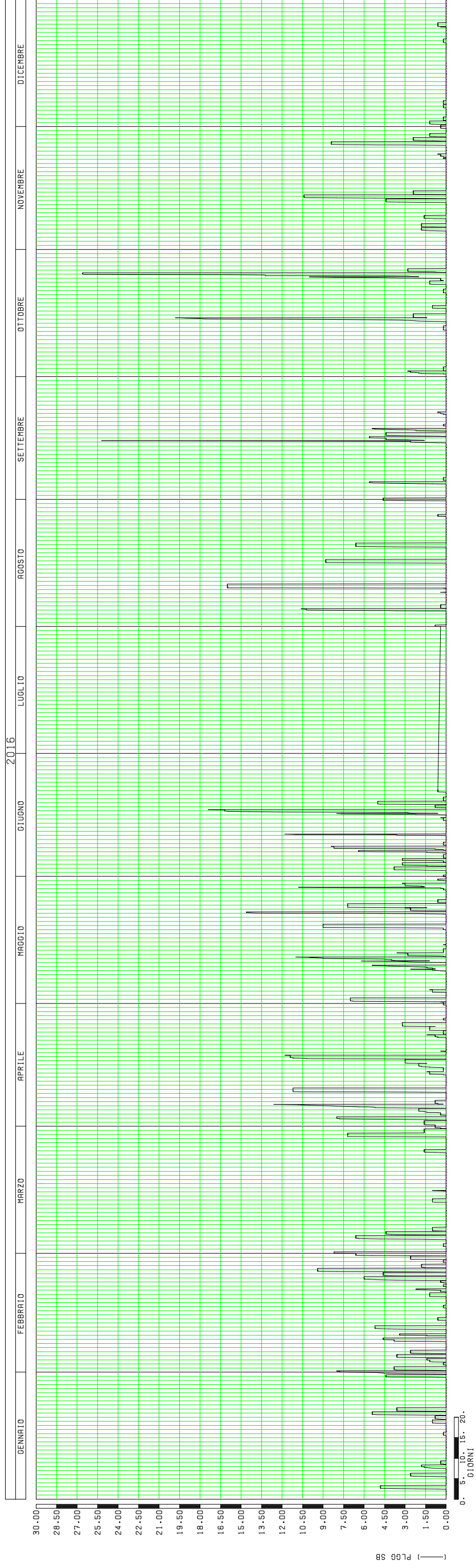


Figura. n. 2: stralcio planimetrico con indicazione delle stazioni di misura

CITRIN

Pioggia 99 2016



Région Autonome
Vallée d'Aoste



Regione Autonoma
Valle d'Aosta

**Relazione di commento ai dati di monitoraggio della
frana di Vollein
Comuni di Quart e Nus**

Periodo: 01/01/2016 – 31/12/2016

L'evoluzione morfo-cinematica del fenomeno franoso di Vollein, in Comune di Quart è controllata da un sistema di monitoraggio costituito da:

1. n. 1 stazione totale automatica mod. Leica TM30 e sistema di acquisizione e trasmissione dati installata il 01.06.2011 e ubicata presso la loc. Petit-Fénis, in Comune di Nus;
2. n. 15 prismi, di cui 11 disposti sul corpo di frana e 4 esterni al fenomeno franoso e utilizzati come punti fissi di riferimento.
3. n. 9 capisaldi GPS a lettura manuale con funzione di taratura del sistema topografico e di integrazione del medesimo.
4. n. 1 stazione meteo costituita da un pluviometro riscaldato, un barometro, e un termoigrometro.
5. una stazione idrometrica per il controllo del battente d'acqua/portata del torrente Saint-Barthélemy, realizzata immediatamente a monte del corpo di frana, costituita da un sensore ad ultrasuoni posto su un'asta a sbalzo sul torrente e 2 piezometri a corda vibrante in pozzo (cfr foto 1).
6. nel mese di novembre 2008 è stata installata una fotocamera "Meteoeye" della Techcom s.r.l., montata sul palo a sbalzo vicino al sensore ad ultrasuoni, che permette di acquisire, con cadenza prestabilita, riprese fotografiche che inquadrano il torrente Saint-Barthélemy, da monte verso valle, nel tratto sotteso dalla frana (cfr foto 2).

La disposizione dei punti delle reti è riportata in fig. n. 1.

La stazione meteo è stata installata sul box contenente la stazione topografica.



Foto 1: Vista da valle verso monte della stazione idrometrica



Foto 2: Immagine scattata da "Meteoeye"

La presente relazione contiene un commento sintetico ai dati che il sistema di monitoraggio ha rilevato durante l'anno 2016. I dati, opportunamente elaborati ed interpretati, sono riportati nei grafici allegati e riguardano la variazione della distanza inclinata, espressa in metri, tra il teodolite motorizzato ubicato a Petit-Fénis e i punti posti sia in frana, sia al di fuori di questa.

Inoltre, ad integrazione dei dati topografici, sono stati altresì diagrammati i valori relativi alla temperatura e alla quantità di pioggia cumulata nel 2016, quest'ultimi comprensivi però anche della quota parte di neve che è caduta nello stesso periodo e comunque registrata, essendo il pluviometro riscaldato.

Infine, in questa relazione trovano spazio anche i dati delle altezze idrometriche (altezze della lama d'acqua) relative al torrente Saint-Barthélemy e registrate in corrispondenza della stazione idrometrica, confrontati con i dati della pioggia oraria rilevata presso la stazione meteo di Petit Fénis.

I dati topografici sono acquisiti con una frequenza pari a quattro ore, mentre i dati meteorologici sono acquisiti ogni ora e quelli idrometrici ogni trenta minuti.

Sulla frana di Vollein è presente anche una rete GPS a lettura manuale comprendente 8 vertici in frana, di cui 5 (VOL3, VOL4, VOL5, VOL6 e VOL7) distribuiti all'interno del settore di versante in movimento, tre posti sul medesimo versante in posizione esterna alla frana (VOL1, VOL2 e VOL9), che registrano il movimento della DGPV di Quart, all'interno della quale si sviluppa la frana. Il riferimento della rete (VOL8) è posto sul tetto del container che ospita la stazione topografica totale motorizzata installata per il monitoraggio continuo della frana.

Nella tabella n. 1, per ogni mira è stata riportata la variazione della distanza inclinata derivante dalla differenza del valore misurato al 31.12.2016 e quello corrispondente al 01.01.2016. Nell'interpretazione dei dati tabellati occorre tenere presente le seguenti considerazioni:

- I punti C1, C13, C14 e C15 esterni alla frana hanno registrato spostamenti in valore assoluto inferiori al centimetro o comunque che raggiungono al massimo il centimetro (movimenti legati agli spostamenti della DGPV del Monte Croce di Fana). La misura relativa a C14 risulta discontinua durante il periodo estivo, a causa della crescita arborea che copre la linea di vista.
- I punti in frana, contrassegnati con la lettera M, hanno subito un movimento verso il torrente compreso tra 0.46 e 1.38 cm.
- I punti M3 e M4 posizionati a controllo della casa di Hivaz continuano a registrare spostamenti concordi tra di loro, nel 2016 pari a 1,02 – 1,35 cm.

Tali valori di spostamento risultano in linea con quelli misurati nel 2015. Dai grafici si osserva inoltre che lo spostamento è concentrato essenzialmente nei primi sei mesi dell'anno, denotando l'influenza dell'acqua derivante dalla fusione della neve e dalle precipitazioni primaverili.

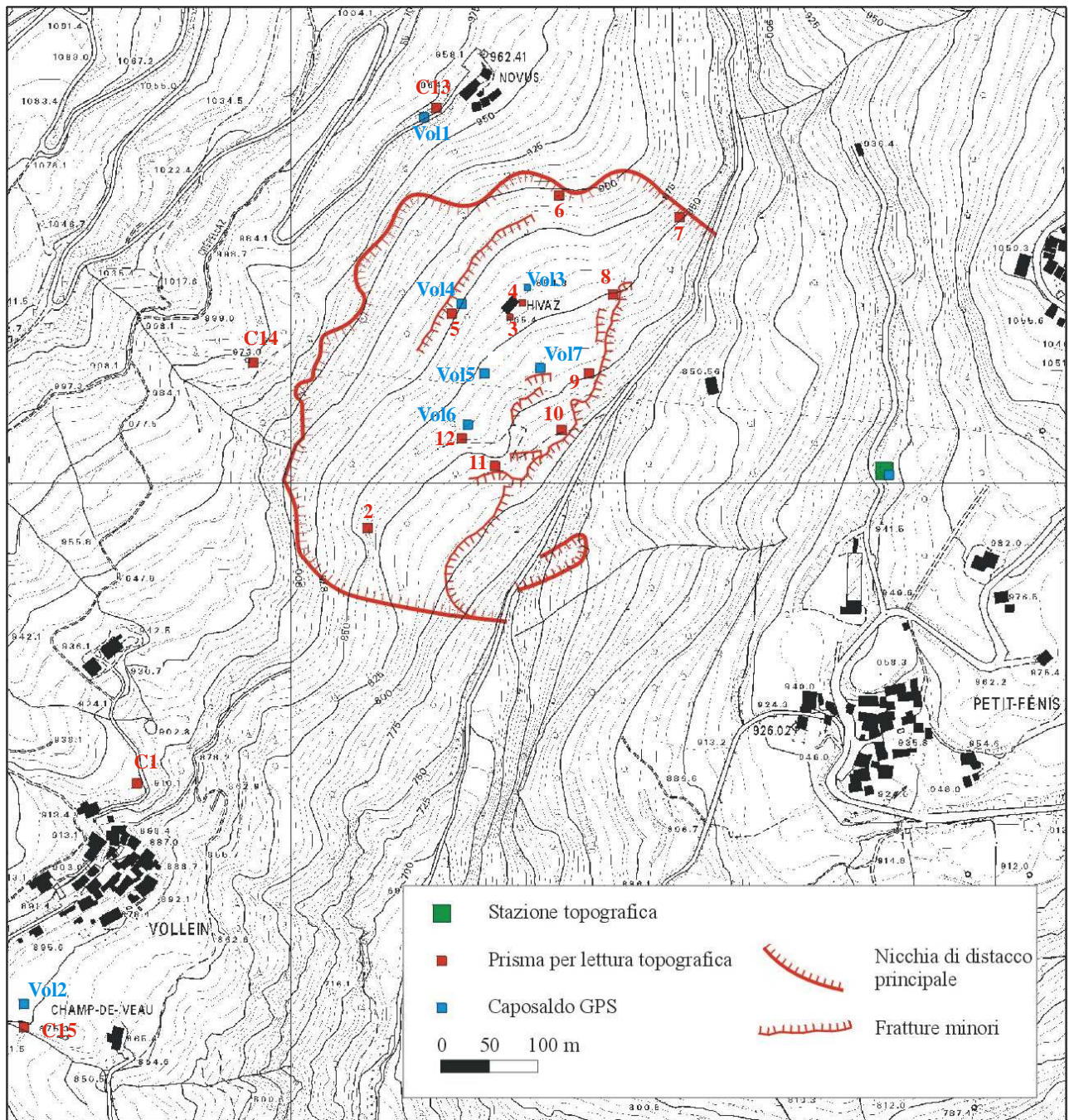


Figura n. 1: stralcio planimetrico con indicazione delle stazioni di misura

Punto	Delta dist. incl. (cm) Anno 2011	Delta dist. incl. (cm) Anno 2012	Delta dist. incl. (cm) Anno 2013	Delta dist. incl. (cm) Anno 2014	Delta dist. incl. (cm) Anno 2015	Delta dist. incl. (cm) Anno 2016
C1	-1.30	-0.1	-0.3	-0.6	-0.28	-0.40
C13	-0.70	-1.01	-1.0	-1.5	-0.98	-1.00
C14	---	-0.59	-0.8	-1.2	-0.62	-0.63
C15	-3.00	-0.02	+1.9	-1.6	-0.38	-0.90
M2	-2.60	-1.08	-1.62	-1.94	-	-1.20
M3	-2.10	-1.30	-1.62	-1.80	-1.29	-1.02
M4	-2.20	-1.36	-1.54	-1.99	-1.12	-1.35
M5	-2.10	-1.25	-1.22	-1.71	-	-0.71
M6	-2.20	-1.49	-1.64	-2.04	-	-
M7	-1.0	-0.32	-0.65	-0.74	-0.59	-0.46
M8	-0.90	-0.43	-0.53	-0.89	-0.52	-0.60
M9	-1.90	-1.35	-1.62	-1.90	-1.13	-1.10
M10	-1.70	-1.01	-1.38	-1.75	-1.02	-1.00
M11	-1.70	-1.06	-1.22	-2.03	-1.05	-1.06
M12	-2.00	-1.06	-1.54	-1.85	-1.07	-1.38

Tabella n. 1

Per quanto riguarda il dato di spostamento dei singoli punti in frana, i dati registrati nell'arco del 2016 rivelano che il comportamento evolutivo della frana non è caratterizzato da particolari accelerazioni.

In conclusione, non è possibile affermare che il corpo di frana si sia completamente stabilizzato anche perché, in maniera più o meno diretta, essendo lo stesso inserito nella DGPV della Croce di Fana, risente degli spostamenti propri di quest'ultima. Complessivamente, i dati raccolti durante il 2016 non evidenziano situazioni tali da far presupporre possibili collassi improvvisi del corpo di frana o di parte di esso.

In relazione ai dati della rete GPS relativa ai capisaldi manuali, si fa presente che nel corso dell'anno 2016 la Struttura Attività Geologiche ha acquistato n. 4 antenne R10 Trimble al fine di rendersi totalmente indipendente nell'esecuzione delle campagne di misura GNSS sulla rete di capisaldi sopraccitati, rispetto a quanto avveniva negli anni passati ove le misure venivano effettuate da società esterne.

A tal riguardo si sottolinea che proprio nel 2016 sono stati eseguiti dei test interni al fine di verificare la validità delle misure eseguite in sito con la nuova strumentazione senza produrre una pubblicazione dei dati verso l'esterno. Pertanto il 2016 è da considerarsi come un anno interlocutorio di studio.

A partire dal 2017 i risultati della campagna di misure GNNS verranno nuovamente resi disponibili e pubblicati sui report annuali.

Per quanto riguarda i **dati pluviometrici**, nel sito di Petit Féris sono stati complessivamente registrati, per tutto il 2016, 590 mm di pioggia, con una concentrazione maggiore nei mesi di maggio, giugno e novembre.

Analizzando il **dato idrometrico**, si nota che l'innalzamento del livello avviene in concomitanza dello scioglimento primaverile (in particolare nei mesi di maggio-giugno) delle nevi del bacino di alimentazione del vallone di Saint-Barthelemy, e da precipitazioni di novembre, coerentemente con alcuni picchi delle precipitazioni giornaliere del grafico delle precipitazioni.

I dati delle sonde di livello, inserite a lato della soglia idrometrica, sono inficiati dal fatto che il pozzetto nel quale sono inseriti si interrisce con una relativa velocità, e pertanto gli strumenti tendono a danneggiarsi o misurare valori elettrici non corrispondenti alla realtà. Durante il 2016, tuttavia, essi hanno dato una buona misura, comparabile qualitativamente con il dato dell'idrometro.

Superamento valori soglia strumentali

Durante il 2016, il sistema di monitoraggio non ha registrato alcun evento tale da comportare il superamento dei valori soglia strumentali utilizzati ai fini dell'applicazione delle procedure di Protezione Civile.

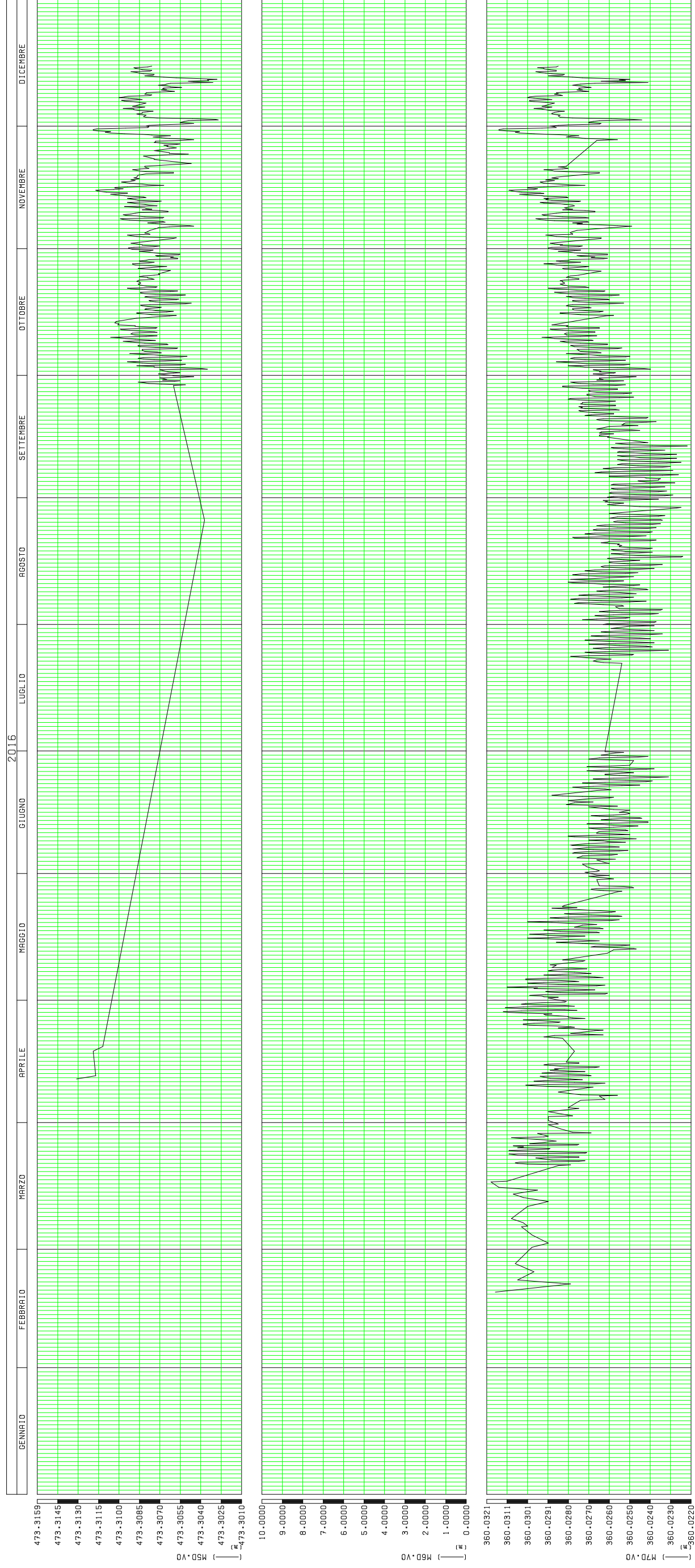
- Ing. Patrick THUEGAZ –

- Geol. Andrea GIORGI –

Geol. Andrea GIORGI
Isc. Albo Geol. della
VALLE D'AOSTA
n. 57

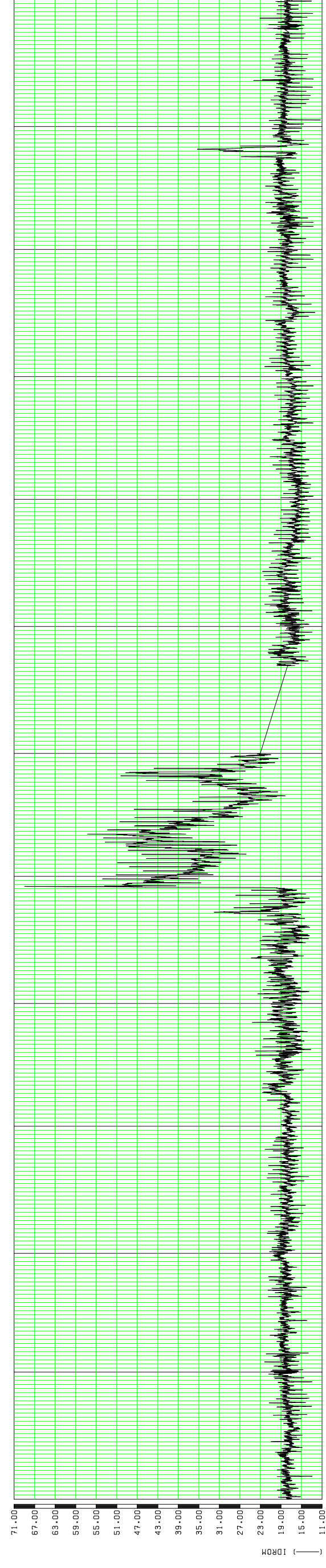
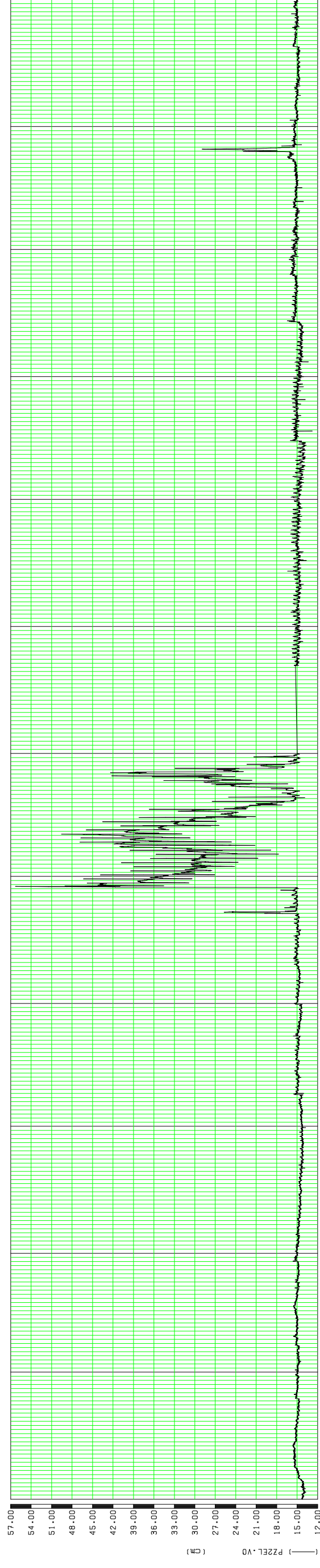
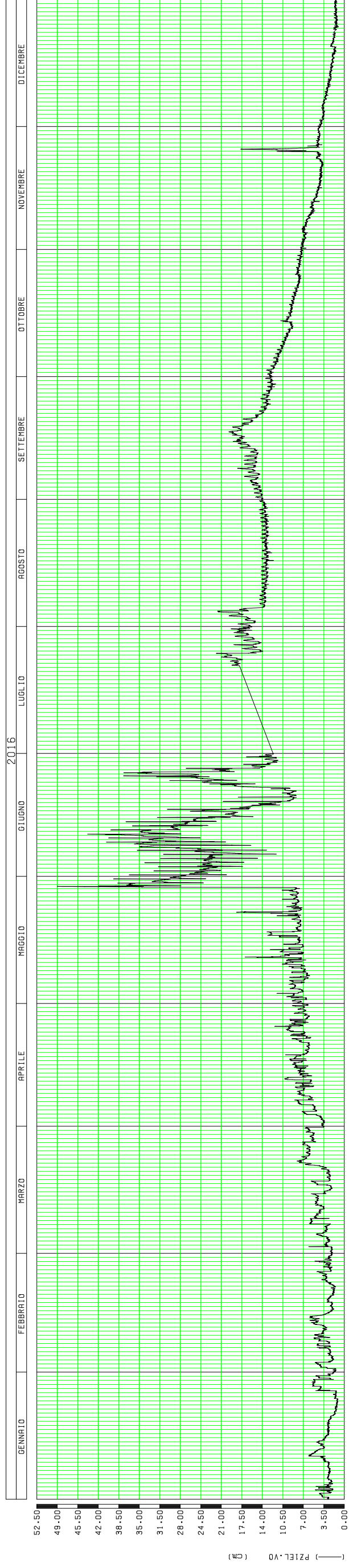
Vollein

Dist.inc. 16 M5-6-7



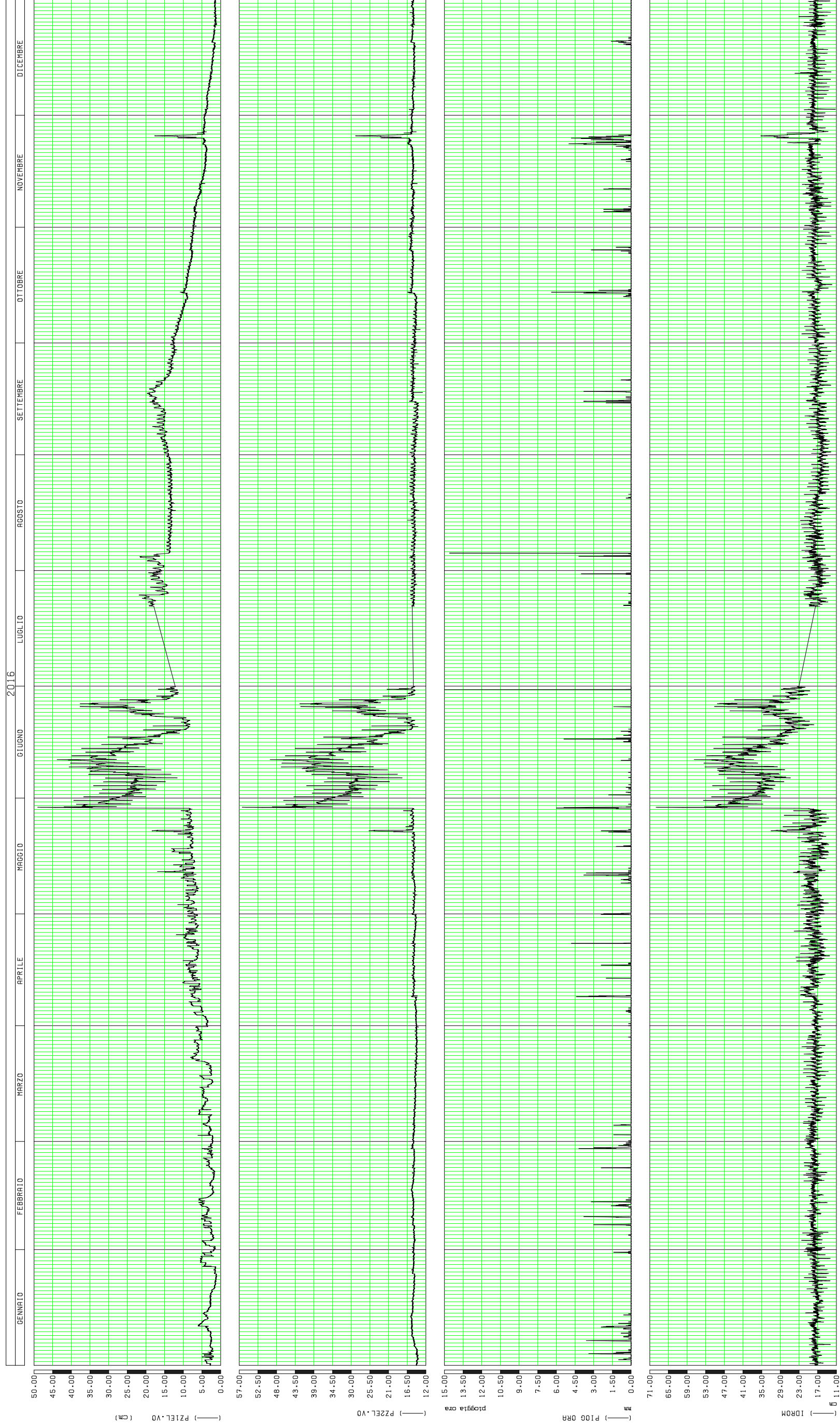
Vollein 2016

Piezometri



Vollein 2016

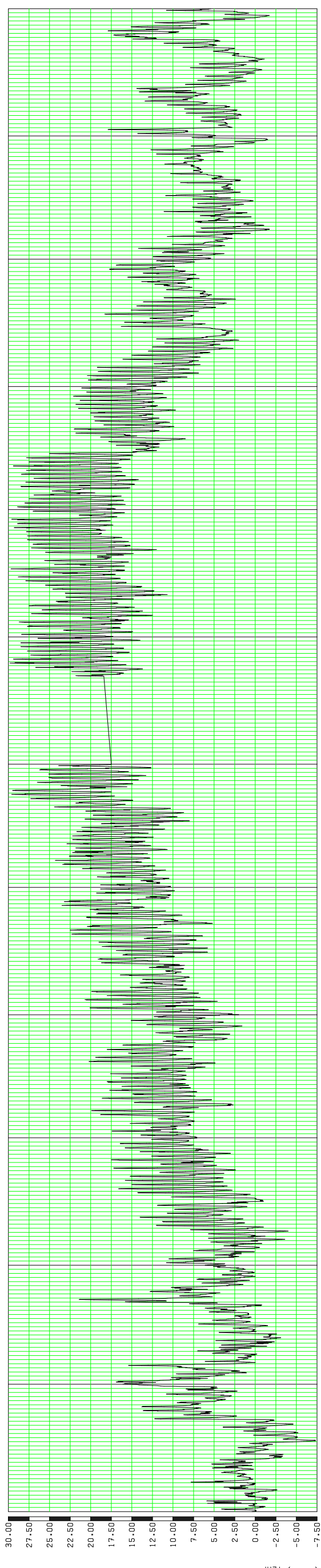
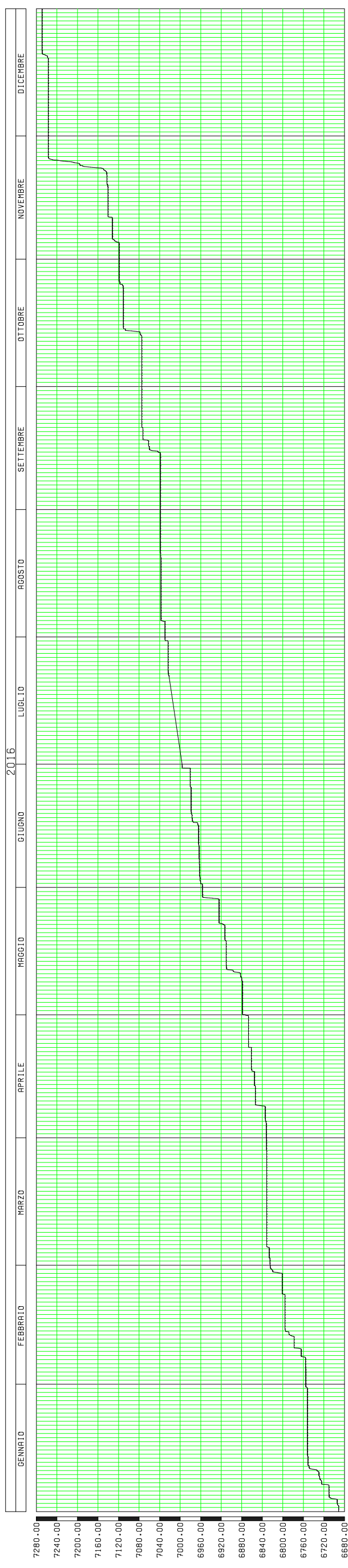
Piez-Plog/gg



GIORNI

Vollein 2016

Pioggia Cum. Temperat



Vollein 2016

Punti rif. dist. inc

