



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI SIENA

Settore Servizi Tecnici - Servizio Viabilità

PROGETTO

SISTEMAZIONE MOVIMENTO FRANOSO S.P. 35C
"DI RADICONDOLI" IN LOC. LE CELLE

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

ELABORATO

RELAZIONE GEOTECNICA
E ALLEGATI

ENTE ATTUATORE

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI SIENA

Settore Servizi Tecnici - Servizio Viabilità

Piazza Duomo, 9 - 53100 Siena (SI)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

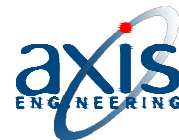
Dott. Arch. Maria Elena Di Trolio

UBICAZIONE

Comune di Radicondoli

S.P. 35C "di Radicondoli"

PROGETTO ED ELABORAZIONE GRAFICA



P R O G E T T I G L O B A L I

Via Alessandria, 55 - 53045 MONTEPULCIANO STAZIONE (SI)

Tel. +39 0578 737010 - Fax +39 0578 737721

E-Mail: info@axisengineering.eu - www.axisengineering.eu

GEOLOGIA

GE.MIN.A

GEOL. RITA NARDI

Geologia e Ingegneria Geotecnica

SPAZIO PER L'ENTE

COMMESSA	PARTE	FASE	SETTORE	VAR	ELABORATO	REV
18017	01	D	INF	0	R07	0
ARCHIVIO			DATA		RAPPORTO	
18017_01_DINF_0R07_0			GENNAIO 2022			
N. REV.	NOTA DI REVISIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	
0	EMISSIONE	03/01/2022	GT	GT	GT	



P R O G E T T I G L O B A L I

Amministrazione Provinciale di Siena
Settore Servizi Tecnici - Servizio Viabilità

Comune di Radicondoli
Provincia di Siena

SISTEMAZIONE MOVIMENTO FRANOSO S.P. 35C
"DI RADICONDOLI" IN LOC. LE CELLE

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RELAZIONE GEOTECNICA ED ALLEGATI

INDICE

1. Premessa	2
2. Riferimenti normativi	2
3. Descrizione morfologia movimento franoso	2
4. Risultati del monitoraggio e stato attuale del dissesto.....	3
5. Inquadramento geologico, idrografia e idrologia	10
6. Sezioni stratigrafiche di riferimento.....	13
7. Analisi forze sismiche.....	15
8. Allegati	16

1. Premessa

La presente relazione, allegata al Progetto Definitivo-Esecutivo dei lavori di "*Sistemazione movimento franoso S.P. 35c "Di Radicondoli" in località Le Celle*", riporta quadro conoscitivo geologico-geotecnico necessario per la definizione del progetto di stabilizzazione del pendio interessato dal movimento franoso e per la messa in sicurezza del muro in pietra, presente in area immediatamente adiacente a quella in frana.

A supporto del progetto è stata eseguita una campagna d'indagine geologica e geotecnica, nonché uno specifico studio geologico, quest'ultimo predisposto dal Dr. Geol. Rita Nardi -GE.MI.NA Geologia e Ingegneria Geotecnica-, i cui risultati sono riassunti nell'elaborato "*Relazione Geologica di supporto al progetto dei lavori di sistemazione del movimento franoso sulla S.P. 35C "Di Radicondoli" in loc. Le Celle*" e nei documenti allegati alla presente Relazione.

2. Riferimenti normativi

L'analisi di stabilità del pendio, i criteri di calcolo delle sollecitazioni, le verifiche delle sezioni resistenti ed il progetto degli interventi di stabilizzazione, sono stati predisposti in conformità alle normative di seguito elencate:

- D.M. 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni,
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7,

e con particolare riferimento ai seguenti capitoli e paragrafi:

- capitolo 6.3 *Stabilità dei pendii naturali*
- paragrafo 6.5.3.1.2 *Paratie*
- capitolo 7.11 *Opere e sistemi geotecnici*
- paragrafo 7.11.3.5 *Stabilità dei pendii*
- paragrafo 7.11.6.3 *Paratie*

3. Descrizione morfologia movimento franoso

La morfologia generale è quella di pendio declinante verso NW con pendenze elevate e presenza di scarpate sub-verticali che risultano in prossimità delle bancate rocciose affioranti.

Il dissesto che interessa l'area si configura come una frana di scivolamento complessa, con componente sia traslativa, sia di abbassamento.

Il tratto di strada della SP 35C coinvolto dal movimento franoso ha una estensione di circa 70m ed in corrispondenza del corpo di frana si è registrato un abbassamento della sede stradale stimabile in circa 1,00m.

A monte della strada sono visibili due coronamenti: il primo è posizionato a circa 30m di distanza dalla sede stradale stessa ed è relativo al movimento franoso attuale; il secondo è ubicato a circa 40m dalla sede stradale ed è relativo ad un movimento pregresso, che attualmente appare quiescente. Un terzo coronamento, ancora più ampio, ma meno evidente degli altri è ipotizzabile a circa 60m dalla sede stradale, dove si osserva una rottura di pendio con presenza di una scarpata delimitata in alto da una superficie rocciosa con strati a

franapoggio.

A valle della strada si registrano fratture importanti nel terreno, rilevabili sia lungo lo stradello che conduce al piazzale di perforazione ENEL, sia lungo il versante dove è presente un palo della linea elettrica che ha subito uno spostamento orizzontale del plinto di circa 2,00m e una rotazione verso monte della parte sommitale.

4. Risultati del monitoraggio e stato attuale del dissesto

Nell'estate del 2011, in seguito al manifestarsi di crepe ed avvallamenti sul manto stradale, nell'ambito di un primo studio geologico dell'area in esame, furono eseguiti due carotaggi continui, allestiti uno con piezometro (S1v) e l'altro con inclinometro (S2v).

La prima fase del monitoraggio inclinometrico è iniziata a settembre 2011 ed è stata interrotta a marzo 2014 in seguito al danneggiamento dell'inclinometro causato del movimento franoso. Detto inclinometro registrava in data 25/07/2012 un movimento di circa 4mm in direzione NW, con superficie di rottura posta alla profondità di circa 10,50m dal p.c.; successivamente, in data 19/03/2014, lo stesso tubo inclinometrico non consentiva il passaggio della strumentazione già alla profondità di circa 5,00m dal p.c.

In data 13 maggio 2014 è iniziato il monitoraggio in continuo che è proseguito fino a gennaio 2018. In questo caso il monitoraggio è stato realizzato mediante l'installazione di due sensori a barra tipo on-off, collegati ad un impianto semaforico, di due estensimetri di superficie posizionati nel bosco a monte ed a valle della strada e di due deformometri posizionati presso gli on-off.

Tra il 27 dicembre 2018 ed il 15 gennaio 2019 sono stati realizzati ulteriori 5 sondaggi nei quali sono stati posizionati tubi inclinometrici (sondaggi: S1-S2-S3-S4) ed un piezometro a tubo aperto nel sondaggio S5. La posizione dei sondaggi è riportata nelle Tav. 003 e Tav.004.

In data 19 maggio 2020 è stato ripristinato il sistema di monitoraggio in continuo costituito dai due sensori estensimetrici di misura dello spostamento lineare su strada e dai due estensimetri di superficie posizionati nel bosco a monte ed a valle della strada.

Nella seconda metà di settembre 2021 sono stati posti in opera 5 piezometri a tubo aperto (L1, L2, L3, L4 e P1), e 4 piezometri di Casagrande (F1-F2-F3-F4) attrezzati per eseguire, ciascuno, misure a 3,00m e 7,00m di profondità. La posizione dei piezometri è riportata nelle tavole Tav. 003 e Tav.004.

In corrispondenza di ciascuna perforazione L1, L2, L3 ed L4 sono state eseguite n.3 prove di permeabilità "LeFranc" a carico variabile a diverse profondità.

In data 12 ottobre 2021 è stato integrato il sistema di monitoraggio in continuo per la lettura dei piezometri di Casagrande.

Nella tabella seguente sono riportati i valori delle letture eseguite sugli inclinometri a partire dal 27 luglio 2012. I valori degli spostamenti sono espressi in valore assoluto rispetto allo zero iniziale:

LETTURE	Inclinometro S2v	Inclinometro S1	Inclinometro S2	Inclinometro S3	Inclinometro S4
27/07/2012	4 mm NW Prof.-10,5m	-	-	-	-
19/03/2014	Rottura Prof.-5,0m	-	-	-	-
12/02/2019	-	Misura di zero	Misura di zero	Misura di zero	Misura di zero
20/03/2019	-	Entro la tolleranza	Entro la tolleranza	Entro la tolleranza	Nessuno spostamento
16/05/2019	-	Entro la tolleranza	Entro la tolleranza	Entro la tolleranza	4 mm NW Prof.-3,00m
11/12/2019	-	6,9 mm NE Prof.-9,50m	6,0 mm NW Prof.-4,50m	Entro tolleranza	5,9 mm NW Prof.-3,00m Prof.-6,50m
03/02/2020	-	5,0 mm NW Prof.-9,50m	7,9 mm NW Prof.-4,50m	Entro tolleranza	8,5 mm NW Prof.-3,00m Prof.-6,50m
18/06/2020	-	5,5 mm NW Prof.-9,50m	9,6 mm NW Prof.-4,50m	Entro tolleranza	9,5 mm NW Prof.-3,00m Prof.-6,50m
20/08/2020	-	8,7 mm NW Prof.-9,50m	8,7 mm NW Prof.-2,00m	Entro tolleranza	7,1 mm NW Prof.-3,00m Prof.-6,50m
19/10/2020	-	10,6 mm NW Prof.-9,50m	Entro tolleranza	4,8 mm NW Prof.-6,00m	Entro tolleranza
01/12/2020	-	-	-	Entro tolleranza	10,3 mm NW Prof.-3,00m Prof.-6,50m
07/12/2020	-	Entro tolleranza	9,3 mm NW Prof.-2,00m	-	-
15/10/2021	-	15,7 mm NW Prof.-9,50m	17,0 mm NW Prof.-2,00m Prof.-4,50m	7,1 mm NW Prof.-6,00m	14,0 mm NW Prof.-3,00m Prof.-6,50m

Tab. 1 Misurazioni inclinometriche (i valori riportati sono quelli cumulativi)

Nella tabella 2 che segue è riportata la sintesi del monitoraggio in continuo, con l'indicazione delle velocità registrate del movimento franoso, che ha permesso di stabilire una relazione tra l'andamento del movimento franoso con i dati di piovosità.

PERIODO	Velocità	Note
Maggio 2014	1,0-3,5 mm/gg	-
Giugno-Agosto 2014	0,1-0,9 mm/gg	-
27 Novembre 2014	-	Fulminazione dei sensori su strada
Settembre 2015 Gennaio 2015	0,1-0,5 mm/gg	-
Febbraio 2015	2,5 mm/gg con picchi > 10mm/gg	Periodo con forte piovosità
17 Marzo 2015	-	Ripristino sensori su strada
Aprile 2015	0,5 mm/gg sensori strada 1,7 mm/gg sensori bosco	Calo piovosità

Fine 2015-2016-2017	Quiescenza movimento	Periodi caratterizzati da scarsa piovosità
Gennaio 2018	-	Interruzione monitoraggio in continuo
19 Maggio 2020	-	Ripresa monitoraggio in continuo
Giugno 2020 Dicembre 2020	Non sono stati registrati spostamenti significati	-
2021	Non sono stati registrati spostamenti significati	-

Tab. 2 Sintesi misurazioni in continuo velocità frana

Dalle letture degli inclinometri e dal monitoraggio in continuo è stato possibile stabilire che il movimento della frana è in evoluzione ma con velocità estremamente basse.

Utilizzando le misure effettuate sugli inclinometri nell'ottobre 2020 e nell'ottobre 2021 si ottengono i seguenti valori di velocità media del movimento riferiti all'anno 2021:

Inclinometro S1 → $v_{MEDI A} = 5,1$ mm/anno

Inclinometro S2 → $v_{MEDI A} = 8,3$ mm/anno

Inclinometro S3 → $v_{MEDI A} = 2,3$ mm/anno

Inclinometro S4 → $v_{MEDI A} = 6,9$ mm/anno

Secondo la classificazione di Crudes e Varnes del 1994 la frana attualmente si trova in Classe 1 (estremamente lenta).

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

Dalle successive figure, elaborate dal Servizio Idrologico Regionale SIR Toscana, in cui sono riportati i grafici di distribuzione delle piogge cumulate annuali, si evince che per il sito di interesse gli anni 2015-2016-2017-2018-2019-2020 sono stati caratterizzati da una piovosità più bassa rispetto al biennio 2013-2014. Per l'anno 2021 non è ancora disponibile il dato cumulativo annuo, ma dalla lettura dei dati mensili resi noti fino a novembre incluso si ottiene un valore delle piogge cumulative pari a 420mm/670mm. Vale la pena sottolineare che nei mesi antecedenti l'evolversi della frana del marzo 2014, ovvero nel gennaio e febbraio 2014 sono state misurate piogge mensili cumulate di poco superiori a 250 mm/mese.

Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2014

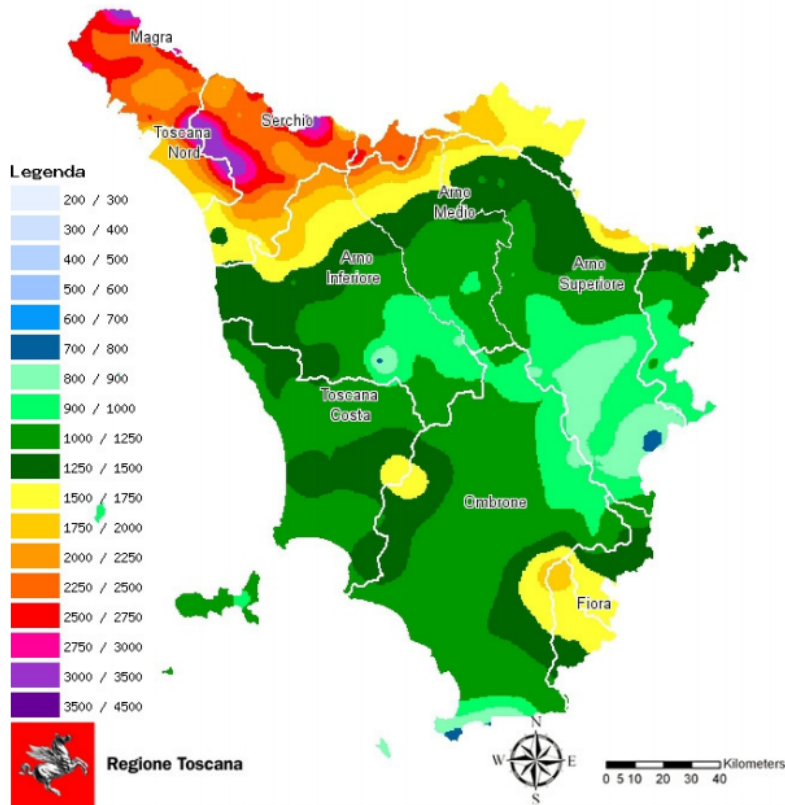


Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2015

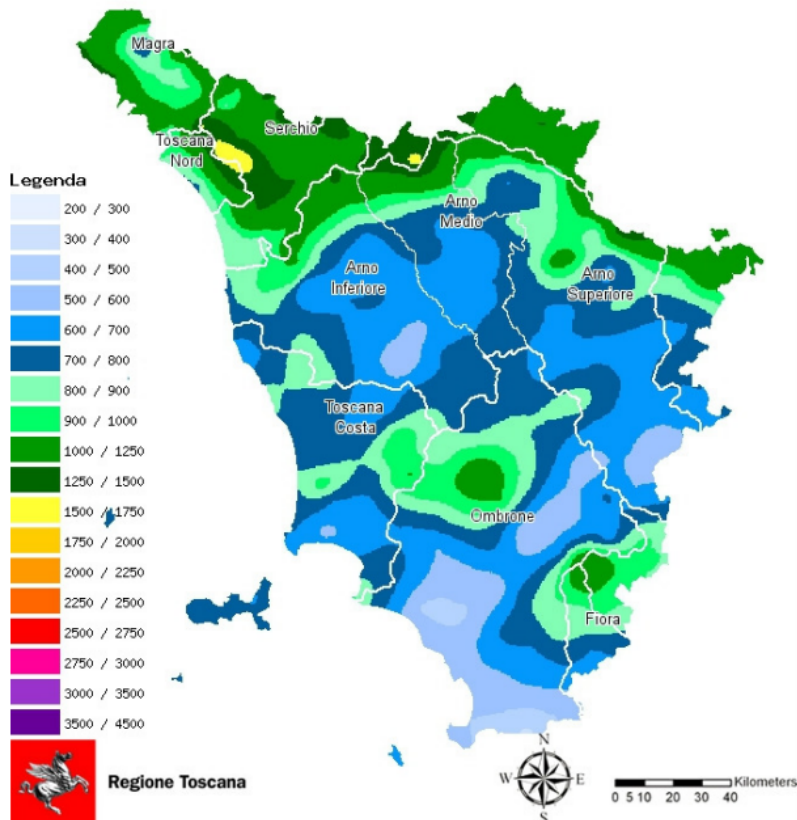


Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2016

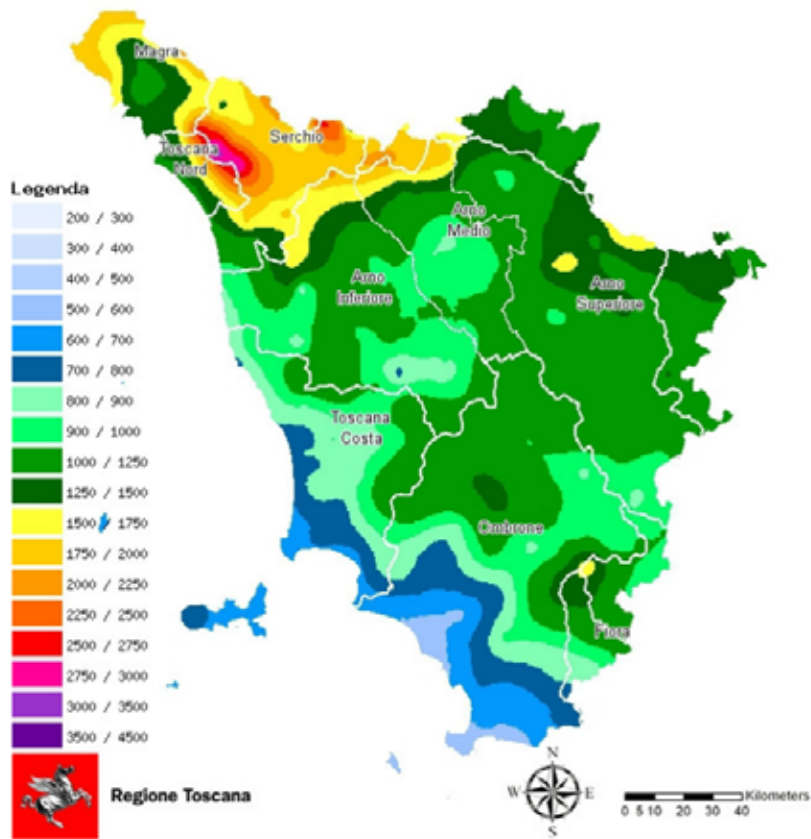


Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2017

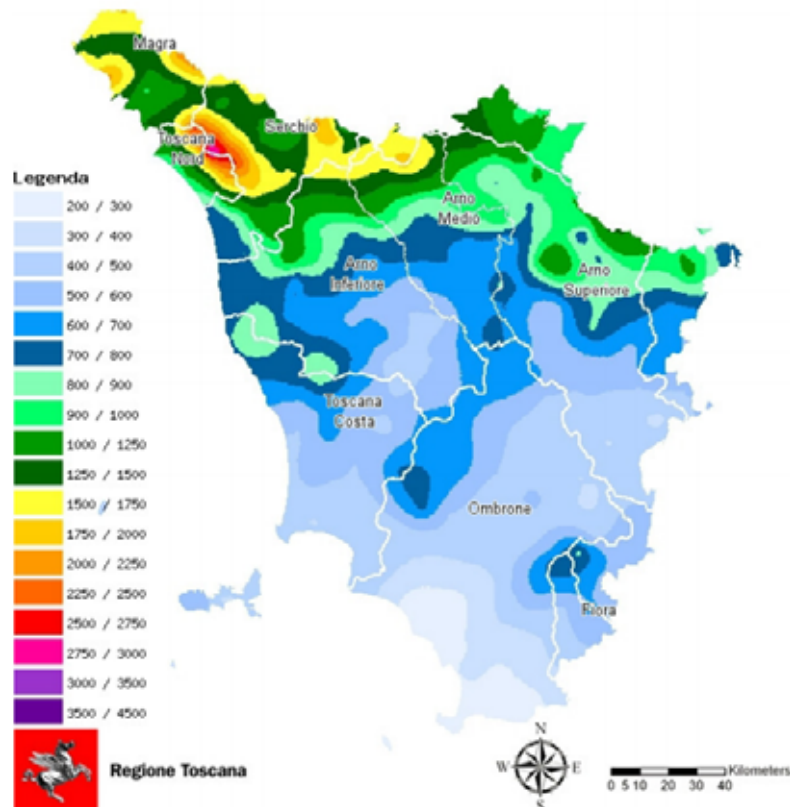


Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2018

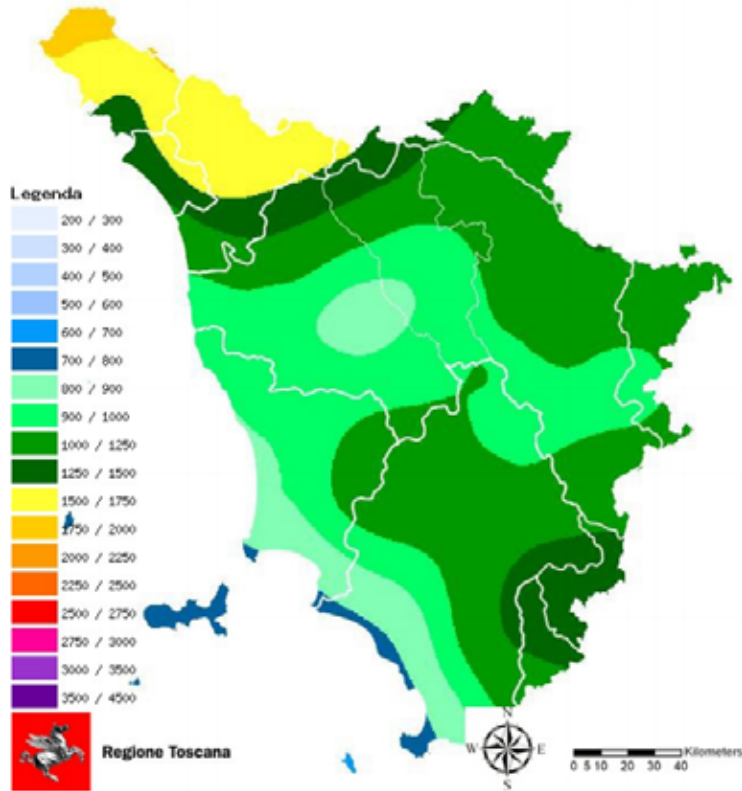


Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2019

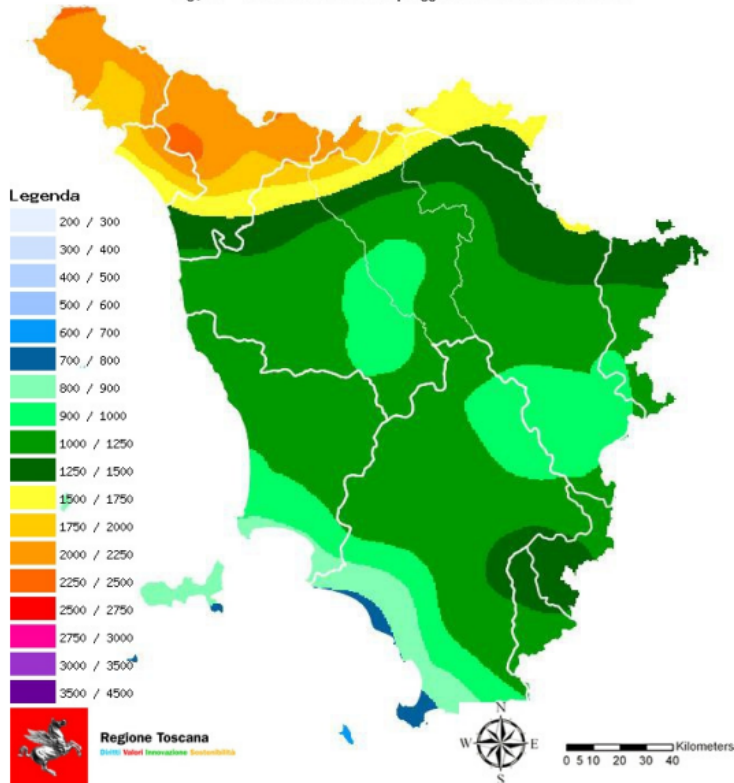
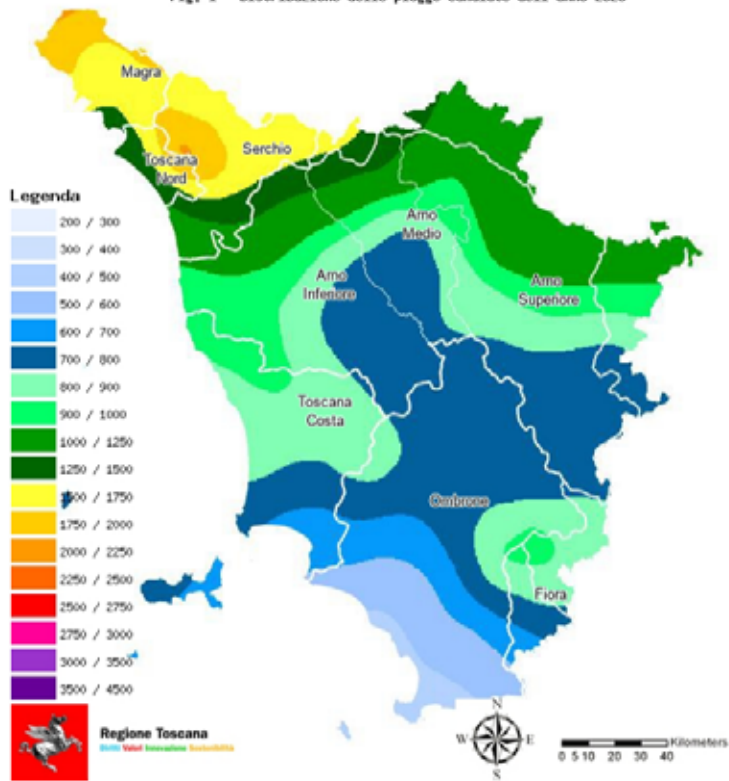


Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cusulate dell'anno 2020



5. Inquadramento geologico, idrografia e idrologia

Il litotipo affiorante in tutta l'area è rappresentato dalla formazione del *flysch ad elmintoidi* conosciuto nella letteratura geologica come "Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi Marittimo" (Cretaceo sup. Paleocene inf.). Tale litotipo è costituito da sequenze torbiditiche arenaceo-calcareo-marnose, in strati da medi a molto spessi, originatosi in ambiente marino profondo.

Il rilevamento di dettaglio ha confermato la presenza del Flysch, in particolare l'area di frana è limitata a nord e a sud da bancate rocciose che fanno da contrafforte a partire dalla sede stradale verso monte (ovvero in direzione Est).

L'idrografia superficiale non è ben definita e di conseguenza le acque superficiali non sono regimate da un reticolo chiaramente definito e mantenuto. Le acque subsuperficiali emergono in diversi punti, soprattutto a valle della strada e, in tutti i casi, giungono, ruscellando, nel collettore principale che è costituito dal Torrente Pavone.

La formazione del Flysch ha una permeabilità limitata alle bancate calcaree con conseguente circolazione locale. Dal rilievo di dettaglio è inoltre emerso che il versante risulta ricco di acqua con zone umide anche durante la stagione estiva.

Nelle tavole grafiche allegate è riportata la posizione dei piezometri allestiti nel 2019: S1v e S5; inoltre nella sezione stratigrafica di riferimento è riportata la profondità alla quale è stata rinvenuta acqua durante l'esecuzione dei sondaggi nella campagna indagine del 2019 che sostanzialmente coincide con la superficie di passaggio dalle argilliti alterate alle argilliti compatte. Tali dati sono stati riassunti nella tabella 3 seguente, dove le date contrassegnate con l'asterisco (*) si riferiscono alla data di inizio dell'esecuzione del sondaggio.

LETTURE	Piezometro S1v	Sondaggio S1	Sondaggio S2	Sondaggio S3	Sondaggio S4	Sondaggio e Piezometro S5
27/12/2018 (*)	-	-12,80 m	-	-	-	-
02/01/2019 (*)	-	-	-	-11,50 m	-	-
07/01/2019 (*)	-	-	-	-	-15,00 m	-
10/01/2019 (*)	-	-	-16,60 m	-	-	-
14/01/2019 (*)						-5,30 m
12/02/2019	- 3,15 m					NO ACQUA
20/03/2019	- 4,98 m					NO ACQUA
16/05/2019	-5,40 m					NO ACQUA
11/12/2019	- 3,10 m					NO ACQUA
03/02/2020	- 3,22 m					NO ACQUA
18/06/2020	Piezometro rotto a - 5,75m					NO ACQUA

Tab. 3 Misurazioni acqua piezometri a tubo aperto S1v ed S5

Ad integrazione delle campagna indagine nella seconda metà di settembre 2021 sono stati posti in opera 5 piezometri a tubo aperto (L1, L2, L3, L4 e P1), e 4 piezometri di Casagrande (F1-F2-F3-F4) attrezzati per eseguire, ciascuno, misure delle pressioni

interstiziali a 3,00m e 7,00m di profondità. La posizione dei piezometri è riportata nelle tavole Tav. 003 e Tav.004.

In corrispondenza di ciascuna perforazione L1, L2, L3 ed L4 sono state eseguite n.3 prove di permeabilità "LeFranc" a carico variabile a diverse profondità.

Nella tabella 4 sono riportati i dati relativi alle letture effettuate nei piezometri a tubo aperto:

LETTURE	Piezometro L1	Piezometro L2	Piezometro L3	Piezometro L4	Piezometro P1
22/09/2021	- 3,00 m	-	-	-	-9,84m
24/09/2021	-	-8,65m	-	-	-
13/10/2021	NO ACQUA	NO ACQUA	-9,52m	NO ACQUA	-9,97m
10/12/2021	- 0,76 m	-9,26m	-9,08m	-9,60m	-6,55m
29/12/2021	- 0,60 m	-5,99m	-8,25m	-9,60m	-6,02m

Tab. 4 Misurazioni acqua piezometri a tubo aperto L1, L2, L3, L4 e P1

Nella tabella 5 è riportata una sintesi delle letture in continuo effettuate sui piezometri di Casagrande, il cui monitoraggio è iniziato in data 12 ottobre 2021:

PERIODI LETTURA	F1 LIV.2 a - 3.00m	F1 LIV.1 a - 7.00m	F2 LIV.0 a - 3.00m	F2 LIV.3 a - 7.00m	F3 LIV.0 a -3.00m	F3 LIV.1 a -7.00m	F4 LIV.0 a - 3.00m	F4 LIV.1 a - 7.00m
12 OTTOBRE 2021	0,00cm	0,00cm	0,00cm	0,00cm	0,00cm	0,00cm	0,00cm	36cm (**)
26 DICEMBRE 2021								
27-29 DICEMBRE 2021	28,3cm	0,00cm	0,00cm	64cm	116,8cm	88,1cm (*)	0,00cm	26cm (**)

(*) andamento in crescita a partire dal 12/12

(**) andamento oscillante su tutto il periodo

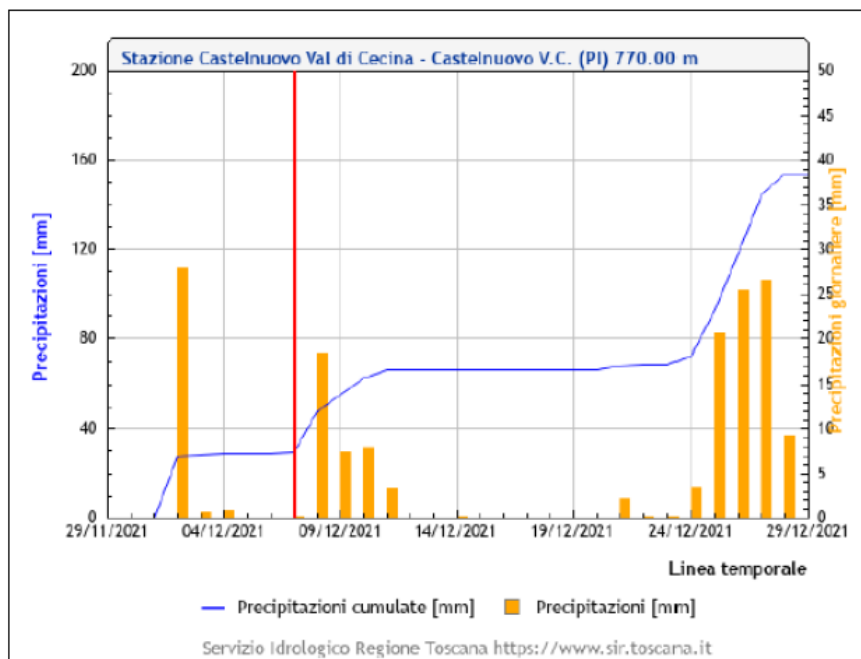
Tab. 5 Sintesi monitoraggio piezometri con Celle di Casagrande F1, F2, F3 e F4

Sui dati provenienti dalla lettura dei piezometri sia a tubo aperto che attrezzati con Celle di Casagrande possono essere fatte le seguenti considerazioni:

- Il monitoraggio è iniziato di fatto in data 12-13 ottobre 2021, quindi i dati raccolti non sono assolutamente definitivi e quindi non sono rappresentativi di un quadro conoscitivo finale. Sia il livello di falda che i valori delle pressioni interstiziali sono collegati all'andamento stagionale delle piogge e quindi affinché il monitoraggio abbia una utilità dovrà essere protratto per almeno una stagione climatica. Come puntualizzato nella Relazione di Calcolo la lettura in continuo dei piezometri di Casagrande dovrà essere protratta anche dopo la realizzazione del sistema di drenaggio al fine di valutarne l'efficacia.
- I valori relativi al piezometro L1 risultano essere anomali sia rispetto alle letture registrate sugli altri piezometri, come desumibile dai profili d'acqua riportati nella sezione geologica di riferimento della tavola 003, e sia rispetto alle letture registrate

nel piezometro F1, adiacente.

- L'innalzamento dei livelli piezometrici registrati nei piezometri a tubo aperto e gli incrementi dei livelli nelle celle piezometriche sono correlati ai periodi di piovosità più significativi come riportato nel grafico sottostante:



Nella tabella 6 sono riportati i valori di permeabilità ricavati durante le prove "LeFranc" condotte sulle perforazioni L1, L2, L3 e L4. Le prove sono state condotte dalla "Geotecnica Palazzi Giomarelli" di Chianciano Terme e gli elaborati relativi sono riportati in allegato.

I valori di permeabilità ricavati sono coerenti con le tipologie di terreno riscontrate durante i sondaggi, ovvero terreni con matrice limoso-argillosa.

TRATTO INDAGATO	K	TIPOLOGIA STRATO
L1 2,50m-3,50m	$1,48 \times 10^{-4}$ cm/s	TERRENO ARGILLOSO SCARSAMENTE CONSISTENTE
L1 6,00m-7,00m	$3,88 \times 10^{-5}$ cm/s	TERRENO LIMOSO ARGILLOSO/ARGILLITI ALTERATE
L1 9,00m-10,00m	$3,36 \times 10^{-6}$ cm/s	ARGILLITI ALTERATE
L2 1,50m-2,50m	$1,14 \times 10^{-5}$ cm/s	TERRENO ARGILLOSO SCARSAMENTE CONSISTENTE
L2 4,50m-5,50m	$5,63 \times 10^{-6}$ cm/s	TERRENO LIMOSO ARGILLOSO
L2 7,50m-8,50m	$8,51 \times 10^{-6}$ cm/s	ARGILLITI ALTERATE
L3 3,00m-4,00m	$2,41 \times 10^{-5}$ cm/s	TERRENO ARGILLOSO SCARSAMENTE CONSISTENTE
L3 6,00m-7,00m	$4,50 \times 10^{-6}$ cm/s	TERRENO LIMOSO ARGILLOSO
L3 8,00m-9,00m	$3,93 \times 10^{-6}$ cm/s	TERRENO ARGILLOSO/ARGILLITI ALTERATE
L4 3,00m-4,00m	$2,87 \times 10^{-4}$ cm/s	TERRENO LIMOSO ARGILLOSO
L4 7,00m-8,00m	$7,35 \times 10^{-6}$ cm/s	ARGILLITI ALTERATE
L4 9,00m-10,00m	$3,36 \times 10^{-6}$ cm/s	ARGILLITI ALTERATE

Tab. 6 Valori permeabilità

6. Sezioni stratigrafiche di riferimento

Nelle tavole grafiche allegate è riportata la posizione dei cinque sondaggi realizzati nel 2019: S1, S2, S3, S4 ed S5 e della coppia di sondaggi S1v ed S2v, realizzati nel 2011, con i quali sono state predisposte le sezioni e profili geotecnici del versante di riferimento (TAV. 003-004). I litotipi incontrati, a partire dal piano campagna, sono i seguenti:

1. **TERRENO DI RIPORTO:** terreno di riporto con frammenti lapidei in matrice argillosa. In corrispondenza del piano stradale lo spessore varia da circa 1,30 m sul sondaggio S5 (fuori dal corpo di frana) a 3,90 m sul sondaggio S3 (nel corpo di frana). Lo spessore di tale strato si riduce a circa 0,50m fuori dalla sede stradale.
2. **TERRENO ARGILLOSO SCARSAMENTE CONSISTENTE:** terreno argilloso di colore oca scarsamente consistente, che sostanzialmente scompare in corrispondenza del corpo stradale in frana (sondaggi S1 ed S3), mentre assume spessore variabile da 1,70m a 3,00m sui restanti sondaggi.
3. **TERRENO LIMOSO ARGILLOSO ALTERATO:** terreno argilloso di colore nocciola con spessore variabile da 3,00m a 5,00m.
4. **ARGILLITI ALTERATE:** argilliti alterate con presenza di livelli calcareo marnosi fortemente fratturati con spessore variabile da 3,00m (S5) a 8,50m (S3).
5. **ARGILLITI-CALCARE MARNOSO:** alternanza di argillite compatte e livelli di calcare marnoso fino alle profondità indagate (20m da p.c. e 15m da p.c. per sondaggio S5).

Nella tabella 7 seguente sono riportati i valori dei parametri geotecnici ricavati dalle prove eseguite sui campioni prelevati, suddivisi per litotipo di appartenenza.

In base a quanto risultato dalla campagna geognostica condotta possono essere fatte le seguenti considerazioni:

- I litotipi incontrati si sono rilevati difficilmente campionabili; in pratica il prelievo di campioni indisturbati in terreni di questo tipo è risultato difficoltoso per la presenza di ciottoli e materiale granulare, quindi il campionamento è risultato possibile soltanto dove tali elementi non sono presenti e prevale la componente argillosa.
- Si può osservare che non c'è buona corrispondenza tra i valori ricavati dalle prove condotte sui provini prelevati nel 2011, nel sondaggio S2v, con quelli ottenuti su provini prelevati alla stessa profondità nella campagna 2019. In linea generale i primi presentano valori di coesione drenata e non drenata sostanzialmente più alti rispetto ai secondi, viceversa i valori residui della coesione drenata sono leggermente migliori quelli ottenuti con la campagna del 2019.
- Dal punto di vista granulometrico i campioni contengono frazioni ghiaiose e sabbiose, prevalenti, in matrice fine (limi e argille). La percentuale della frazione fine si aggira intorno al 35%-45%.
- Secondo la classificazione eseguita in base agli indici di Atterberg, la maggior parte dei campioni ricade nel campo delle argille inorganiche di media plasticità.
- Per il litotipo identificato come terreno di riporto, di spessore importante in corrispondenza della sede stradale nel corpo di frana, non sono disponibili dati geotecnici.
- Per le argilliti alterate non sono disponibili sufficienti dati per la parametrizzazione geotecnica essendo a disposizione i dati provenienti solo da una prova di taglio drenato; i valori della coesione non drenata, ottenuti dalle prove di compressione unitamente alle composizioni granulometriche, indicano un comportamento prevalente granulare.

- Per il litotipo più profondo costituito dalle argilliti compatte-calcarei marnosi non sono disponibili dati geotecnici. Tuttavia dall'esame delle carote e dalle misure inclinometriche attualmente disponibili tale livello può essere considerato un substrato stabile.

LITOTIPO	CAMPIONI	γ (kN/mc)	ϕ' (°)	c' (kPa)	ϕ'_{res} (°)	c'_{res} (kPa)	C_u (kPa)
TERRENO DI RIPORTO	-	-	-	-	-	-	-
TERRENO ARGILLOSO SCARSAMENTE CONSISTENTE	C1-S2 (3.40-3.60) <i>Ghiaia con limo argillosa deb. sabbiosa</i>	21.2	-	-	-	-	41.6
	C1-S2v (3.70-4.20) <i>Limo con argilla ghiaioso deb. sabbioso</i>	20.0	21.4	39.7	14.4	1.5	110.7
TERRENO LIMOSO ARGILLOSO ALTERATO	C1-S1 (3.50-3.80) <i>Ghiaia con limo argillosa deb. sabbiosa</i>	18.9	23.7	31.2	19.7	8.2	51.1
	C1-S3 (5.00-5.45) <i>Ghiaia limosa sabbiosa deb. argillosa</i>	20.1	26.6	22.6	14.2	7.5	42.7
	C1-S4 (5.00-5.50) <i>Ghiaia deb. limosa deb. sabbiosa</i>	22.1	24.5	16.0	17.5	5.2	57.2
	C1-S5 (3.00-3.50) <i>Ghiaia con limo deb. argillosa deb. sabbiosa</i>	19.4	23.7	33.5	-	-	63.6
	C2-S2v (5.00-5.50) <i>Ghiaia con limo argillosa deb. sabbiosa</i>	20.2	19.9	63.4	16.7	0.5	90.2
ARGILLITI ALTERATE	C2-S1 (8.75-9.00) <i>Ghiaia limosa deb. sabbiosa deb. argillosa</i>	21.1	25.2	51.9	14.2	9.2	91
	C2-S3 (13.00-13.50) <i>Sabbia con limo ghiaioso deb. argillosa</i>	20	-	-	-	-	10.2
	C2-S5 (8.60-9.00) <i>Sabbia con ghiaia limosa deb. argillosa</i>	20	-	-	-	-	24.6

Tab. 7 Risultati prove di taglio diretto e compressione

A partire dai dati sopra riportati sono stati ricavati i valori dei parametri geotecnici da utilizzare per l'esecuzione delle verifiche di stabilità del pendio e per la progettazione degli interventi. Per l'orizzonte geotecnico "Terreno limoso argilloso alterato", avendo a disposizione una famiglia di valori, per la determinazione dei valori caratteristici è stata eseguita un'analisi statistica con "compensazione dei valori". I risultati ottenuti per tale orizzonte, con le cautele del caso e tenuto conto delle profondità a cui sono stati rilevati i distacchi, sono stati estesi anche agli orizzonti soprastanti.

ORIZZONTE GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	γ (kN/mc)	ϕ' (°)	c' (kPa)	ϕ'_{res} (°)	c'_{res} (kPa)	C_u (kPa)
TERRENO DI RIPORTO	20	23	18	15	2	46
TERRENO ARGILLOSO SCARSAMENTE CONSISTENTE	20	23	18	15	2	46
TERRENO LIMOSO ARGILLOSO ALTERATO	20	23	18	15	2	46
ARGILLITI ALTERATE	21	25	50	14	9	10

Tab. 8 Parametri geotecnici di riferimento

7. Analisi forze sismiche

Le azioni sismiche sono state valutate con il metodo pseudostatico ed i parametri sismici sono stati ricavati secondo le prescrizioni dettate dal D.M. 17.01.2018.

Assunta una vita nominale V_N di 50 anni ed un coefficiente d'uso $C_U = 1,0$ (classe d'uso II - Reti viarie non ricadenti in classe d'uso III [rilevanti] o IV [strategiche]) si ha che il periodo di riferimento V_R è pari a $V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni.

Si può quindi calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , sapendo che la probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} è pari al 10% nel caso si consideri come stato limite ultimo lo SLV:

$$T_R = 472 \text{ anni}$$

Note le coordinate geografiche del sito di interesse e il tempo di ritorno, si possono valutare i parametri dell'azione sismica:

$$\text{latitudine} = 43,2349$$

$$\text{longitudine} = 10,9349$$

$$a_g = 0,14 \text{ g} = 1,37 \text{ m/s}^2$$

$$F_0 = 2,478$$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il profilo stratigrafico del suolo rientra all'interno della categoria B e il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S è pari a:

$$S_S = 1,4 - 0,4 F_0 a_g / g = 1,26 \rightarrow 1,20$$

mentre, vista la topografia del sito: CATEGORIA T2, si assume che il coefficiente di amplificazione topografica S_T sia pari a 1,20.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1,20 \cdot 1,20 \cdot 0,14 \text{ g} = 0,20 \text{ g}$$

Verifiche di stabilità pendio

Le componenti orizzontale e verticale dell'azione statica equivalente con cui viene rappresentata l'azione sismica sono esprimibili come delle aliquote del peso del volume di terreno potenzialmente instabile W :

$$F_v = W \cdot k_v$$

$$F_h = W \cdot k_h$$

dove

$$k_h = \beta_s \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

$$\beta_s = \text{coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito} = 0,24$$

Quindi si ottiene che:

$$k_h = 0,048$$

$$k_v = \pm 0,024$$

Analisi paratia

Le componenti orizzontale e verticale dell'accelerazione equivalente sono a:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} = 1 \cdot 0,61 \cdot 0,2g = 0,12 g$$

$$a_v = 0$$

essendo

$$\alpha = 1$$

$$\beta = 0,61 (u_s = 0,005 \times 4 = 0,02m)$$

8. Allegati

- RAPPORTO DI MISURA INCLINOMETRICA E PIEZOMETRICA DEL 18/06/2020
- RAPPORTO DI MISURA INCLINOMETRICA E PIEZOMETRICA DEL 20/08/2020
- RAPPORTO DI MISURA INCLINOMETRICA E PIEZOMETRICA DEL 19/10/2020
- RAPPORTO DI MISURA INCLINOMETRICA E PIEZOMETRICA DEL 01/12/2020-07/12/2020
- RAPPORTO DI MISURA INCLINOMETRICA E PIEZOMETRICA - 1° RAPPORTO DEL 15/10/2021
- RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL MONITORAGGIO IN CONTINUO - 1° RAPPORTO DEL 5 GIUGNO 2020
- RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL MONITORAGGIO IN CONTINUO - 2° RAPPORTO DEL 11 SETTEMBRE 2020
- RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL MONITORAGGIO IN CONTINUO - 3° RAPPORTO DEL 20 OTTOBRE 2020
- RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL MONITORAGGIO IN CONTINUO - 4° RAPPORTO DEL 09 DICEMBRE 2020
- RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN CONTINUO - 1° RAPPORTO DEL 10 DICEMBRE 2021
- N.12 PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "LEFRANC" CARICO VARIABILE-SETTEMBRE 2021

AXIS Engineering Srl

Ing. Gianluca Terrosi - Arch. Roberta Meniconi



PROVINCIA DI SIENA

RAPPORTO MISURA INCLINOMETRICA E PIEZOMETRICA 18/06/2020

Premessa

In data 11/12/2019 è iniziata la nuova serie di misure inclinometriche sugli inclinometri messi in opera tra dicembre e gennaio 2018. Contemporaneamente vengono rilevati anche i livelli di acqua nei 2 piezometri presenti. Ad oggi sono state eseguite le seguenti misure:

Misure inclinometriche	
Misura di zero	12/02/2019
Misura 1	20 e 22/03/2019
Misura 2	16/05/2019
Misura 3	11/12/2019
Misura 4	03/02/2020
Misura 5	18/06/2020

<i>Piezometro</i>	<i>Data lettura</i>	<i>Profondità (m)</i>
<i>S5</i>	12/02/2019	—
	20/03/2019	—
	16/05/2019	—
	11/12/2019	—
	03/02/2020	—
	18/06/2020	—
<i>S1v</i>	12/02/2019	3.15
	20/03/2019	4.98
	16/05/2019	5.40
	11/12/2019	3.10
	03/02/2020	3.22
	18/06/2020	> 5.75

Restano da effettuare 3 cicli di letture

Commento risultati

Osservando i grafici relativi alle misure inclinometriche si rileva quanto segue:

S1- si conferma il trend delle ultime due letture precedenti con uno spostamento tra 9.00 e 9.50 metri di profondità in direzione nord-ovest

S2 – si conferma quanto registrato nelle misure precedenti individuando uno stacco da 3.50 a 4.50 m testa tubo

S3 – non si registrano spostamenti significativi

S4 – si confermano i due stacchi a 3.00 m con spostamento di circa 3 mm e tra 6.00 e 6.50 m con uno spostamento max cumulativo pari a 9.5 mm testa tubo

La misura effettuata è in linea alle due misure precedenti e conferma la ripresa del movimento con spostamenti subcentimetrici.

Vale la pena di soffermarsi sulla situazione del piezometro nel corpo di frana (S1v) dato che durante l'esecuzione dell'ultima misura è stato rilevato che il tubo risulta spezzato alla profondità di 5.75 m dal p.c. (profondità originaria 10.00 m dal p.c.) e che, fino a questa profondità, non è stata rilevata presenza di acqua.

E' comunque possibile rilevare che rispetto alla misura del 02 febbraio 2020 il livello si è abbassato di almeno 2.53 m nonostante il periodo non sia stato particolarmente siccitoso; infatti, secondo i dati pluviometrici del SIR Regione Toscana, le precipitazioni nell'ultimo mese per la Stazione Castelnuovo Val di Cecina ammontano a 136 mm (78 mm in più rispetto alle medie CLINO 1981-2010). Questo notevole abbassamento del livello di acqua non appare direttamente imputabile ai dati pluviometrici e potrebbe quindi esser frutto dei lavori di sistemazione della carreggiata e della regimazione effettuati agli inizi di giugno.

Poiché nella situazione attuale non è possibile il corretto monitoraggio del livello piezometrico all'interno del corpo di frana (è possibile il monitoraggio solamente nel caso che il livello sia superiore a 5.75 m dal p.c.), appare di fondamentale importanza la realizzazione di ulteriori tubi piezometrici nell'area di frana.

TOS11000056

Castelnuovo Val di Cecina

TOS11000056 - Castelnuovo Val di Cecina

(Stazione autom.)

Com. Castelnuovo V.C. (PI)

GB [m] E 1652806 N 4785228

WGS84 [°] Lat 43.204 Lon 10.881

WGS84 [DMS] Lat 43° 12' 15.25" Lon 10° 52' 50.08"

Quota staz. slm [m] 770.00

anemometro

barometro

igrometro

pluviometro

radiometro solare

termometro

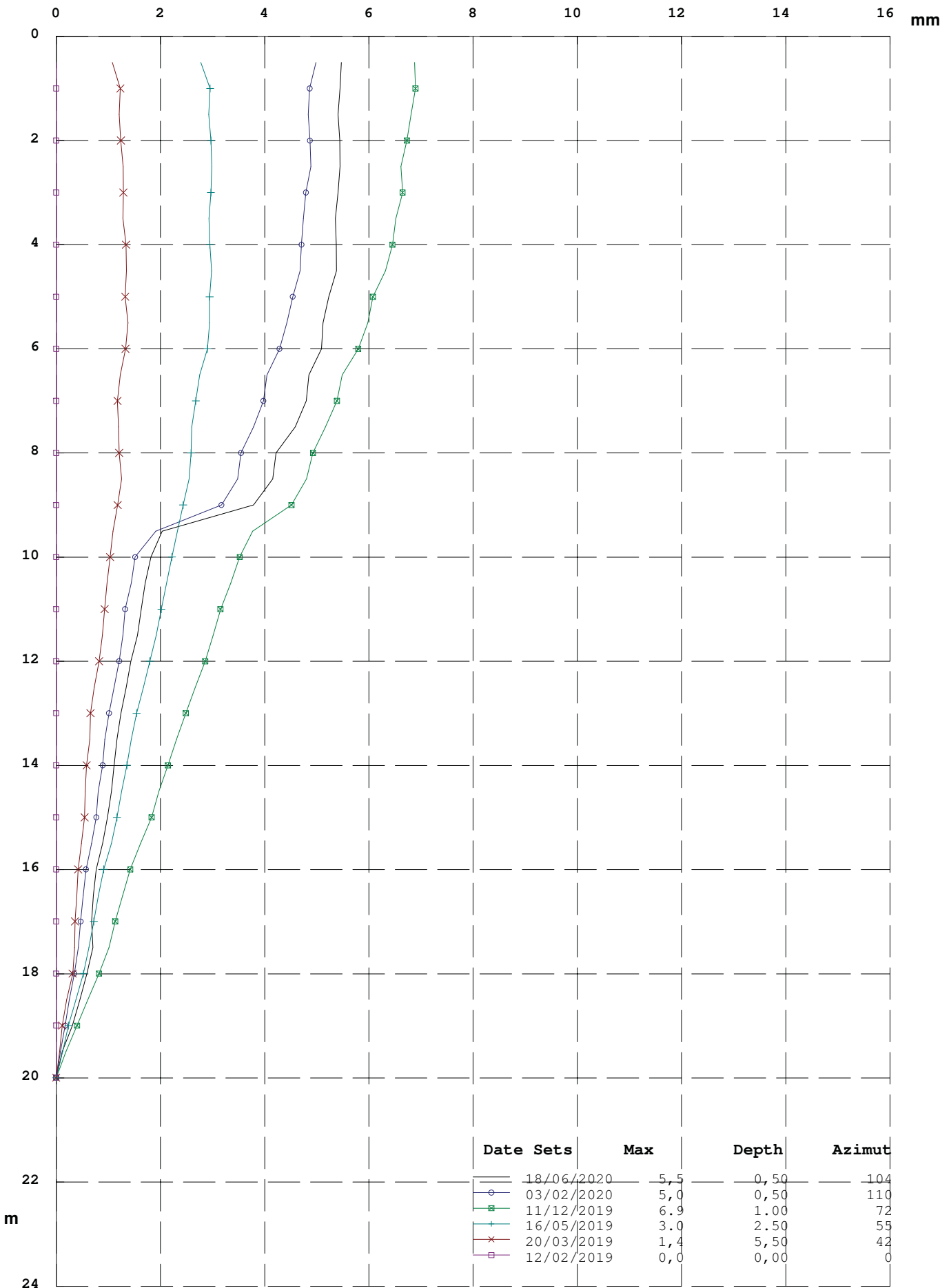
Castelnuovo Val di Cecina 23/06/2020.

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



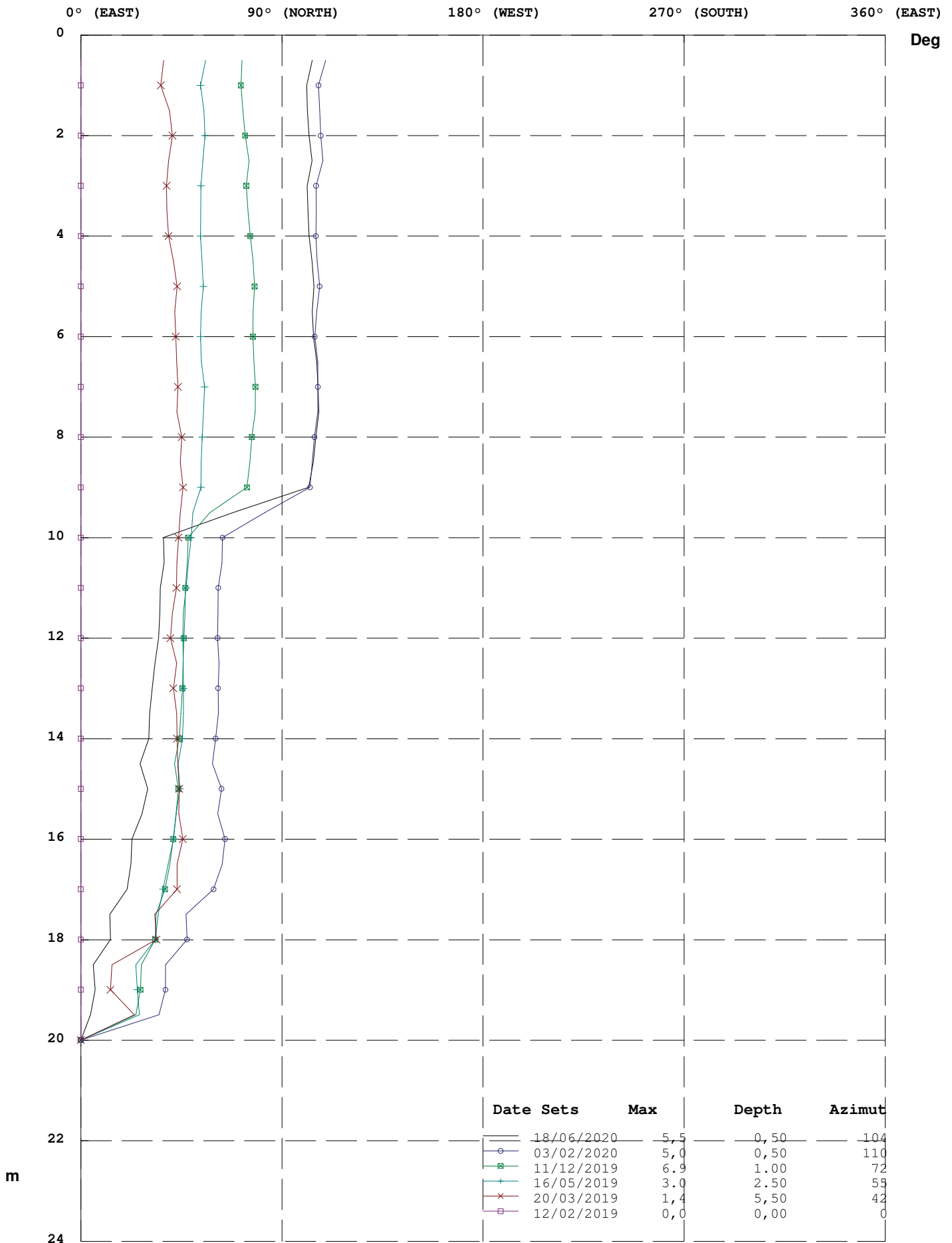
Processed in respect of origin of 12/02/2019

AZIMUT (Anticlockwise Angle between Sum and East)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



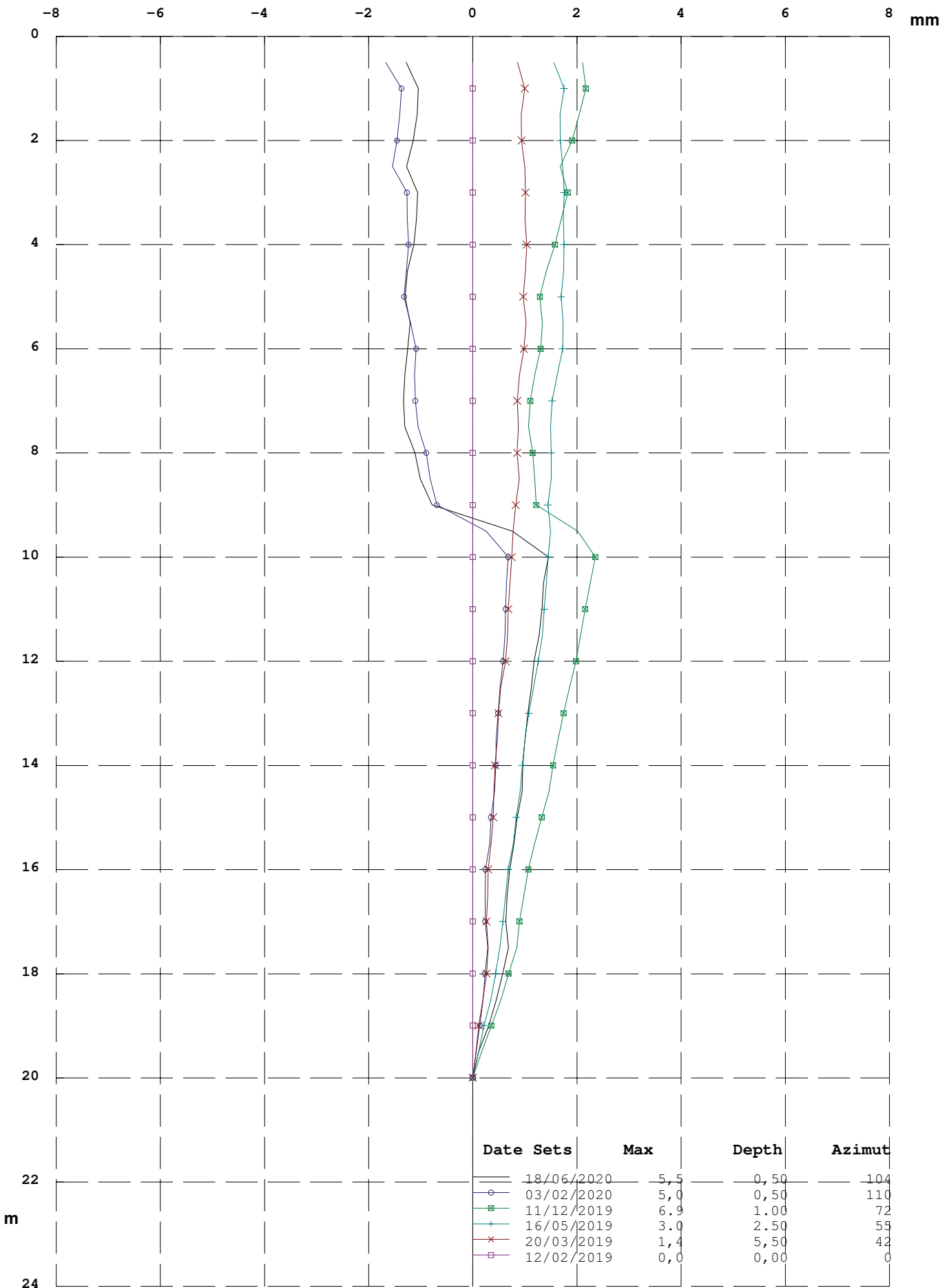
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S1nord

Id: S1nord



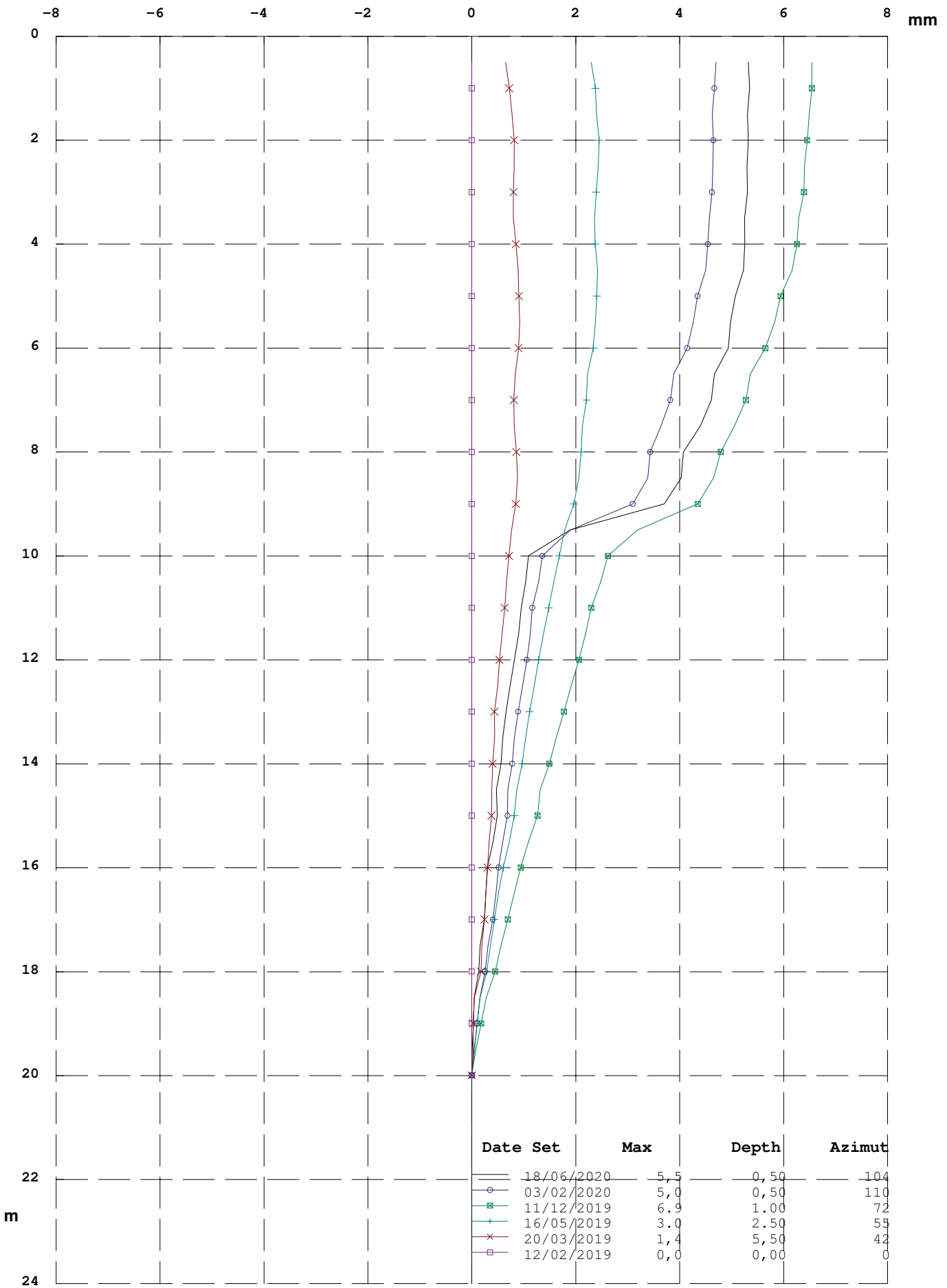
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



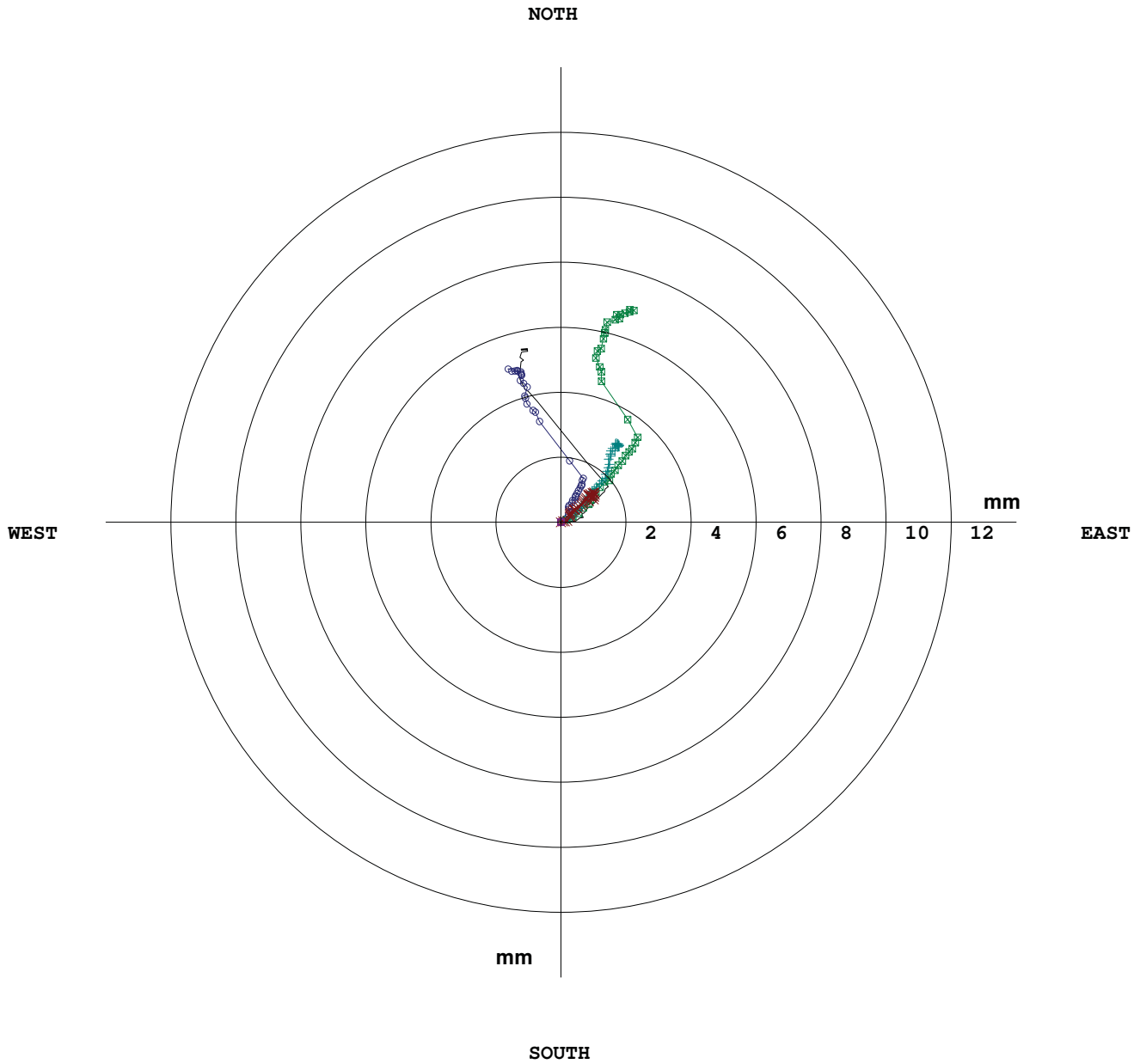
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Polar Graph(Resulting and Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S1nord

Id: S1nord



Date	Sets	Max	Depth	Azimut
18/06/2020	—	5,5	0,50	104
03/02/2020	○	5,0	0,50	110
11/12/2019	■	6,9	1,00	72
16/05/2019	+	3,0	2,50	55
20/03/2019	×	1,4	5,50	42
12/02/2019	□	0,0	0,00	0

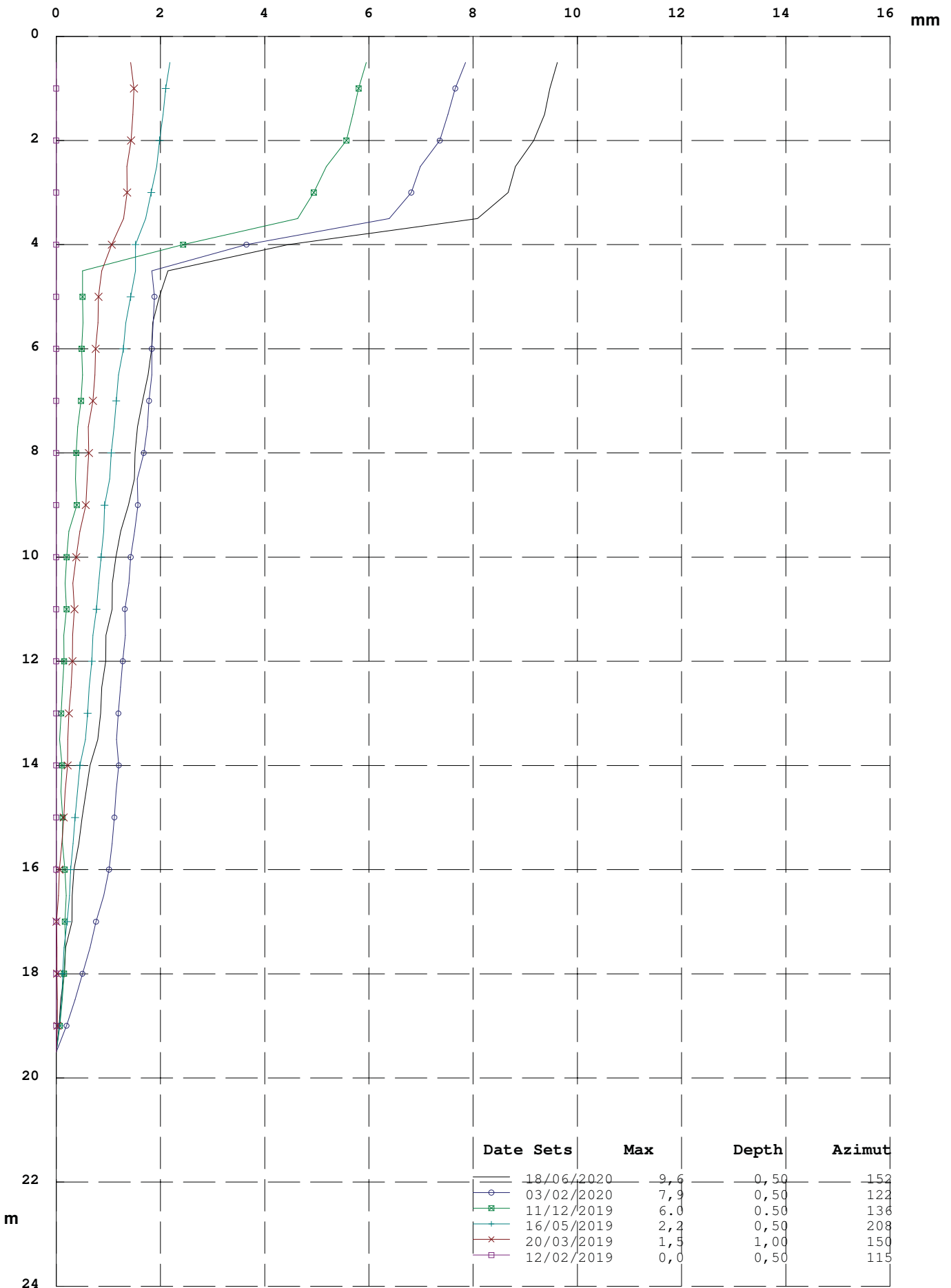
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id : S2sopra



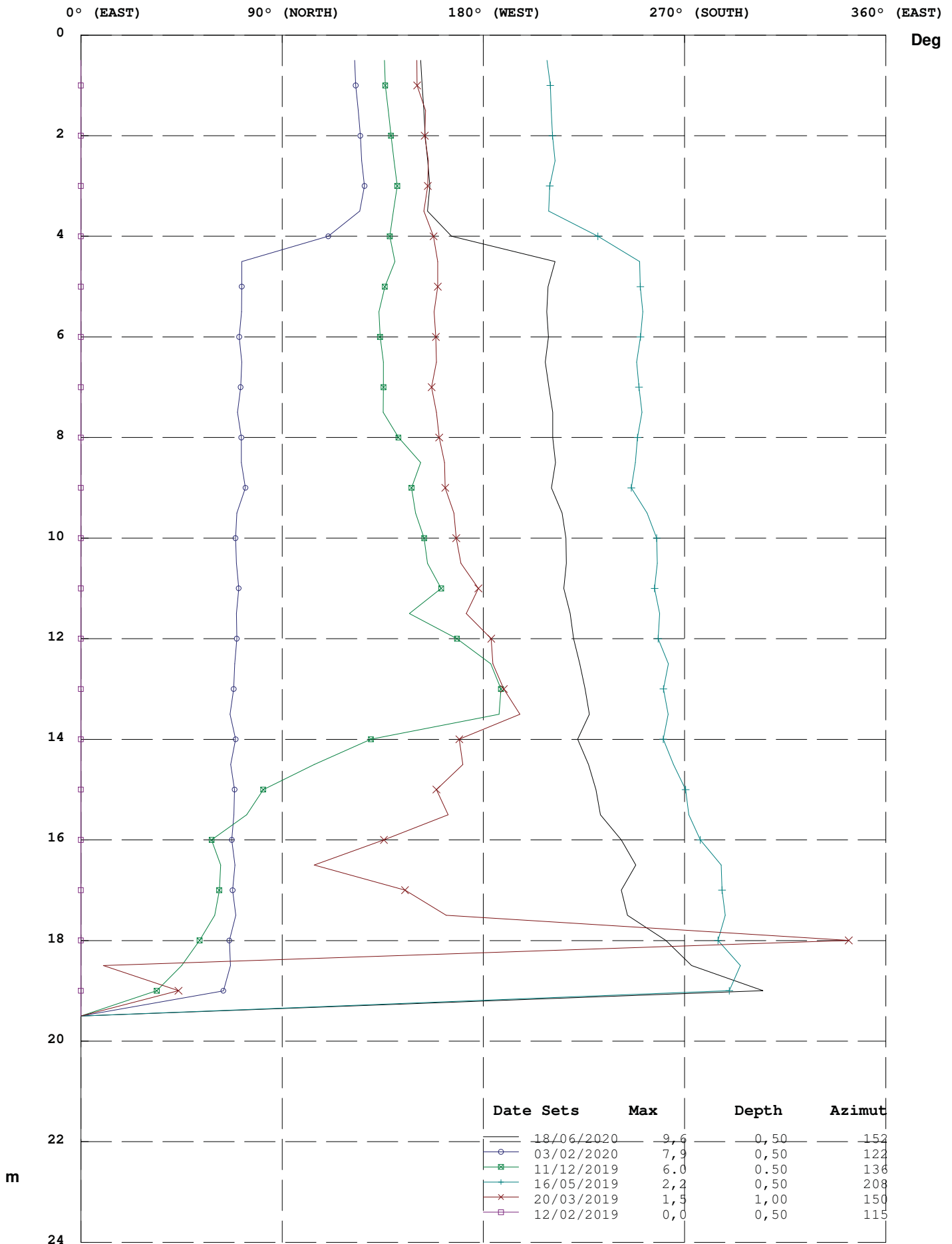
Processed in respect of origin of 12/02/2019

AZIMUT (Anticlockwise Angle between Sum and East)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id: S2sopra



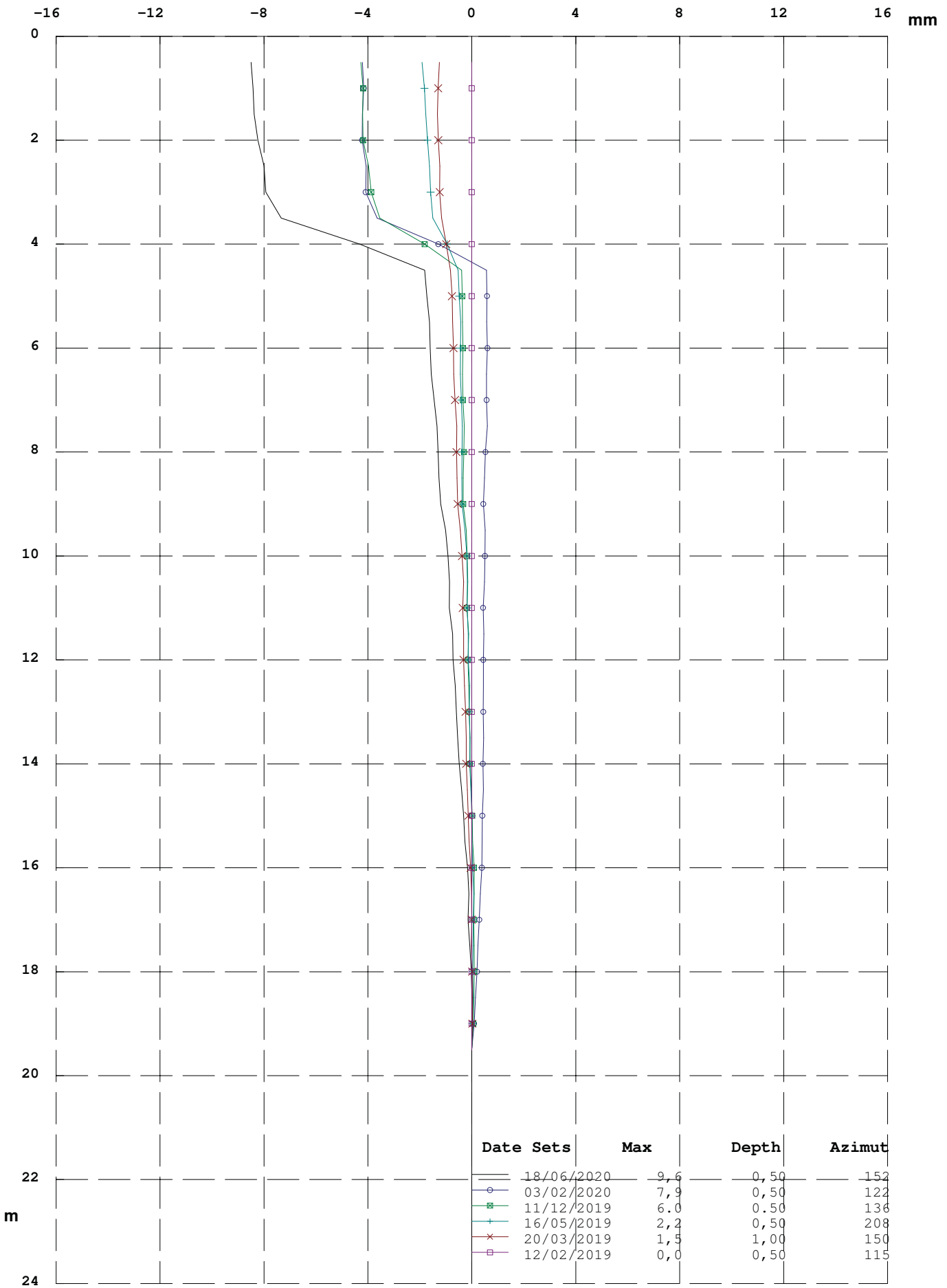
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S2sopra

Id: S2sopra



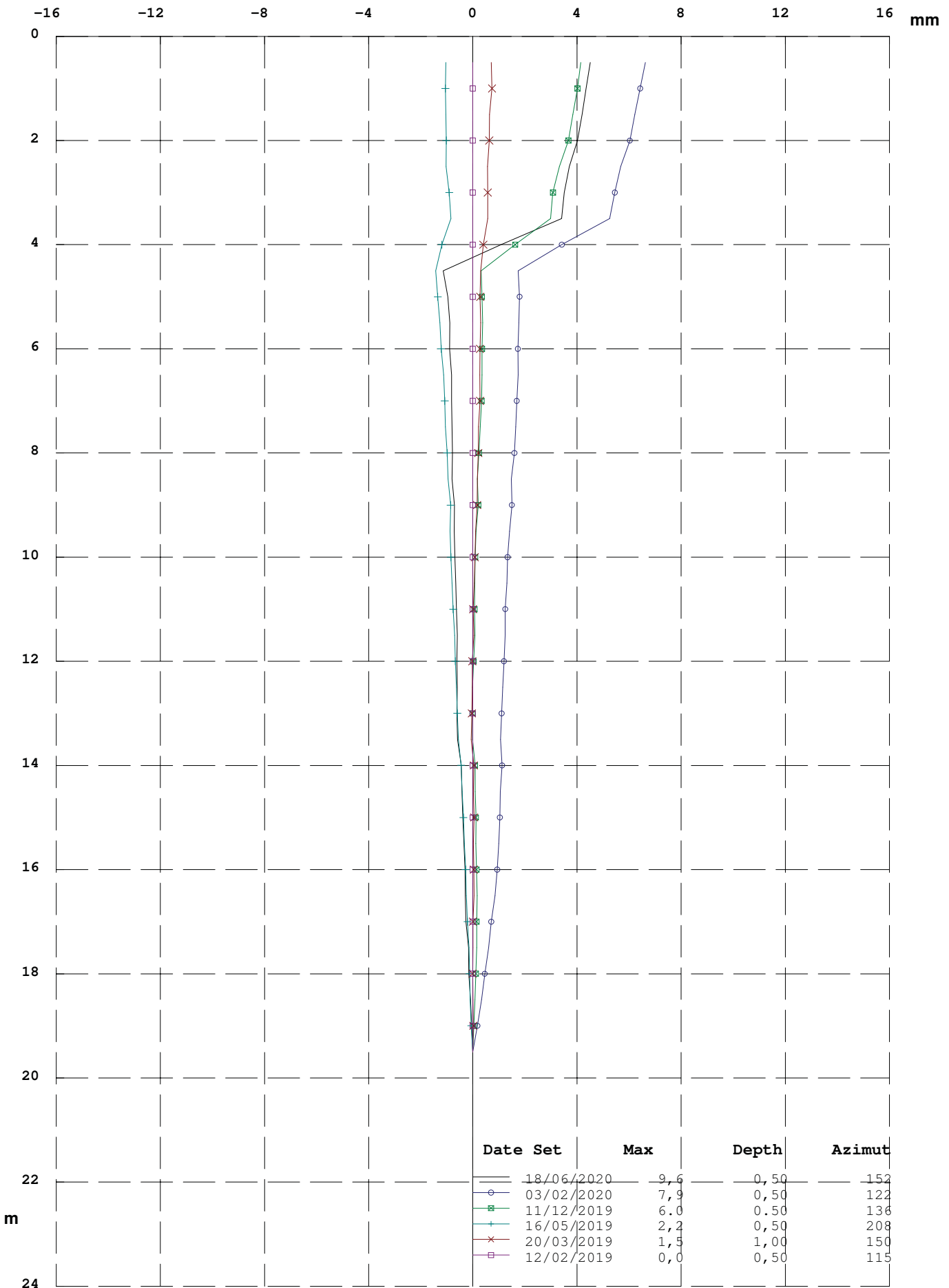
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id : S2sopra



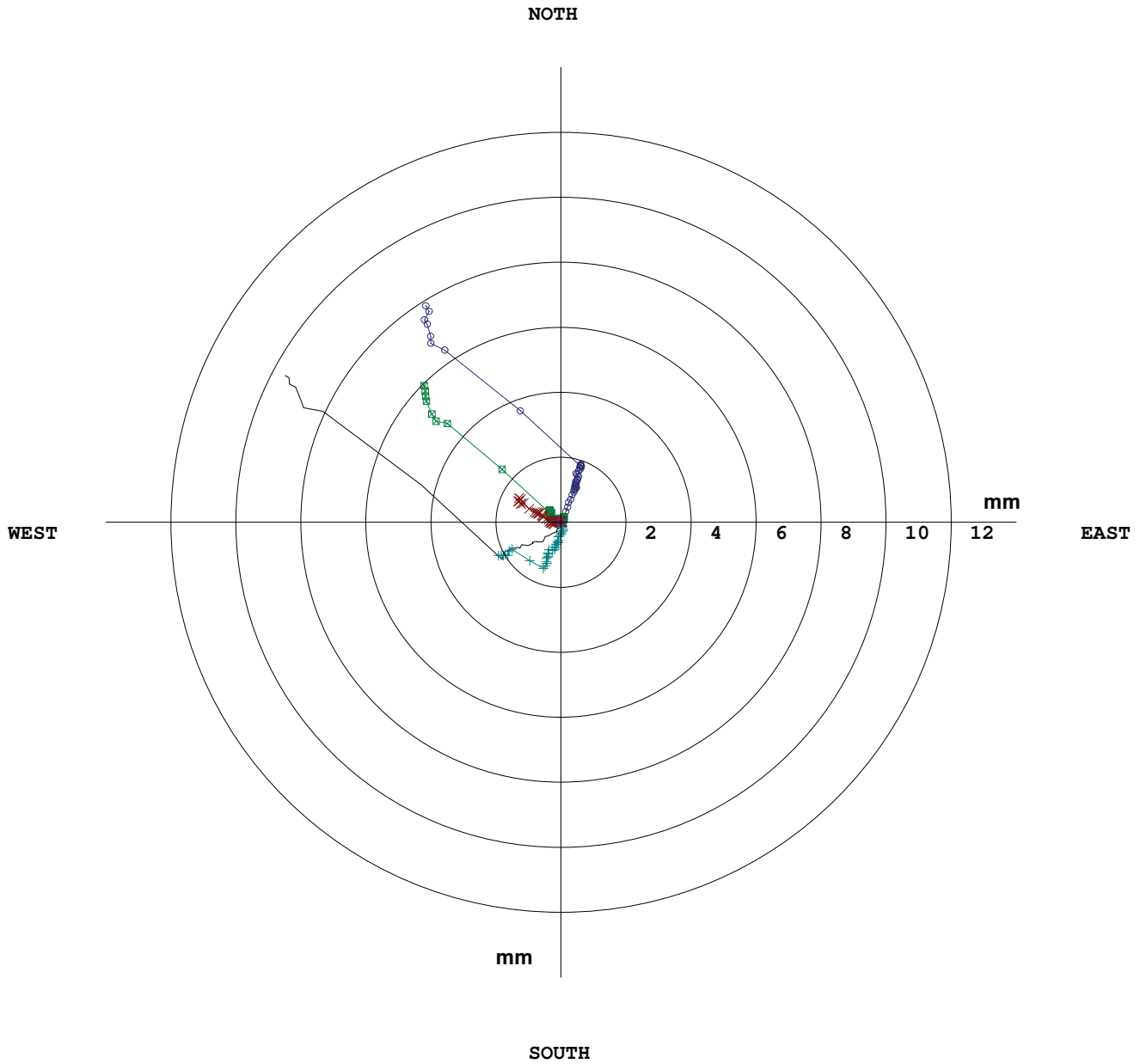
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Polar Graph(Resulting and Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S2sopra

Id: S2sopra



Date Sets	Max	Depth	Azimut
18/06/2020	9,6	0,50	152
03/02/2020	7,9	0,50	122
11/12/2019	6,0	0,50	136
16/05/2019	2,2	0,50	208
20/03/2019	1,5	1,00	150
12/02/2019	0,0	0,50	115

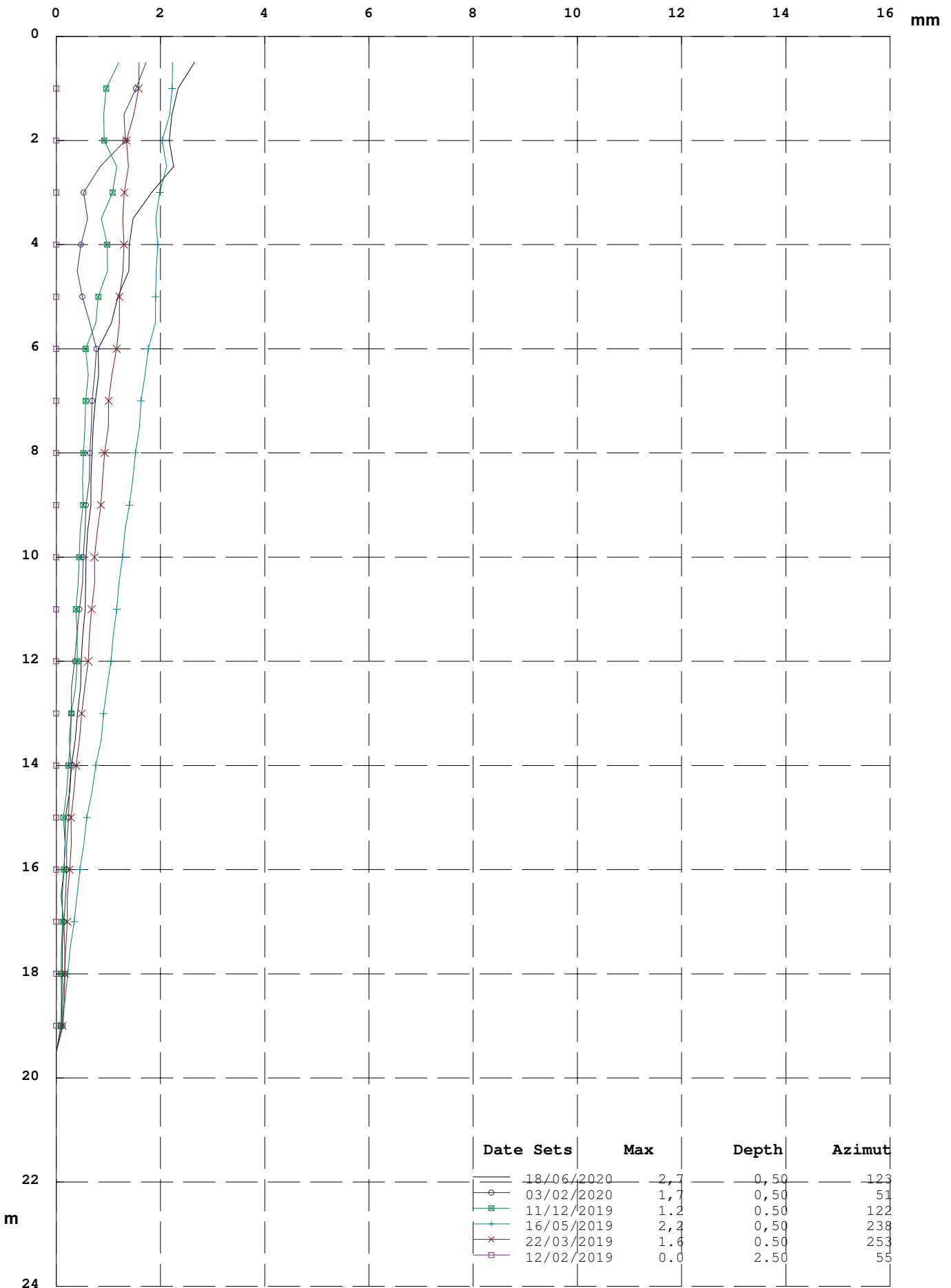
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id : S3sud



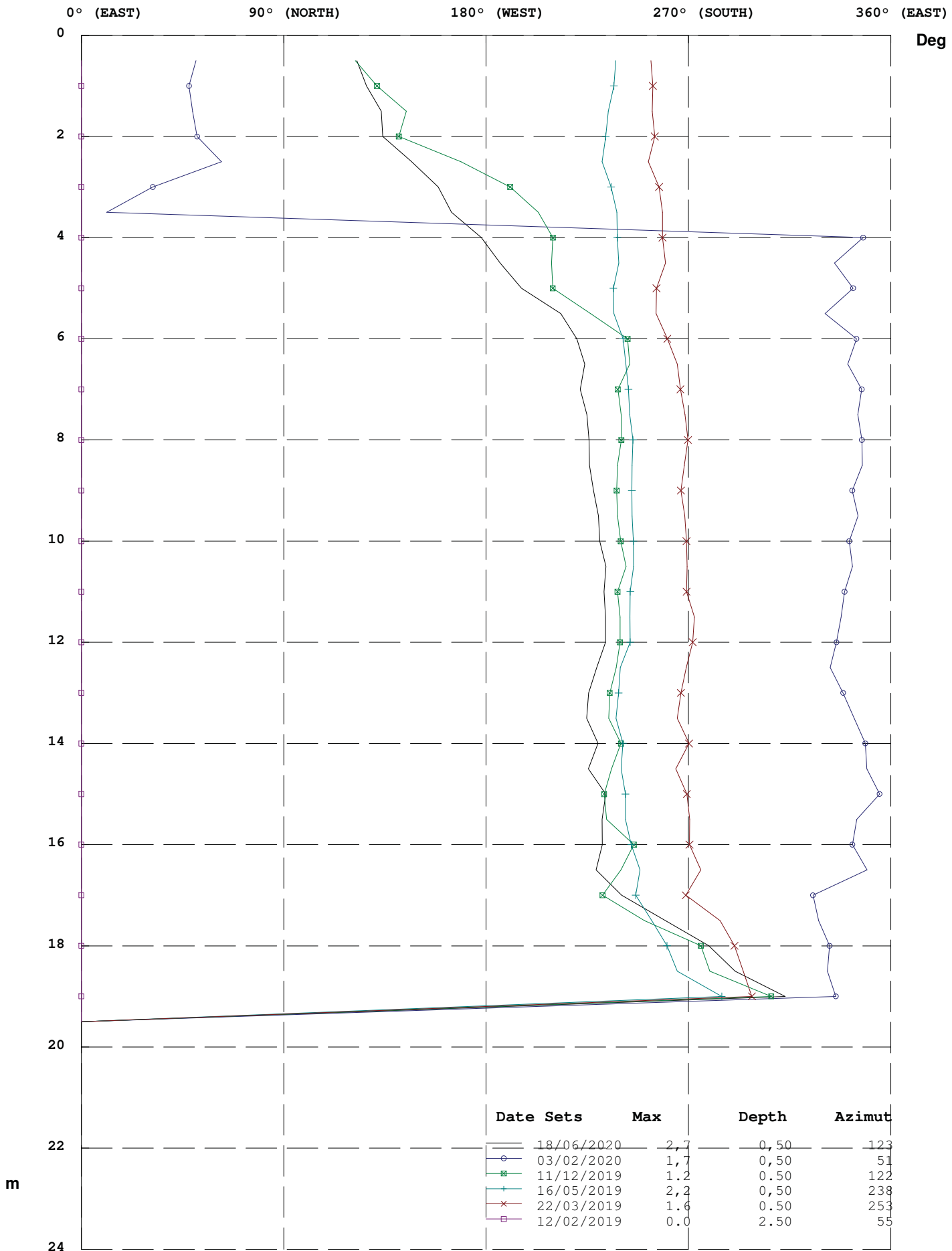
Processed in respect of origin of 12/02/2019

AZIMUT (Anticlockwise Angle between Sum and East)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id: S3sud



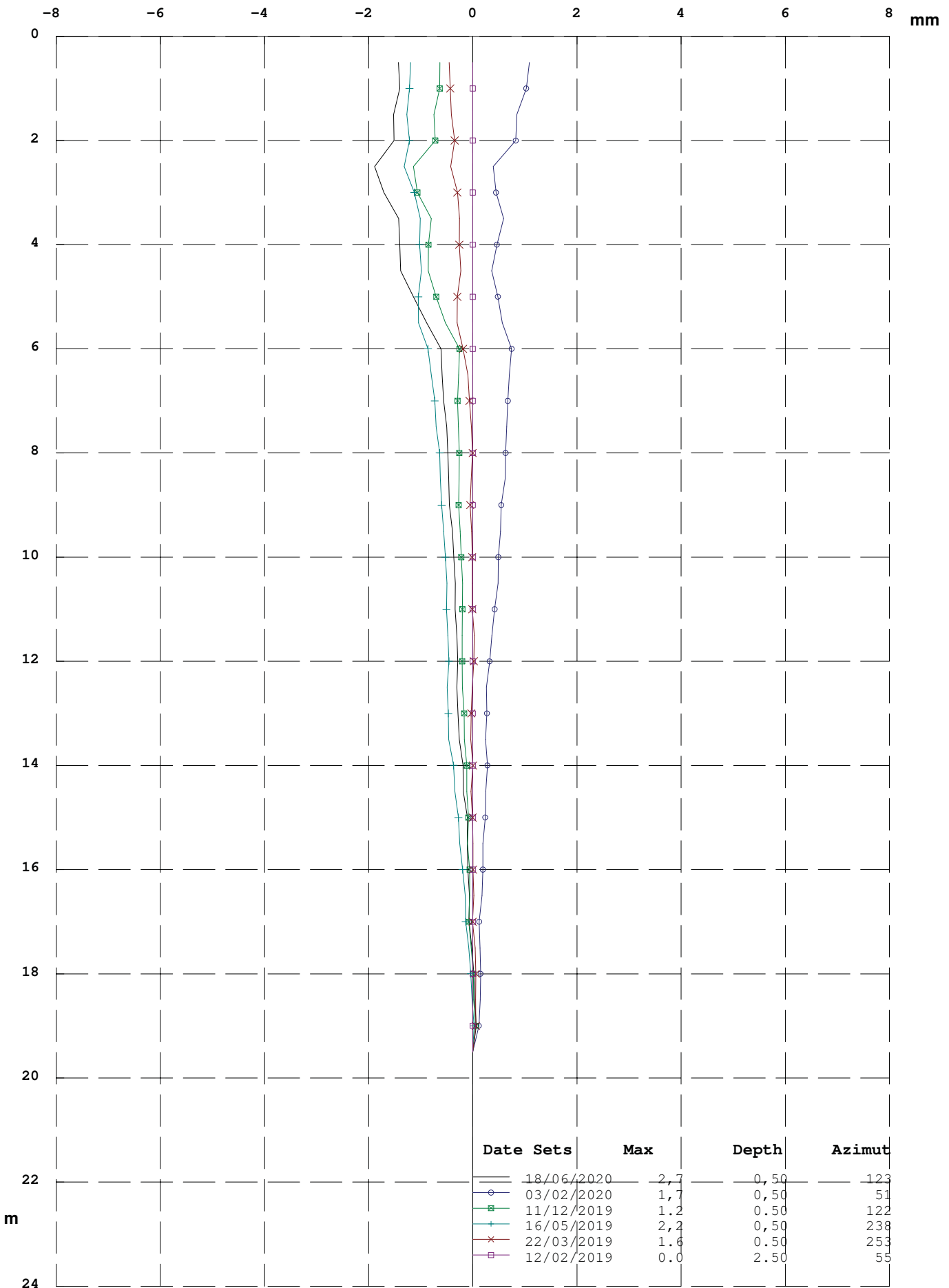
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S3sud

Id: S3sud



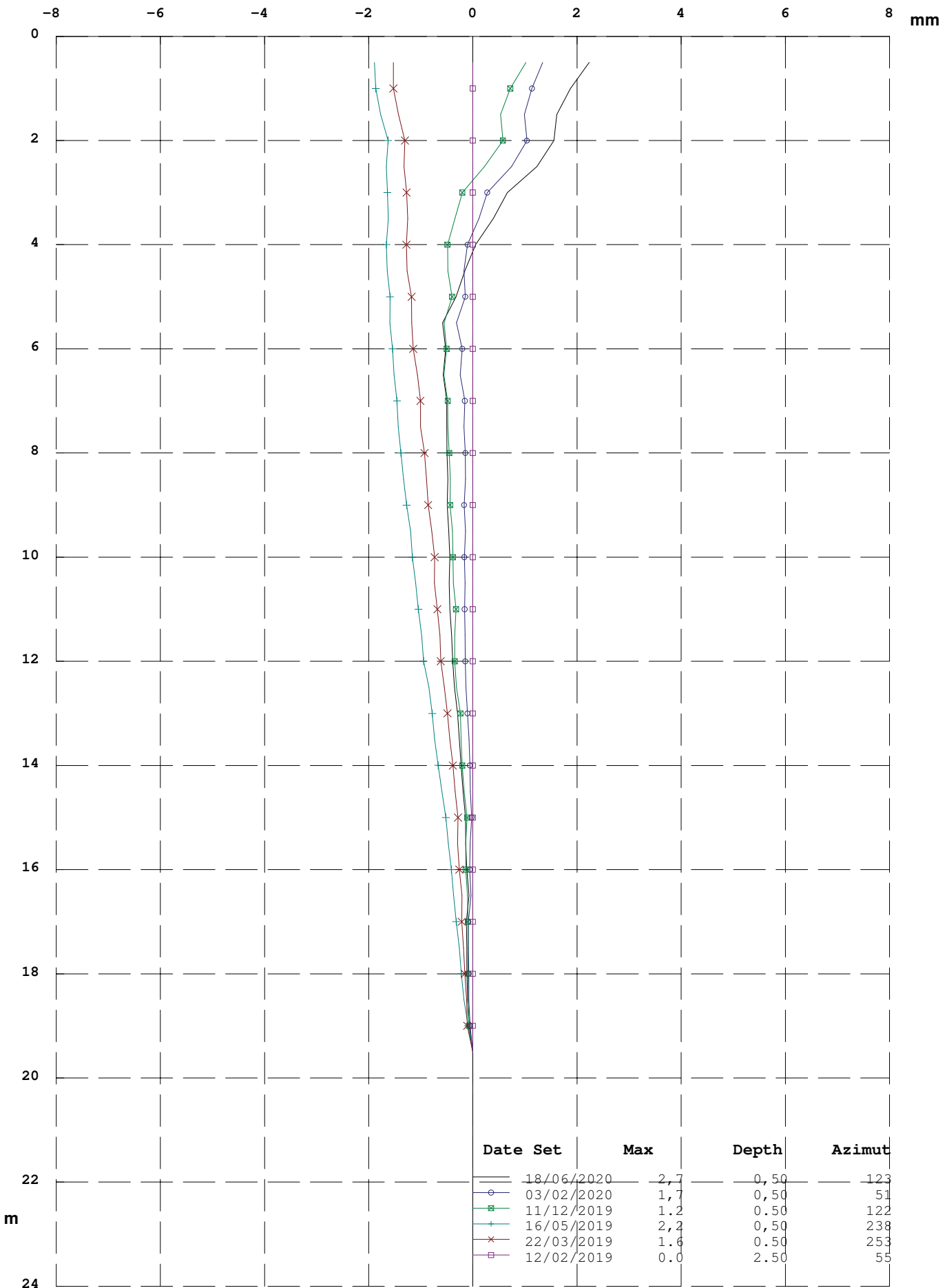
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id: S3sud



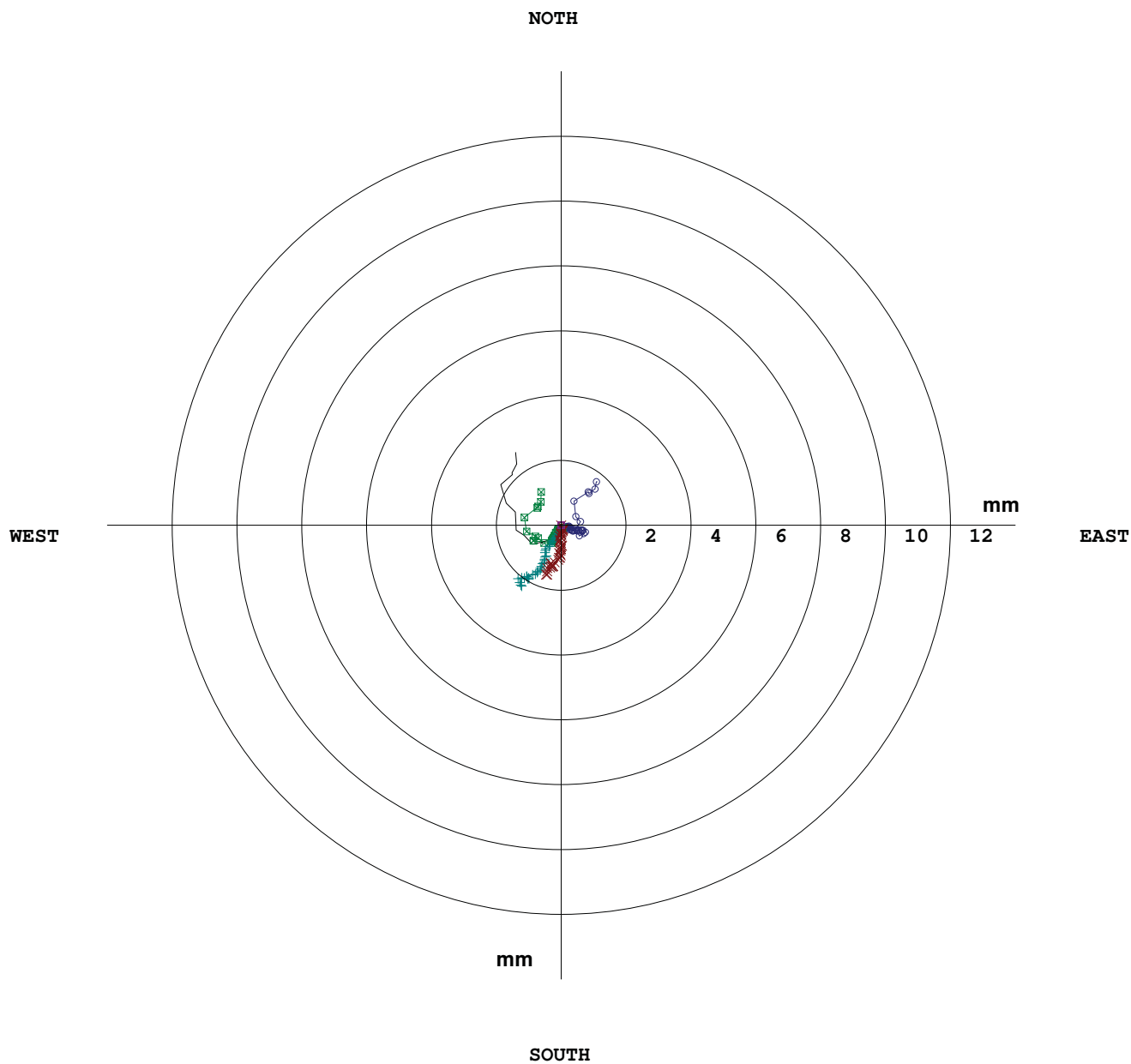
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Polar Graph(Resulting and Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S3sud

Id: S3sud



Date Sets	Max	Depth	Azimut
18/06/2020	2,7	0,50	123
03/02/2020	1,7	0,50	51
11/12/2019	1.2	0.50	122
16/05/2019	2,2	0,50	238
22/03/2019	1.6	0.50	253
12/02/2019	0.0	2.50	55

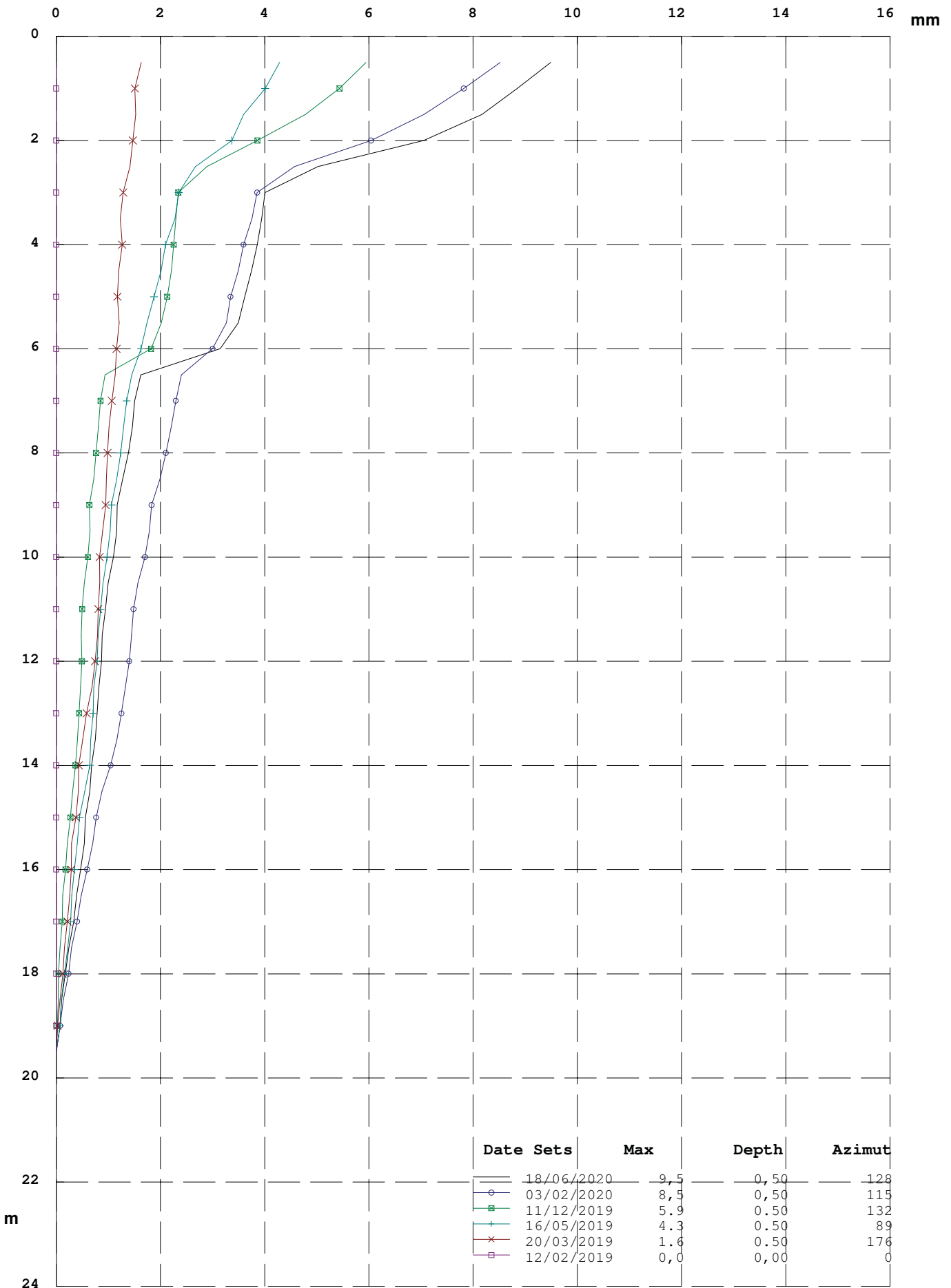
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



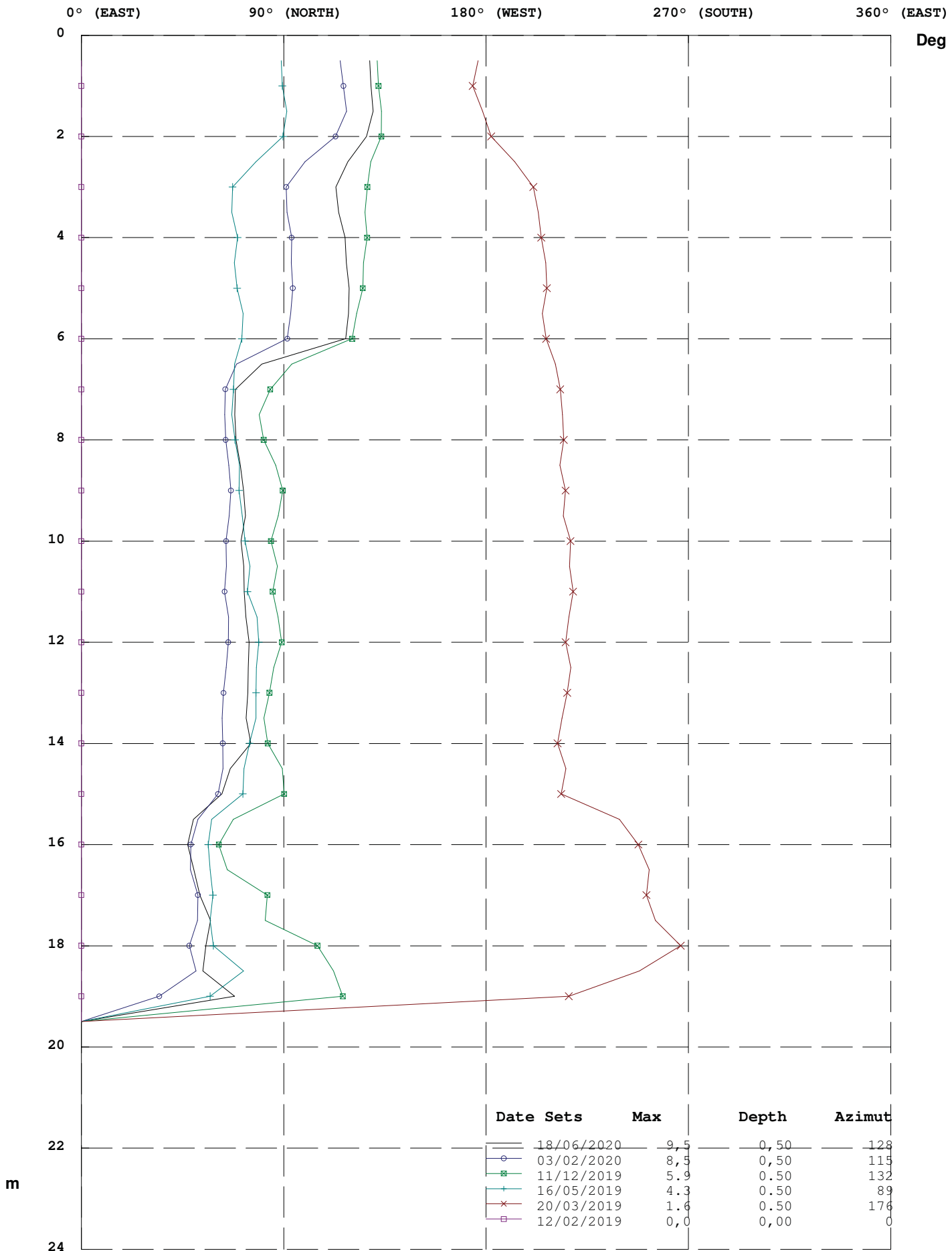
Processed in respect of origin of 12/02/2019

AZIMUT (Anticlockwise Angle between Sum and East)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id: S4sotto



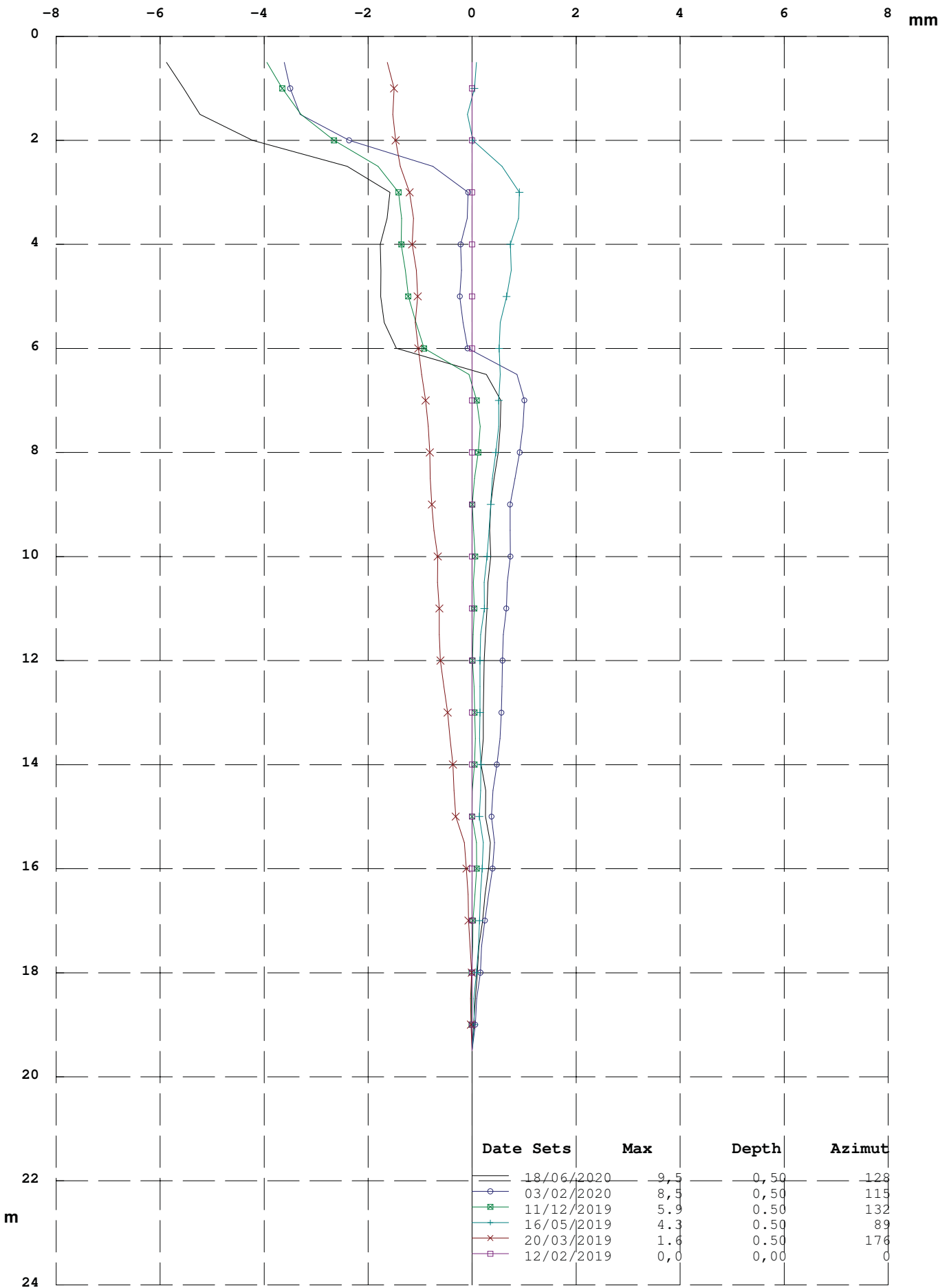
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S4sotto

Id: S4sotto



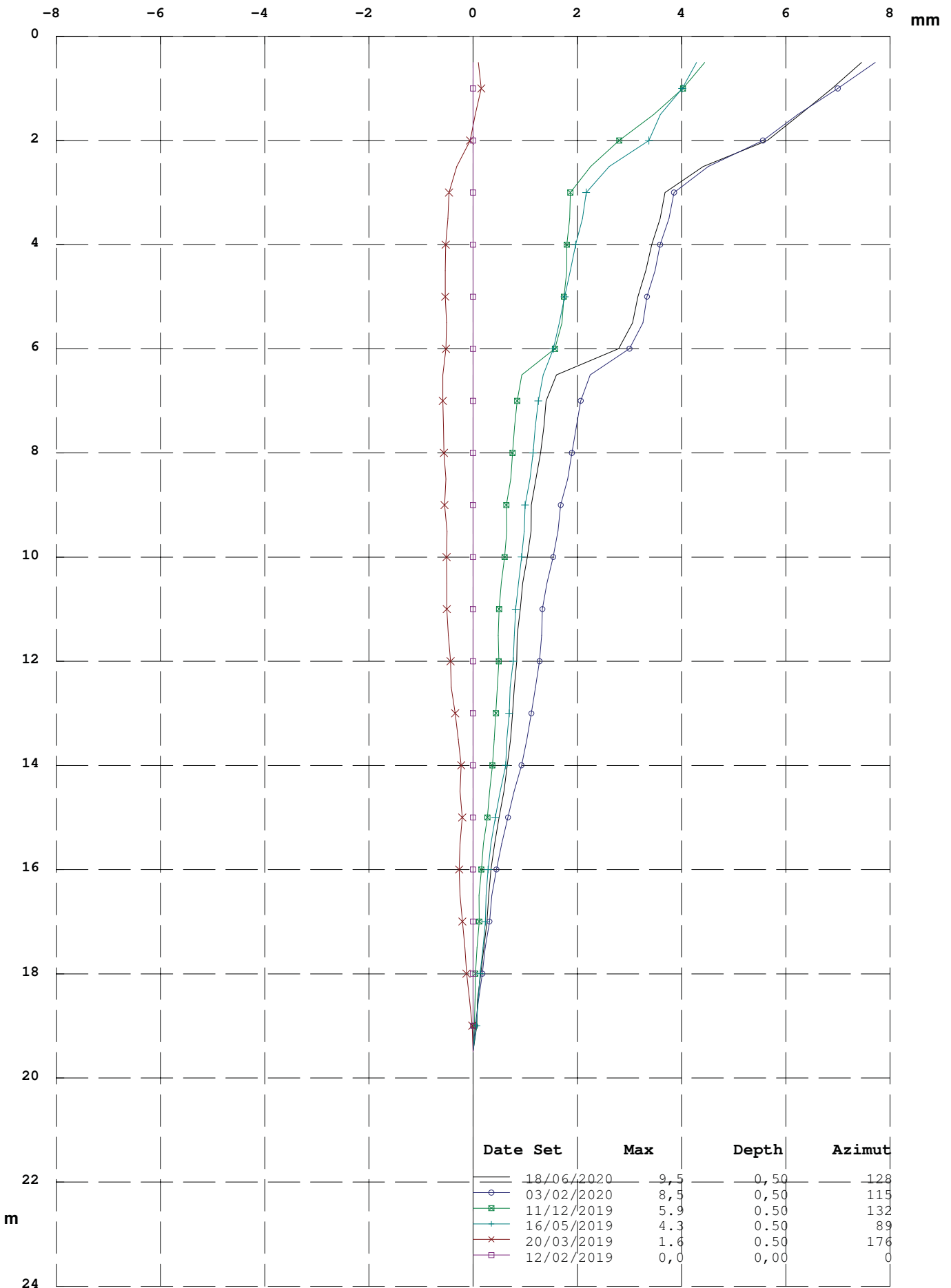
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



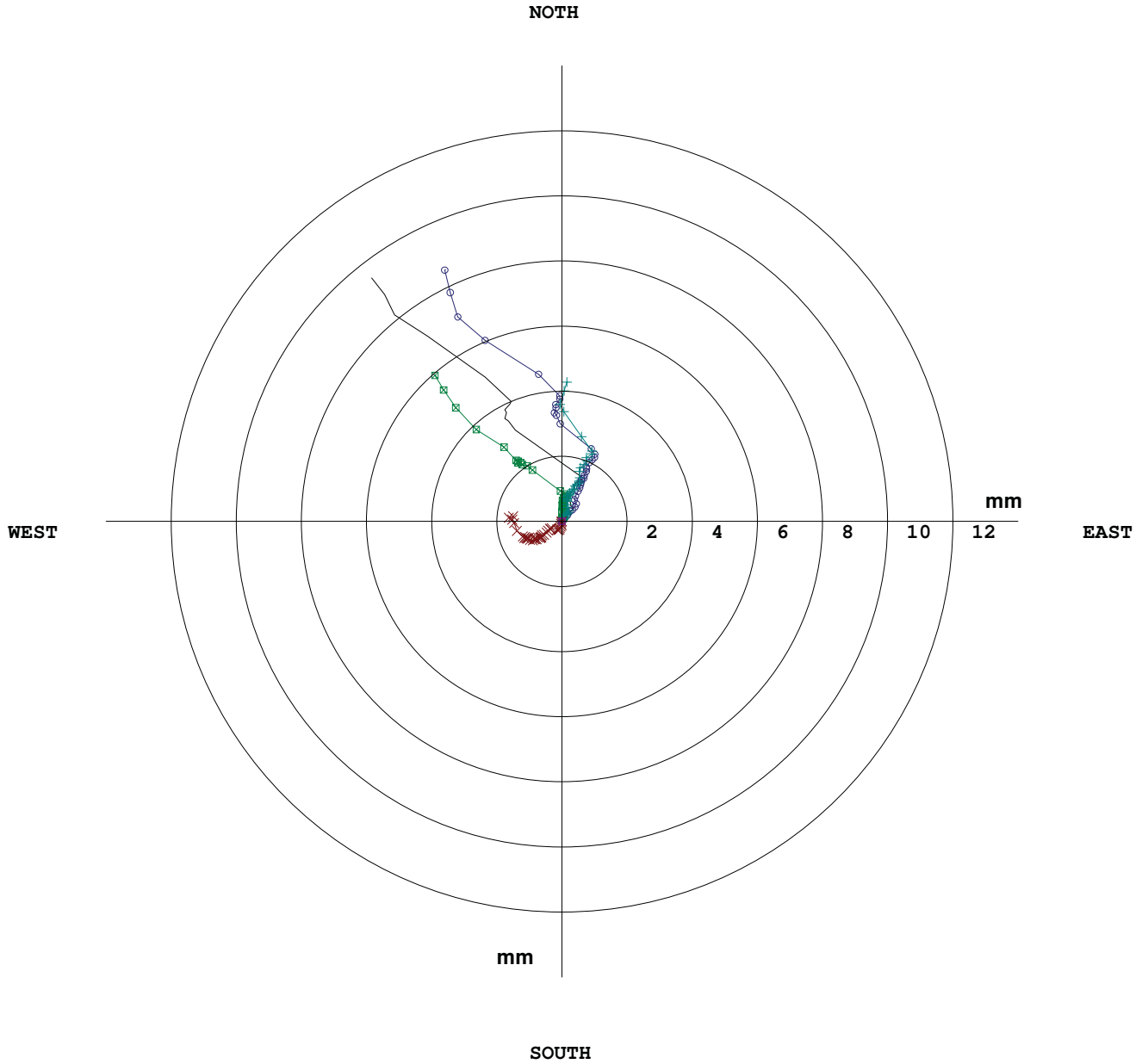
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Polar Graph(Resulting and Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S4sotto

Id: S4sotto



	Date Sets	Max	Depth	Azimut
—	18/06/2020	9,5	0,50	128
○	03/02/2020	8,5	0,50	115
⊠	11/12/2019	5,9	0,50	132
+	16/05/2019	4,3	0,50	89
×	20/03/2019	1,6	0,50	176
⊠	12/02/2019	0,0	0,00	0

Processed in respect of origin of 12/02/2019



PROVINCIA DI SIENA

RAPPORTO MISURA INCLINOMETRICA E PIEZOMETRICA 20/08/2020

Premessa

In data 11/12/2019 è iniziata la nuova campagna di misure inclinometriche sugli inclinometri messi in opera tra dicembre e gennaio 2018. Durante la misura precedente alla odierna è stato appurato che il vecchio piezometro presente a bordo strada in area di frana risulta spezzato alla profondità di 5.75 m d.p.c. e pertanto non utilizzabile. Ad oggi sono state eseguite le seguenti misure

Misure inclinometriche	
Misura di zero	12/02/2019
Misura 1	20 e 22/03/2019
Misura 2	16/05/2019
Misura 3	11/12/2019
Misura 4	03/02/2020
Misura 5	18/06/2020
Misura 6	20/08/2020

<i>Piezometro</i>	<i>Data lettura</i>	<i>Profondità (m)</i>
S5	12/02/2019	—
	20/03/2019	—
	16/05/2019	—
	11/12/2019	—
	03/02/2020	—
	18/06/2020	—
	20/08/2020	—
S1v	12/02/2019	3.15
	20/03/2019	4.98
	16/05/2019	5.40

	11/12/2019	3.10
	03/02/2020	3.22
	18/06/2020	spezzato a 5.75 m d.p.c.
	20/08/2020	spezzato a 5.75 m d.p.c.

Nell'attuale campagna restano da effettuare 2 cicli di letture

Commento risultati

Vengono allegati I grafici relativi agli spostamenti cumulativi e alle componenti lungo x e y per le misure fino ad oggi effettuate; inoltre, per chiarezza di lettura, vengono riportati I grafici degli spostamenti cumulativi relativi alle ultime due misure (18 giugno e 20 agosto 2020). Osservando i grafici si rileva quanto segue:

S1- si conferma il trend delle ultime tre letture precedenti con uno spostamento tra 9 e 9.50 m di profondità.

S2 - si conferma quanto rilevato nelle misure precedenti individuando uno stacco da 3.50 a 4.50 m testa tubo; in più si rileva la presenza ex novo di un movimento più superficiale, a 2 m di profondità, I cui effetti sono visibili anche in superficie con uno scollamento della cementazione della testa dell'inclinometro.



scollamento rilevato nella cementazione testa inclinometro

S3 - mentre con le letture precedenti non si registravano spostamenti chiari, nella lettura odierna si rileva una possibile superficie di rottura attorno a 5 m di profondità da confermare con il monitoraggio successivo

S4 - si confermano i due stacchi rilevati con le misure precedenti a 3 e tra 6 e 6.50 m di profondità

La misura effettuata è in linea con le precedenti ed indica la presenza di un movimento lento ma costante. Come dati nuovi sull'inclinometro S3 si individua una ipotetica superficie di rottura a circa 5 m di profondità da confermare con le letture successive. Sull'inclinometro S2 si rileva un movimento abbastanza superficiale (2 m di profondità) fino ad oggi non evidente.

Si ribadisce l'impossibilità di rilevare il livello piezometrico dato il danneggiamento del piezometro presente e l'opportunità di allestire nuovi punti di misura nell'area di frana.

Castelnuovo Val di Cecina, 26/08/2020

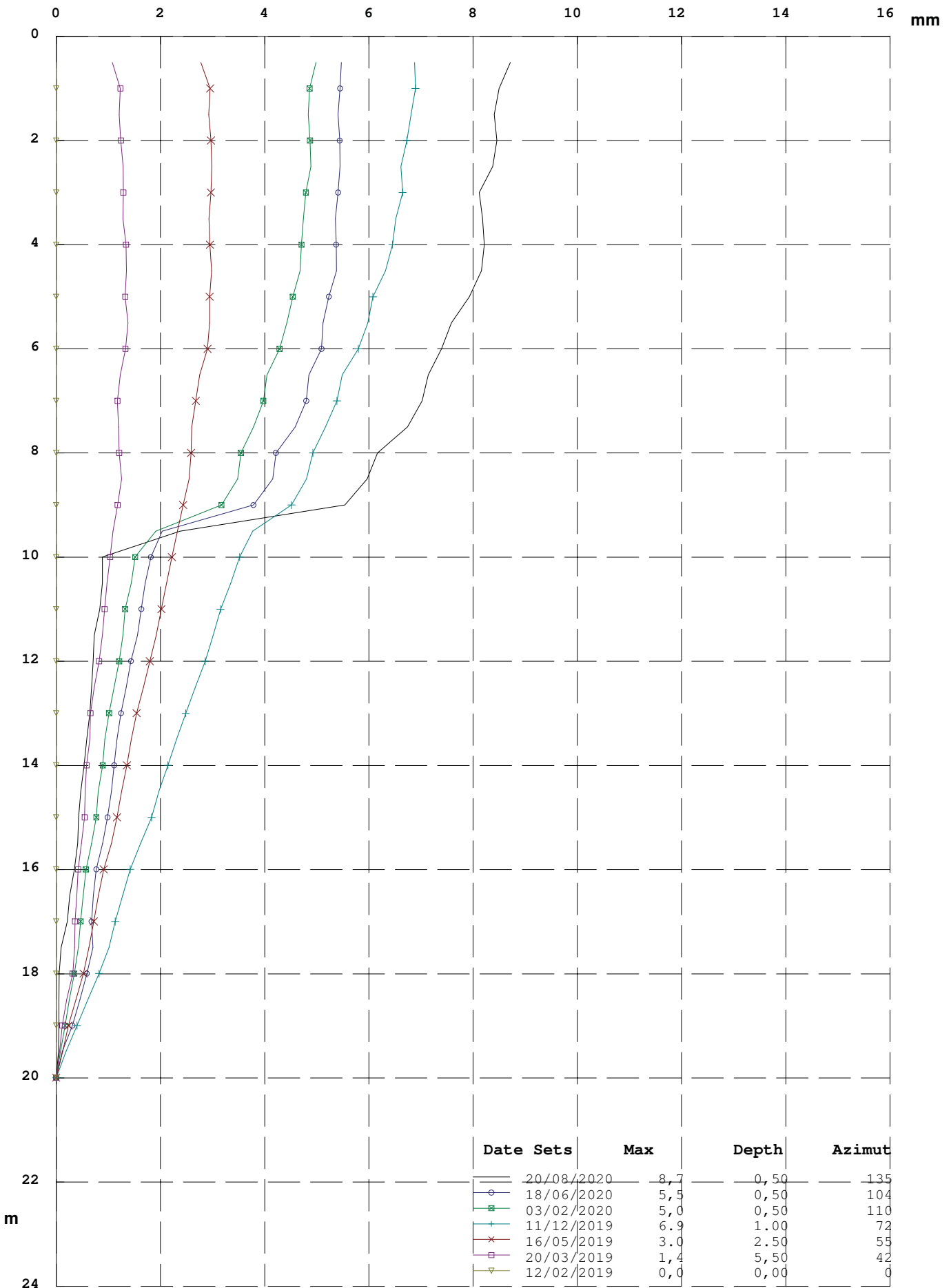
Geol. Rita Nardi

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



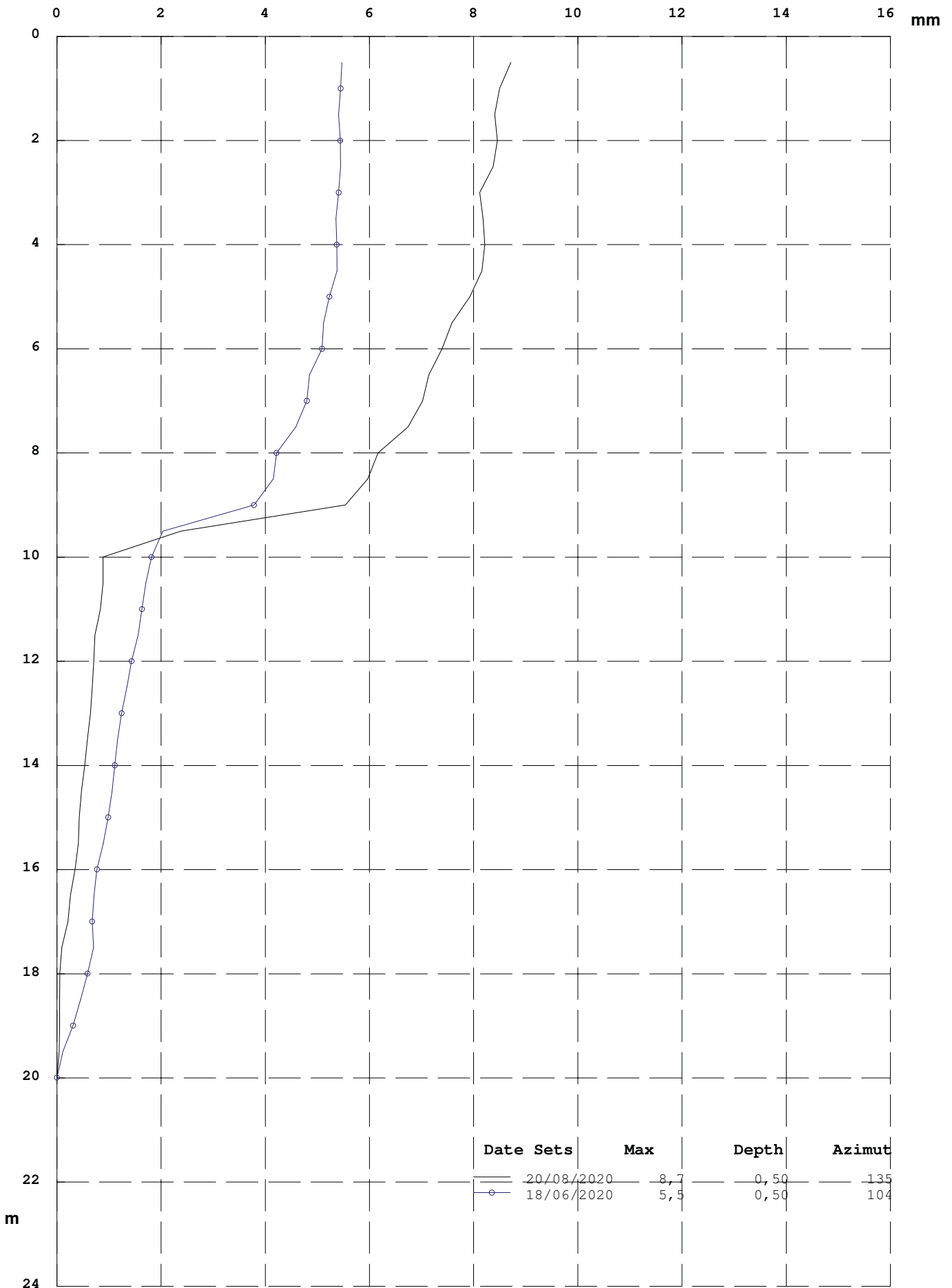
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



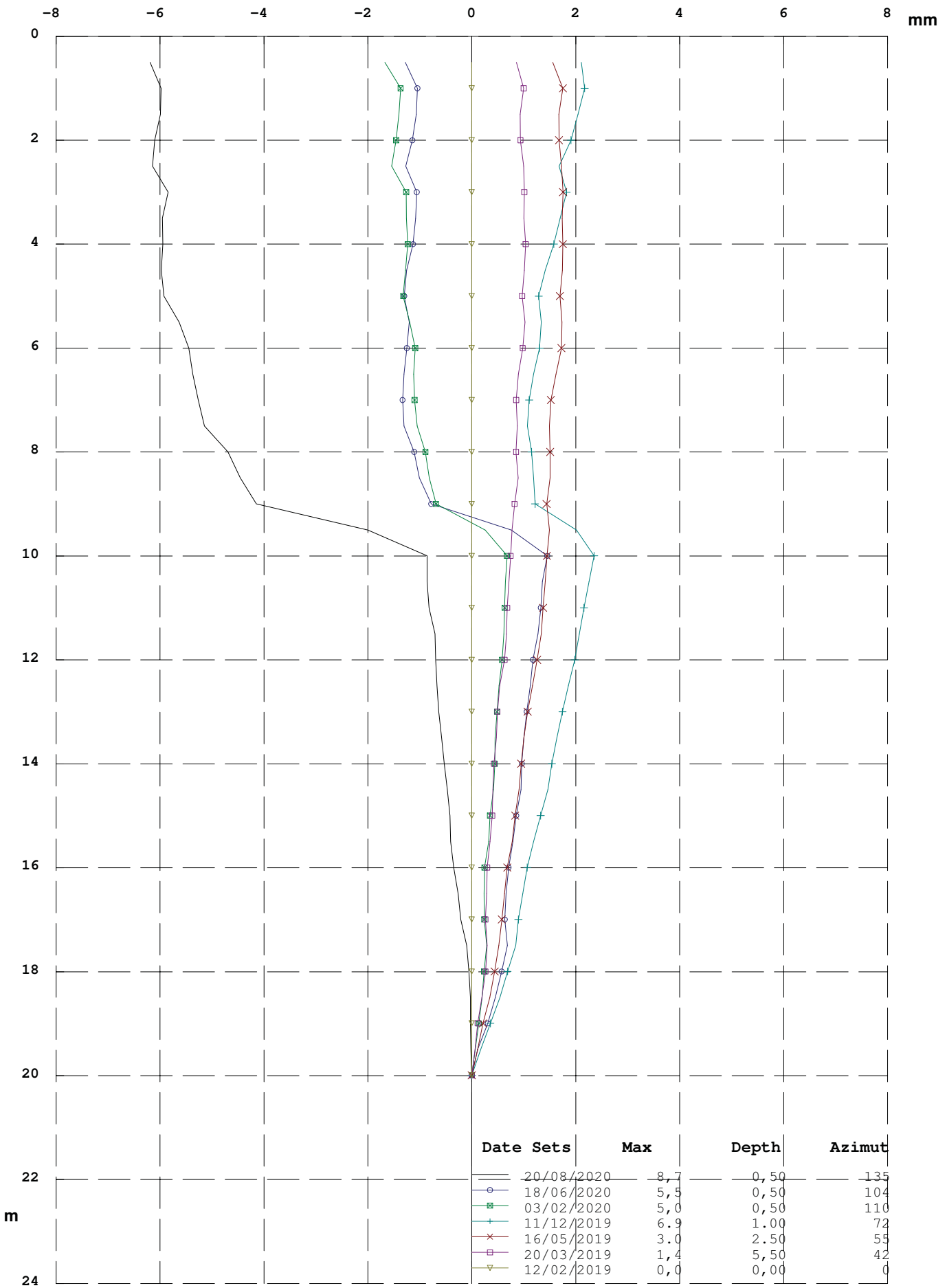
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S1nord

Id: S1nord



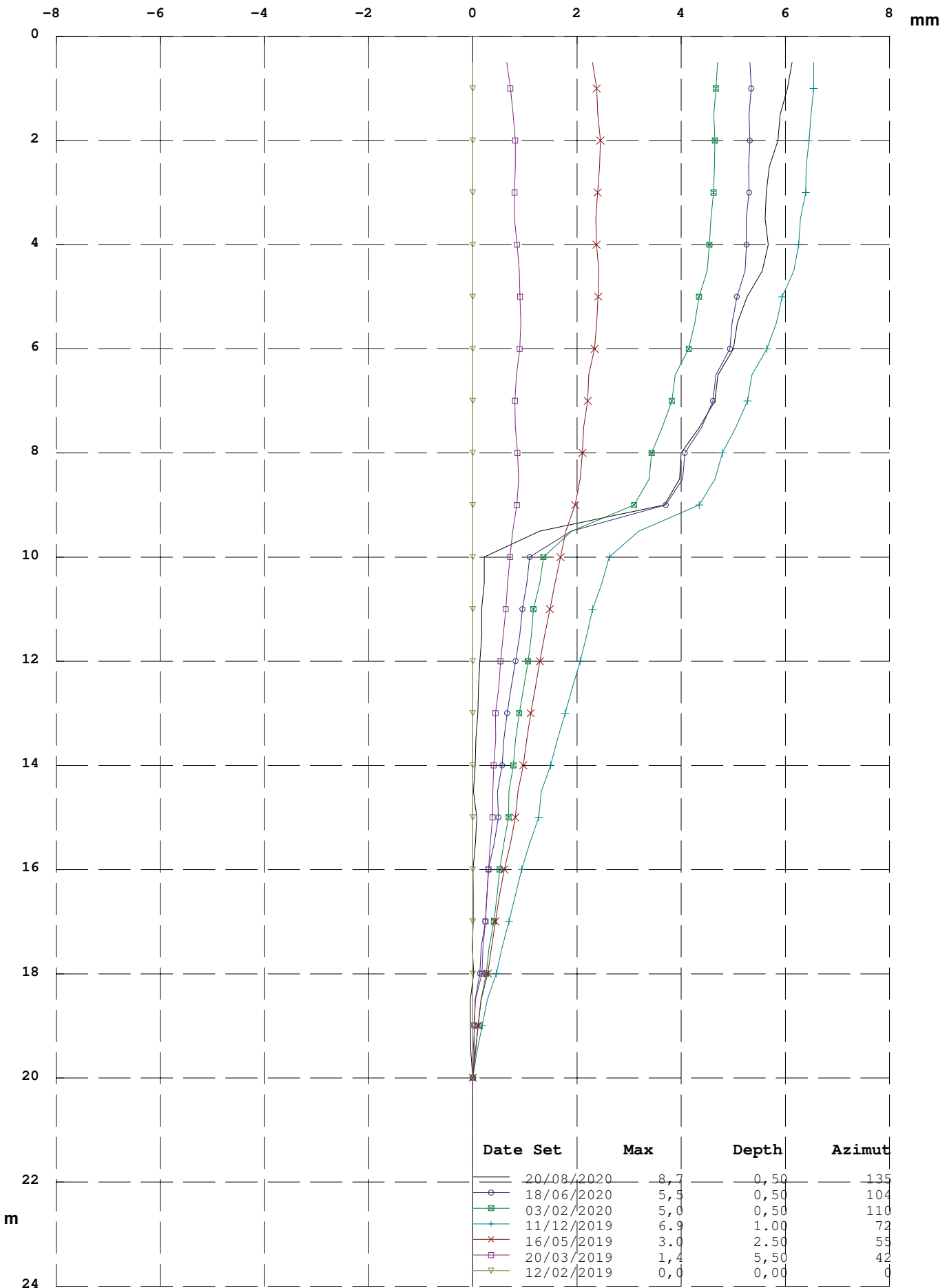
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



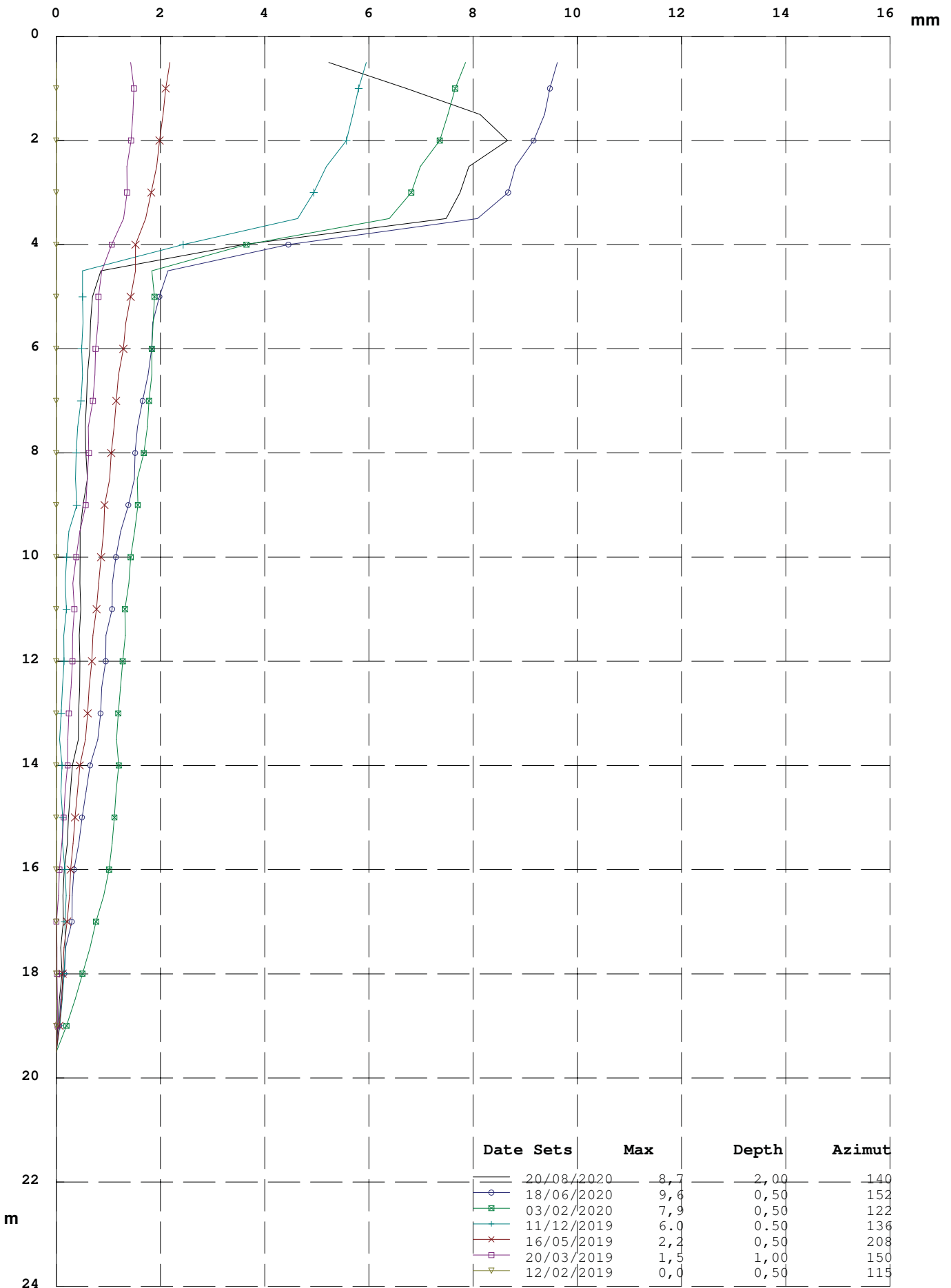
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id: S2sopra



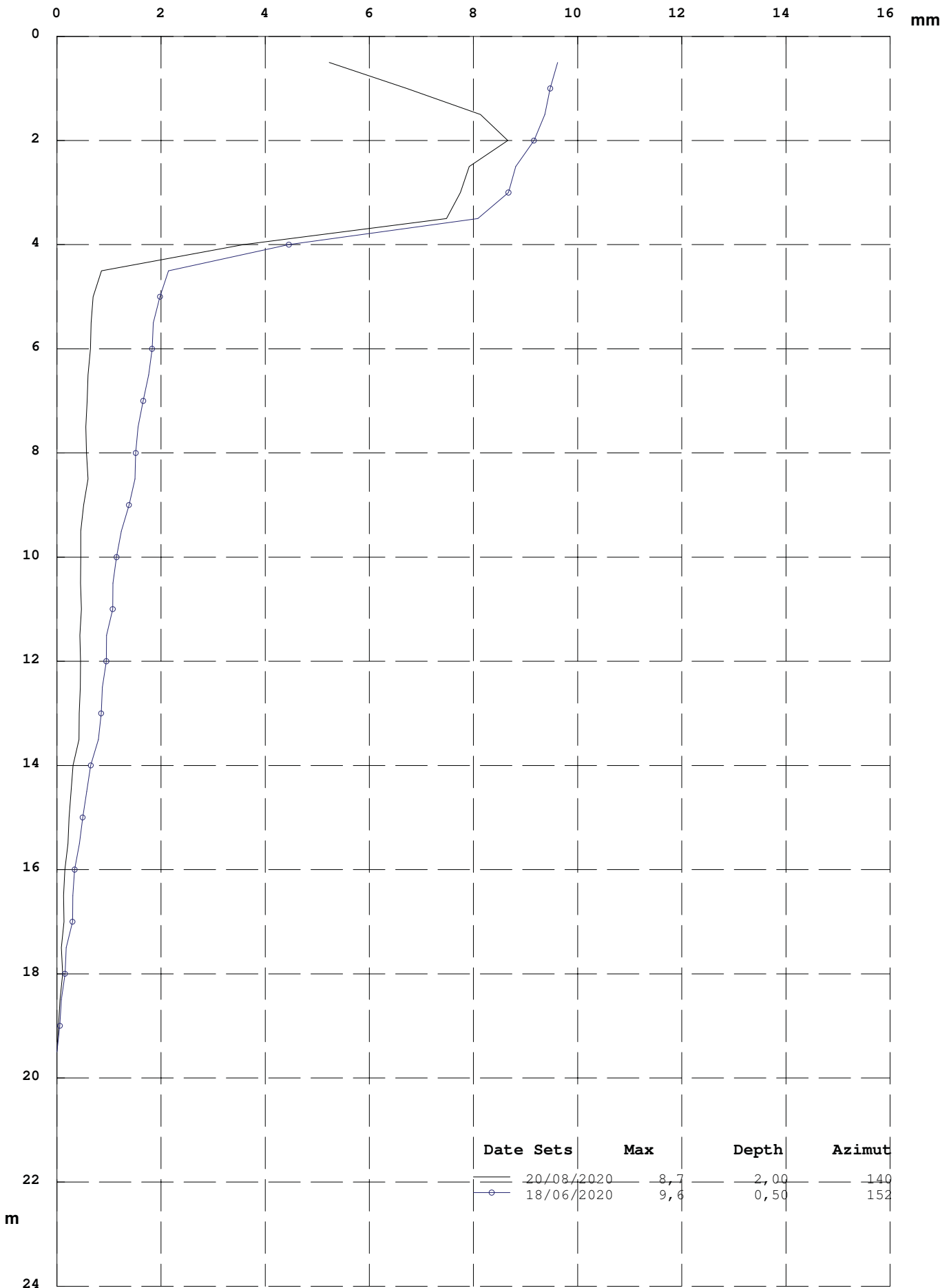
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id : S2sopra



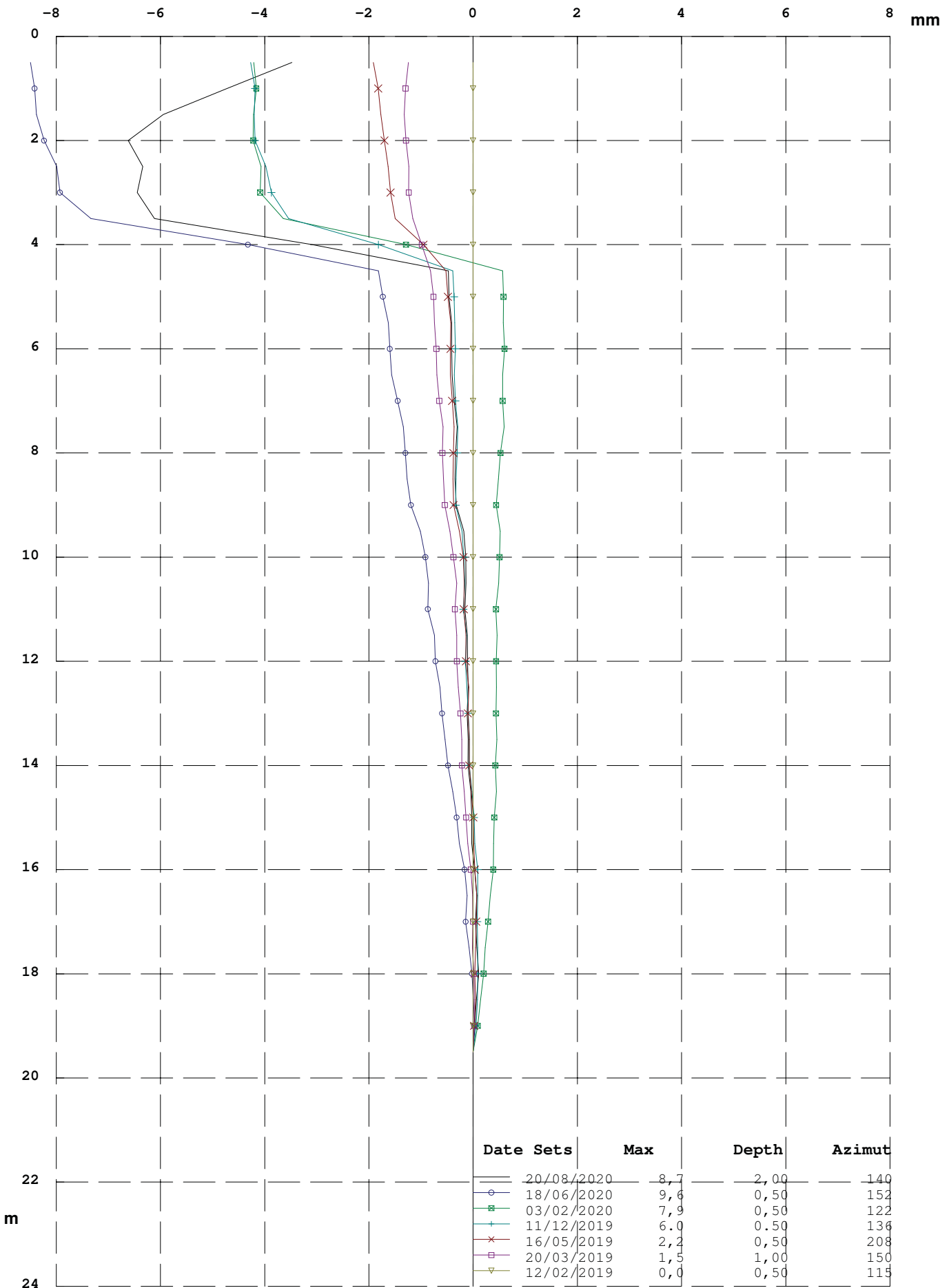
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S2sopra

Id: S2sopra



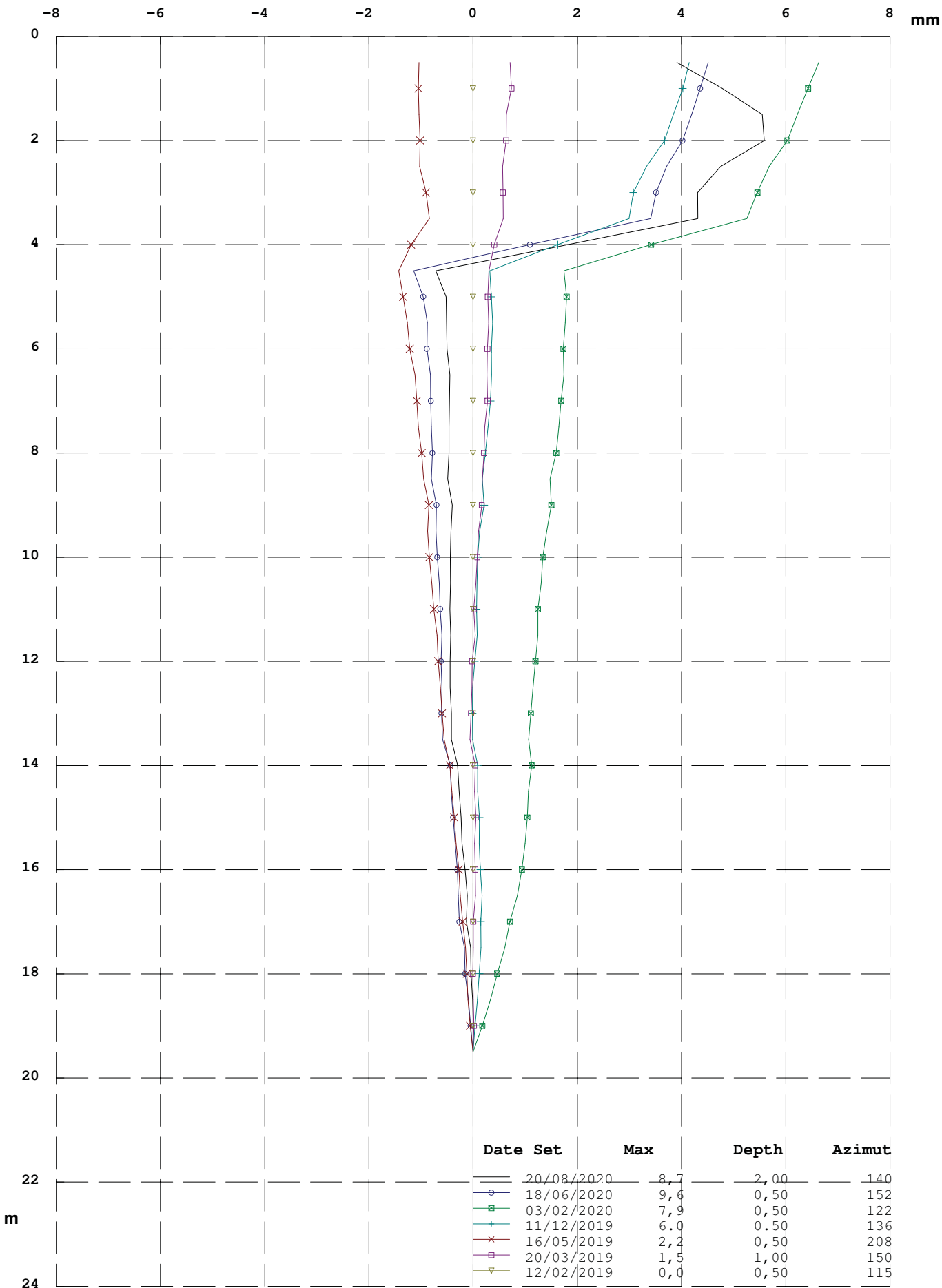
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id : S2sopra



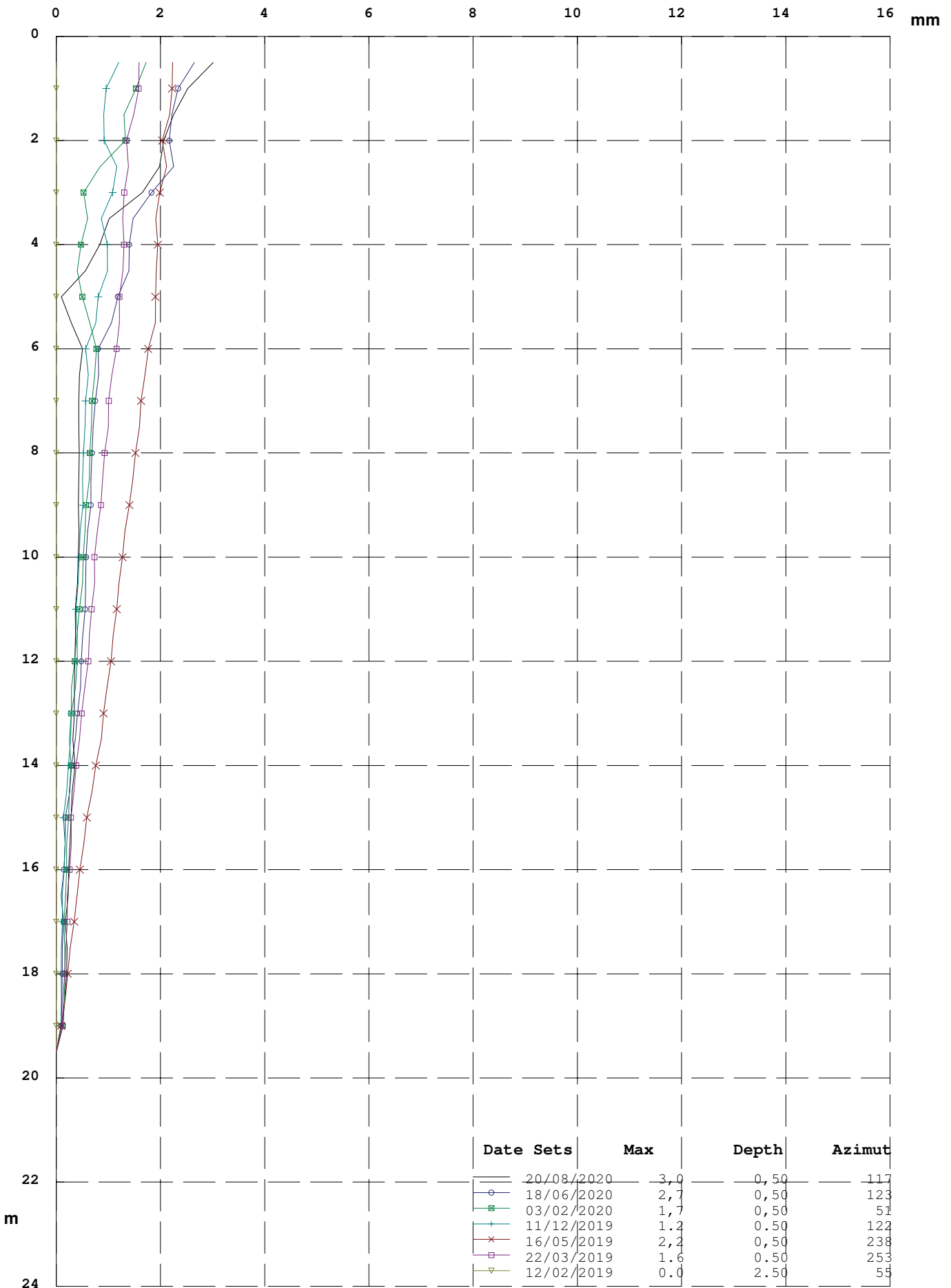
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id : S3sud



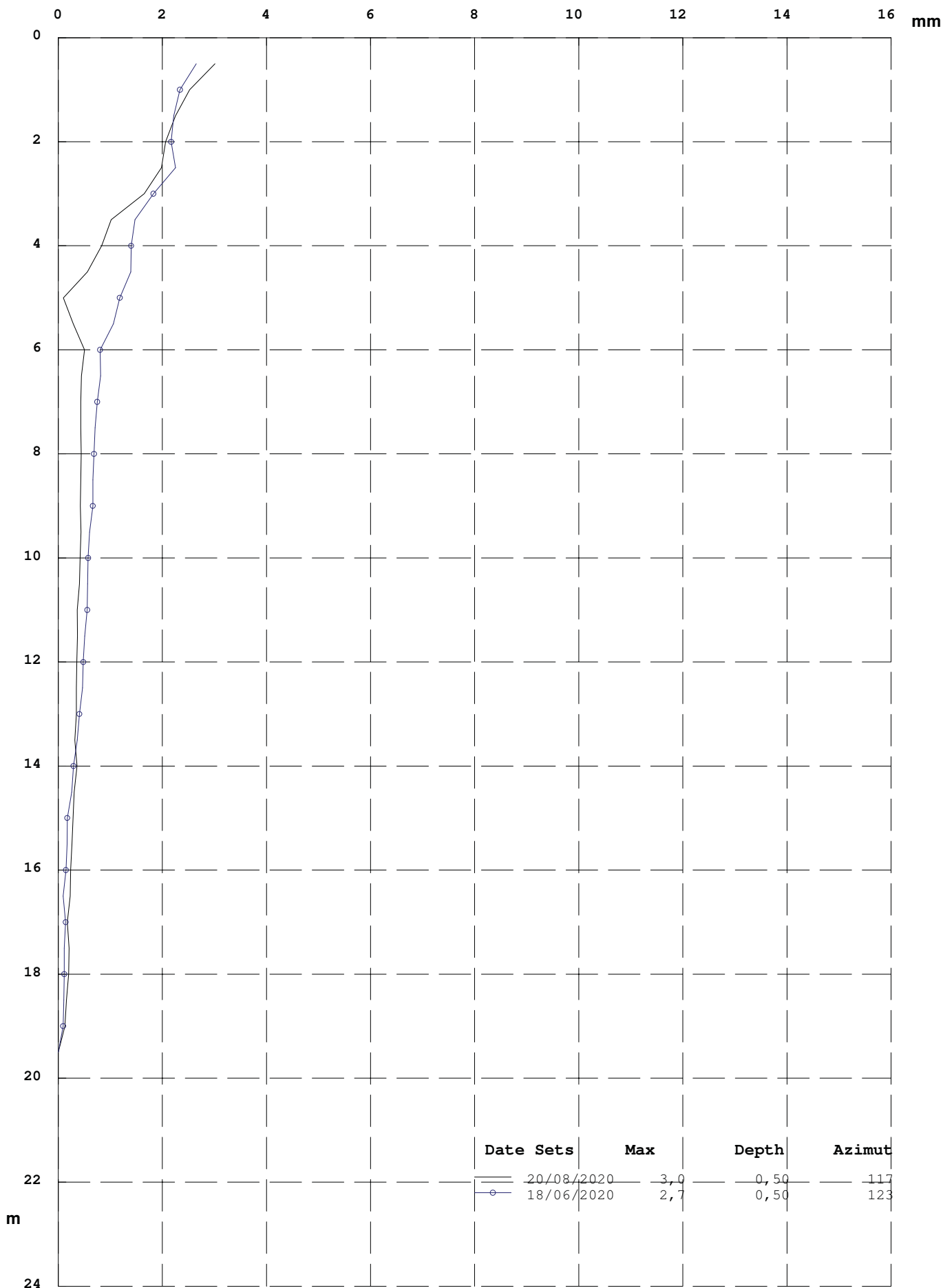
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id: S3sud



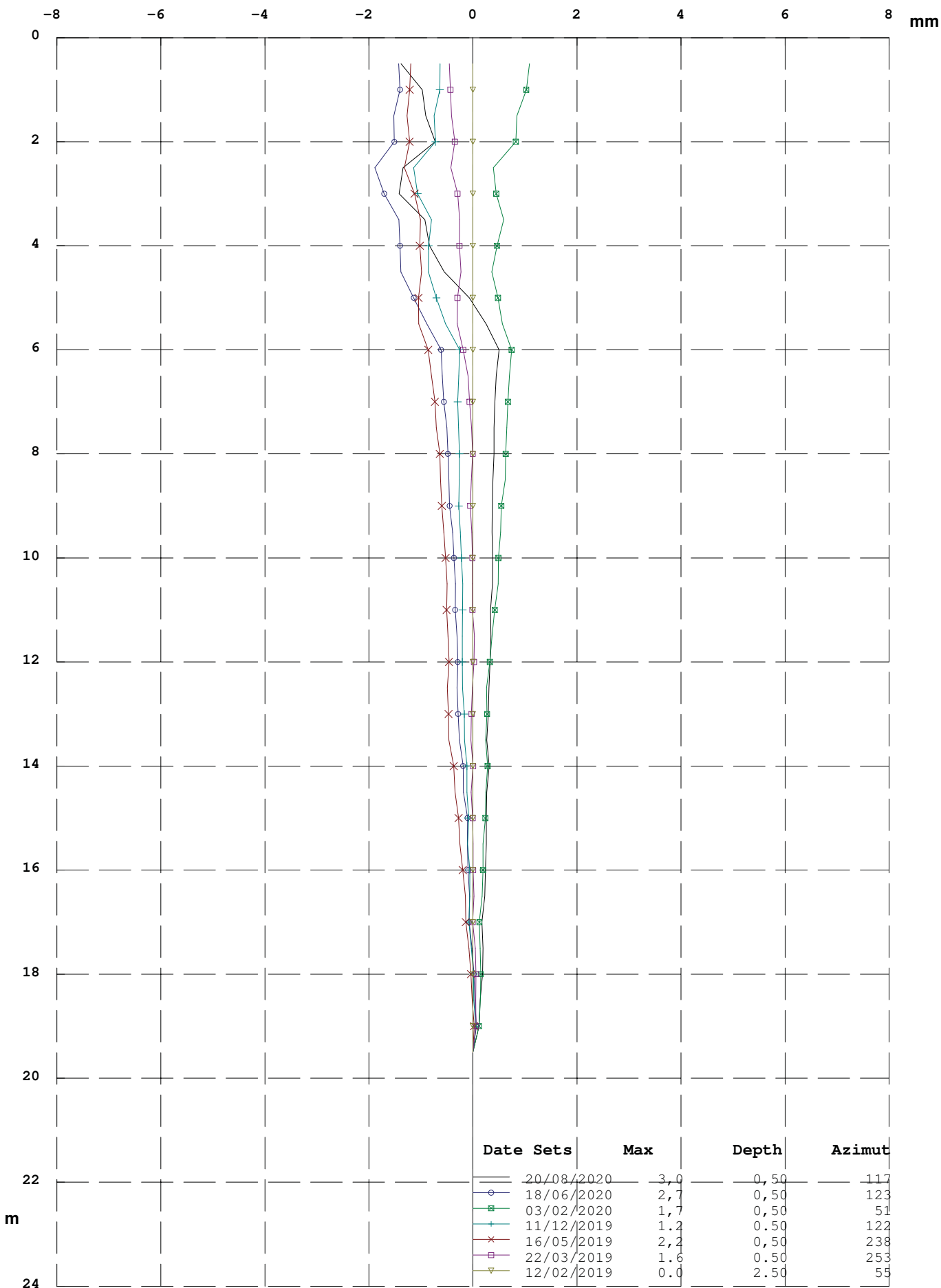
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S3sud

Id: S3sud



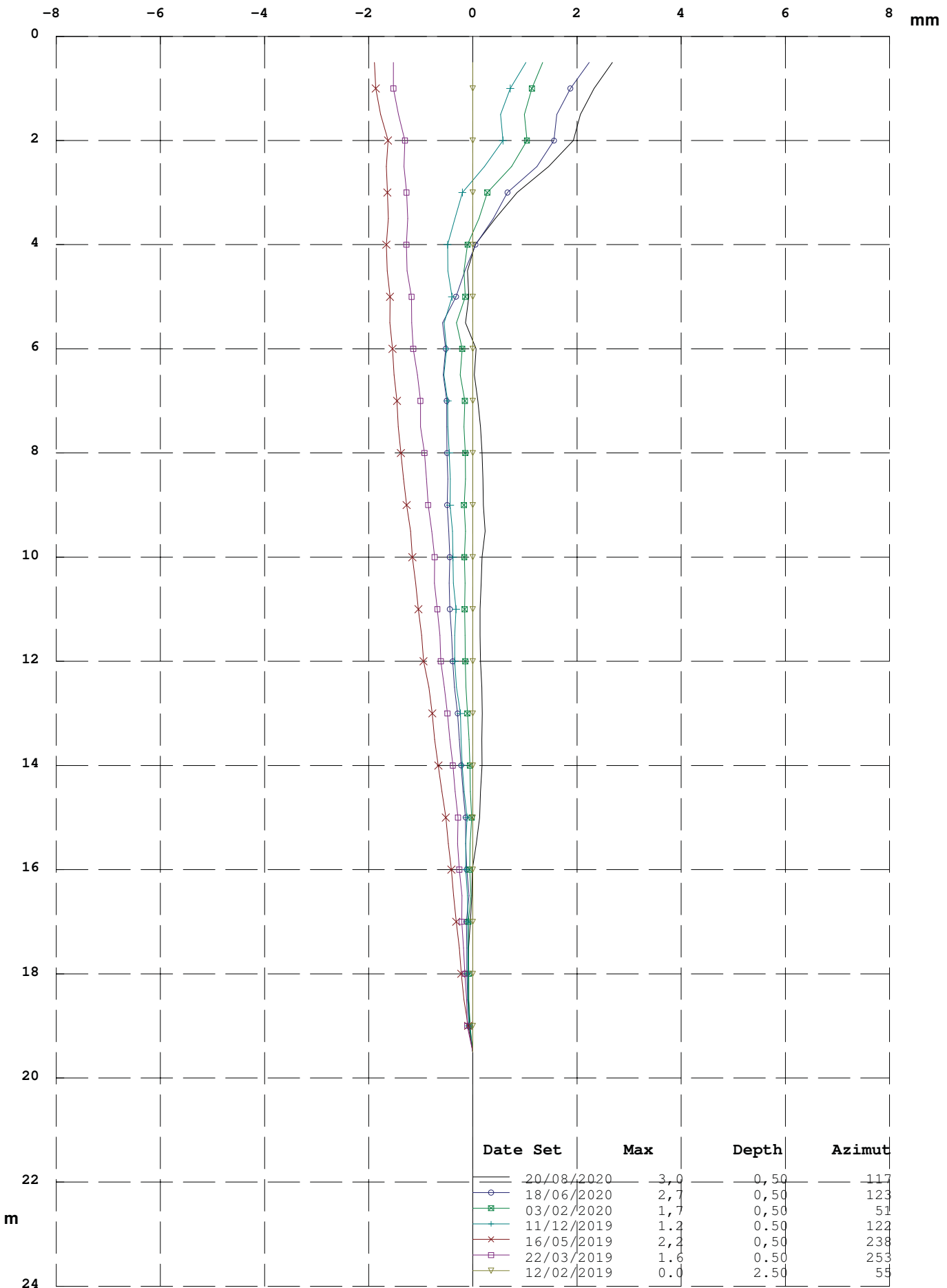
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id: S3sud



Date Set	Max	Depth	Azimut
20/08/2020	3,0	0,50	117
18/06/2020	2,7	0,50	123
03/02/2020	1,7	0,50	51
11/12/2019	1.2	0.50	122
16/05/2019	2,2	0,50	238
22/03/2019	1.6	0.50	253
12/02/2019	0.0	2.50	55

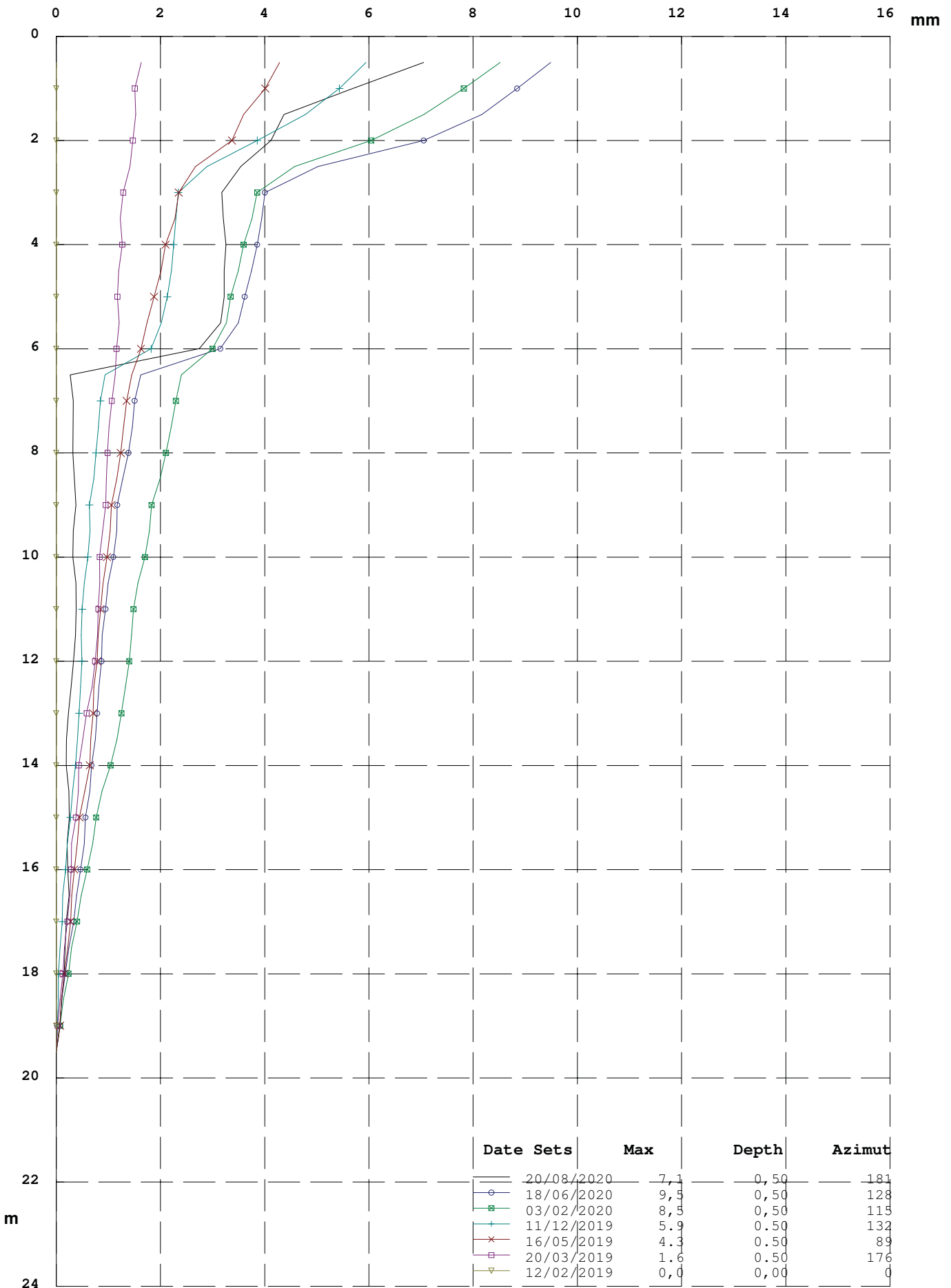
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



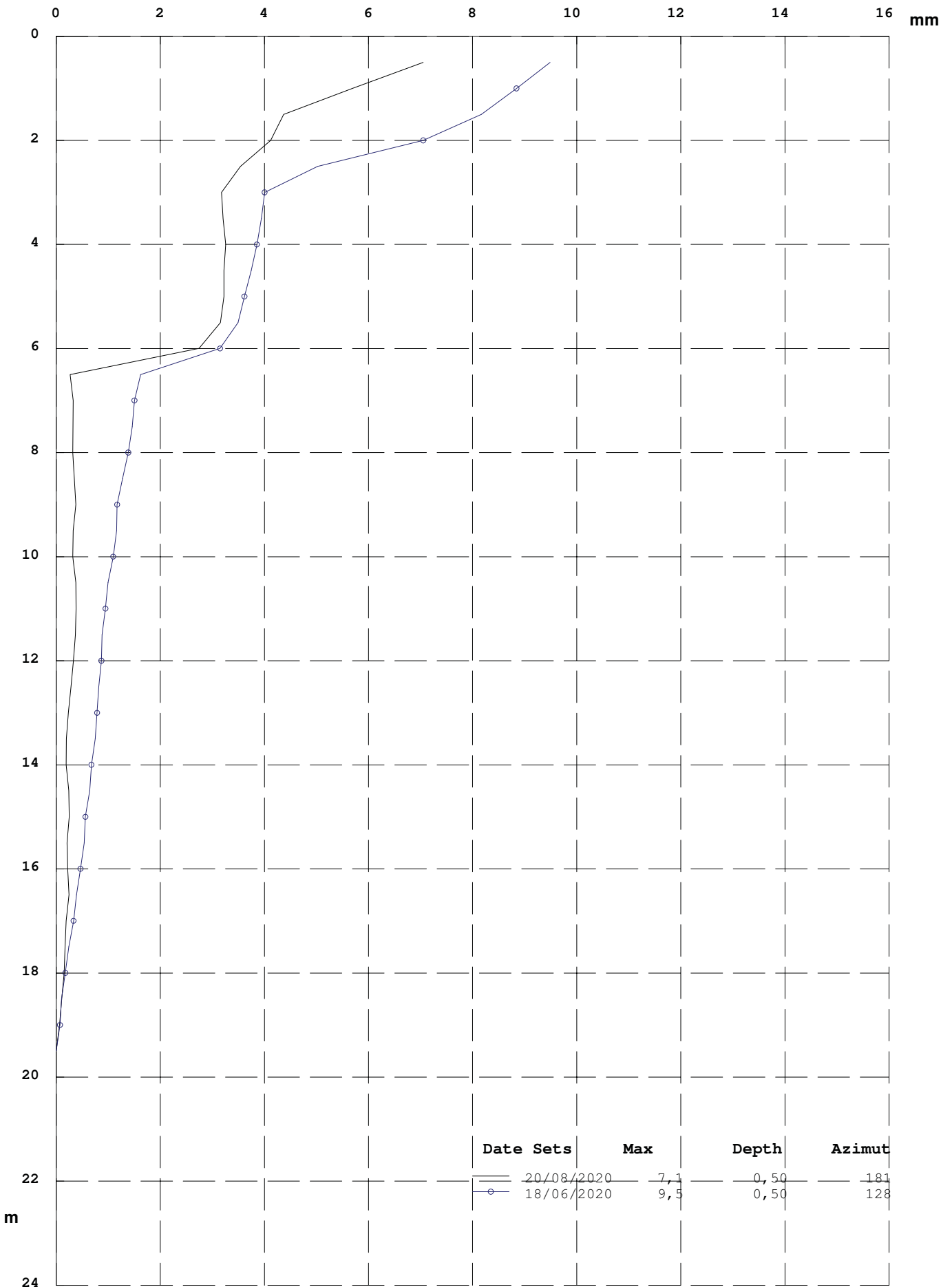
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



Date Sets	Max	Depth	Azimuth
20/08/2020	7,1	0,50	181
18/06/2020	9,5	0,50	128

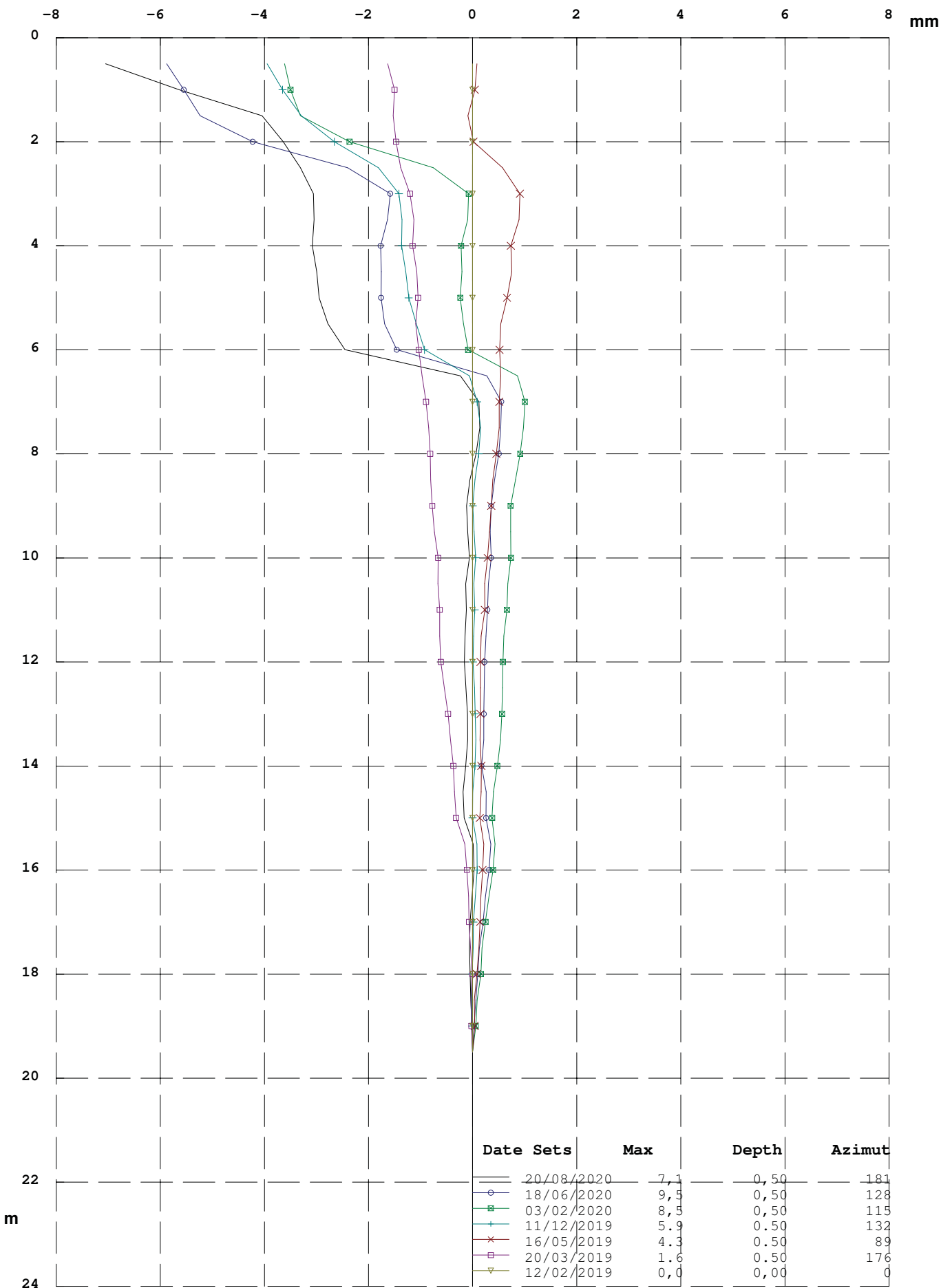
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S4sotto

Id: S4sotto



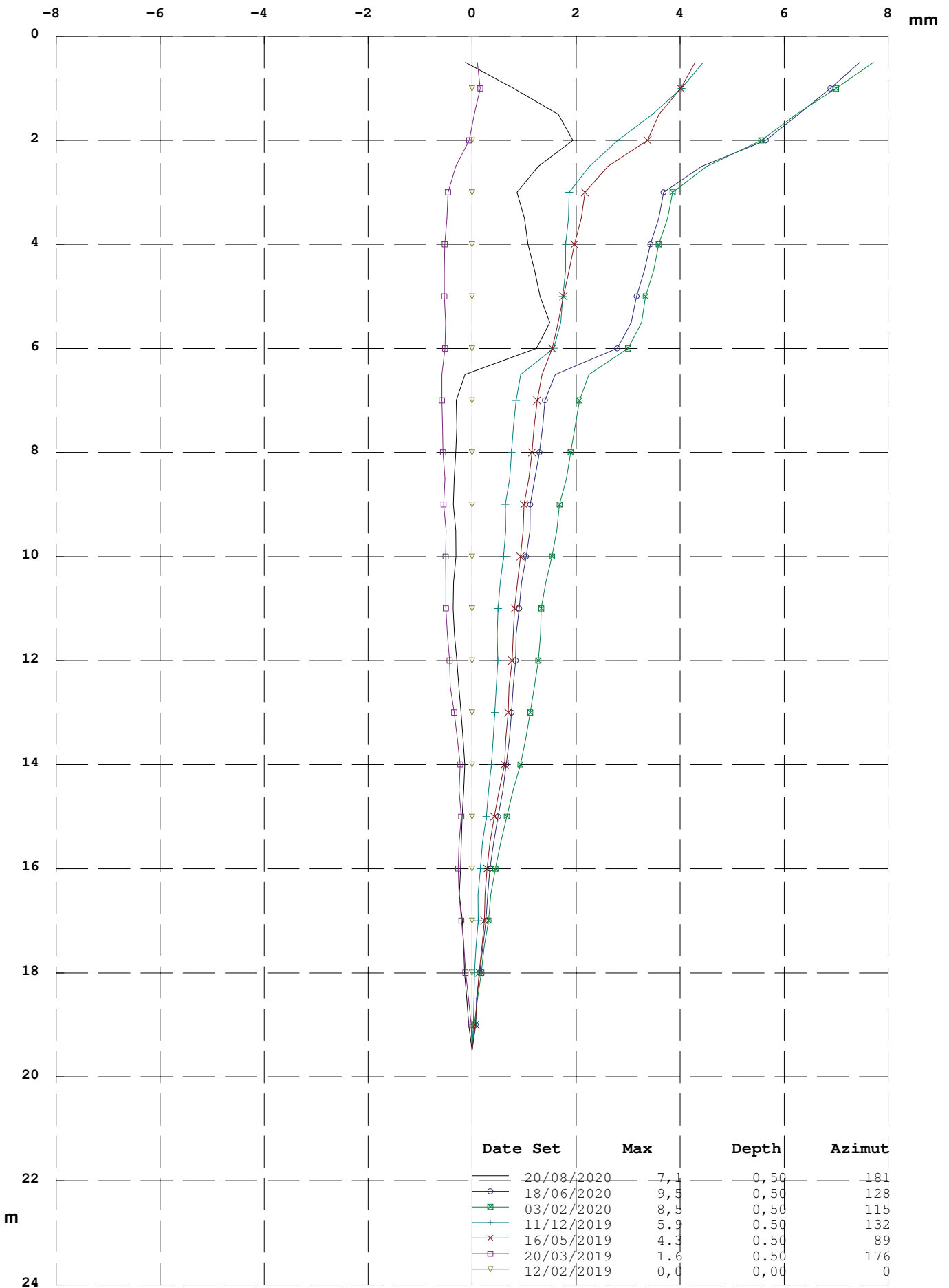
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



Processed in respect of origin of 12/02/2019



PROVINCIA DI SIENA

RAPPORTO MISURA INCLINOMETRICA E PIEZOMETRICA 19/10/2020

Premessa

In data 11/12/2019 è iniziata la nuova campagna di misure inclinometriche sugli inclinometri messi in opera tra dicembre e gennaio 2018. Durante la misura del 18/06/2020 è stato appurato che il vecchio piezometro presente a bordo strada in area di frana risulta spezzato alla profondità di 5.75 m d.p.c. e pertanto non utilizzabile. Ad oggi sono state eseguite le seguenti misure

Misure inclinometriche	
Misura di zero	12/02/2019
Misura 1	20 e 22/03/2019
Misura 2	16/05/2019
Misura 3	11/12/2019
Misura 4	03/02/2020
Misura 5	18/06/2020
Misura 6	20/08/2020
Misura 7	19/10/2020

<i>Piezometro</i>	<i>Data lettura</i>	<i>Profondità (m)</i>
S5	12/02/2019	—
	20/03/2019	—
	16/05/2019	—
	11/12/2019	—
	03/02/2020	—
	18/06/2020	—
	20/08/2020	—
S1v	12/02/2019	3.15
	20/03/2019	4.98

	16/05/2019	5.40
	11/12/2019	3.10
	03/02/2020	3.22
	18/06/2020	spezzato a 5.75 m d.p.c.
	20/08/2020	spezzato a 5.75 m d.p.c.

Nell'attuale campagna resta da effettuare 1 ciclo di letture

Commento risultati

Vengono allegati i grafici relativi agli spostamenti cumulativi e alle componenti lungo x e y per le misure fino ad oggi effettuate; inoltre, per chiarezza di lettura, vengono riportati i grafici degli spostamenti cumulativi relativi alle ultime due misure (20 agosto e 19 ottobre 2020)

S1- si conferma il trend delle ultime tre letture precedenti con uno spostamento tra 9 e 9.50 m di profondità.

S2 - si conferma quanto rilevato nelle misure precedenti individuando uno stacco da 3.50 a 4.50 m testa tubo ed un movimento più superficiale, a 2 m di profondità segnalato per la prima volta nella misura precedente (20 agosto)

S3 - la lettura odierna permette di confermare il movimento individuato per la prima volta nella lettura del 20 agosto scorso. Si ha infatti uno stacco netto alla profondità di 6 m.

S4 - si confermano i due stacchi rilevati con le misure precedenti a 3 e tra 6 e 6.50 m di profondità

La misura effettuata è in linea con le precedenti ed indica la presenza di un movimento lento ma costante.

In particolare le ultime due misure effettuate hanno permesso di rilevare due nuovi movimenti, uno superficiale (2 m testa tubo) sul tubo S2 e uno a 6 m di profondità sul tubo S3 che prima di agosto 2020 non aveva fatto registrare spostamenti significativi.

Si ribadisce l'impossibilità di rilevare il livello piezometrico dato il danneggiamento del piezometro presente e l'opportunità di allestire nuovi punti di misura nell'area di frana. Il monitoraggio piezometrico ad integrazione delle misure inclinometriche risulta infatti fondamentale nel caso di repentina risalita della piezometrica in periodi piovosi come di norma l'autunno-inverno.

Castelnuovo Val di Cecina, 20/10/2020

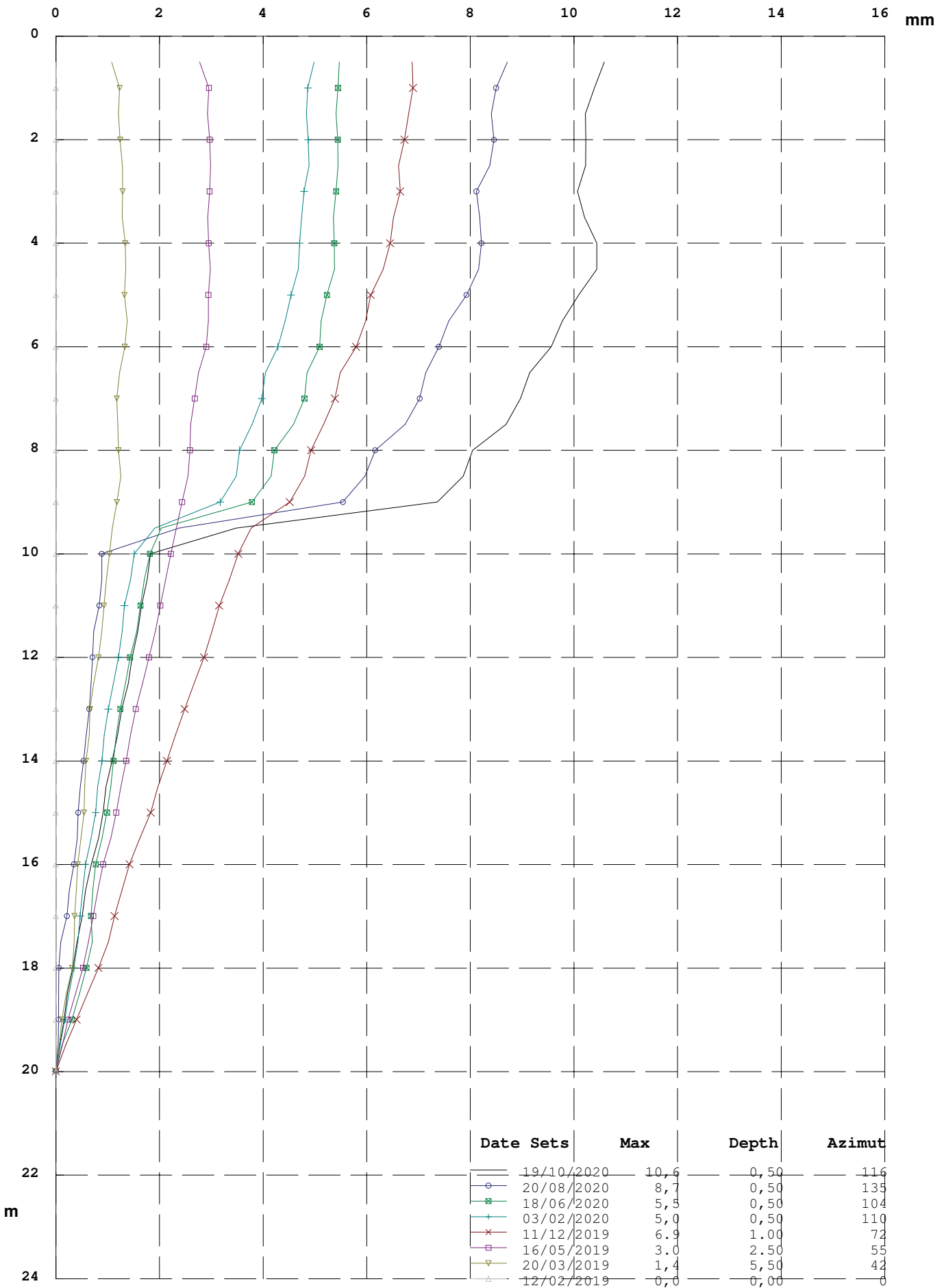
Geol. Rita Nardi

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id : S1nord



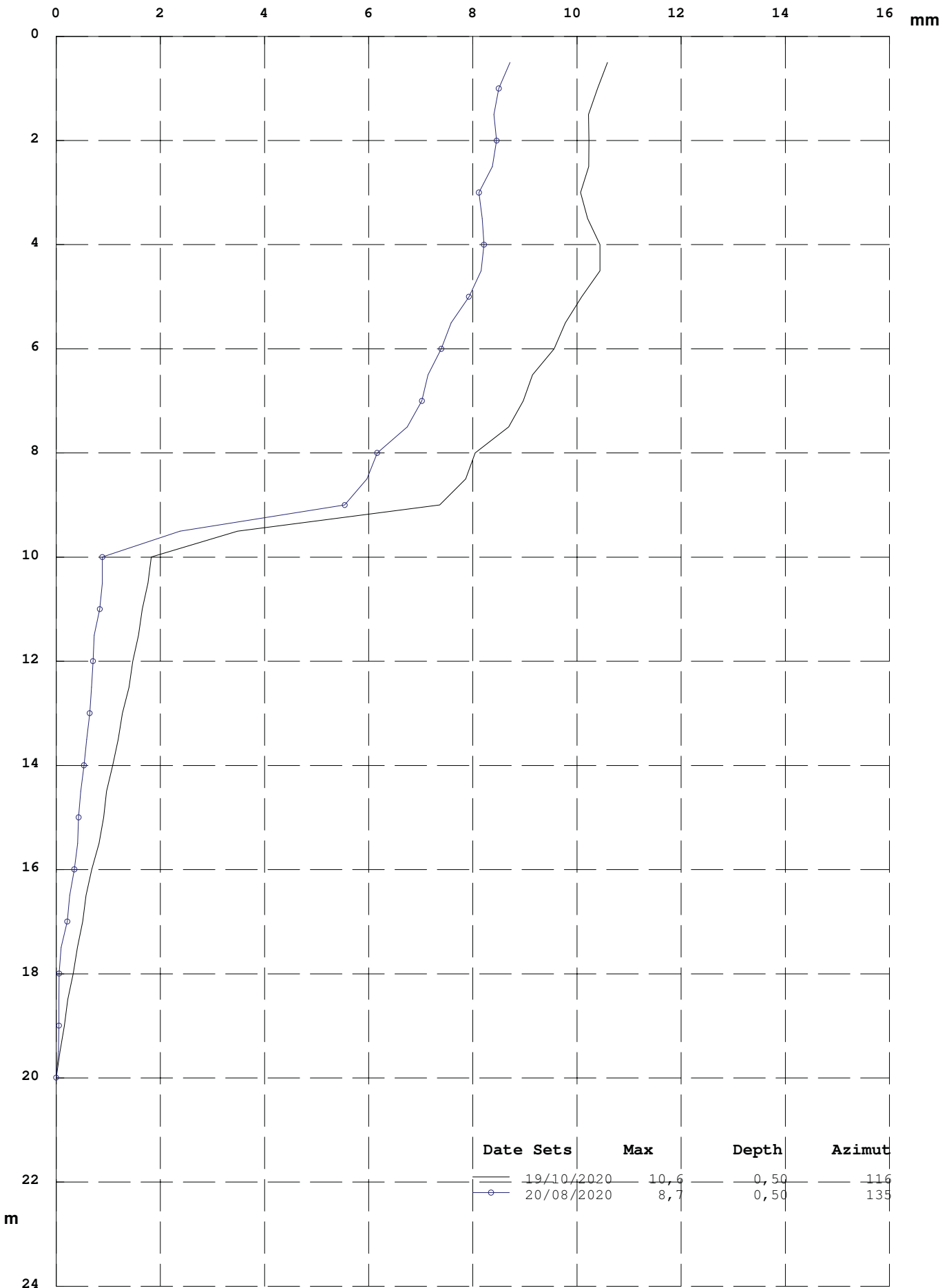
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



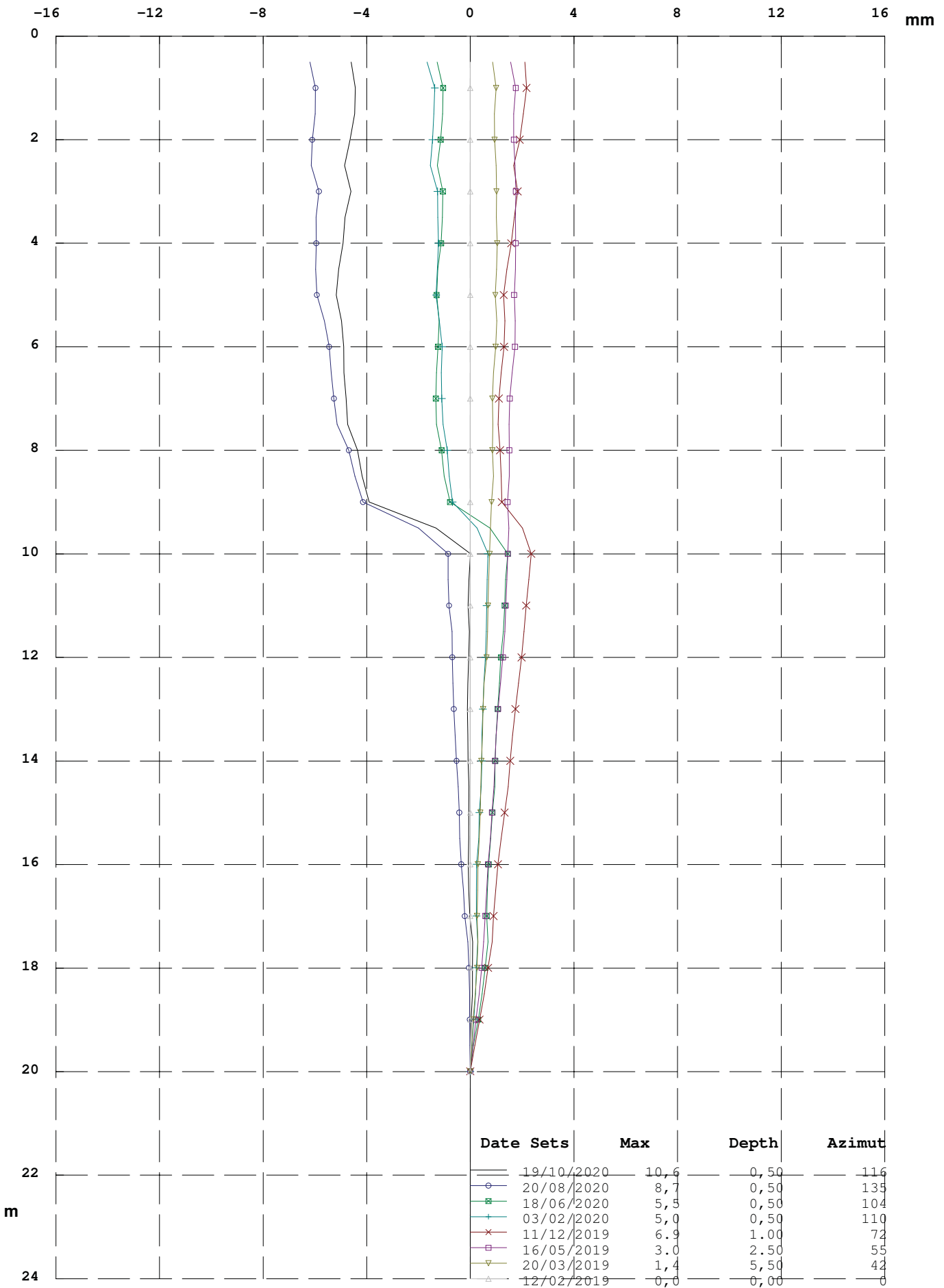
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S1nord

Id: S1nord



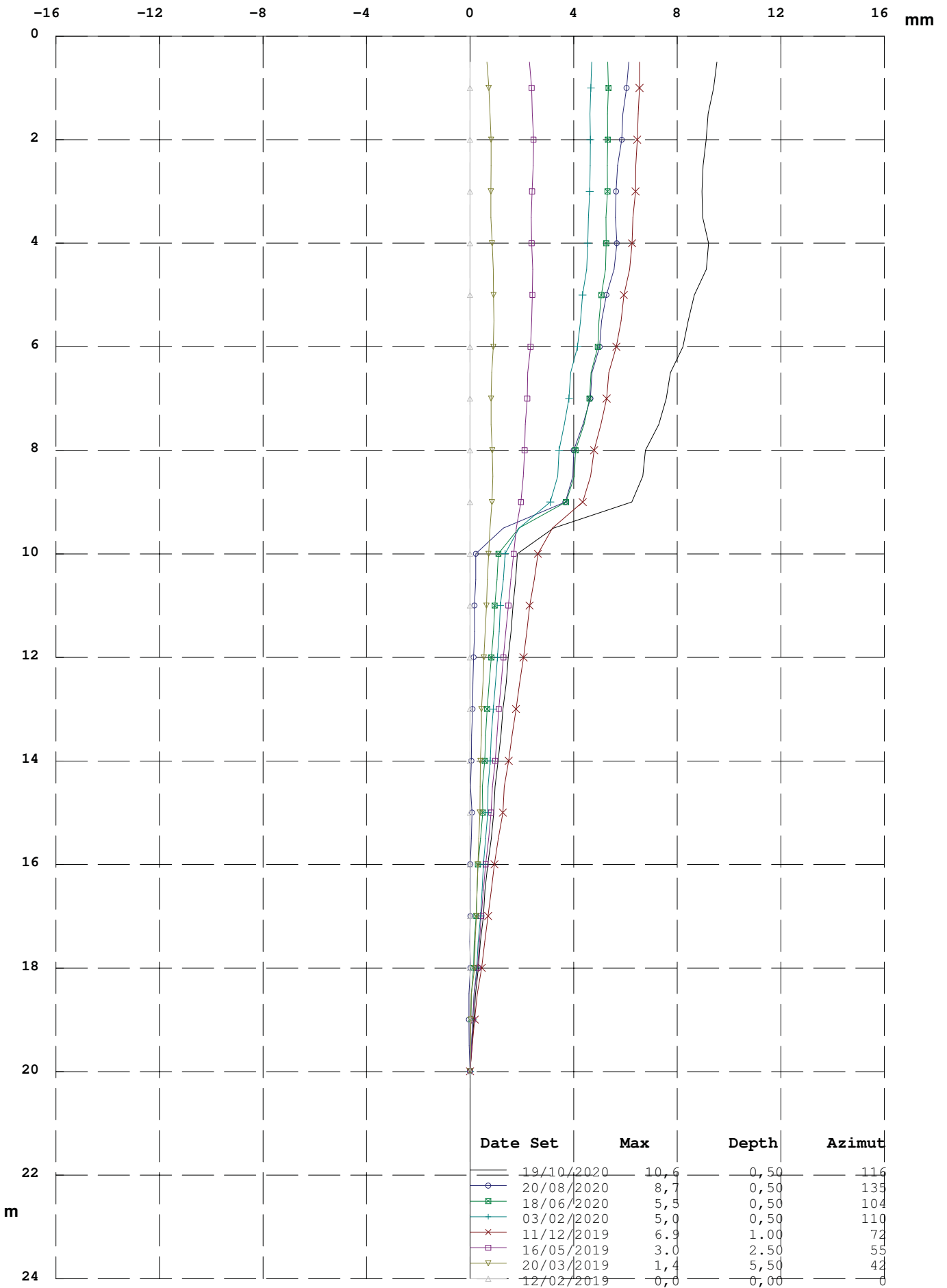
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



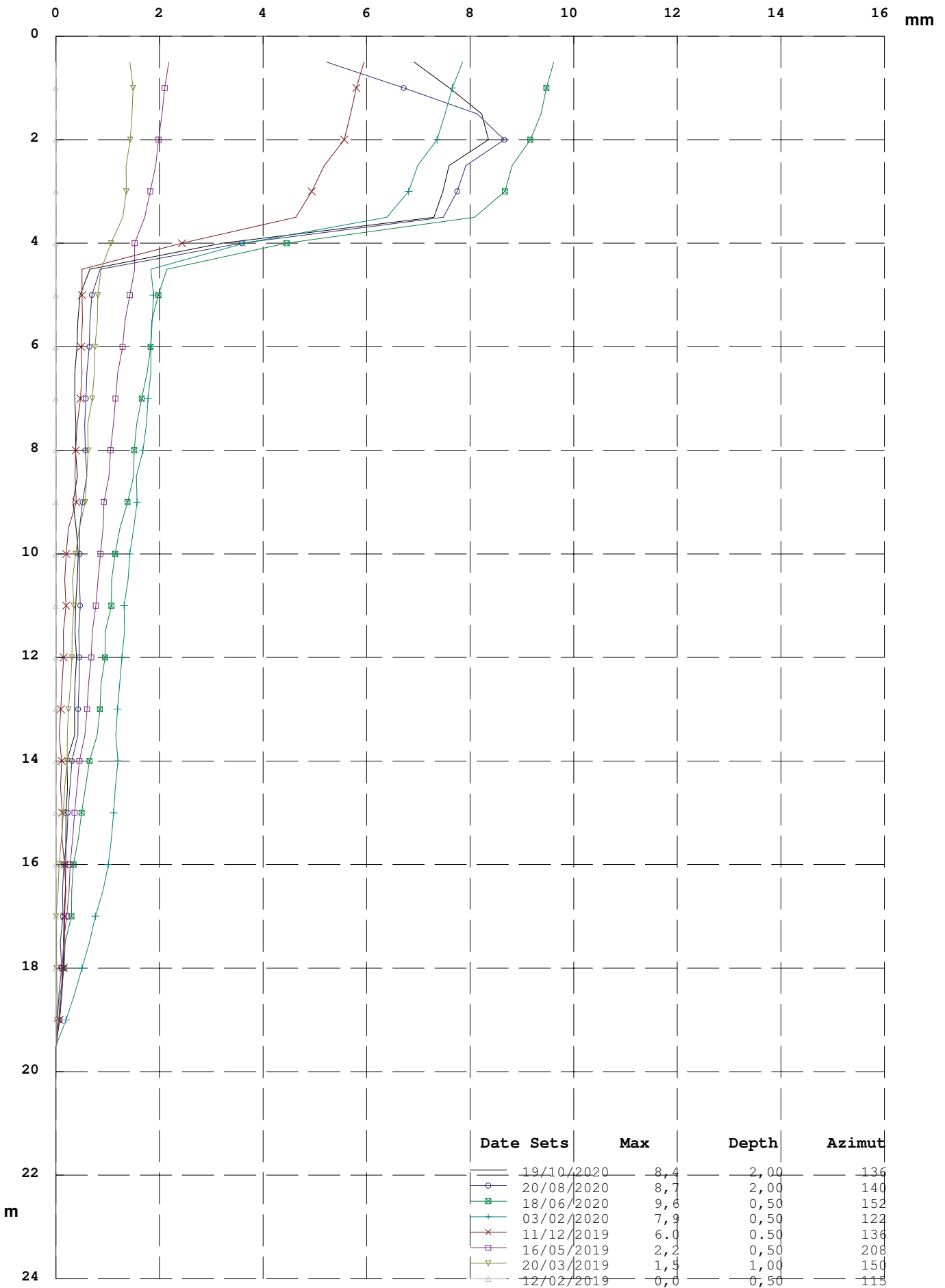
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id: S2sopra



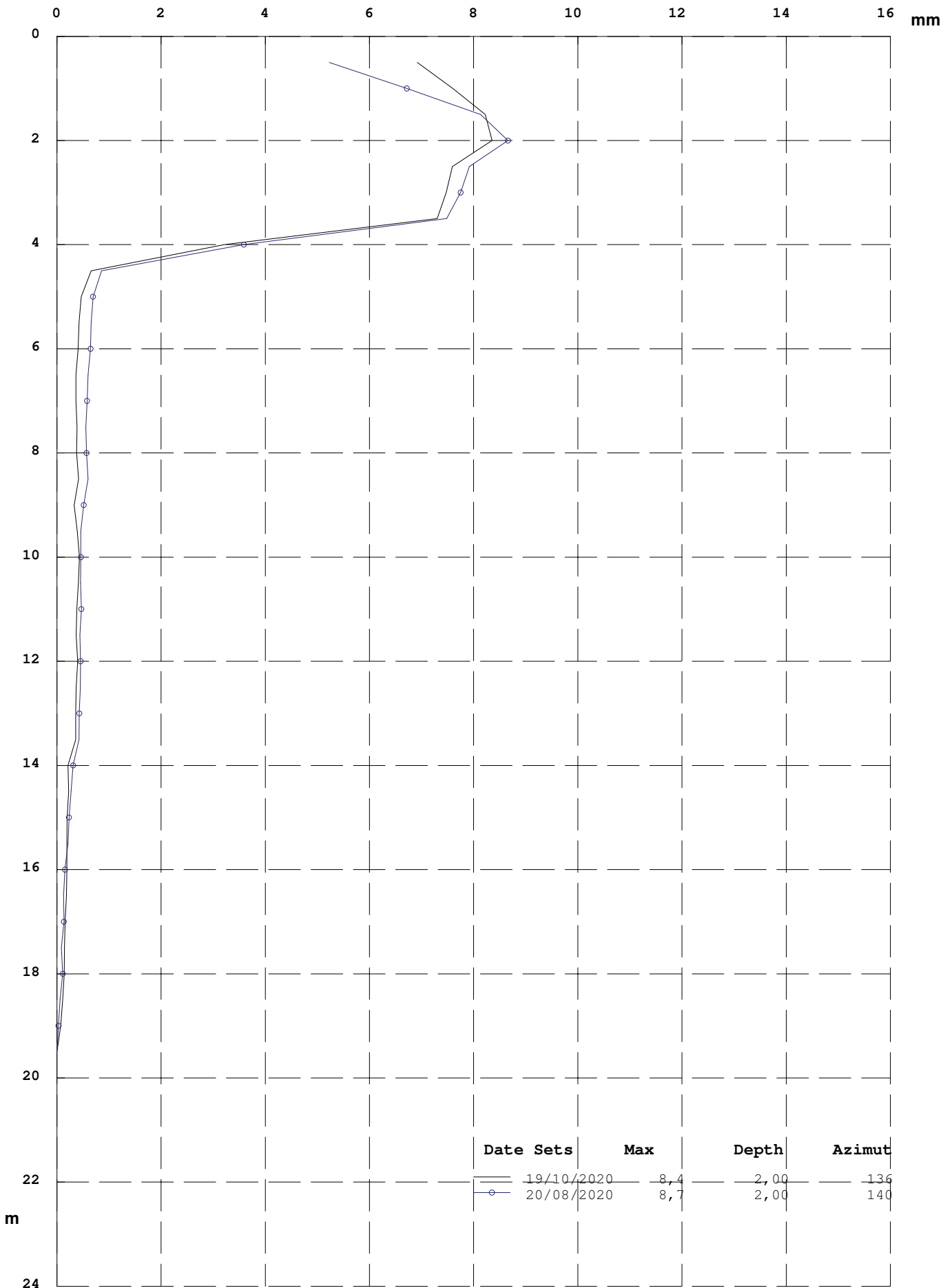
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id: S2sopra



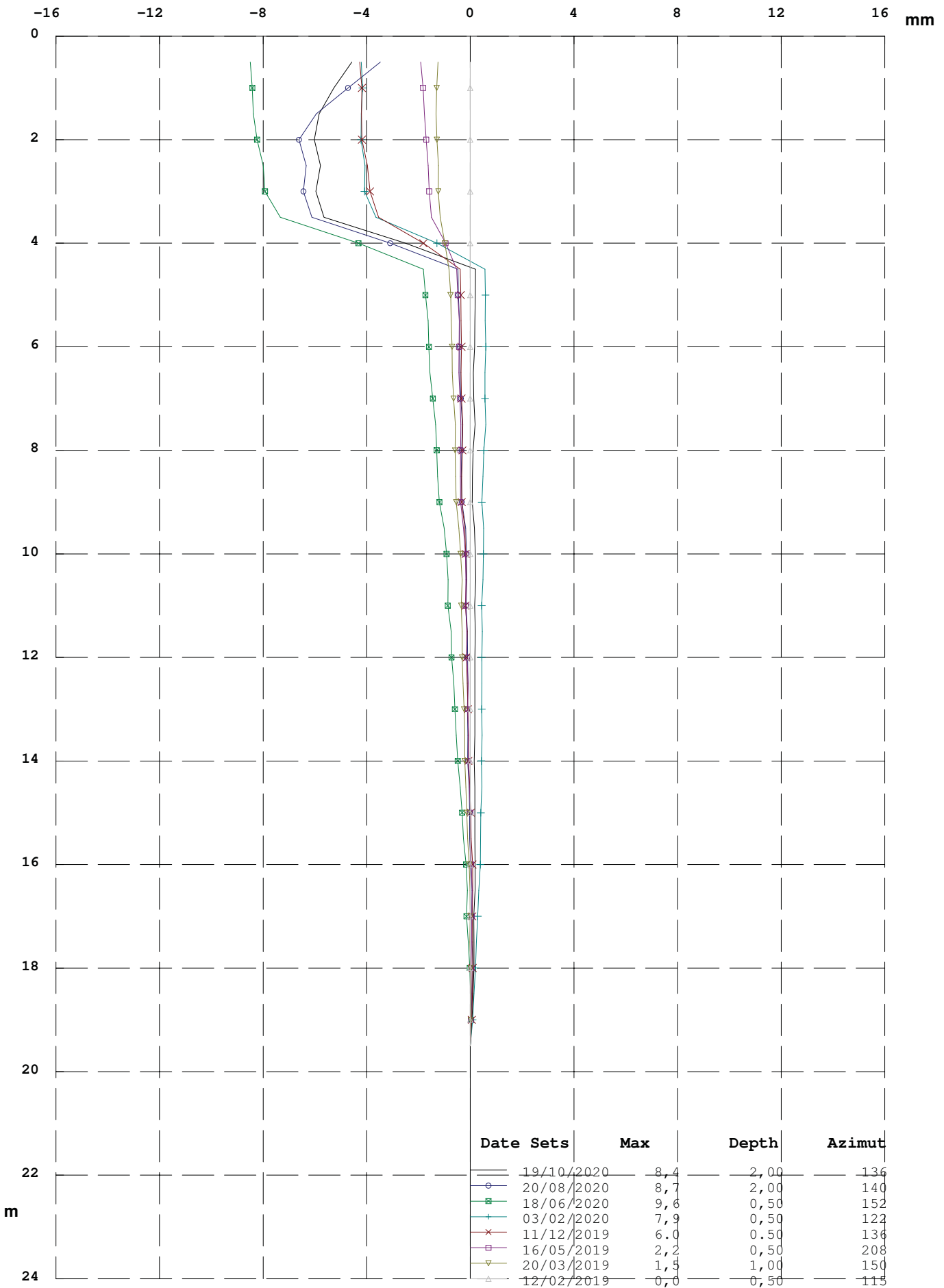
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S2sopra

Id: S2sopra



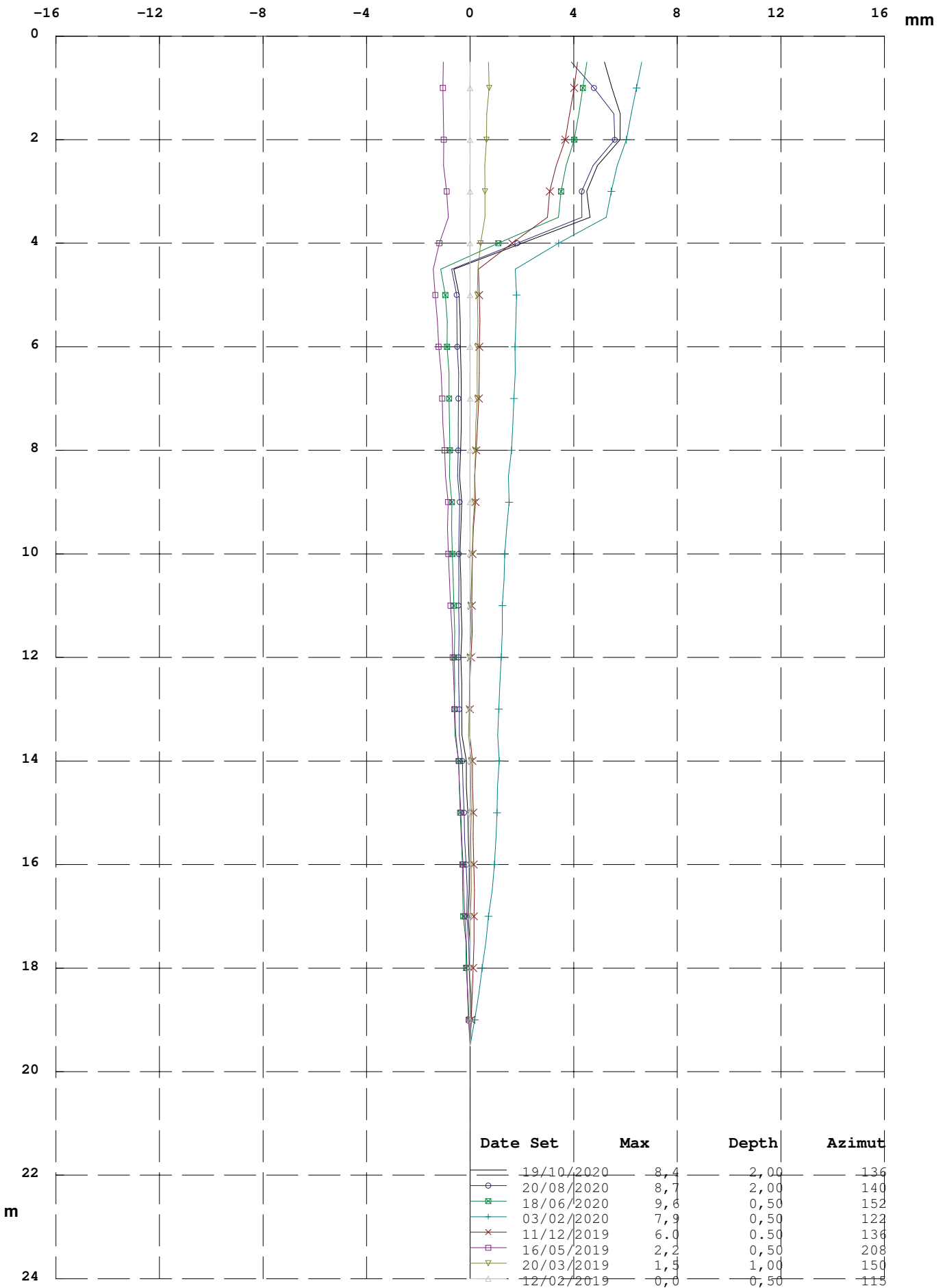
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id : S2sopra



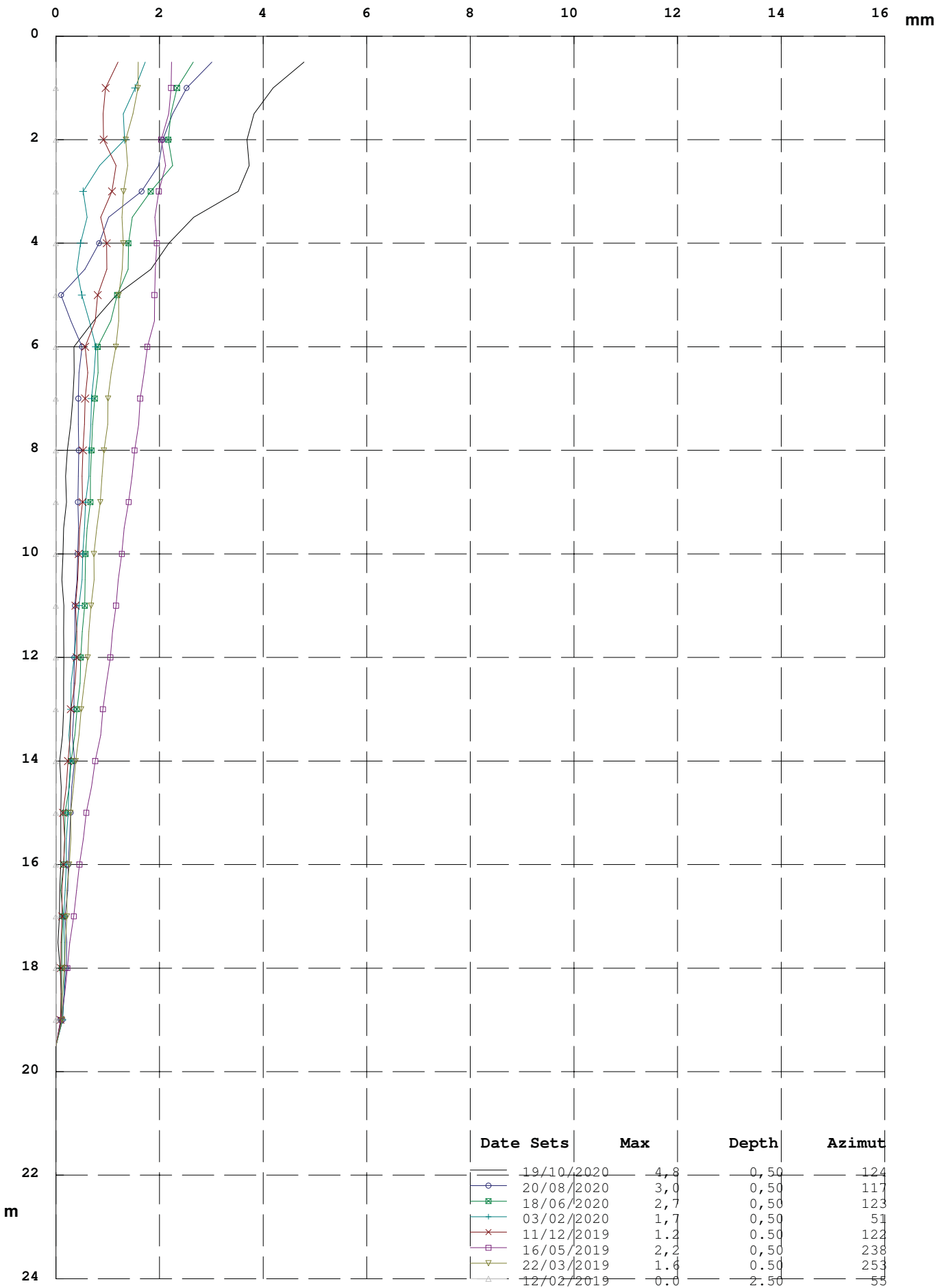
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id : S3sud



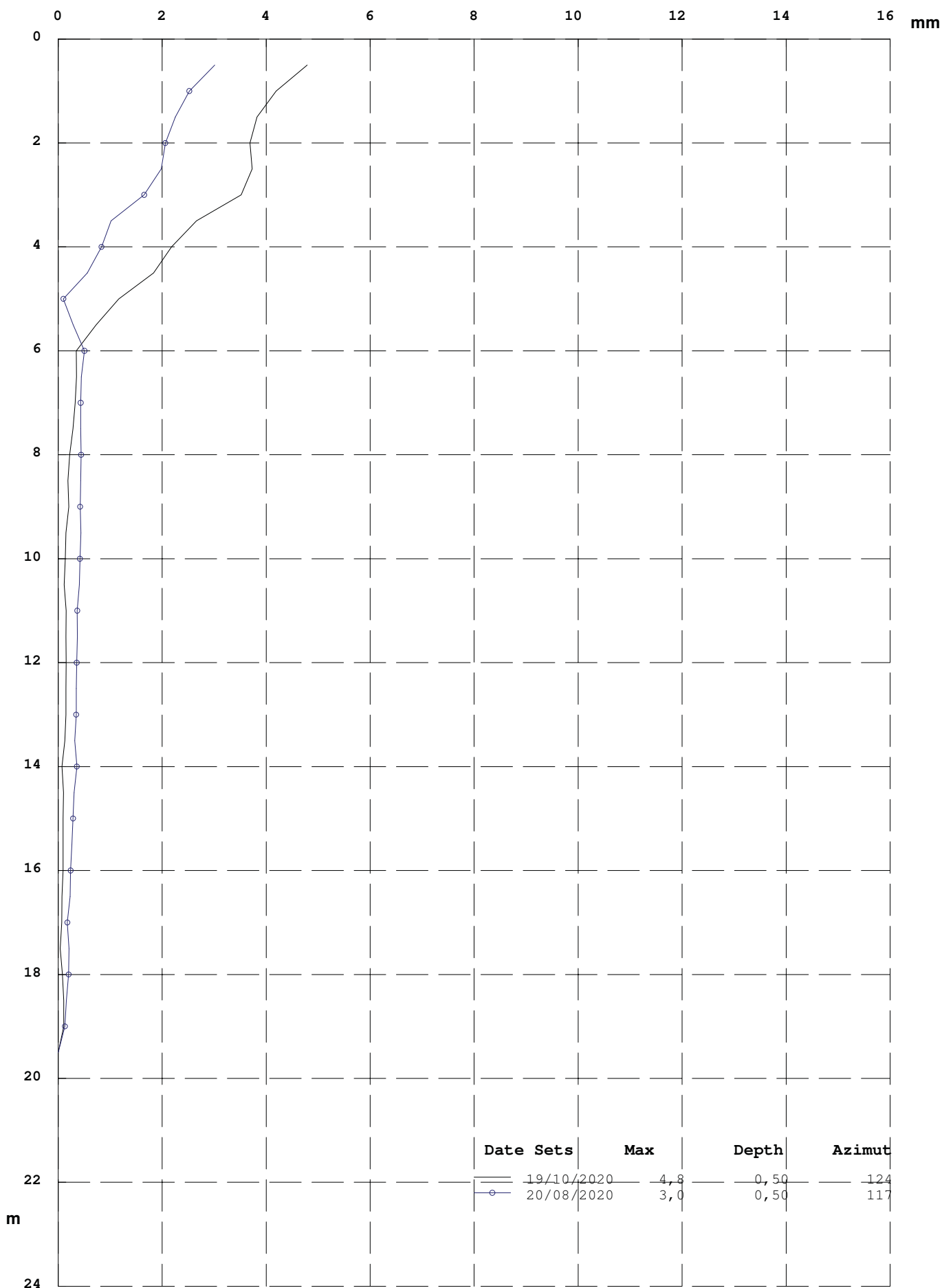
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id : S3sud



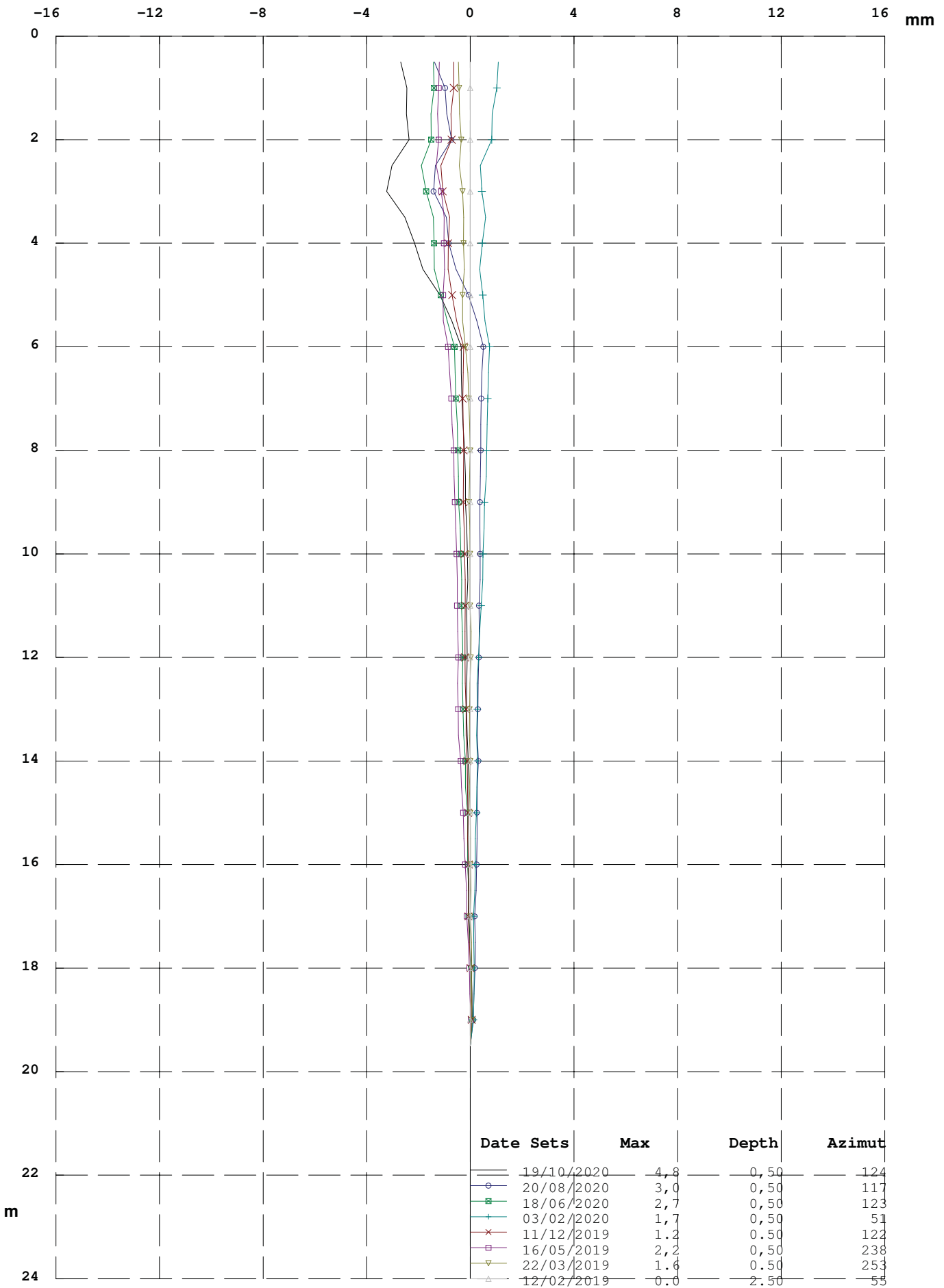
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S3sud

Id: S3sud



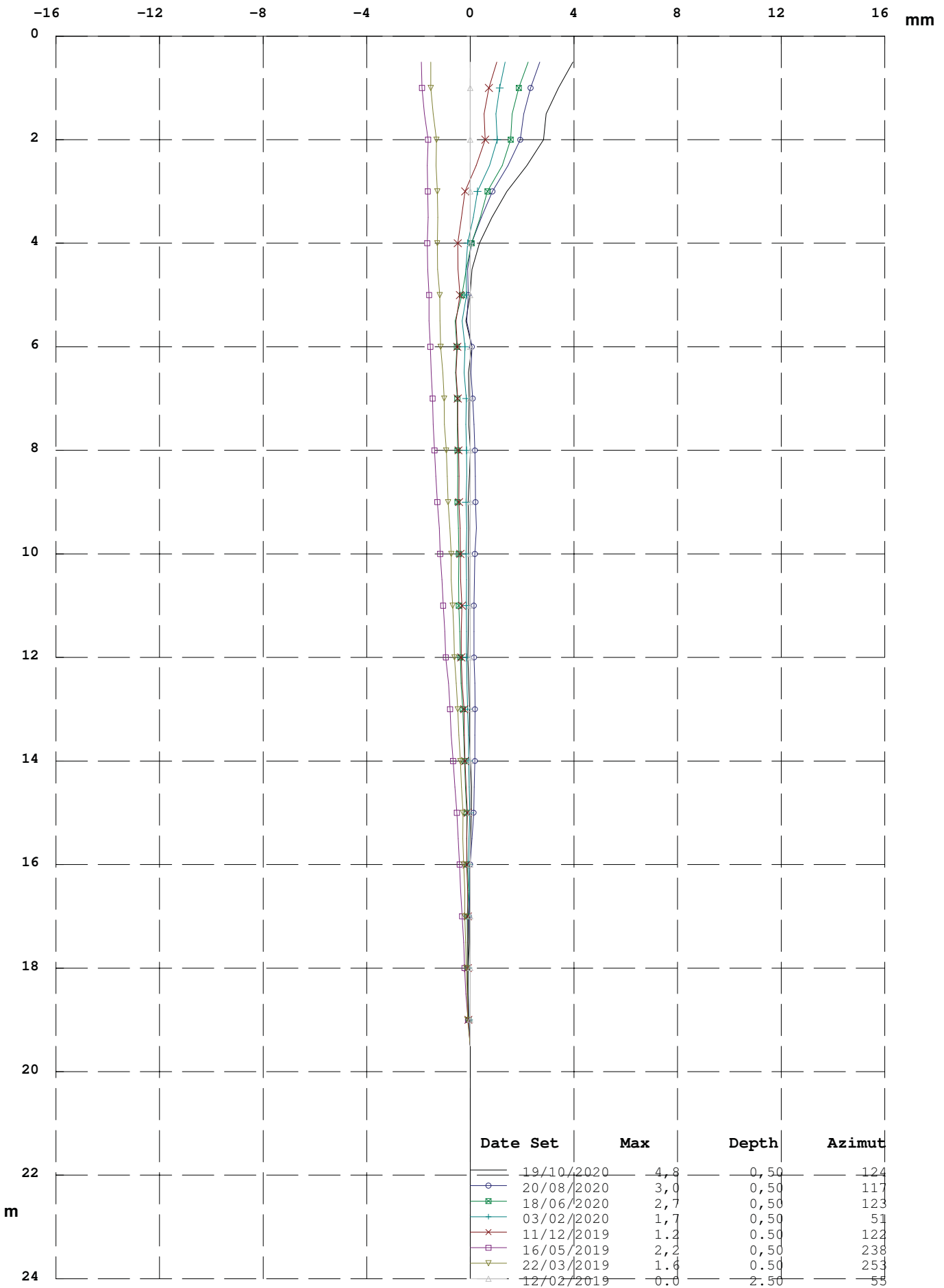
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id: S3sud



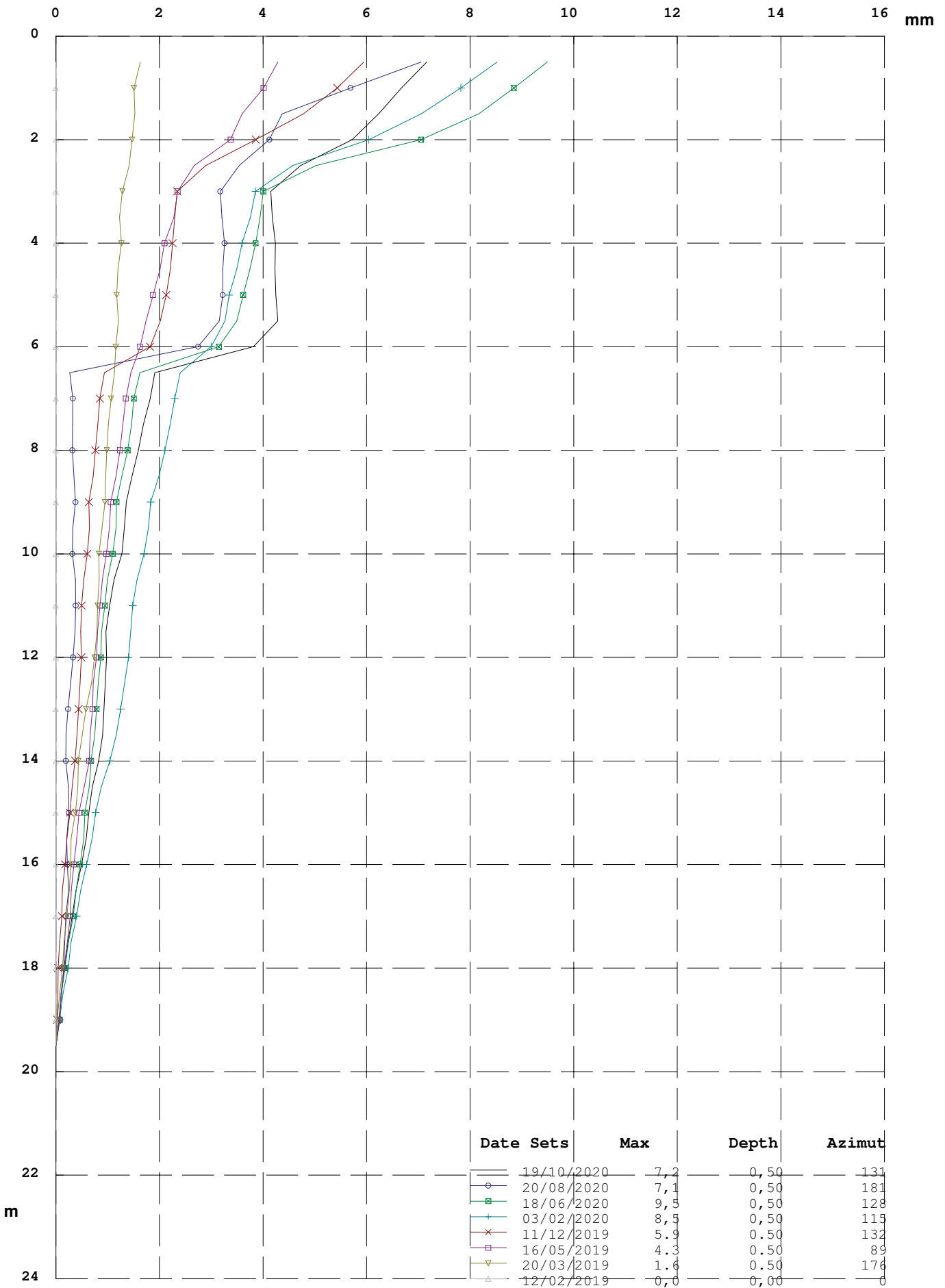
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



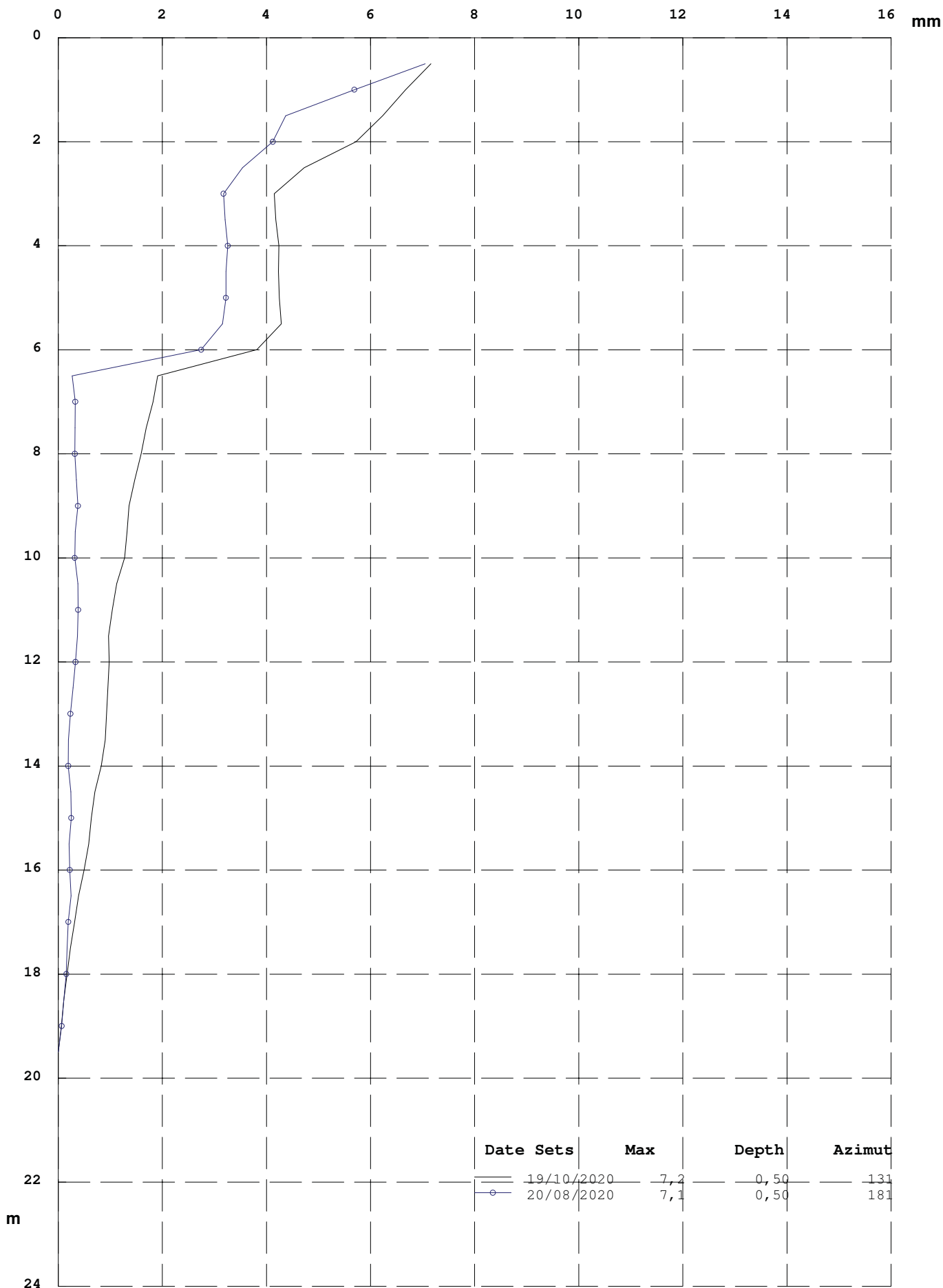
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



Date Sets	Max	Depth	Azimuth
19/10/2020	7,2	0,50	131
20/08/2020	7,1	0,50	181

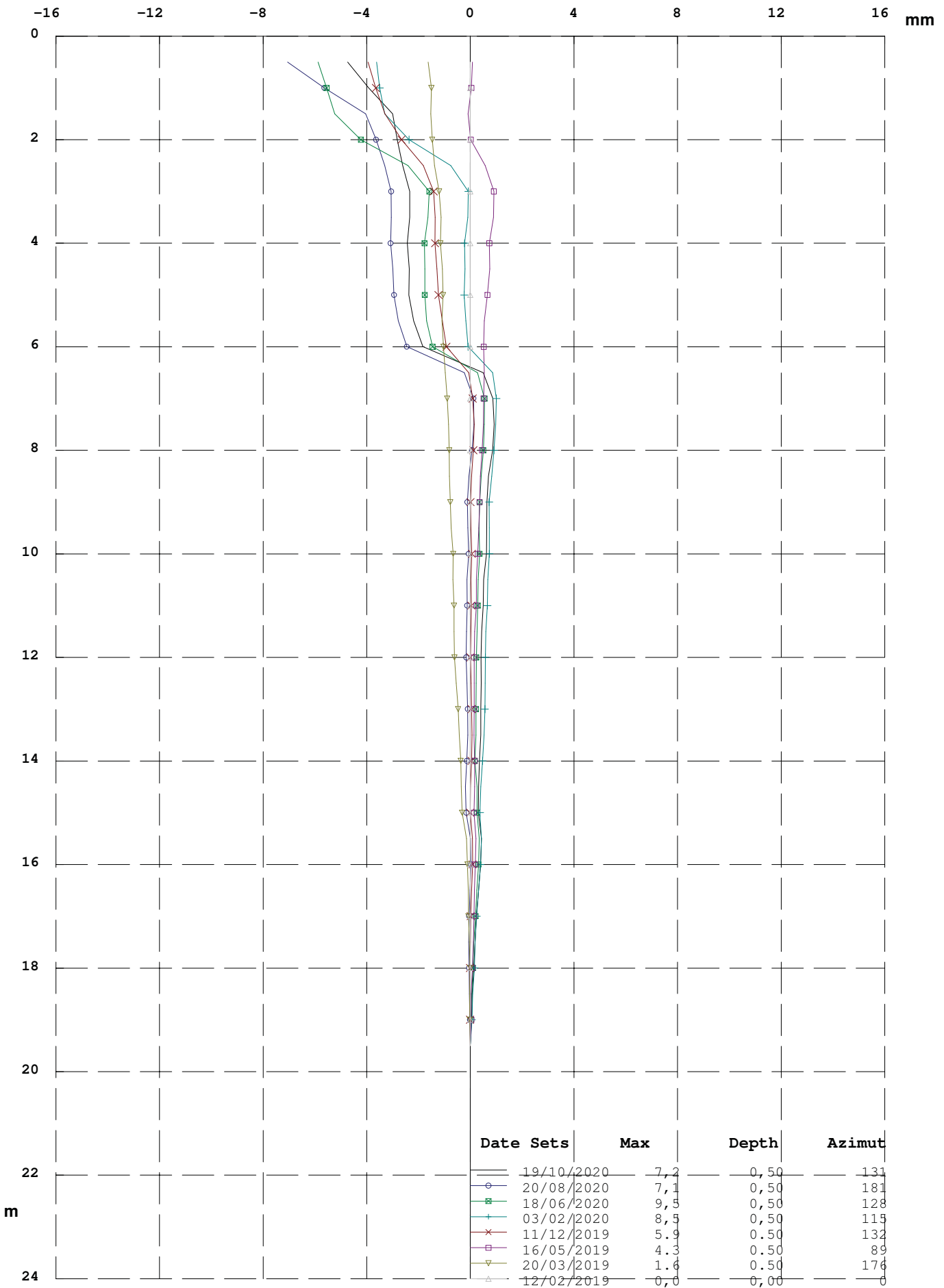
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S4sotto

Id: S4sotto



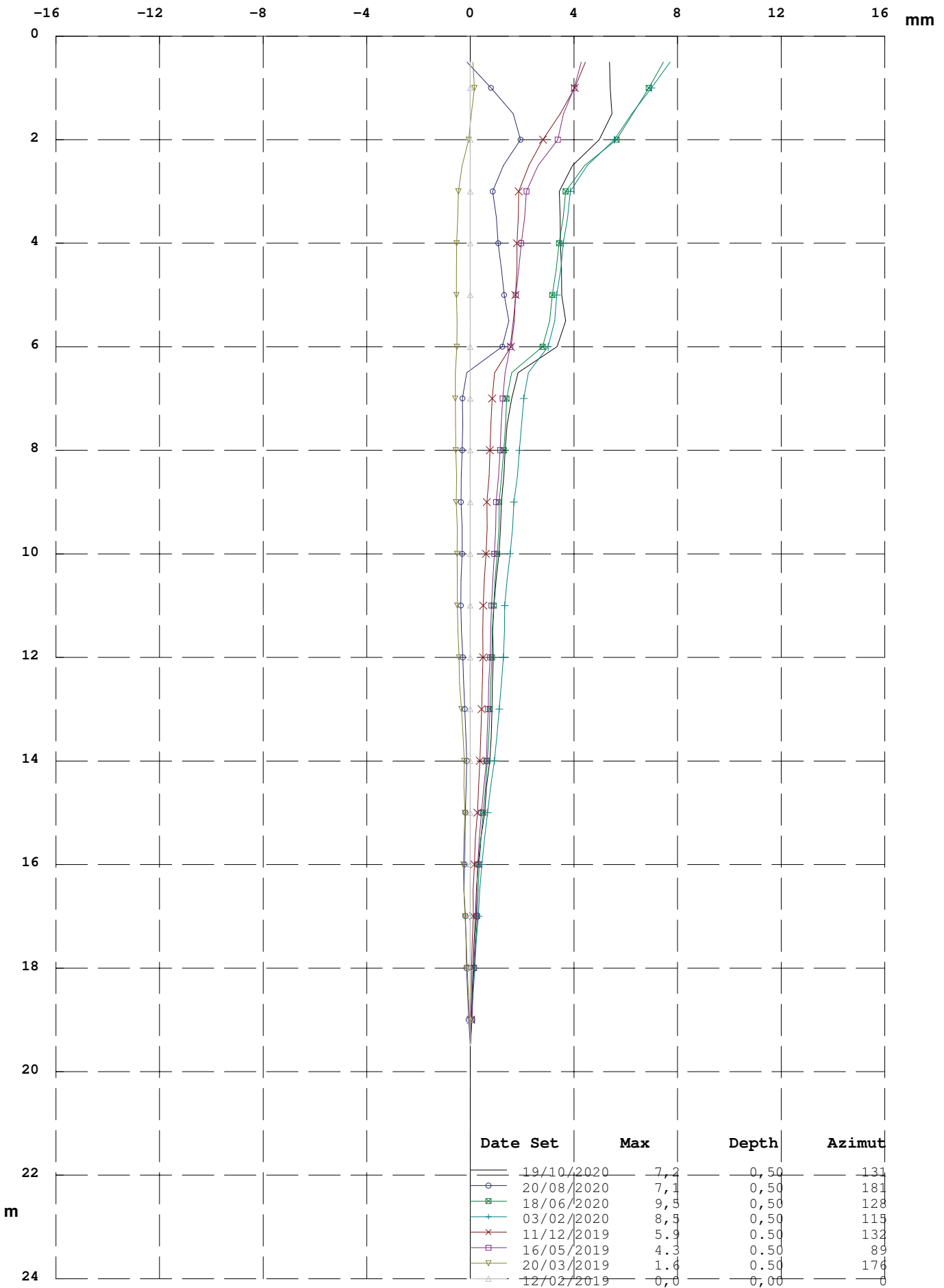
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



Processed in respect of origin of 12/02/2019



PROVINCIA DI SIENA

RAPPORTO MISURA INCLINOMETRICA 01/12 e 07/12/2020

Premessa

Con il presente rapporto si chiude il ciclo di letture inclinometriche per l'anno 2020 sui tubi messi in opera tra dicembre e gennaio 2018.

Durante la misura del 18/06/2020 è stato appurato che il vecchio piezometro presente a bordo strada in area di frana risulta spezzato alla profondità di 5.75 m d.p.c. e pertanto non utilizzabile ai fini del monitoraggio piezometrico. Ad oggi sono state eseguite le seguenti misure

Misure inclinometriche	
Misura di zero	12/02/2019
Misura 1	20 e 22/03/2019
Misura 2	16/05/2019
Misura 3	11/12/2019
Misura 4	03/02/2020
Misura 5	18/06/2020
Misura 6	20/08/2020
Misura 7	19/10/2020
Misura 8	01/12/2020 (S3 e S4) - 07/12/2020 (S1 e S2)

<i>Piezometro</i>	<i>Data lettura</i>	<i>Profondità (m)</i>
S5	12/02/2019	—
	20/03/2019	—
	16/05/2019	—
	11/12/2019	—
	03/02/2020	—
	18/06/2020	—

	20/08/2020	—
<i>S1v</i>	12/02/2019	3.15
	20/03/2019	4.98
	16/05/2019	5.40
	11/12/2019	3.10
	03/02/2020	3.22
	18/06/2020	spezzato a 5.75 m d.p.c.
	20/08/2020	spezzato a 5.75 m d.p.c.

Commento risultati

Vengono allegati i grafici relativi agli spostamenti cumulativi ,alle componenti lungo x e y e polare per le misure fino ad oggi effettuate; inoltre, per chiarezza di lettura, vengono riportati i grafici degli spostamenti cumulativi relativi alle ultime due misure (19 ottobre e 01 -07 dicembre2020)

S1- (07 dicembre) si conferma il trend delle ultime tre letture precedenti con uno spostamento tra 9 e 9.50 m di profondità. Nel grafico cumulativo relativo alle ultime due misure effettuate si osserva che lo scostamento risulta tra 4 e 5 decimi di millimetro rientrando quindi nella possibile deriva strumentale; sostanzialmente le due misure sono quasi sovrapponibili.

S2 - (07 dicembre) si conferma quanto rilevato nelle misure precedenti individuando uno stacco da 3.50 a 4.50 m testa tubo ed un movimento più superficiale, a 2 m di profondità segnalato per la prima volta nella misura del 20 agosto 2020. Anche in questo caso il grafico cumulativo delle ultime due misure effettuate indica una sostanziale sovrapponibilità.

S3 - (01 dicembre) si conferma il movimento a 6 metri di profondità individuato con le misure precedenti. Come nei tubi S1 e S2 non si registrano spostamenti significativi tra la misura del 19 ottobre e l'attuale.

S4 - (01 dicembre) si confermano i due stacchi rilevati con le misure precedenti a 3 e tra 6 e 6.50 m di profondità. Confrontando le ultime due misure effettuate si registra uno spostamento di circa 1.5 mm a 6-6.50 m di profondità mentre a 3 m le misure sono sovrapponibili.

La misura effettuata a meno di due mesi di distanza dalla precedente conferma i trend già individuati nel corso della campagna; per quanto riguarda l'attività del movimento tra la penultima e l'ultima lettura questa è stata rilevata con certezza solo sull'inclinometro S4 a 6-6.50 m di profondità.

Si segnala ancora l'impossibilità di rilevare il livello piezometrico dato il danneggiamento del piezometro presente e l'opportunità di allestire nuovi punti di misura nell'area di frana.

Castelnuovo Val di Cecina, 09/12/2020

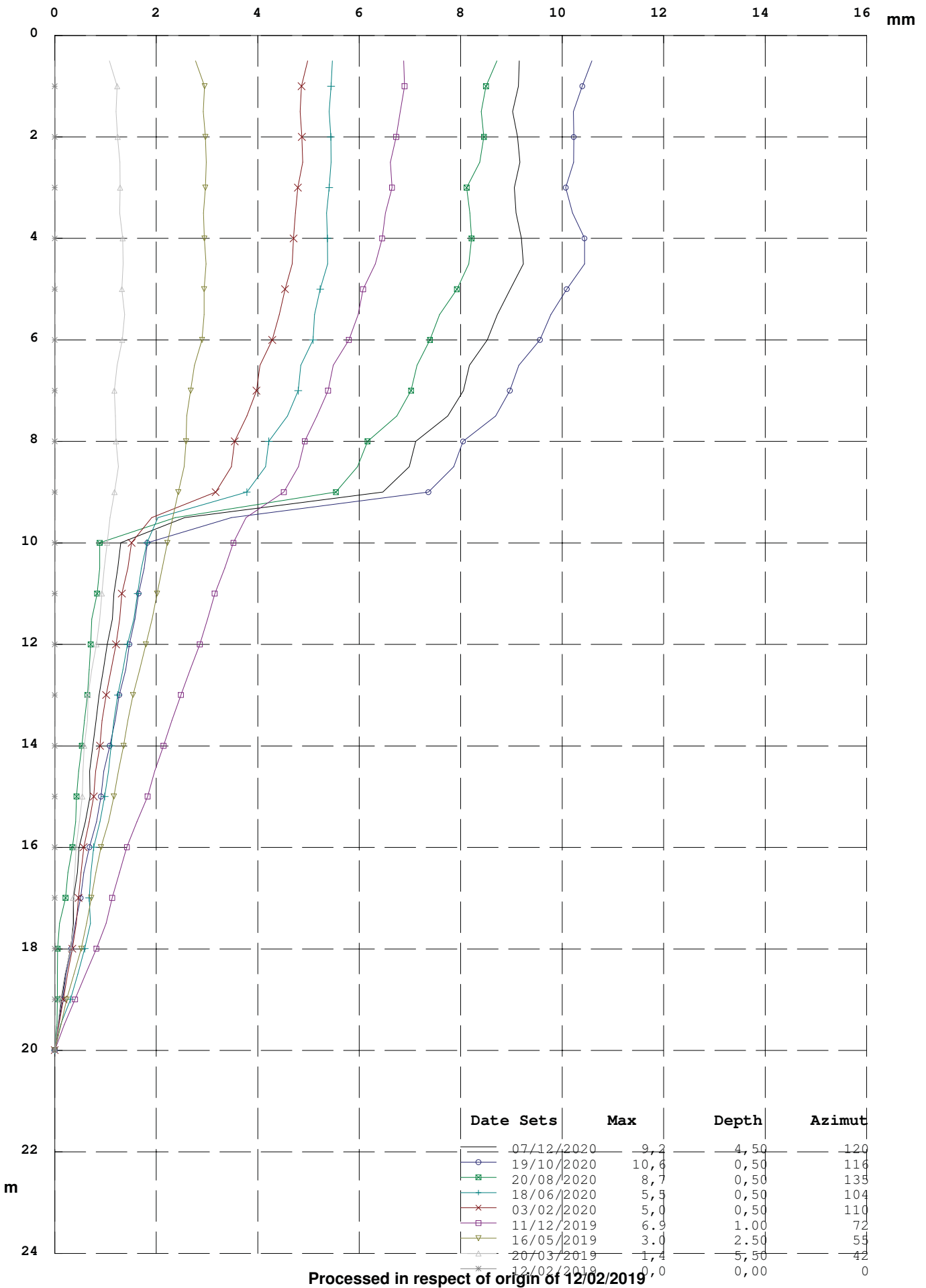
Geol. Rita Nardi

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



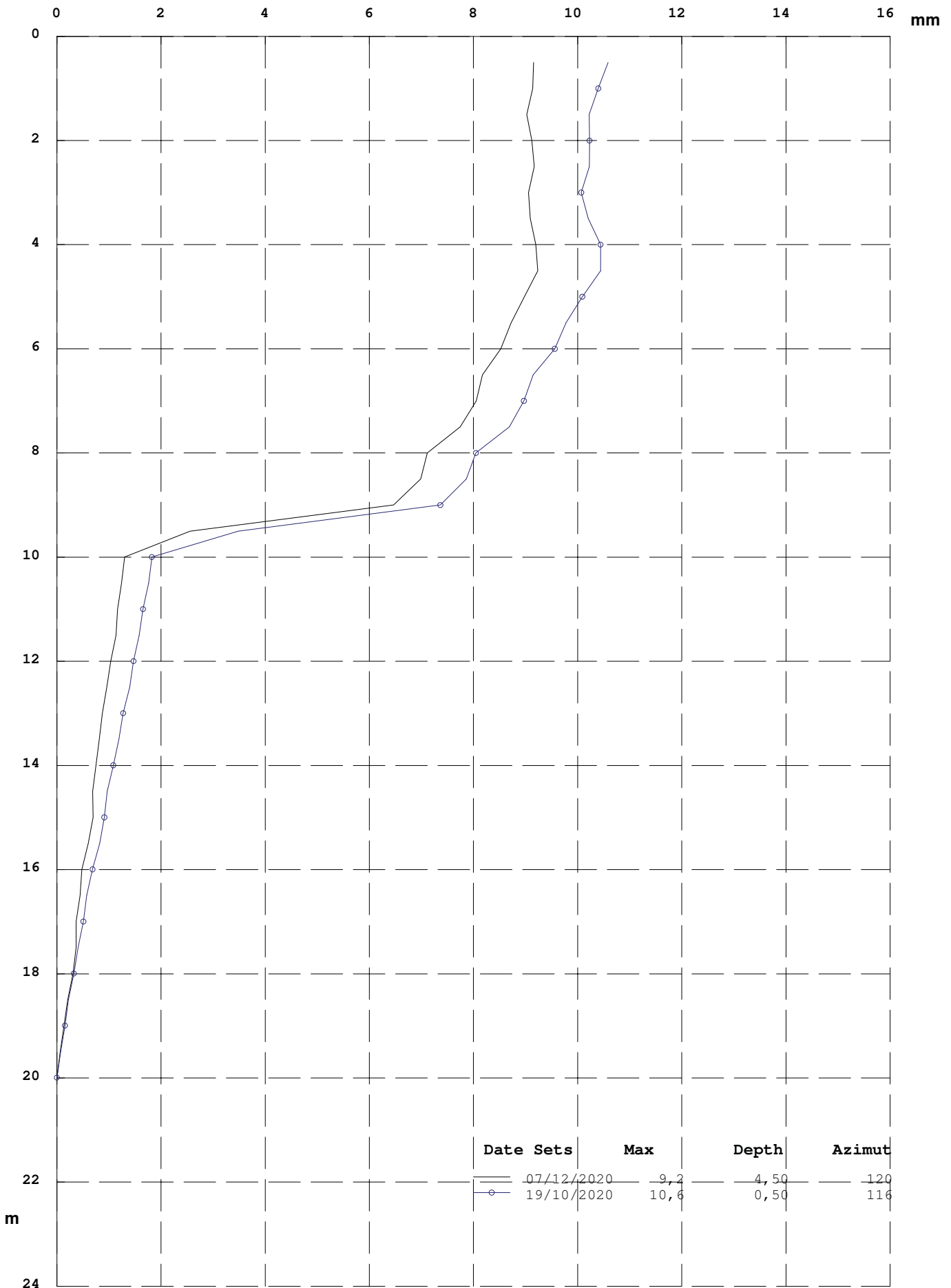
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id : S1nord



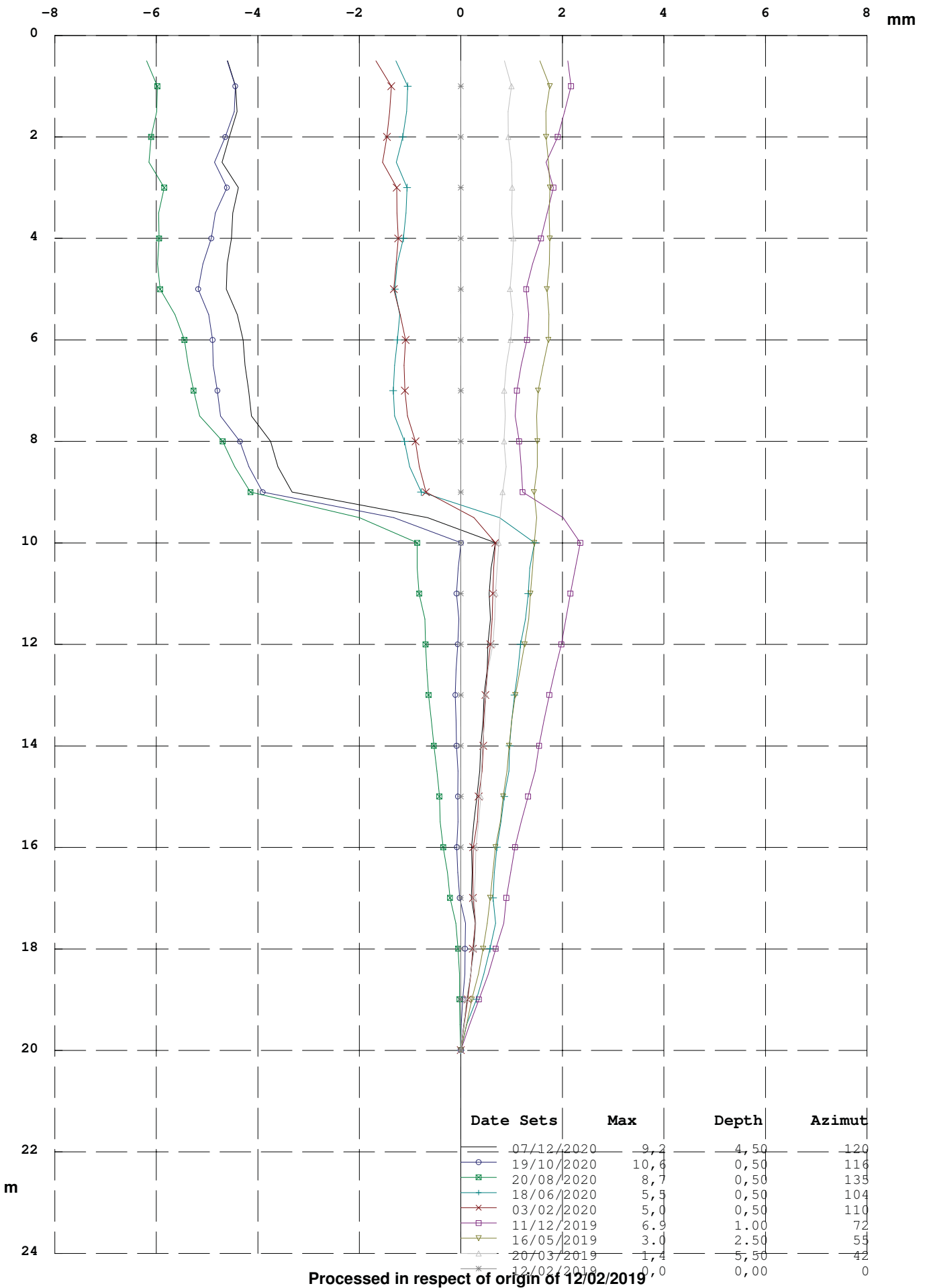
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S1nord

Id: S1nord



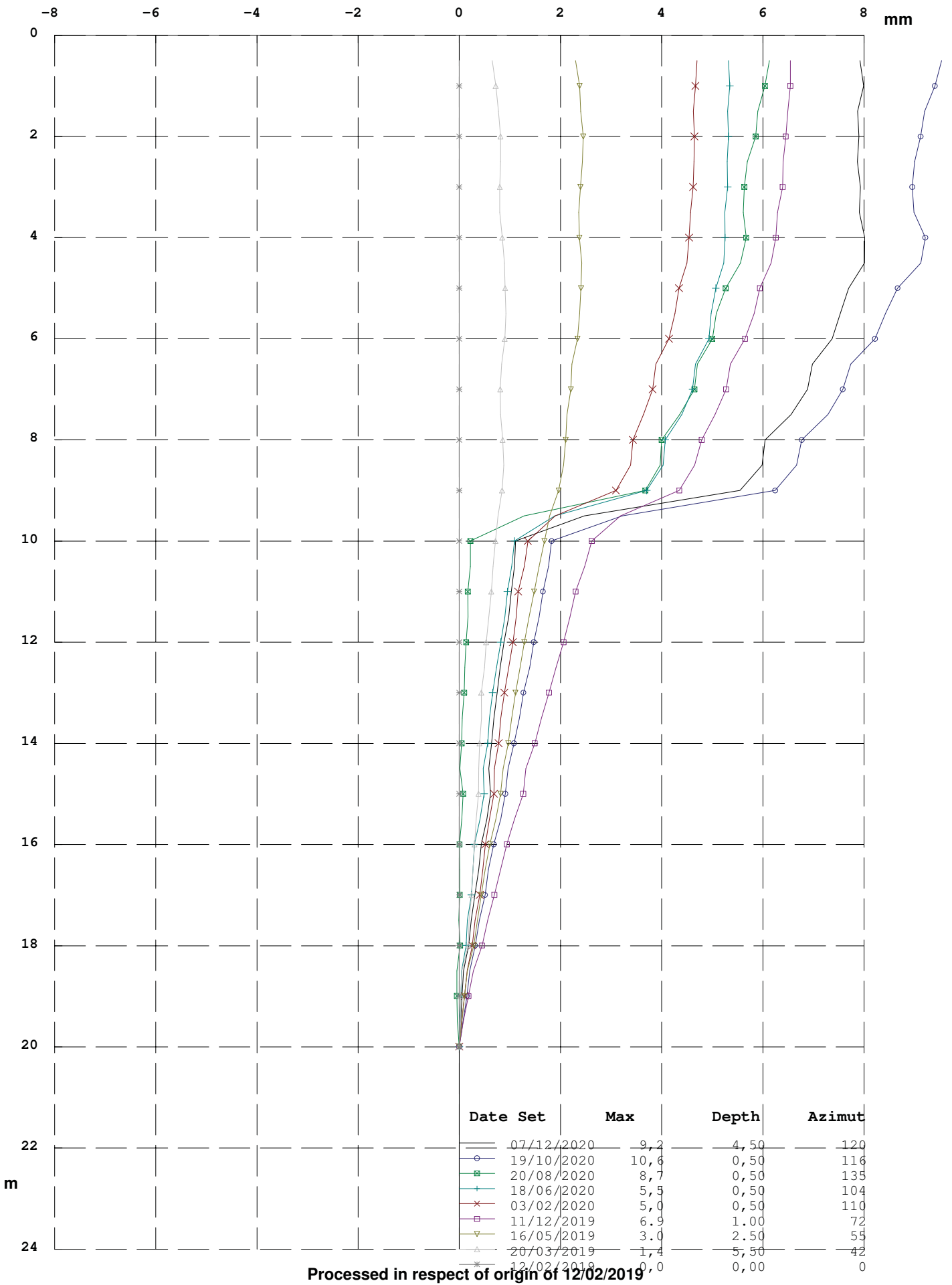
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



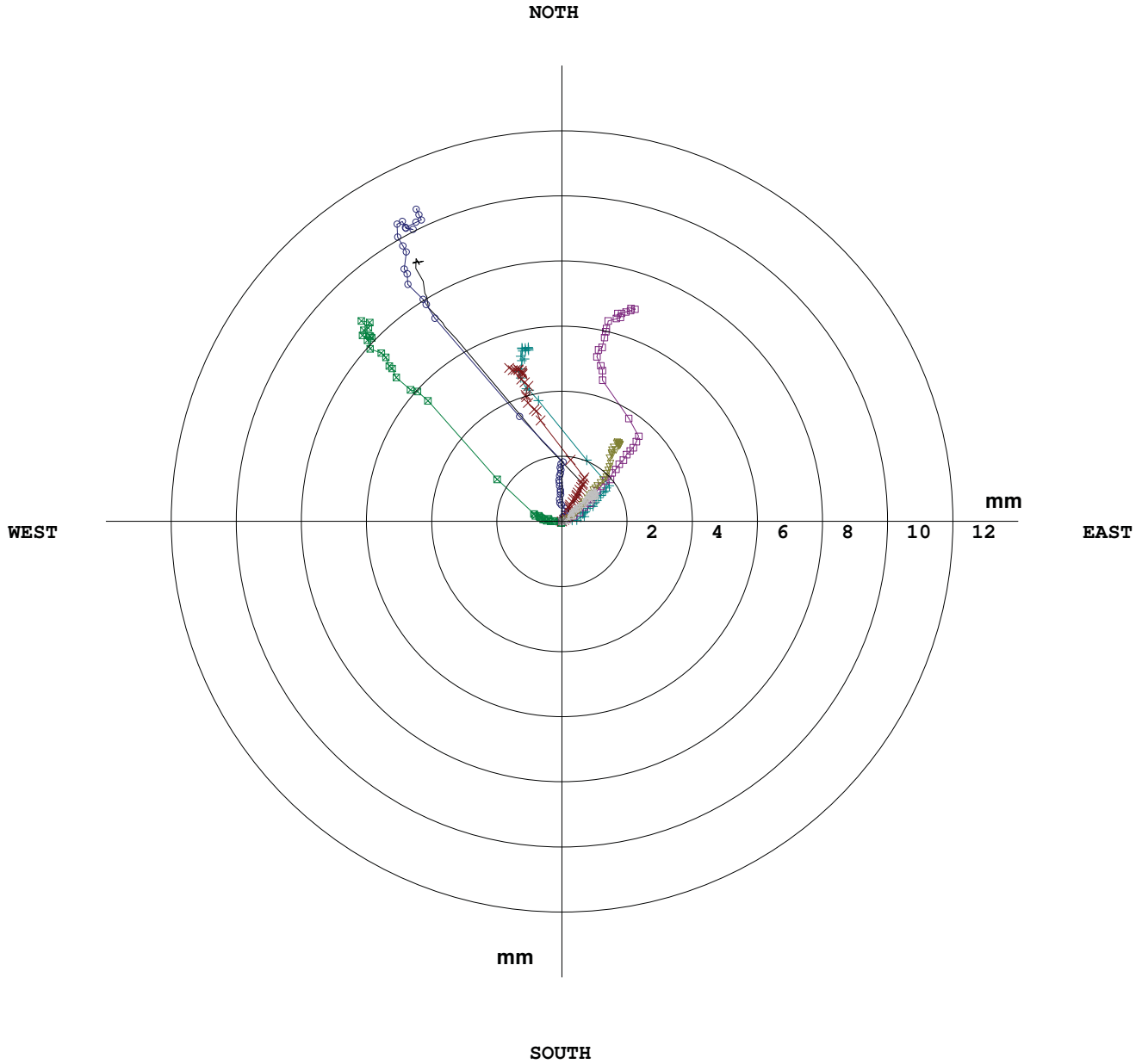
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Polar Graph(Resulting and Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S1nord

Id: S1nord



Date Sets	Max	Depth	Azimut
07/12/2020	9,2	4,50	120
19/10/2020	10,6	0,50	116
20/08/2020	8,7	0,50	135
18/06/2020	5,5	0,50	104
03/02/2020	5,0	0,50	110
11/12/2019	6,9	1,00	72
16/05/2019	3,0	2,50	55
20/03/2019	1,4	5,50	42
12/02/2019	0,0	0,00	0

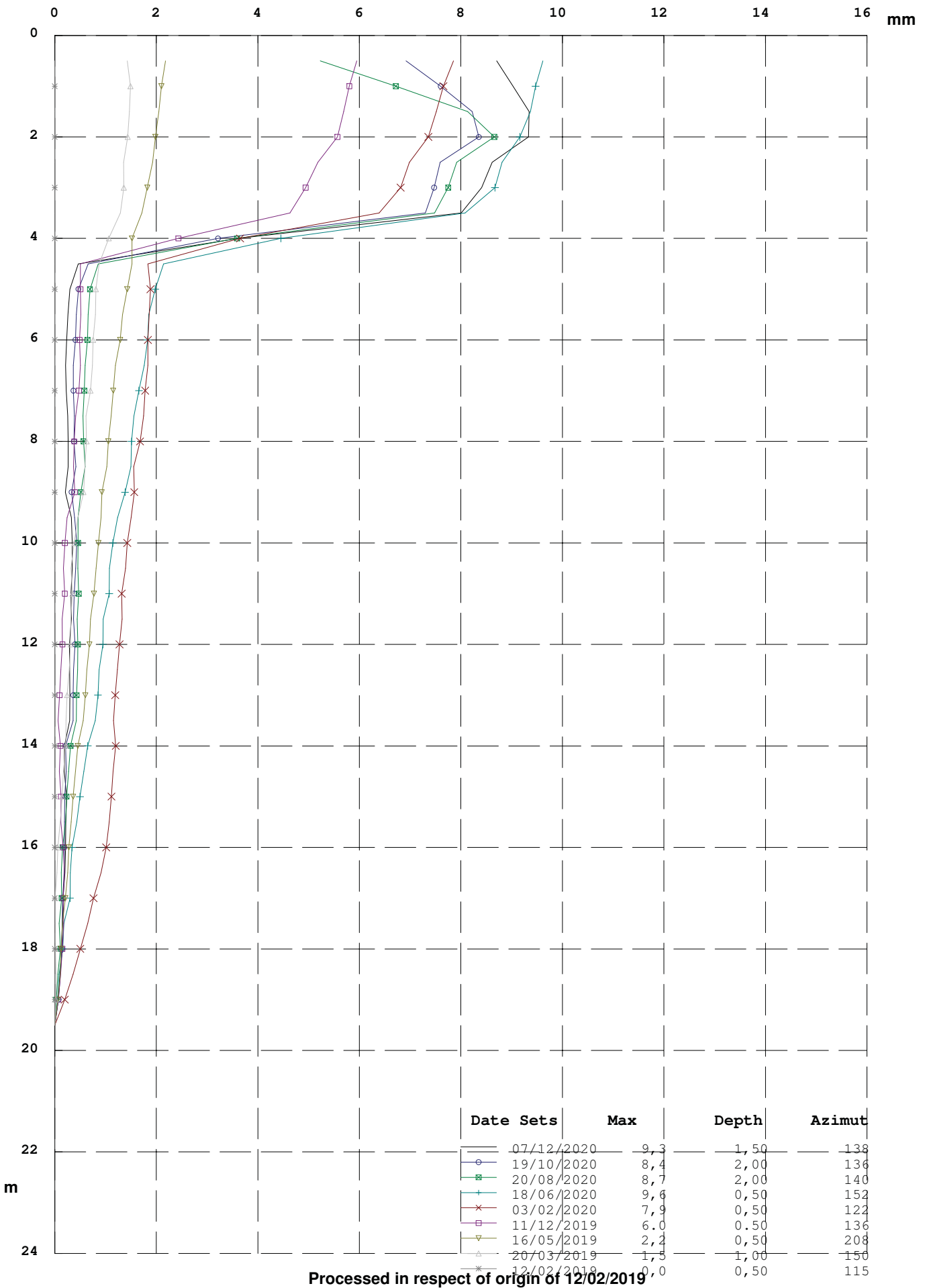
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id: S2sopra



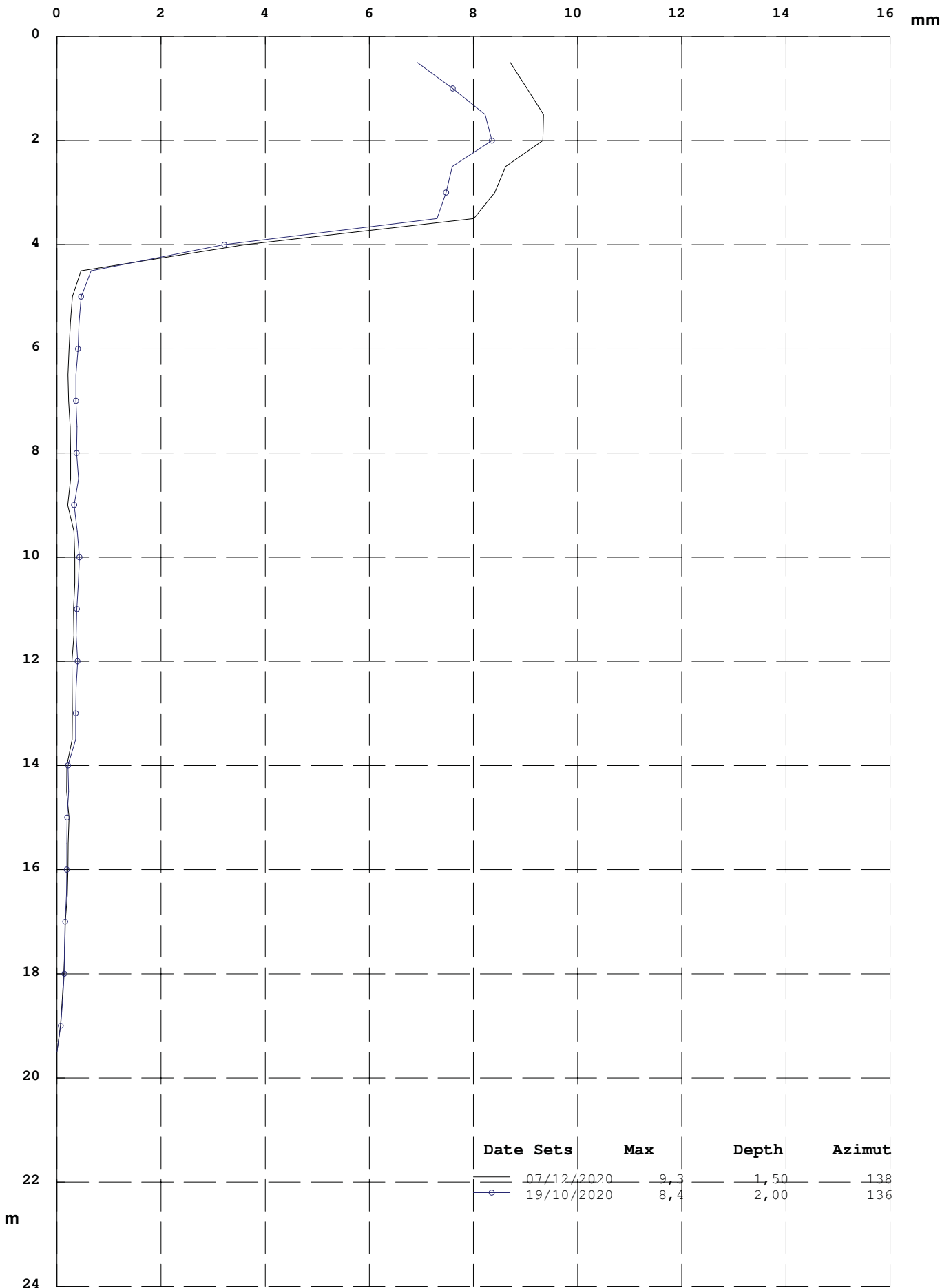
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id : S2sopra



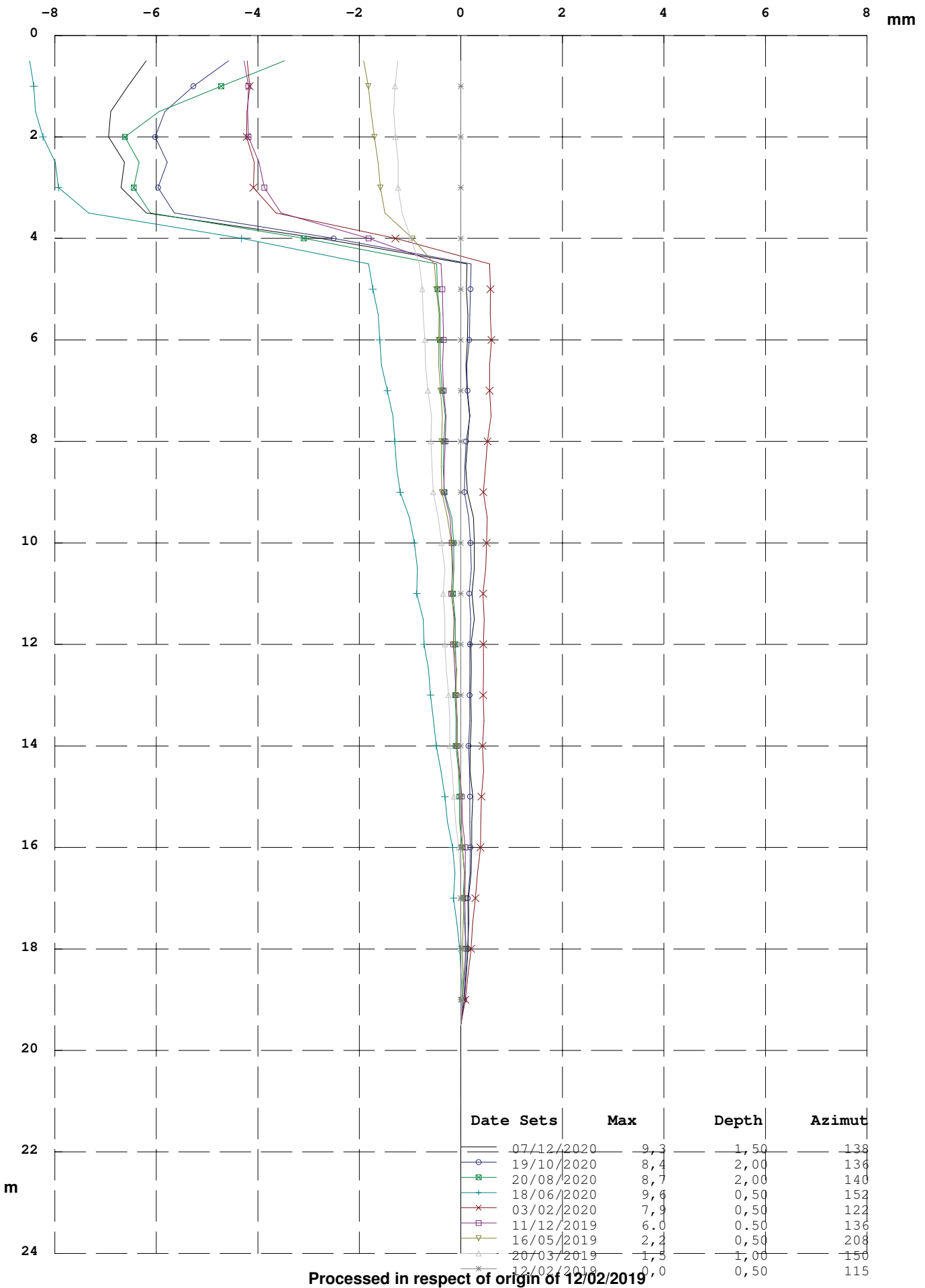
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S2sopra

Id: S2sopra



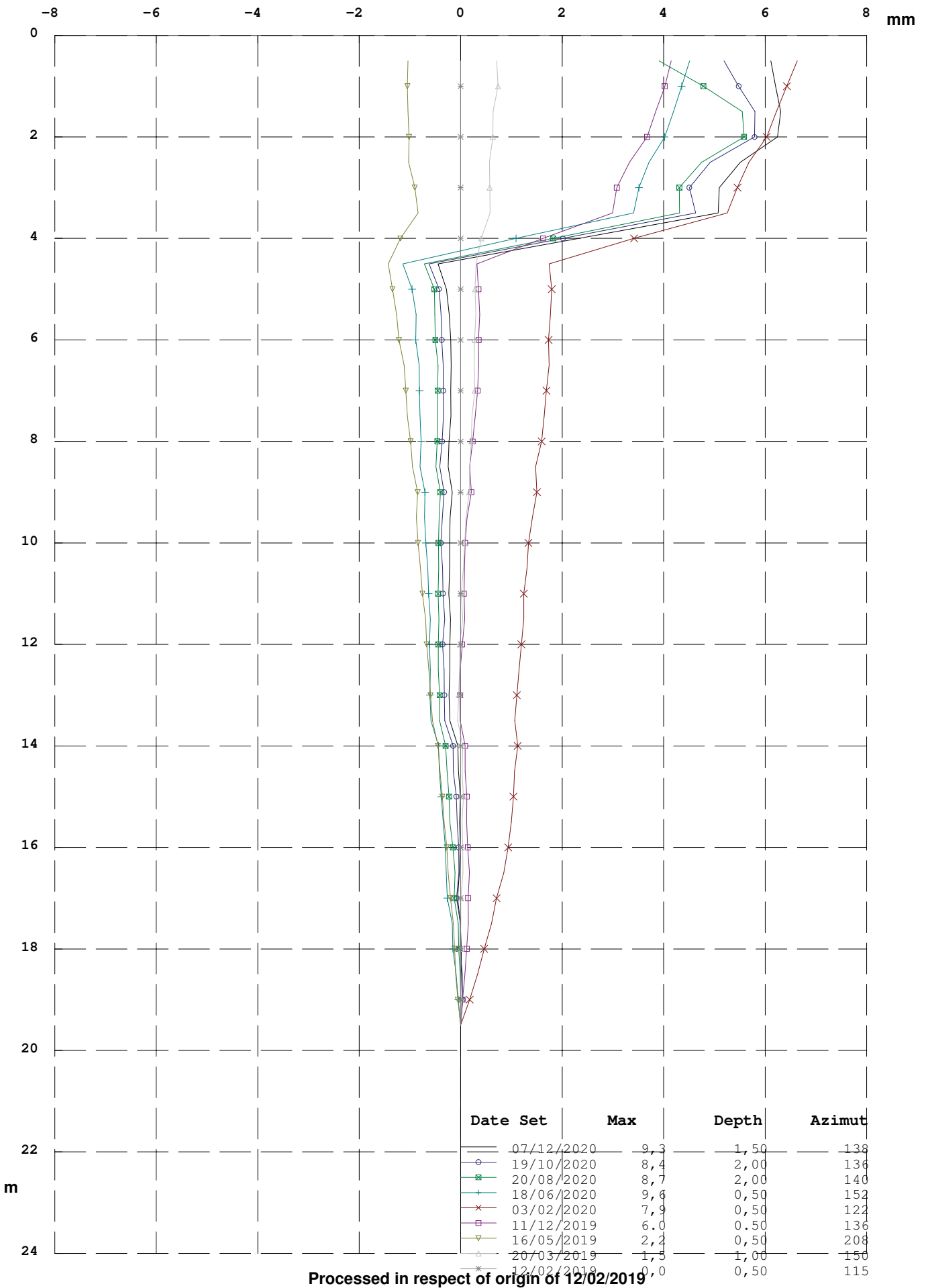
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id: S2sopra



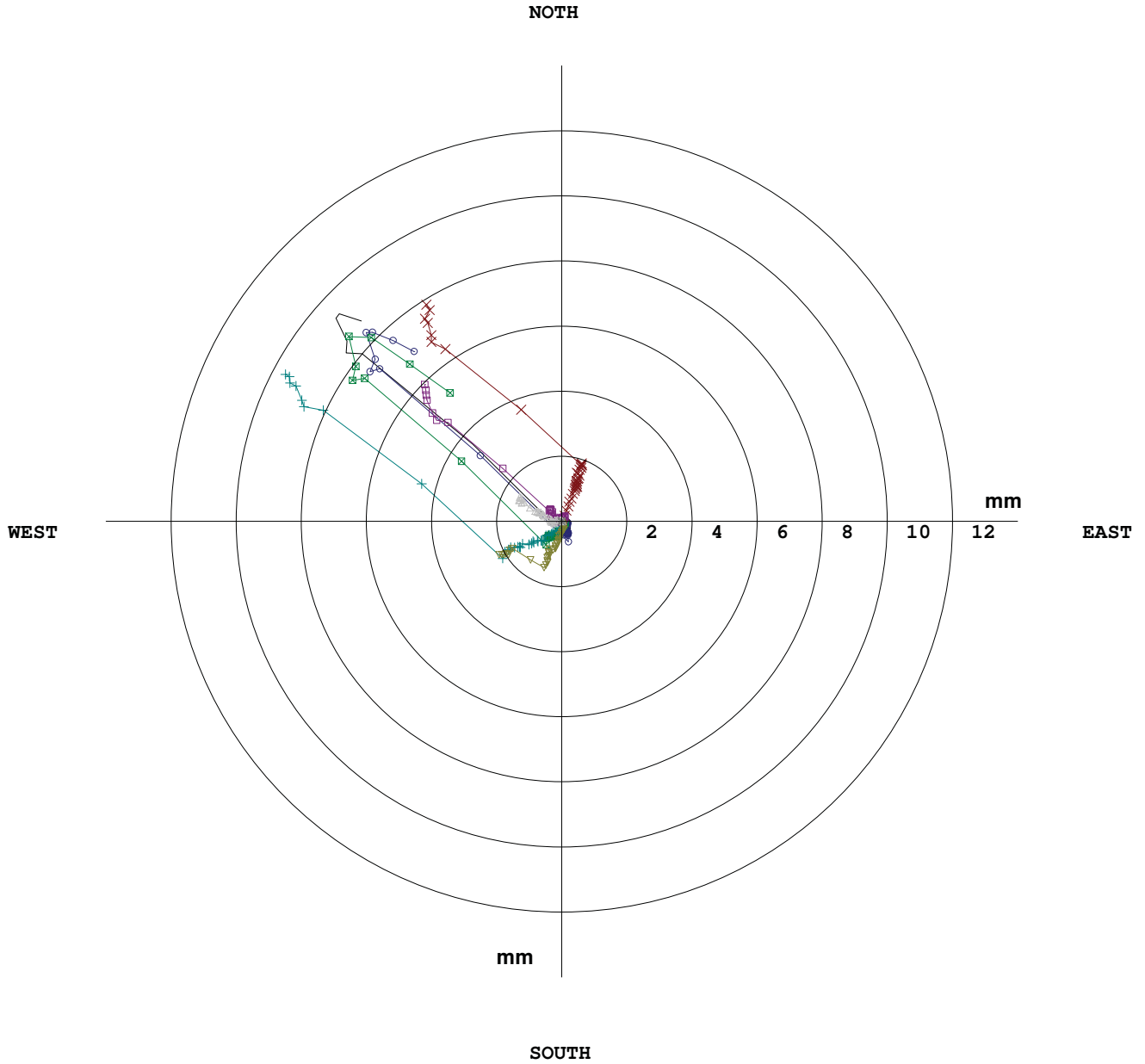
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Polar Graph(Resulting and Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S2sopra

Id: S2sopra



Date Sets	Max	Depth	Azimut
07/12/2020	9,3	1,50	138
19/10/2020	8,4	2,00	136
20/08/2020	8,7	2,00	140
18/06/2020	9,6	0,50	152
03/02/2020	7,9	0,50	122
11/12/2019	6,0	0,50	136
16/05/2019	2,2	0,50	208
20/03/2019	1,5	1,00	150
12/02/2019	0,0	0,50	115

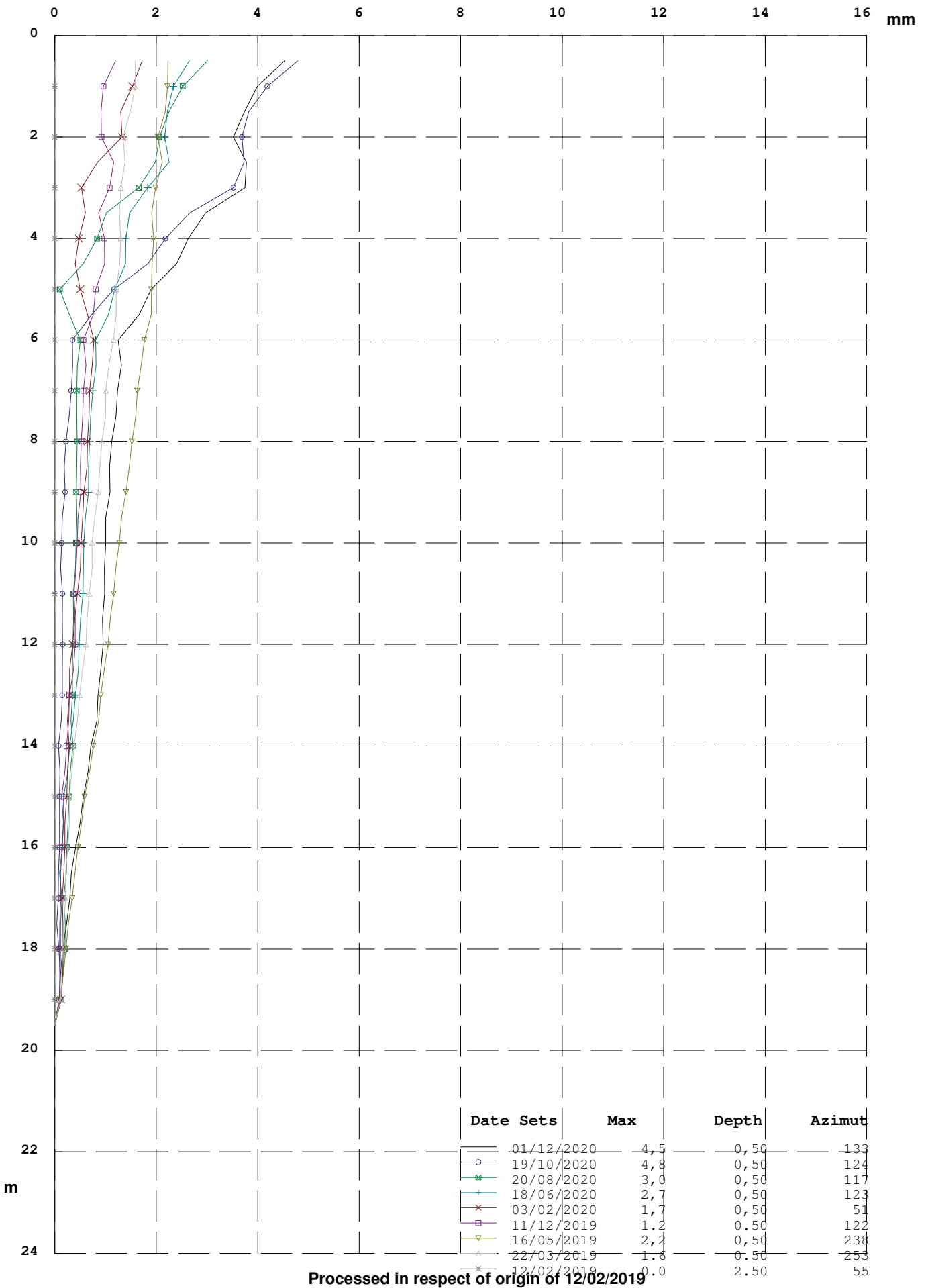
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id: S3sud



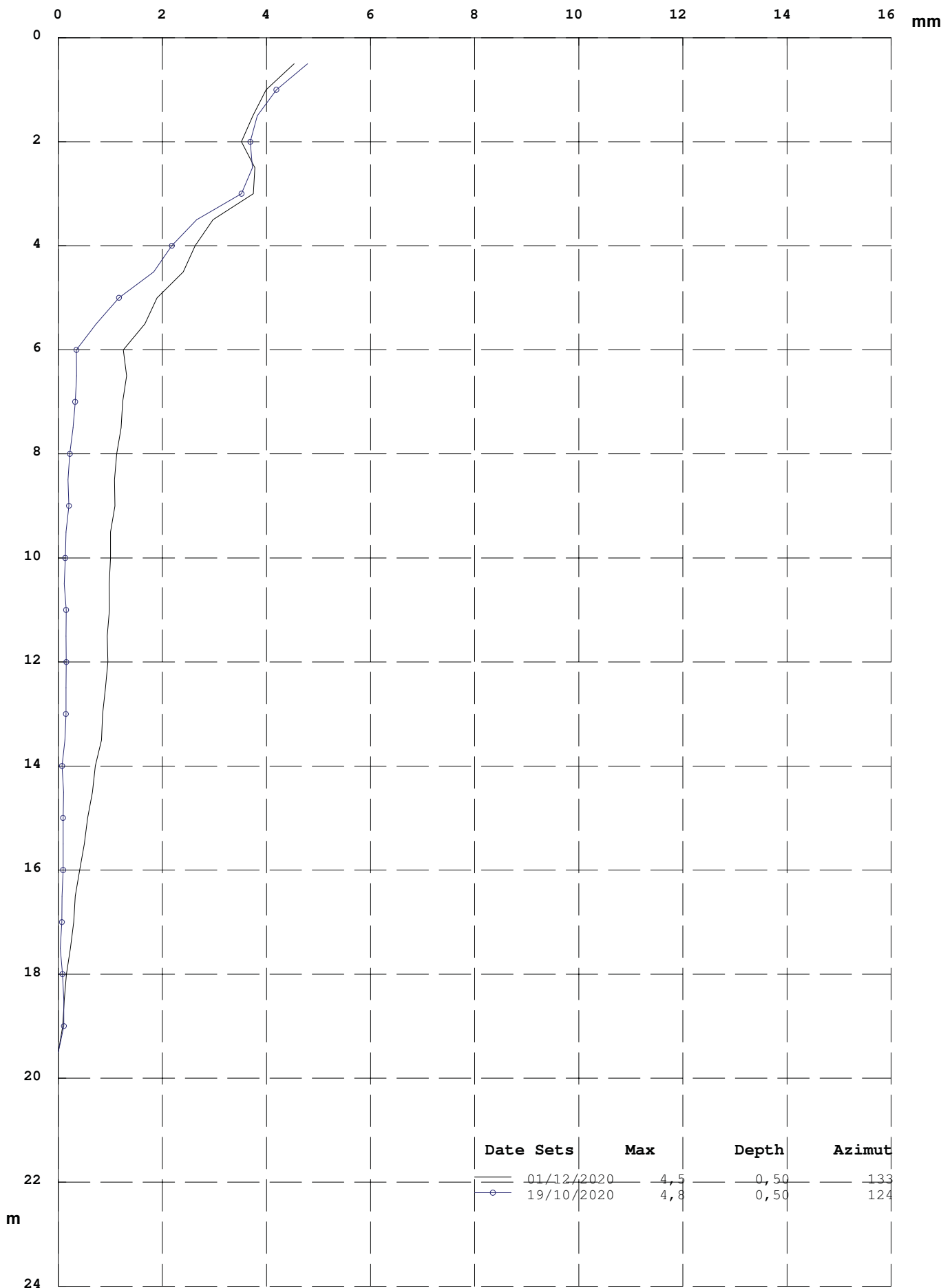
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id : S3sud



Date Sets	Max	Depth	Azimuth
01/12/2020	4,5	0,50	133
19/10/2020	4,8	0,50	124

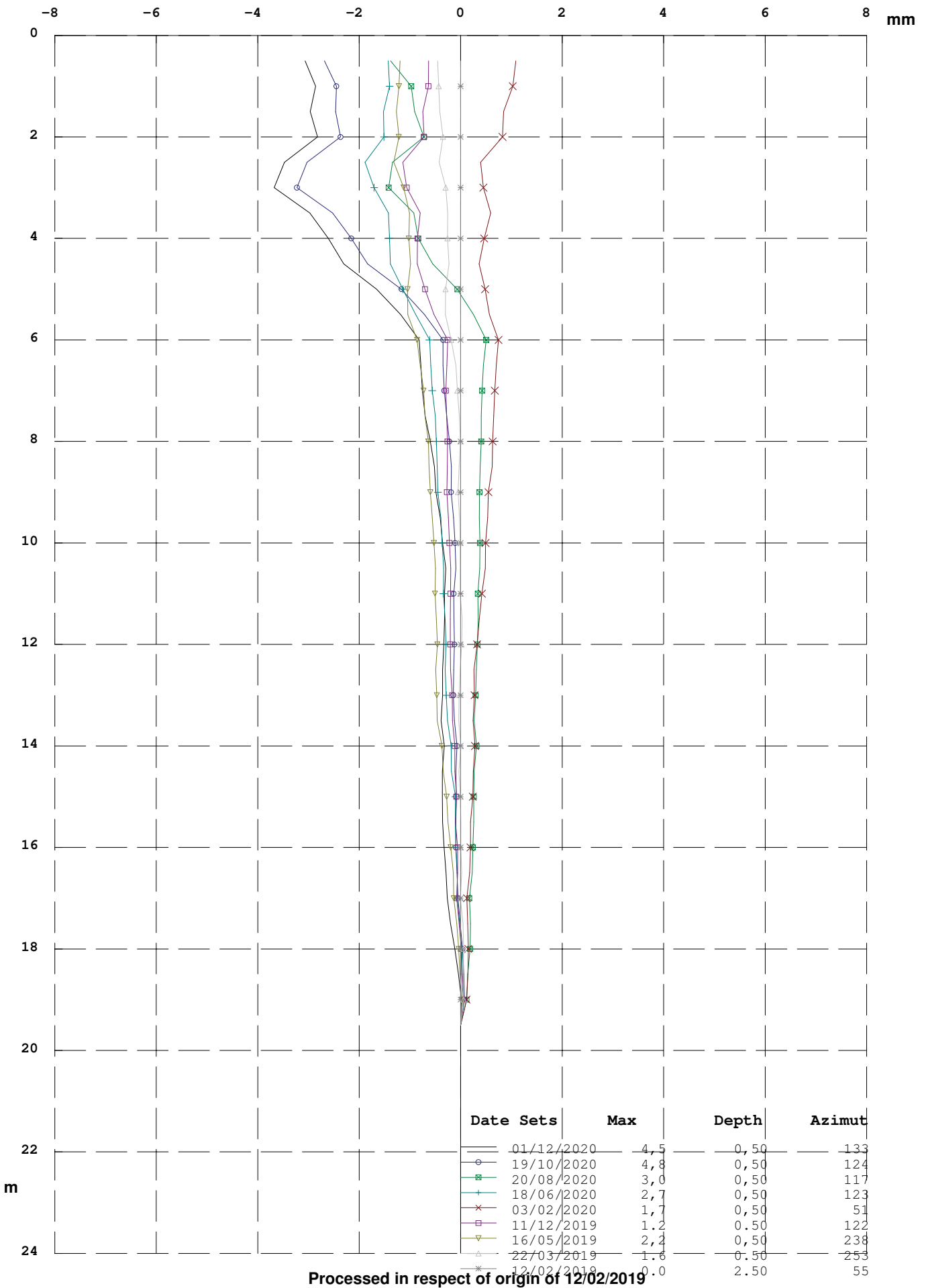
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S3sud

Id: S3sud



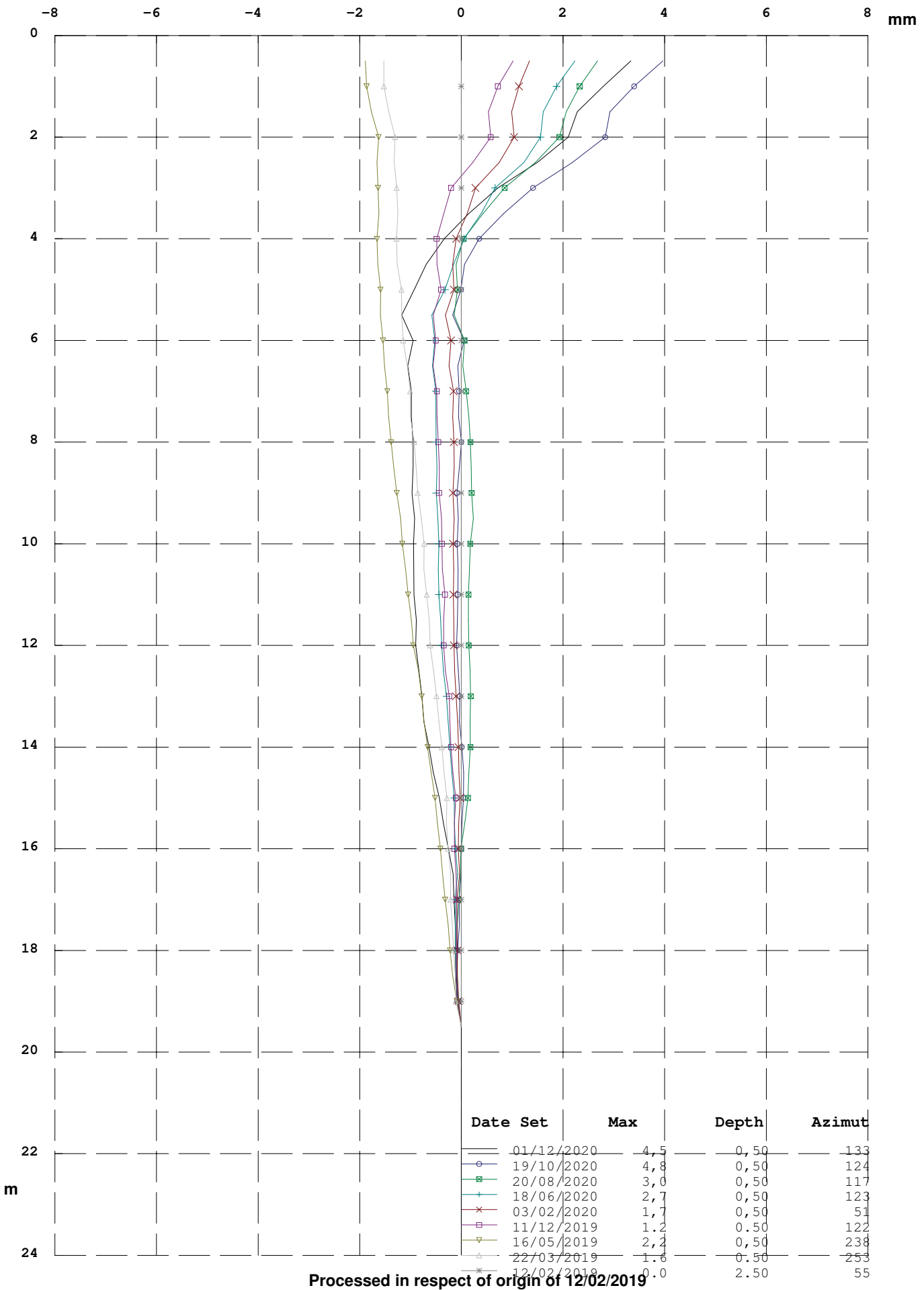
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id: S3sud



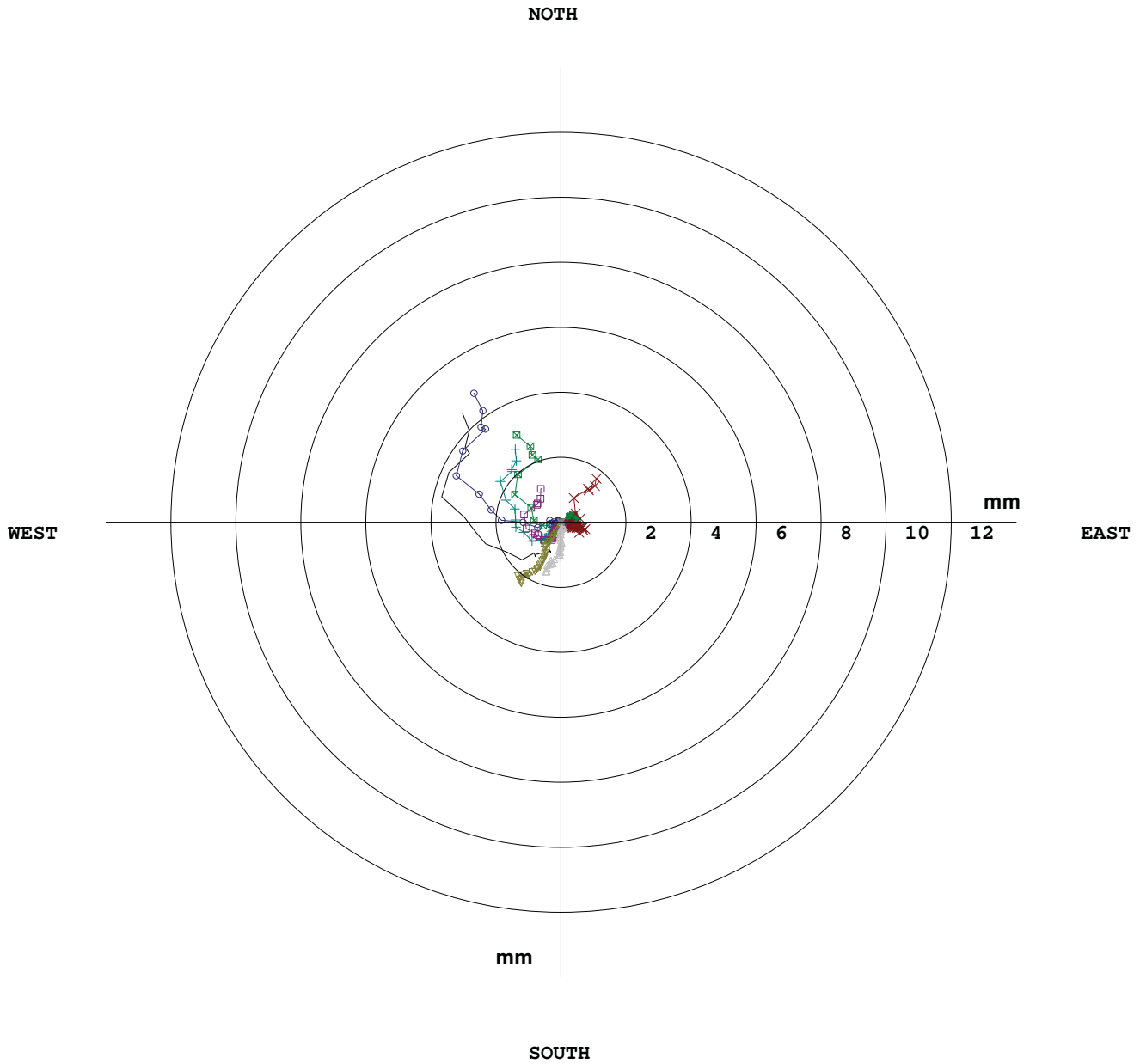
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Polar Graph(Resulting and Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S3sud

Id: S3sud



Date Sets	Max	Depth	Azimut
01/12/2020	4,5	0,50	133
19/10/2020	4,8	0,50	124
20/08/2020	3,0	0,50	117
18/06/2020	2,7	0,50	123
03/02/2020	1,7	0,50	51
11/12/2019	1,2	0,50	122
16/05/2019	2,2	0,50	238
22/03/2019	1,6	0,50	253
12/02/2019	0,0	2,50	55

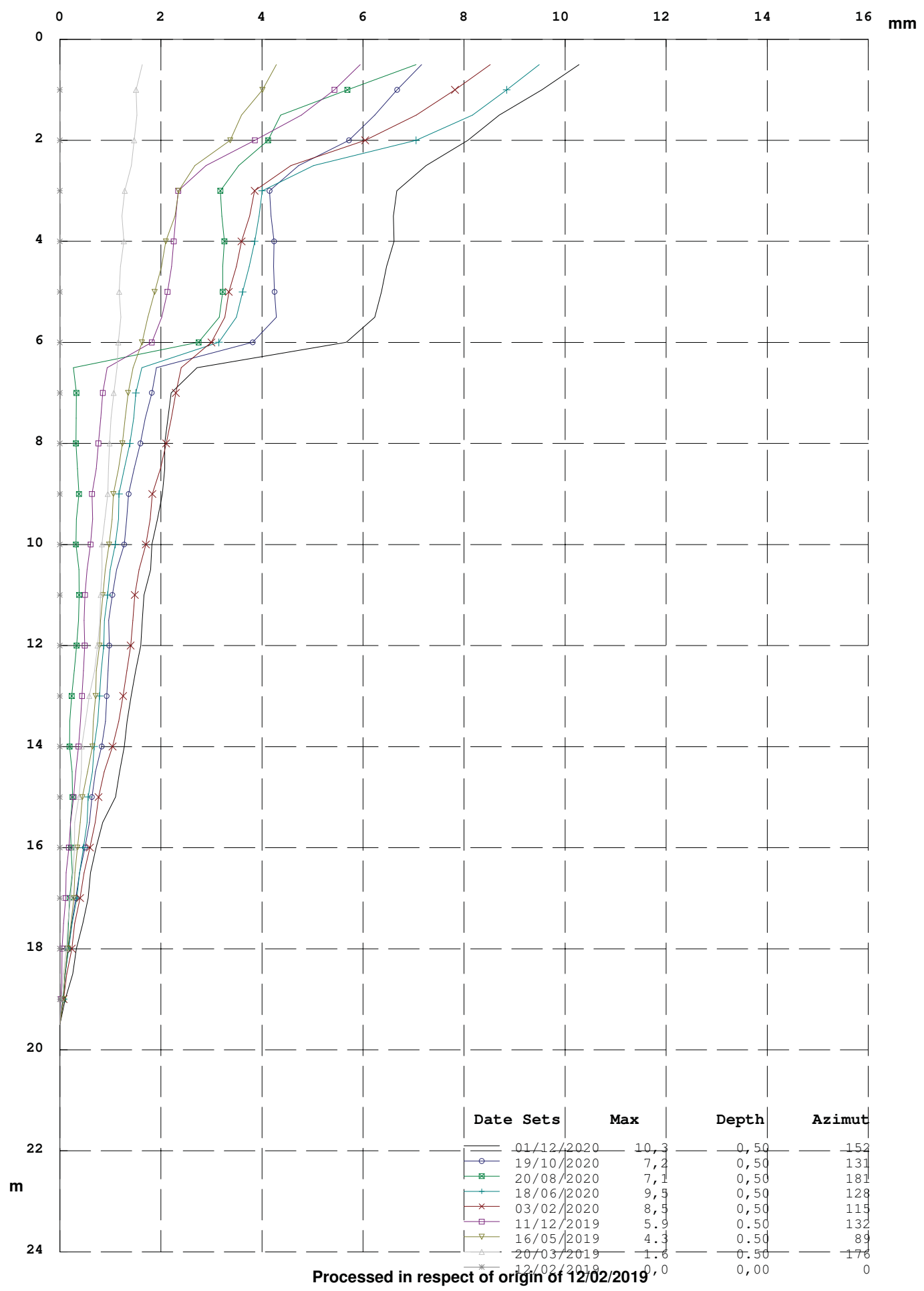
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



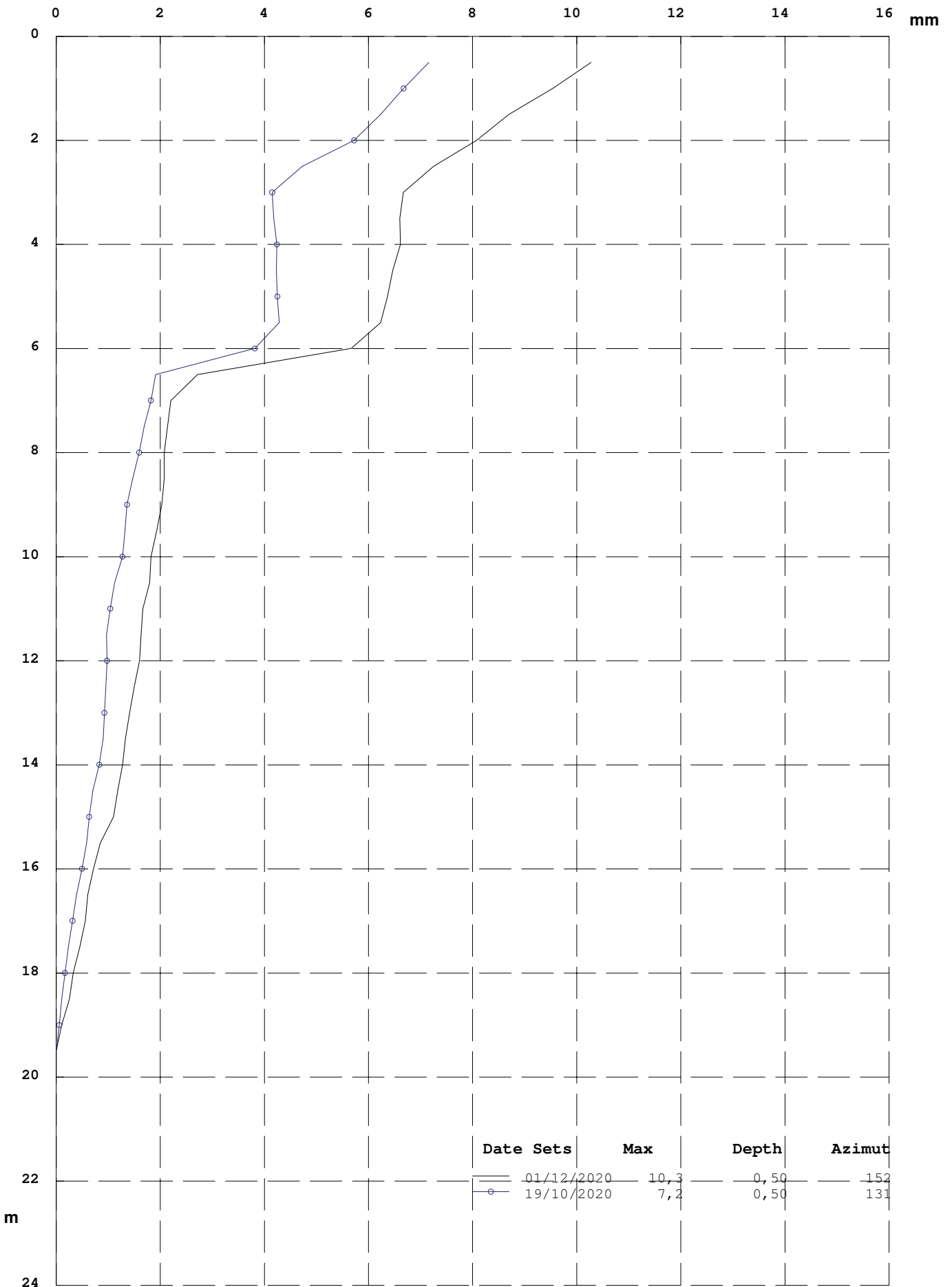
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



Date Sets	Max	Depth	Azimuth
01/12/2020	10,3	0,50	152
19/10/2020	7,2	0,50	131

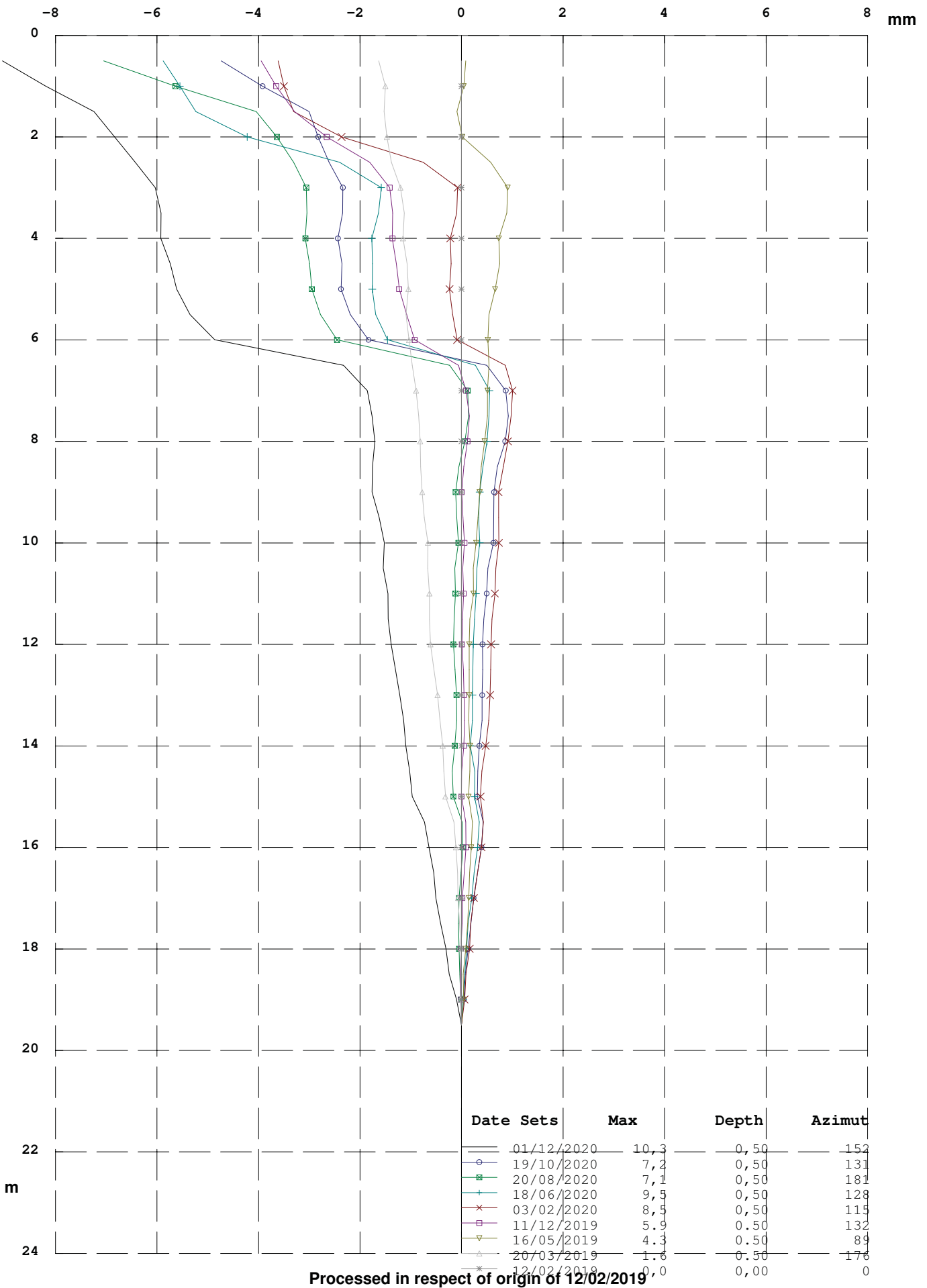
Processed in respect of origin of 12/02/2019

X AXIS(X Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S4sotto

Id: S4sotto



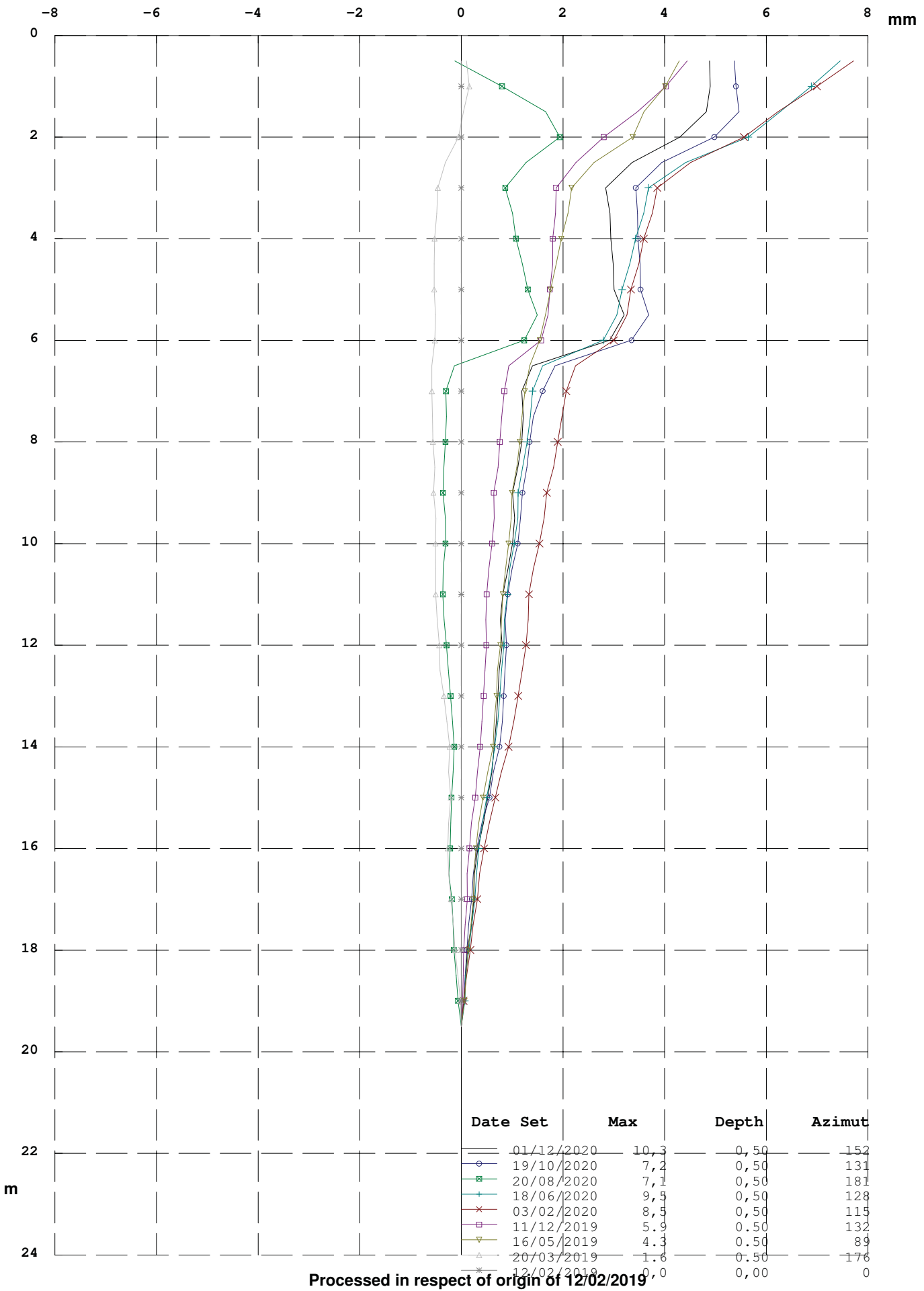
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Y AXIS (Cumulative Displacement in respect of origin)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



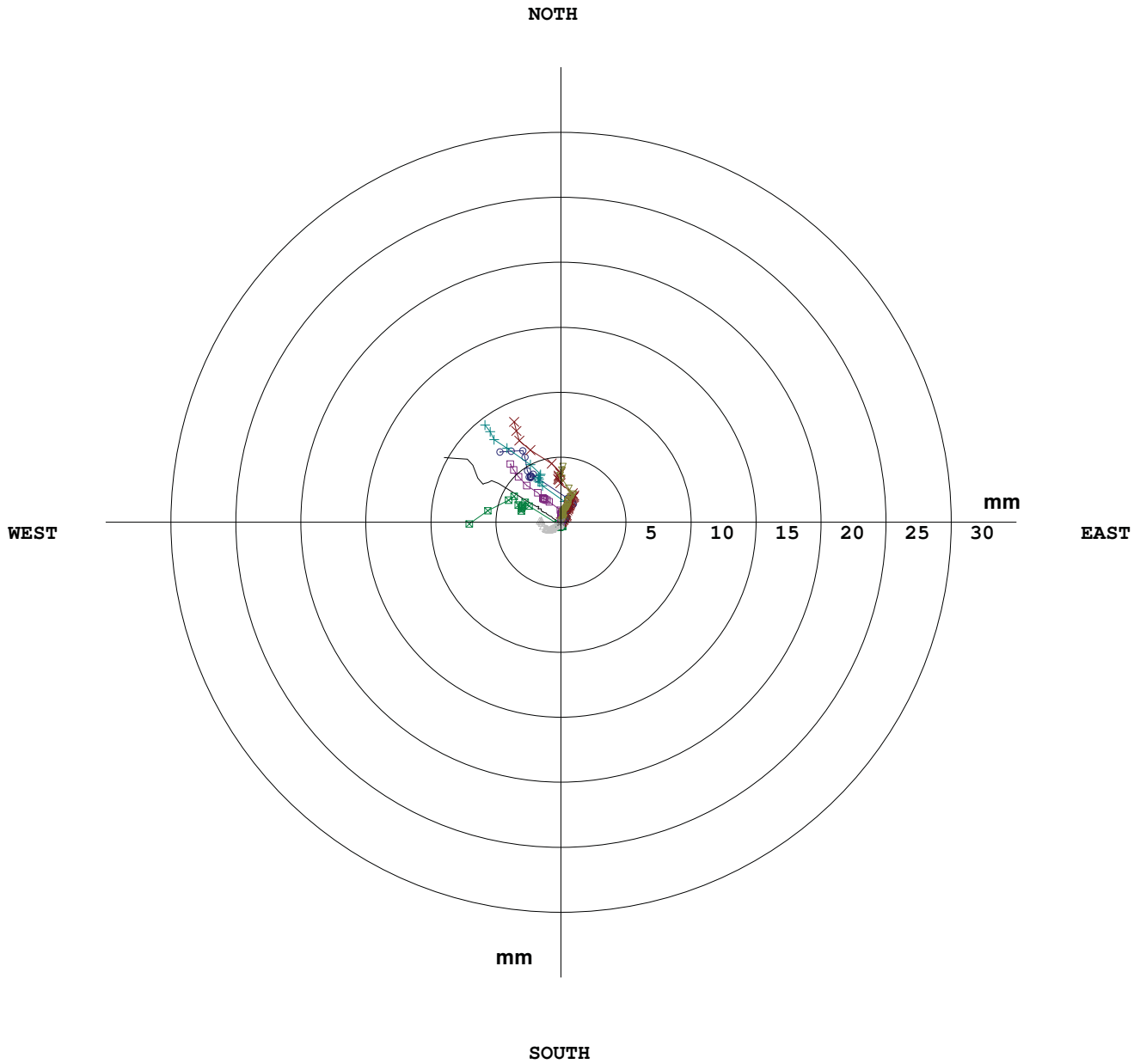
Processed in respect of origin of 12/02/2019

Polar Graph(Resulting and Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe :S4sotto

Id: S4sotto



	Date Sets	Max	Depth	Azimut
—	01/12/2020	10,3	0,50	152
○	19/10/2020	7,2	0,50	131
■	20/08/2020	7,1	0,50	181
+	18/06/2020	9,5	0,50	128
×	03/02/2020	8,5	0,50	115
□	11/12/2019	5,9	0,50	132
▽	16/05/2019	4,3	0,50	89
△	20/03/2019	1,6	0,50	176
*	12/02/2019	0,0	0,00	0

Processed in respect of origin of 12/02/2019



PROVINCIA DI SIENA

RAPPORTO MISURA INCLINOMETRICA 15/10/2021

Premessa

Con il presente rapporto si apre un nuovo ciclo di misure inclinometriche e piezometriche come da determina di incarico 1284 del 23/09/2021. Nella seconda metà di settembre sono stati eseguiti la perforazione e l'allestimento di 5 piezometri a tubo aperto e di 4 piezometri di Casagrande, con lettura da remoto, per disporre di dati riguardo ai livelli di acqua sotterranea fino ad oggi carenti e necessarie vista anche l'evidenza di rottura dell'unico piezometro in frana, a 5.75 m d.p.c., rilevata nella misura del 18/06/2020.

Misure inclinometriche	
Misura di zero	12/02/2019
Misura 1	20 e 22/03/2019
Misura 2	16/05/2019
Misura 3	11/12/2019
Misura 4	03/02/2020
Misura 5	18/06/2020
Misura 6	20/08/2020
Misura 7	19/10/2020
Misura 8	01/12/2020 (S3 e S4) - 07/12/2020 (S1 e S2)
Misura 9	15/10/2021

Misure Piezometriche

data	P (prof 15 m)	L1 (prof 10 m)	L2 (prof. 10m)	L3 (prof. 10 m)	L4 (prof. 10 m)
13/10/2021	9.97 m dp.c.	Asciutto (poltiglia fondo foro)	Asciutto (poltiglia fondo foro)	9.52 m d.p.c. (no poltiglia)	Asciutto (poltiglia fondo foro)

Commento risultati

Vengono allegati i grafici relativi agli spostamenti cumulativi relativi alla misura di zero e alle ultime tre misure (misure 7, 8, 9).

S1- si conferma lo spostamento tra 9 e 9.50 m di profondità. Nel grafico cumulativo relativo alle ultime due misure effettuate a distanza di 10 mesi si ha uno spostamento in testa di circa 6 mm, corrispondente ad una velocità media di 0.6mm/mese.

S2 - si individua lo stacco a 4.50 m testa tubo ed un movimento più superficiale, a 2 m di profondità segnalato per la prima volta nella misura del 20 agosto 2020, considerabile come movimento secondario che potrebbe essere legato alle lavorazioni di movimento terra fatte in superficie. Per quanto riguarda il movimento a 4.50 m d.p.c., in 10 mesi si registra uno spostamento in testa di circa 7 mm, corrispondente ad una velocità media di 0.7mm/mese

S3 - si conferma il movimento a 6 metri di profondità con uno spostamento in testa, negli ultimi 10 mesi, di circa 2 mm. Quindi una velocità media di 0.2mm/mese, più bassa rispetto agli altri punti di misura.

S4 - si confermano i due stacchi rilevati con le misure precedenti a 3 e tra 6 e 6.50 m di profondità. Confrontando le ultime due misure effettuate a distanza di 10 mesi, si rileva come si sia mossa soltanto la parte più superficiale, con un movimento di circa 4 mm in 10 mesi, corrispondente ad una velocità media di 0.4 mm/mese.

La misura effettuata a 10 mesi di distanza dall'ultima della campagna precedente conferma che il movimento è presente ma lento con velocità medie comprese tra 0.7mm/mese dell'S2 e 0.2mm/mese dell'S3.

I livelli piezometrici misurati sui piezometri a tubo aperto mettono in evidenza la presenza di acqua, comunque profonda, soltanto nel piezometro P e nell'L3. Dal punto di vista pluviometrico il periodo rilevato è da considerarsi asciutto.

Castelnuovo Val di Cecina, 18/10/2020

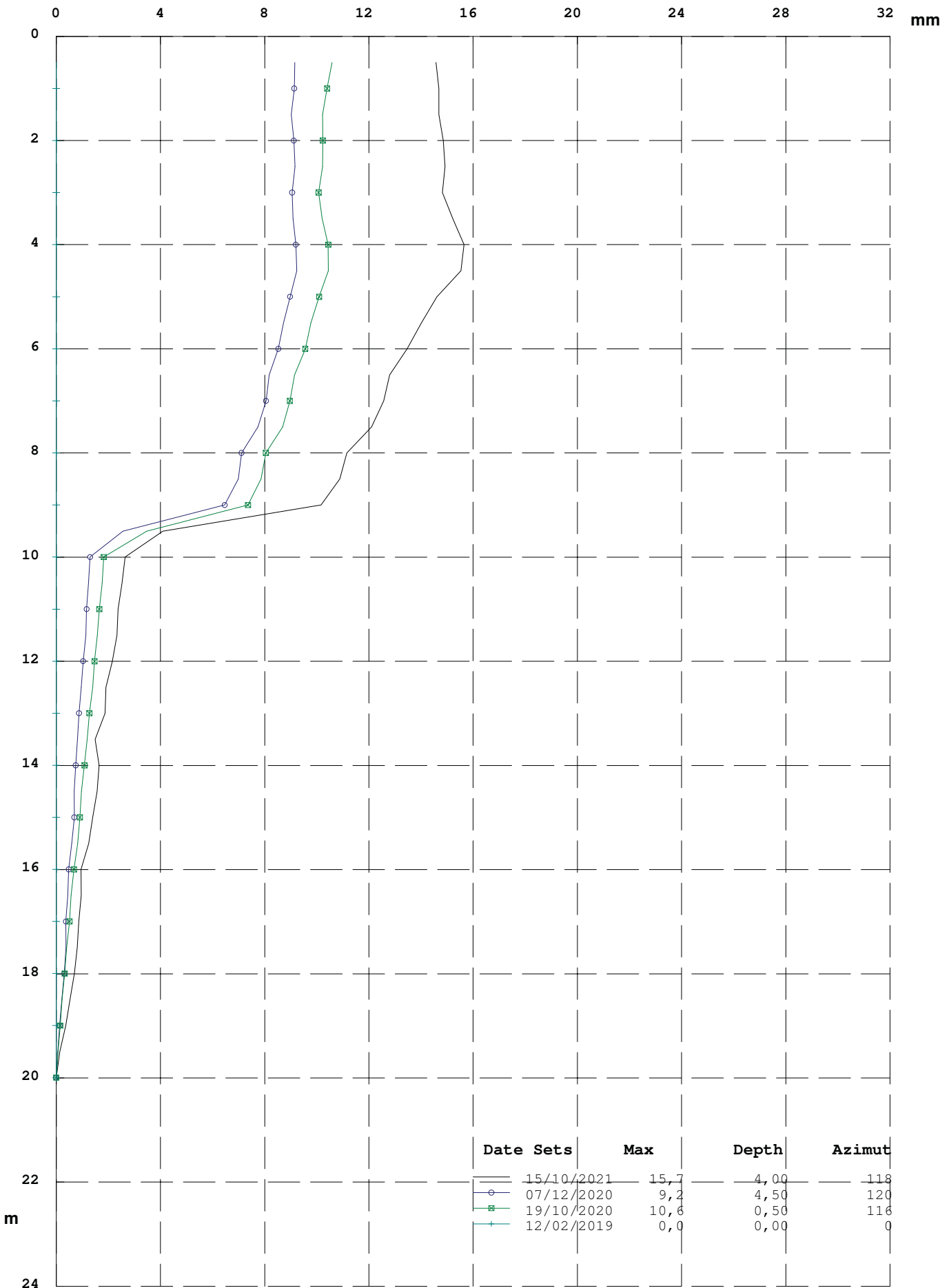
Geol. Rita Nardi

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S1nord

Id: S1nord



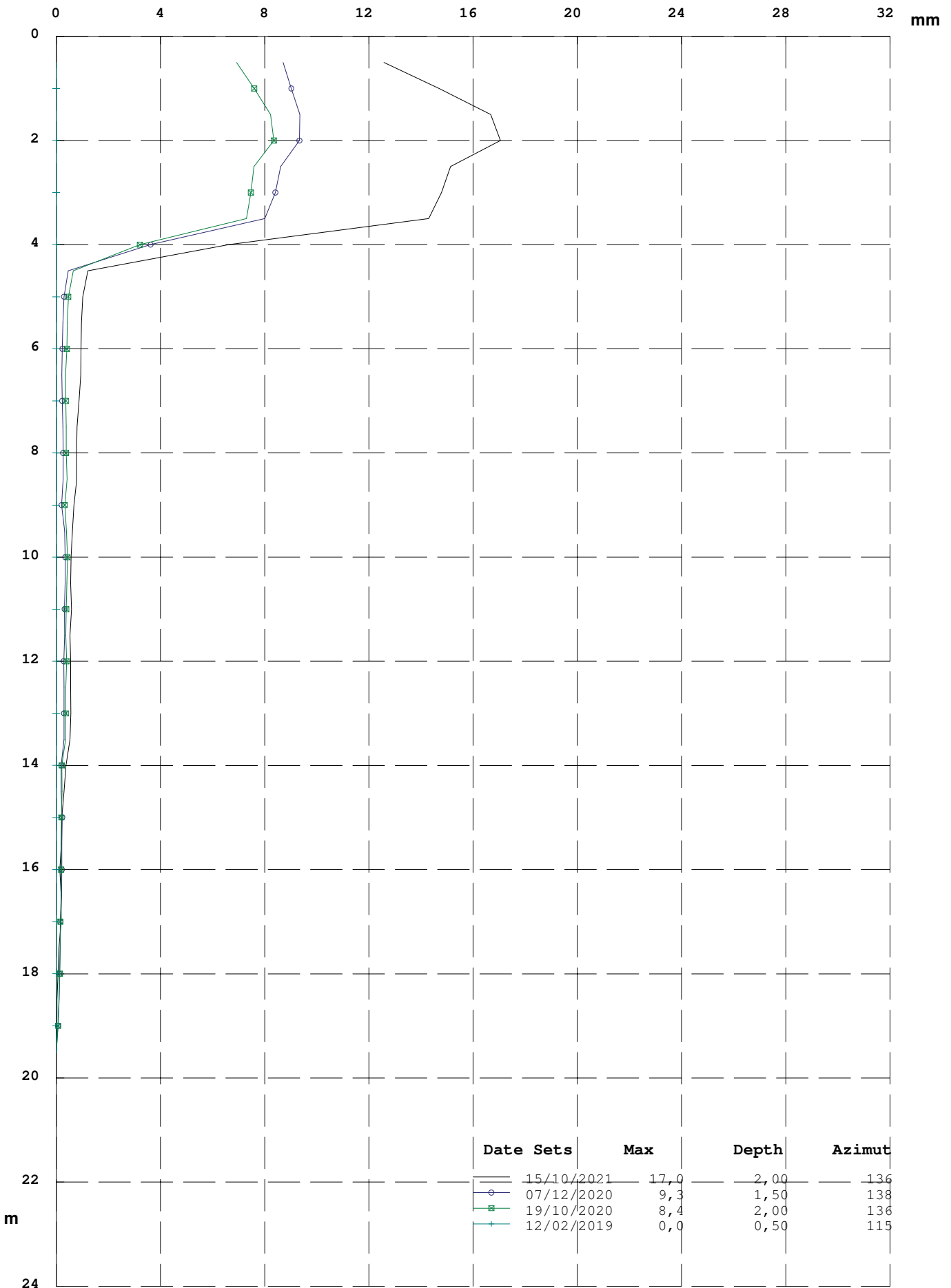
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S2sopra

Id : S2sopra



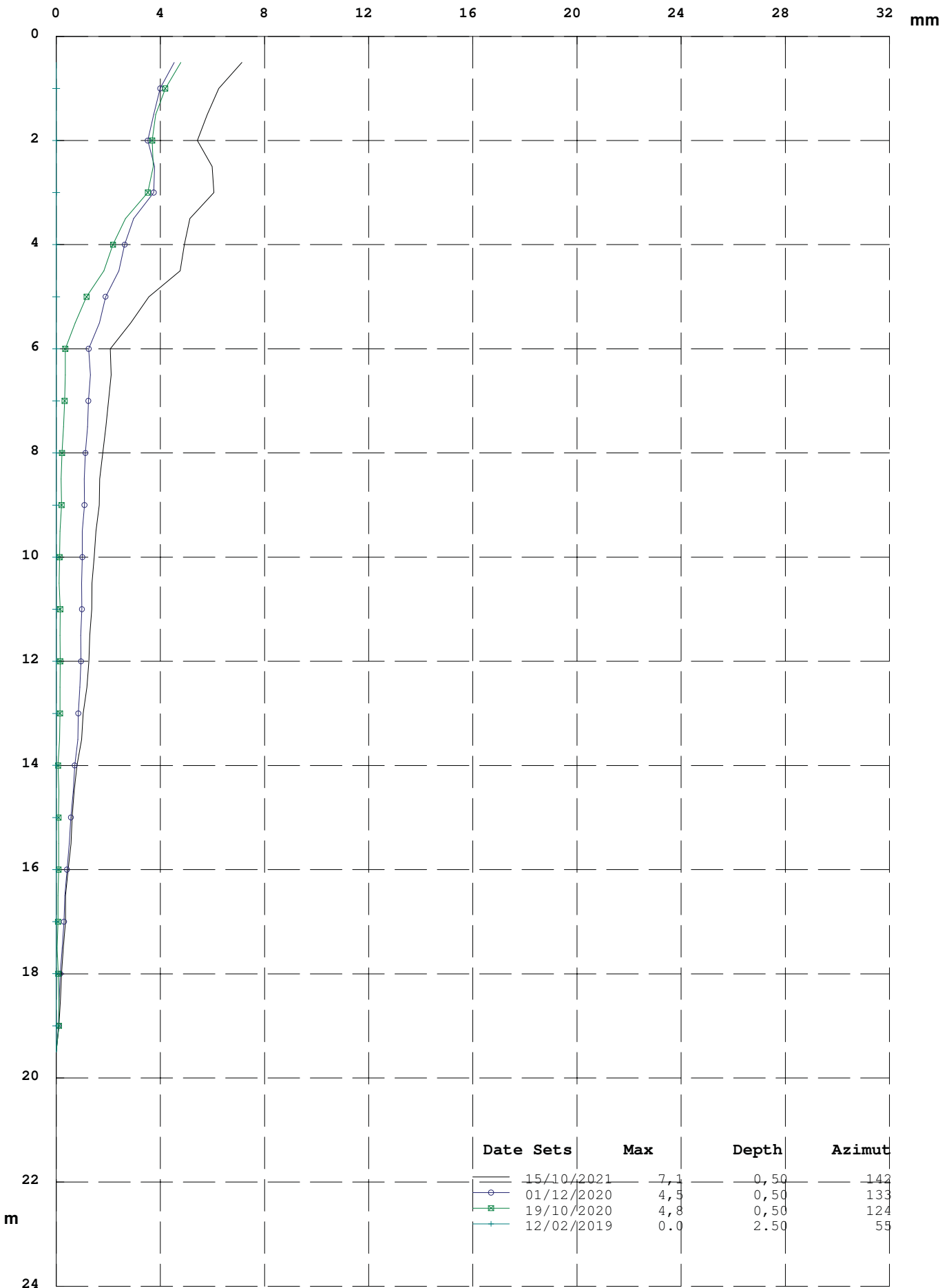
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S3sud

Id : S3sud



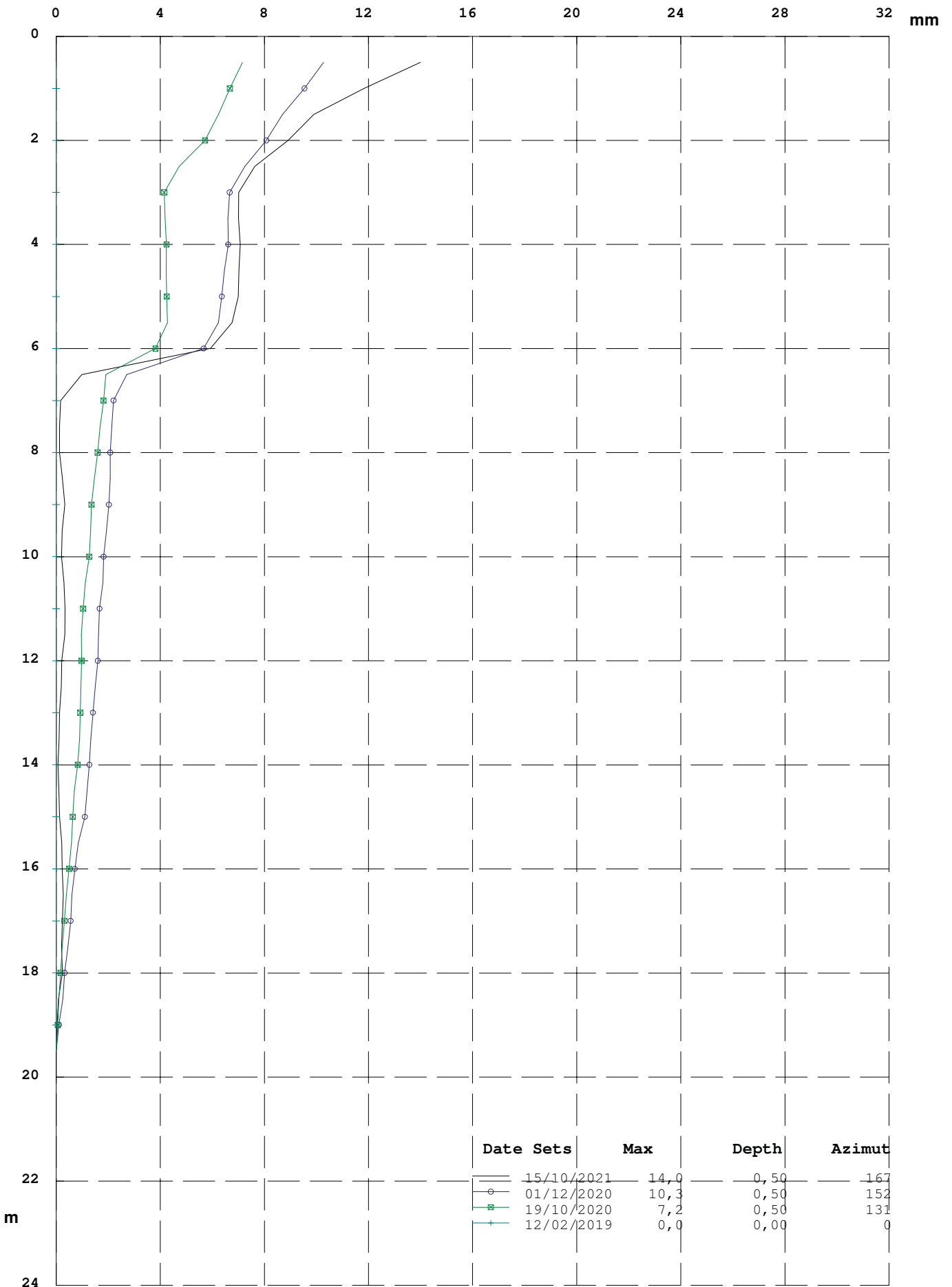
Processed in respect of origin of 12/02/2019

RESULTING (Cumulative Displacement)

Zone : LeCelle LeCelle

Pipe : S4sotto

Id : S4sotto



Processed in respect of origin of 12/02/2019



PROVINCIA DI SIENA

SP 35 c Radicondoli - Loc. Sesta- Le Celle

RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN CONTINUO (PRIMO RAPPORTO- 5 GIUGNO 2020)

Premessa

Il monitoraggio del sistema estensimetrico installato sulla sp 35c in Loc. Sesta - Le Celle, in funzione con alcune limitazioni, fin da maggio 2014, ha evidenziato inizialmente un movimento continuo con velocità massime comprese tra 1 e 3.5 mm/giorno e con una ripresa più decisa tra febbraio ed aprile 2015 (valori medi di 2.5mm/giorno con punte di oltre 10mm/giorno) legata in maniera evidente ad un periodo di elevata piovosità. Invece a partire da aprile 2015 fino al gennaio 2018, data in cui è stato interrotto, ha messo in evidenza una fase di quiescenza del movimento.

Il periodo di monitoraggio ha permesso di mettere in relazione l'andamento del movimento con i dati di piovosità registrati giornalmente dalla stazione meteo Pavone, prossima al sito d'interesse; è emersa l'opportunità di alzare il livello di guardia in presenza di episodi piovosi di intensità superiore a 60 mm/g, soprattutto in periodi con piogge abbastanza continue (indicativamente due mesi consecutivi con cumulati dell'ordine di 200 mm/mese).

In occasione del progetto dei lavori di sistemazione del movimento franoso, iniziato nel 2019, nell'area di frana, sono stati installati 4 inclinometri ed iniziato un ciclo di tre letture dal 12/02/2019 al 16/05/2019. Il monitoraggio è continuato poi con la previsione di effettuare altre 6 misure, ad oggi ne sono state effettuate 2 : una l' 11/12/2019 ed una il 3/02/2020 che hanno evidenziato una ripresa del movimento con spostamenti comunque subcentimetrici.

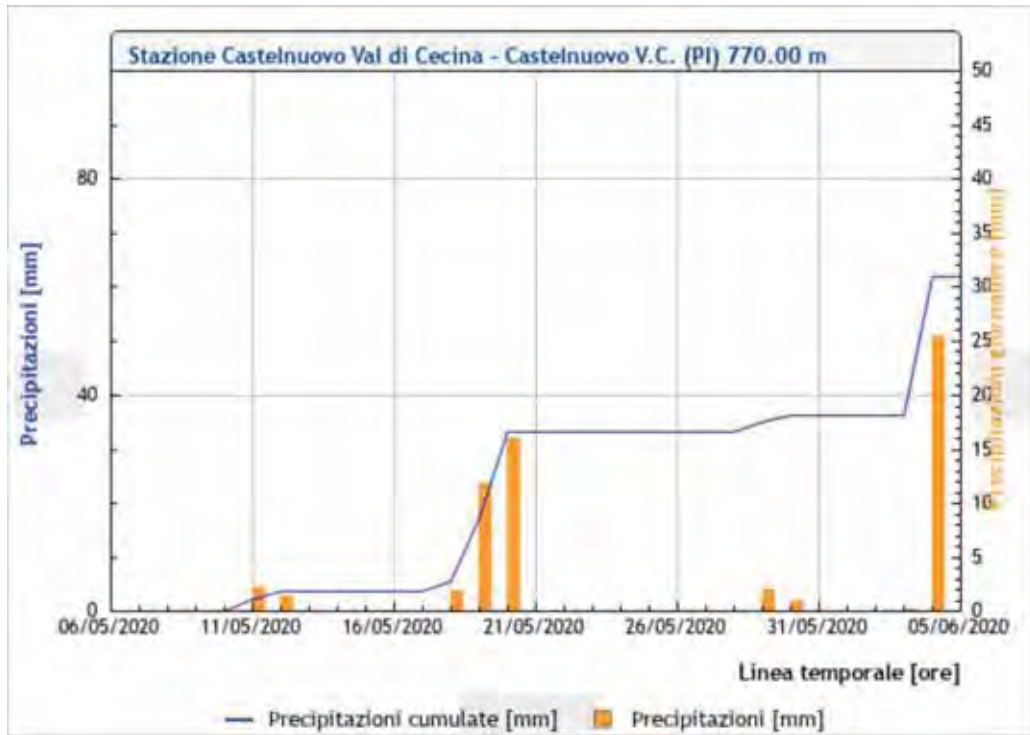
Alla luce dei risultati è stato deciso di riattivare il sistema di allarme e monitoraggio in continuo mediante revisione totale delle apparecchiature da parte di Tecno Penta s.r.l. che ha provveduto ad un primo intervento in data 19/05/2020 come da rapporto tecnico inviato al quale si fa riferimento.

A partire da tale data, anche se il sistema on-off legato al semaforo (sistema di allarme) non è stato ancora attivato, è di nuovo possibile monitorare l'andamento degli estensimetri on-line.

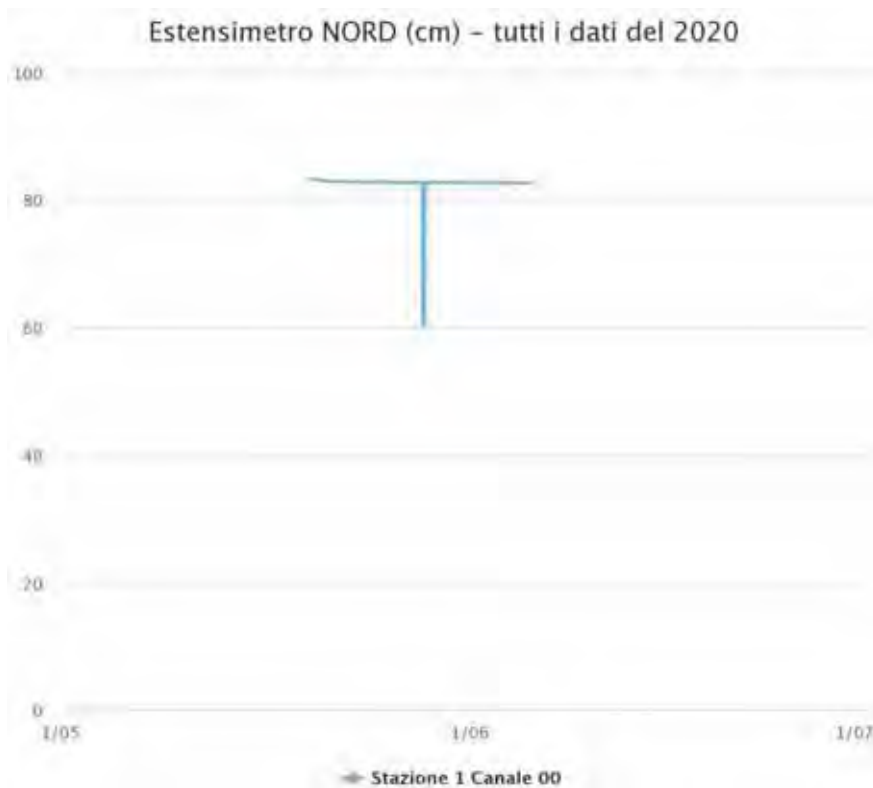
Dati osservabili dall'esame del monitoraggio on line

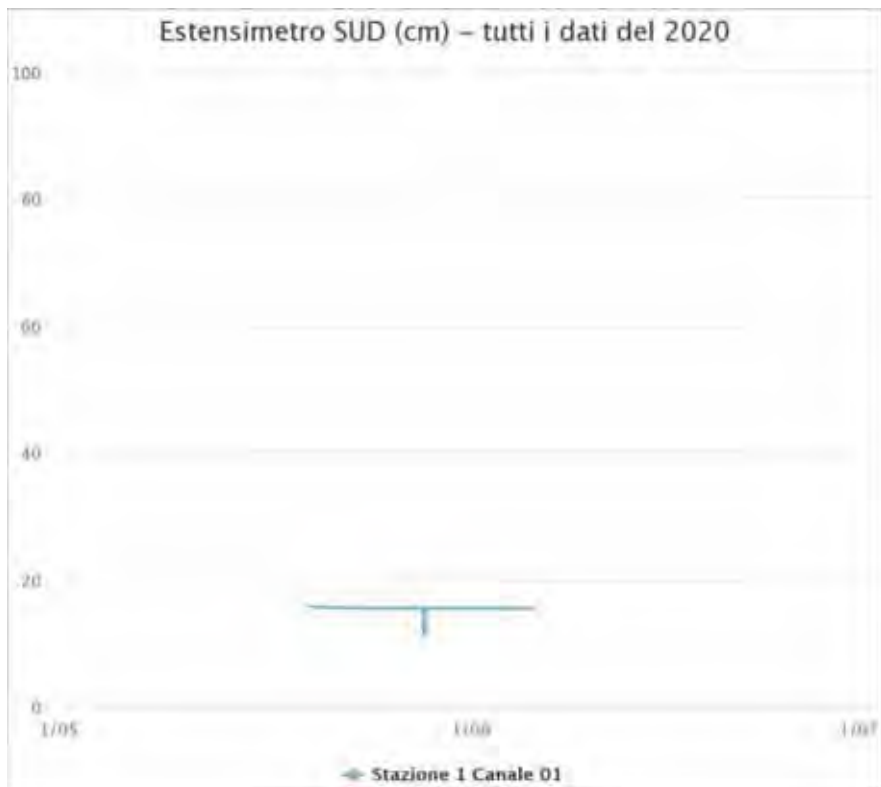
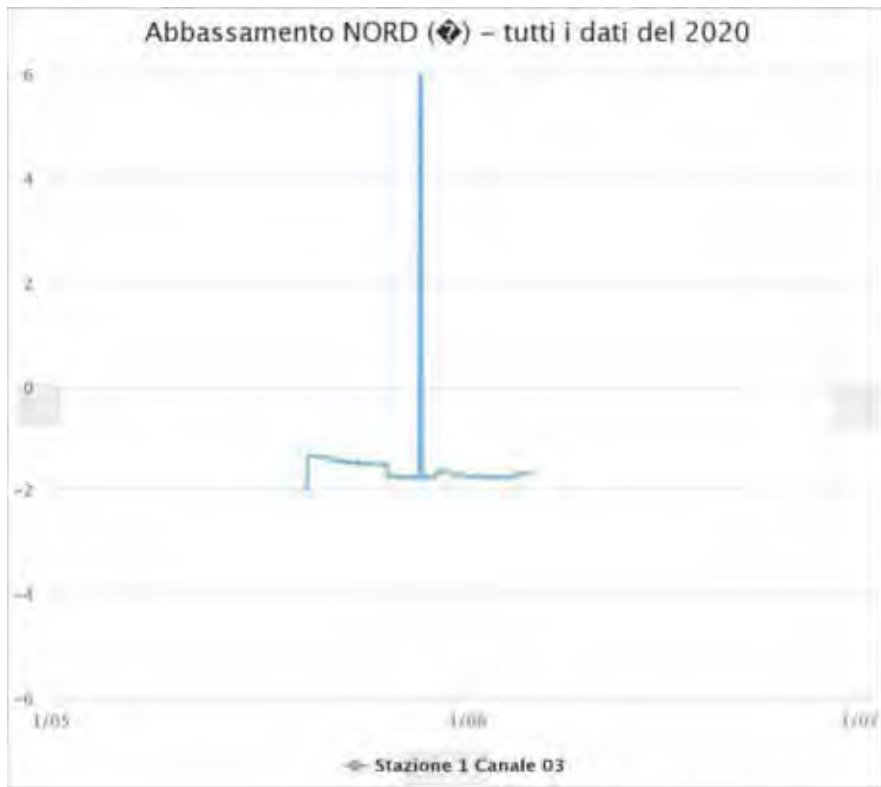
Il rapporto di monitoraggio riguarda il periodo dal 19/05/2020 al 05/06/2020 ed ha soprattutto lo scopo di verificare se il sistema funziona regolarmente.

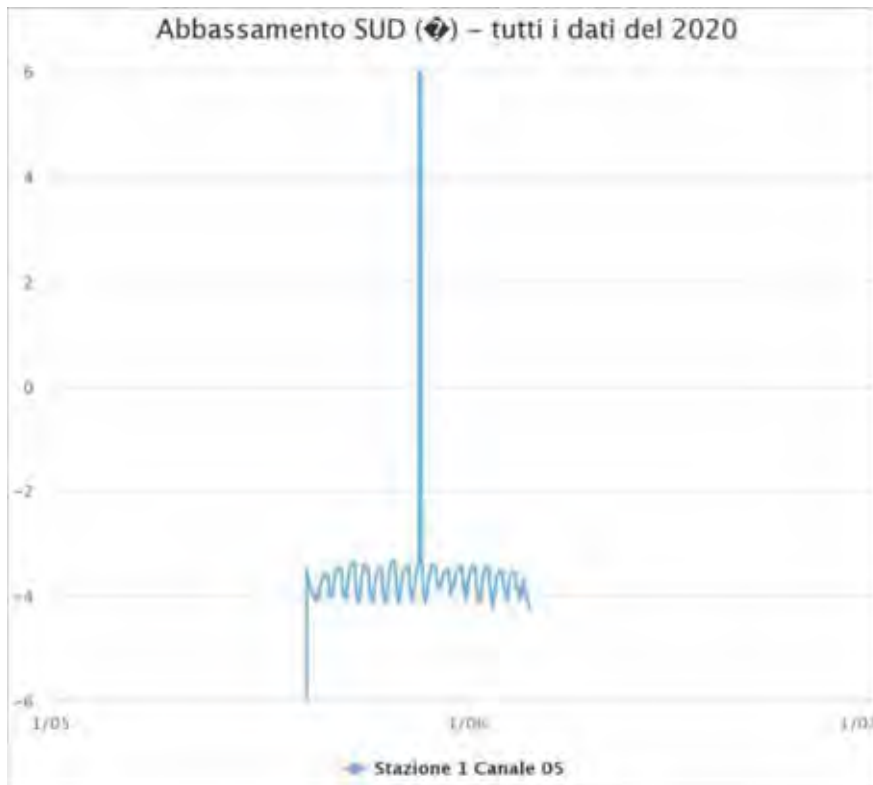
Sono presi in considerazione i dati pluviometrici del SIR Toscana per la stazione Castelnuovo Val di Cecina (TOS11000056) relativi al periodo 06/05/2020-05/05/2020 che riportano un cumulato totale di 61.8 mm con cumulato massimo giornaliero di 25 mm del 5 giugno.



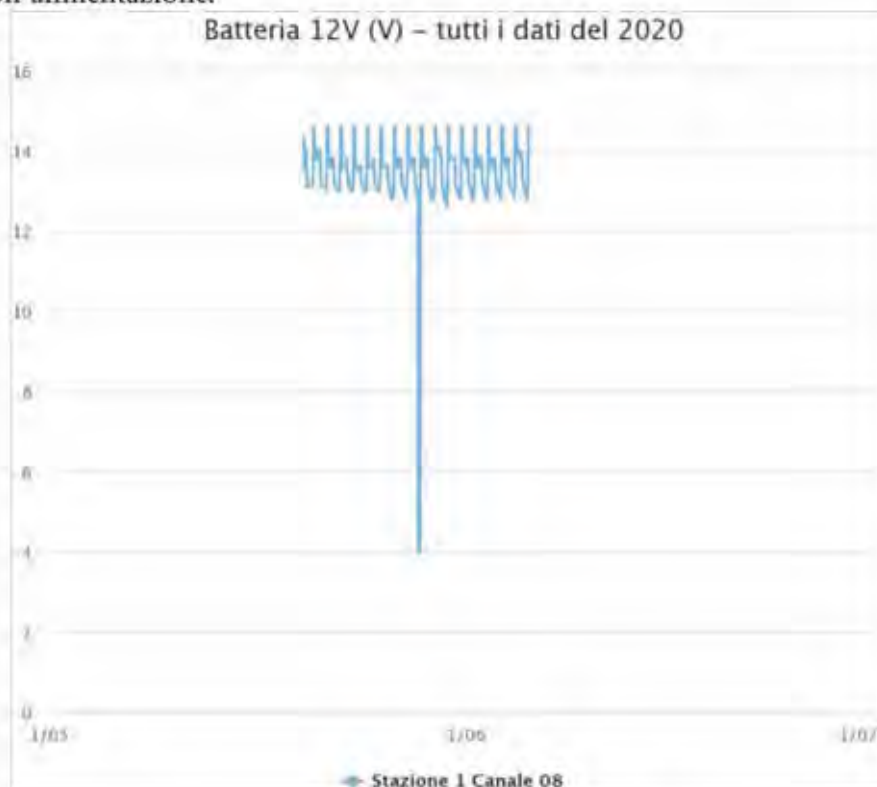
Sensori su strada







Nel breve periodo considerato non si registrano spostamenti significativi, in entrambi i sensori si segnala un'anomalia temporanea, sia negli estensimetri che negli abbassamenti, corrispondente alla giornata del 28 maggio; osservando l'andamento della batteria 12V si conclude che ci sia stato un problema di non alimentazione.



Sensori nel bosco

Come comunicato da Tecnopenta in sensore S1 corrisponde al “Bosco nord”, il sensore S2 al “Bosco sud”



Su entrambi i sensori non si registrano spostamenti significativi e non si segnalano anomalie.

NARDI RITA
05.06.2020 11:07:27 UTC





PROVINCIA DI SIENA

SP 35 c Radicondoli - Loc. Sesta- Le Celle

RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN CONTINUO (SECONDO RAPPORTO- 11 SETTEMBRE 2020)

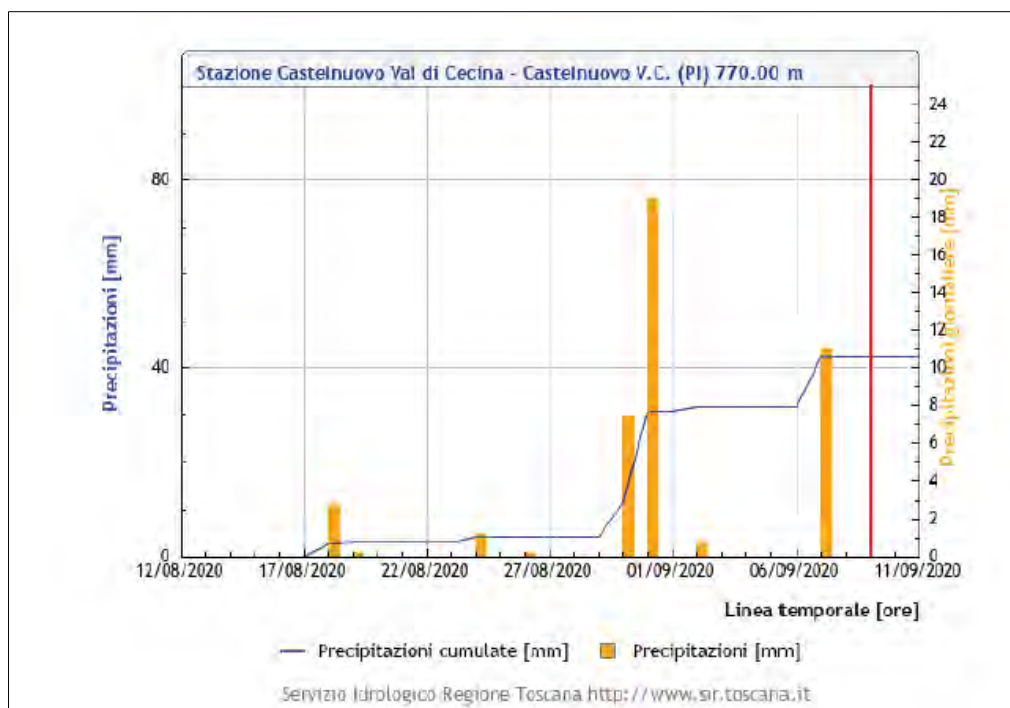
Premessa

Il presente rapporto rappresenta il secondo di un totale di quattro annui previsti per il 2020 in seguito al ripristino del sistema di monitoraggio on-line attivo presso la SP 35 c in Loc. Sesta-Le Celle. Il precedente rapporto a cui si fa riferimento risale al 5 giugno scorso.

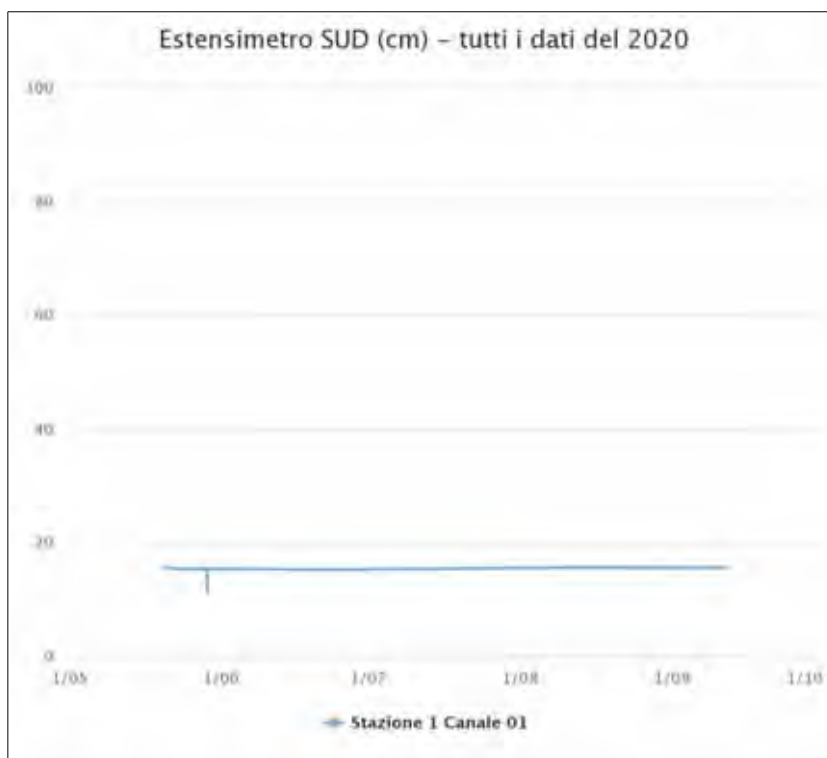
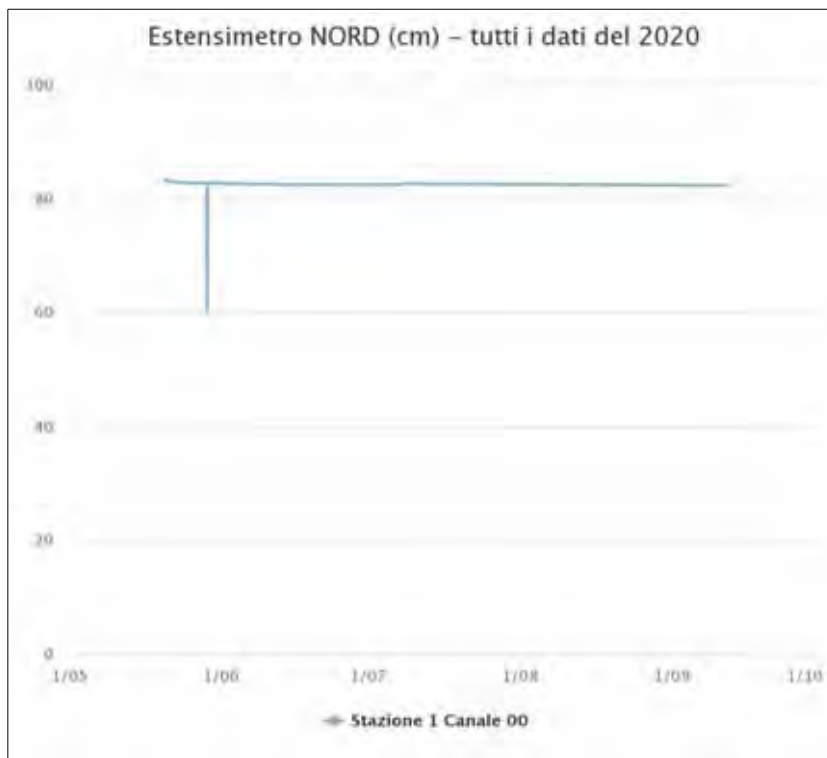
Dati osservabili dall'esame del monitoraggio on line

Il rapporto di monitoraggio riguarda il periodo dal 19/05/2020 al 11/09/2020.

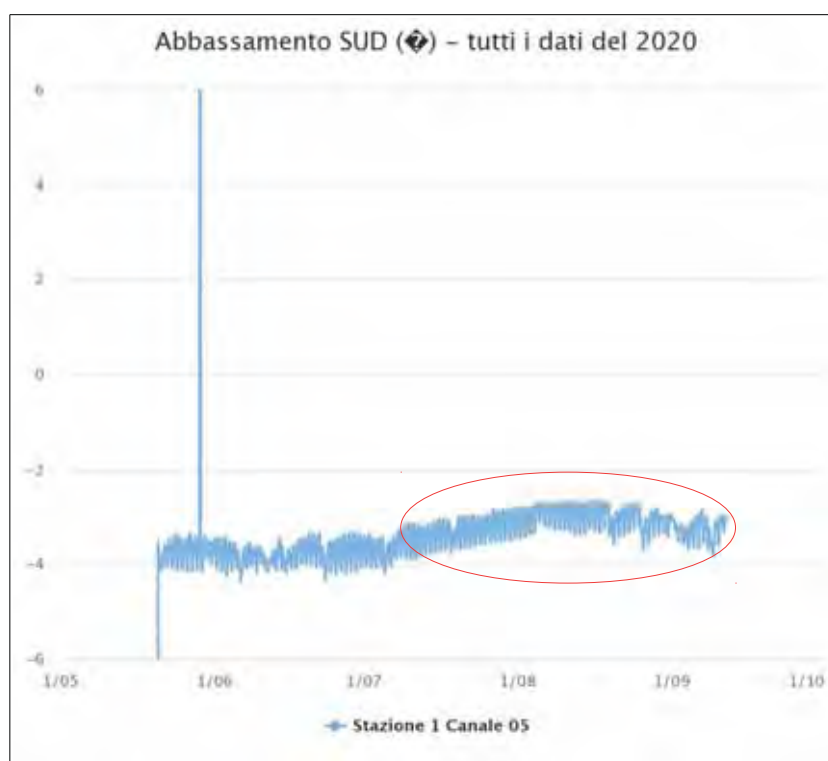
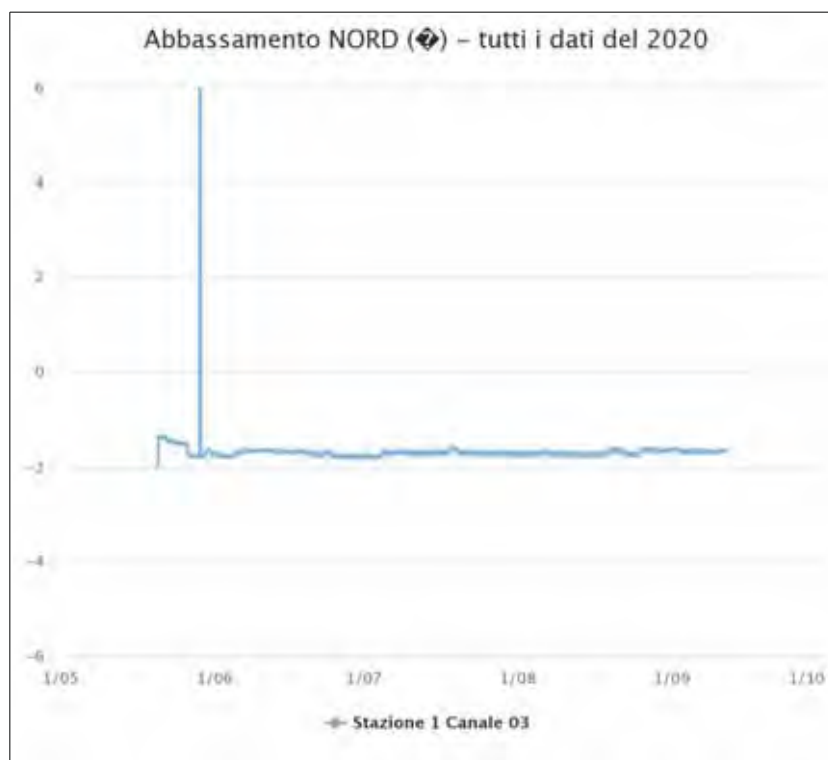
Sono presi in considerazione i dati pluviometrici del SIR Toscana per la stazione Castelnuovo Val di Cecina (TOS11000056) relativi all'ultimo mese, dal 12/08/2020 all' 11/09/2020 che riportano un cumulato totale di 42.6 mm con cumulato massimo giornaliero di 30.8 mm del 31 agosto.



Sensori su strada



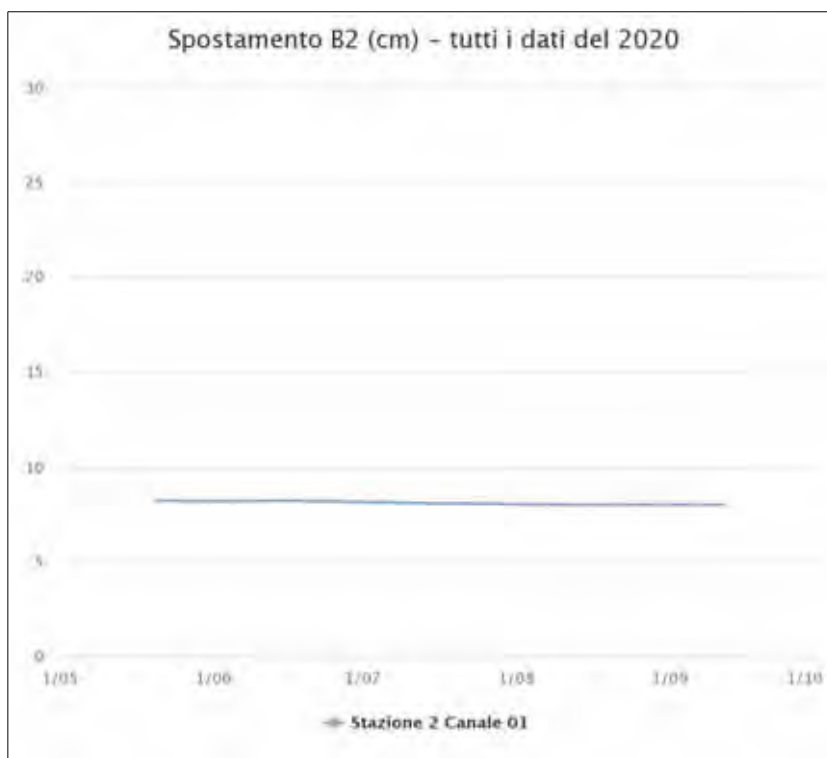
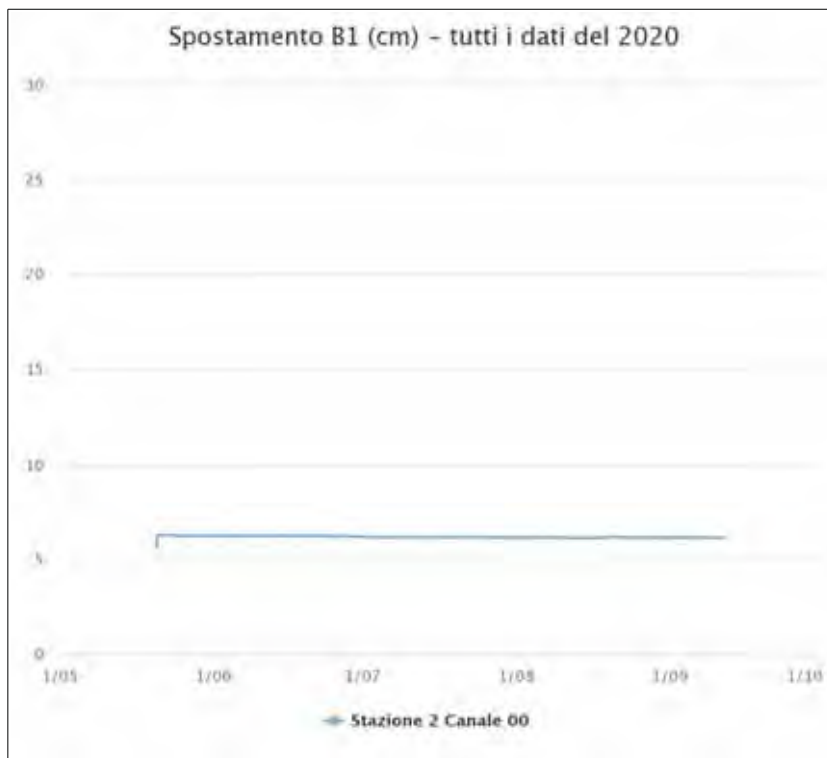
Nel periodo considerato non si registrano spostamenti significativi



Per quanto riguarda l'abbassamento nord non si registrano spostamenti significativi, per quanto riguarda invece l'abbassamento sud, già in data 10 agosto esra stato segnalato che a partire dai primi di luglio il sensore evidenziava un trend in risalita che ha raggiunto il suo massimo il 4 agosto per poi stabilizzarsi fino al 19 agosto; dal 19 agosto la curva seppur con andamento più irregolare sembra tendere ad abbassarsi. Ad oggi non è chiara la causa di questo andamento particolare che si registra solo in questo sensore che dovrà essere tenuto sotto osservazione.

Sensori nel bosco

Come comunicato da Tecnopenta in sensore S1 corrisponde al “Bosco nord”, il sensore S2 al “Bosco sud”



Su entrambi i sensori non si registrano spostamenti significativi e non si segnalano anomalie.

Conclusioni

L'osservazione del sistema di monitoraggio attivo a partire dal 19/05 in generale non mette in evidenza spostamenti significativi. Fa eccezione il sensore abbassamento sud che a partire dai primi di agosto mostra un trend in risalita piuttosto evidente che potrebbe segnalare un movimento in controtendenza rispetto al resto dei sensori. D'altra parte se si confronta quanto rilevato con i risultati del monitoraggio inclinometrico in atto si deve evidenziare che quest'ultimo a partire dalla misura dell'11 dicembre 2019 segnala una ripresa del movimento seppur con spostamenti subcentimetrici. Vale la pena di sottolineare che l'ultima misura inclinometrica eseguita il 20 agosto scorso ha permesso di rilevare per la prima volta la presenza di uno spostamento evidente sull'inclinometro S3 a circa 5 m di profondità. Tale inclinometro è prossimo al sensore abbassamento sud per il quale si è segnalato l'andamento irregolare da correlare con un possibile movimento.



PROVINCIA DI SIENA

SP 35 c Radicondoli - Loc. Sesta- Le Celle

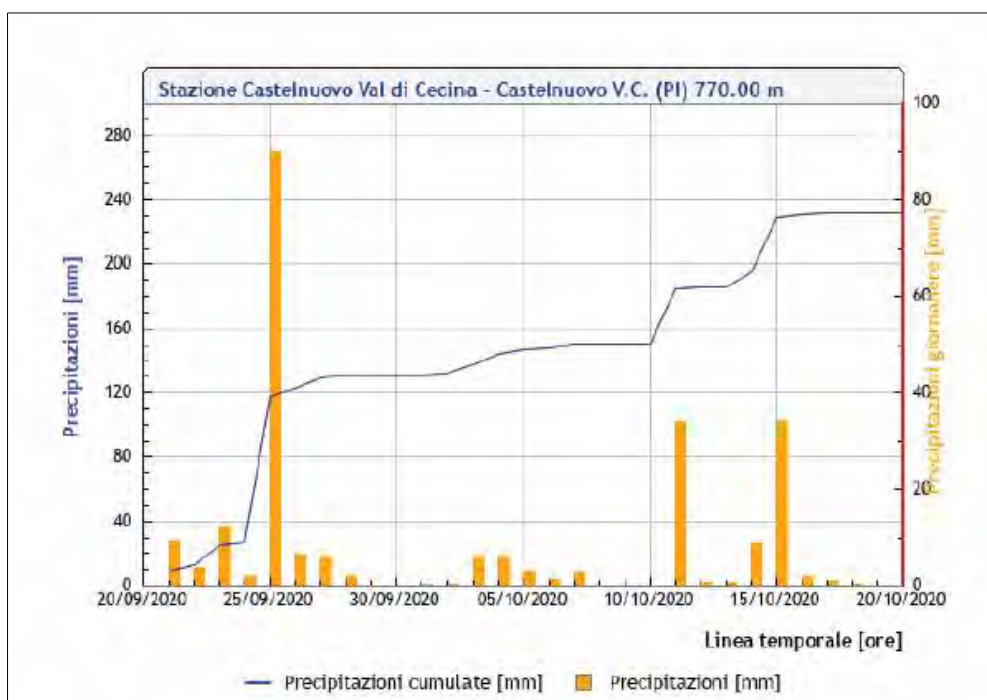
RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN CONTINUO (TERZO RAPPORTO- 20 OTTOBRE 2020)

Premessa

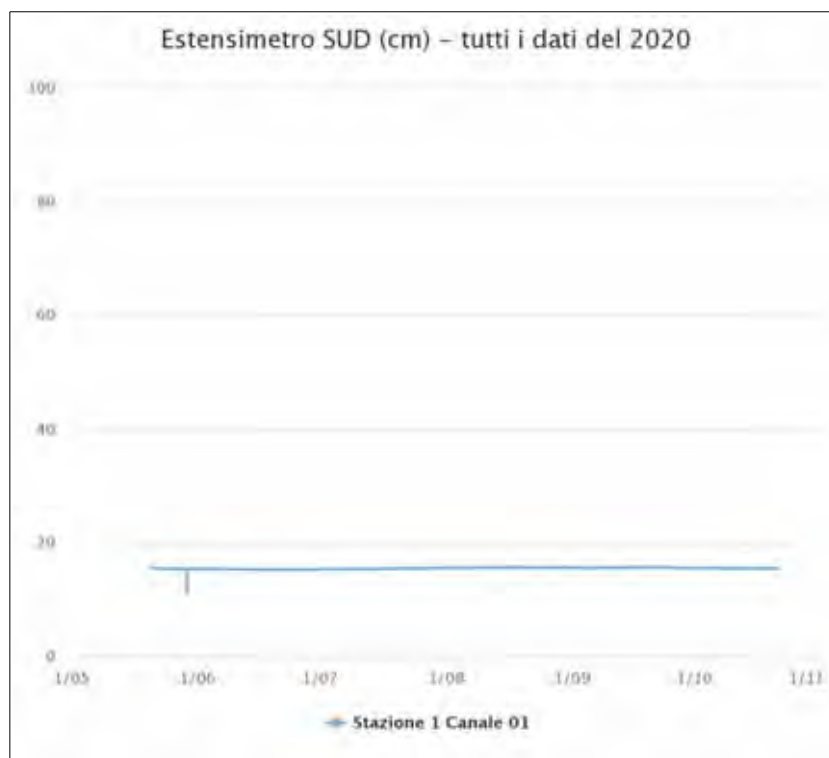
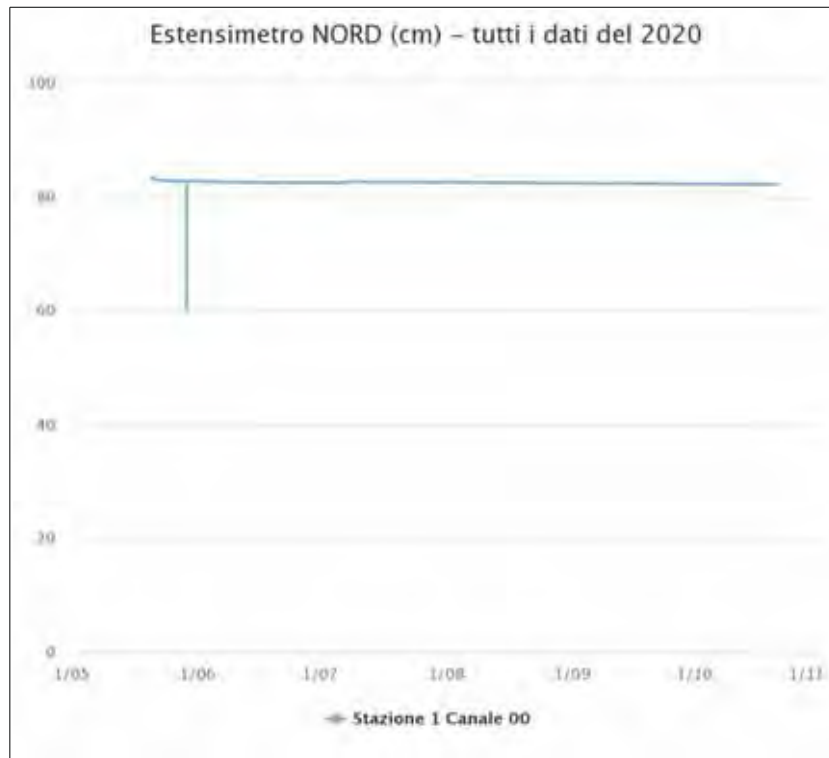
Il presente rapporto rappresenta il terzo di un totale di quattro annui previsti per il 2020 in seguito al ripristino del sistema di monitoraggio on-line attivo presso la SP 35 c in Loc. Sesta-Le Celle. Il precedente rapporto a cui si fa riferimento risale all'11 settembre scorso.

Dati osservabili dall'esame del monitoraggio on line

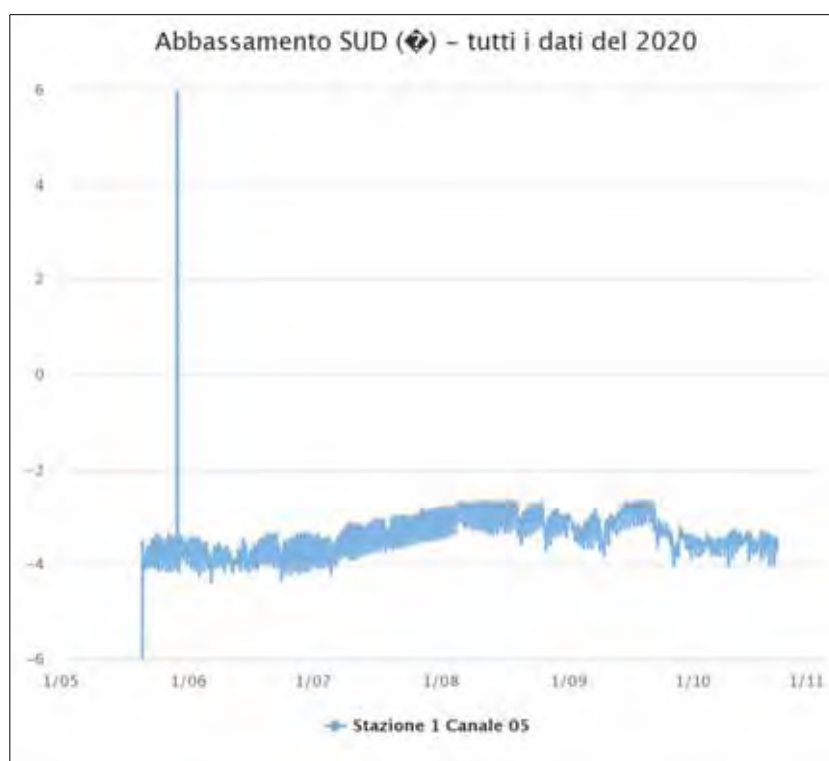
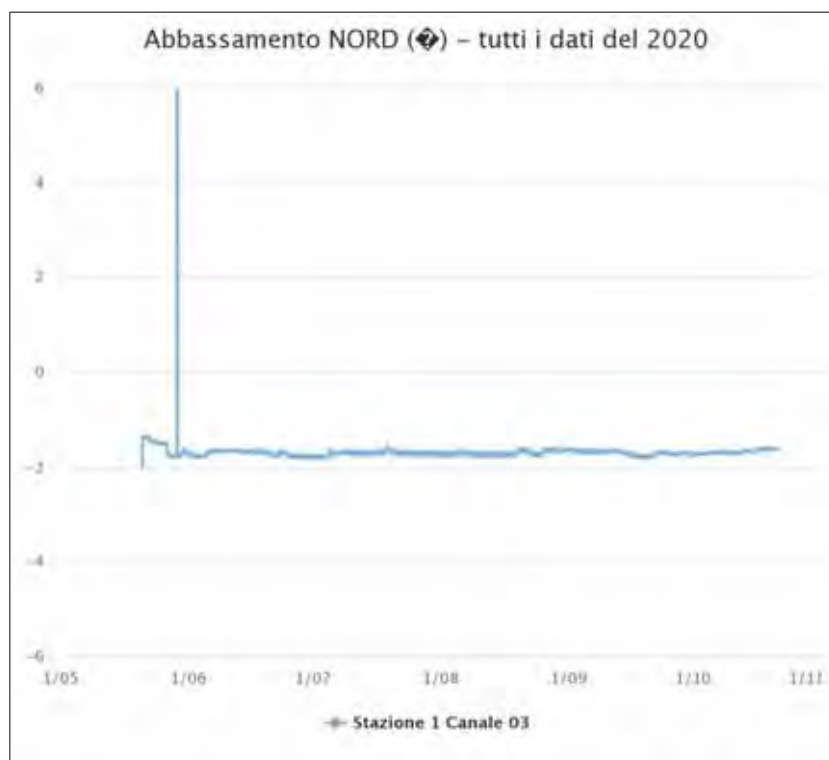
Il rapporto di monitoraggio riguarda il periodo dal 19/05/2020 al 20/10/2020
Sono presi in considerazione i dati pluviometrici del SIR Toscana per la stazione Castelnuovo Val di Cecina (TOS11000056) relativi all'ultimo mese, dal 20/09/2020 al 20/10/2020 che riportano un cumulato totale di 231.88 mm con cumulato massimo giornaliero di 90 mm del 25 settembre.



Sensori su strada



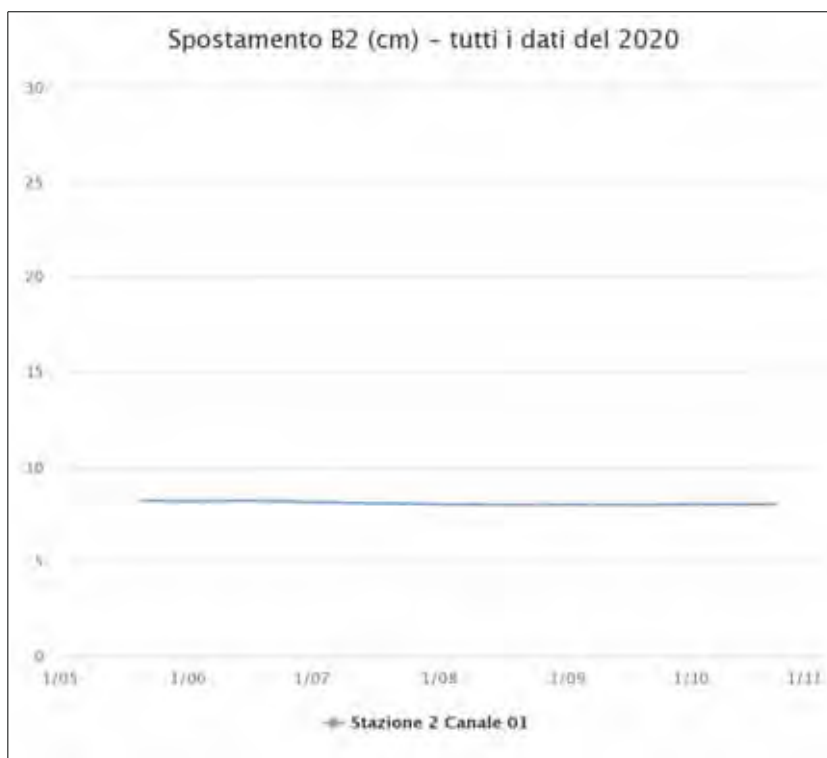
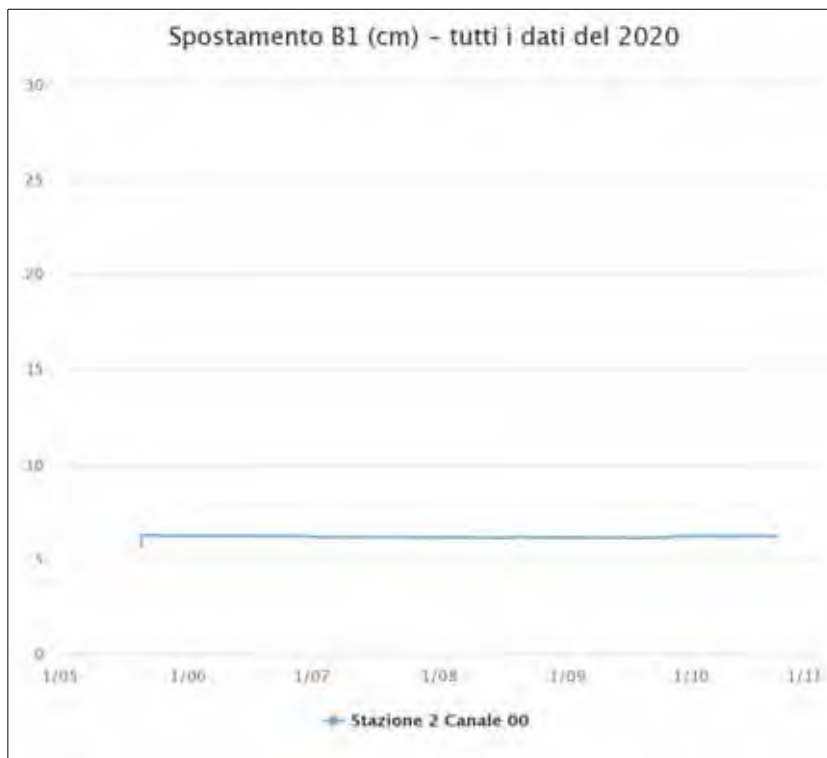
Nel periodo considerato non si registrano spostamenti significativi



Per quanto riguarda l'abbassamento nord non si registrano spostamenti significativi. Per quanto riguarda l'abbassamento sud, il trend in risalita tra i primi di luglio ed il 19 agosto, con massimo in data 4 agosto, è terminato e si registrano di nuovo valori paragonabili al periodo precedente. Ad oggi non è stata chiarita la causa di questo andamento particolare.

Sensori nel bosco

Come comunicato da Tecnopenta in sensore S1 corrisponde al “Bosco nord”, il sensore S2 al “Bosco sud”



Su entrambi i sensori non si registrano spostamenti significativi e non si segnalano anomalie.

Conclusioni

L'osservazione del sistema di monitoraggio, attivo a partire dal 19/05, in generale non mette in evidenza spostamenti significativi. L'andamento del sensore abbassamento sud che a partire dai primi di luglio mostrava un trend in risalita è rientrato su valori lievemente superiori ma paragonabili a quelli del periodo precedente. Le cause di questo andamento non sono chiare e non è possibile confermare il legame ipotizzato con il movimento rilevato dalle misure inclinometriche sul tubo S3.

In generale vanno comunque tenuti in considerazione due fattori:

1. Nonostante i sensori non rilevino movimenti significativi, il ciclo di misure inclinometriche effettuate a partire dall'11 dicembre 2019 mette in evidenza una tendenza alla ripresa del movimento anche se con spostamenti subcentimetrici. Le ultime due misure di agosto e ottobre individuano inoltre nuovi movimenti a diverse profondità sui tubi S2 e S3 rendendo conto della complessità del corpo di frana.

2. L'ultimo mese trascorso ha fatto registrare (nella Stazione pluviometrica CastelnuovoVal di Cecina) un cumulo di pioggia totale di 231.88 mm con massimo giornaliero di 90 mm solo per la giornata del 25 settembre. Tali valori sono paragonabili o addirittura superiori ai "valori soglia" indicati sulla base della cronistoria del monitoraggio a partire dal maggio 2014 pari rispettivamente a 200 mm/mese e 60 mm/giorno.

Sarebbe auspicabile poter disporre di uno o più nuovi piezometri in area di frana per tenere sotto controllo, unitamente agli spostamenti, il livello piezometrico attualmente non monitorabile.



PROVINCIA DI SIENA

SP 35 c Radicondoli - Loc. Sesta- Le Celle

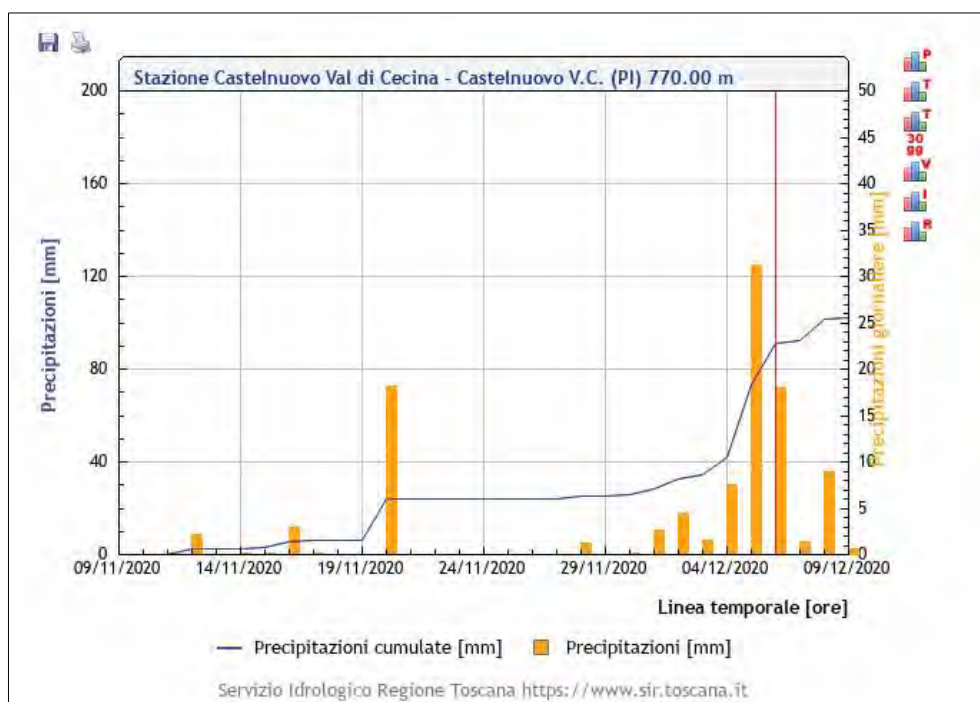
RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN CONTINUO (QUARTO RAPPORTO- 09 DICEMBRE 2020)

Premessa

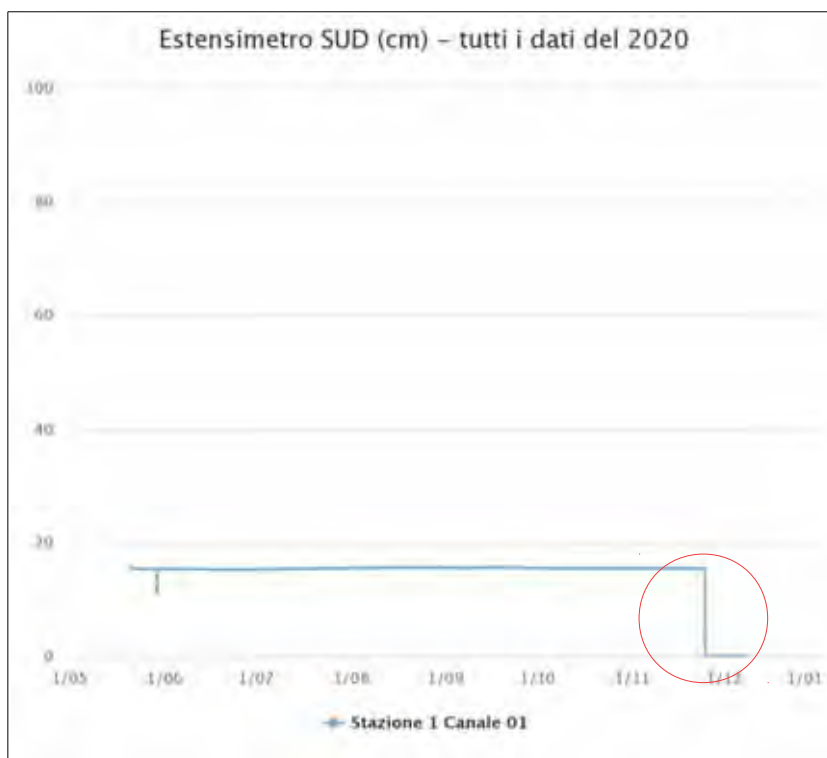
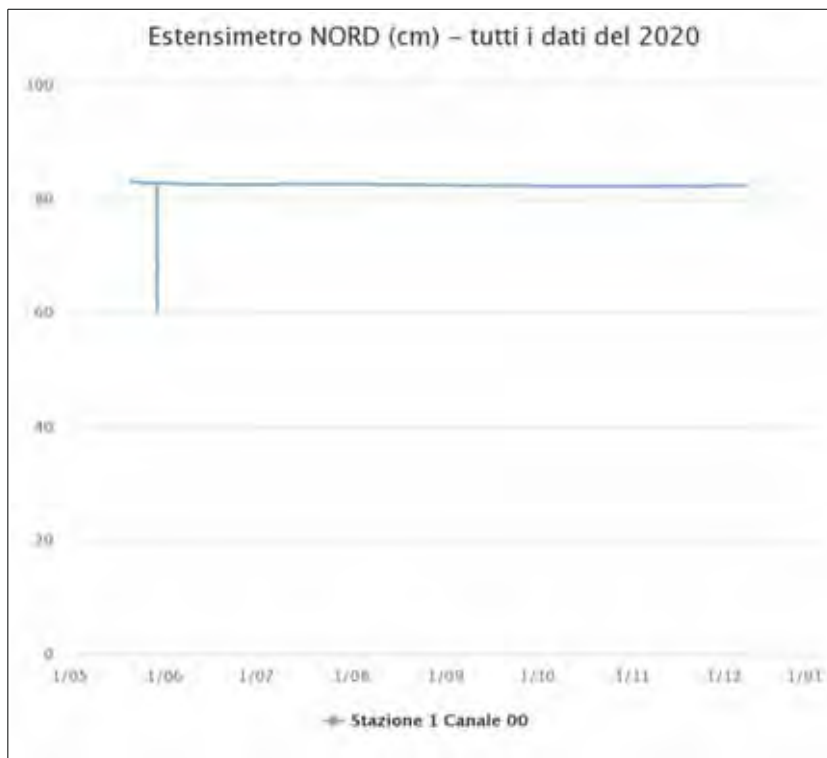
Il presente rapporto rappresenta l'ultimo di quattro annui previsti per il 2020 in seguito al ripristino del sistema di monitoraggio on-line attivo presso la SP 35 c in Loc. Sesta-Le Celle. Il precedente rapporto a cui si fa riferimento risale al 20 ottobre scorso.

Dati osservabili dall'esame del monitoraggio on line

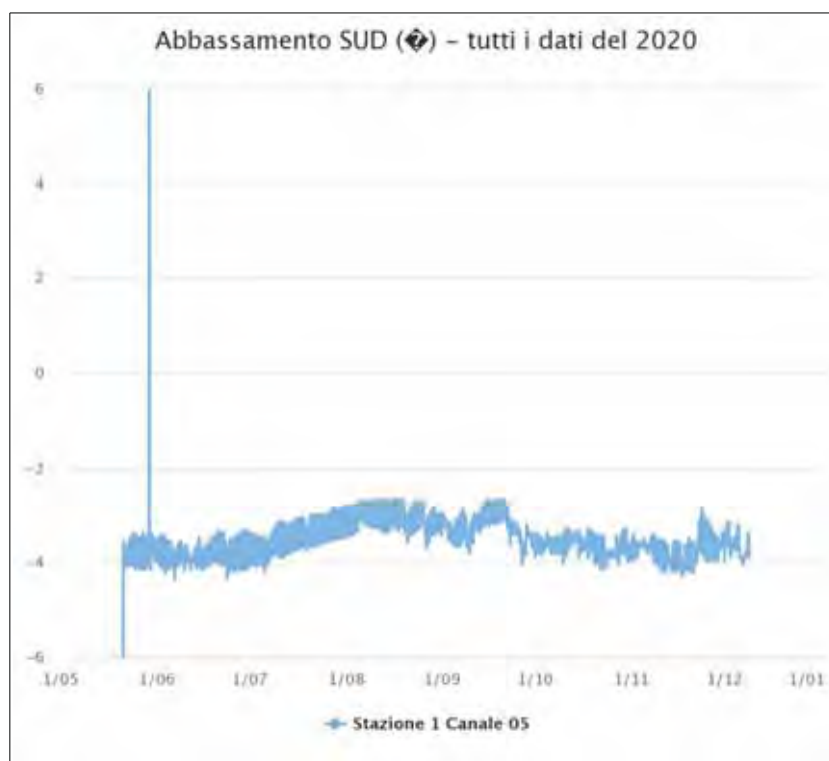
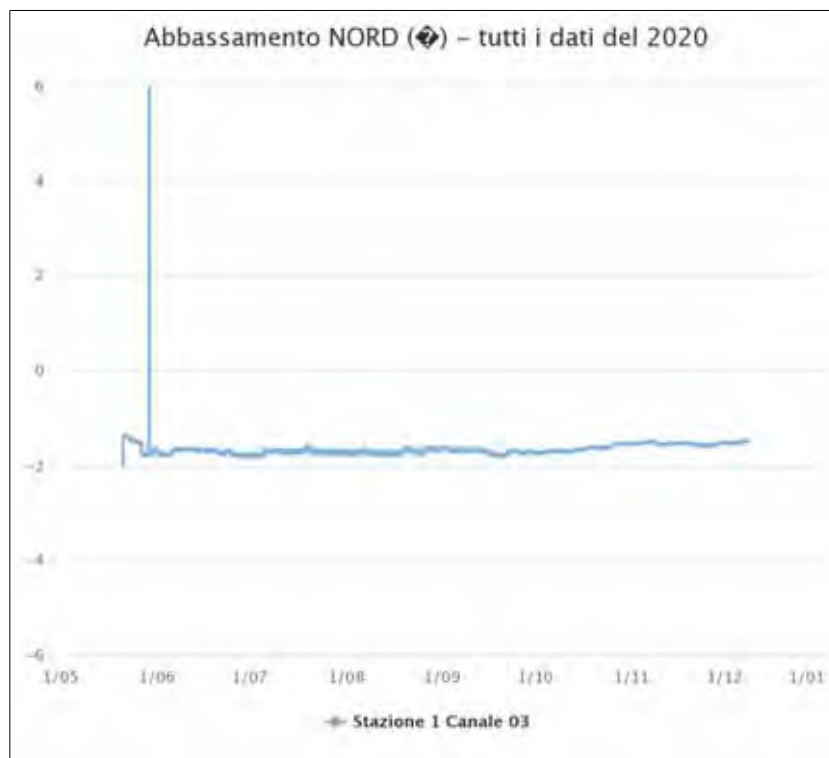
Il rapporto di monitoraggio riguarda il periodo dal 19/05/2020 al 09/12/2020. Sono presi in considerazione i dati pluviometrici del SIR Toscana per la stazione Castelnuovo Val di Cecina (TOS11000056) relativi all'ultimo mese, dal 09/11/2020 al 09/12/2020 che riportano un cumulado totale di 102 mm con massimo giornaliero di 31.2 mm del 05 dicembre.



Sensori su strada



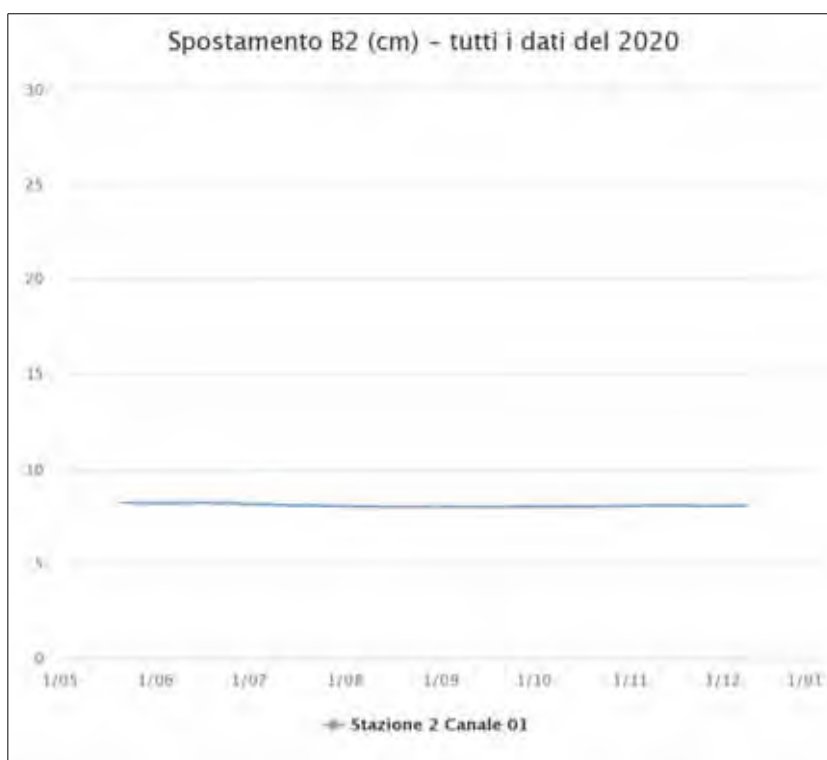
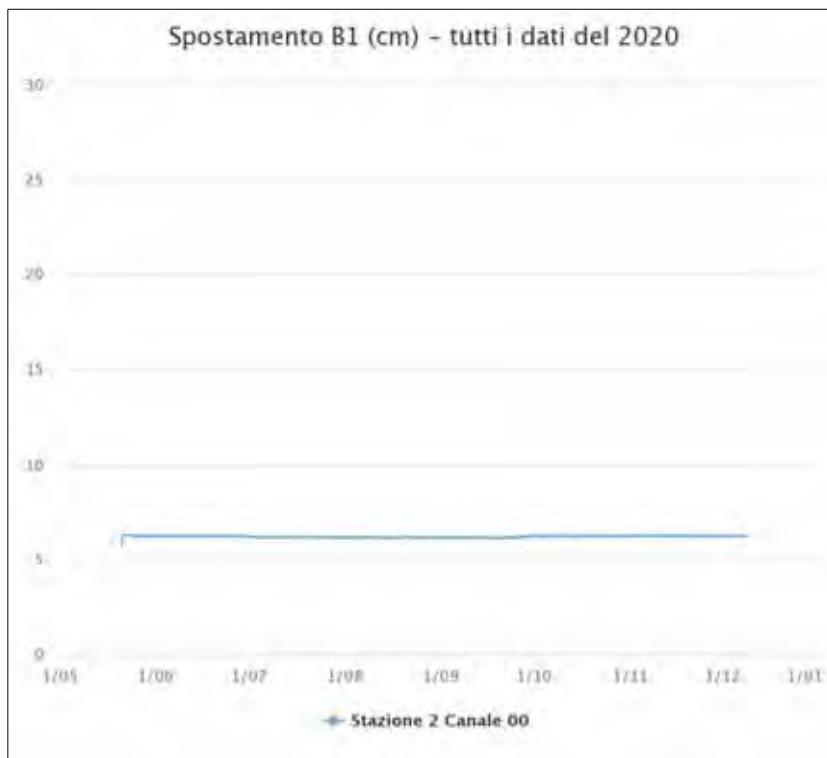
Nel periodo considerato non si registrano spostamenti significativi sull'estensimetro nord. L'estensimetro sud in data 23 novembre ha presentato un problema e attualmente risulta fuori uso.



Per quanto riguarda l'abbassamento nord non si registrano spostamenti significativi, si osserva comunque un trend in salita a partire da circa metà ottobre che merita di continuare ad essere valutato. Per quanto riguarda l'abbassamento sud, il trend in risalita tra i primi di luglio ed il 19 agosto, con massimo in data 4 agosto, sembrava terminato nel rapporto precedente; ad oggi non si registra una risalita dell'entità di quella dell'estate scorsa ma risulta comunque in crescita, in ogni caso merita anche questo una valutazione continua.

Sensori nel bosco

Come comunicato da Tecnopenta in sensore S1 corrisponde al “Bosco nord”, il sensore S2 al “Bosco sud”



Su entrambi i sensori non si registrano spostamenti significativi e non si segnalano anomalie.

Conclusioni

L'osservazione del sistema di monitoraggio, attivo a partire dal 19/05, in generale non mette in evidenza spostamenti significativi.

In questa fase l'attenzione deve essere rivolta ai sensori abbassamento sulla sede stradale. L'abbassamento sud aveva fatto registrare un andamento anomalo nel corso dell'estate passata che sembrava rientrato nel rapporto periodico precedente (20 ottobre); attualmente si osserva un inizio di risalita. Anche nell'abbassamento nord si osserva un trend in salita a partire da circa metà ottobre. Questi andamenti particolari meritano di essere tenuti sotto osservazione.

Il sensore "estensimetro sud" su strada ha subito un danno ed a partire dal 23 novembre scorso non è più in grado di registrare. Il danno non sembra imputabile ad un movimento di frana in quanto i sensori a strappo continuano ad essere funzionanti e quindi non sono stati interessati; inoltre le ultime misure inclinometriche eseguite in data 01 e 07 dicembre non indicano una velocizzazione ed un incremento significativo dei movimenti. Preme avvertire che mentre in data 01 dicembre il sistema semaforico era funzionante, in data 07 dicembre era fermo sull'arancio lampeggiante.

I valori di pioggia, tratti dal SIR e registrati dalla stazione pluviometrica Castelnuovo indicano un cumulado mensile di 102 mm con un massimo giornaliero di 31.2 mm registrato il 05 dicembre pertanto siamo su valori inferiori ai "valori soglia" indicati sulla base della cronistoria del monitoraggio a partire dal maggio 2014 pari rispettivamente a 200 mm/mese e 60 mm/giorno che invece erano stati superati nel rapporto periodico di ottobre.



PROVINCIA DI SIENA

SP 35 c Radicondoli - Loc. Sesta- Le Celle

RAPPORTO PERIODICO RELATIVO AL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN CONTINUO (PRIMO RAPPORTO- 10 DICEMBRE 2021)

1. Premessa

Il presente rapporto rappresenta il primo di quattro annui previsti in seguito all' integrazione del sistema di monitoraggio on-line tramite letture su piezometri di Casagrande presso la SP 35 c in Loc. Sesta-Le Celle. Il nuovo impianto è stato installato da Tecnopenta in data 12/10/2021, per le caratteristiche si deve fare riferimento al rapporto tecnico di accompagnamento, inviato nella stessa data. E' stato ritenuto opportuno inviare questo primo rapporto aspettando un periodo piovoso. Riguardo ai dati è stato necessario risalire a quali dei piezometri nominati nella campagna geognostica si riferiscono le letture on-line. Di seguito si riporta la comparazione:

STAZIONE 3 si riferisce a F1 e F2

Livello 0 F2 a 3m
Livello3 F2 a 7m

Livello 2 F1 a 3 m
Livello 1 F1 a 7 m

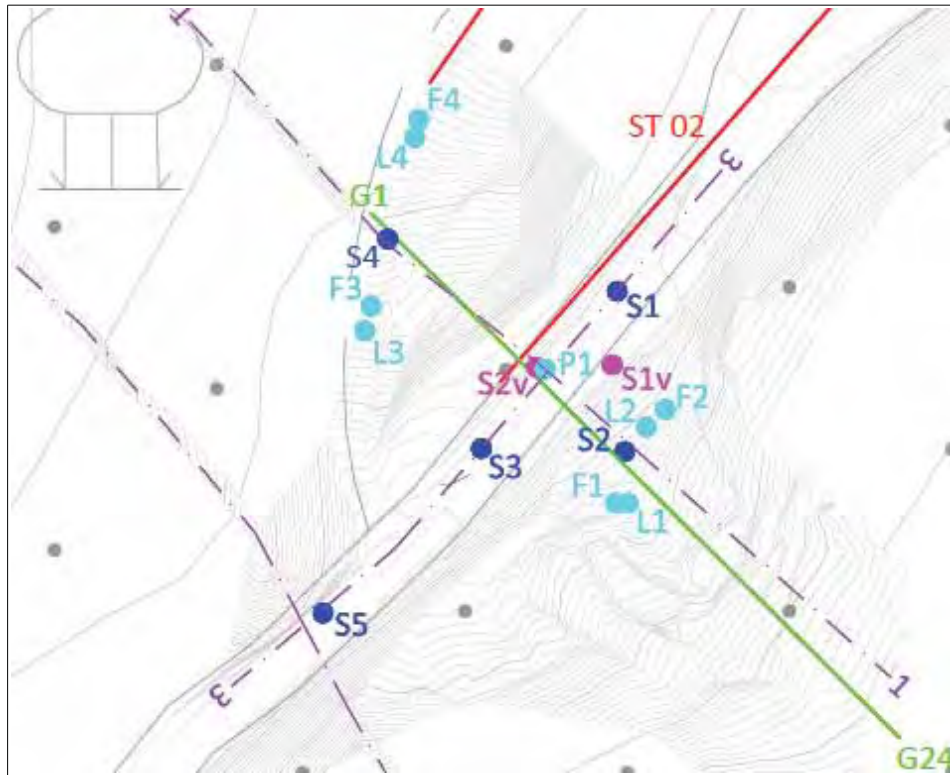
STAZIONE 4 si riferisce a F4

Livello 0 F4 a 3 m
Livello 1 F4 a 7 m

STAZIONE 5 si riferisce a F3

Livello 0 F3 a 3 m
Livello 1 F3 a 7 m

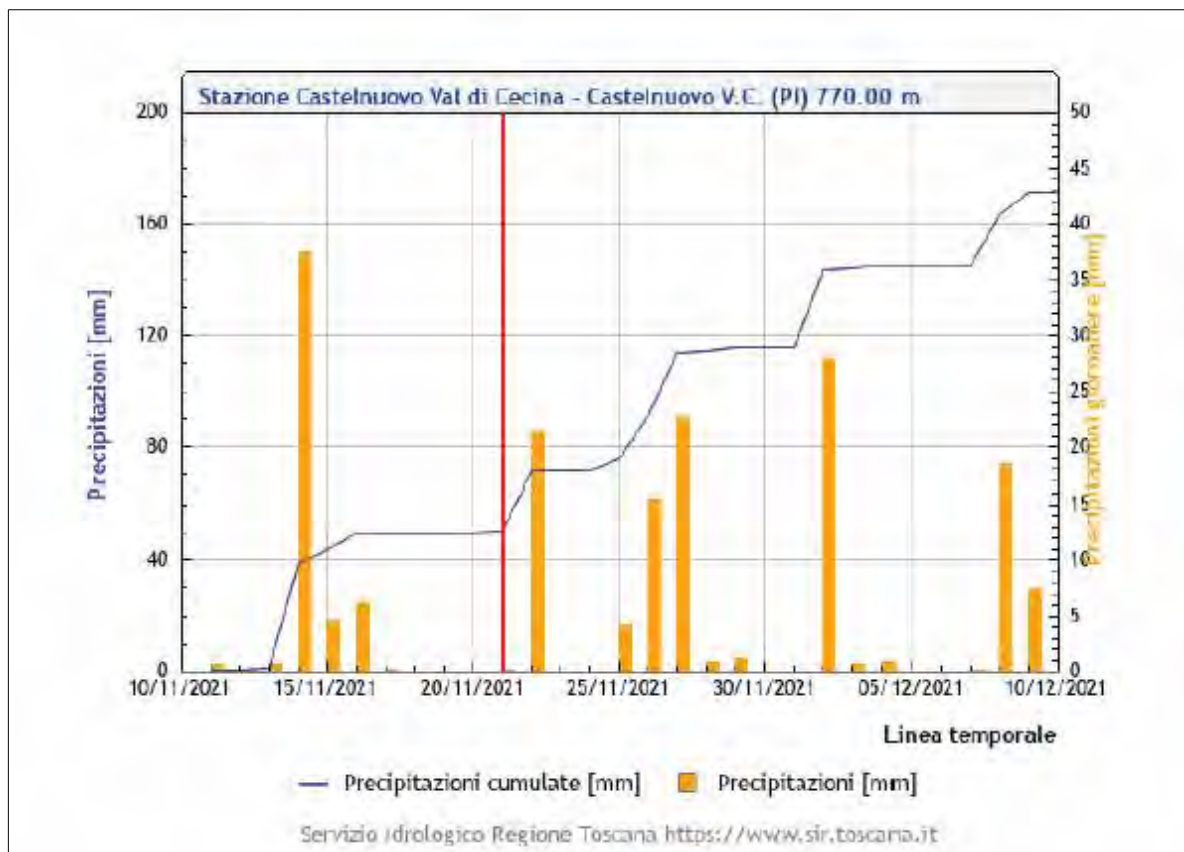
Per comodità si riporta uno stralcio della planimetria dove, oltre ai piezometri a tubo aperto (P e L), sono presenti i piezometri allestiti con cella di Casagrande (F) e letture a distanza.



● S1v	Indagini geognostiche 2011
● S1	Indagini geognostiche 2019
—	Indagini sismiche 2011
—	Indagini sismiche 2019
● P1	Piezometro (2021)
● F1	Cella di Casagrande (2021)
● L1	Prova Lefranc (2021)
- - -	Sezioni trasversali

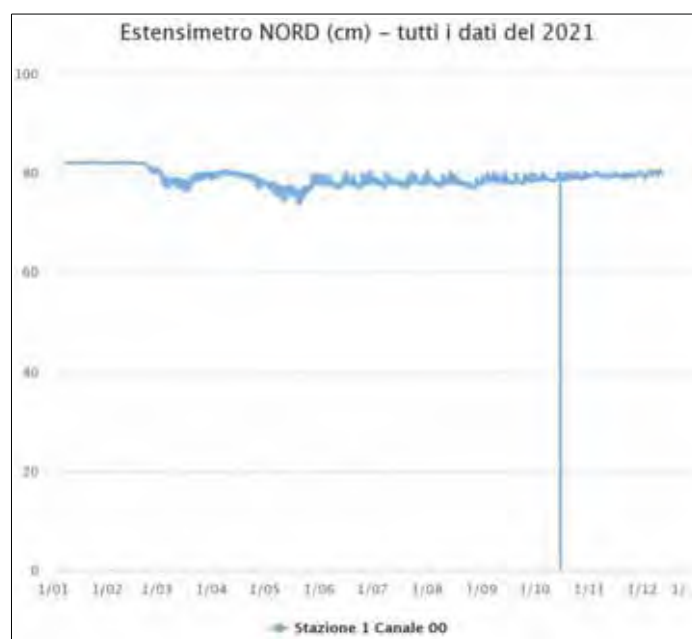
2. Dati osservabili dall'esame del monitoraggio on line

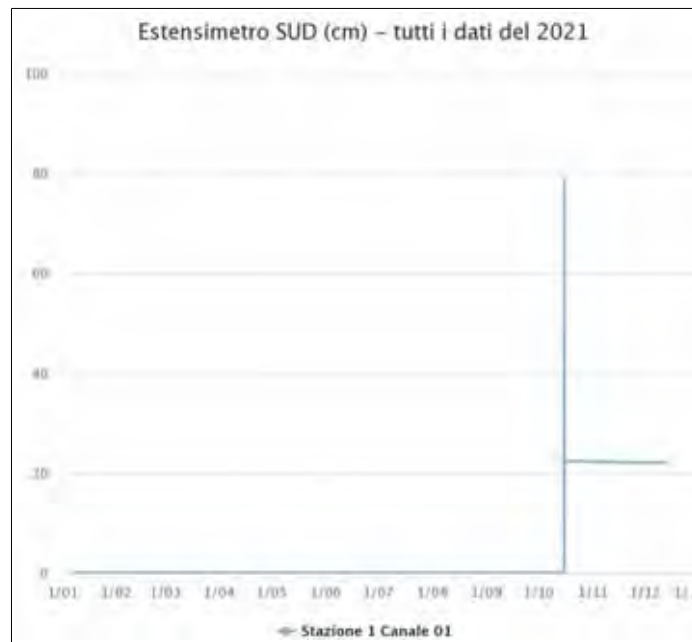
Sono presi in considerazione i dati pluviometrici del SIR Toscana per la stazione Castelnuovo Val di Cecina (TOS11000056) relativi all'ultimo mese, dal 10/11/2021 al 10/12/2021 che riportano un cumulo totale di 171 mm con massimo giornaliero di 37.6 mm del 14 novembre.



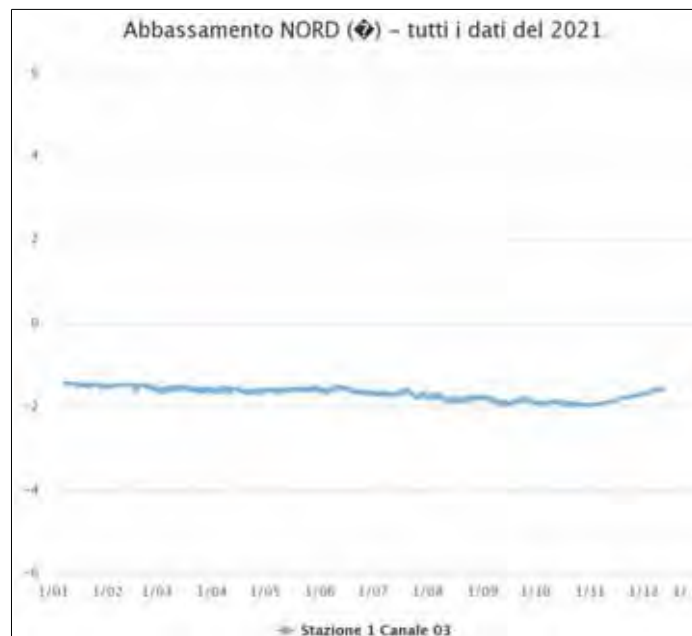
MONITORAGGIO ESTENSIMETRI

Sensori su strada





Nel periodo considerato (a partire dal 12 ottobre 2021) non si registrano spostamenti significativi.

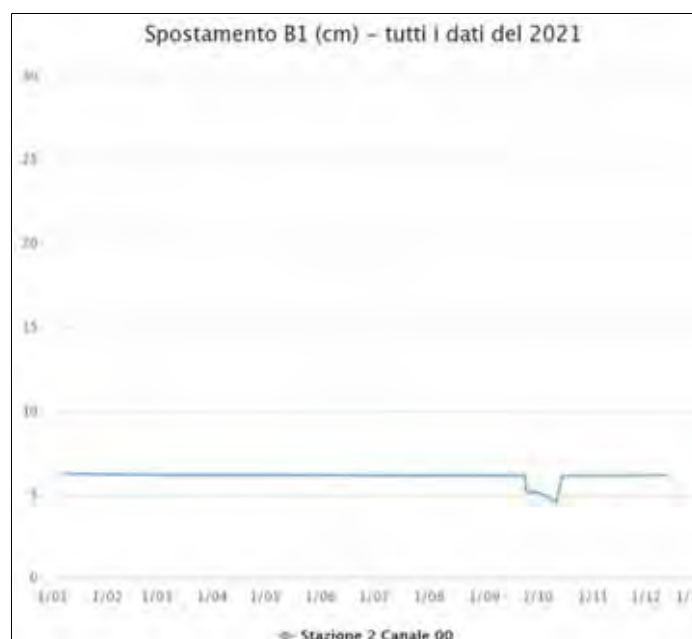


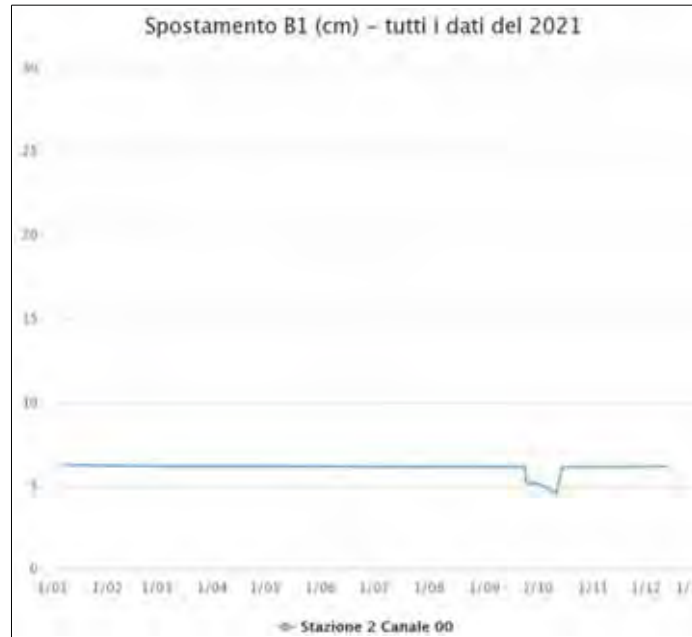


Per quanto riguarda l'abbassamento nord non si registrano spostamenti significativi, si osserva comunque un trend in salita a partire dai primi di novembre. Per quanto riguarda l'abbassamento sud, si osserva un trend in decrescita a partire dall'intervento del 12 ottobre con un minimo a metà novembre per poi assumere un trend in risalita; tali oscillazioni hanno caratterizzato il sensore anche nei tempi passati.

Sensori nel bosco

Come comunicato da Tecnopenta il sensore B1 corrisponde al "Bosco nord", il sensore B2 al "Bosco sud"



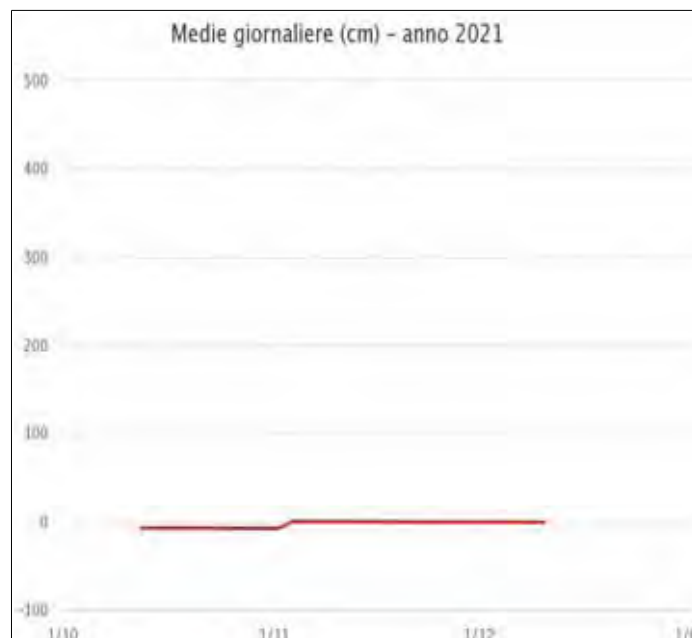


Su entrambi i sensori, a partire dal 12 ottobre, non si segnalano anomalie e spostamenti significativi

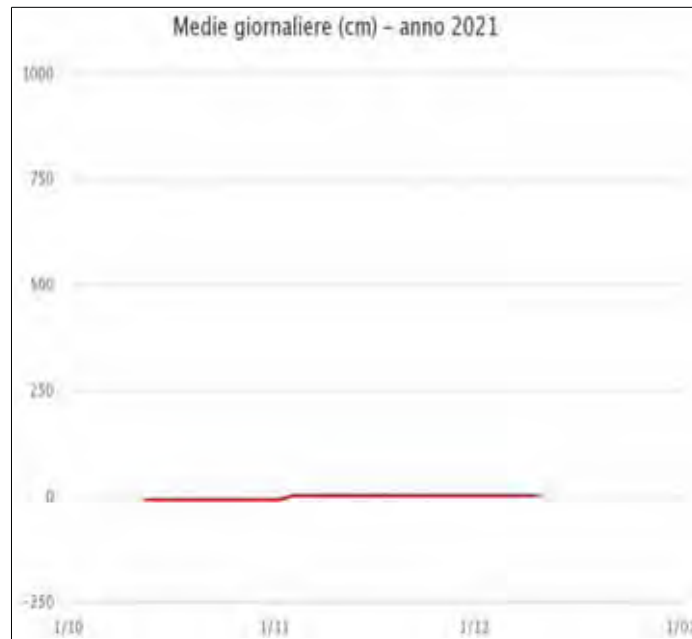
MONITORAGGIO PIEZOMETRI DI CASAGRANDE

Stazione 3 (si riferisce ai piezometri F1 e F2)

F1 cella a 3 m d.p.c.

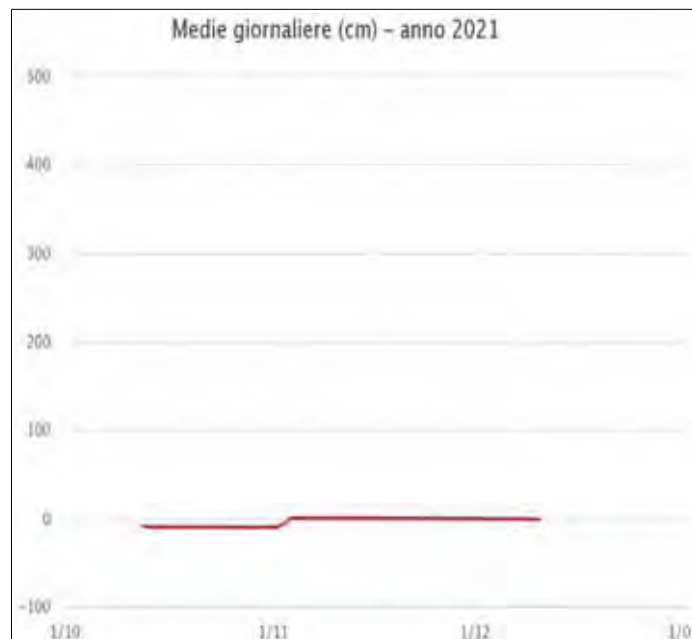


F1 cella a 7 m d.p.c.

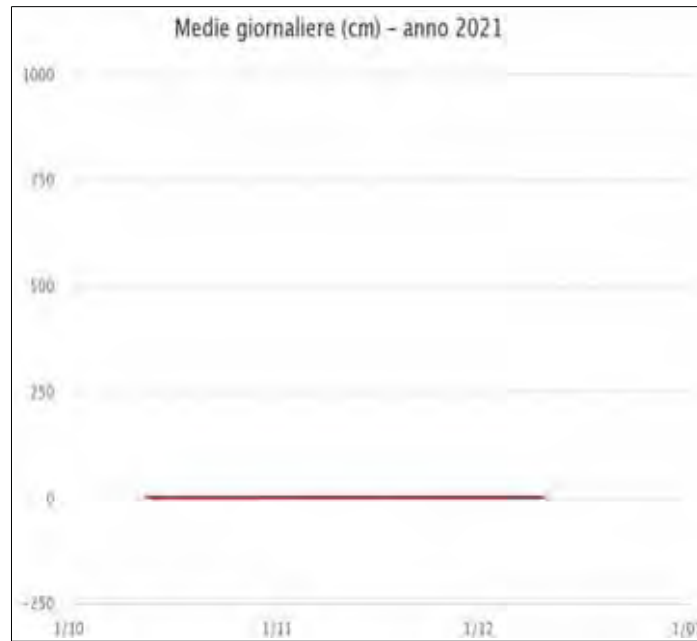


Nel piezometro F1 le celle, sia a 3 che a 7 m d.p.c., risultano asciutte, in data 2 novembre è stata fatta una correzione per riallineamento di zero.

F2 cella a 3 m d.p.c.



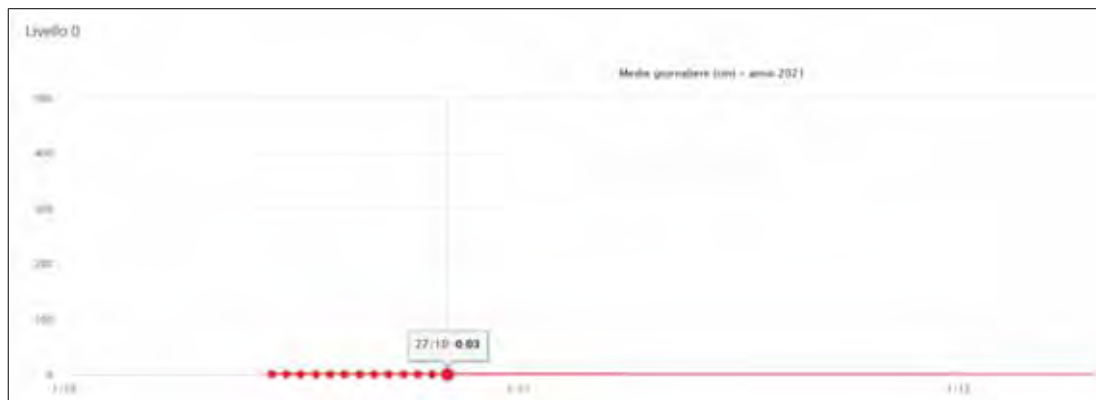
F2 cella a 7 m



Nel piezometro F2 le celle, sia a 3 che a 7 m d.p.c., risultano asciutte, in data 2 novembre è stata fatta una correzione per riallineamento di zero.

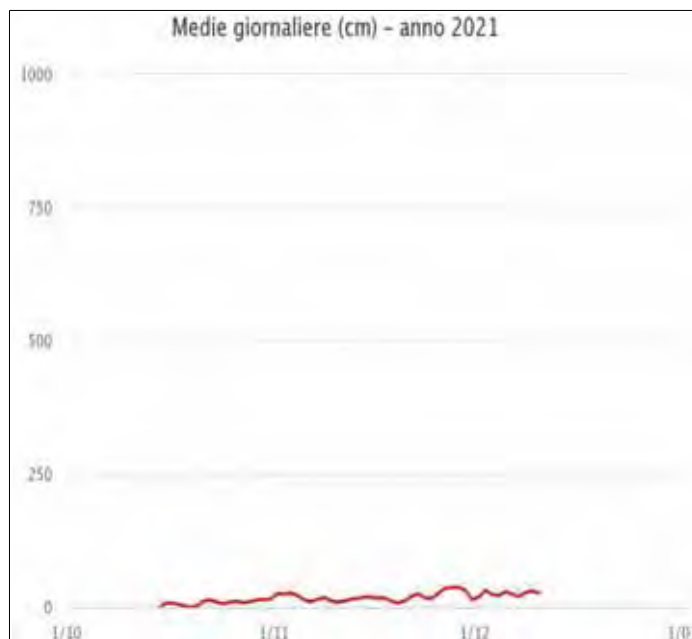
Stazione 4 (si riferisce al piezometro F4)

F4 cella a 3 m



Nel piezometro F4 la cella a 3 m d.p.c. risulta asciutta nel periodo di misura che si interrompe in data 27/10

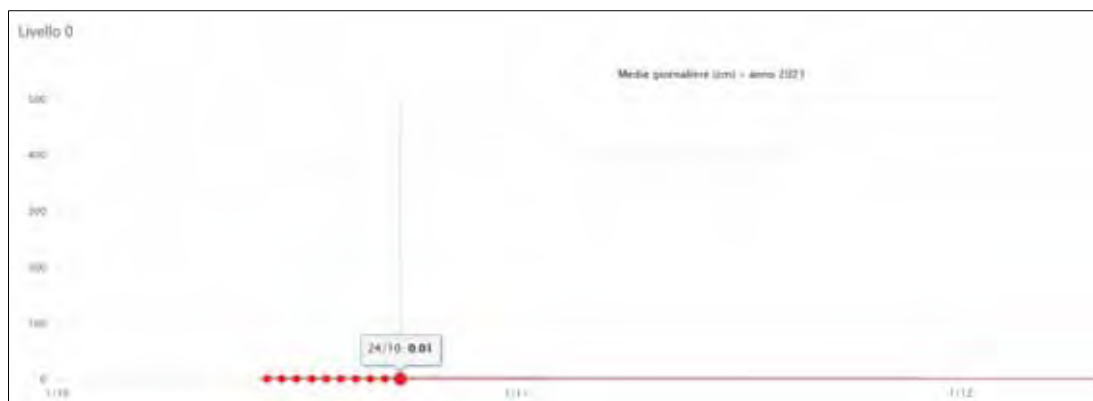
F4 cella a 7 m



Nella cella a 7 m d.p.c. si rileva un livello piezometrico di strato oscillante fino a un massimo di circa 40 cm (0.04 bar).

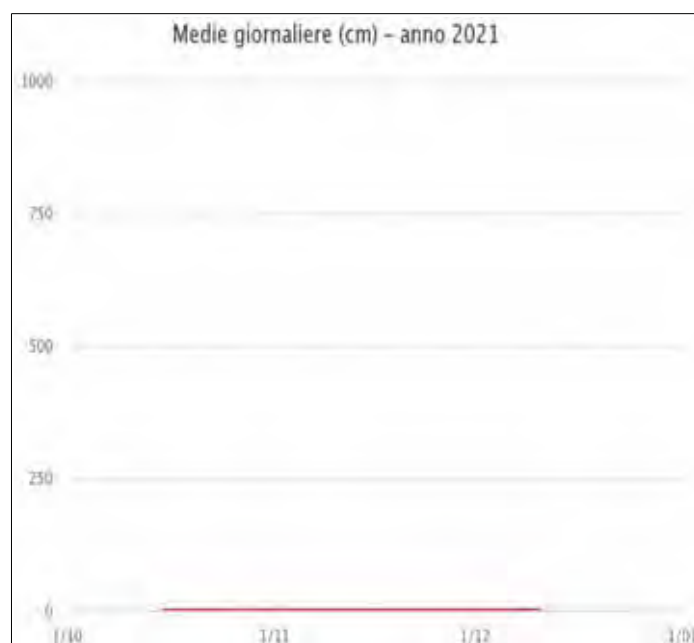
Stazione 5 (si riferisce al piezometro F3)

F3 cella a 3 m



Nel piezometro F3 la cella a 3 m d.p.c. risulta asciutta nel periodo di misura che si interrompe in data 24/10

F3 cella a 7 m



Anche la cella a 7 m risulta asciutta.

3. Misure Piezometriche

Le misure fatte sui piezometri a tubo aperto hanno ad oggi dato I seguenti risultati:

data	P (prof 15 m)	L1 (prof 10 m)	L2 (prof. 10m)	L3 (prof. 10 m)	L4 (prof. 10 m)
13/10/2021	9.97 m d.p.c.	Asciutto (poltiglia fondo foro)	Asciutto (poltiglia fondo foro)	9.52 m d.p.c. (no poltiglia)	Asciutto (poltiglia fondo foro)
10/12/2021	6.55 m d.p.c.	0.76 m d.p.c.	9.26 m d.p.c	9.08 m d.p.c	9.60 m d.p.c

4. Conclusioni

L'osservazione del sistema di monitoraggio estensimetrico, sia nei sensori su strada che nel bosco, continua a non mettere in evidenza spostamenti significativi.

Il sensore di abbassamento nord su strada evidenzia un trend in leggera risalita.

Il sensore di abbassamento sud su strada continua a mostrare un andamento oscillante rilevato nei rapporti periodici degli anni precedenti.

I valori di pioggia, tratti dal SIR e registrati dalla stazione pluviometrica Castelnuovo indicano un cumulo mensile di 171 mm con un massimo giornaliero di 37.6 mm registrato il 14 novembre, pertanto siamo su valori inferiori ai "valori soglia" indicati sulla base della cronistoria del monitoraggio a partire dal maggio 2014 pari rispettivamente a 200 mm/mese e 60 mm/giorno

Per quanto riguarda le letture in continuo dei piezometri di Casagrande si rileva presenza di un livello piezometrico di strato soltanto sul piezometro F4 nella cella posizionata a 7 m d.p.c.; tale livello oscilla con valore massimo di circa 40 cm.

E' importante segnalare che nei piezometri F3 ed F4, riguardo alle celle poste a 3 m di profondità, I dati non sono più disponibili a partire rispettivamente dal 24 e dal 27 ottobre scorso.

Le letture nei piezometri a tubo aperto segnalano una risalita dei livelli su P e soprattutto su L1 in cui l'ultima lettura evidenzia il livello prossimo al p.c. (-0.76 m) Per quanto riguarda I livelli su L2, L3 e L4 sono ancora profondi (superiori a 9 m d.p.c.).

A margine si segnala il non funzionamento (arancio lampeggiante) del semaforo regolante il senso unico alternato in frana.

Castelnuovo di Val di Cecina (Pi), 10/12/2021

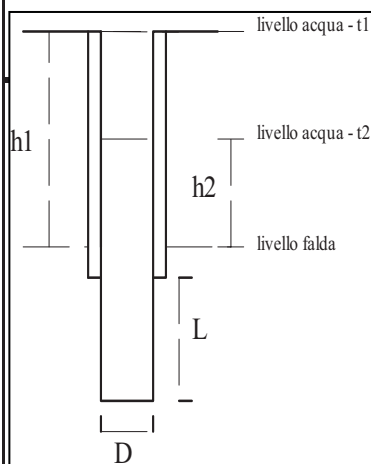
Geol. Rita Nardi

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONDOLI



Data	20/09/2021
Sondaggio n°	L1
Prova n°	1

Tratto indagato m.:

da -q.	2,5	a -q.	3,5
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,05
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

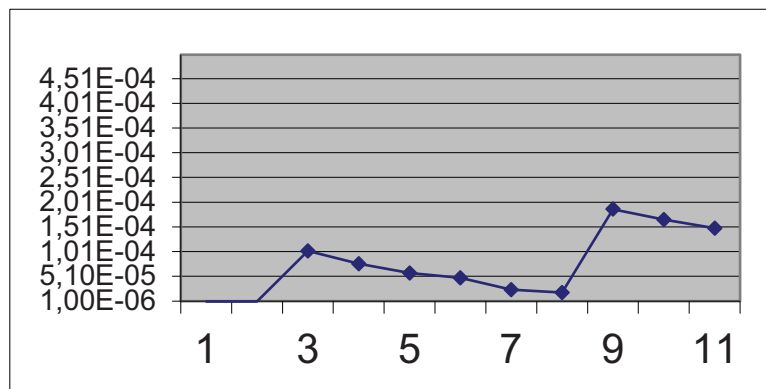
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0,2
4	60	0,2
5	120	0,3
6	240	0,5
7	480	0,5
8	900	0,7
9	1800	12
10	2700	15
11	3600	17

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
35	35,0	15	0,00E+00	1
35	35,0	30	0,00E+00	2
35	34,8	45	1,02E-04	3
35	34,8	60	7,65E-05	4
35	34,7	120	5,75E-05	5
35	34,5	240	4,80E-05	6
35	34,5	480	2,40E-05	7
35	34,3	900	1,80E-05	8
35	23,0	1800	1,87E-04	7
35	20,0	2700	1,66E-04	8
35	18,0	3600	1,48E-04	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

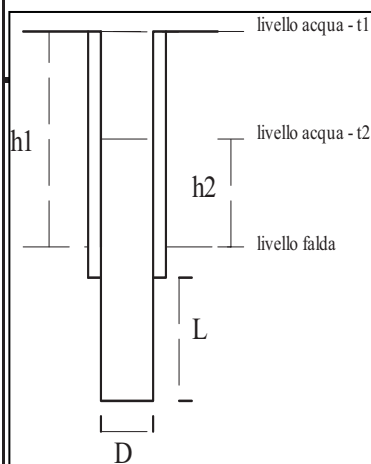
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONOLI



Data	20/09/2021
Sondaggio n°	L1
Prova n°	2

Tratto indagato m.:

da -q.	6,0	a -q.	7,0
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

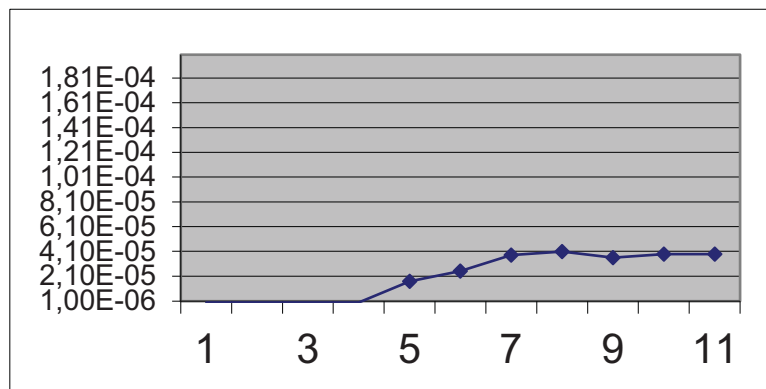
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0
5	120	0,1
6	240	0,3
7	480	0,9
8	900	1,8
9	1800	3,1
10	2700	4,9
11	3600	6,4

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	40,0	45	0,00E+00	3
40	40,0	60	0,00E+00	4
40	39,9	120	1,67E-05	5
40	39,7	240	2,51E-05	6
40	39,1	480	3,80E-05	7
40	38,2	900	4,10E-05	8
40	36,9	1800	3,59E-05	7
40	35,1	2700	3,88E-05	8
40	33,6	3600	3,88E-05	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

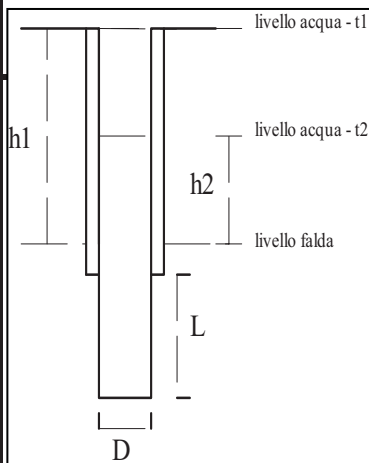
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONDOLI



Data	21/09/2021
Sondaggio n°	L1
Prova n°	3

Tratto indagato m.:

da -q.	9,0	a -q.	10,0
--------	------------	-------	-------------

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

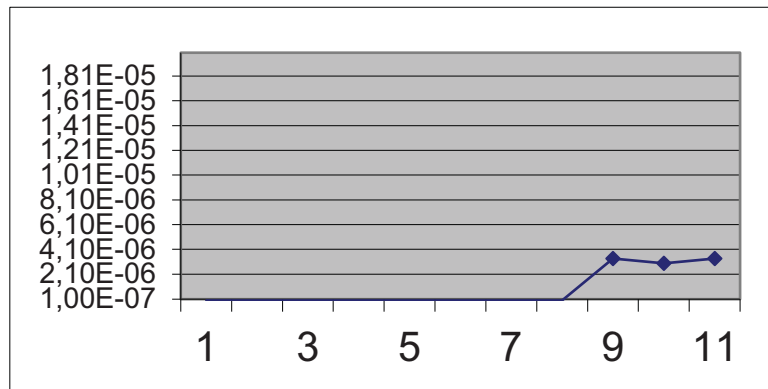
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0
5	120	0
6	240	0
7	480	0
8	900	0
9	1800	0,3
10	2700	0,4
11	3600	0,6

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	40,0	45	0,00E+00	3
40	40,0	60	0,00E+00	4
40	40,0	120	0,00E+00	5
40	40,0	240	0,00E+00	6
40	40,0	480	0,00E+00	7
40	40,0	900	0,00E+00	8
40	39,7	1800	3,35E-06	7
40	39,6	2700	2,98E-06	8
40	39,4	3600	3,36E-06	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

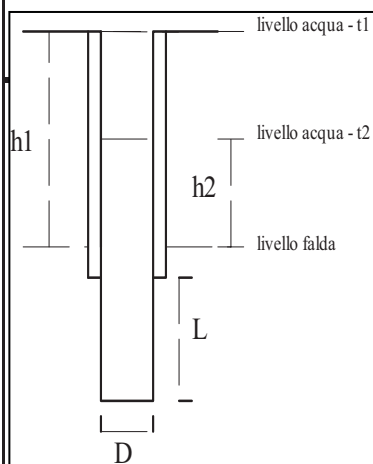
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONOLI



Data	22/09/2021
Sondaggio n°	L2
Prova n°	1

Tratto indagato m.:

da -q.	1,5	a -q.	2,5
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,12
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

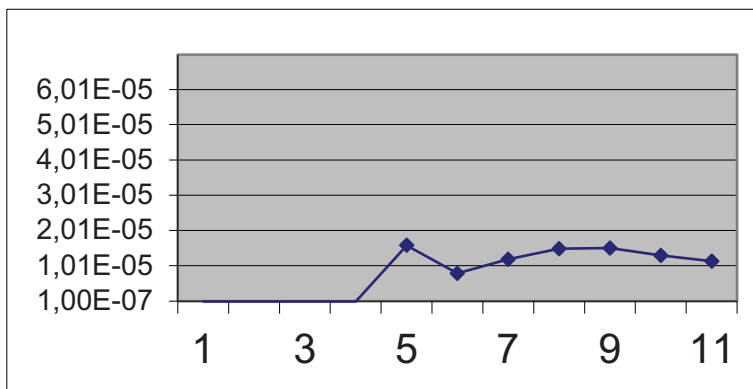
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0
5	120	0,1
6	240	0,1
7	480	0,3
8	900	0,7
9	1800	1,4
10	2700	1,8
11	3600	2,1

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
42	42,0	15	0,00E+00	1
42	42,0	30	0,00E+00	2
42	42,0	45	0,00E+00	3
42	42,0	60	0,00E+00	4
42	41,9	120	1,59E-05	5
42	41,9	240	7,96E-06	6
42	41,7	480	1,20E-05	7
42	41,3	900	1,50E-05	8
42	40,6	1800	1,51E-05	7
42	40,2	2700	1,30E-05	8
42	39,9	3600	1,14E-05	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

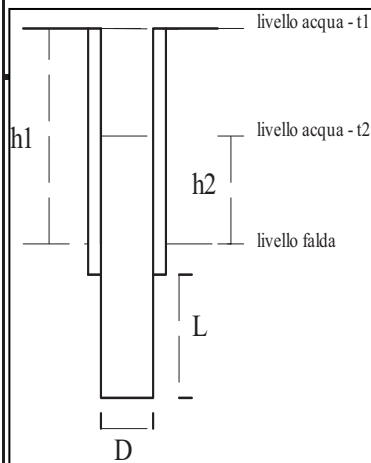
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONOLI



Data	22/09/2021
Sondaggio n°	L2
Prova n°	2

Tratto indagato m.:

da -q.	4,5	a -q.	5,5
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

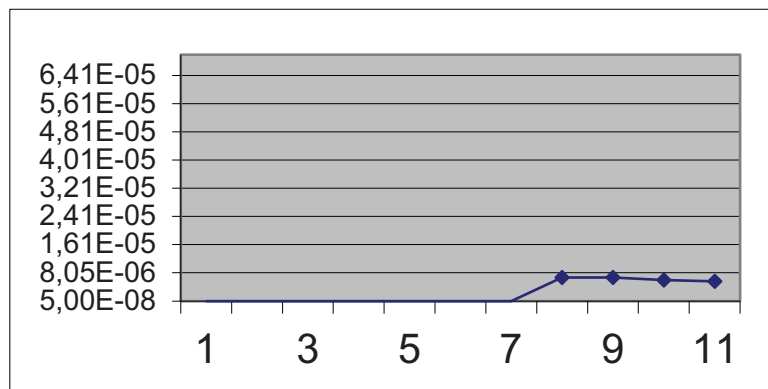
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0
5	120	0
6	240	0
7	480	0
8	900	0,3
9	1800	0,6
10	2700	0,8
11	3600	1

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	40,0	45	0,00E+00	3
40	40,0	60	0,00E+00	4
40	40,0	120	0,00E+00	5
40	40,0	240	0,00E+00	6
40	40,0	480	0,00E+00	7
40	39,7	900	6,70E-06	8
40	39,4	1800	6,73E-06	7
40	39,2	2700	5,99E-06	8
40	39,0	3600	5,63E-06	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

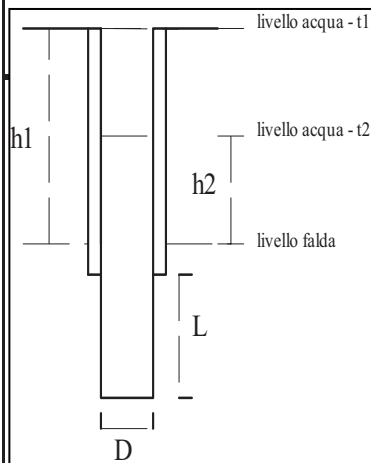
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONOLI



Data	23/09/2021
Sondaggio n°	L2
Prova n°	3

Tratto indagato m.:

da -q.	7,5	a -q.	8,5
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

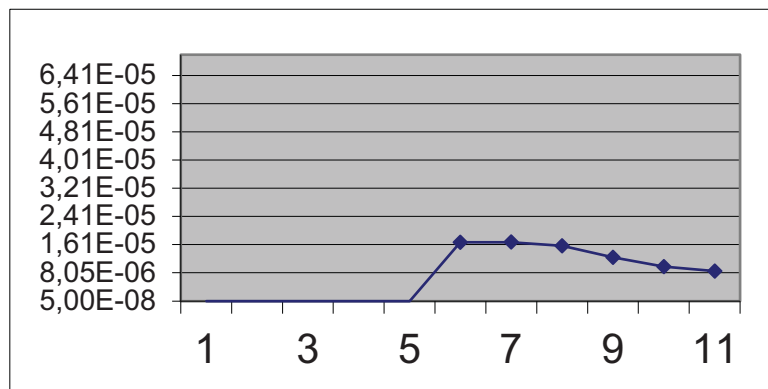
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0
5	120	0
6	240	0,2
7	480	0,4
8	900	0,7
9	1800	1,1
10	2700	1,3
11	3600	1,5

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	40,0	45	0,00E+00	3
40	40,0	60	0,00E+00	4
40	40,0	120	0,00E+00	5
40	39,8	240	1,67E-05	6
40	39,6	480	1,68E-05	7
40	39,3	900	1,57E-05	8
40	38,9	1800	1,24E-05	7
40	38,7	2700	9,80E-06	8
40	38,5	3600	8,51E-06	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

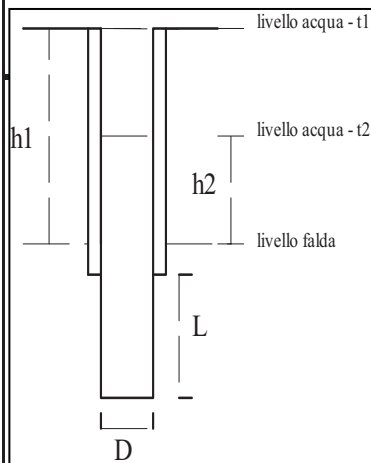
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONDOLI



Data	28/09/2021
Sondaggio n°	L3
Prova n°	1

Tratto indagato m.:

da -q.	3,0	a -q.	4,0
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

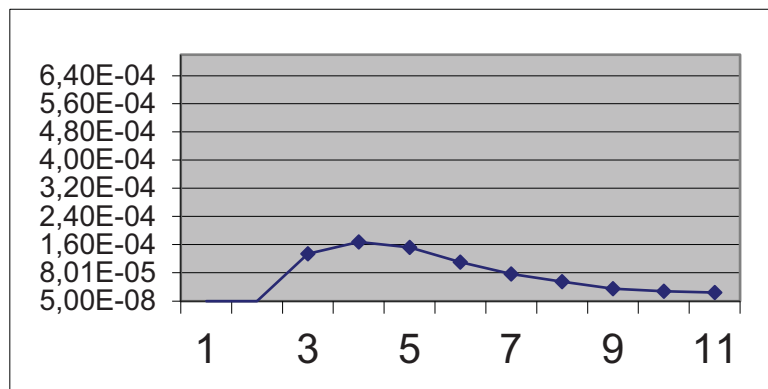
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0,3
4	60	0,5
5	120	0,9
6	240	1,3
7	480	1,8
8	900	2,4
9	1800	3
10	2700	3,6
11	3600	4,1

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	39,7	45	1,34E-04	3
40	39,5	60	1,68E-04	4
40	39,1	120	1,52E-04	5
40	38,7	240	1,10E-04	6
40	38,2	480	7,69E-05	7
40	37,6	900	5,51E-05	8
40	37,0	1800	3,47E-05	7
40	36,4	2700	2,80E-05	8
40	35,9	3600	2,41E-05	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

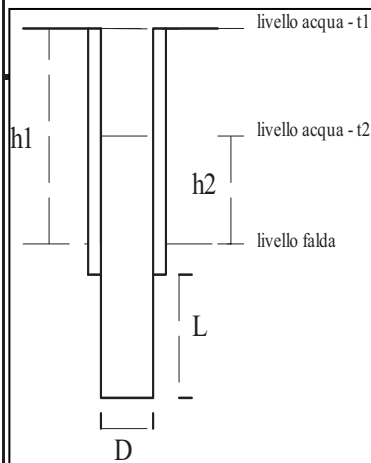
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONOLI



Data	28/09/2021
Sondaggio n°	L3
Prova n°	2

Tratto indagato m.:

da -q.	6,0	a -q.	7,0
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

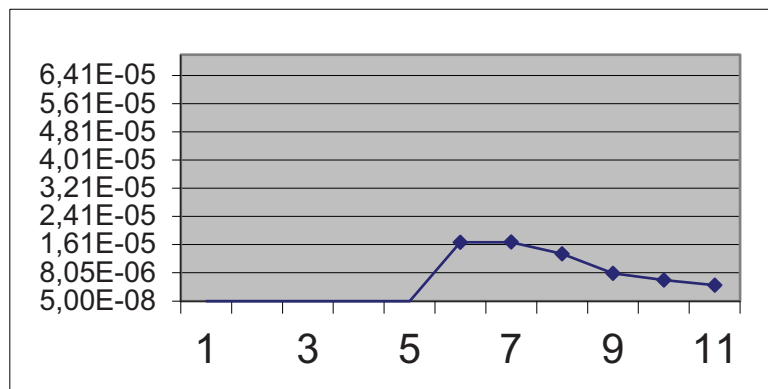
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0
5	120	0
6	240	0,2
7	480	0,4
8	900	0,6
9	1800	0,7
10	2700	0,8
11	3600	0,8

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	40,0	45	0,00E+00	3
40	40,0	60	0,00E+00	4
40	40,0	120	0,00E+00	5
40	39,8	240	1,67E-05	6
40	39,6	480	1,68E-05	7
40	39,4	900	1,35E-05	8
40	39,3	1800	7,86E-06	7
40	39,2	2700	5,99E-06	8
40	39,2	3600	4,50E-06	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

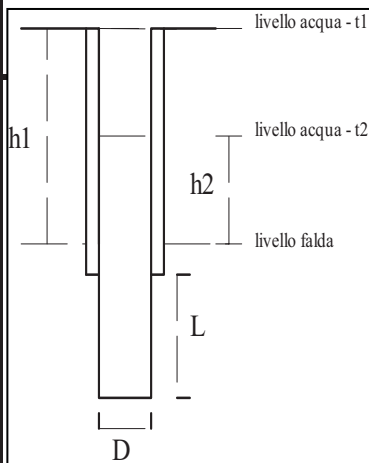
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONDOLI



Data	29/09/2021
Sondaggio n°	L3
Prova n°	3

Tratto indagato m.:

da -q.	8,0	a -q.	9,0
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,50
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

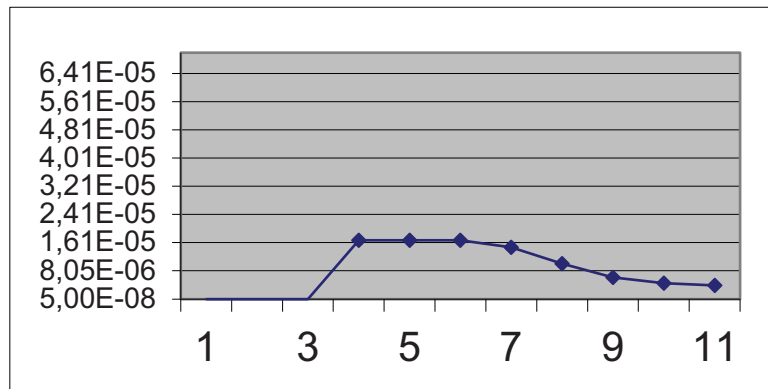
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0,1
5	120	0,2
6	240	0,4
7	480	0,7
8	900	0,9
9	1800	1,1
10	2700	1,2
11	3600	1,4

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
80	80,0	15	0,00E+00	1
80	80,0	30	0,00E+00	2
80	80,0	45	0,00E+00	3
80	79,9	60	1,67E-05	4
80	79,8	120	1,67E-05	5
80	79,6	240	1,67E-05	6
80	79,3	480	1,47E-05	7
80	79,1	900	1,01E-05	8
80	78,9	1800	6,16E-06	7
80	78,8	2700	4,48E-06	8
80	78,6	3600	3,93E-06	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

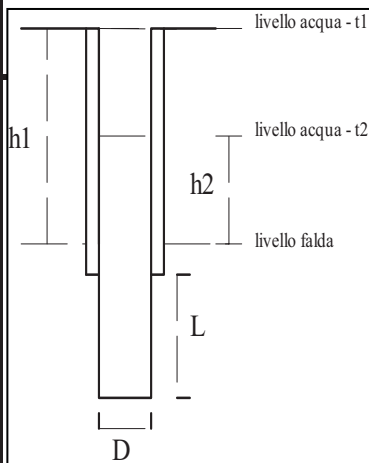
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONDOLI



Data	24/09/2021
Sondaggio n°	L4
Prova n°	1

Tratto indagato m.:

da -q.	3,0	a -q.	4,0
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

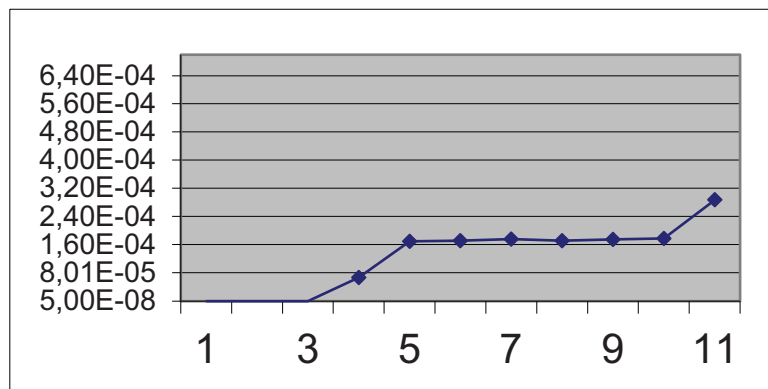
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0,2
5	120	1
6	240	2
7	480	4
8	900	7
9	1800	13
10	2700	18
11	3600	29

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	40,0	45	0,00E+00	3
40	39,8	60	6,69E-05	4
40	39,0	120	1,69E-04	5
40	38,0	240	1,71E-04	6
40	36,0	480	1,76E-04	7
40	33,0	900	1,71E-04	8
40	27,0	1800	1,75E-04	7
40	22,0	2700	1,77E-04	8
40	11,0	3600	2,87E-04	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

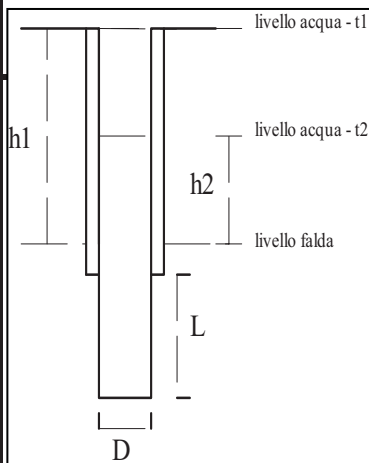
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONOLI



Data	24/09/2021
Sondaggio n°	L4
Prova n°	2

Tratto indagato m.:

da -q.	7,0	a -q.	8,0
--------	-----	-------	-----

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

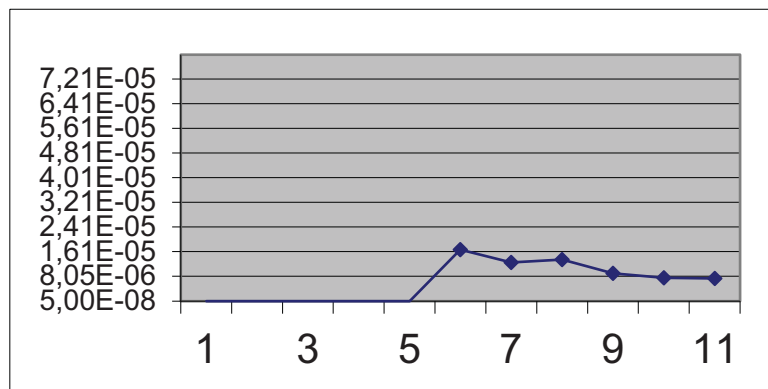
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0
5	120	0
6	240	0,2
7	480	0,3
8	900	0,6
9	1800	0,8
10	2700	1
11	3600	1,3

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	40,0	45	0,00E+00	3
40	40,0	60	0,00E+00	4
40	40,0	120	0,00E+00	5
40	39,8	240	1,67E-05	6
40	39,7	480	1,26E-05	7
40	39,4	900	1,35E-05	8
40	39,2	1800	8,99E-06	7
40	39,0	2700	7,51E-06	8
40	38,7	3600	7,35E-06	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

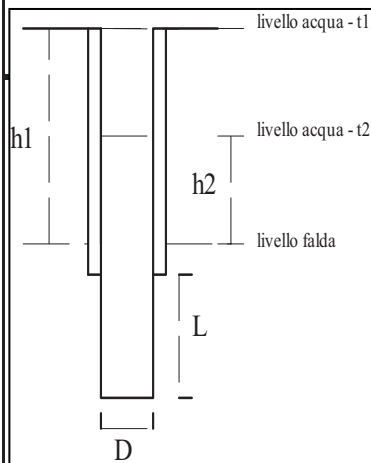
Il Direttore

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO NEL TERRENO "Lefranc " CARICO VARIABILE

Committente: ...PROVINCIA DI SIENA

Cantiere: ...FRANA SULLA S.P. 35\C - CIG. N. ZCC32FCEC9

Località: ...LOC. SESTA DAL KM 13+780 AL KM 14+080, COMUNE DI RADICONDOLI



Data	24/09/2021
Sondaggio n°	L4
Prova n°	3

Tratto indagato m.:

da -q.	9,0	a -q.	10,0
--------	-----	-------	------

Altezza tubo lettura fuori terra (m.)	0,10
Quota falda prima della prova (m.)	0
Tempo per la stabilizzazione (min)	20

A =	area di base (cm)	80,12
L =	tratto indagato (cm)	100,00
D =	diametro foro (cm)	10,10
C _L =	coeff di forma (per L>>D, C _L =L)	100,00

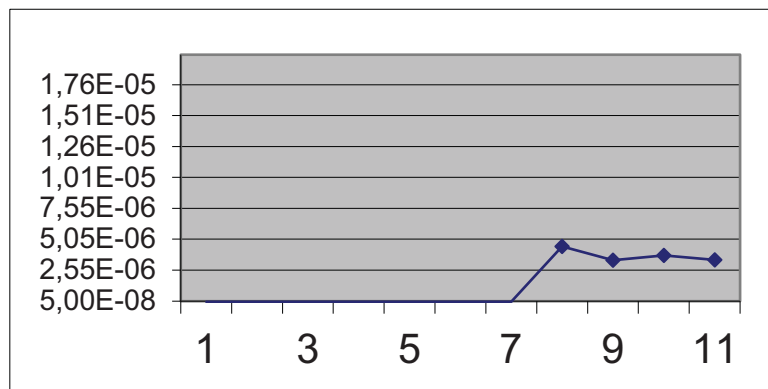
$$k = A \cdot \ln(h1/h2) / (C_L(t2-t1)) \quad *$$

misura n°	Tempi Progr. (s)	abbassamento misurato (cm.)
0	0	0
1	15	0
2	30	0
3	45	0
4	60	0
5	120	0
6	240	0
7	480	0
8	900	0,2
9	1800	0,3
10	2700	0,5
11	3600	0,6

h1 **	h2 **	tempo	permeabilità	n°
cm	cm	sec	cm/sec	
40	40,0	15	0,00E+00	1
40	40,0	30	0,00E+00	2
40	40,0	45	0,00E+00	3
40	40,0	60	0,00E+00	4
40	40,0	120	0,00E+00	5
40	40,0	240	0,00E+00	6
40	40,0	480	0,00E+00	7
40	39,8	900	4,46E-06	8
40	39,7	1800	3,35E-06	7
40	39,5	2700	3,73E-06	8
40	39,4	3600	3,36E-06	9

* formula ricavata da "Norme AGI"

** h1 e h2 altezze dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro agli istanti t1 e t2



Il Responsabile del sito

Il Direttore