

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: 01/01/2015 – 31/12/2015

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

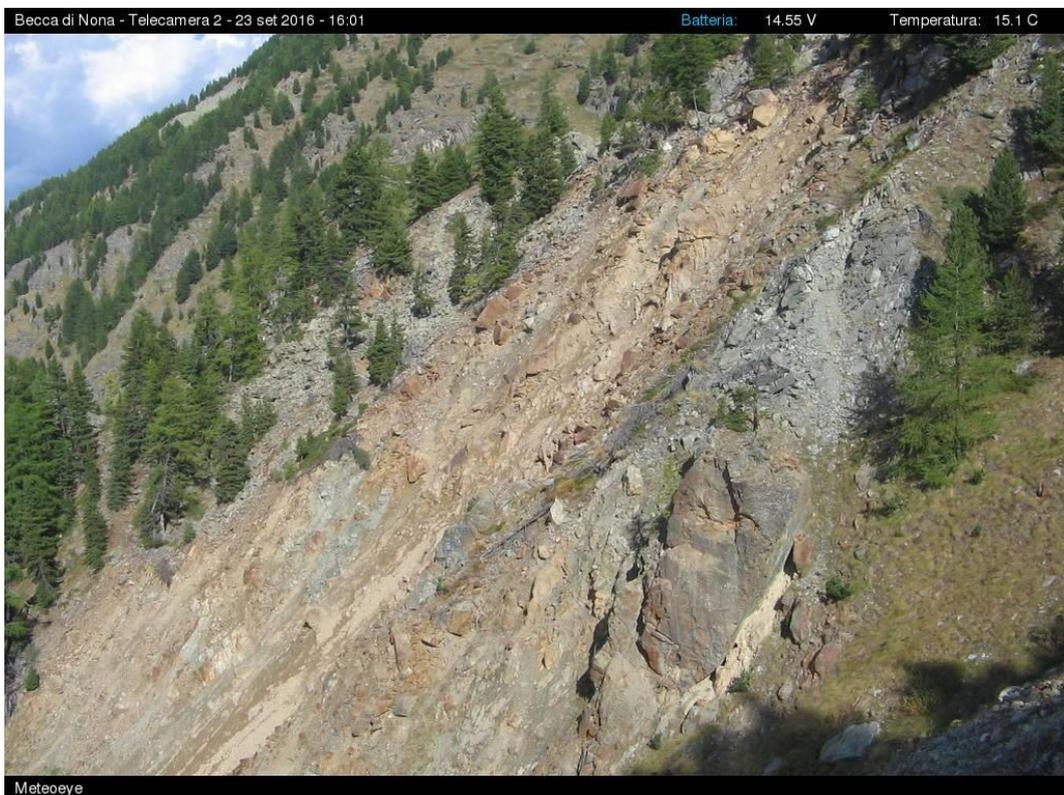


Foto 2: Vista laterale della parte sommitale del canale sinistro

La presente relazione contiene un commento sintetico ai dati che il sistema di monitoraggio ha rilevato durante l'anno 2015. 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, delle due stazioni GPS automatiche e dei capisaldi topografici rilevati mediante lettura GPS manuale.

I dati meteo ed estensimetrici sono acquisiti con frequenza oraria. I dati estensimetrici sono graficati a partire dal 14 luglio, 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.

La manutenzione ordinaria programmata prevede interventi generalizzati in quanto, nel periodo invernale, tipicamente in corrispondenza dei mesi di novembre-dicembre, 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 a partire dall'intervento di manutenzione nel mese di luglio; dal 14/07/2015 al 31/12/2015 i dati registrati indicano complessivamente 439.1 mm di pioggia. 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 01/01/2015, pari a 879.2mm. Il valore totale di precipitazione, se confrontato con il valore totale del 2014 (871.29 mm), permette di valutare in modo molto positivo il fatto che lo strumento ha funzionato correttamente per gli interi anni 2014 e 2015.

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 quindicina 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 2015 gli estensimetri posti a cavallo della frattura perimetrale, hanno registrato un modesto valore di spostamento del corpo di frana nel periodo

compreso tra il giorno della manutenzione ordinaria (14 luglio) e fine dicembre. In particolare, nel suddetto periodo (escludendo pertanto i mesi in cui l'allungamento degli estensimetri è dovuto al manto nevoso) gli estensimetri hanno registrato i seguenti spostamenti: E1= 10,3 mm; E2= 0,1 mm; E3= 7,95 mm; E4= 15,52 mm. Ipotizzando invece che lo strumento abbia correttamente registrato per un periodo più lungo dell'anno, verificato che non vi sono andamenti anomali nella stagione invernale, si può concludere che lo spostamento con una base temporale più ampia sia pari a:

Estens.	Periodo di riferimento	Spostamento	Periodo di riferimento	Spostamento
E1	14/07/2015 – 31/12/2015	10,3 mm	14/07/2015 – 31/12/2015	10,3 mm
E2	14/07/2015 – 31/12/2015	0,1 mm	01/01/2015 – 28/06/2015	5,8 mm
E3	14/07/2015 – 31/12/2015	7,95 mm	05/07/2015 – 31/12/2015	8,17 mm
E4	14/07/2015 – 31/12/2015	15,52 mm	01/01/2015 – 31/12/2015	18,18 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 2015, 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 31/12/2015. 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'estrapolazione è stata eseguita a partire dal 01/05/2014, mentre per il GPS3 il calcolo è stato eseguito a partire dal 15/05/2014; 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	$y = 0,0008m + 0,0355m / anno * x$	+3,55	5,84
E	$y = 0,0069m - 0,0250m / anno * x$	-2,50	
Q	$y = -0,0150m - 0,0335m / anno * x$	-3,35	

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	$y = 0,0106m + 0,0076m / \text{anno} * x$	+0,76	2,96
E	$y = 0,0019m + 0,0041m / \text{anno} * x$	0,41	
Q	$y = -0,0125m - 0,0282m / \text{anno} * x$	-2,82	

Tabella n. 3

I valori indicano che la stazione GPS2 si è spostata complessivamente di 4,34 cm verso NW e si è abbassata di 3,35 cm. La stazione GPS3 ha registrato uno spostamento planimetrico di 0,86 cm verso NE (in linea con l'anno 2014) e si è abbassata di 2,82 cm.

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.

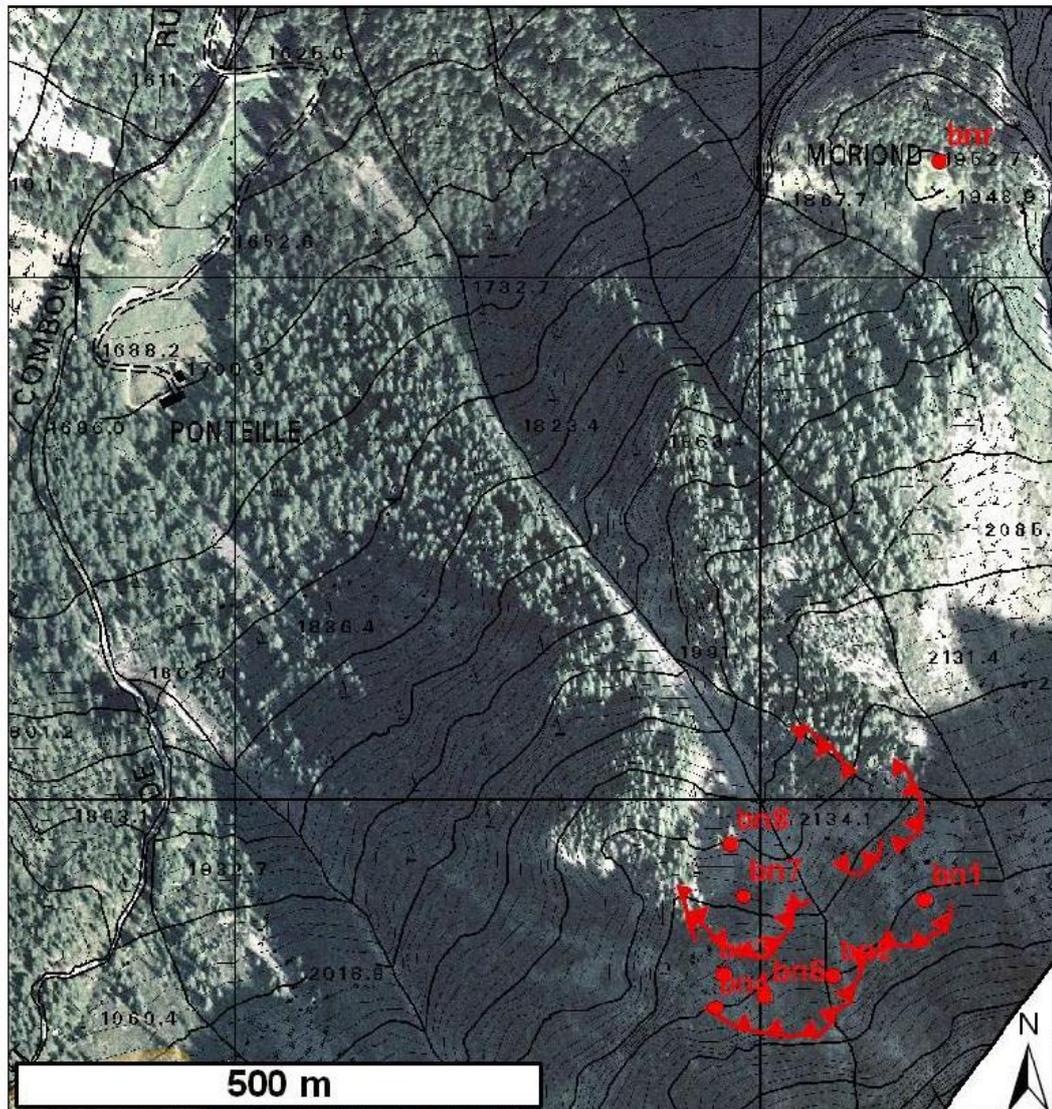


Figura n. 1: Stralcio planimetrico con indicazione delle stazioni di misura

I risultati della campagna di rilievo della rete di capisaldi GPS a lettura manuale eseguita il 12/10/2015 hanno evidenziato che le velocità 2D (in mm/a) dei diversi capisaldi sono globalmente inferiori a 20 mm/a.

La tabella n. 3 riporta gli spostamenti registrati nell'arco di tempo 23/10/2014 – 12/10/2015 dei capisaldi della rete GPS a lettura manuale, i cui vettori di spostamento sono riportati nella Figura n. 3.

Per quanto concerne le componenti Nord e Est, a valore positivo corrisponde uno spostamento nella direzione di riferimento, al valore negativo corrisponde uno spostamento nella direzione opposta; valori negativi riferiti alla quota H indicano invece un abbassamento del punto.

Caposaldo	E (m)	N (m)	H (m)	Spostamento planimetrico (m)	Spostamento totale 3D (m)
BN1	-0.008	0.009	-0.017	0.012	0.021
BN3	-0.006	0.010	0.002	0.012	0.012
BN4	0.003	0.012	-0.026	0.012	0.029
BN6	-0.002	0.014	-0.024	0.014	0.028
BN7	0.013	0.011	-0.009	0.017	0.019
BN8	0.005	0.002	-0.041	0.005	0.041

Tabella n. 3

GPS BECCA di NONA

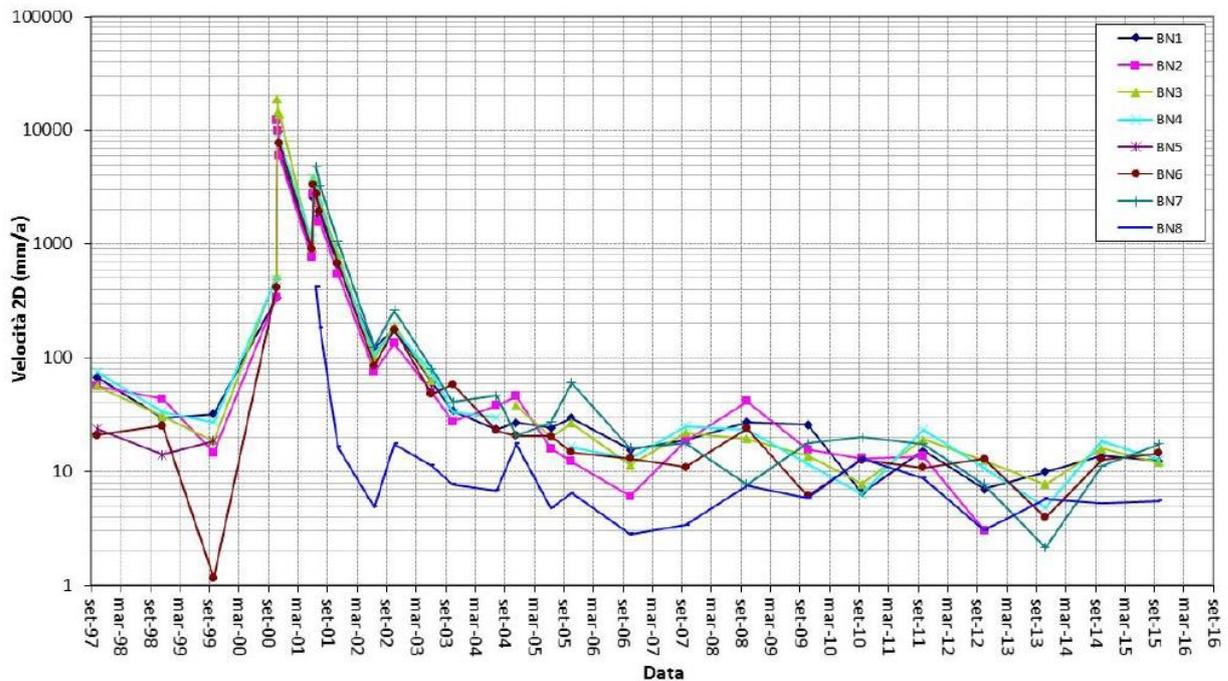


Figura n. 2: Andamento dei risultati della campagna di rilievo della rete di capisaldi GPS a lettura manuale

Il caposaldo BN8, posto in corrispondenza dello sperone roccioso al piede della frana, e che funge in parte da sostegno della stessa, continua ad essere stabile.

– Ing. Patrick THUEGAZ –

– Dott. Geol. Andrea GIORGI –

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

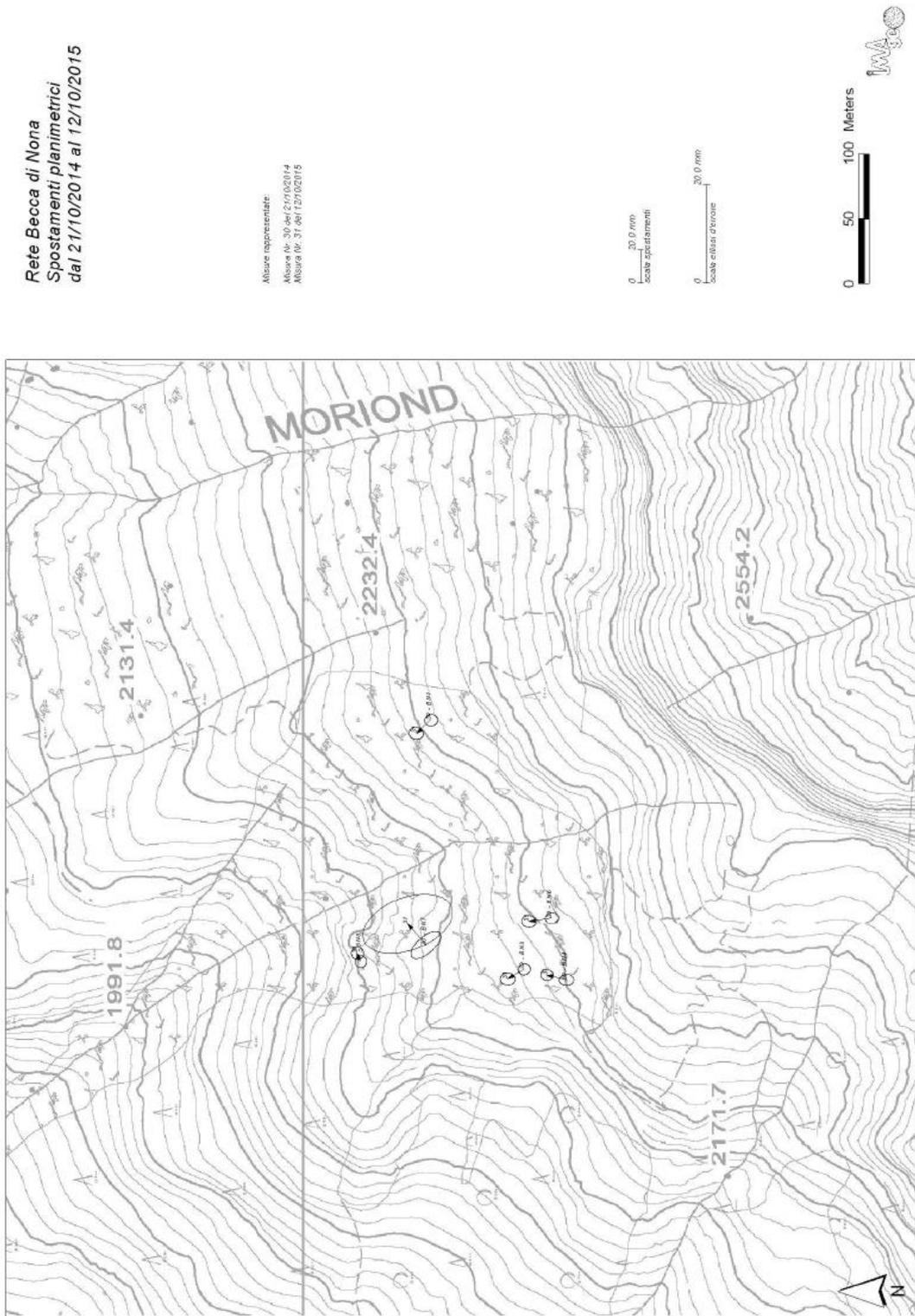
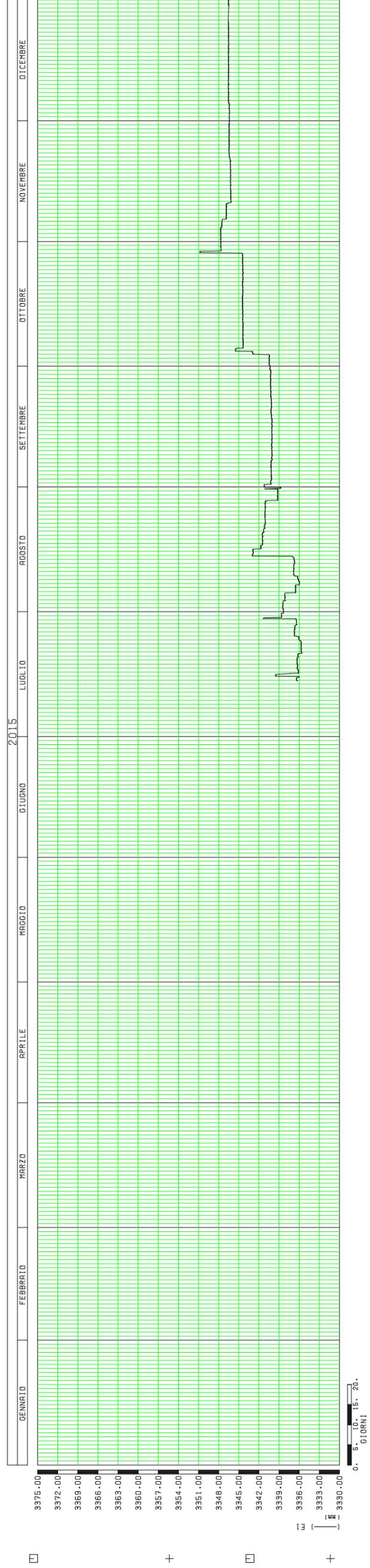
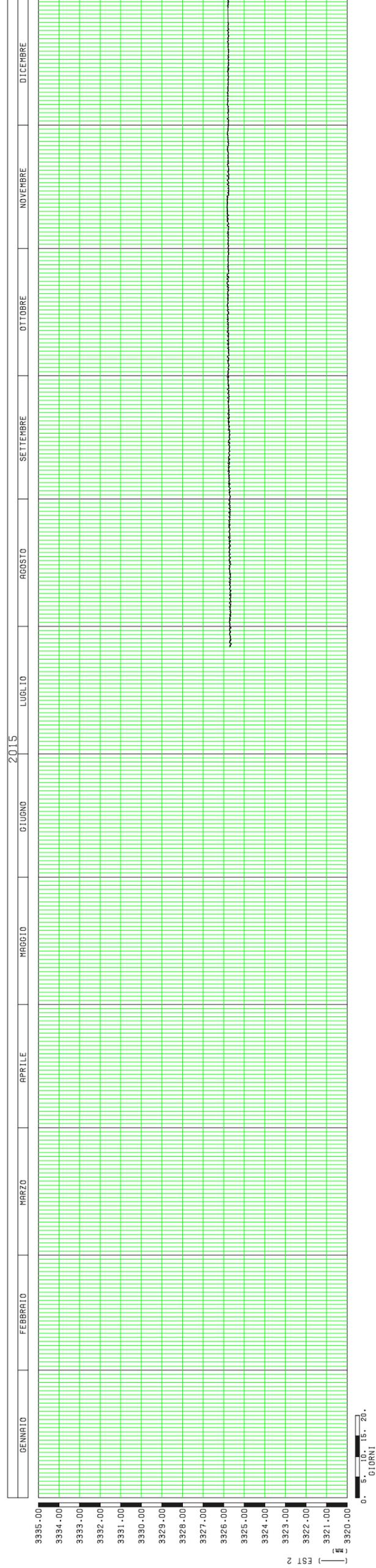


Figura n. 3: vettori di spostamento GPS a lettura manuale.

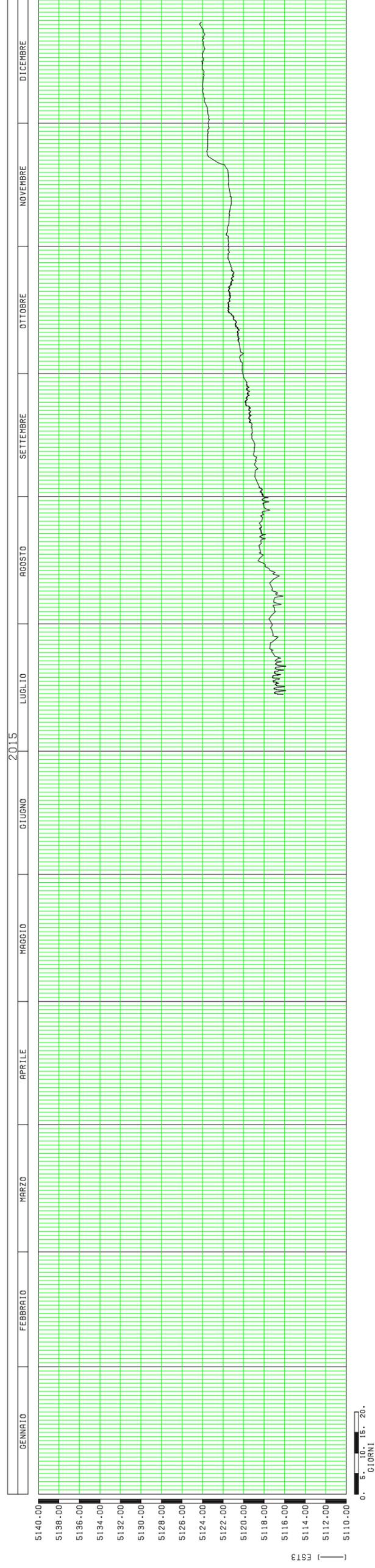
Becca di Nona
Est 1 - anno 2015



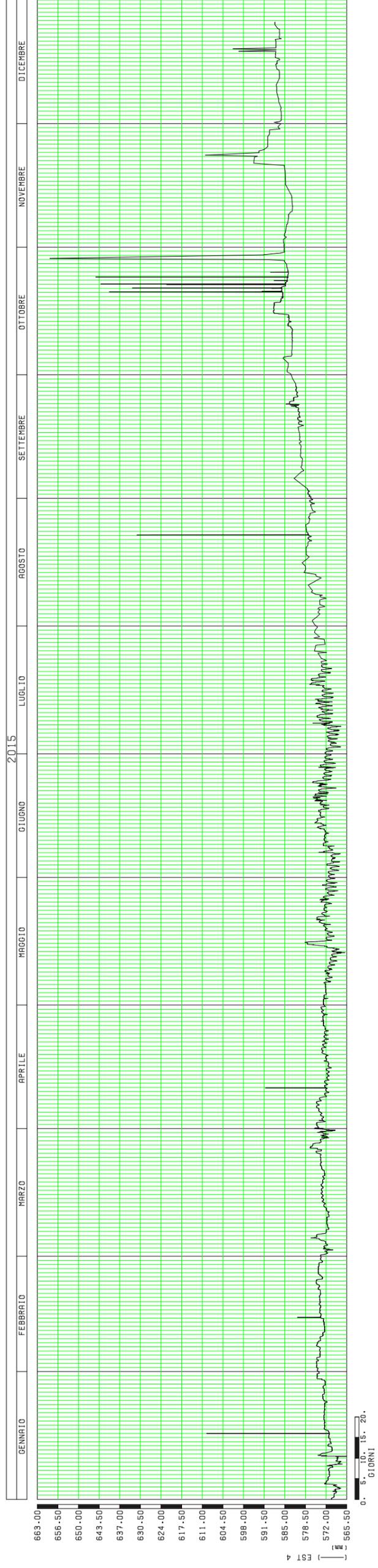
Becca di Nona
Est. 2 - anno 2015



Becca di Nona
Est. 3 - anno 2015



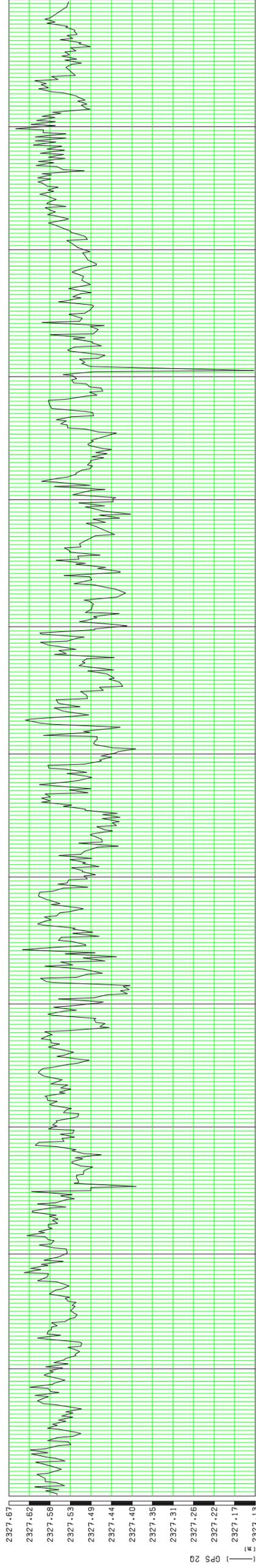
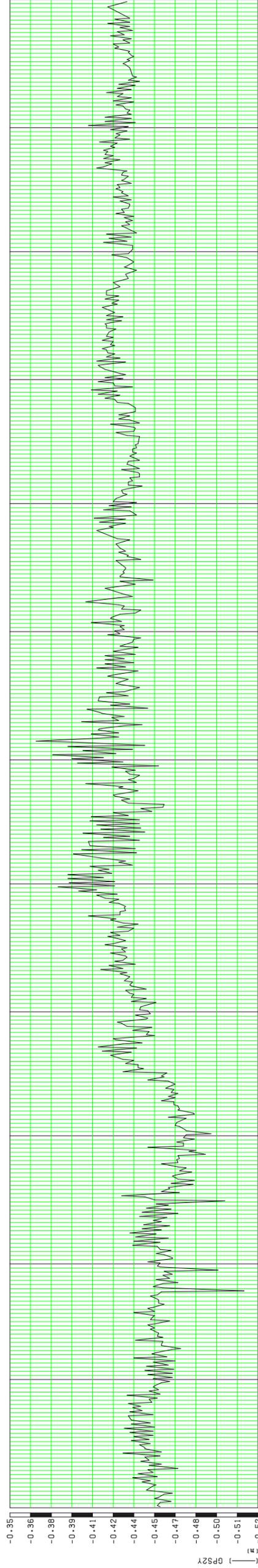
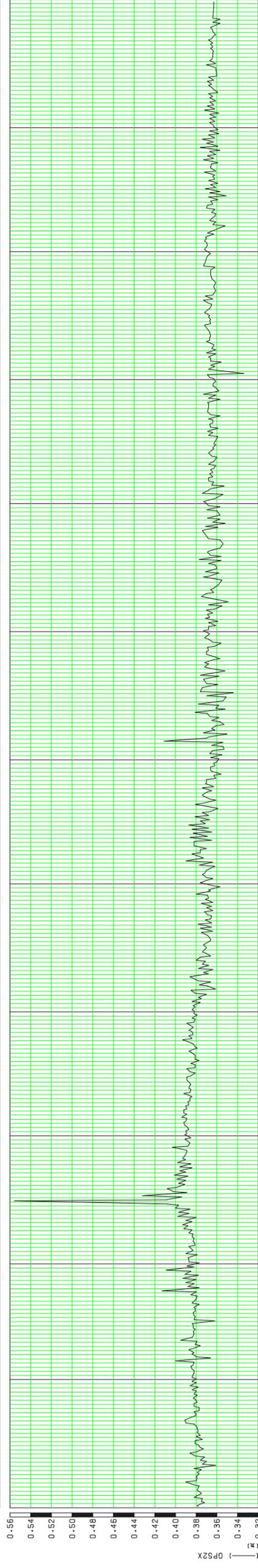
Becca di Nona
Est. 4 - anno 2015



Becca di Nona

GPS 2 - 2015

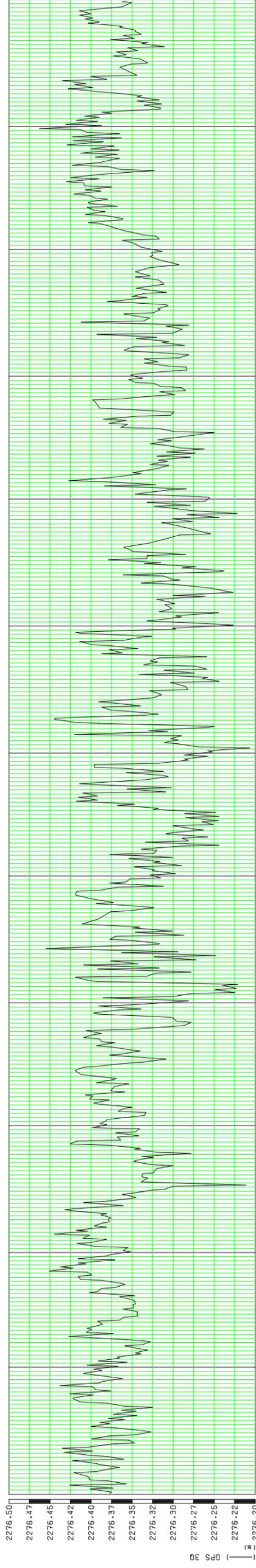
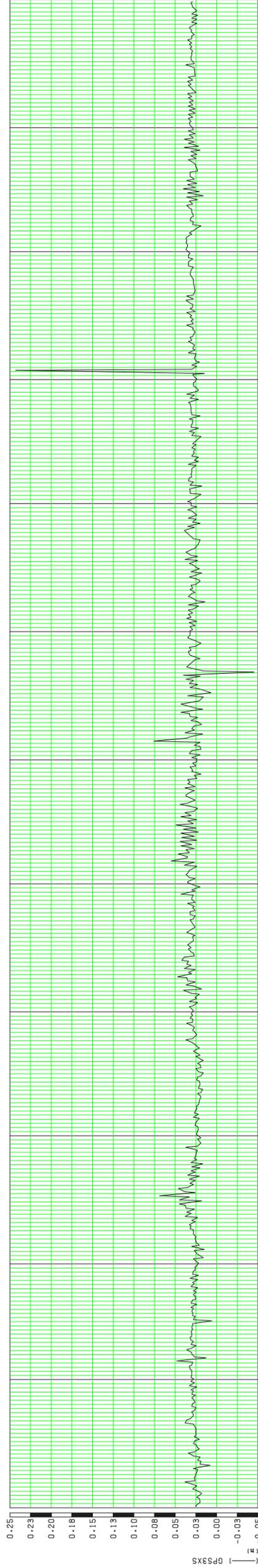
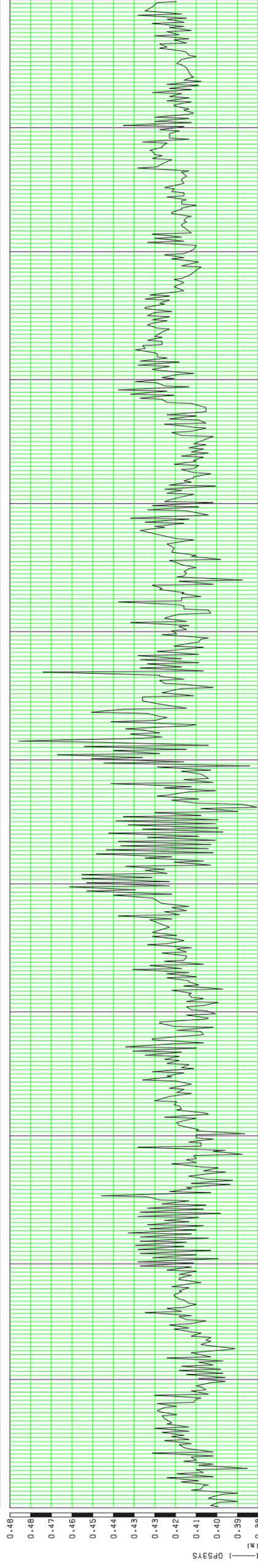
GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
---------	----------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------	---------	----------	----------



Becca di Nona

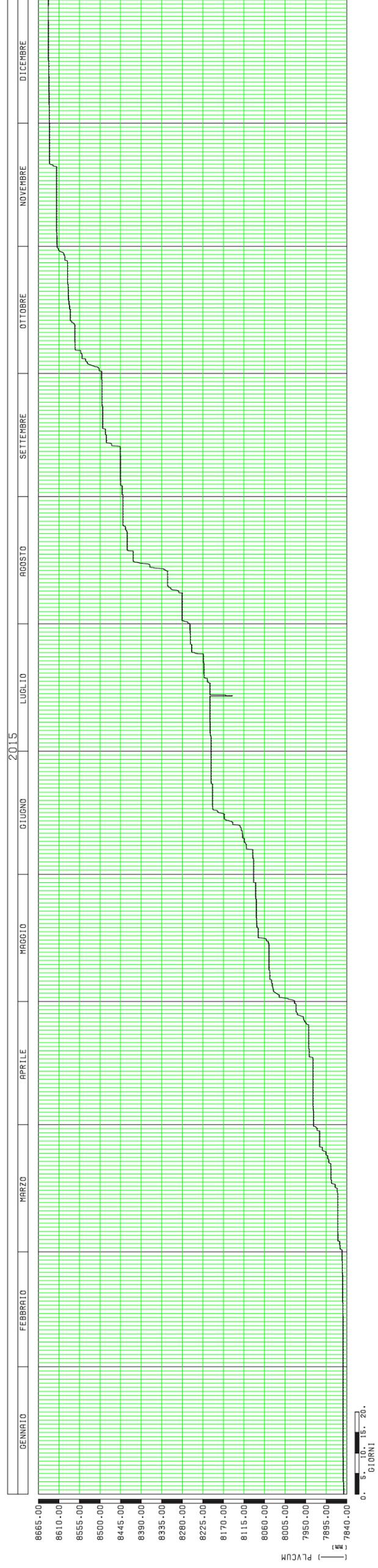
GPS 3 - 2015

2015											
GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE



0. 5. 10. 15. 20. GIORNI

Becca di Nona
 Pioggia cum. 2015



0. 5. 10. 15. 20.
 GIORNI

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: 01/01/2015 – 31/12/2015

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 rilievo 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 2015, 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 e dei caposaldi topografici rilevati mediante lettura GPS manuale.

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. La lettura manuale dei capisaldi GPS è stata eseguita il 08/10/2015.

Per quanto riguarda il dato pluviometrico cumulato, dal 01/01/2015 al 31/12/2015 sono stati registrati complessivamente 1067.8 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 (2014) avendo raggiunto un picco di 1,69 metri di altezza; inoltre, a differenza dell’anno passato non vi sono state nevicate nel mese di aprile, fatta eccezione per l’evento del 05 aprile (1,36 m). Si segnala infine, che a metà

del mese di ottobre 2015 si è registrata una nevicata (36 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 3 m (Fig. 2) cui fa seguito la classica curva di svuotamento dell'acquifero.

Per quanto riguarda il marcato picco di risalita della falda manifestatosi nella metà del mese di agosto (Fig. 3) si ritiene che il medesimo sia legato principalmente alle precipitazioni intense del periodo (08-16 novembre). 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 maggio 2014.

In conclusione, è possibile affermare che il livello piezometrico ha risposto in maniera quasi impulsiva solo agli eventi pluviometrici di metà maggio-giugno e inizio agosto. Le variazioni misurate sono comprese entro i 3 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).

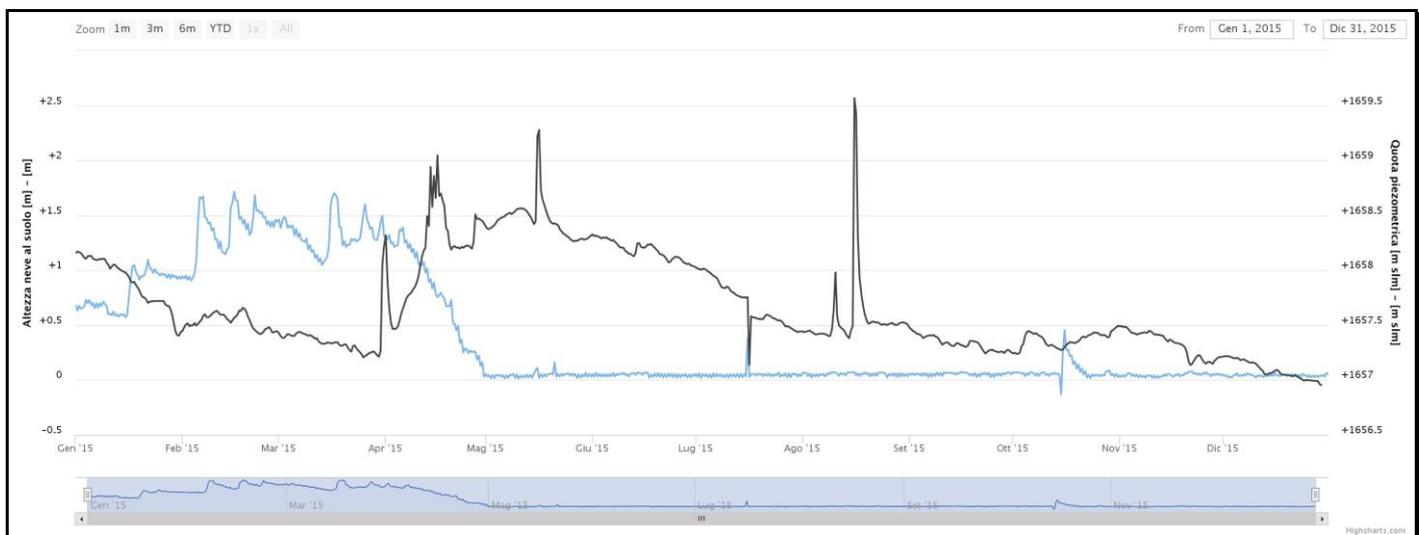


Figura n. 2 – (Altezza neve al suolo e Quota piezometrica)

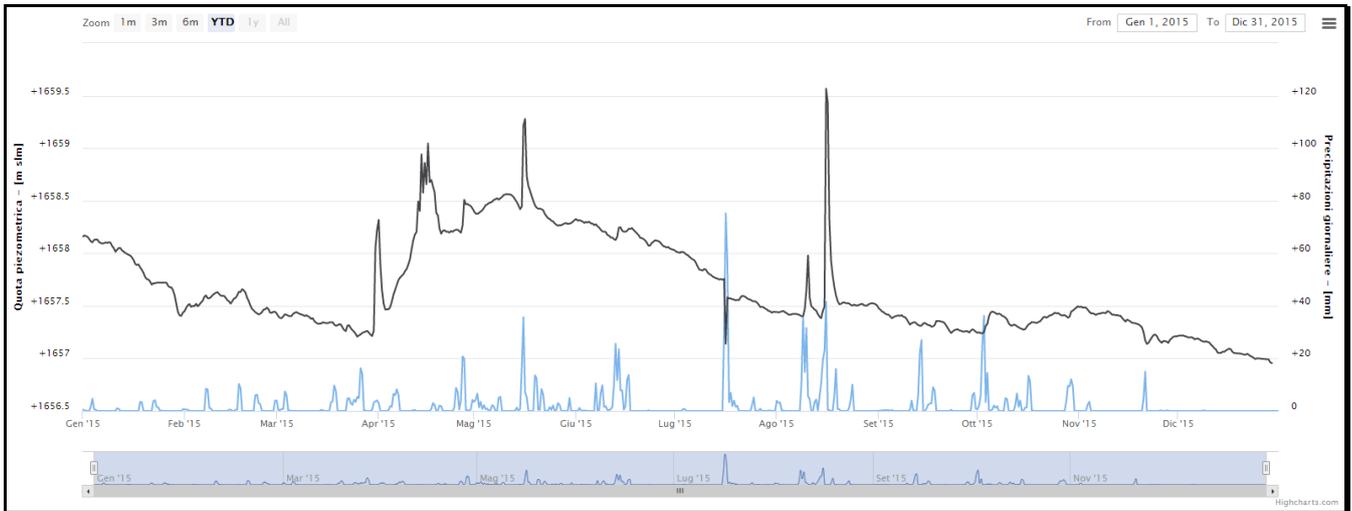


Figura n. 3 – (Precipitazioni giornaliere e Quota piezometrica)

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 2015, 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 31/12/2015 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	$y = -0,0003m - 0,0014m / anno * x$	-0,14	0,56
E	$y = -0,0048m - 0,0055m / anno * x$	-0,55	
Q	$y = -0,0068m - 0,0004m / anno * x$	-0,04	

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	$y = -0,0057m - 0,0114m / anno * x$	-1,14	1,26
E	$y = -0,0089m - 0,0021m / anno * x$	-0,21	
Q	$y = -0,0114m - 0,0050m / anno * x$	-0,50	

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.

Anche in corrispondenza della stazione GPS6 situata nella parte centrale della frana lo spostamento annuale è risultato essere di poco superiore 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 4,8 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 2015 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 di 4,6 cm sull'**estensimetro 1**, di 5,4 cm sull'**estensimetro 3** e di 3,6 cm sull'**estensimetro 4**.

Alla luce di quanto sopra esposto, i dati di spostamento degli estensimetri rispetto al GPS7 confermano la congruità delle misure e l'affidabilità del sistema di monitoraggio.

L'esame dei dati di spostamento registrati dalla rete di caposaldi GPS a lettura manuale, evidenziano che nel periodo 2/10/2014 – 8/10/2015 le velocità 2D in mm/a di ciascun caposaldo si attestano tra 10 e 100 mm/a, confermando le tendenze evolutive degli anni precedenti.

Gli spostamenti planimetrici annui dei vertici vanno da meno di 1 cm (B2, B4) a circa 13 cm (B3), in direzione ESE - WNW; i maggiori spostamenti hanno interessato il settore sinistro dell'area controllata.

Gli spostamenti altimetrici confermano i trend osservati negli scorsi anni.

Il movimento che interessa il vertice B2 è confermando; quest'ultimo, pur essendo posto in posizione sicuramente esterna al settore di versante riattivatosi durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000, è interessato da spostamenti annui di entità millimetrica nella medesima direzione di movimento della frana. Dal 2009 tali spostamenti sono essenzialmente verticali.

La tabella n. 3 riporta gli spostamenti registrati nel periodo 2/10/2014 – 8/10/2015 dei capisaldi della rete GPS a lettura manuale, i cui vettori di spostamento sono riportati nella Figura n. 5.

La figura n. 4 riporta la velocità planimetrica dei capisaldi della frana di Bosmatto calcolati sull'intero periodo di monitoraggio.

Caposaldo	N (m)	E (m)	H (m)	Spostamento planimetrico (m)	Spostamento totale 3D (m)
B2	-0.004	-0.002	-0.012	0.004	0.013
B3	-0.136	0.004	-0.118	0.136	0.180
B4	-0.007	-0.001	-0.007	0.007	0.010
B5	-0.034	-0.01	-0.037	0.035	0.051
B6	-0.033	0.000	-0.017	0.033	0.037
B7	-0.017	-0.002	-0.013	0.017	0.021
B8	-0.051	0.013	-0.018	0.053	0.056

Tabella n. 3

GPS BOSMATTO

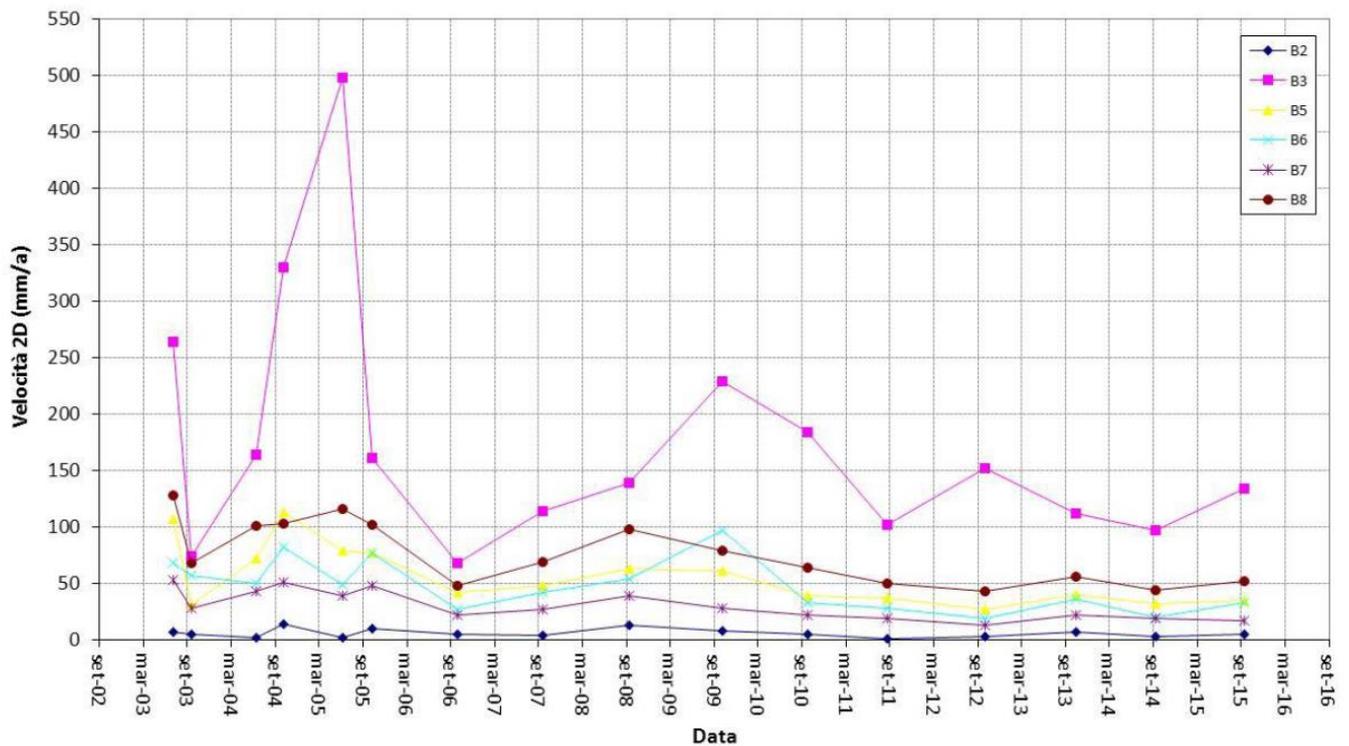


Figura n. 4

- Ing. Patrick THUEGAZ -

- Dott. Geol. Andrea GIORGI -

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

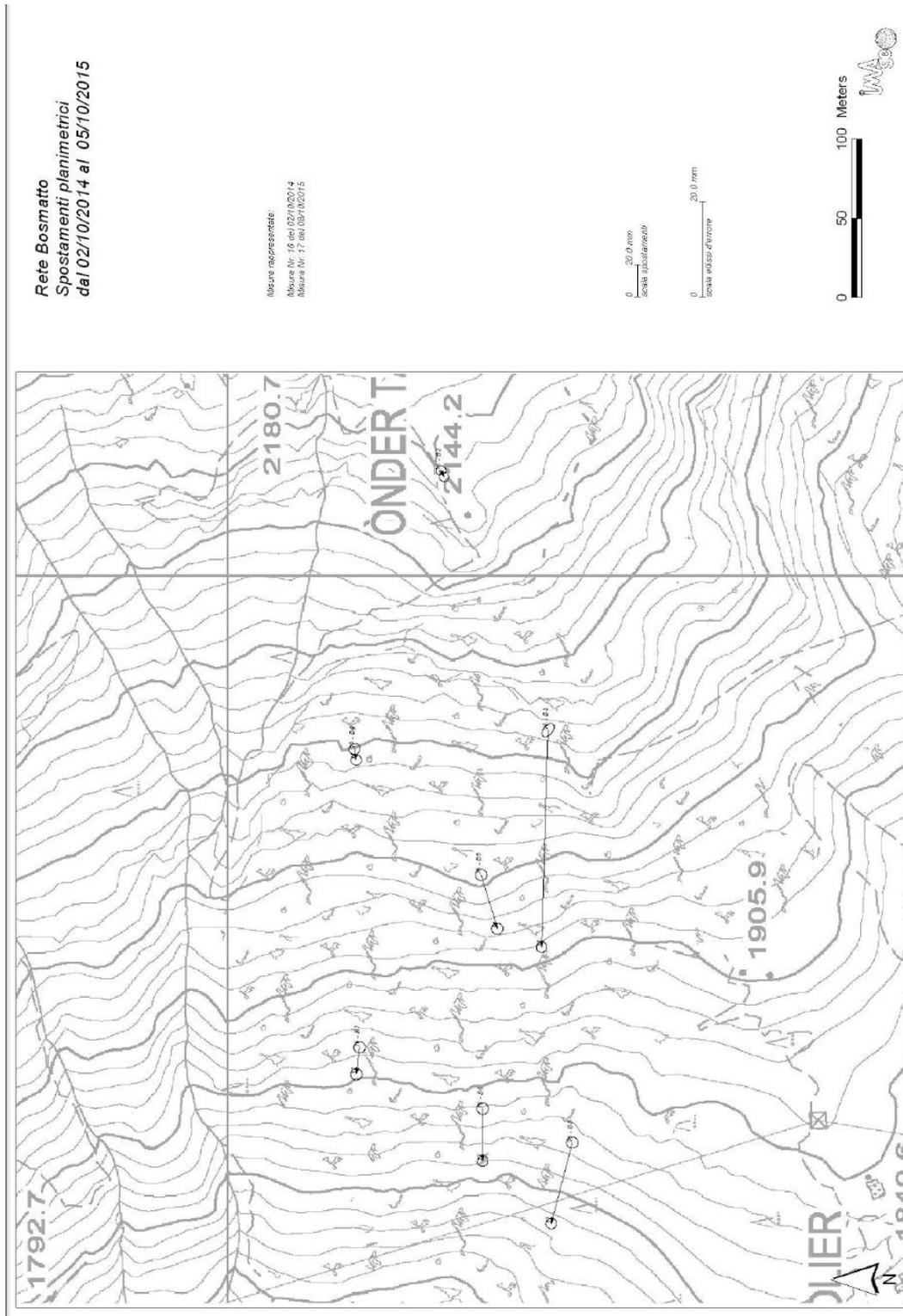


Figura n. 5: vettori di spostamento GPS a lettura manuale.

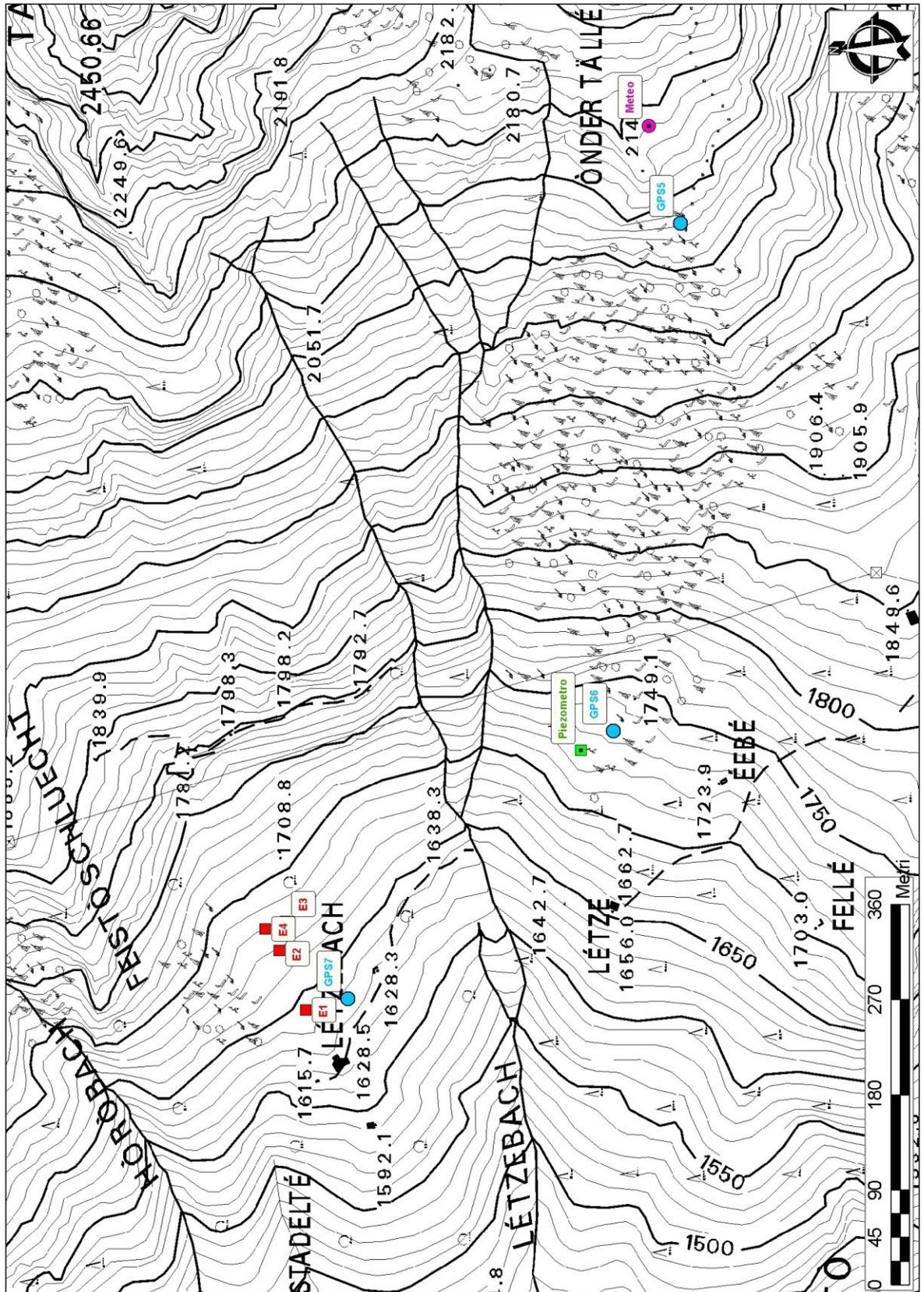
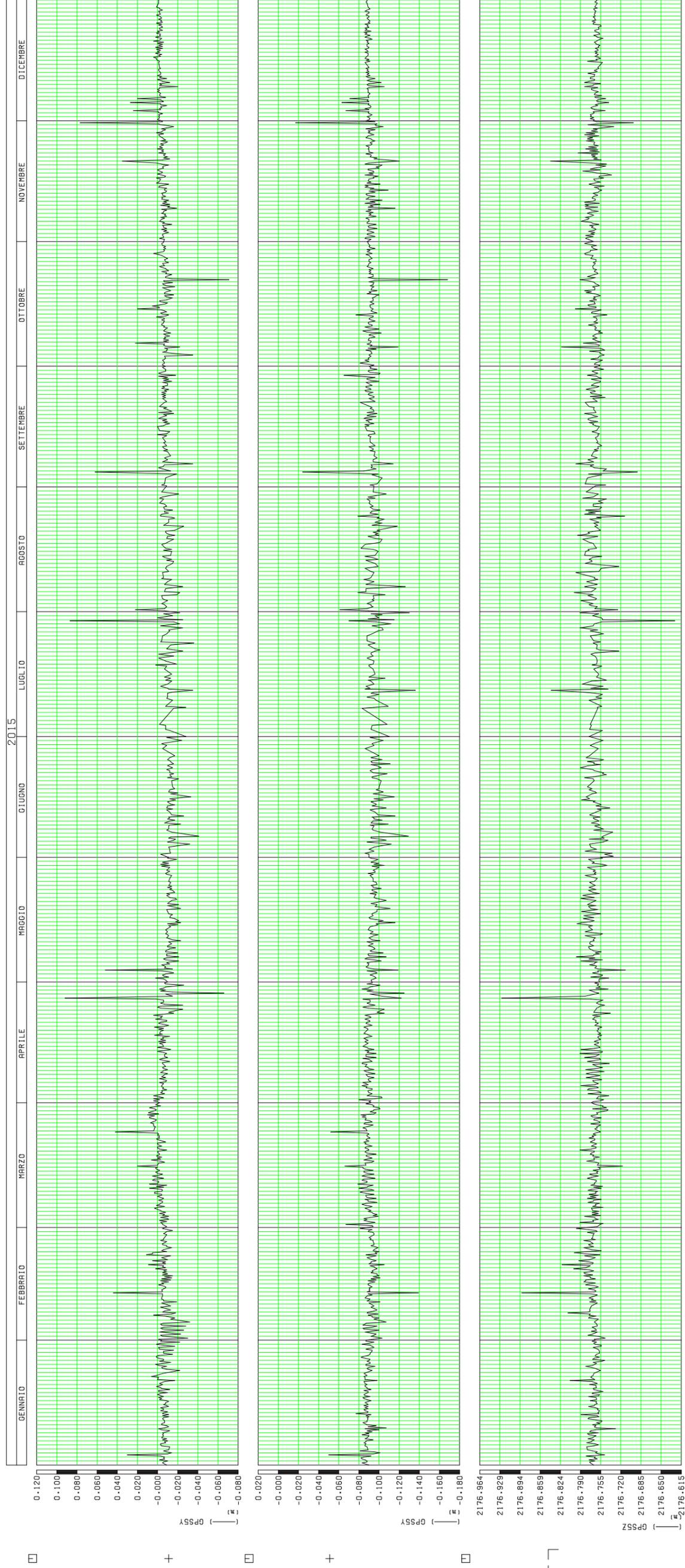


Figura n. 6: Stralcio planimetrico con indicazione delle stazioni di misura.

Bosmatto

GPS 5 X-Y-Z - 2015



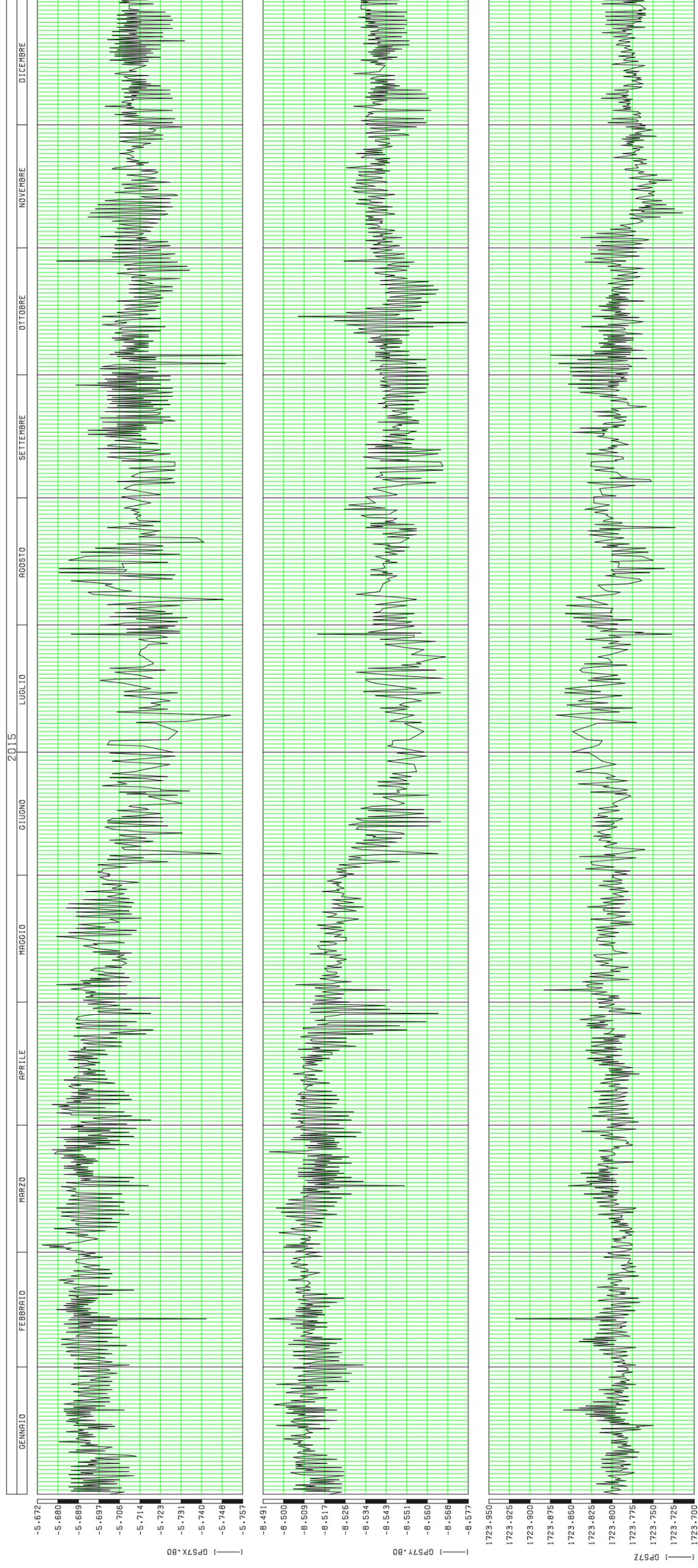
Bosmatto

GPS 6 X-Y-Z - 2015



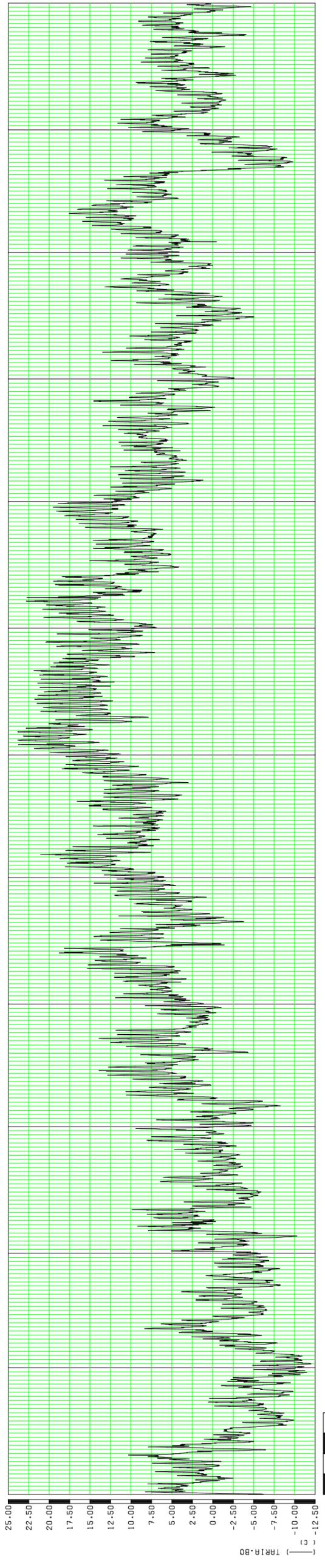
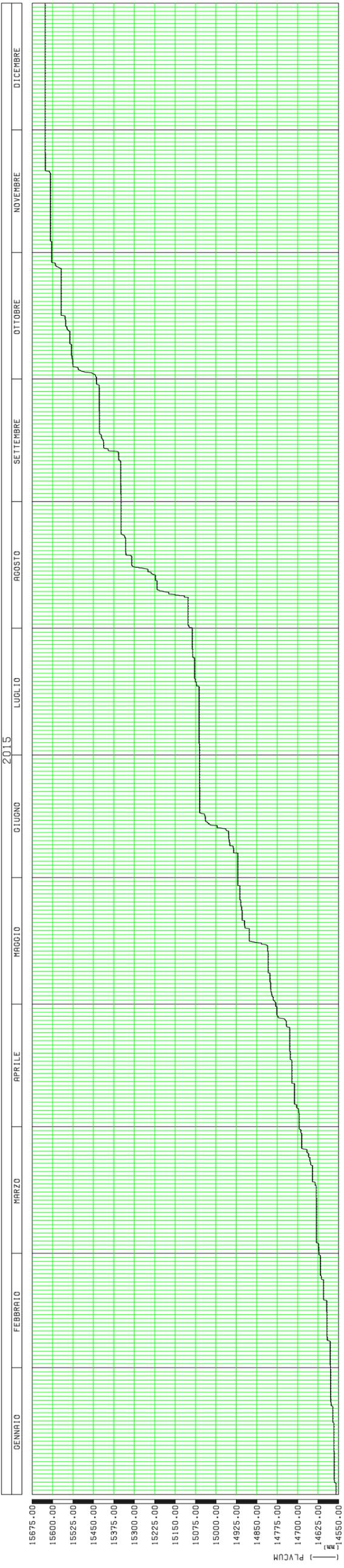
Bosmatto

GPS 7 X-Y-Z - 2015



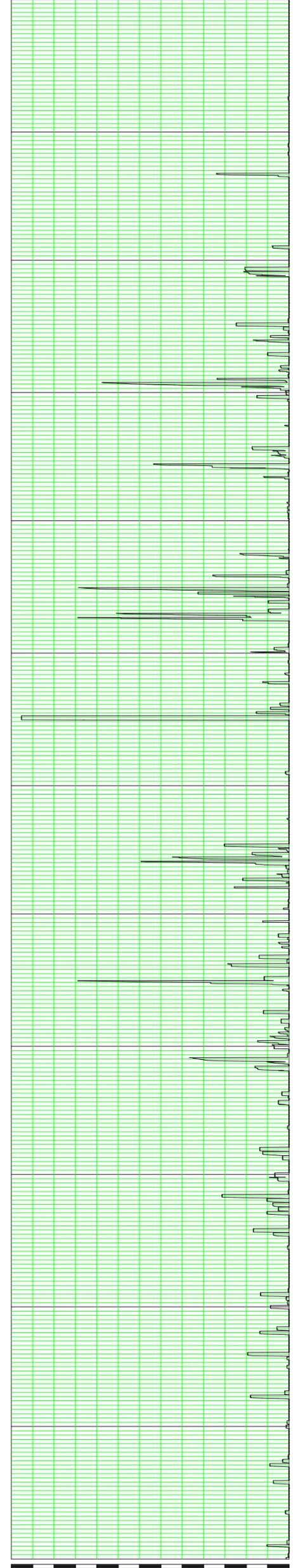
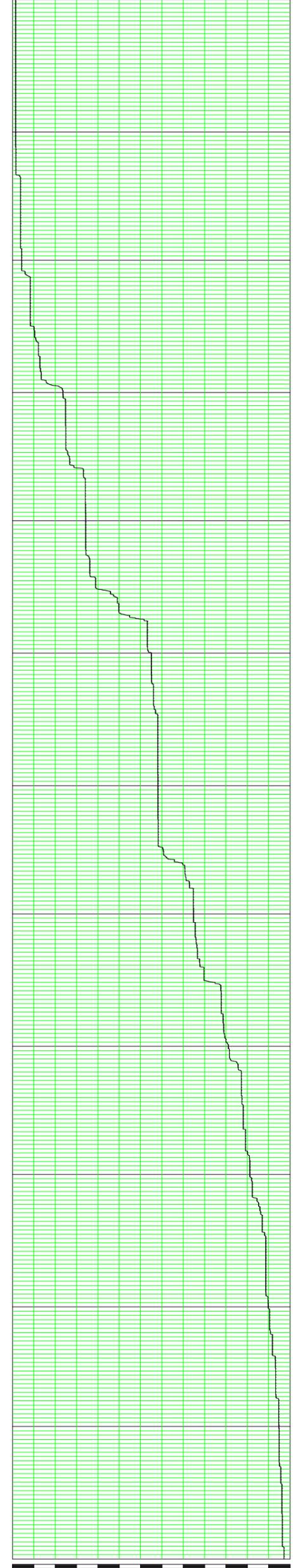
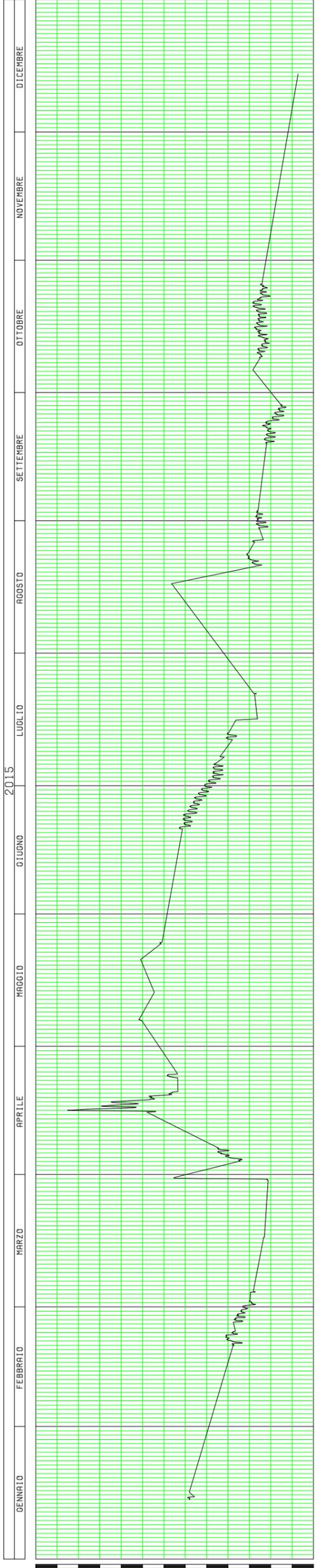
Bosmatto

Pcum e Temp 2015



Piezometro BOSMATTO

2015



0. 5. 10. 15. 20. GIORNI

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: 01/01/2015 – 31/12/2015

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, il 28 ottobre 2015 è stata condotta una campagna di rilievo, i cui dati opportunamente elaborati sono riportati nella tabella n.1 e nel grafico seguente (Fig. 1).

Nella tabella 1 sono indicati, per ciascuna delle tre componenti Nord, Est e Quota, le variazioni registrate nel periodo 23/10/2014 – 28/10/2015, lo spostamento planimetrico e lo spostamento totale 3D. Complessivamente, gli spostamenti plano-altimetrici registrati variano da 6 mm del caposaldo CH2 a 57 mm del caposaldo CH6.

Il caposaldo n. 11 posto in prossimità di Chervaz è fisso e viene utilizzato come punto di riferimento.

Caposaldo	N (m)	E (m)	H (m)	Spostamento planimetrico (m)	Spostamento totale 3D (m)
CH2	0.004	0.005	-0.004	0.006	0.008
CH3	0.032	0.035	-0.065	0.047	0.080
CH4	0.027	0.025	-0.057	0.037	0.068
CH6	0.037	0.043	-0.049	0.057	0.075
CH7	0.026	0.026	-0.027	0.037	0.046
CH8	0.038	0.038	-0.055	0.054	0.077
CH9	0.043	0.034	0.033	0.055	0.064
CH10	0.015	0.023	0.006	0.027	0.028

Tabella n. 1

Da un'analisi della direzione e verso dei vettori spostamento emerge che permane una congruenza tra tutti i punti misurati, ovvero le velocità 2D in mm/a di ciascun caposaldo si attestano tra 10 e 60 mm/a, in linea o in diminuzione rispetto all'anno precedente, secondo un trend in generale lieve diminuzione dopo il 2010.

In generale gli spostamenti planimetrici annui dei vertici sono dell'ordine dei 0.5 – 6 cm in direzione NE, mentre gli spostamenti altimetrici, di entità centimetrica, presentano un trend coerente con quello osservato negli anni scorsi.

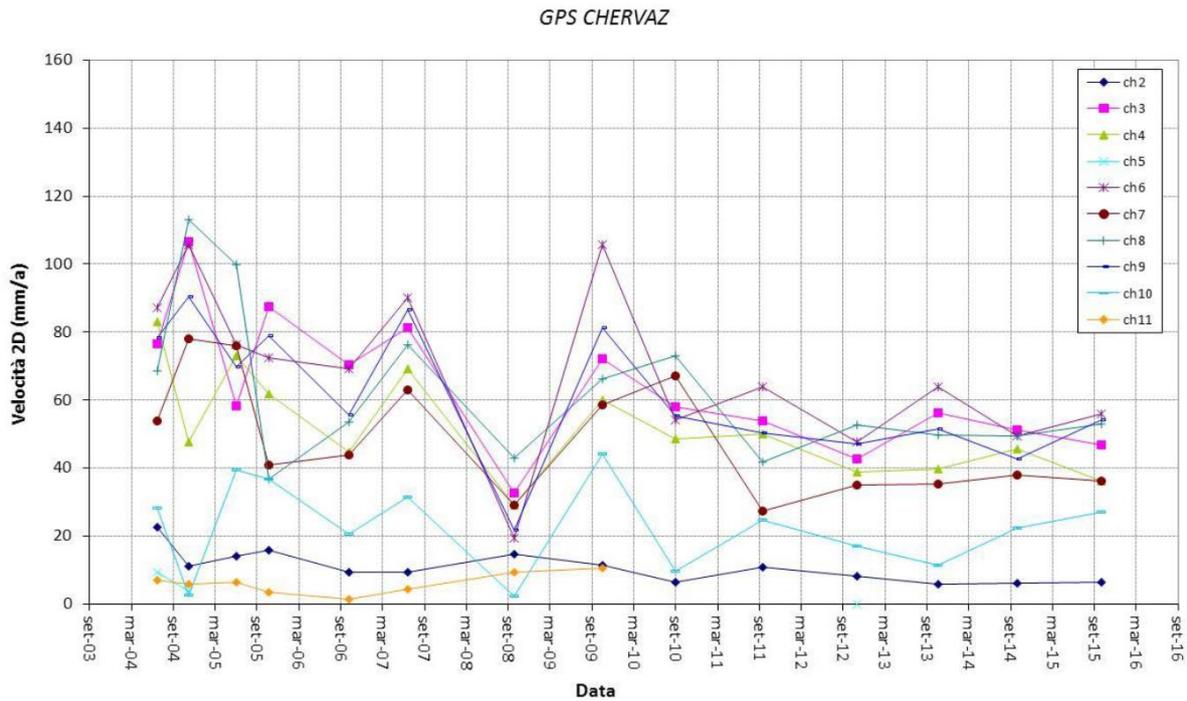


Figura n. 1: Velocità planimetrica (mm/a) dei capisaldi calcolati sull'intero periodo di monitoraggio.

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 2015, 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 31/12/2014.

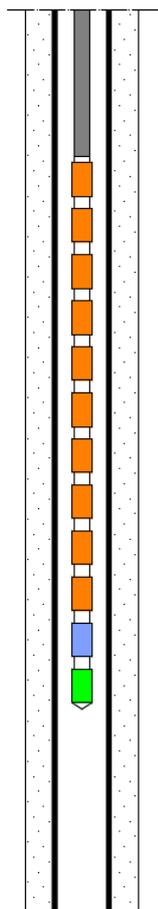
Stazione GPS8	Equazione retta regressione lineare (y in metri e x in anni)	Spostamento planimetrico (m)	Spostamento totale 3D (m)
N	$y = 0,0157m + 0,0480m / \text{anno} * x$	0,0480	0,072
E	$y = -0,0101m - 0,0107m / \text{anno} * x$	-0,0107	
Q	$y = -0,0434m - 0,0520m / \text{anno} * x$	-0,0520	

Tabella n. 2

Stazione GPS9	Equazione retta regressione lineare (y in metri e x in anni)	Spostamento planimetrico (m)	Spostamento totale 3D (m)
N	$y = -0,0134m + 0,0740m / \text{anno} * x$	0,0740	0,113
E	$y = -0,0104m + 0,0388m / \text{anno} * x$	0,0388	
Q	$y = -0,0004m - 0,0760m / \text{anno} * x$	-0,0760	

Tabella n. 3

Complessivamente, la stazione GPS8 si è planimetricamente spostata verso NE di 4,9 cm e si è abbassata di 5,2 cm. La stazione GPS9 si è planimetricamente spostata verso NE di 8,4 cm e si è abbassata di 7,6 cm.



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 esplicato lo schema costruttivo della colonna nella zona di installazione.



Durante l'intero anno 2015 si è registrato, a partire dal 09/01/2015 al 27/12/2015 (i giorni mancanti sono causati dall'insufficiente insolazione per i pannelli fotovoltaici) uno spostamento complessivo cumulato

pari a 43 mm, localizzato in particolar modo sulla superficie di scivolamento, così come si può vedere dal grafico seguente.

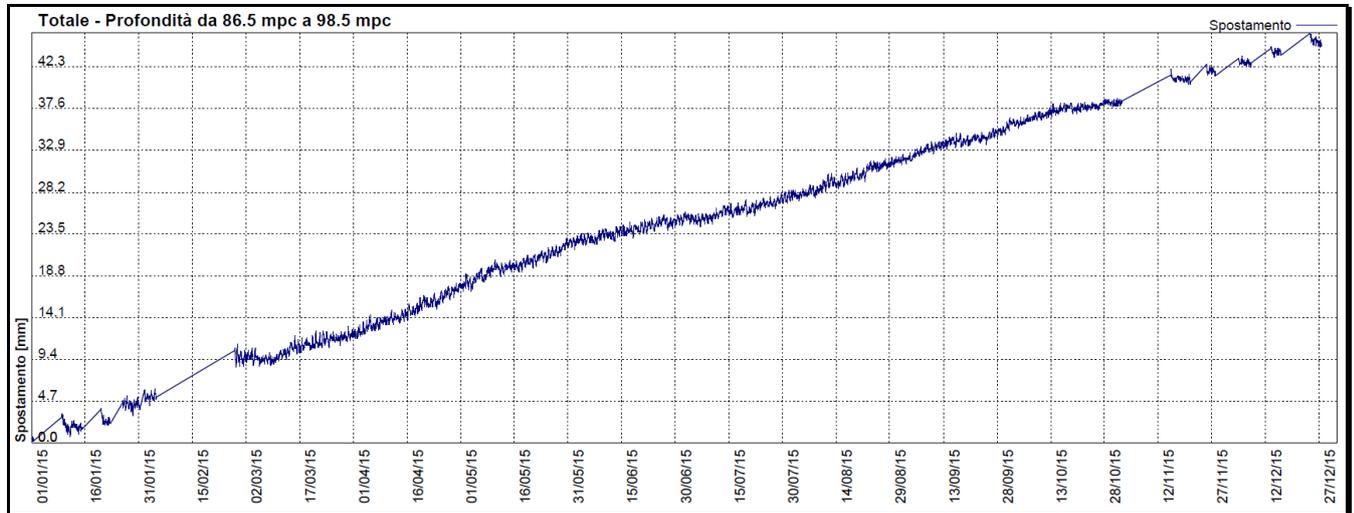


Figura n. 2: Spostamenti cumulati sulla colonna DMS.

Nella figura precedente si può notare come non vi sia una vera fase di attivazione stagionale, bensì un movimento pressochè costante nel tempo.

Alla presente relazione, infine, viene allegato il report delle misure inclinometriche automatiche registrate dalla colonna DMS durante l'intero periodo di funzionamento, avendo avuto cura di inserire una curva 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

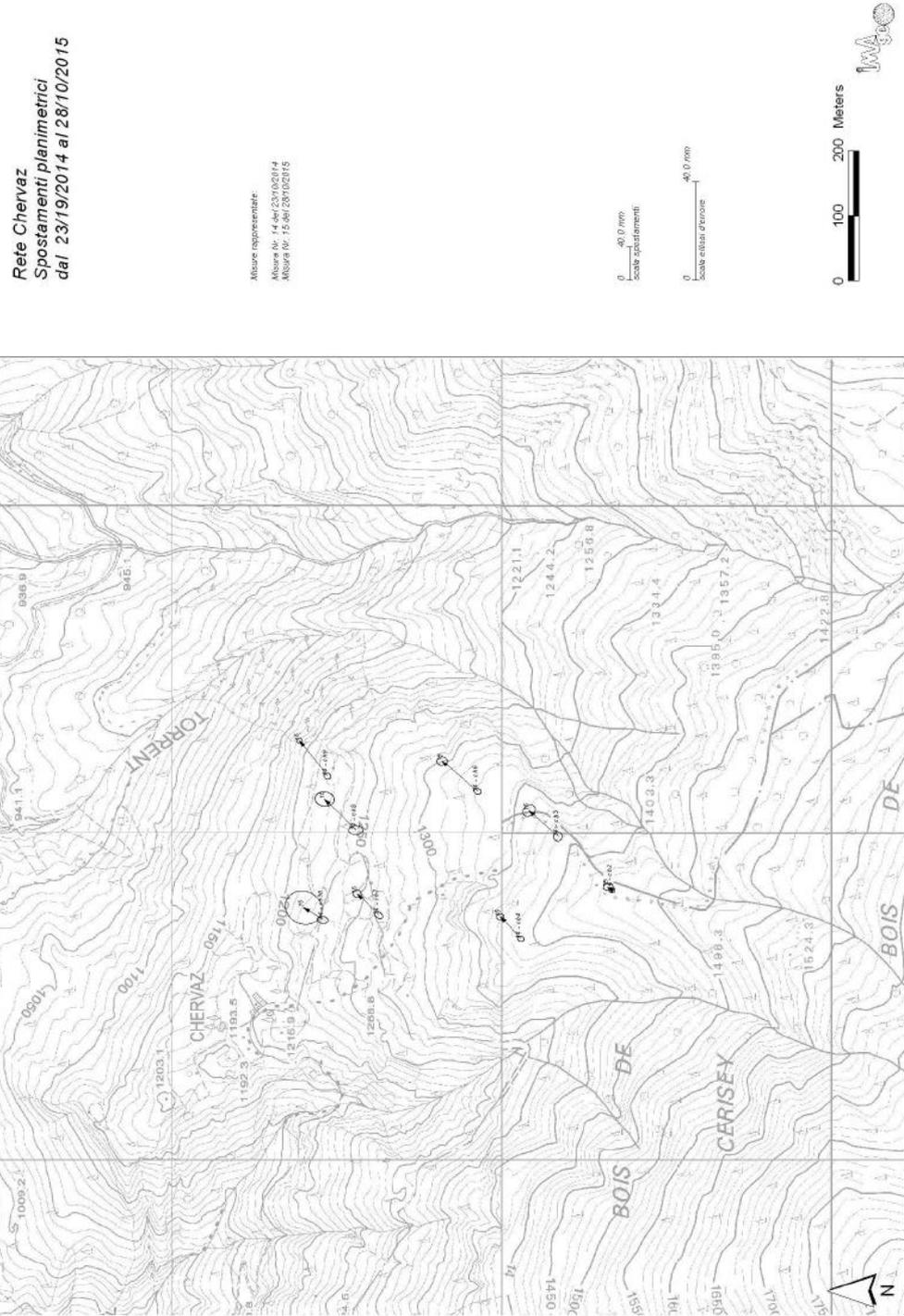


Figura n. 3: vettori di spostamento GPS a lettura manuale.

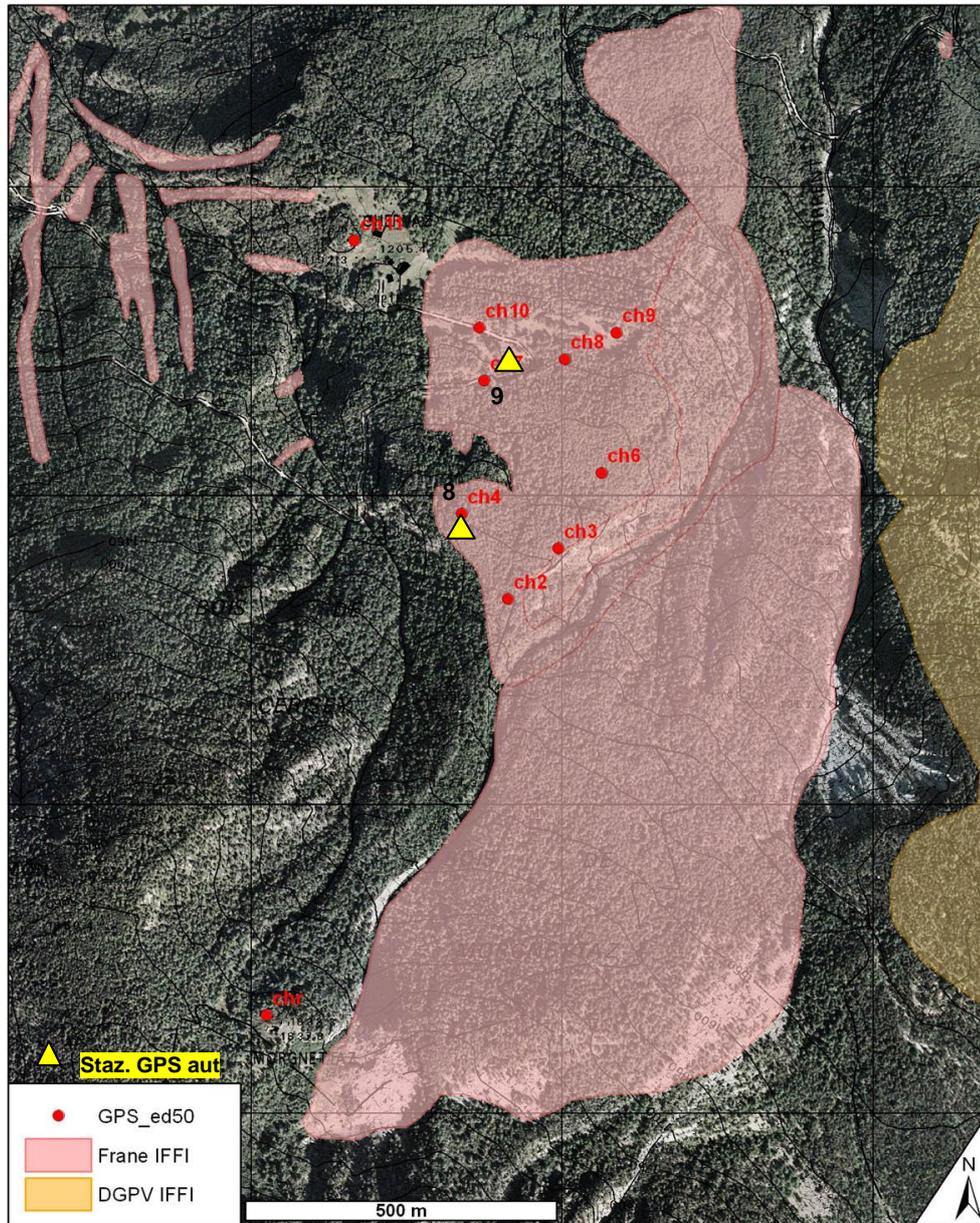


Figura n. 4: La frana di Chervaz, come censita dall'IFFI, e la rete GPS installata

DMS MONITORING VAO011-012-0914
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

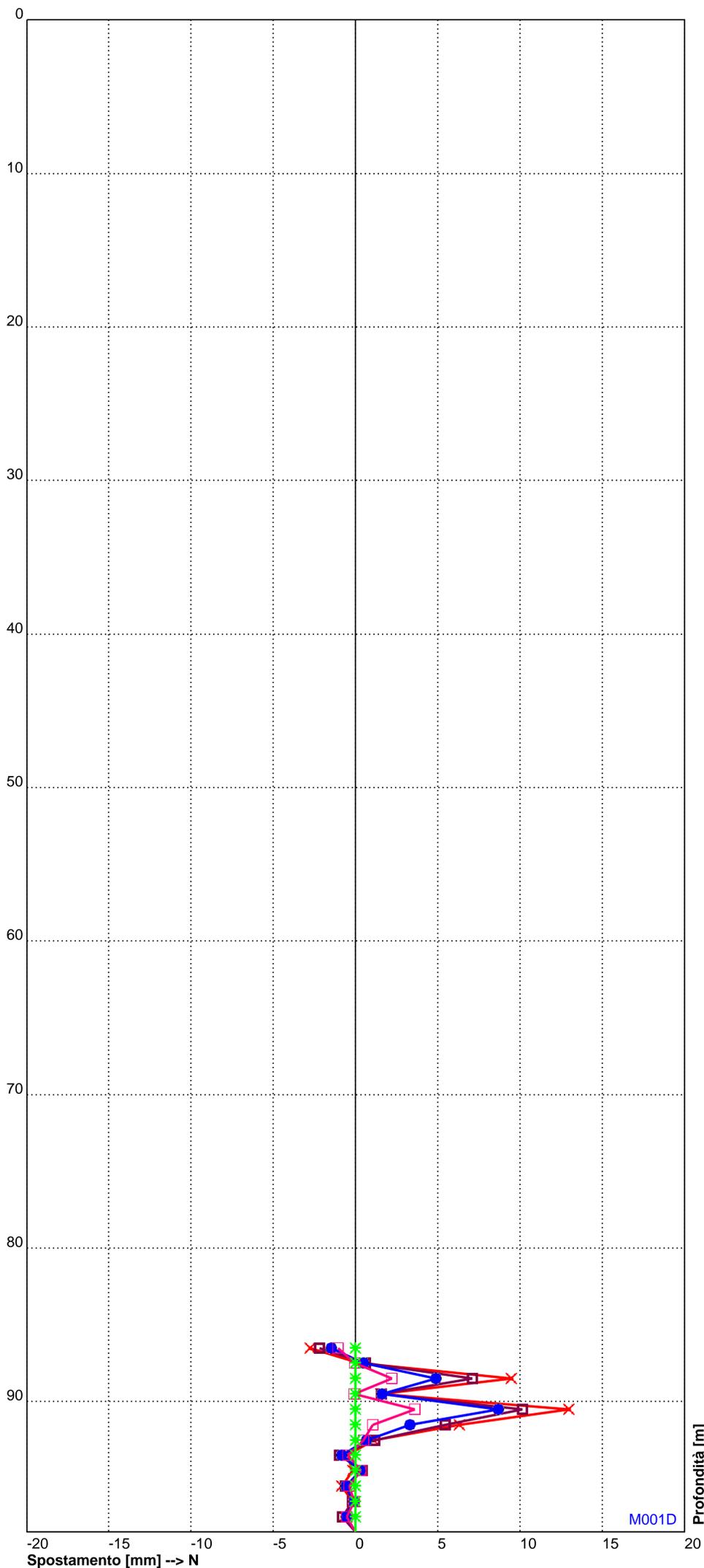
Committente: Regione Autonoma della Valle d'Aosta
Sito: Chervaz
Progetto: 1IMT+1IUT250+10IT+86.5EXT

Valutato da Ing. Patrick Thuegaz

Analisi dati spostamenti annuali 2015

DMS VAO011-012-0914: Spostamento Nord - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Spost. [mm]
86.5	-2.8
87.5	0.2
88.5	9.5
89.5	1.5
90.5	13.0
91.5	6.3
92.5	1.1
93.5	-0.5
94.5	-0.1
95.5	-0.8
96.5	-0.2
97.5	-0.7

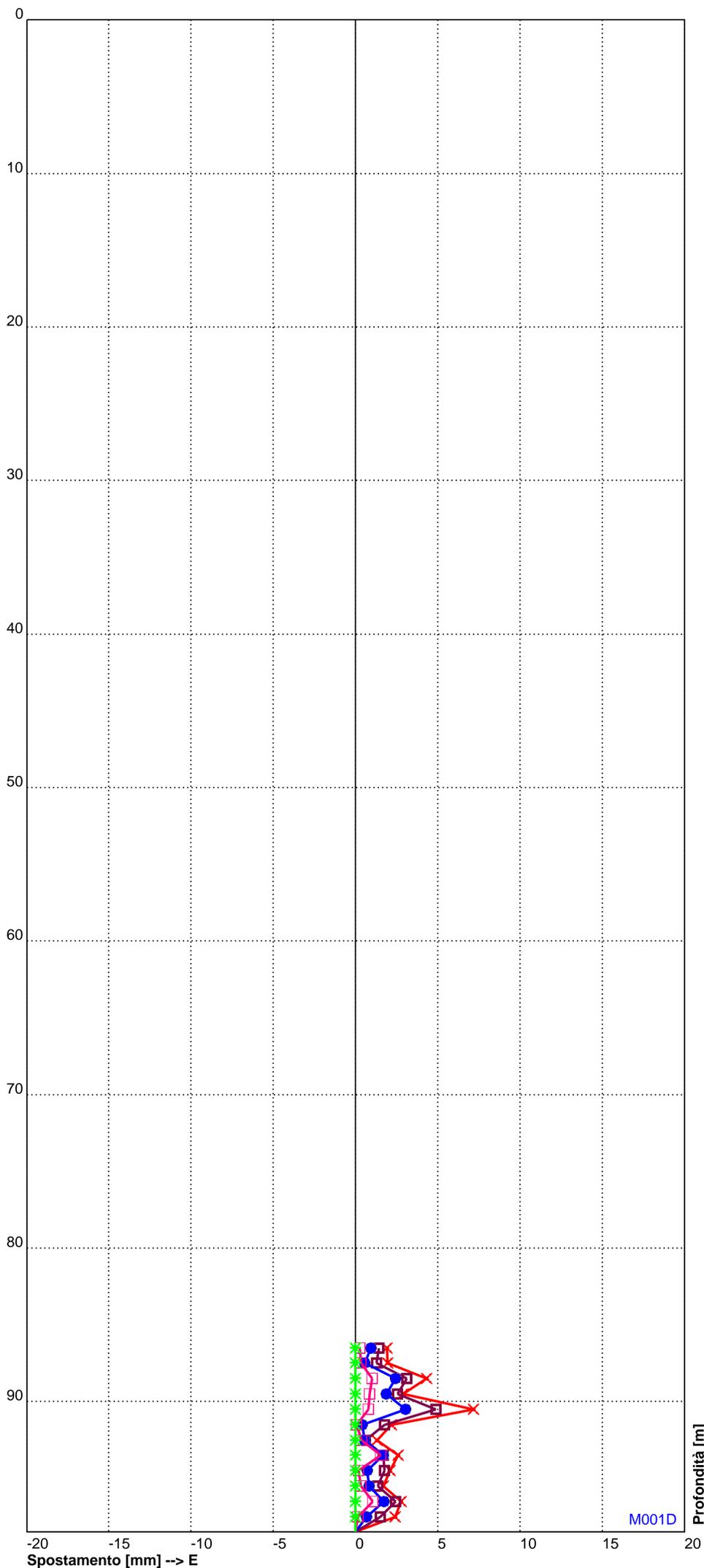
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Spostamento Est - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Spost. [mm]
86.5	1.9
87.5	1.9
88.5	4.3
89.5	2.9
90.5	7.2
91.5	2.2
92.5	1.3
93.5	2.6
94.5	2.1
95.5	1.7
96.5	2.8
97.5	2.4

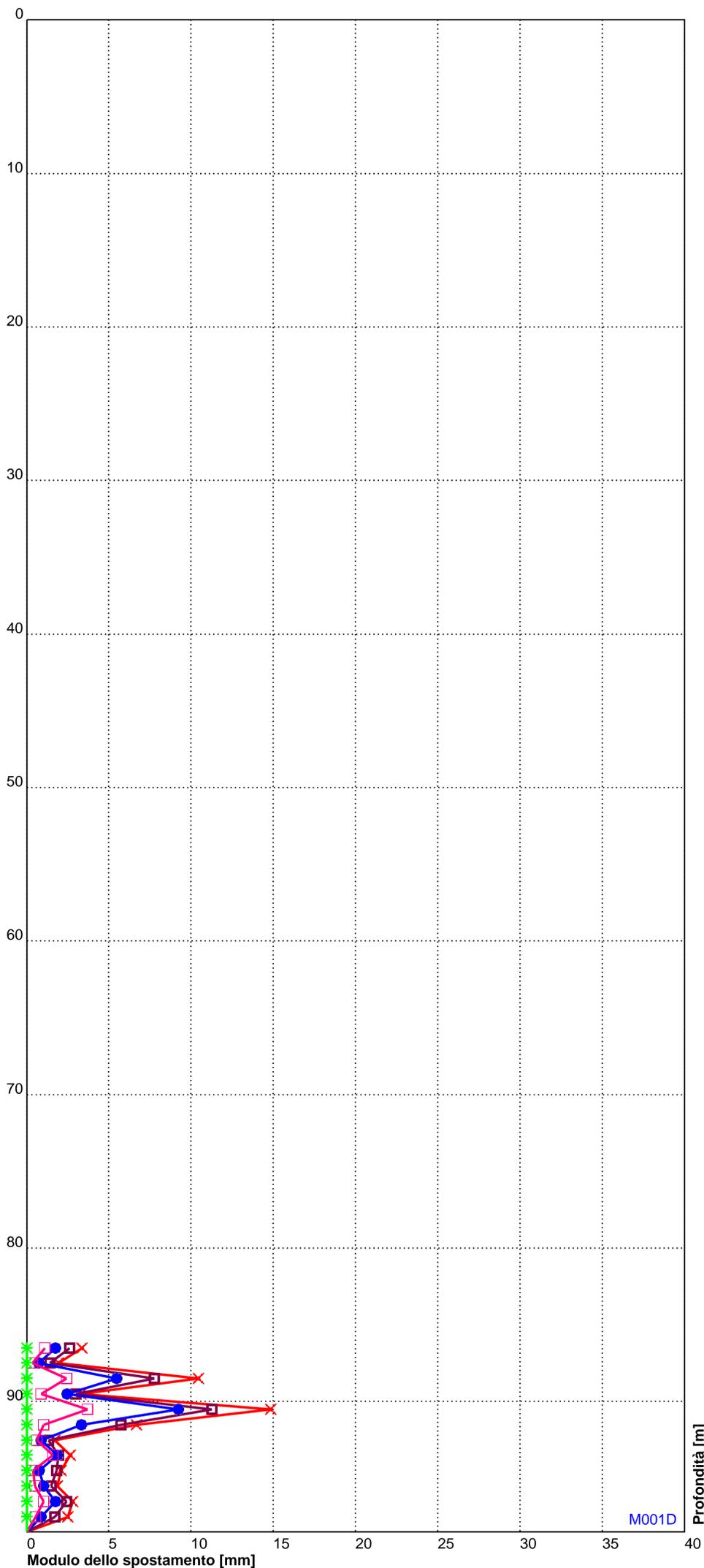
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Modulo dello spostamento - D - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Spost. [mm]
86.5	3.4
87.5	2.0
88.5	10.4
89.5	3.3
90.5	14.8
91.5	6.7
92.5	1.7
93.5	2.6
94.5	2.1
95.5	1.9
96.5	2.8
97.5	2.5

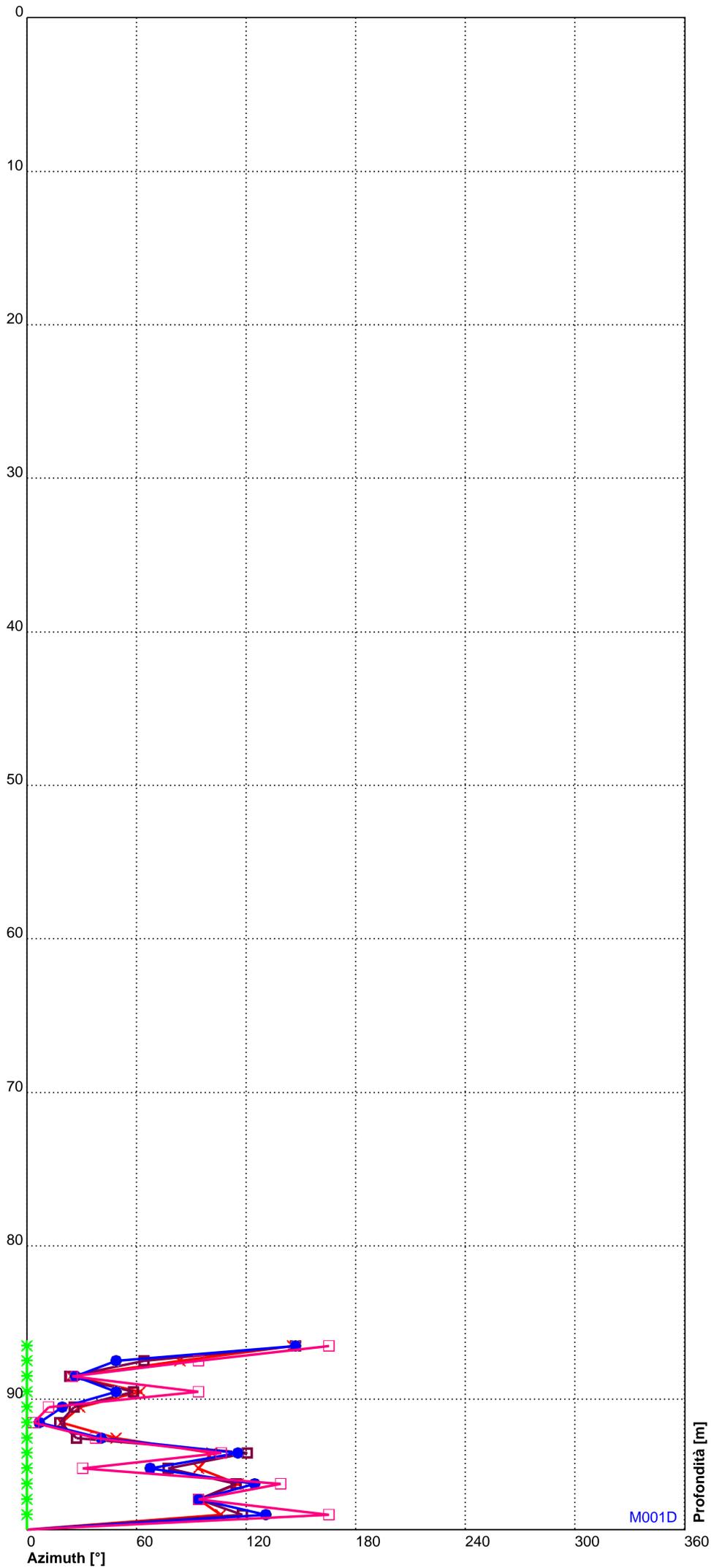
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Azimuth spostamento - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Azimuth [°]
86.5	145.3
87.5	83.7
88.5	24.6
89.5	62.0
90.5	29.1
91.5	19.1
92.5	49.0
93.5	101.6
94.5	94.0
95.5	115.8
96.5	94.0
97.5	106.1

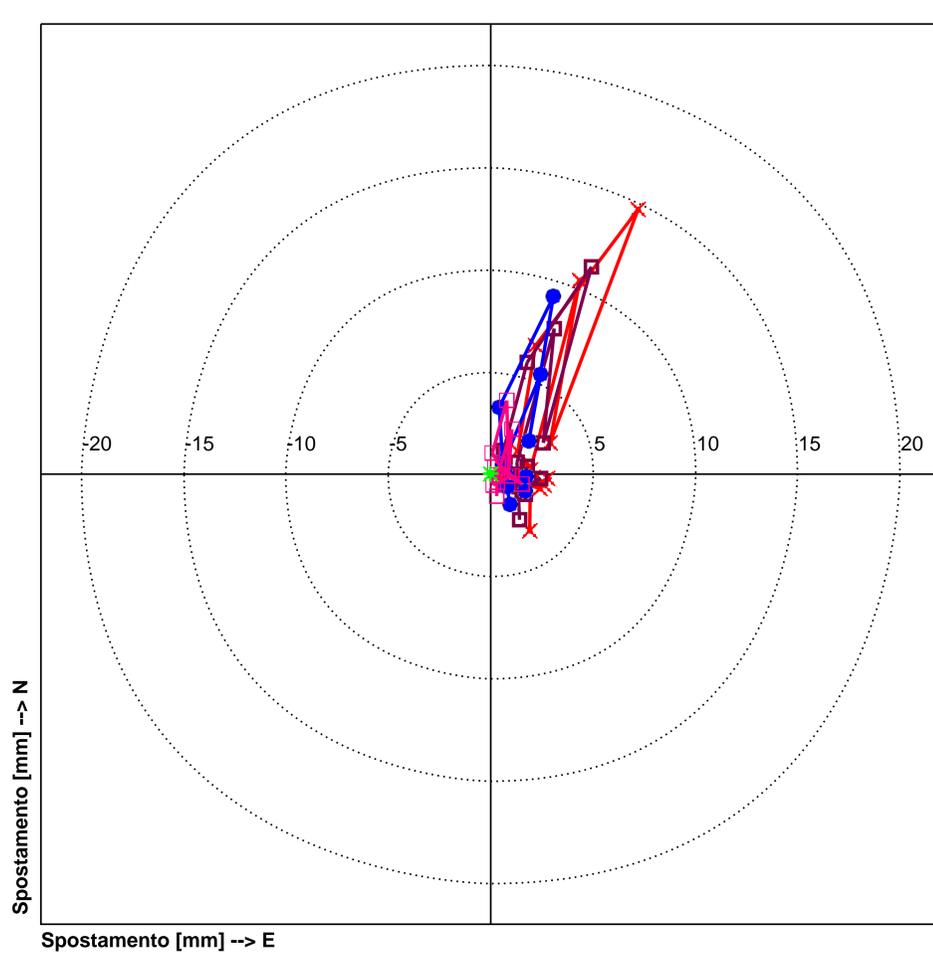
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Diagramma polare - Differenziale
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Est [mm]	Nord [mm]
1.9	-2.8
1.9	0.2
4.3	9.5
2.9	1.5
7.2	13.0
2.2	6.3
1.3	1.1
2.6	-0.5
2.1	-0.1
1.7	-0.8
2.8	-0.2
2.4	-0.7

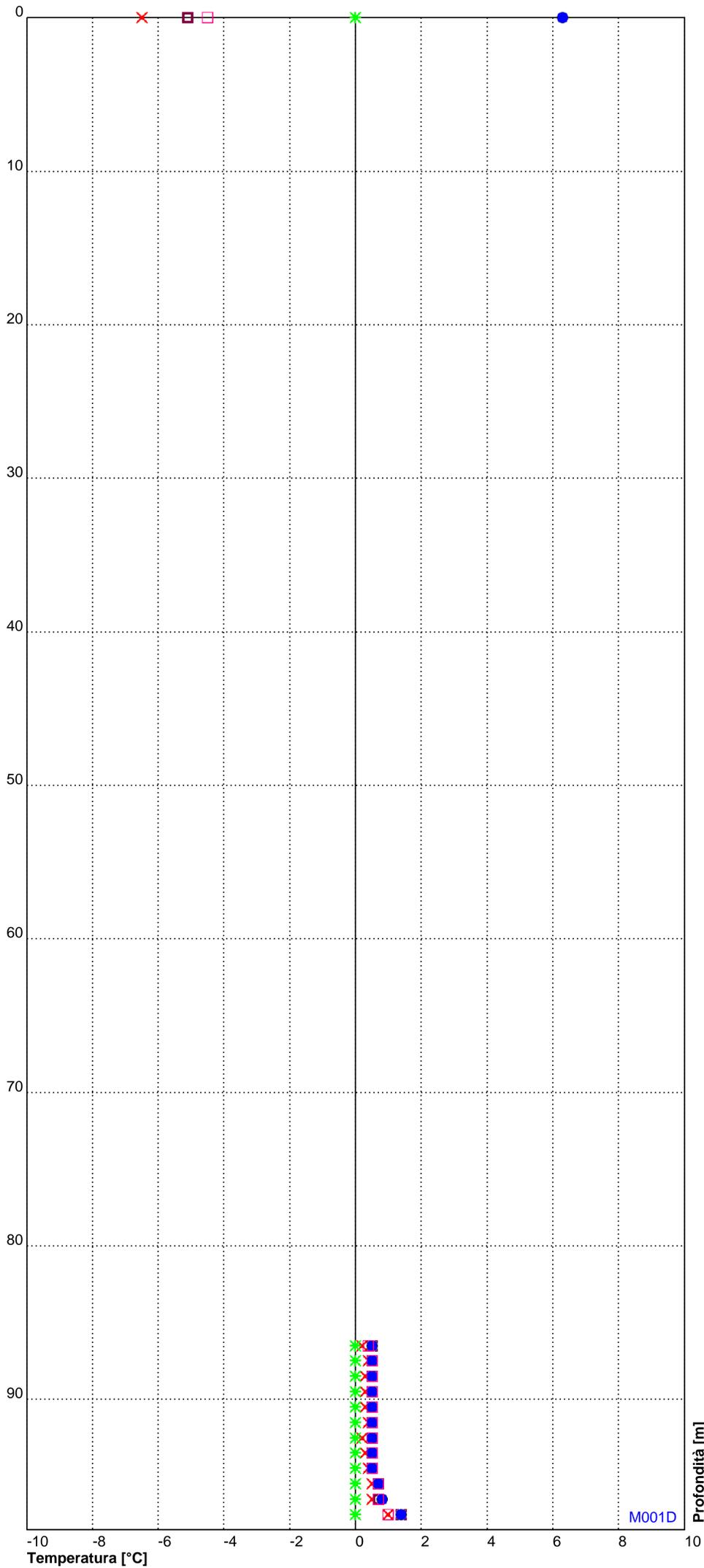
I valori sono ordinati dalla profondità minore alla maggiore
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Temperatura
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Temper. [°]
0.0	-6.5
86.5	0.2
87.5	0.4
88.5	0.3
89.5	0.3
90.5	0.3
91.5	0.4
92.5	0.2
93.5	0.3
94.5	0.4
95.5	0.5
96.5	0.5
97.5	1.0

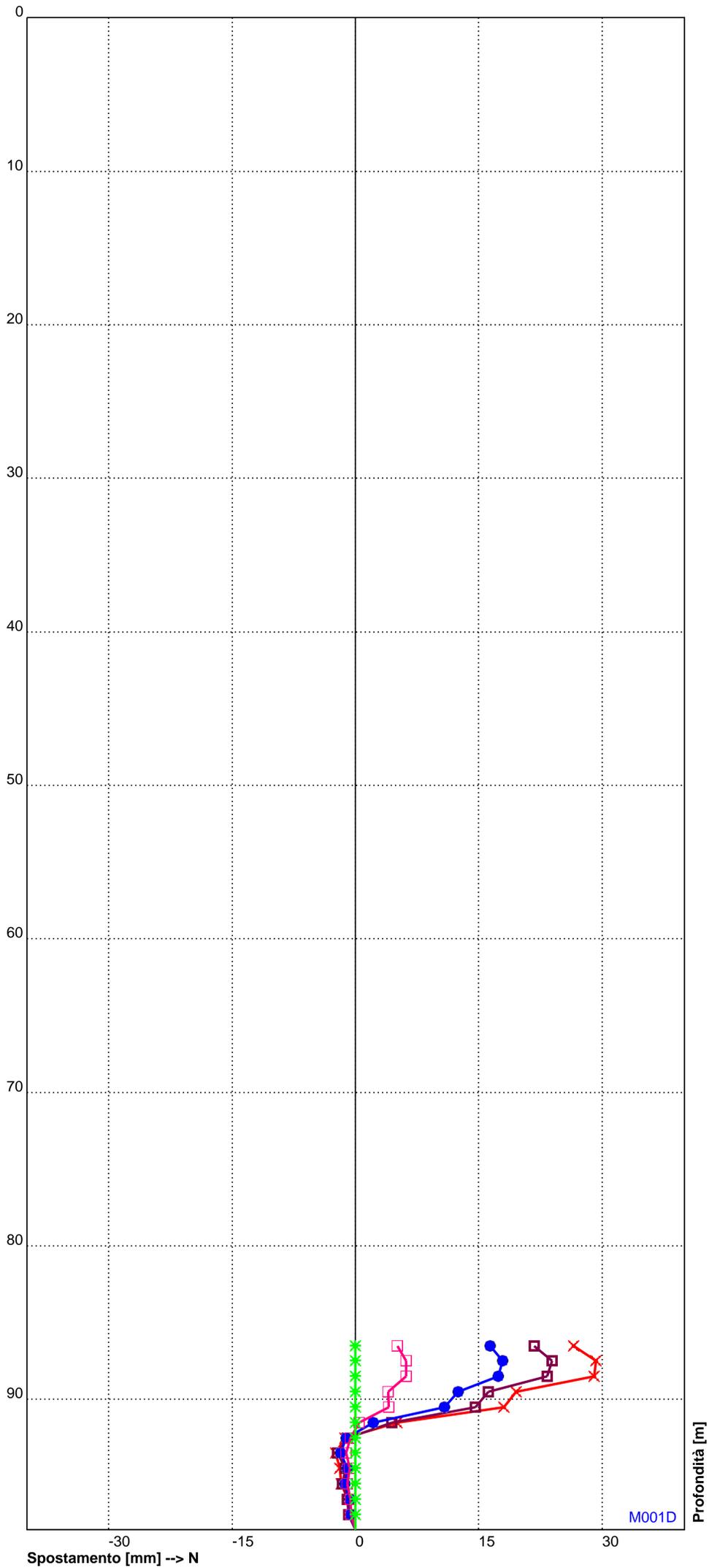
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Spostamento Nord - Cumulativo
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Spont. [mm]
86.5	26.5
87.5	29.3
88.5	29.1
89.5	19.6
90.5	18.0
91.5	5.1
92.5	-1.2
93.5	-2.4
94.5	-1.9
95.5	-1.7
96.5	-0.9
97.5	-0.7

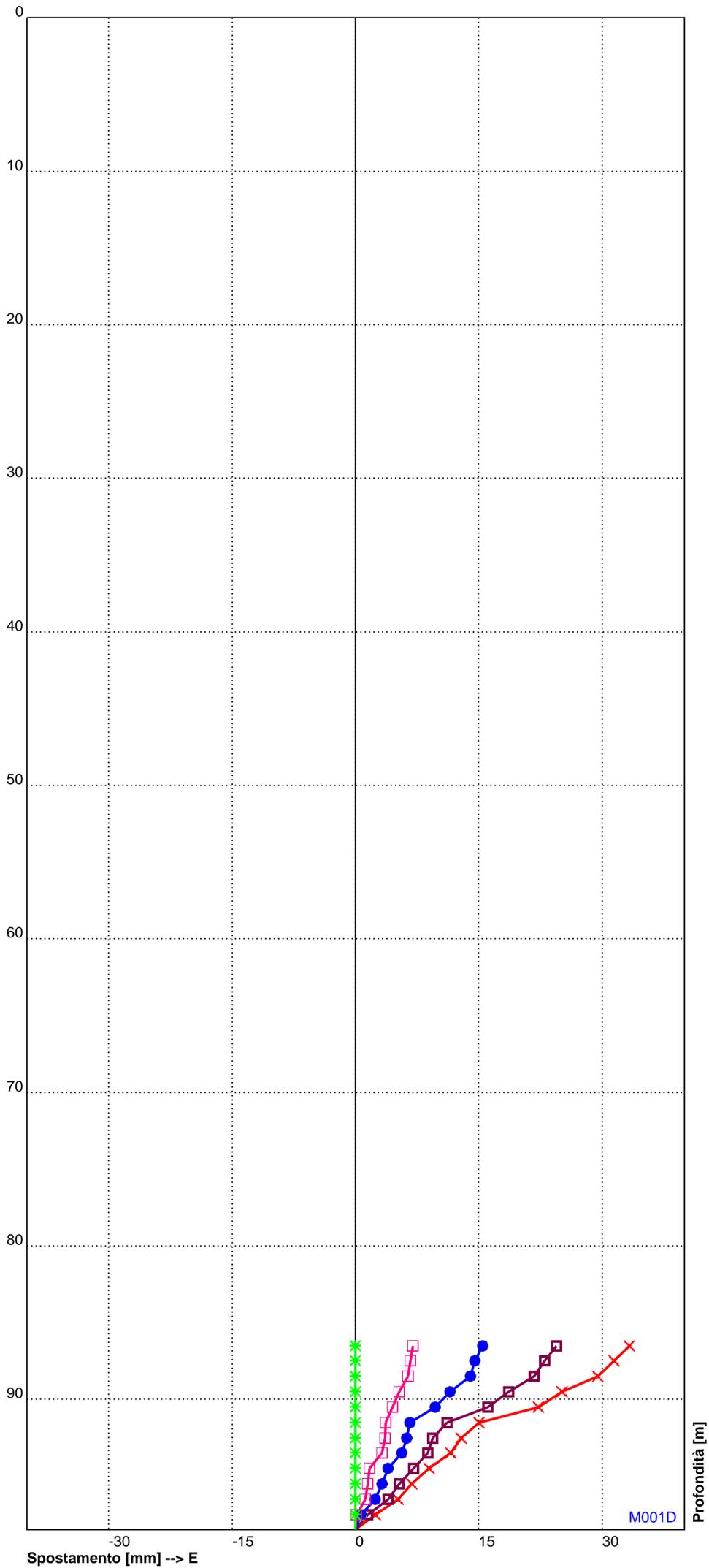
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Spostamento Est - Cumulativo
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Spost. [mm]
86.5	33.3
87.5	31.4
88.5	29.5
89.5	25.2
90.5	22.3
91.5	15.1
92.5	12.9
93.5	11.6
94.5	9.0
95.5	6.9
96.5	5.2
97.5	2.4

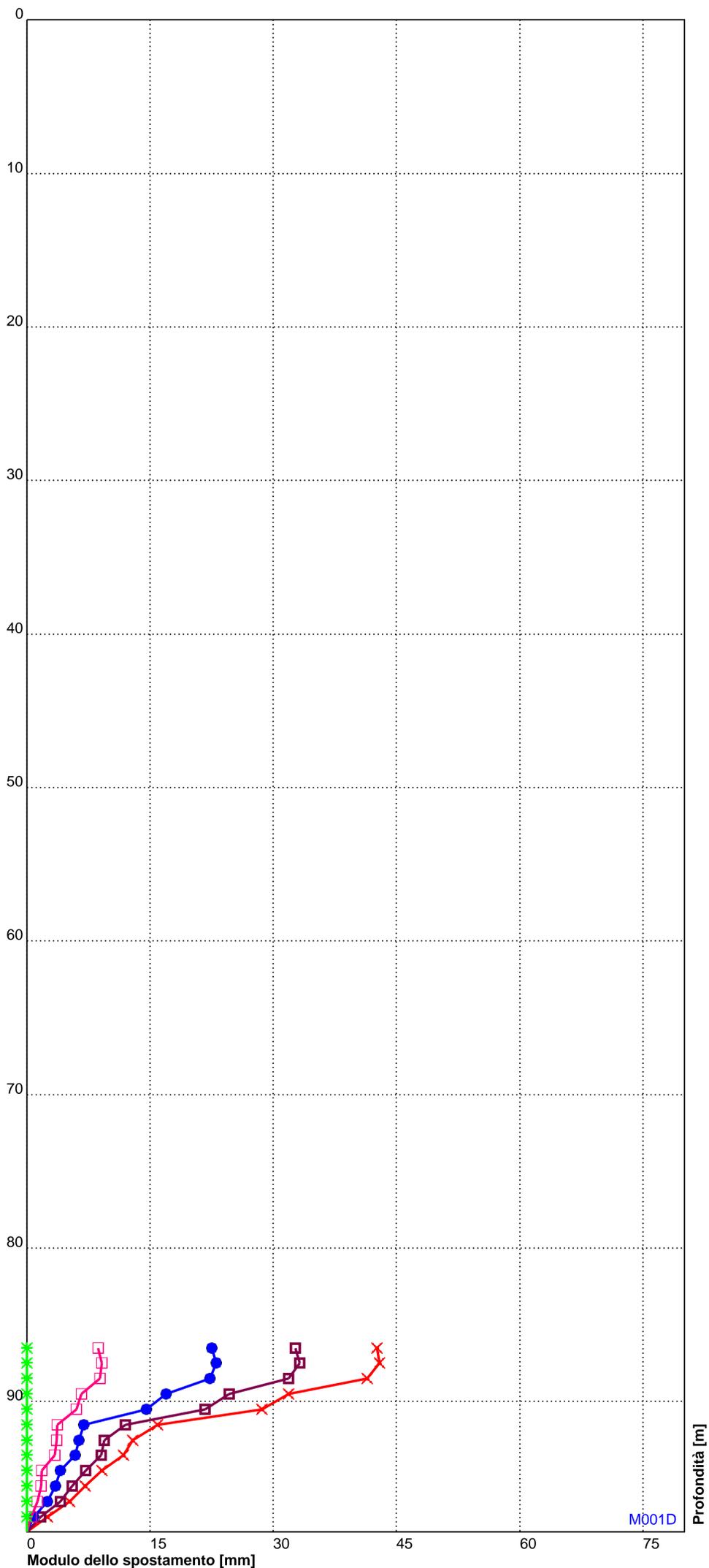
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Modulo dello spostamento (A) - Cumulativo
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Spost. [mm]
86.5	42.6
87.5	43.0
88.5	41.4
89.5	31.9
90.5	28.6
91.5	15.9
92.5	12.9
93.5	11.8
94.5	9.2
95.5	7.1
96.5	5.3
97.5	2.5

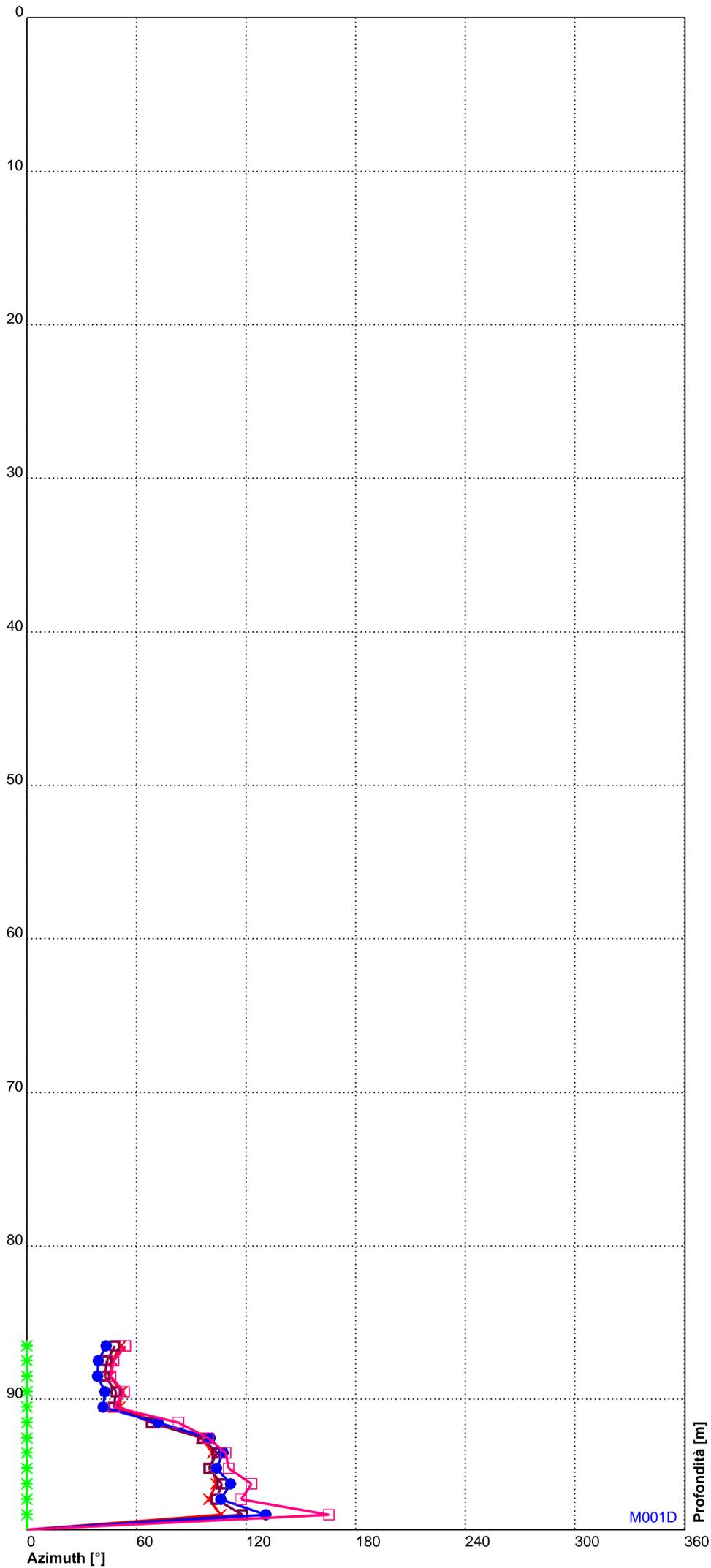
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Azimuth spostamento - Cumulativo
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Prof. [m]	Azimuth [°]
86.5	51.5
87.5	47.0
88.5	45.4
89.5	52.1
90.5	51.0
91.5	71.4
92.5	95.5
93.5	101.7
94.5	101.7
95.5	103.9
96.5	99.7
97.5	106.1

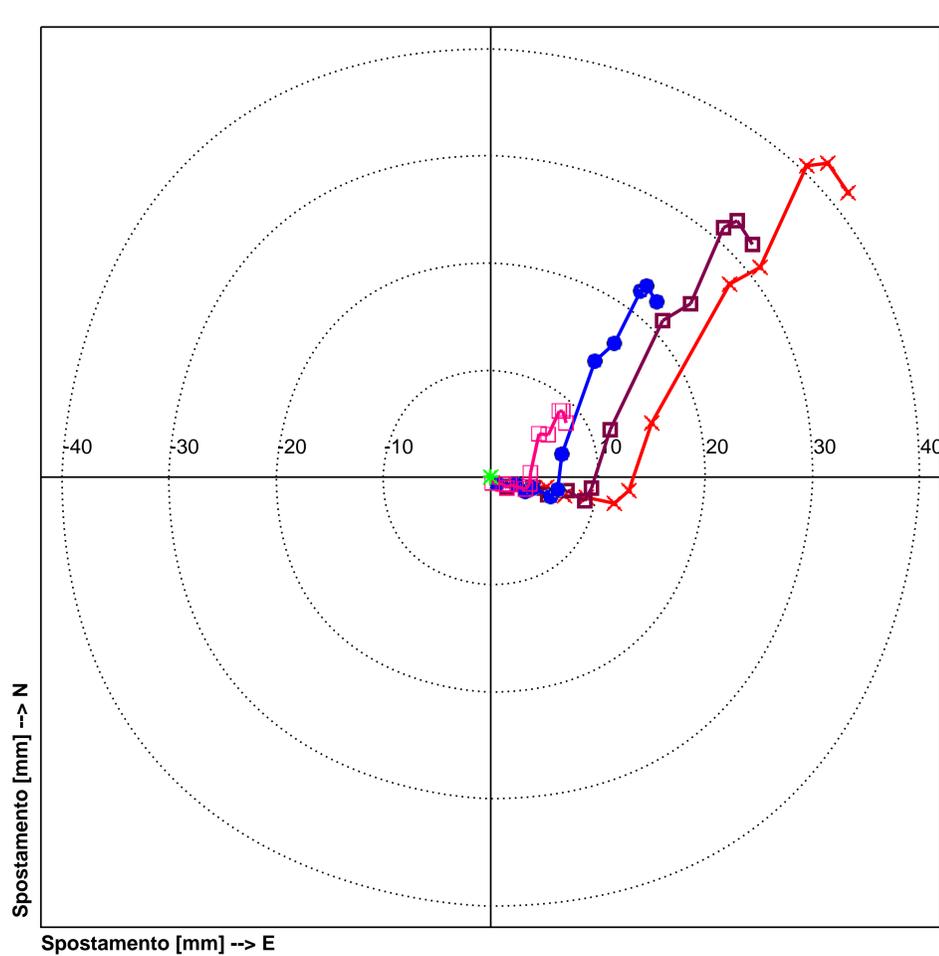
Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Diagramma polare - Cumulativo
Report nr. Colonna DMS Chervaz - 27/12/2015 00.05

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: 09 Gennaio 2015 10:27
 Note:



Est [mm]	Nord [mm]
33.3	26.5
31.4	29.3
29.5	29.1
25.2	19.6
22.3	18.0
15.1	5.1
12.9	-1.2
11.6	-2.4
9.0	-1.9
6.9	-1.7
5.2	-0.9
2.4	-0.7

I valori sono ordinati dalla profondità minore alla maggiore

Data allineamento: 09 Gennaio 2015 10:27

Legenda:

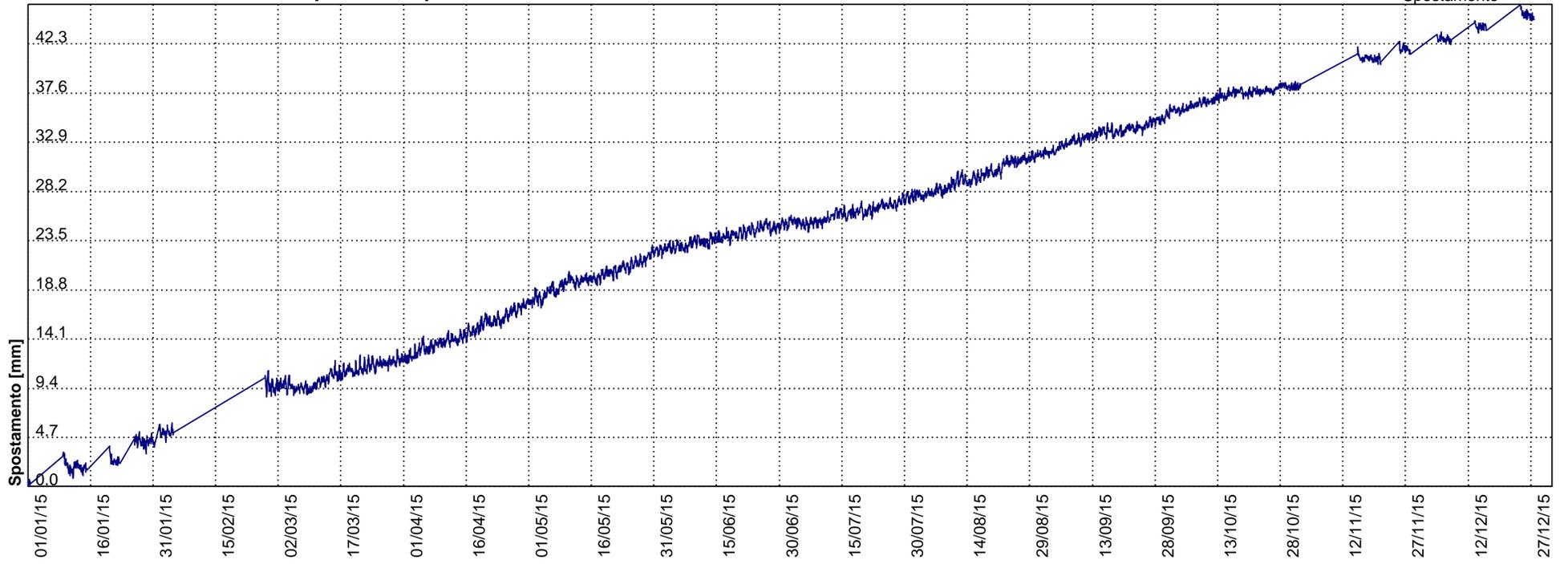
27 Dicembre 2015 00:05 — x — 30 Settembre 2015 00:08 — □ — 29 Giugno 2015 00:15 — ● — 30 Marzo 2015 00:46 — □ —
 09 Gennaio 2015 10:27 — * —

DMS VAO011-012-0914: Spostamento

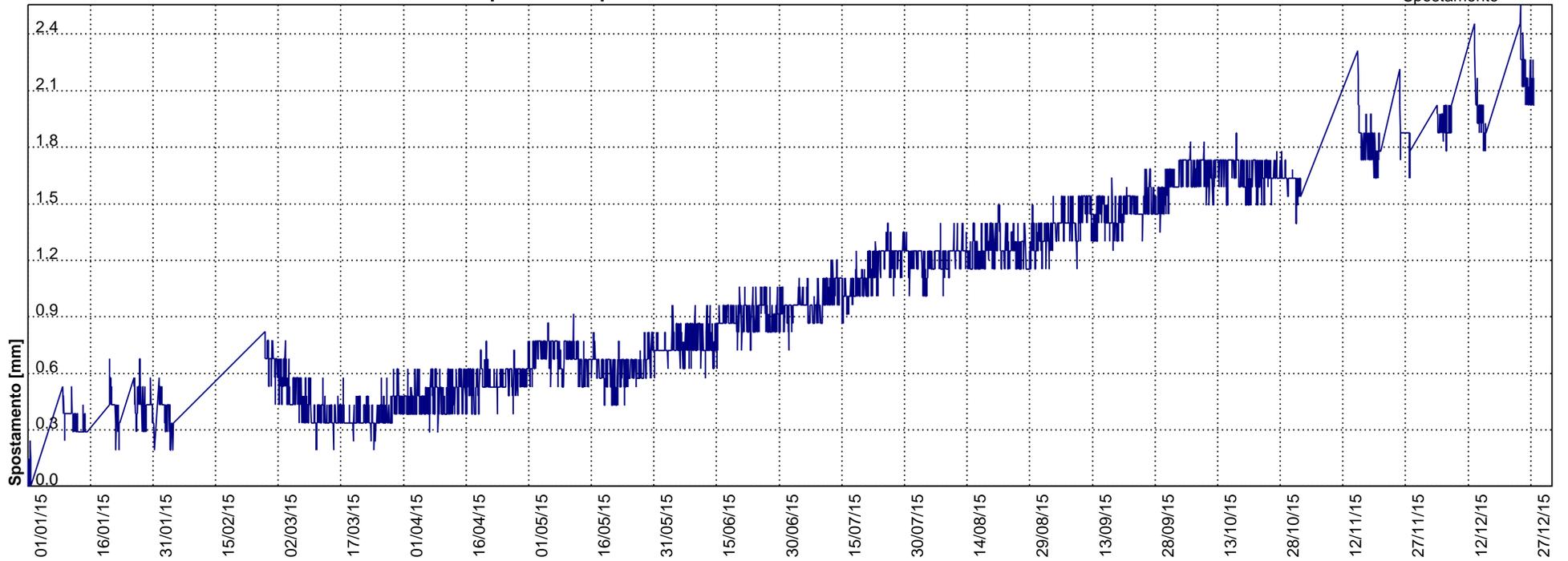
Periodo: 01/01/2015 - 31/12/2015

Direzione di riferimento (60° N)

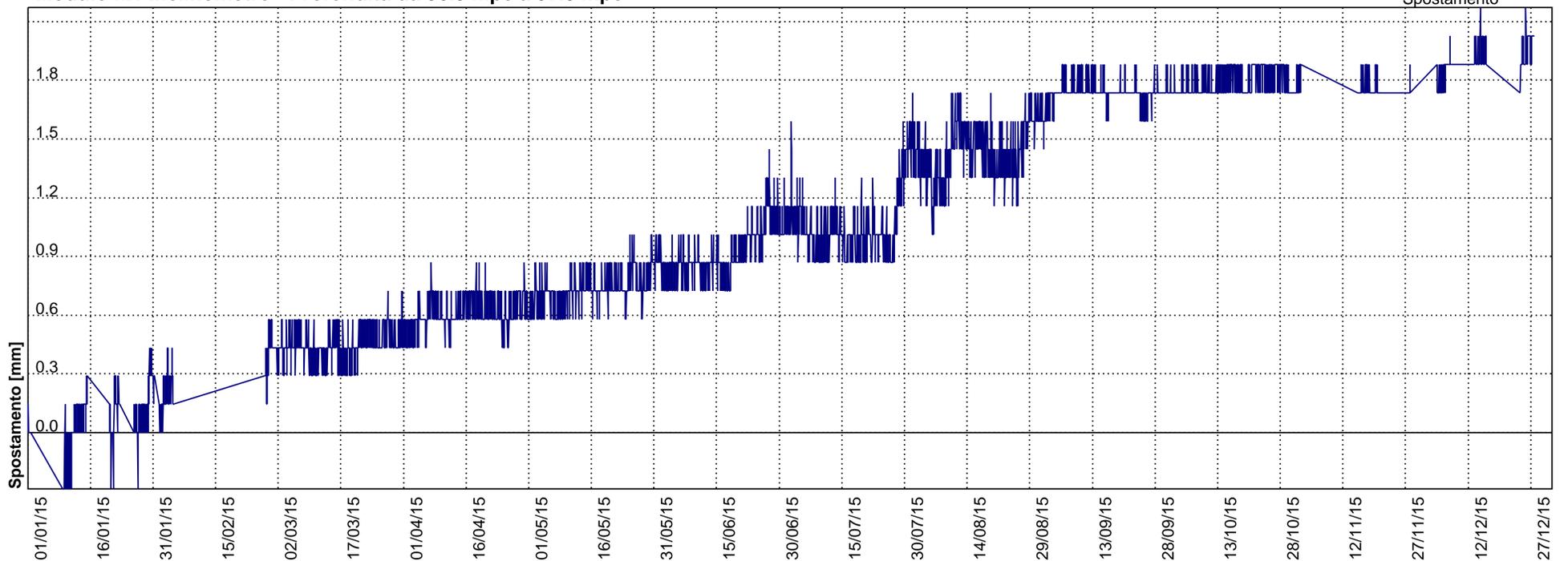
Totale - Profondità da 86.5 mpc a 98.5 mpc



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

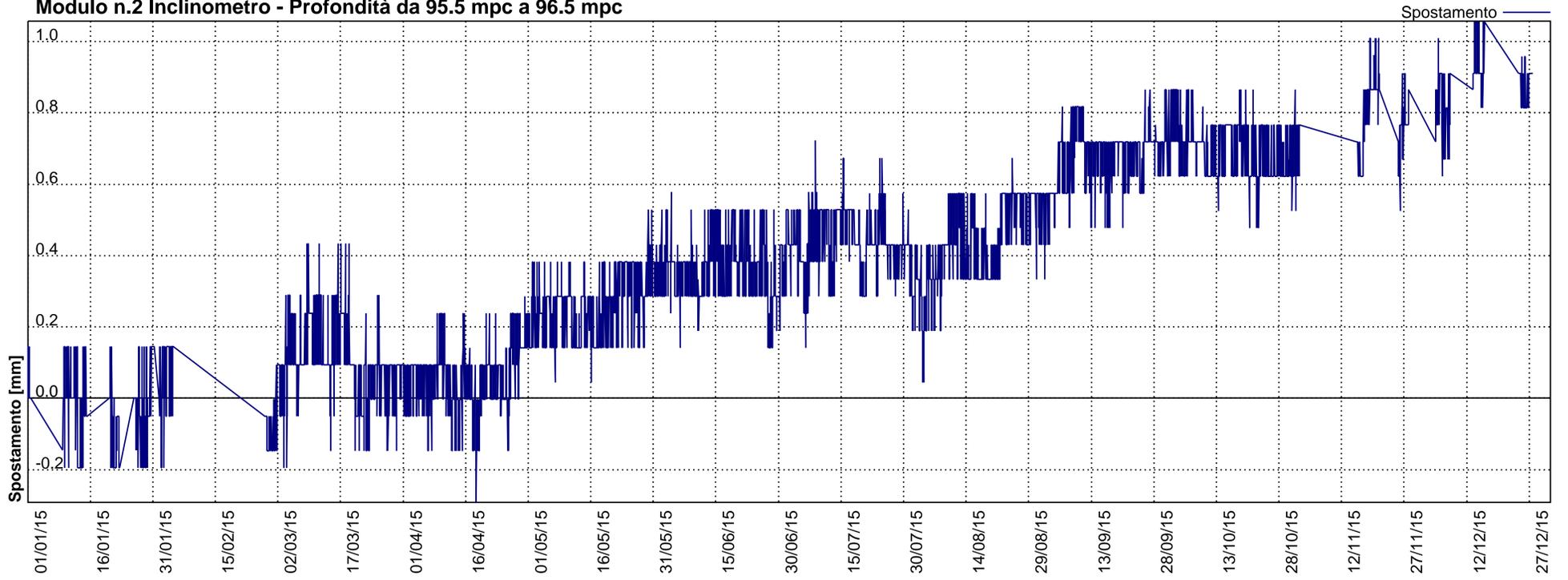


DMS VAO011-012-0914: Spostamento

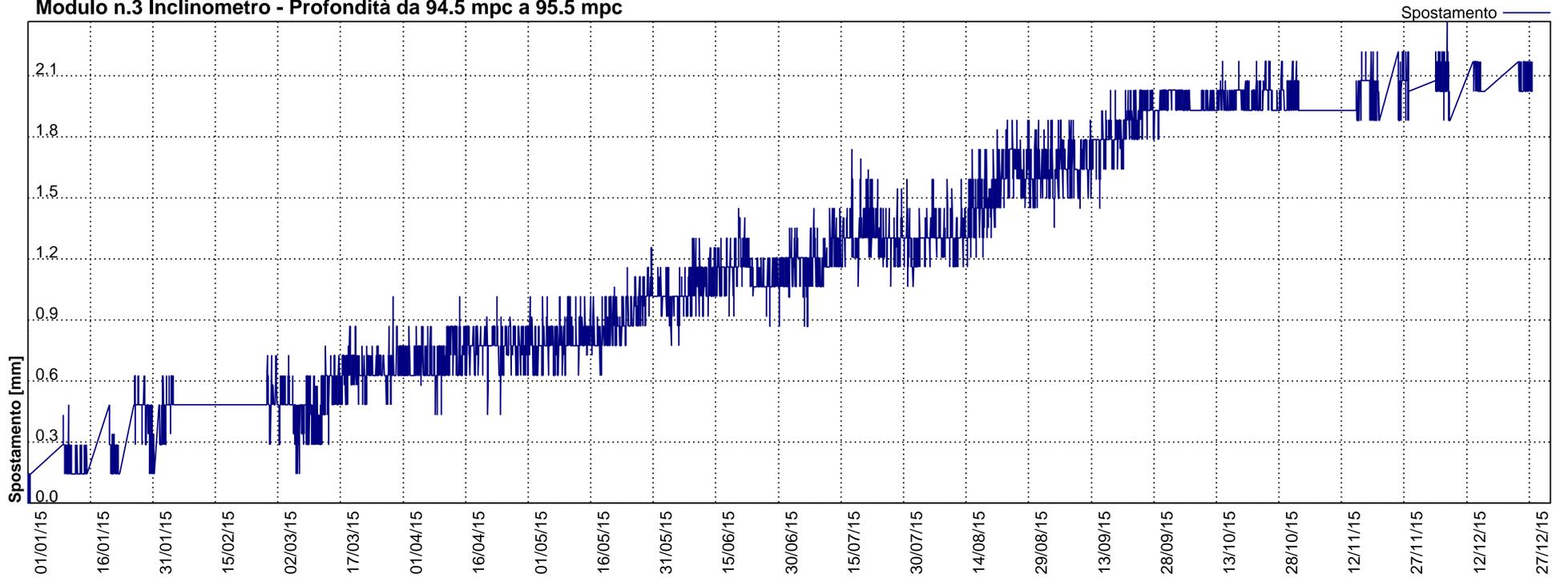
Periodo: 01/01/2015 - 31/12/2015

Direzione di riferimento (60° N)

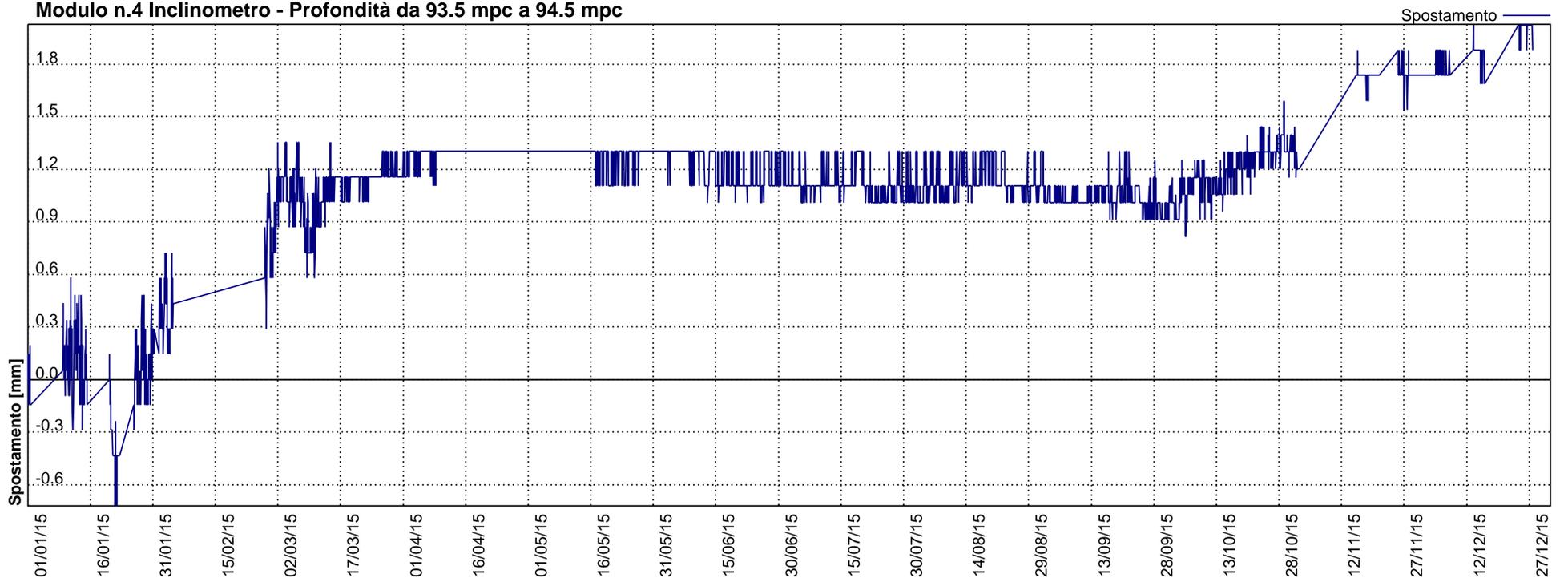
Modulo n.2 Inclinometro - Profondità da 95.5 mpc a 96.5 mpc



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

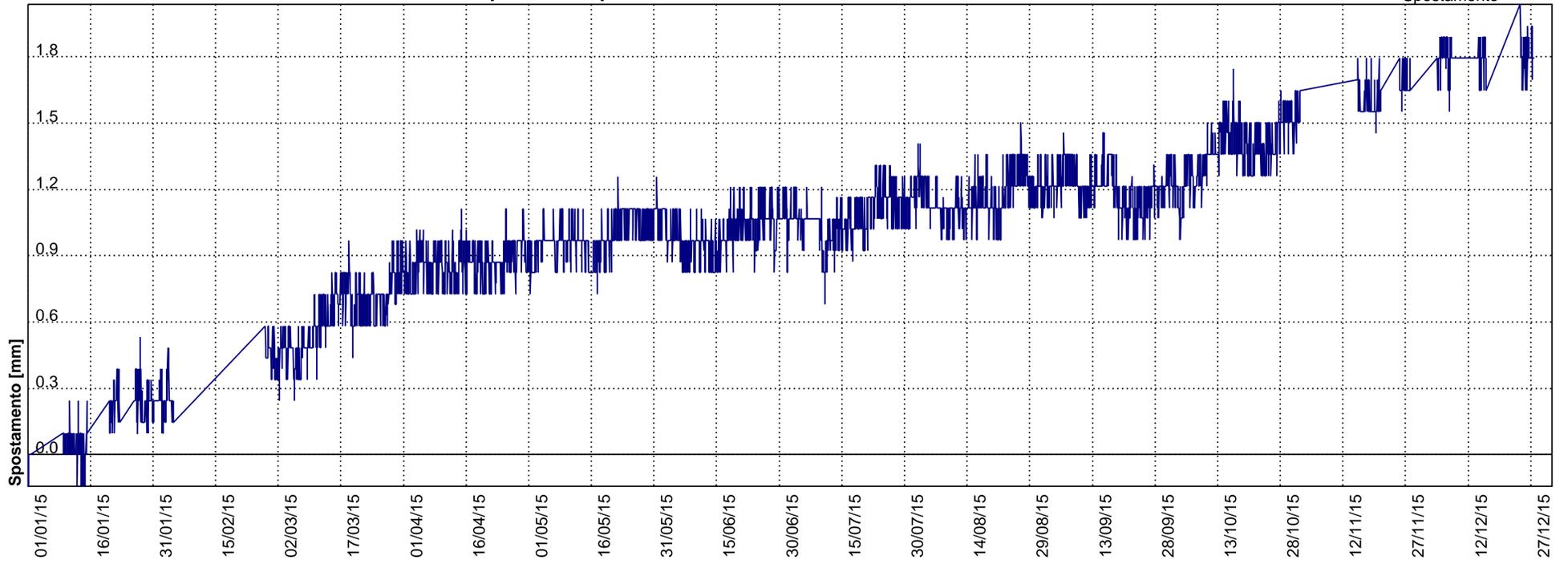


DMS VAO011-012-0914: Spostamento

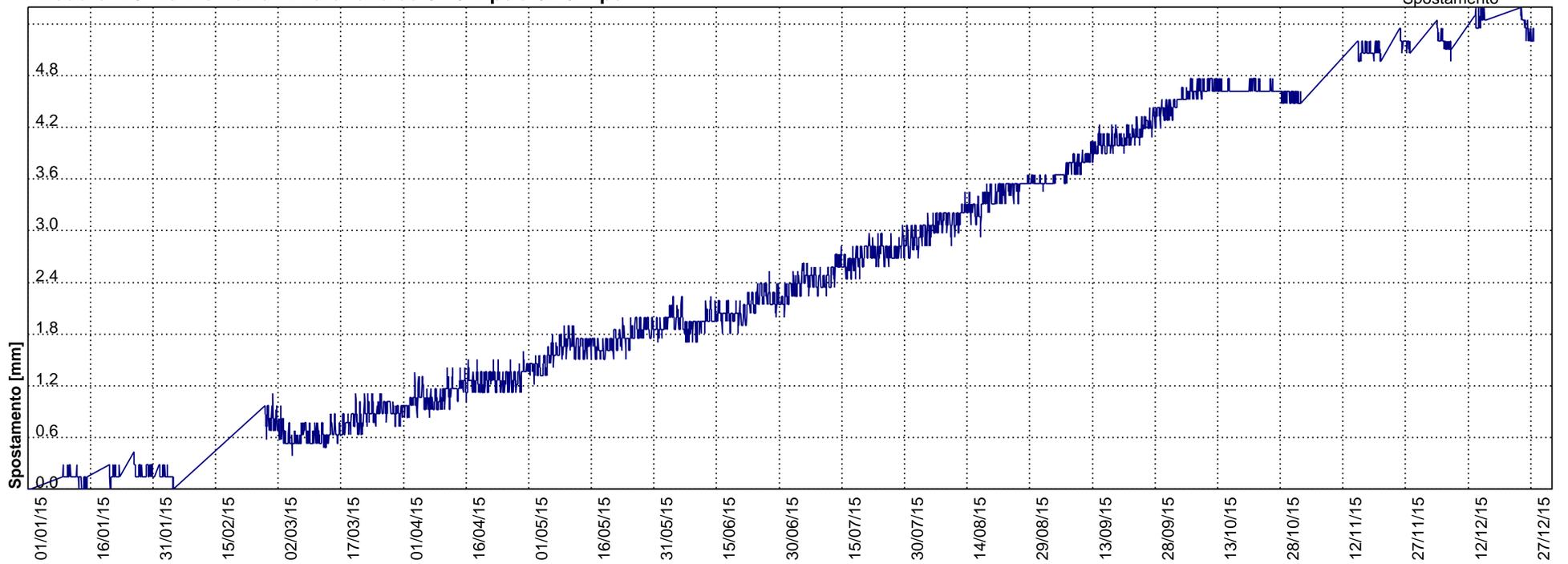
Periodo: 01/01/2015 - 31/12/2015

Direzione di riferimento (60° N)

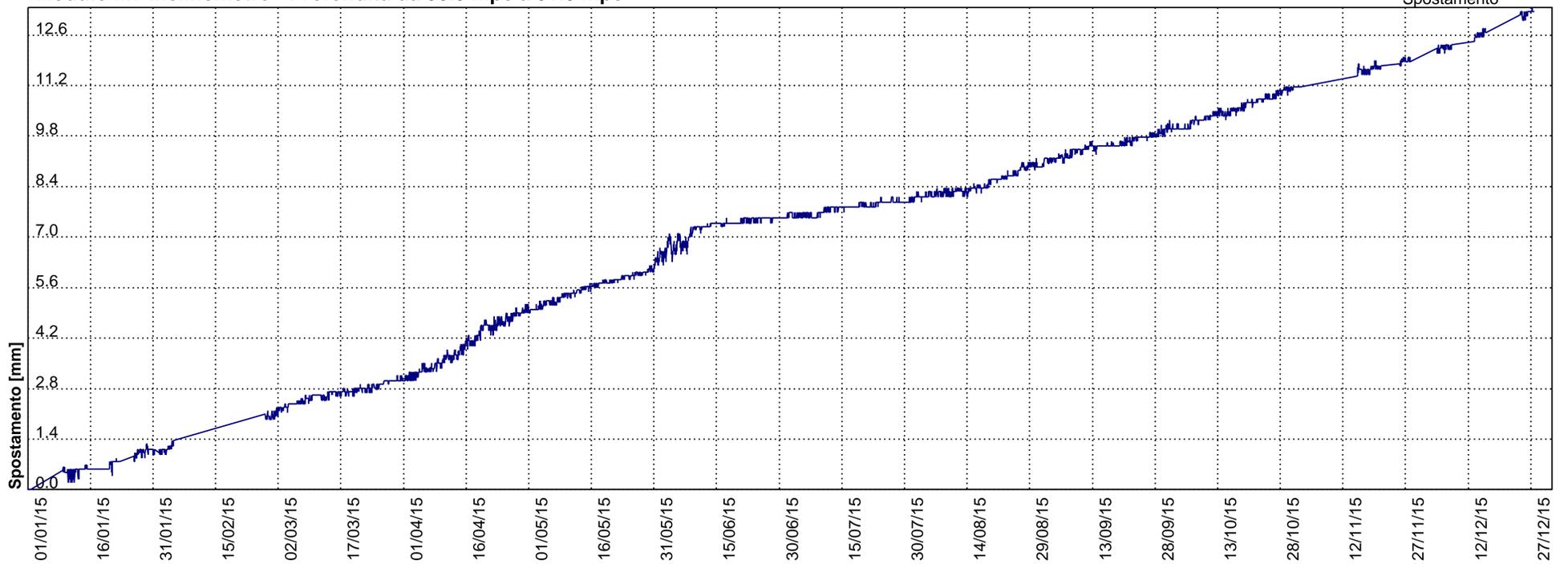
Modulo n.5 Inclinometro - Profondità da 92.5 mpc a 93.5 mpc



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

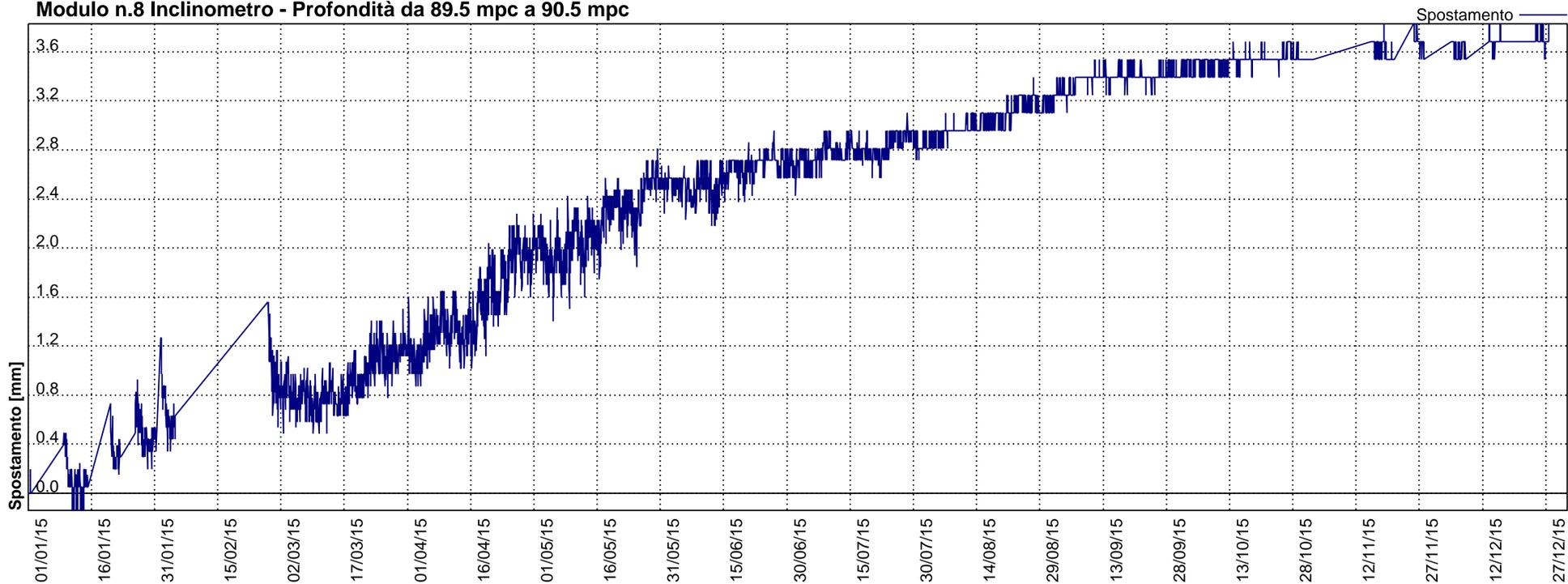


DMS VAO011-012-0914: Spostamento

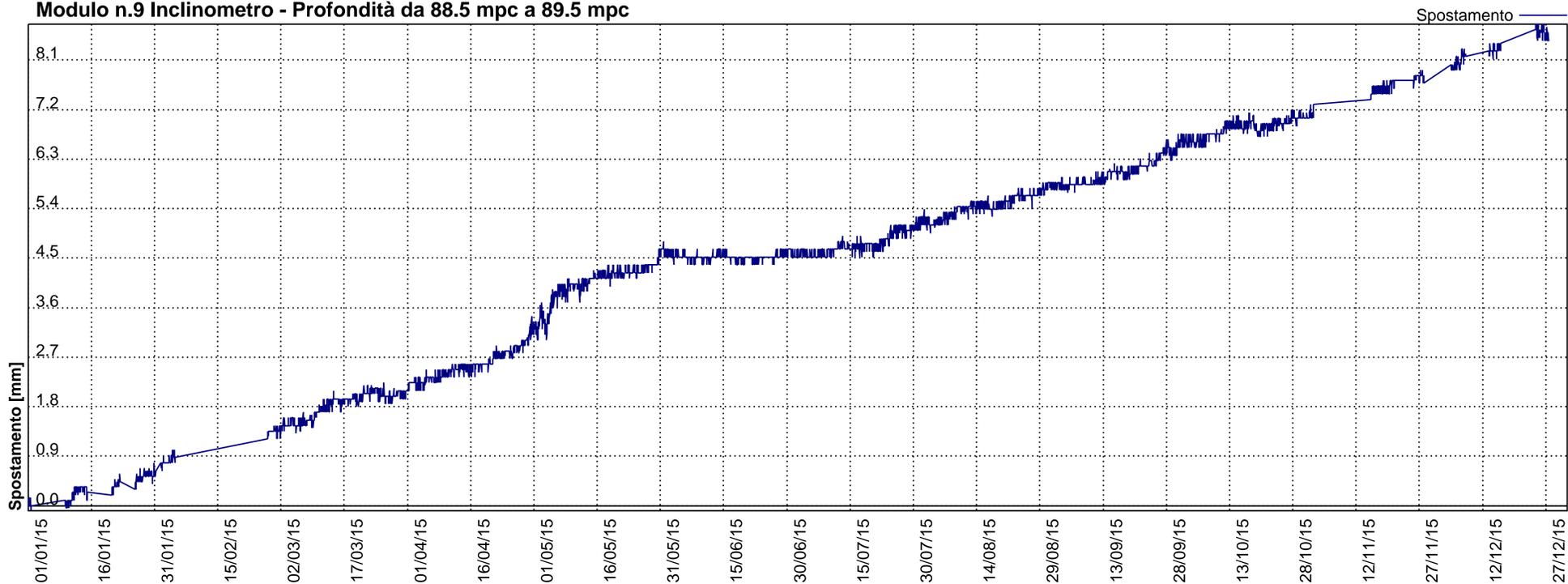
Periodo: 01/01/2015 - 31/12/2015

Direzione di riferimento (60° N)

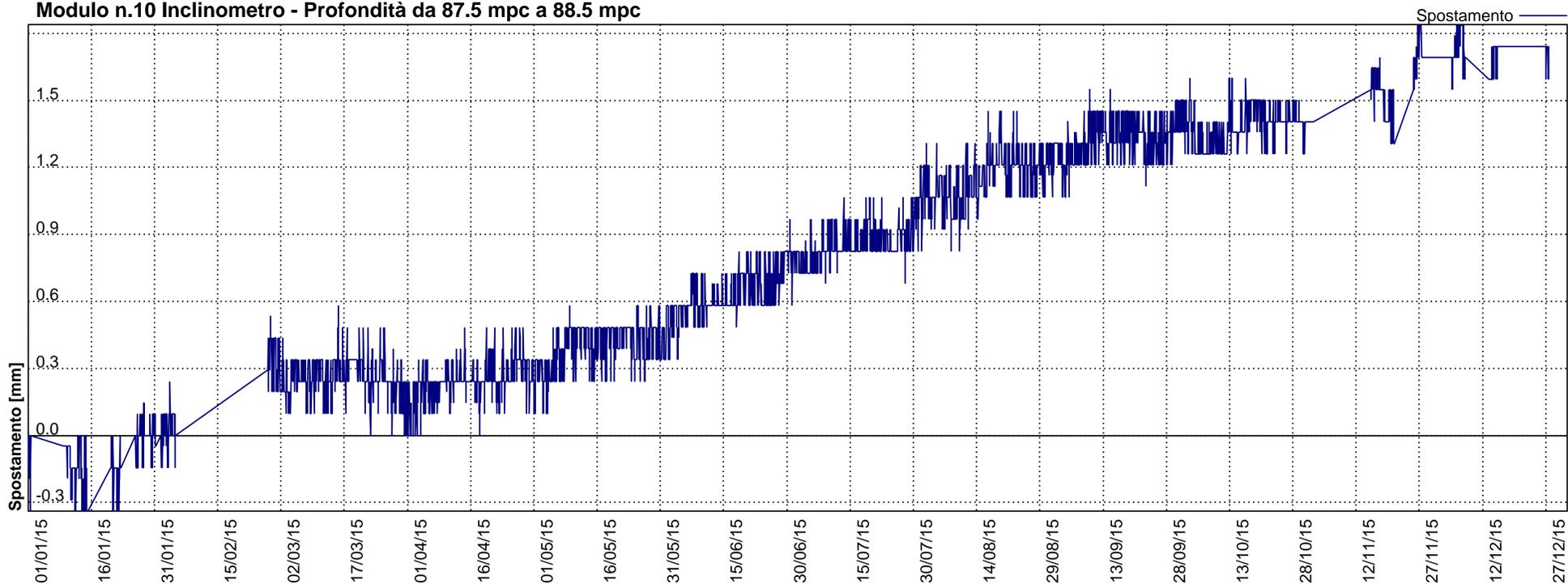
Modulo n.8 Inclinometro - Profondità da 89.5 mpc a 90.5 mpc



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



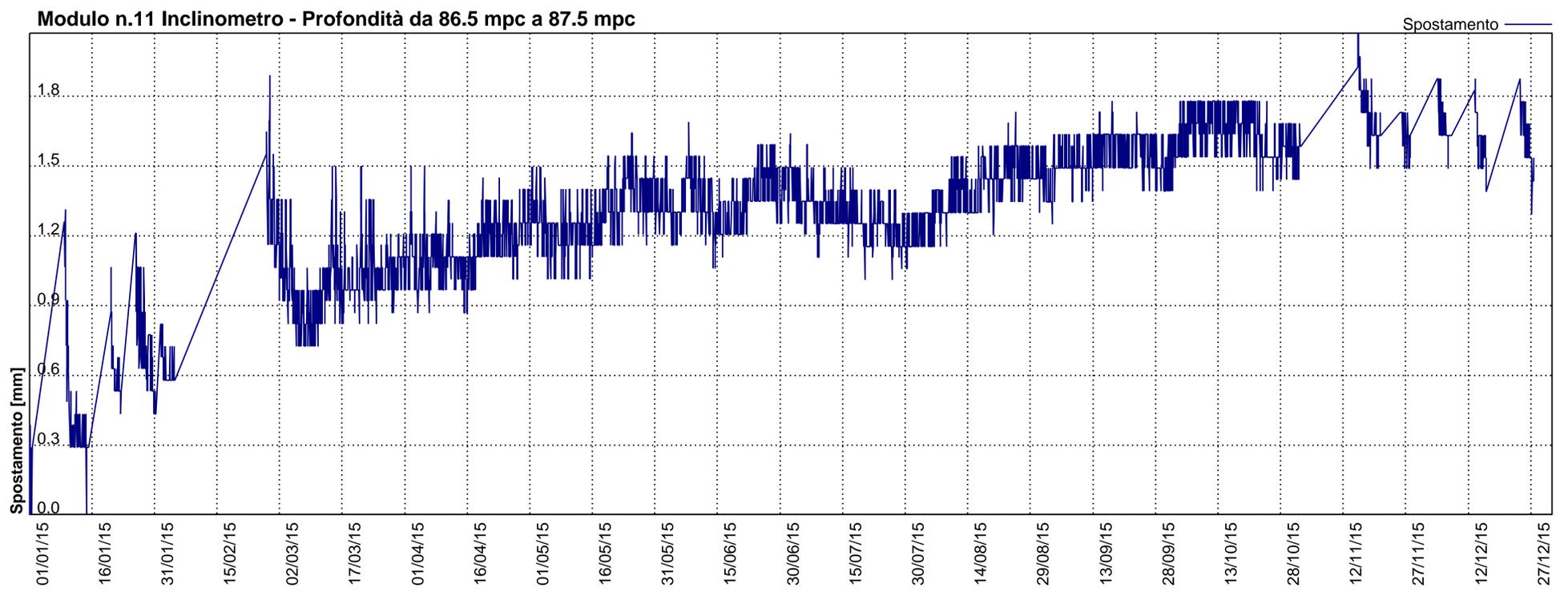
Modulo n.10 Inclinometro - Profondità da 87.5 mpc a 88.5 mpc



DMS VAO011-012-0914: Spostamento

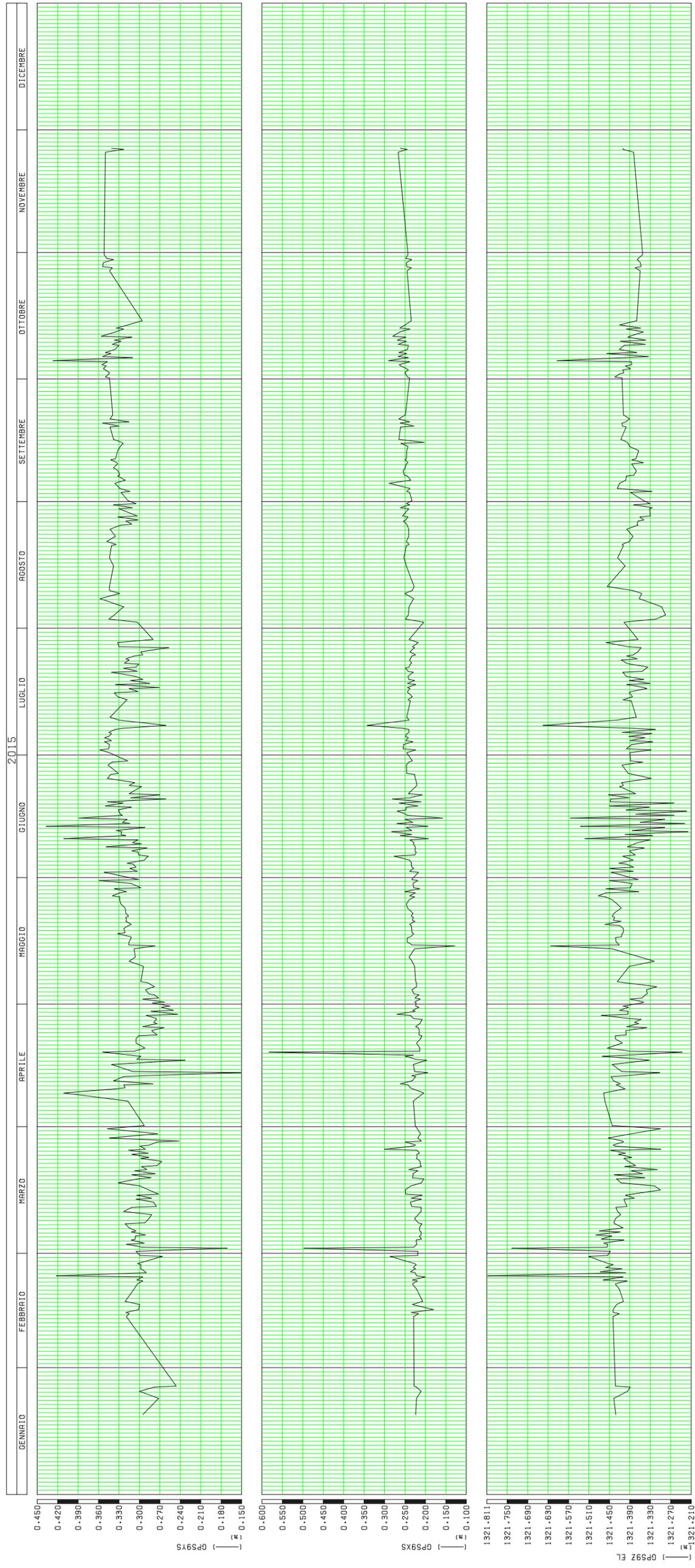
Periodo: 01/01/2015 - 31/12/2015

Direzione di riferimento (60° N)



Chervaz

GPS 9 X-Y-Z 2015



0. 5. 10. 15. 20. GIORNI

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: 01/01/2015 – 31/12/2015

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 2015. 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 luglio – 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 15/07/2015. 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 2015 si è registrato dal 15/06/2015 al 31/12/2015 un quantitativo di precipitazioni pari a 411.7 mm; dal confronto con i valori di pioggia cumulata degli anni precedenti (erano 531 nel 2011, 577.6 nel 2012 e 564.4 mm nel 2014; nel 2013 il pluviometro non ha registrato correttamente i dati a causa di un problema di usura del sensore elettro –

magnetico sulla bilancia. Pertanto si è reso necessario provvedere alla sua sostituzione il giorno 19/07/2013) si nota una leggera diminuzione nell'andamento pluviometrico tipico degli ultimi anni. 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 01/01/2015, pari a 812 mm, che ritorna in linea con il quantitativo 2014 (789 mm).

Per quanto riguarda il dato estensimetrico, i sensori, seppur con notevoli problemi di funzionamento, hanno nel complesso rilevato movimenti minimi del corpo di frana (Cfr. Tabella n. 1 e grafici allegati), riconducibili a errore strumentale e/o condizionati da fattori esterni di disturbo (temperatura, condizioni meteorologiche, caduta massi, eccetera), in linea con i successivi valori delle misure GPS manuali. Considerato tuttavia che l'entità dello spostamento verificato con una misura manuale 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

In data 09/10/2015 è stata condotta una campagna di lettura 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.

Nella tabella 2 sono riportate le variazioni delle tre coordinate (Nord, Est, Quota H) dei capisaldi GPS, lo spostamento planimetrico e lo spostamento totale 3D.

Caposaldo	N (m)	E (m)	H (m)	Spostamento planimetrico (m)	Spostamento totale 3D (m)
C1	0.001	0.010	-0.016	0.010	0.019
C2	-0.002	0.011	-0.012	0.011	0.016
C3	-0.006	0.002	-0.016	0.006	0.017
C4	-0.006	0.000	0.001	0.006	0.006
C5	0.004	0.009	-0.006	0.010	0.012
C6	-0.003	0.003	-0.014	0.004	0.015

Tabella n. 2

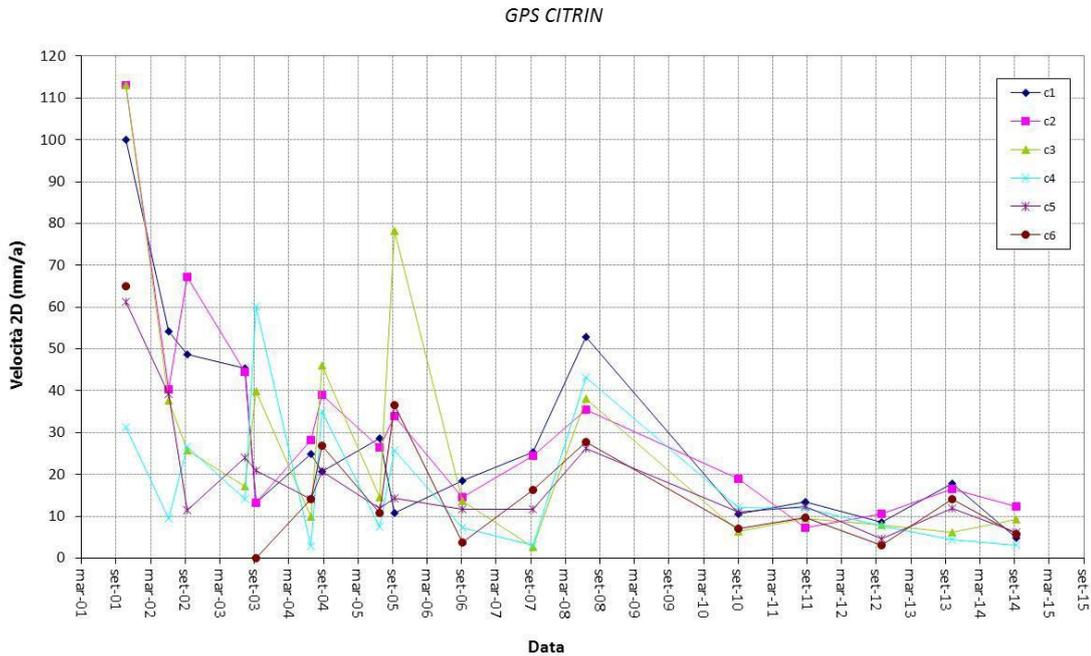


Figura n. 1: Velocità planimetrica dei capisaldi calcolati sull'intero periodo di monitoraggio

Le velocità 2D in mm/a di ciascun caposaldo si attestano tra 5 e 15 mm/a, secondo un trend in generale diminuzione; si fa osservare che la velocità di spostamento calcolata ha valori molto prossimi all'errore di misura.

Gli spostamenti planimetrici annui dei vertici vanno da 0,4 a 1,1 cm, in direzione NE - NW, ad esclusione del caposaldo C4, che si muove in direzione E; quest'ultimo è ubicato su una cresta rocciosa al margine sinistro della frana e potrebbe avere un'evoluzione indipendente da quella della frana stessa.

Gli spostamenti altimetrici confermano i trend osservati negli scorsi anni, mentre il vertice C4 continua ad essere stabile.

Durante l'estate e l'autunno 2015 si sono svolte, a cura di Resolving Srl, spin-off del Politecnico di Torino, due campagne di monitoraggio discontinuo con interferometria SAR da terra, volta 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 sono riassunti nelle seguenti immagini:

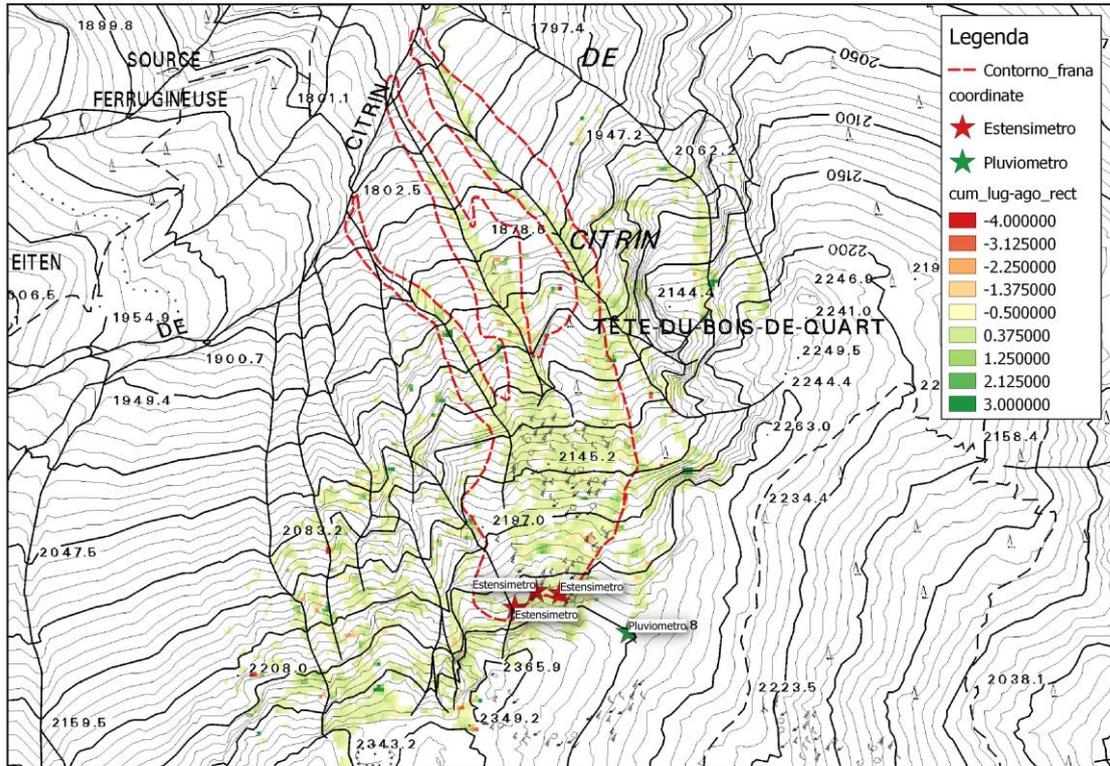


Figura n. 2: Analisi GBInSAR campagna di luglio – agosto 2015

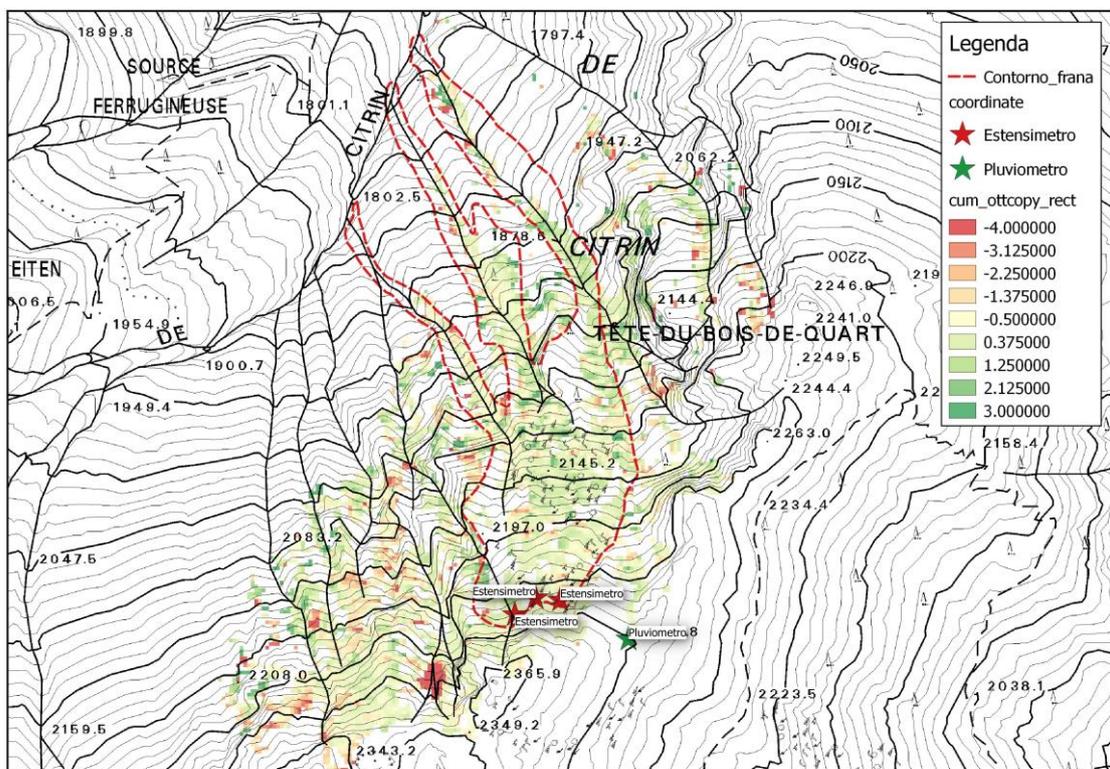


Figura n. 3: Analisi GBInSAR campagna di ottobre 2015

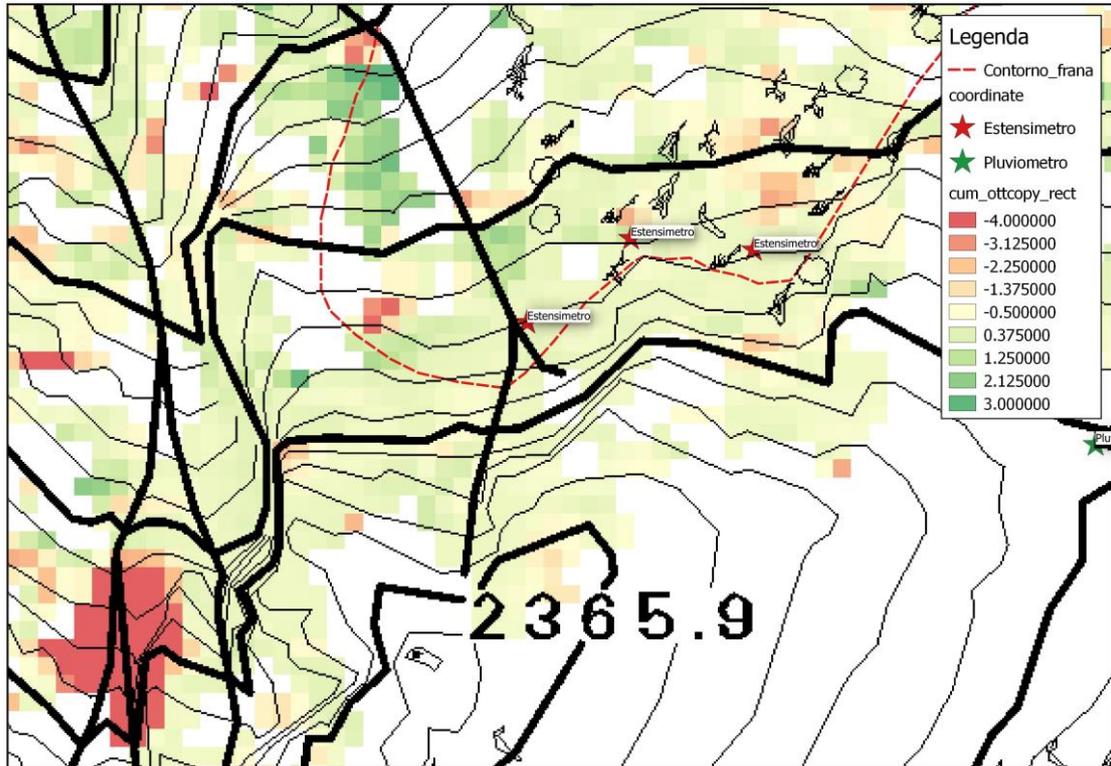


Figura n. 4: Analisi GInSAR campagna di ottobre 2015

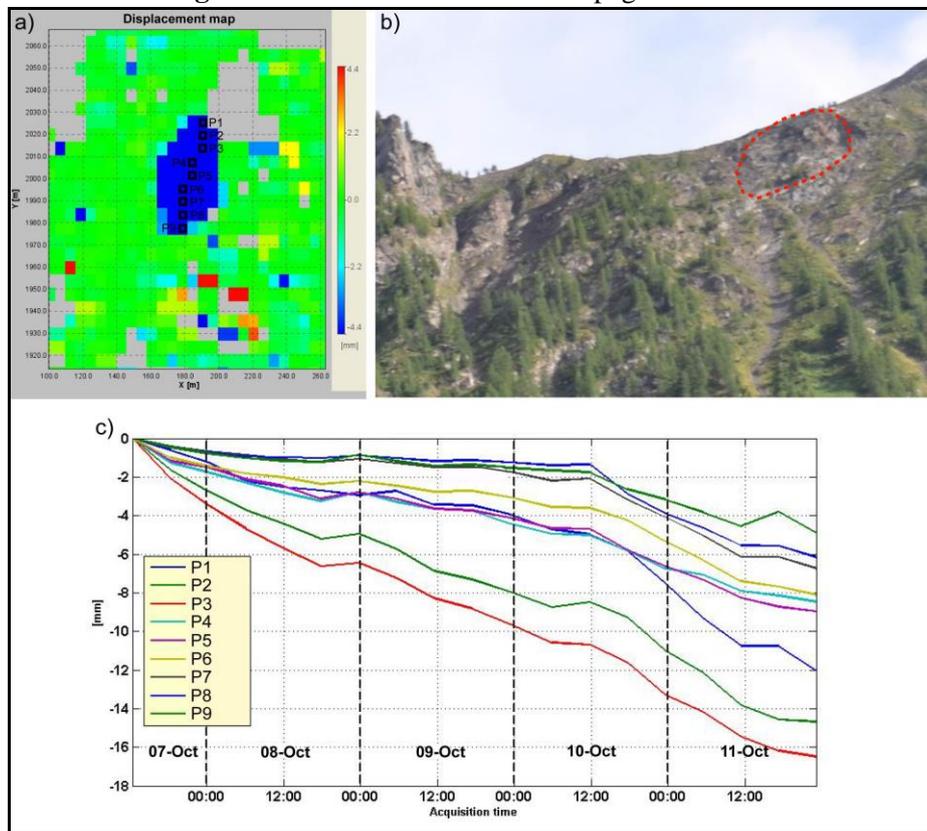


Figura n. 5: Analisi punti virtuali GInSAR campagna di ottobre 2015

Grazie alle presenti misure, è stato possibile verificare la presenza di un settore instabile, esterno all'area in frana, che ha subito un movimento fino a circa 16 mm in circa 4 giorni. Tale spostamento è visibile sia nella figura n.4, che rappresenta un ingrandimento in scala di disegno 1:1000 dell'intero corpo di frana, sia nell'analisi di Resolving Srl della figura n. 5. Tale settore si è manifestato esclusivamente durante la seconda campagna autunnale.

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 2015, 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

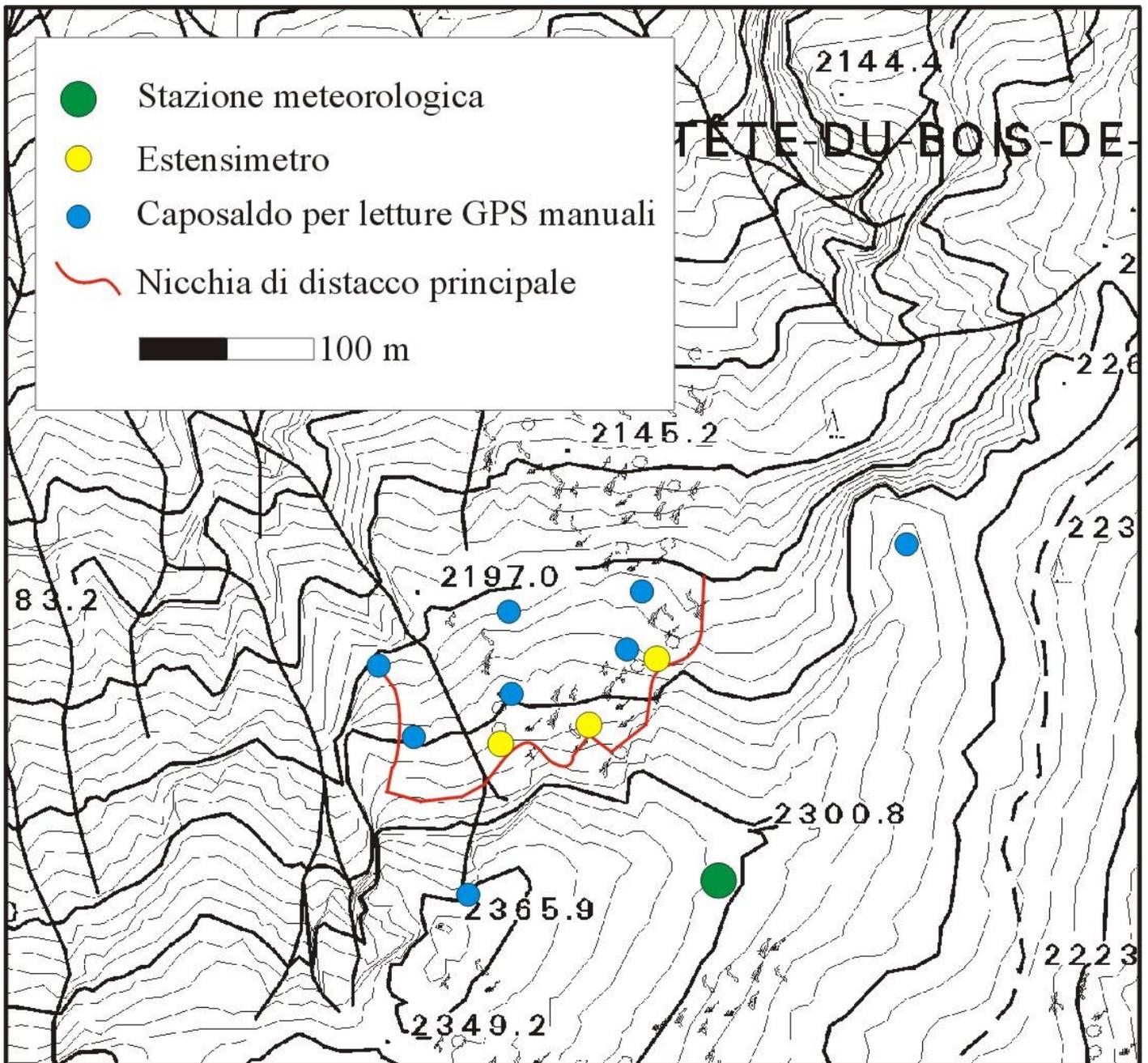


Figura. n. 2: stralcio planimetrico con indicazione delle stazioni di misura

Rete Citrin
Spostamenti planimetrici
dal 03/10/2014 al 09/10/2015

Misure rappresentate:
Misure Nr. 15 del 03/10/2014
Misure Nr. 19 del 09/10/2015

0 10.0 mm
Scala grafica

0 10.0 mm
Scala grafica d'ingrosso



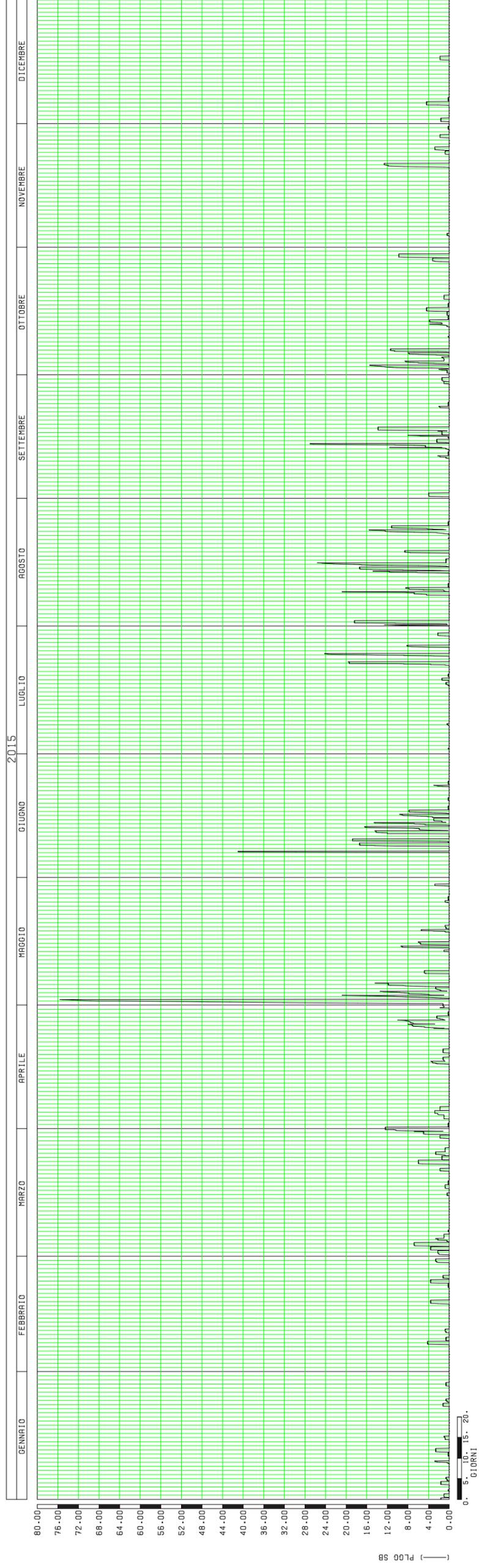
0 50 100 Meters



Figura. n. 4: spostamenti planimetrici gps a lettura manuale dal 03/10/2014 al 09/10/2015

CITRIN

pioggia 99 2015



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: 01/01/2015 – 31/12/2015

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 2015. 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, e la variazione della posizione dei capisaldi topografici rilevati mediante lettura GPS manuale (cfr. fig. n 2 e grafici allegati).

Inoltre, ad integrazione dei dati topografici, sono stati altresì diagrammati i valori relativi alla temperatura e alla quantità di pioggia cumulata nel 2015, 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.

La rete GPS a lettura manuale comprende 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 31.12.2015 e quello corrispondente al 01.01.2015. 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 di poco superiori al 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 0.74 e 2.04 cm.
- I punti M3 e M4 posizionati a controllo della casa di Hivaz continuano a registrare spostamenti concordi tra di loro, nel 2015 pari a 1,30 – 1,12 cm.

Tali valori di spostamento risultano in linea con quelli misurati nel 2013. 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.

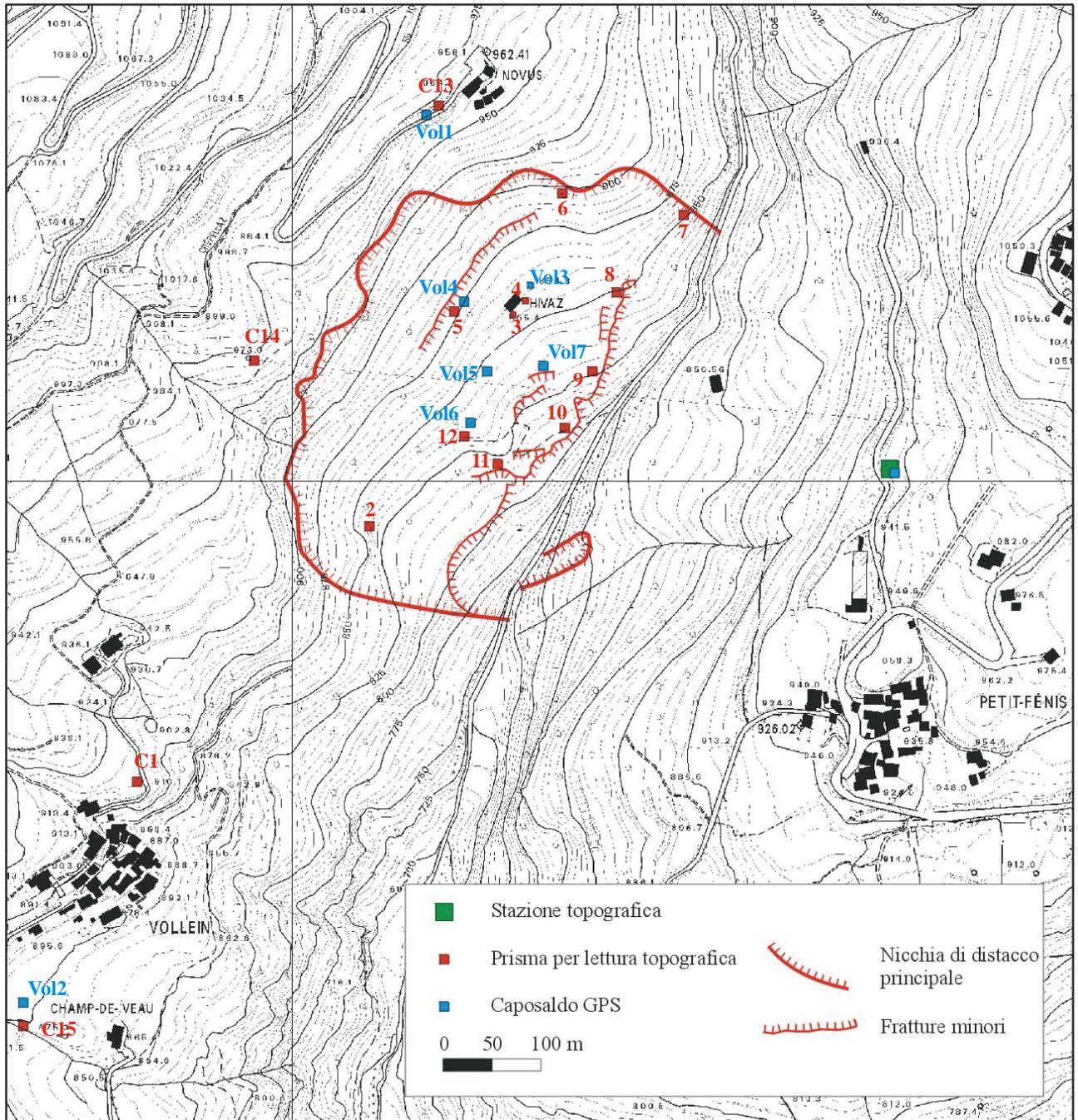


Figura n. 1: stralcio planimetrico con indicazione delle stazioni di misura

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
C1	-1.30	-0.1	-0.3	-0.6	-0.28
C13	-0.70	-1.01	-1.0	-1.5	-0.98
C14	---	-0.59	-0.8	-1.2	-0.62
C15	-3.00	-0.02	+1.9	-1.6	-0.38
M2	-2.60	-1.08	-1.62	-1.94	
M3	-2.10	-1.30	-1.62	-1.80	-1.29
M4	-2.20	-1.36	-1.54	-1.99	-1.12
M5	-2.10	-1.25	-1.22	-1.71	-
M6	-2.20	-1.49	-1.64	-2.04	-
M7	-1.0	-0.32	-0.65	-0.74	-0.59
M8	-0.90	-0.43	-0.53	-0.89	-0.52
M9	-1.90	-1.35	-1.62	-1.90	-1.13
M10	-1.70	-1.01	-1.38	-1.75	-1.02
M11	-1.70	-1.06	-1.22	-2.03	-1.05
M12	-2.00	-1.06	-1.54	-1.85	-1.07

Tabella n. 1

Per quanto riguarda il dato di spostamento dei singoli punti in frana, i dati registrati nell'arco del 2015 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 2015 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, i valori di spostamento registrati il 03/11/2015 sono compresi tra 5 e 25 mm/a. Nella tabella 2 sono indicati, per ciascuna delle tre componenti Nord, Est e Quota, le variazioni registrate rispetto alla misura precedente (10/10/2014) e lo spostamento totale 3D (Tabella n. 2). Per quanto riguarda l'abitato di Novus i punti VOL1 e VOL9, posti in prossimità dell'abitato, hanno rilevato spostamenti compresi tra 2,3 e 1,1 cm, evidenziando quindi il permanere di un trend evolutivo significativo e, comunque, tipico di una DGPV (Deformazione Gravitativa Profonda di

Versante) che, nella fattispecie, corrisponde a quella del Monte Croce di Fana. I vertici VOL1 e VOL2 sono materializzati in prossimità dei prismi di riferimento e continuano ad essere interessati dai movimenti della DGPV e consentono di misurarne l'attività, i cui movimenti sono confermati anche dai risultati dell'analisi PSInSAR condotta sull'intero territorio regionale.

Caposaldo	N (m)	E (m)	H (m)	Spostamento planimetrico (m)	Spostamento 3D (m)
Vol 1	0.023	-0.003	0.038	0.023	0.045
Vol 2	-0.006	-0.008	0.046	0.010	0.047
Vol 3	0.002	-0.008	0.005	0.008	0.010
Vol 4	-0.004	0.003	-0.043	0.005	0.043
Vol 5	-0.002	-0.002	0.005	0.003	0.006
Vol 6	-0.015	-0.014	-0.004	0.021	0.021
Vol 7	-0.009	-0.010	-0.025	0.013	0.028
Vol 9	0.008	-0.008	0.007	0.011	0.013

Tabella n. 2

GPS VOLLEIN

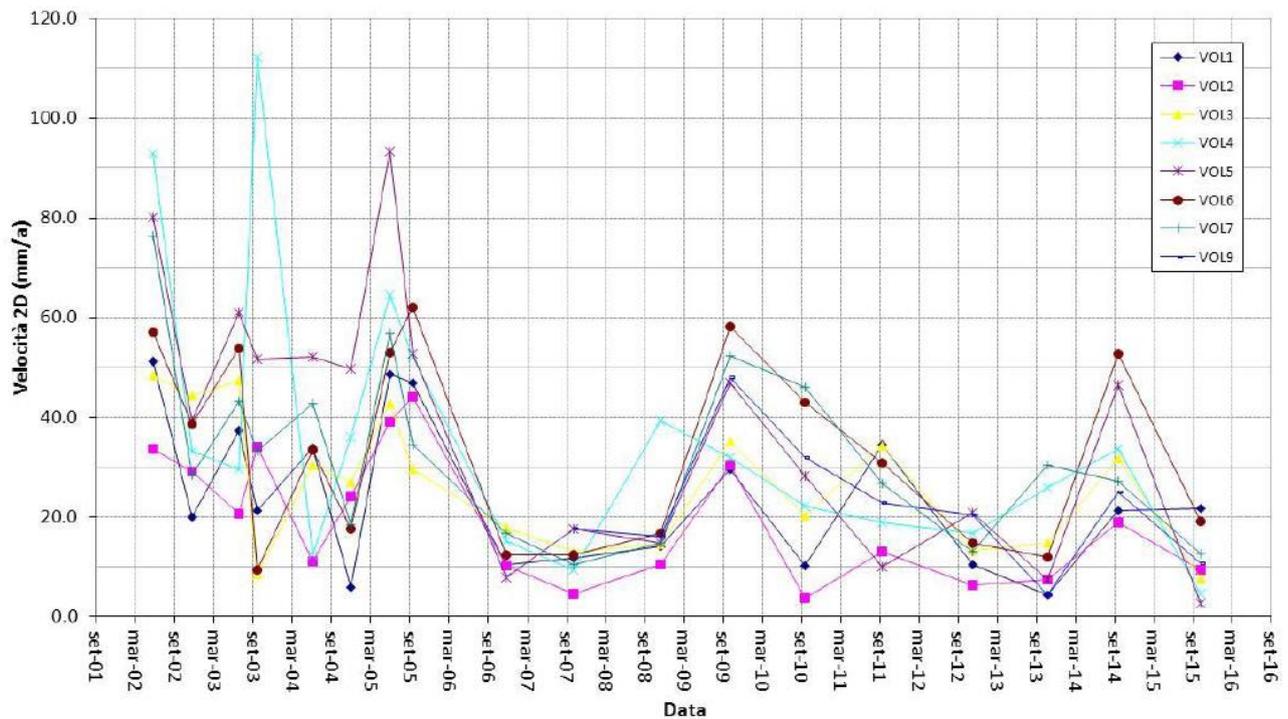


Figura n. 2: Velocità planimetrica dei capisaldi calcolati sull'intero periodo di monitoraggio

I dati della rete GPS hanno fornito valori di spostamento in generale con una discreta diminuzione rispetto all'anno precedente, a conferma del fatto che non si può ancora ritenere stabilizzata la frana.

Per quanto riguarda i dati pluviometrici, nel sito di Petit Fénis sono stati complessivamente registrati, per tutto il 2014, 585.2 mm di pioggia, con una concentrazione maggiore nei mesi di luglio e novembre.

Analizzando il dato idrometrico, si nota che l'innalzamento del livello avviene in concomitanza dello scioglimento primaverile 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 2014, tuttavia, essi hanno dato una buona misura, comparabile qualitativamente con il dato dell'idrometro. Lo stesso, invece, ha dato problemi di funzionalità a partire dal tardo mese di novembre, per problematiche risolte in occasione della successiva fase di manutenzione programmata 2015.

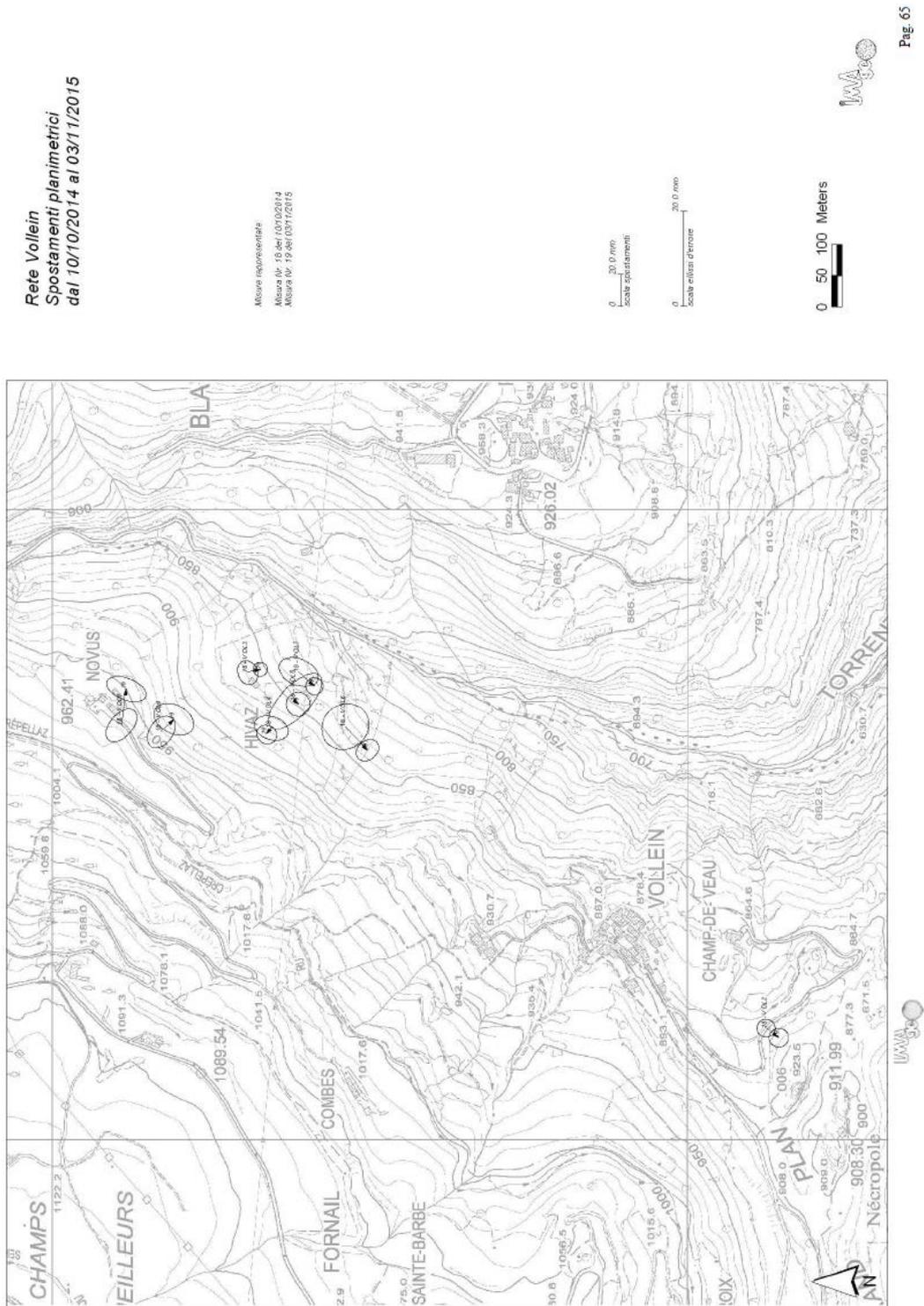
Superamento valori soglia strumentali

Durante il 2015, 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 –

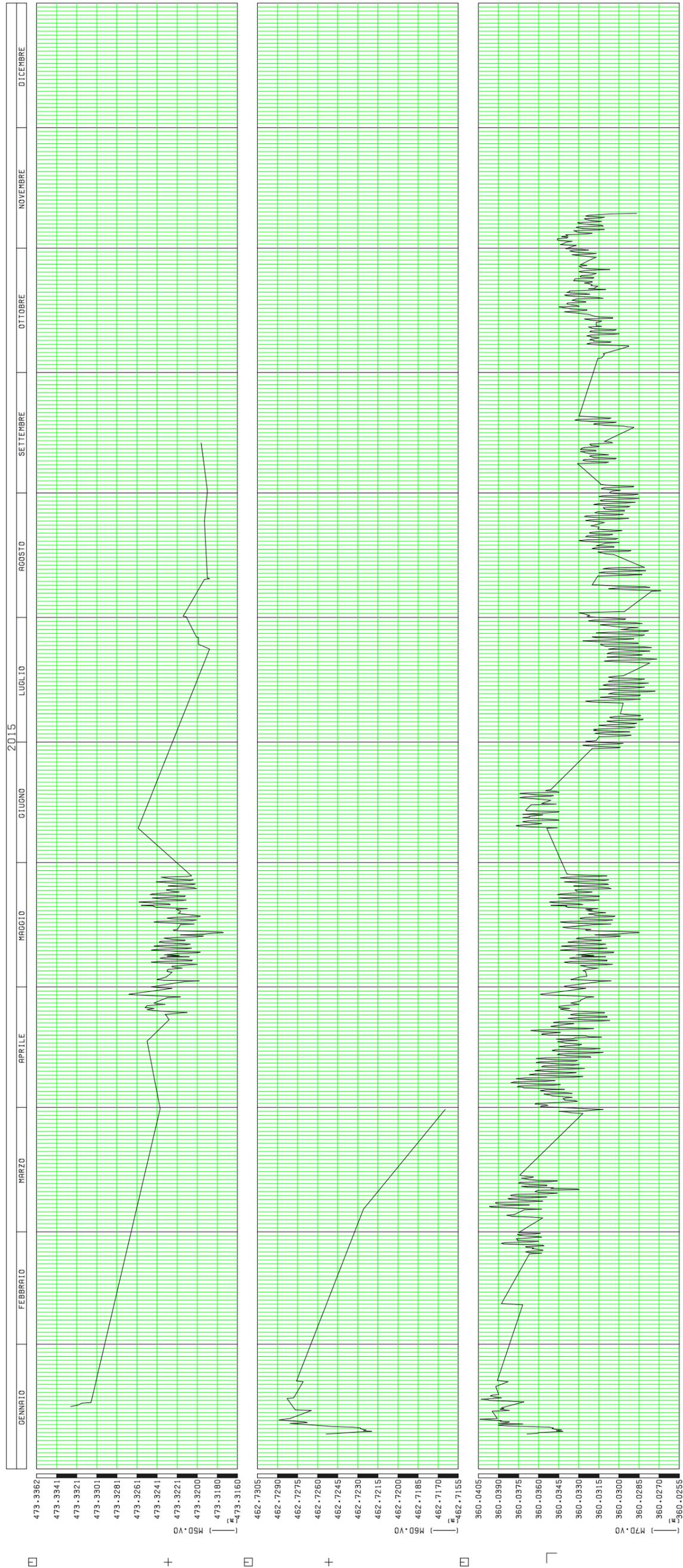
- Geol. Andrea GIORGI –

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



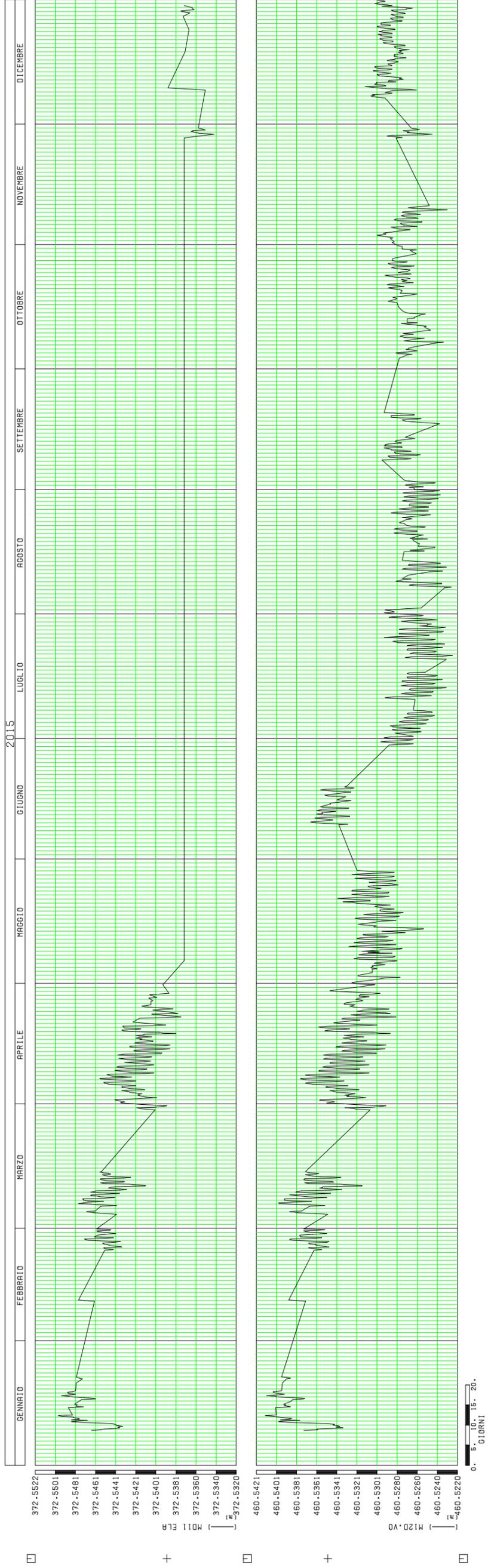
Vollein

Dist.inc. 15 M5-6-7



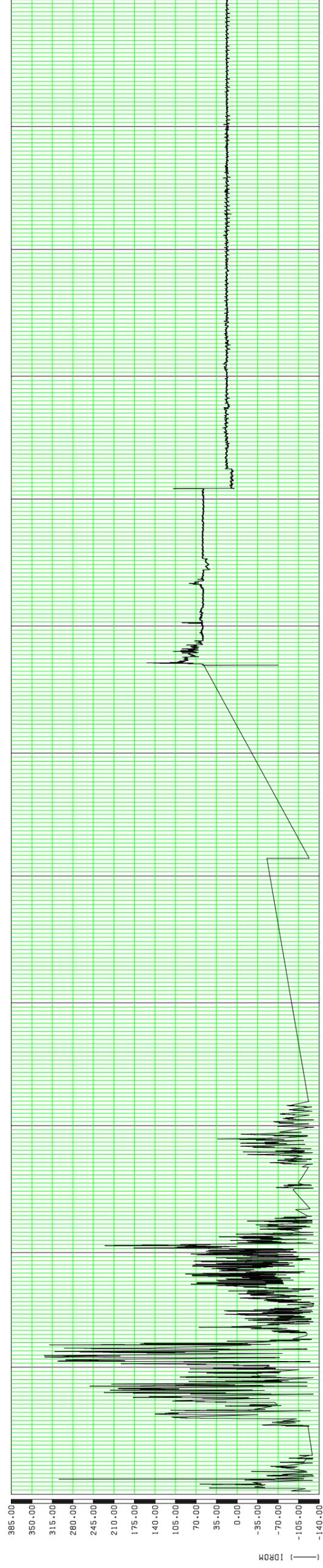
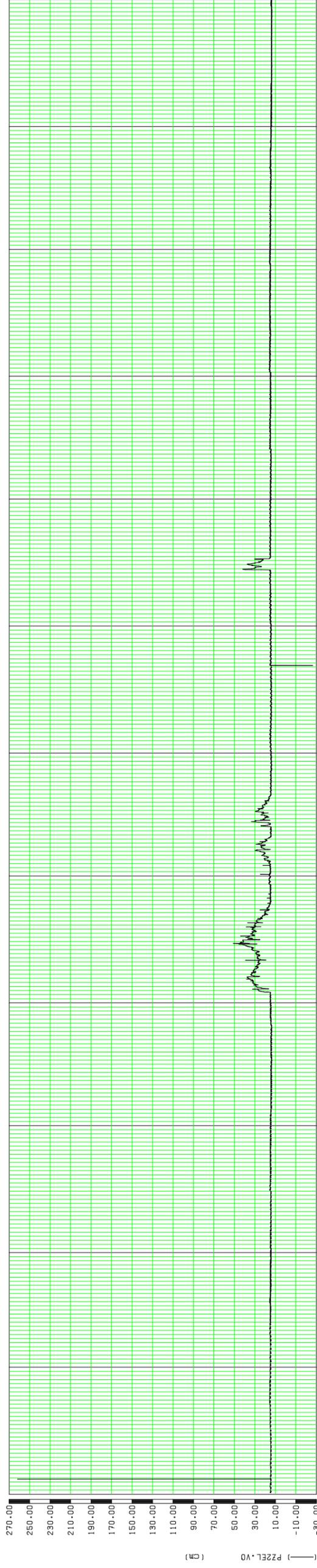
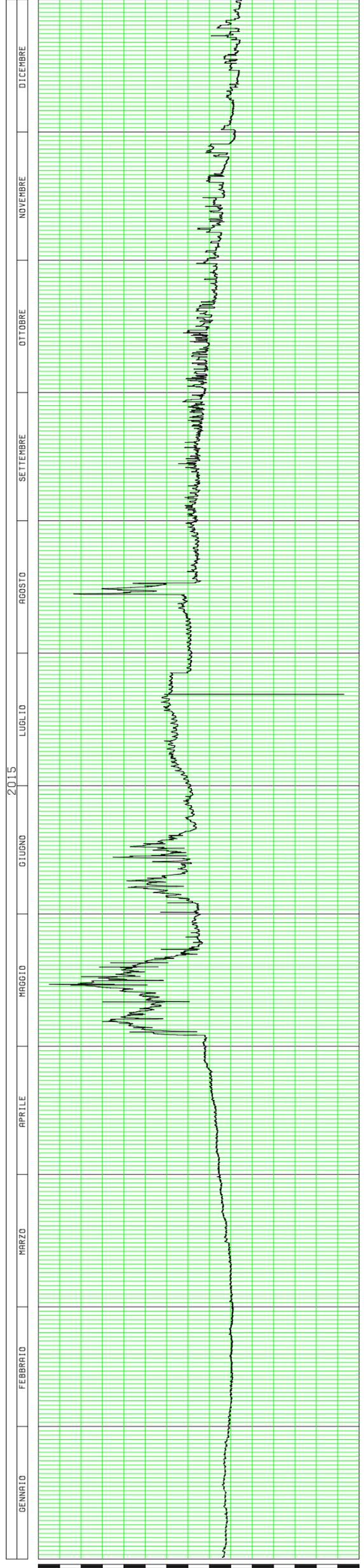
Volleín

Dist.inc. 15 M11-12



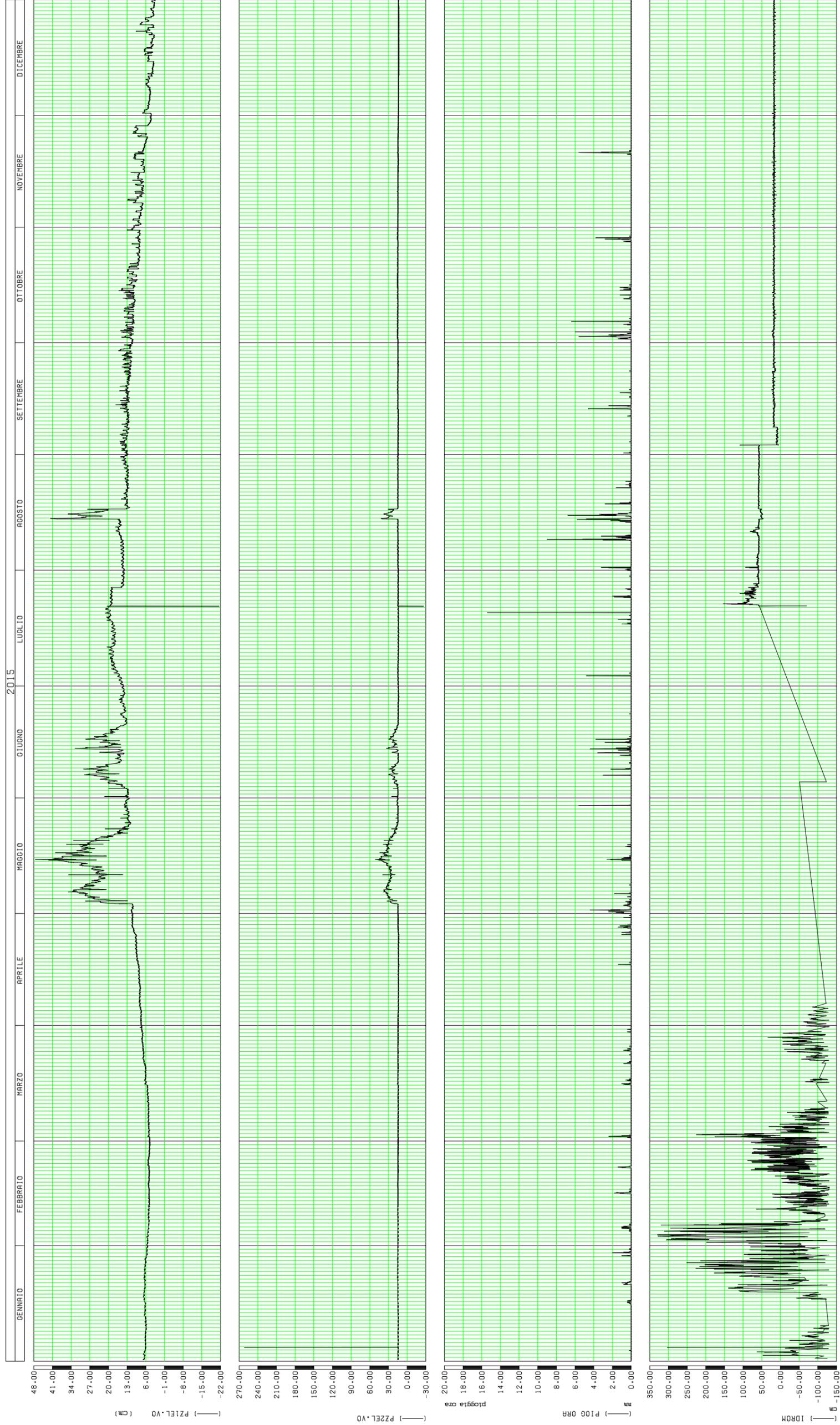
Vollein 2015

Piezometri



Vollein 2015

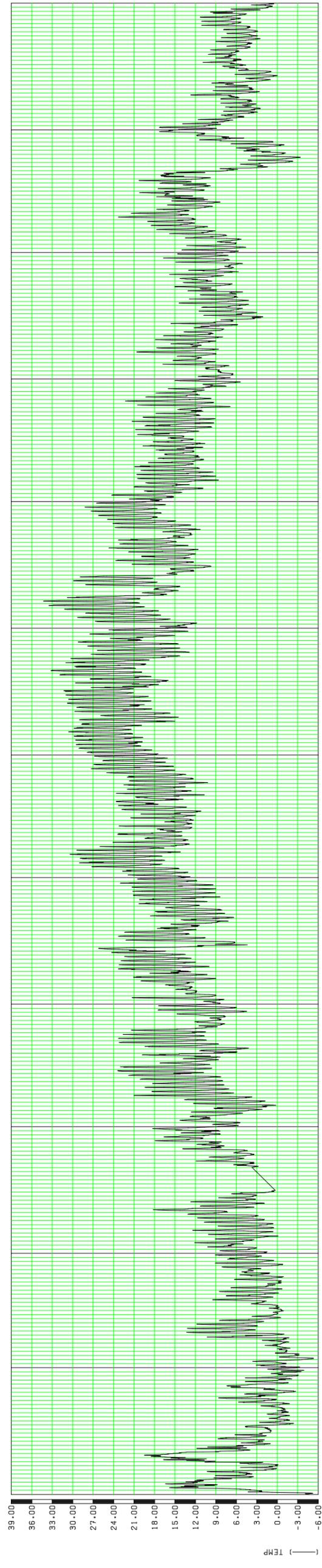
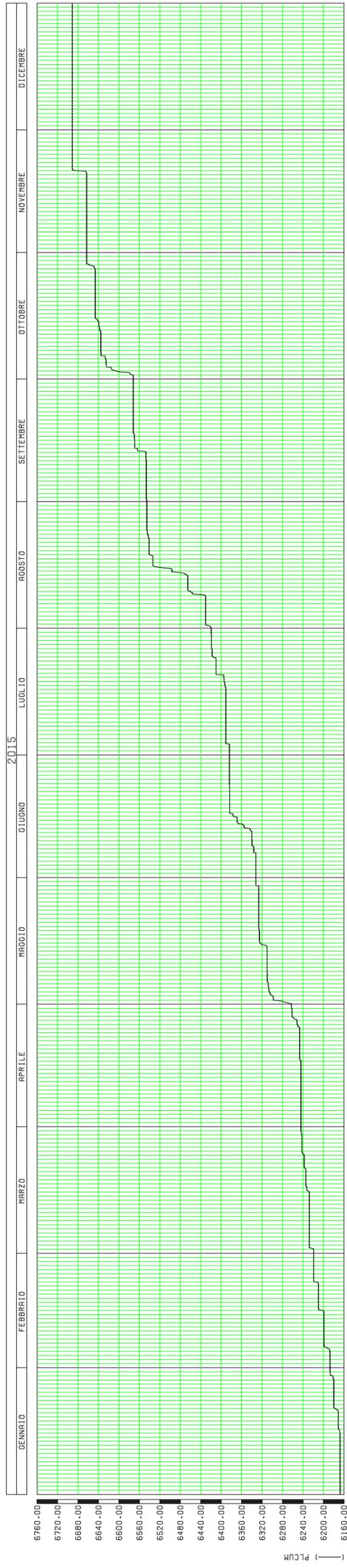
Piez-P log/gg



0. 5. 10. 15. 20. GIORNI

Vollein 2015

Pioggia Cum. Temperat



VolleIn 2015

Punti rif. dist. inc

