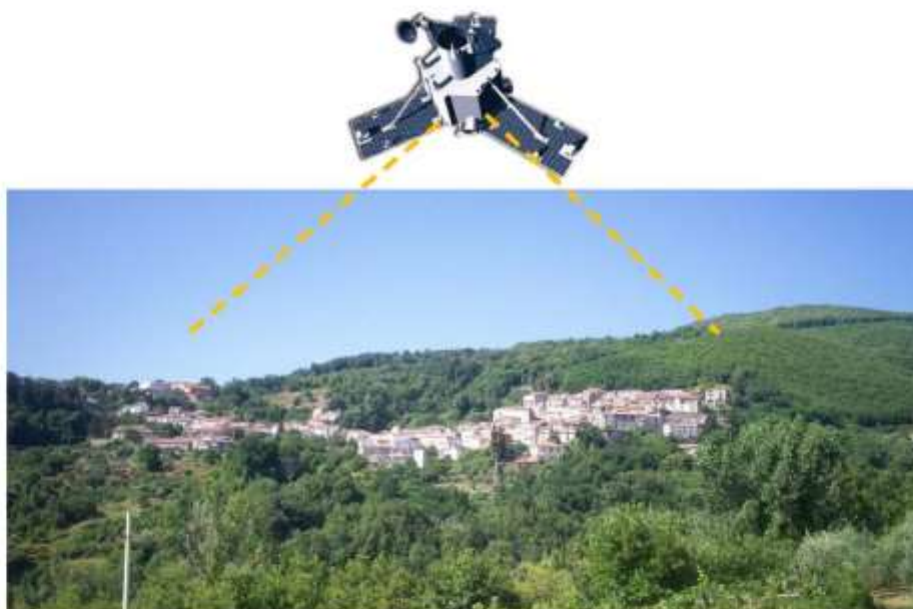




Progetto **A.M.A.Mi.R.**

“Azioni di **M**onitoraggio **A**vanzato per la **M**itigazione del **R**ischio Idrogeologico nel Comune di San Martino di Finita”



RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ SVOLTA NEL PERIODO 16 DICEMBRE 2007 – 30 APRILE 2008

Il Responsabile Scientifico: Prof. Geol. Carlo TANSI

Rende, 6 maggio 2008



Sommario

INTRODUZIONE.....	4
1. LA RETE DI MONITORAGGIO A.M.A.MI.R.: CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO E DISTRIBUZIONE AREALE DEI SENSORI.....	5
1.1 Cenni sulla metodologia utilizzata.....	5
1.2 Caratteristiche della rete di monitoraggio.....	7
1.3 Il Centro Elaborazione Dati (C.E.D.).....	10
2. UBICAZIONE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI SENSORI DELLA RETE A.M.A.MI.R. ATTUALMENTE IN USO	11
2.1 Estensimetri da parete.....	11
2.1.1 Estensimetro E1.....	13
2.1.2 Estensimetro E2.....	14
2.1.3 Estensimetro E4.....	15
2.1.4 Estensimetro E11.....	16
2.2 Inclinometri da parete.....	17
2.2.1 Inclinometro monoassiale Ip1.....	19
2.2.2 Inclinometro monoassiale Ip2.....	20
2.2.3 Inclinometro monoassiale Ip5.....	21
2.2.4 Inclinometro monoassiale Ip7.....	22
2.2.5 Inclinometro biassiale Ipb1.....	23
2.3 Piezometri elettrici.....	24
2.3.1 Piezometro Pz2.....	26
2.3.2 Piezometro Pz3.....	27
2.3.3 Piezometro Pz4.....	28
2.4 Centralina di monitoraggio sorgente.....	29
2.5 Stazione meteo.....	31
2.6 Stazioni di misura GPS.....	33
2.6.1 Stazione ad installazione fissa GPS Gf2.....	35
2.6.2 Stazione ad installazione fissa GPS Gf9.....	36
2.6.3 Stazione di tipo mobile GPS G3.....	37
2.6.4 Stazione di tipo mobile GPS G4.....	38
2.6.5 Stazione di tipo mobile GPS G5.....	39
2.6.6 Stazione di tipo mobile GPS G6.....	40
2.6.7 Stazione di tipo mobile GPS G7.....	41
2.6.8 Stazione di tipo mobile GPS G8.....	42



3. UBICAZIONE DEI SITI CABLATI PREDISPOSTI AD OSPITARE SENSORI DA INSTALLARE.....	43
3.1 Estensimetri da parete.....	43
3.1.1 Estensimetro E3.....	43
3.1.2 Estensimetro E5.....	44
3.1.3 Estensimetro E6.....	45
3.1.4 Estensimetro E7.....	46
3.1.5 Estensimetri E8-E9.....	47
3.1.6 Estensimetro E10.....	48
3.1.7 Estensimetro E12.....	49
3.2 Inclinometri da parete.....	50
3.2.1 Inclinometro monoassiale Ip3.....	50
3.2.2 Inclinometro monoassiale Ip4.....	51
3.2.3 Inclinometro monoassiale Ip6.....	52
3.2.4 Inclinometro monoassiale Ip8.....	53
3.3 Piezometri elettrici.....	54
3.3.1 Piezometro Pz1.....	54
3.4 Stazioni di misura GPS.....	55
3.4.1 Stazione ad installazione fissa GPS Gf1.....	55
4. .CERTIFICATI DI TARATURA DEI SENSORI INSTALLATI.....	56
4.1 Certificati estensimetri da parete.....	56
4.1.1 Estensimetro E1.....	56
4.1.2 Estensimetro E2.....	57
4.1.3 Estensimetro E4.....	58
4.1.4 Estensimetro E11.....	59
4.2 Certificati inclinometri da parete.....	60
4.2.1 Inclinometro monoassiale Ip1.....	60
4.2.2 Inclinometro monoassiale Ip2.....	61
4.2.3 Inclinometro monoassiale Ip5.....	62
4.2.4 Inclinometro monoassiale Ip7.....	63
4.3 Certificati piezometri elettrici.....	64
4.3.1 Piezometro Pz2.....	64
4.3.2 Piezometro Pz3.....	65
4.3.3 Piezometro Pz4.....	66
4.4 Certificati centralina monitoraggio sorgente.....	67
4.4.1 Misuratore di portata.....	67
5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SENSORI	68
5.1 Scheda tecnica estensimetri da parete.....	68
5.2 Scheda tecnica inclinometri da parete.....	69
5.2.1 Inclinometro monoassiale.....	69
5.2.2 Inclinometro biassiale.....	70
5.3 Scheda tecnica piezometri elettrici.....	71



5.4 Scheda tecnica stazione meteo.....	73
5.4.1 Termoigrometro.....	73
5.4.2 Pluviometro.....	74
5.4.3 Barometro.....	75
5.5 Scheda tecnica centralina di monitoraggio sorgente.....	79
5.5.1 Misuratore di portata.....	79
5.5.2 Misuratore ossigeno disciolto.....	83
5.5.3 Misuratore conducibilità.....	87
5.5.4 Misuratore pH/temperatura.....	90
5.5.5 Sonda umidità del suolo.....	92



INTRODUZIONE

Nella presente relazione viene descritta l'attività svolta, nell'ambito del Progetto A.M.A.Mi.R., durante il periodo 16 dicembre 2007 - 30 aprile 2008.

Tale attività ha riguardato l'allestimento di una rete di monitoraggio avanzato estesa all'intero centro abitato di San Martino di Finita (Tavola 1). L'ubicazione dei sensori che compongono la rete è stata ottimizzata sulla scorta dei risultati ottenuti durante la prima fase di lavoro del progetto A.M.A.Mi.R. ("Relazione sull'attività svolta nel periodo 28 marzo-15 dicembre 2007) che, attraverso i risultati dei rilievi di superficie (geologico-strutturali, geomorfologici ed idrogeologici) e delle informazioni del sottosuolo (mediante una tomografia elettrica ad alta risoluzione) avevano portato alla delimitazione dei volumi in frana e delle aree maggiormente coinvolte nel dissesto.

In particolare, in questa seconda fase si è provveduto alla progettazione, alla realizzazione e al cablaggio dell'intera rete, all'installazione ed alla messa in funzione dei sensori. Si è provveduto inoltre all'allestimento di un Centro Elaborazioni Dati (CED) ubicato presso l'ex scuola media a San Martino di Finita per la raccolta, l'elaborazione e la restituzione in tempo reale dei dati forniti dai vari sensori sul portale www.amamir.cnr.it, attualmente in fase di sperimentazione (i dati sono già in acquisizione), la cui pubblicazione è prevista entro fine maggio 2008. I restanti sensori verranno installati entro l'estate 2008.

L'insieme delle informazioni derivanti dai diversi tipi di sensori consentirà di definire le geometrie ed i cinatismi della frana, di verificare su di essa il grado di influenza della circolazione idrica superficiale e sotterranea, di ottenere un riscontro univoco, in superficie ed in profondità, dei movimenti in atto e di discernere in che misura i fattori predisponenti e scatenanti determinano il dissesto. Tutto ciò con il fine ultimo di fornire ai Progettisti utili indicazioni per una adeguata progettazione delle opere di difesa idraulica previste e di verificarne l'efficacia nel tempo e di fornire alla Protezione Civile elementi utili per la messa a punto di sistemi di allertamento nel caso di eventi pluviometrici estremi.



1. LA RETE DI MONITORAGGIO A.M.A.MI.R.: CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO E DISTRIBUZIONE AREALE DEI SENSORI

1.1 Cenni sulla a metodologia utilizzata

Gli strumenti oggi a disposizione consentono di attuare efficacemente strategie di monitoraggio dei versanti in frana: l'uso di metodologie satellitari nel campo del controllo dei dissesti rappresenta un aspetto operativo che si è progressivamente consolidato e diffuso negli ultimi anni, soprattutto con il diffondersi dei sistemi GPS di ultima generazione e con l'avvento di altre soluzioni innovative, che permettono di interconnettere a costi ridotti un Centro di Controllo e Sorveglianza con stazioni remote di misura. La connessione avviene generalmente mediante normali linee telefoniche o, laddove richiesto dalle situazioni, attraverso dei sistemi di comunicazione terrestri basati su tecnologia GSM/GPRS/WI-MAX.

Il livello tecnologico delle stazioni di misura permette di monitorare in maniera continua, o ad intervalli regolari, qualsiasi fenomeno franoso nella sua componente tridimensionale. Il monitoraggio avviene sull'arco delle 24 ore, mentre le precisioni si spingono verso misure da sub-centimetriche a sub-millimetriche in funzione della tipologia del sensore, della tipologia di analisi e della tipologia di analisi delle serie storiche registrate.

Su tale tecnologia è basato il sistema di monitoraggio A.M.A.Mi.R. utilizzato per il controllo in tempo reale delle variazioni dei vari parametri, di superficie e di sottosuolo, che influenzano la frana di San Martino di Finita.

Il sistema determina movimenti differenziali tra idonei punti di riferimento, opportunamente ubicati sia sul terreno che sulle strutture, a seguito delle considerazioni geognostiche e strutturali relative all'esame del fenomeno in atto riguardo alle quali si rimanda alla precedente relazione¹. Le suddette considerazioni hanno consentito di delimitare arealmente il corpo di frana su cui giace l'abitato di San Martino di Finita, di ipotizzarne i limiti verticali (attraverso la realizzazione di una tomografia elettrica ad alta definizione), di individuare gli edifici maggiormente compromessi dal dissesto, di individuare e cartografare le aree sorgentizie e di individuare perfori di sondaggio meccanici entro cui erano stati allestiti tubi piezometrici.

Sulla scorta di tali indicazioni sono state individuate alcune aree che presentano deformazioni superficiali particolarmente spinte: su tali aree sono stati individuati i punti su cui ubicare i **punti**

¹ Progetto A.M.A.Mi.R., "Relazione sull'attività svolta nel periodo 28 marzo – 15 dicembre 2007"



mobili e fissi di misura GPS, nonché alcuni edifici, che mostravano evidenti lesioni e basculamenti, su cui sono stati applicati **estensimetri** ed **inclinometri da parete**.

Considerando che variazioni di portata e intorbidimenti delle acque di sorgente possono preludere a repentine accelerazioni dei dissesti con possibili parossismi degli stessi (come nel caso della frana di Cavallerizzo del 7 marzo 2005) è stata allestita una **stazione di monitoraggio-sorgente** presso una scaturigine di significativa entità ricadente nel centro abitato di San Martino di F. La stazione è composta da più sensori: misuratore di portata, misuratore di ossigeno disciolto, misuratore di conducibilità, misuratore di pH/temperatura e sonda per la misurazione del grado di umidità del suolo.

Al fine di valutare il contributo derivante dalle precipitazioni meteoriche alla falda idrica presente nel corpo di frana, è stata installata una **stazione meteo** composta da termometro, igrometro, pluviometro e barometro.

Infine all'interno dei perfori di sondaggio attrezzati di tubi piezometrici, eseguiti in varie epoche sull'area in frana, sono stati installati **piezometri elettrici fissi**.

La risultanza delle osservazioni consentirà di giungere ad una rappresentazione spaziale dei movimenti dei punti di controllo mediante vettori di posizione e spostamento con indicazioni sulla velocità e sulla accelerazione. Sarà così possibile evidenziare movimenti anche particolarmente complessi del terreno e delle strutture nel loro complesso ed analizzare sia i fenomeni di cedimento che possibili fenomeni di rotazione rispetto ad un determinato sistema di riferimento.

La problematica del posizionamento di un riferimento "indisturbato", cioè non coinvolto nel dissesto, normalmente di difficile soluzione con strumenti e metodi di misura legati alle tecniche topografiche a corto raggio, viene superata dalla possibilità di posizionare lontano dalla zona di controllo le stazioni di riferimento in modo tale che queste non siano affette dagli stessi fenomeni della zona in esame. E' noto infatti che la misura di un movimento assoluto in topografia è spesso inficiata dalla necessità di istituire punti di stazione o di riferimento dai quali effettuare le misure che di per se possano essere considerati stabili ed inamovibili. Nel caso del progetto A.M.A.Mi.R. il sito di riferimento "indisturbato" è stato individuato presso la scuola media di Cerzeto, area sub-pianeggiante esente da processi di versante in atto e/o potenziali.

In ultima analisi, il monitoraggio dello spostamento dei terreni in frana e delle deformazioni dei manufatti può rappresentare un contributo determinante per la necessaria opera di prevenzione relativa ad eventuali allarmi di sgombero. Tale azione potrà risultare potenziata dal confronto tra i dati derivanti dalle stazioni GPS con altri dati monitorati relativi a pluviometri, estensimetri,

piezometri, ecc. (Fig. 1), che potranno fornire indicazioni sulla causa di tali movimenti (origine geologica, atmosferica, ecc.).

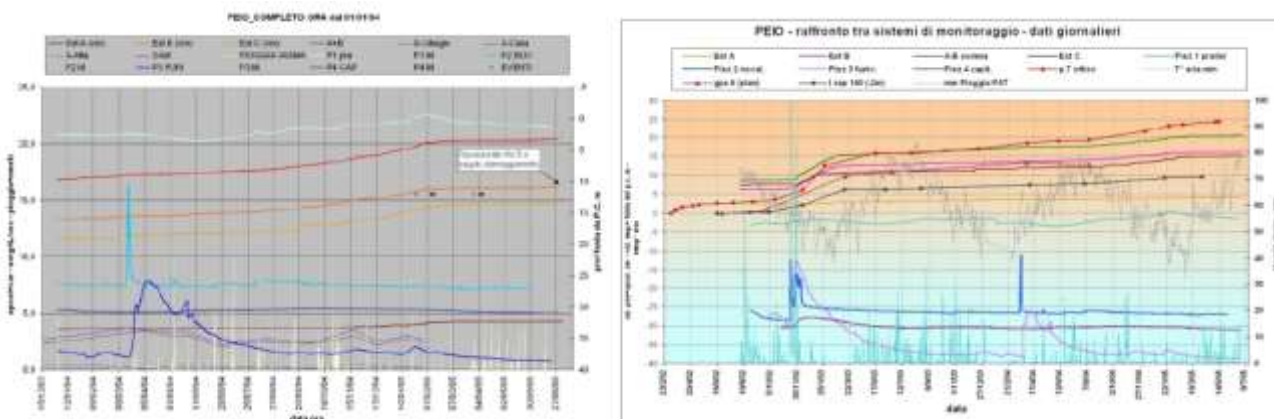


Fig.1 - Esempi di *matching* dati diversi rilevati (da A&C, 2000)

1.2 Caratteristiche della rete di monitoraggio

La rete di monitoraggio A.M.A.Mi.R. è composta dei seguenti elementi predisposti per l'acquisizione e la trasmissione in continuo dei dati ad un apposita centrale di controllo (Centro Elaborazione Dati):

1. N. 1 **stazione GPS differenziale di riferimento**, ubicata presso la Scuola Media di Cerzeto, in area ritenuta non affetta da fenomeni di movimento gravitativo sufficientemente distante dall'area di monitoraggio. L'antenna geodetica è collocata sulla copertura dell'edificio (per avere il cielo completamente visibile al di sopra di 15° dall'orizzonte). La stazione prevede un sistema per la registrazione in locale e un sistema di trasmissione dati (ADSL via cavo o via mobile), un *controller* con *software* di registrazione e per l'archiviazione delle sessioni GPS.
2. N. 3 stazioni di misura GPS ad installazione fissa (**stazioni fisse**) di cui n. 2 già in funzione e n.1 in fase di installazione, ubicate su edifici ricadenti in aree particolarmente coinvolti nel dissesto;
3. N. 6 stazioni di misura GPS di tipo mobile (**stazioni mobili**), trasportate su punti di misura sui quali siano stati installati dispositivi a centramento forzato, per eseguire misure cadenzate.
4. N. 12 **estensimetri da parete**, di cui n.4 già in funzione e n.8 in fase di installazione, collocati lungo lesioni che interessano edifici di varia tipologia.
5. N. 9 **inclinometri da parete**, di cui n. 5 già in funzione e n.4 in fase di installazione, generalmente associati agli estensimetri da parete;

6. N. 4 **piezometri** da pozzo, di cui n. 3 già in funzione e n. 1 da installare, collocati lungo i fori di sondaggio attrezzati di tubo piezometrico;
7. N. 1 **stazione meteo**, ubicata nel piazzale antistante la ex-scuola media di San Martino di Finita, è composta da un termoigrometro, un pluviometro ed un barometro.
8. N. 1 **centrale di monitoraggio sorgente**, composta da un misuratore di portata, un misuratore di ossigeno disciolto, un misuratore di conducibilità, un misuratore ph/temperatura, una sonda per la misura dell'umidità del suolo; la centrale è ubicata in corrispondenza della sorgente di Rione Piazza di San Martino di Finita.
9. N. 1 **Centro Elaborazione Dati** composto da un Server ubicato presso i locali dell'ex-scuola media di San Martino di Finita. Il piazzale antistante il locali sono controllati da una webcam collegata al sito internet (www.amamir.cnr.it)

Nello schema concettuale del sistema (Fig. 2) sono rappresentate le stazioni di rilevamento GPS, i sensori, la connessione alla centrale di controllo di stazioni e sensori, una dotazione simbolica della centrale di controllo (*storage* ed elaborazione) e l'apertura alla pubblicazione internet.

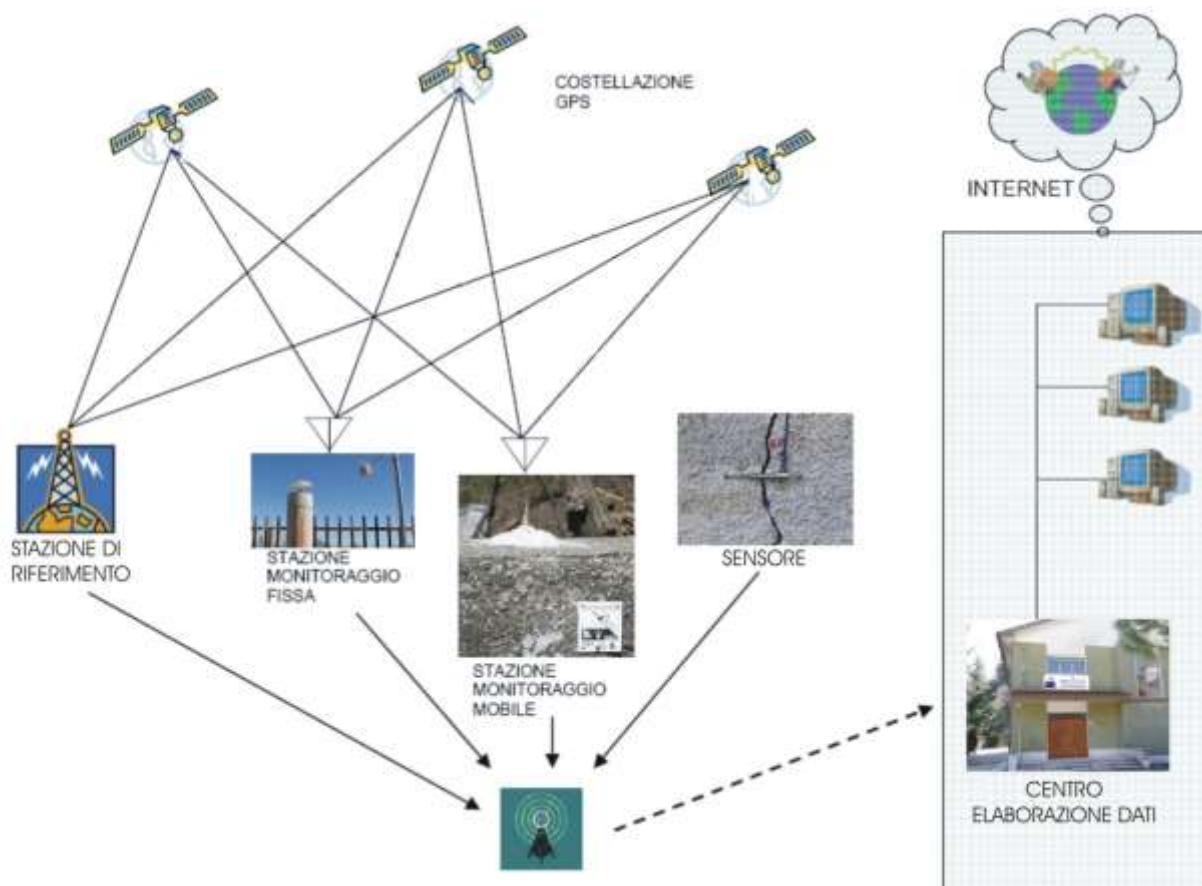


Fig. 2 - Schema concettuale



Di seguito sono elencate le tipologie dei sensori già installati e da installare nei siti predisposti ad ospitarli. Per ogni sensore vengono riportati le caratteristiche tecniche, i certificati di taratura ed una scheda con relativa ubicazione su aerofotogrammetria nonché la documentazione fotografica. La tabella di sintesi riportata sotto elenca la tipologia, il numero, il codice e lo stato d'uso dei sensori:

Tipologia sensore	Quantità	Codice sensore	Stato d'uso
Estensimetro da parete SIM	12	E1, E2, E4, E11	installati
		E3, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E12	da installare
Inclinometro da parete mono assiale SIM	8	lp1, lp2, lp5, lp7	installati
		lp3, lp4, lp6, lp8	da installare
Inclinometro da parete biassiale LEICA	1	lpb1	installato
Piezometro elettrico SISGEO	4	Pz2, Pz3, Pz4	installati
		Pz1	da installare
Centralina di monitoraggio sorgente: - Misuratore di portata ISOMAG - Misuratore ossigeno disciolto TRIOXMATIC - Misuratore conducibilità TETRACON - Misuratore pH/temperatura SENSOLYT - Sonda umidità del suolo THETAPROBE	1	CMS	installata
Stazione meteo: - Termometro LASTEM - Igrometro LASTEM - Pluviometro LASTEM - Barometro DRUCK	1	STP	installata
Stazione di misura fissa GPS	3	Gf2, Gf9	installate
		Gf1	da installare
Stazione di misura mobile GPS	6	G3, G4, G5, G6, G7, G8	installate

1.3 Il Centro Elaborazione Dati (C.E.D.)

Le rilevazioni provenienti dai vari sensori (stazioni GPS, estensimetri, piezometri, ecc.) saranno trasmesse, via cavo, ad una centrale di monitoraggio (Centro Elaborazione Dati, Fig. 3), ove automaticamente saranno archiviate, processate, diagrammate ed analizzate. Il sistema provvederà anche alla redazione di rapporti finali di movimento.

I dati saranno così pubblicati sul sito internet www.amamir.cnr.it dove utenti abilitati potranno consultare tutte od alcune informazioni del sistema centrale tramite *client*.

La centrale è costituita da un PC, con idonee capacità di elaborazione e di archiviazione dati opportunamente ridondati, dotato di sistemi di trasmissione dati (ADSL via cavo) al fine di ricevere i dati rilevati presso le stazioni di misura in tempo reale.

I suddetti processi di acquisizione, elaborazione e restituzione dei dati sono gestiti da appositi *software* che consentono, mediante G.I.S. (Sistemi Informativi Geografici), la visualizzazione delle varie stazioni di monitoraggio e le relative analisi dei dati acquisiti.

Di concerto con la Protezione Civile Regionale e Nazionale, si sta valutando la possibilità di utilizzare i dati acquisiti mediante la rete A.M.A.Mi.R. per la messa a punto di sistemi di allertamento.

Alla naturale scadenza della Convenzione tra il CNR-IRPI ed il Comune di San Martino di Finita (prevista per il 2010) nell'ambito del Progetto A.M.A.Mi.R., sarà necessario individuare (tra i tecnici comunali) la figura di un operatore al quale affidare la gestione del C.E.D., in grado di utilizzare e gestire i sistemi suddetti, preferibilmente coadiuvato da un esperto in problematiche di analisi e monitoraggio di movimenti dei versanti e delle strutture.



Fig. 3 – Il Centro Elaborazione Dati (C.E.D.) ubicato presso l'ex-scuola media di San Martino di Finita

2. UBICAZIONE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI SENSORI DELLA RETE A.M.A.MI.R. ATTUALMENTE IN USO

2.1 Estensimetri da parete

Gli estensimetri da parete, sensori ad elevata precisione che rilevano la variazione della distanza tra due punti, sono impiegati come misuratori di giunti o di fessure in manufatti o ammassi rocciosi.

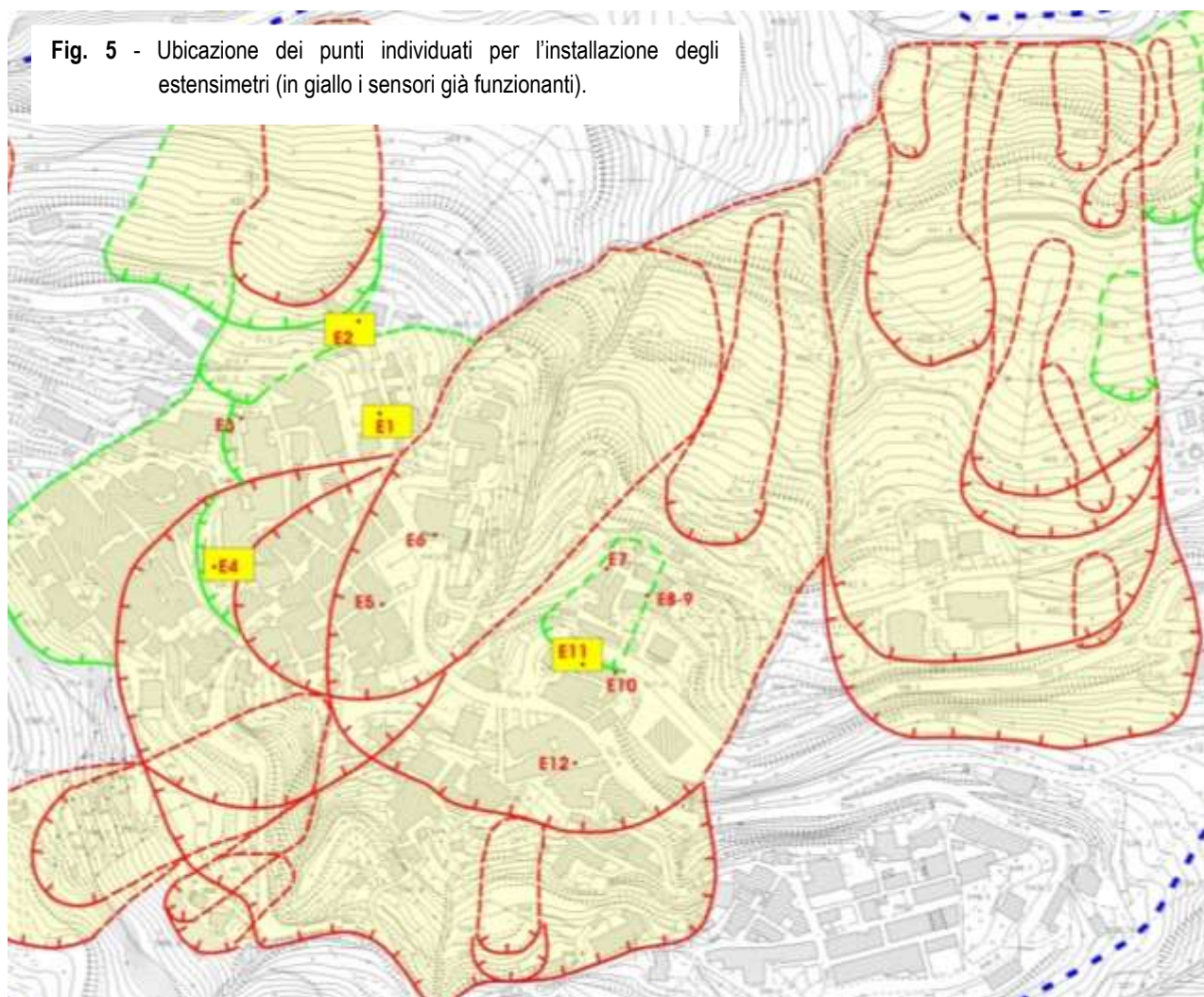
Nell'ambito del Progetto A.M.A.Mi.R. sono stati utilizzati misuratori di spostamento elettrici del tipo DS810 (Fig. 4), realizzati in acciaio INOX e in



Fig. 4 - Estensimetro da parete mod. DS810.

grado di misurare spostamenti relativi di due punti fino a 5 cm, con una risoluzione di 0,01 mm. Gli estensimetri emettono segnali elettrici direttamente associabili, mediante apposito *software*, ai valori della variazione di distanza tra i due punti di riferimento.

Fig. 5 - Ubicazione dei punti individuati per l'installazione degli estensimetri (in giallo i sensori già funzionanti).

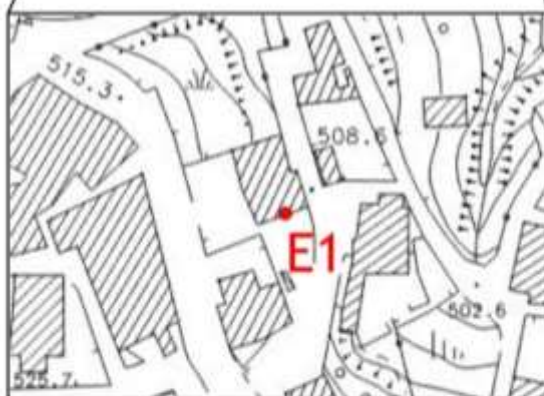
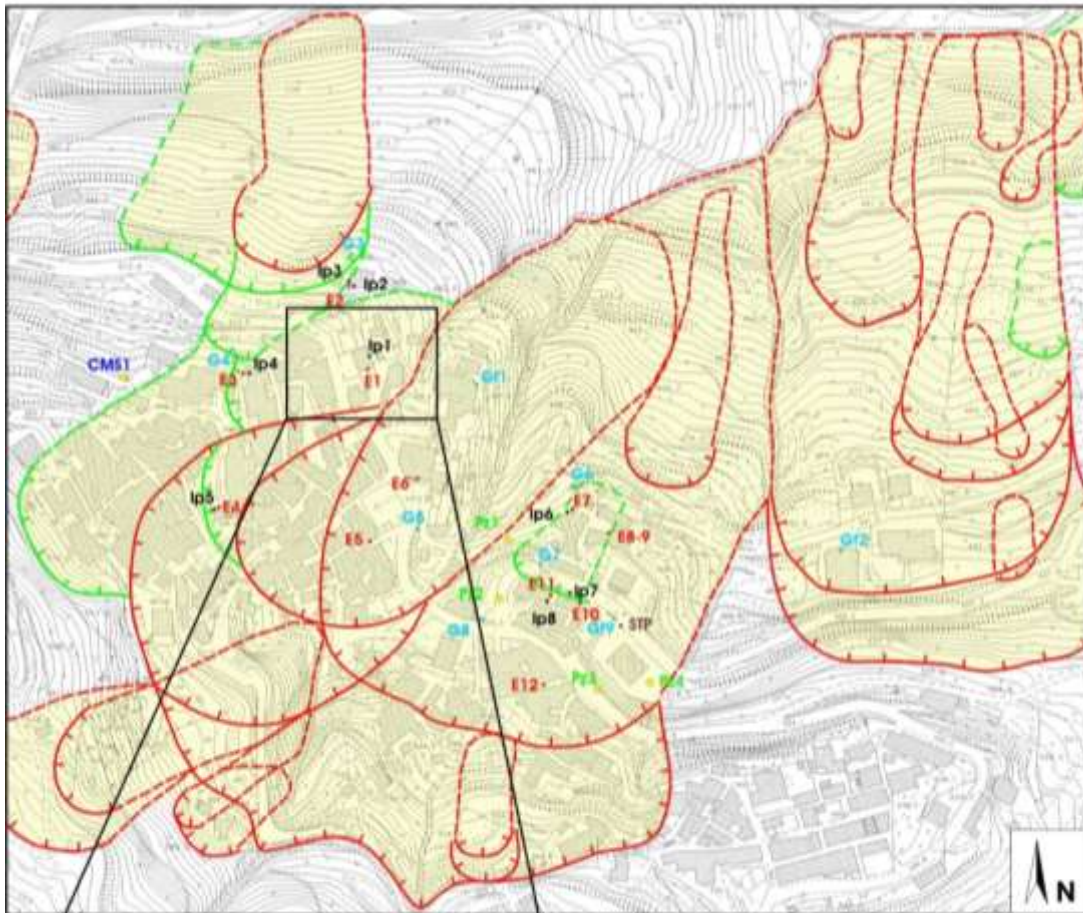




I sensori sono stati posizionati in corrispondenza delle lesioni presenti sugli edifici maggiormente danneggiati dal dissesto. Gli estensimetri sono stati associati agli inclinometri da parete (descritti nel paragrafo successivo) per accertare univocamente il verificarsi di movimenti gravitativi ed i relativi cinematismi. In figura 5 è riportata l'ubicazione dei 12 punti destinati ad ospitare gli estensimetri da parete della rete A.M.A.Mi.R.: i punti sono identificati con la lettera **E** seguita da un numero progressivo da **1** a **12**. In giallo sono stati evidenziati i 4 estensimetri già installati e funzionanti, posizionati nei punti ritenuti più strategici e che meglio evidenziano il movimento del dissesto.

Nei paragrafi 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 e 2.1.4, è riportata l'ubicazione e la documentazione fotografica e nei paragrafi 4.1 e 5.1 sono riportati i certificati di taratura e le caratteristiche tecniche di funzionamento degli estensimetri installati e attualmente in uso.

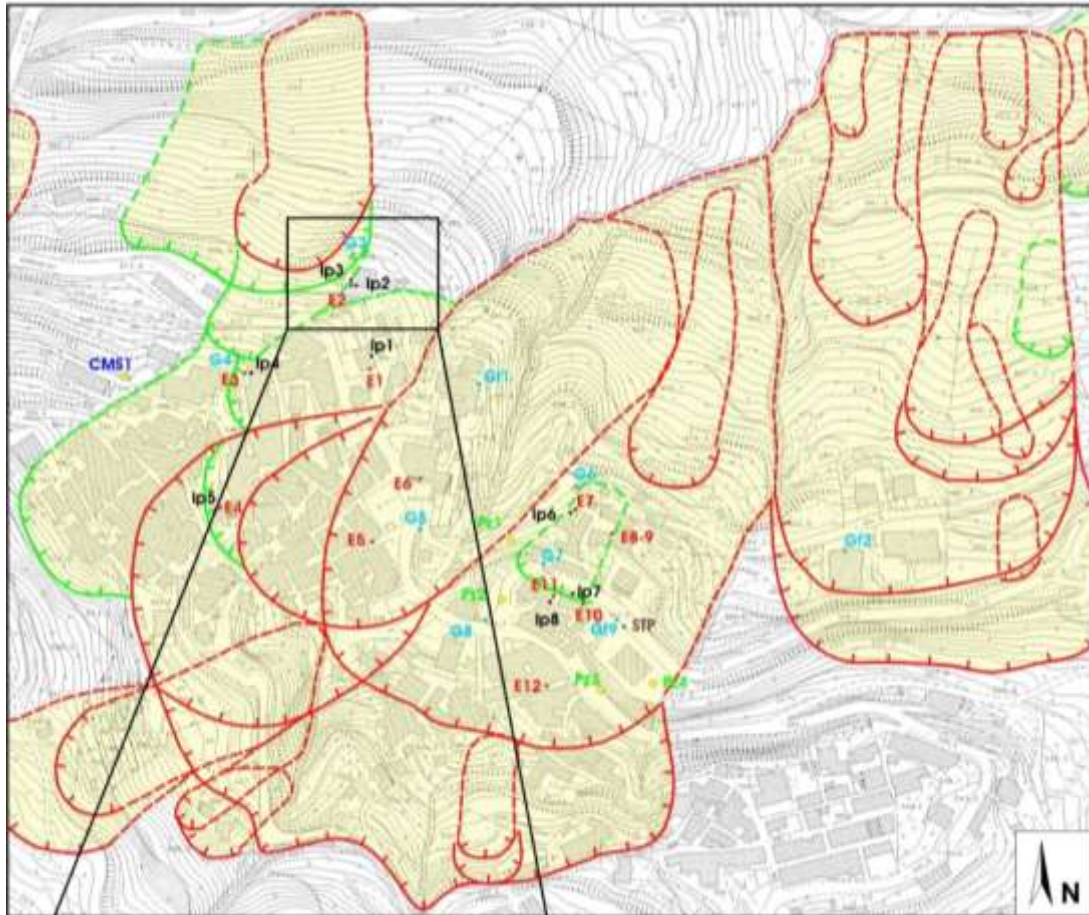
2.1.1 Estensimetro E1



Direzione del movimento: 60 N



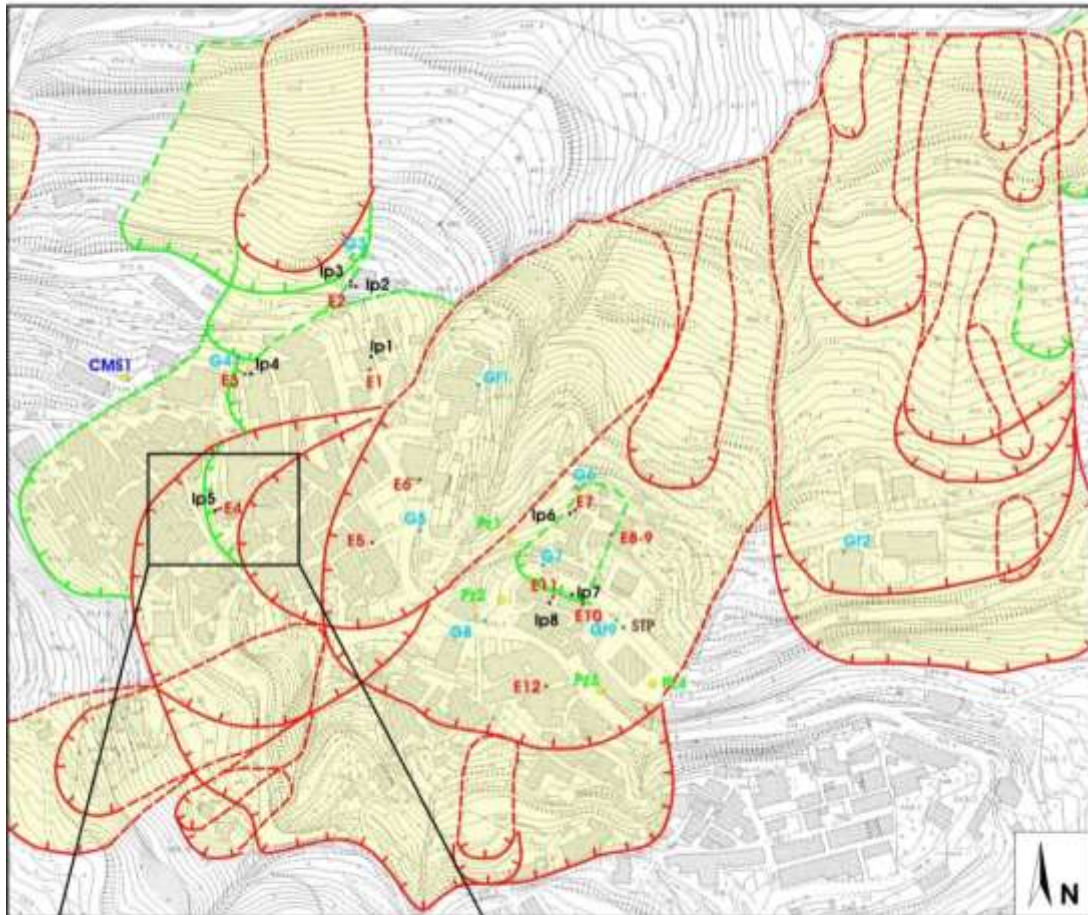
2.1.2 Estensimetro E2



Direzione del movimento: 100 N



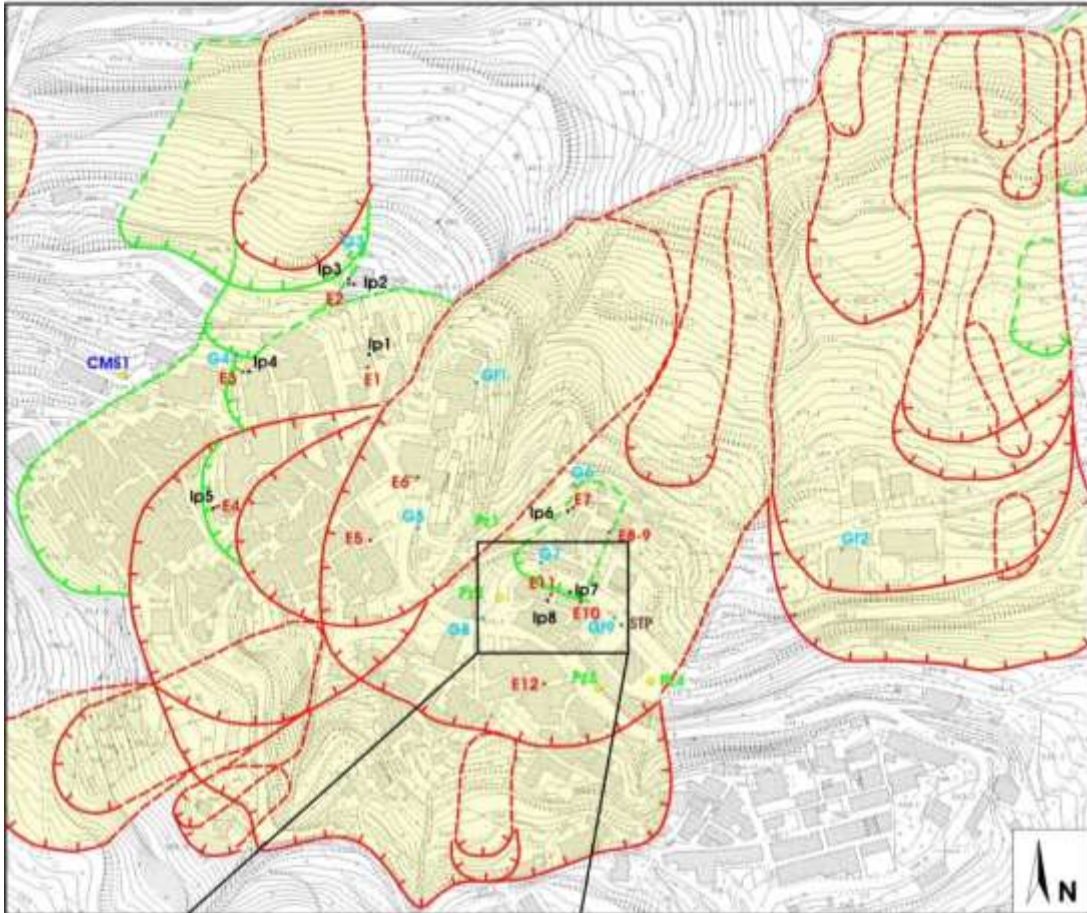
2.1.3 Estensimetro E4



Direzione del movimento: 60 N



2.1.4 Estensimetro E11



Direzione del movimento: 30 N



2.2 Inclinometri da parete

Gli inclinometri da parete sono dispositivi utilizzati per misurare variazioni angolari (rispetto alla verticale) delle pareti di edifici su cui vengono messi in opera, consentendo così di accertarne possibili basculamenti.

Nell'ambito del Progetto A.M.A.Mi.R. sono stati previsti inclinometri monoassiali e biassiali: i primi misurano le inclinazioni dell'asse Z rispetto alla verticale riferita ad un'unica direzione giacente sul piano orizzontale (asse X), mentre i secondi misurano le inclinazioni di Z riferite sia all'asse X che all'asse Y.

Gli inclinometri da parete monoassiali utilizzati sono sensori elettrolitici con sensibilità dello 0,01%, mod. IN920-SIM STRUMENTI (Fig. 6). Considerate le caratteristiche del dissesto di San Martino di finita, è stato ritenuto opportuno predisporre un *range* di misura a $\pm 1^\circ$. Tali sensori consentono pertanto di apprezzare variazioni angolari al di sotto del grado precise fino al centesimo di grado.

L'inclinometro, realizzato in acciaio inossidabile e poliestere rinforzato, emette un segnale elettrico direttamente associabile ai valori dell'inclinazione dello strumento (lungo l'asse X e/o Y). Un apposito programma consente di convertire i valori delle misure in mA in gradi rispetto alla verticale

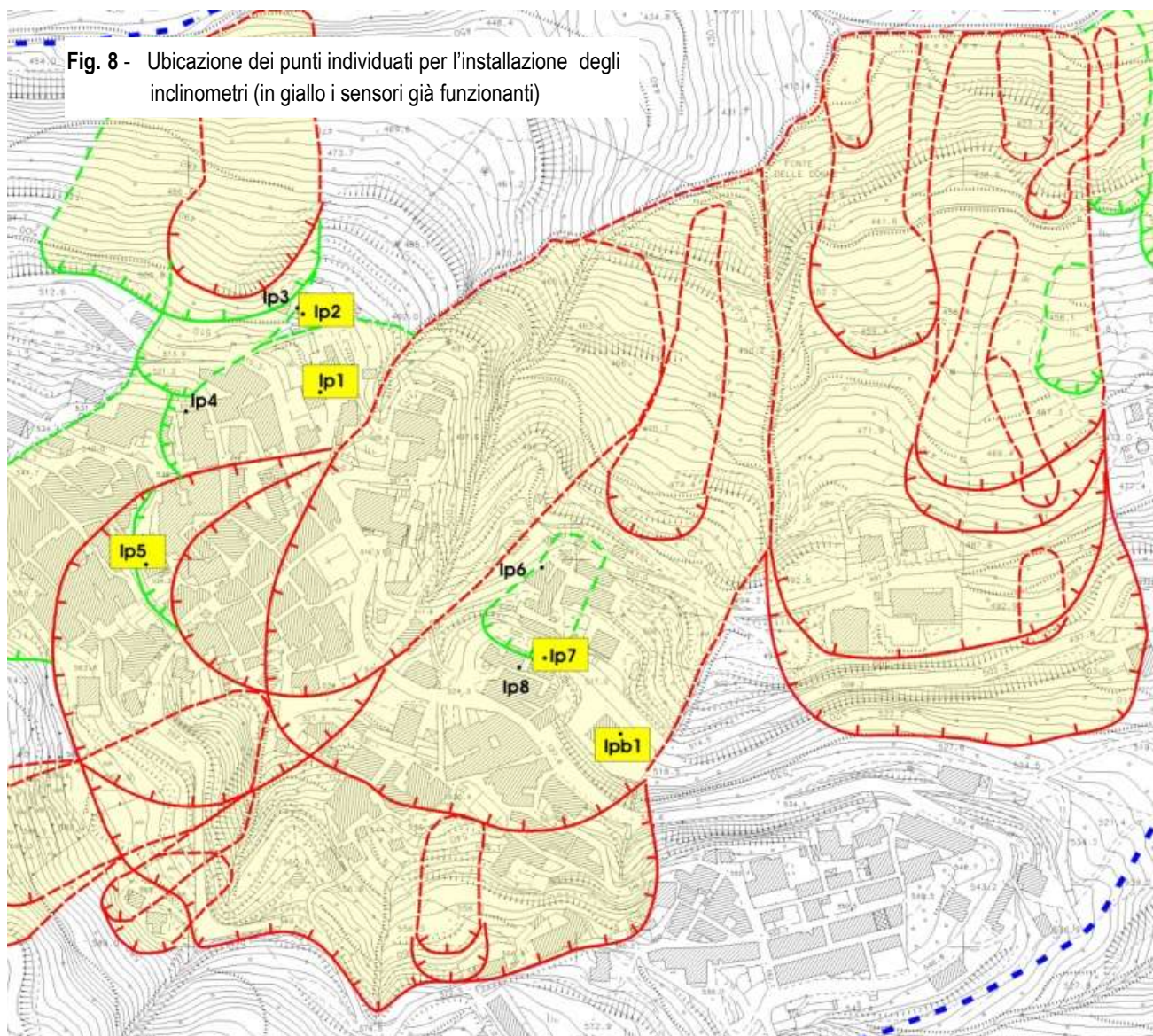


Fig. 6 - Inclinometro da parete mod. IN920



L'elevata risoluzione, rende sensibile gli inclinometri da parete all'irraggiamento solare: al fine di attenuarne gli effetti, i sensori sono stati muniti di appositi sistemi di protezione in alluminio (Fig. 7).

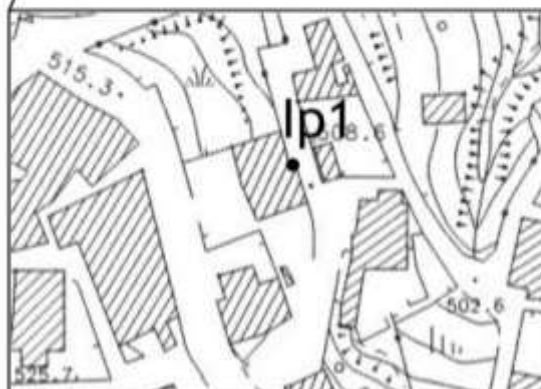
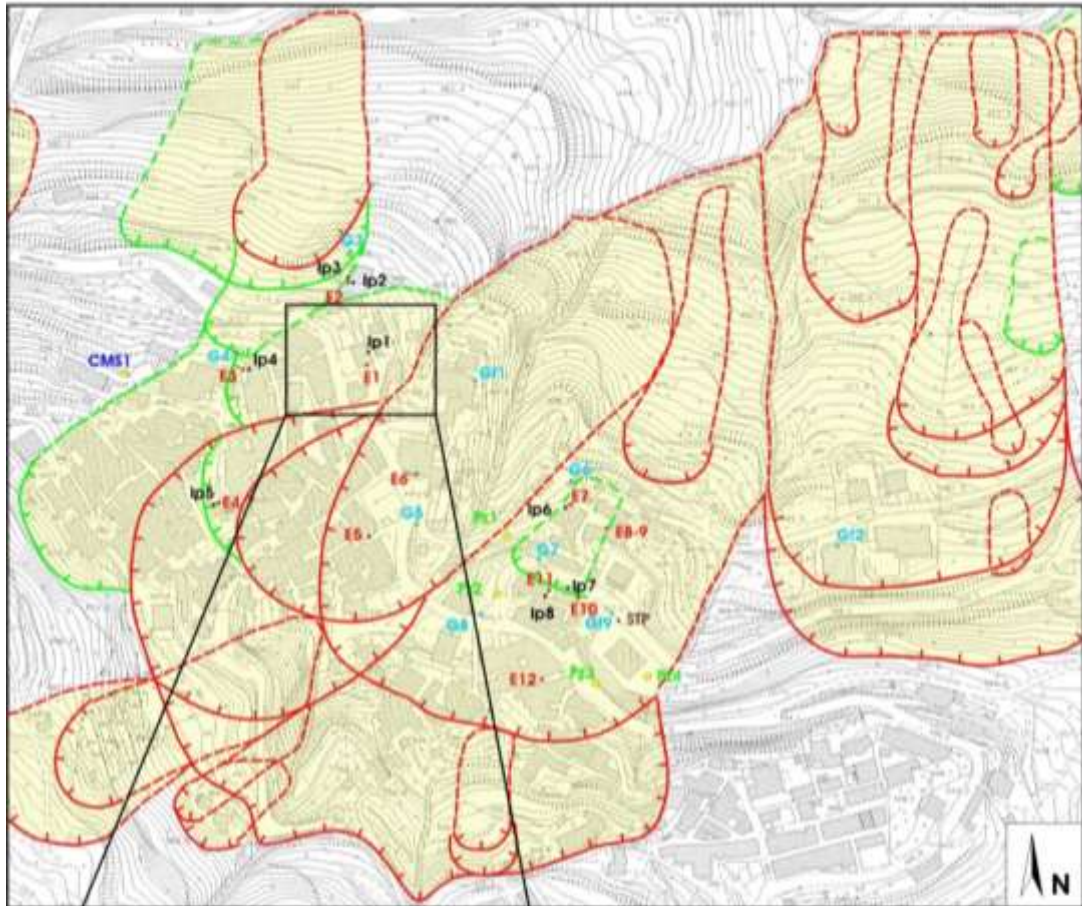
Fig.7 - Particolare della protezione in alluminio realizzata per la protezione degli inclinometri dall'irraggiamento solare.



Sono stati installati e sono già funzionanti 5 (4 monoassiali ed 1 biassiale) dei 9 inclinometri da parete previsti dalla rete A.M.A.Mi.R. In figura 8 sono riportati i 9 punti individuati per l'installazione dei sensori (identificati con la sigla **Ip** seguita da un numero progressivo da **1** a **9**). In giallo sono evidenziati i 5 inclinometri posizionati su fabbricati particolarmente danneggiati che maggiormente riflettono l'entità ed i cinematismi dei movimenti.

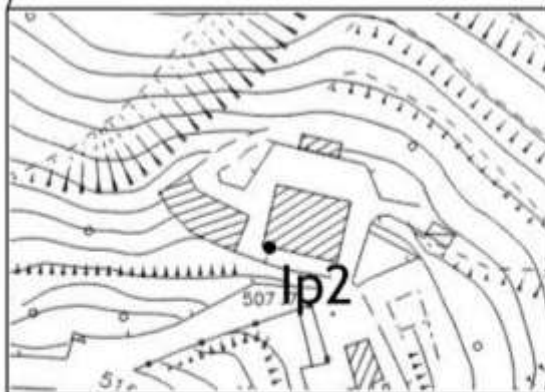
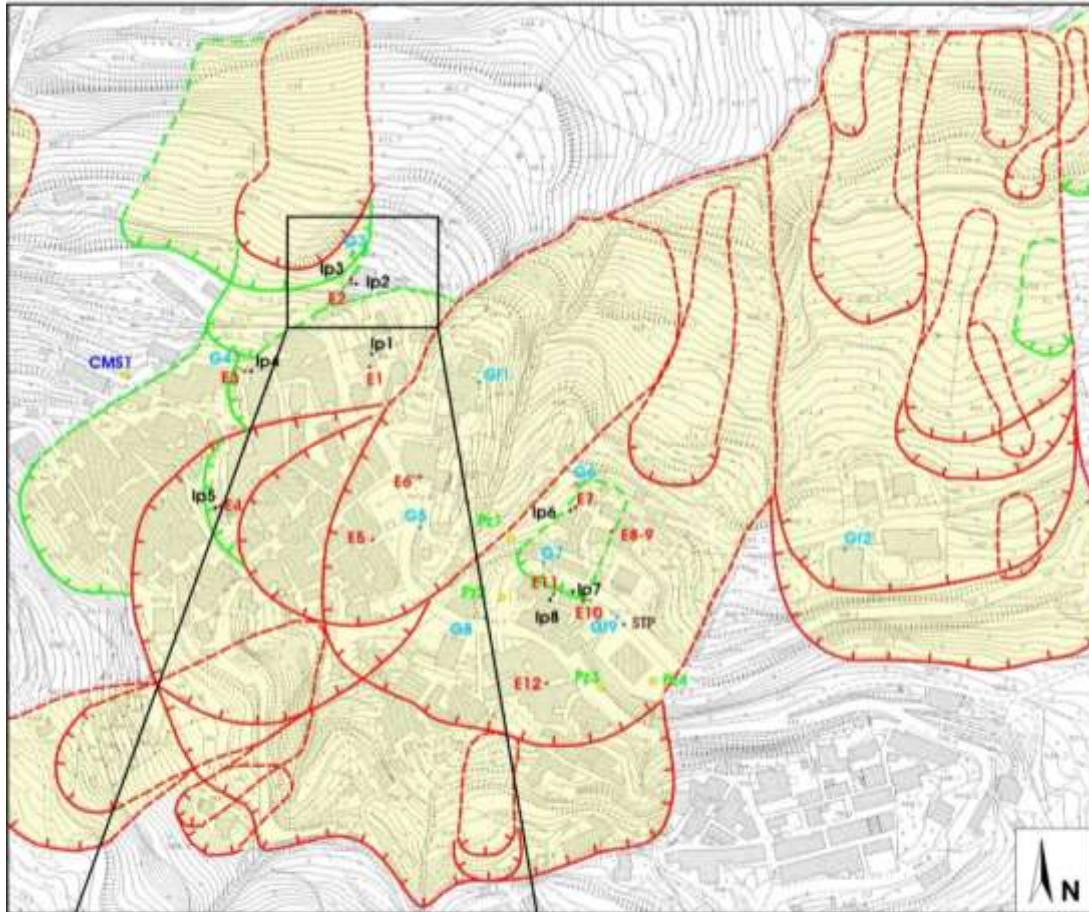
Nei paragrafi 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 e 2.2.4, 2.2.5 è riportata l'ubicazione e la documentazione fotografica degli inclinometri installati e attualmente in uso. Nei paragrafi 4.2 e 5.2 sono riportati i certificati di taratura e le caratteristiche tecniche di funzionamento degli inclinometri.

2.2.1 Inclinometro monoassiale Ip1



Direzione del movimento: 65 N

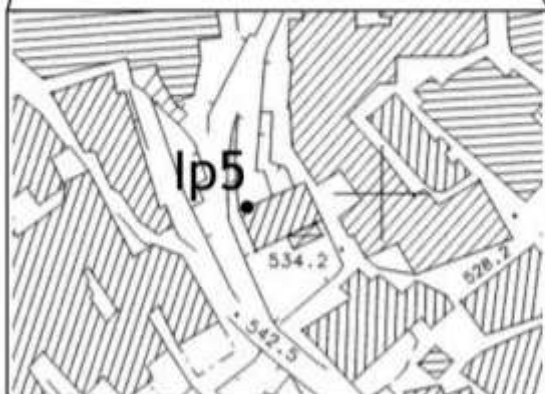
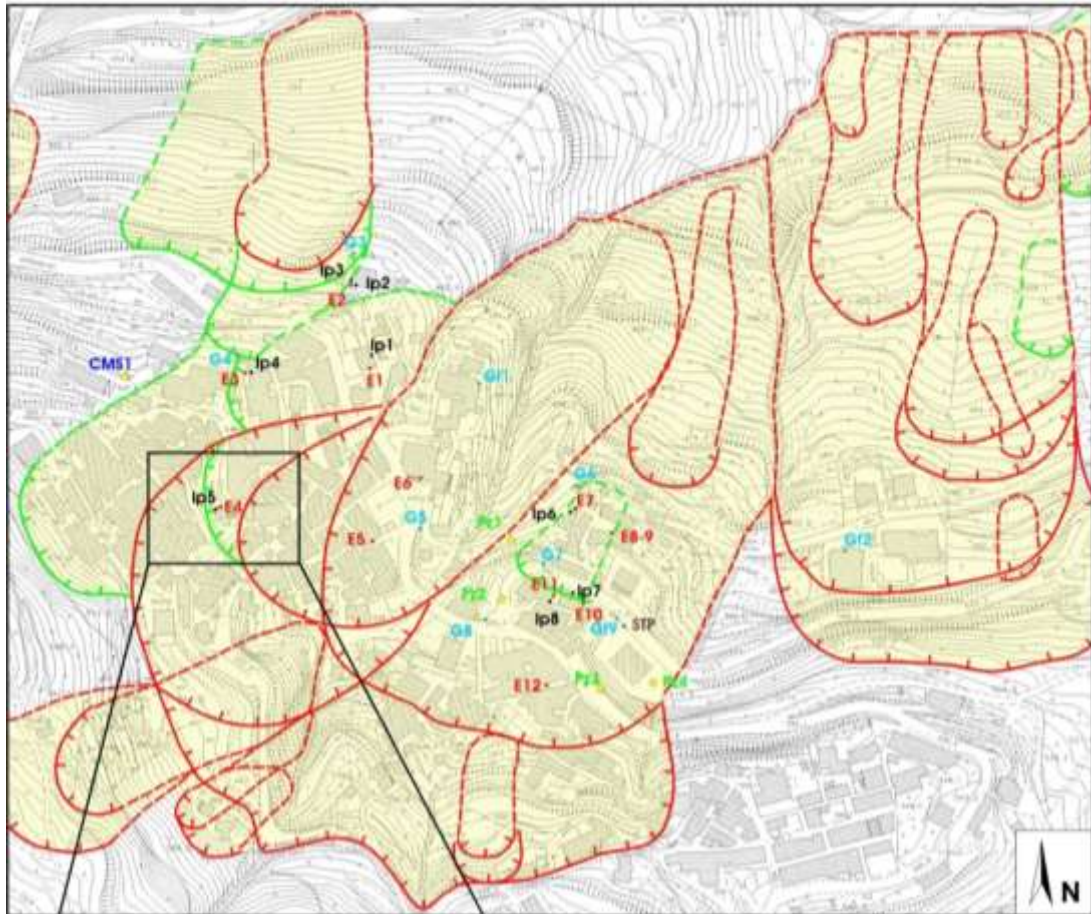
2.2.2 Inclinometro monoassiale Ip2



Direzione del movimento: 100 N



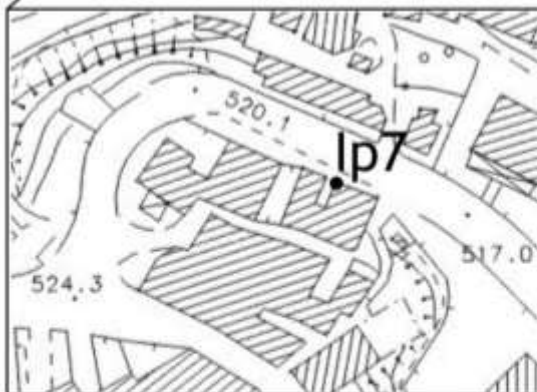
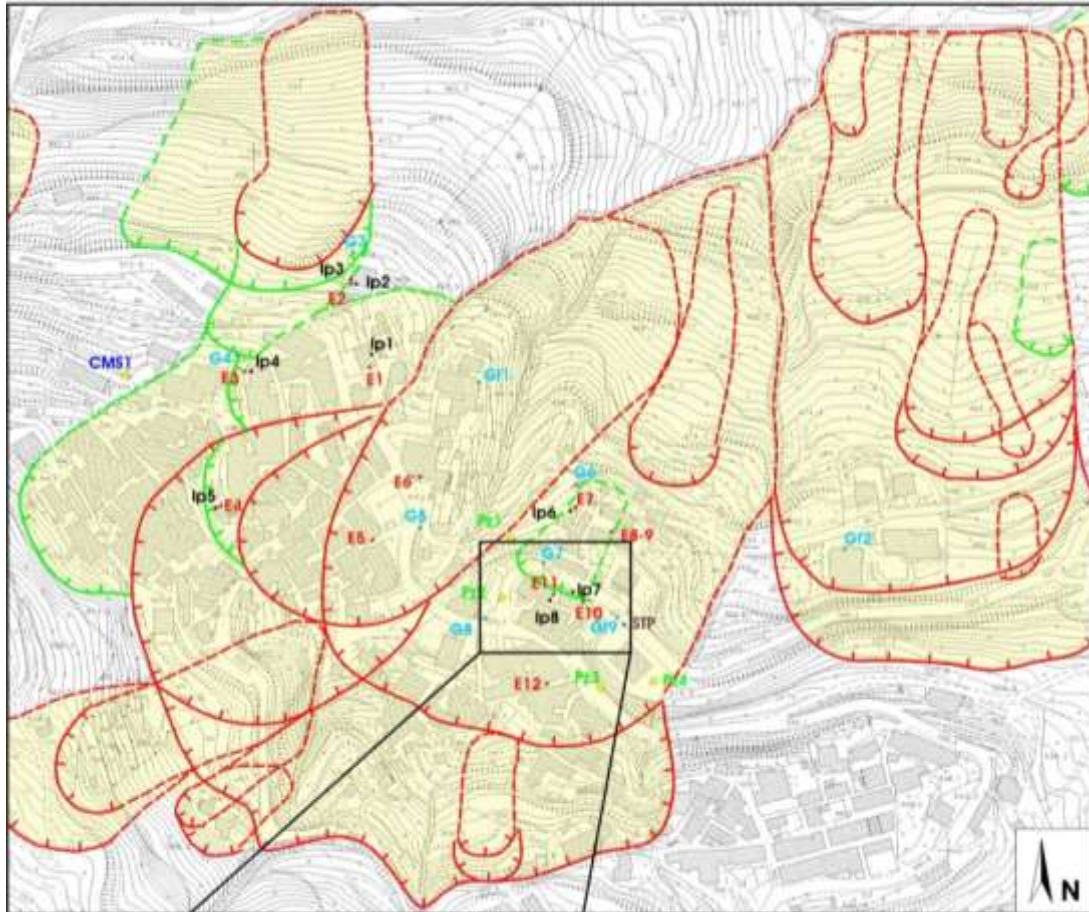
2.2.3 Inclinometro monoassiale Ip5



Direzione del movimento: 60 N



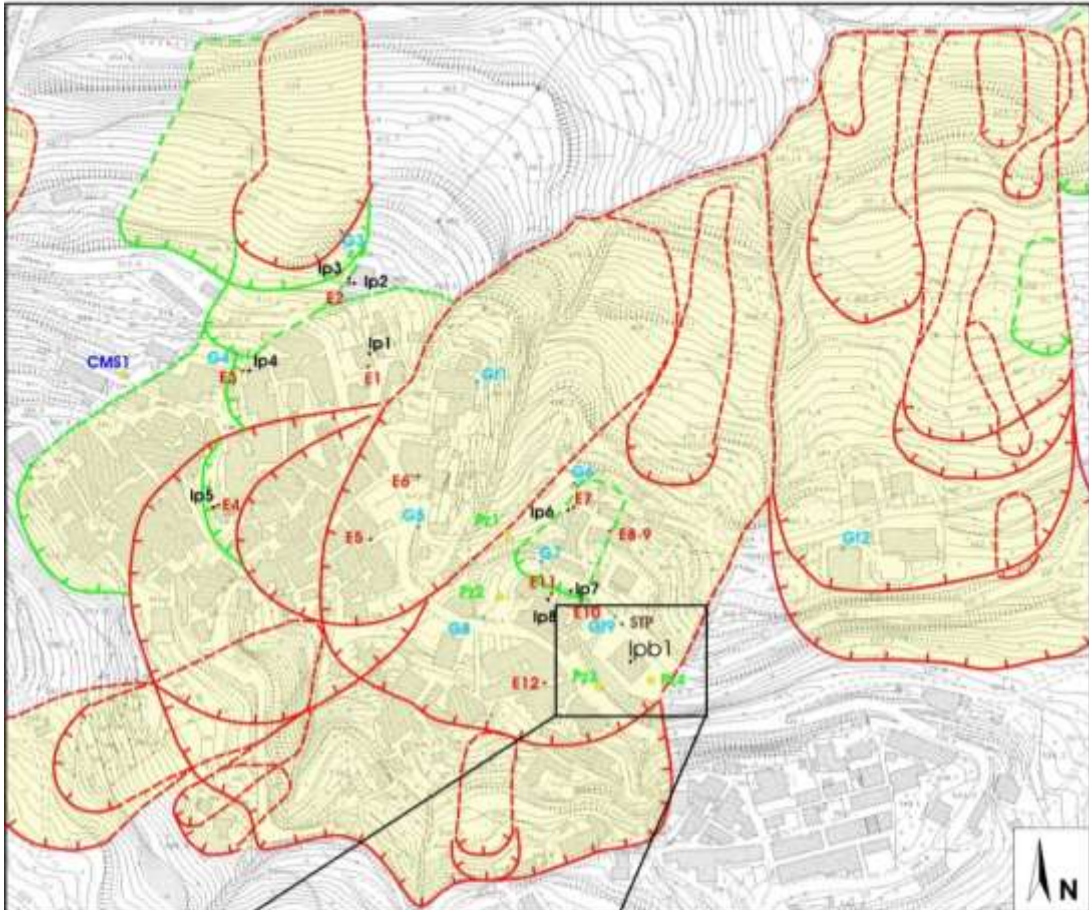
2.2.4 Inclinometro monoassiale Ip7



Direzione del movimento: 10 N



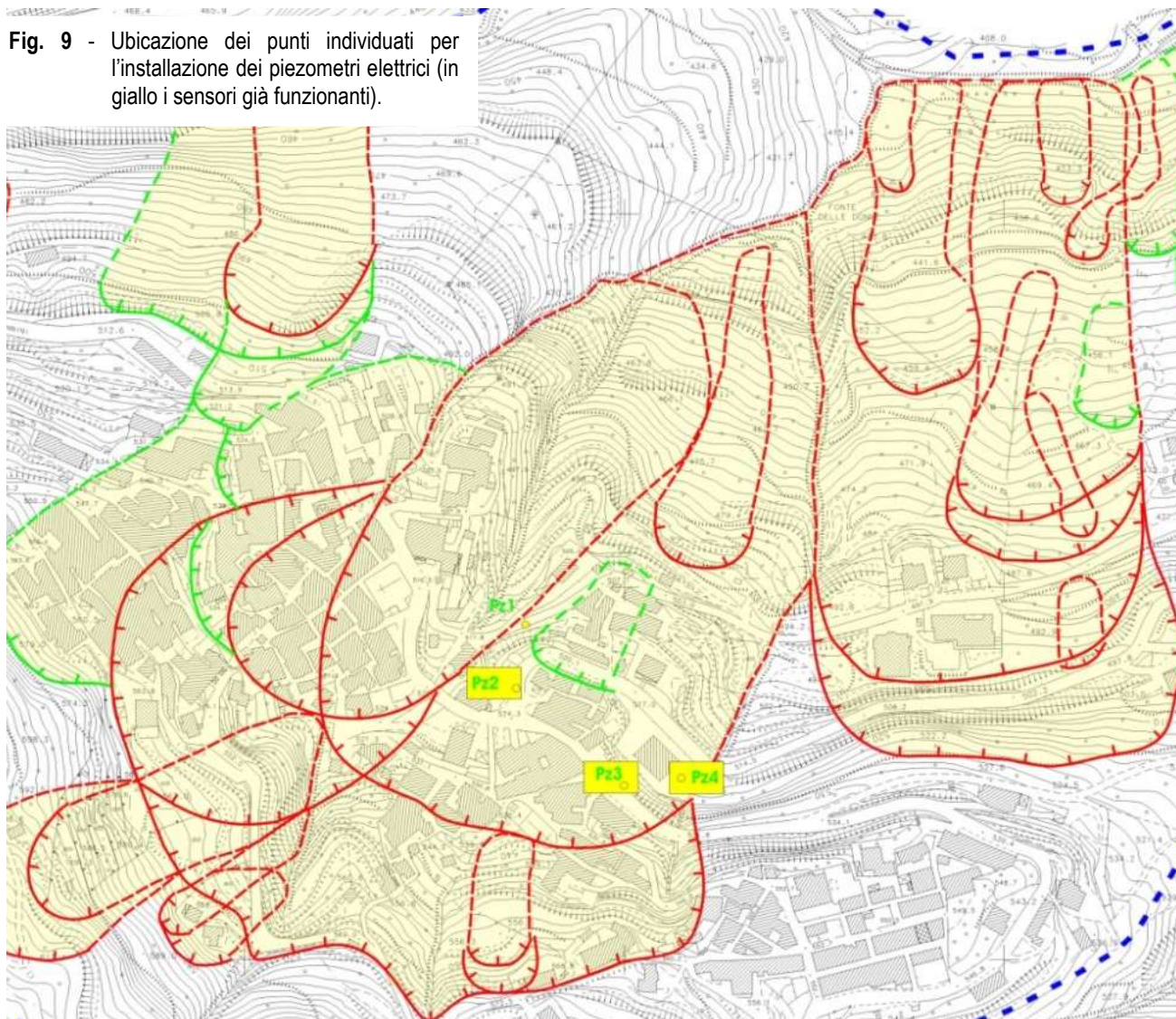
2.2.5 Inclinometro biassiale **Ipb1**



2.3 Piezometri elettrici

I piezometri elettrici sono utilizzati per misure automatiche dei livelli di falda e di pressione interstiziale. Tali sensori emettono segnali elettrici associabili ai valori di profondità della falda, mediante apposito *software*. I piezometri sono collegati al C.E.D. che ne gestisce l'automazione delle misure.

Fig. 9 - Ubicazione dei punti individuati per l'installazione dei piezometri elettrici (in giallo i sensori già funzionanti).



Sono stati installati 3 dei 5 piezometri elettrici previsti nella rete A.M.A.Mi.R. in fori di sondaggio realizzati in varie epoche (Fig. 9). I sensori, individuati con la sigla **Pz** seguita da un numero progressivo da **1** a **5** (in giallo sono evidenziati i piezometri già installati). Tali sensori forniscono utili informazioni sulle oscillazioni dei livelli di falda al fine di desumere le variazioni delle pressioni idriche indotte da eventi piovosi.

I piezometri installati, mod. **P235S4-SISGEO** (Fig. 10), comprendono un corpo cilindrico in acciaio inossidabile contenente la camera idraulica, il sensore di misura, la scheda di condizionamento 4-20 mA e la terminazione del cavo; un filtro, a forma di disco, realizzato in ceramica, che mette in comunicazione la

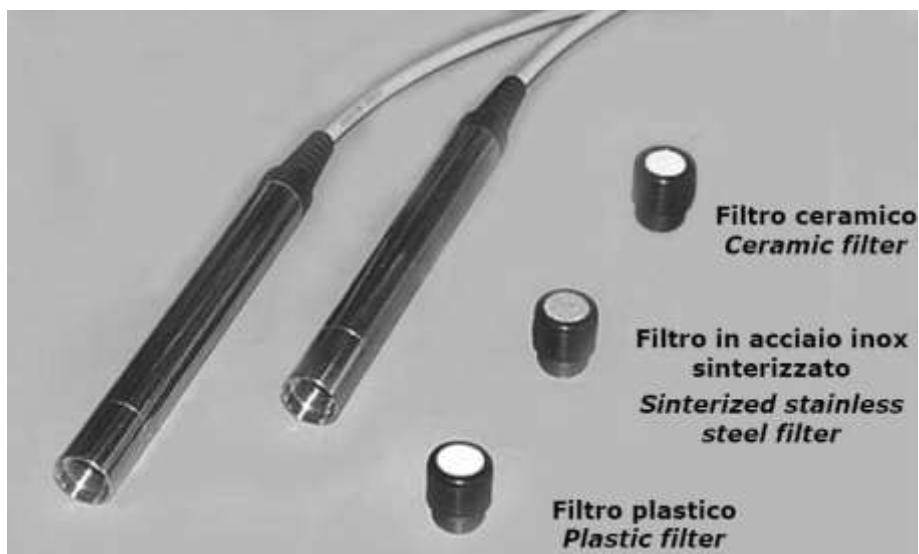


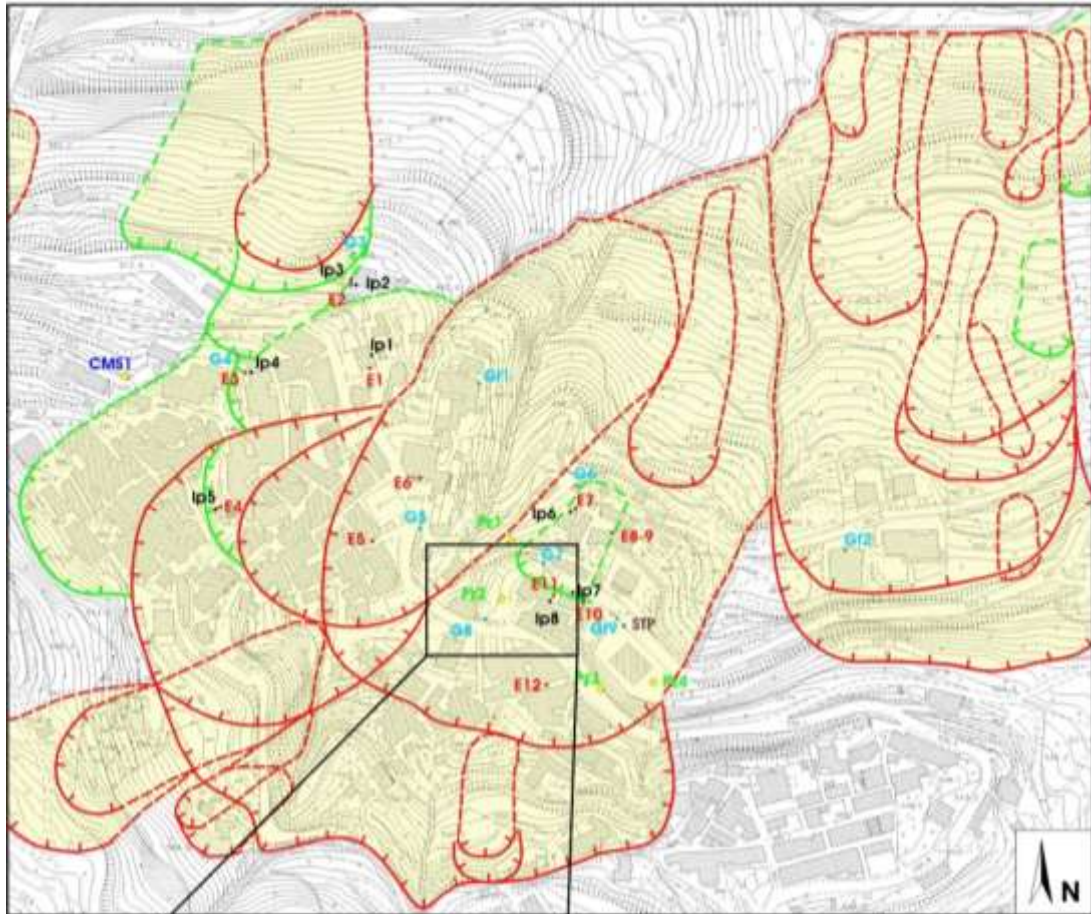
Fig. 10 - Piezometro elettrico del tipo **P235S4** della **SISGEO**

camera idraulica con l'ambiente esterno; un cavo elettrico di opportune caratteristiche che collega lo strumento all'unità di lettura.

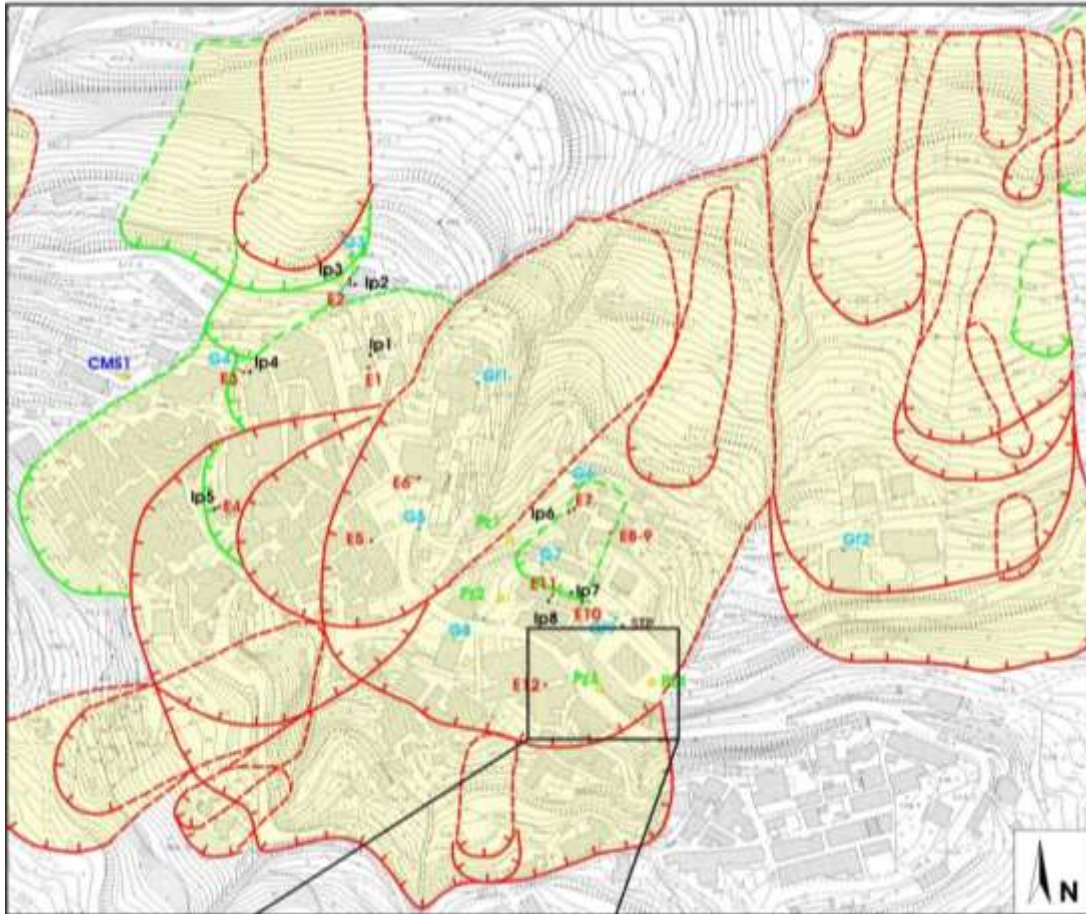
Nei paragrafi 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3 è riportata l'ubicazione e la documentazione fotografica degli inclinometri installati e attualmente in uso.

Nei paragrafi 4.3 e 5.3 sono riportati i certificati di taratura e le caratteristiche tecniche di funzionamento dei piezometri.

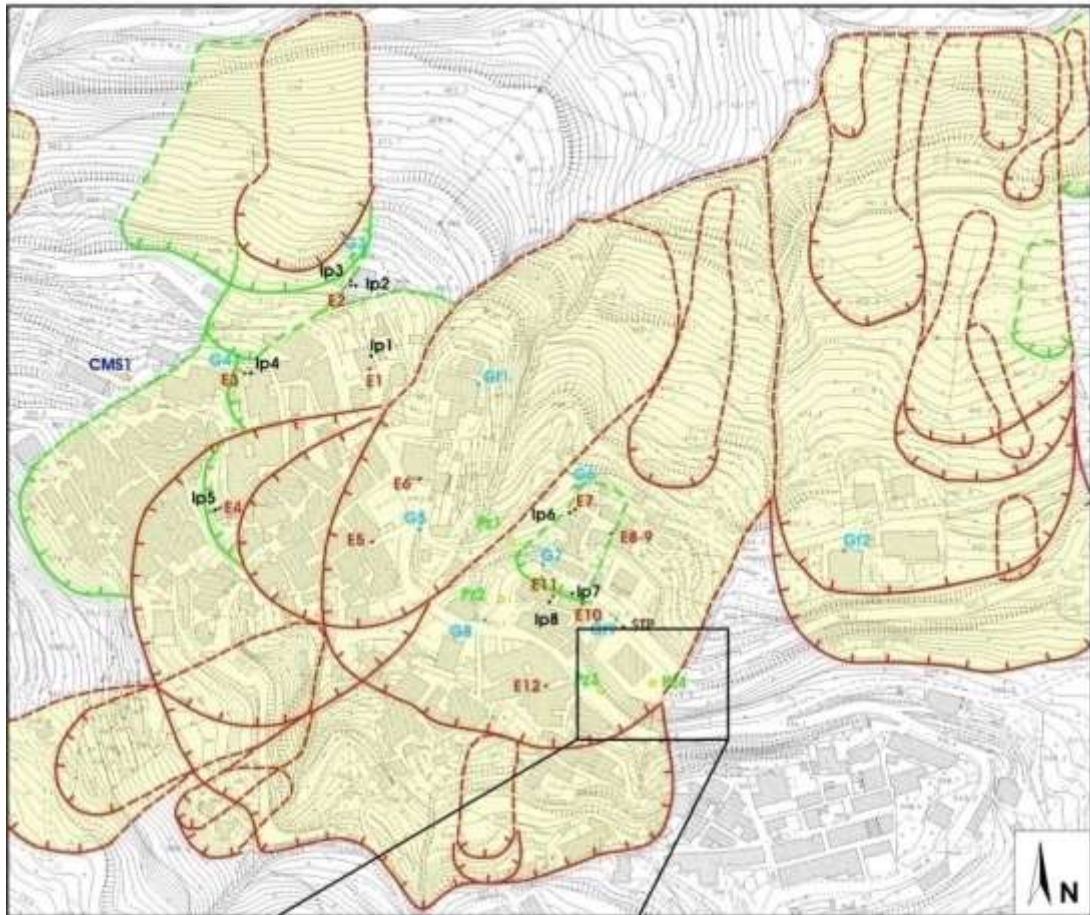
2.3.1 Piezometro Pz2



2.3.2 Piezometro Pz3

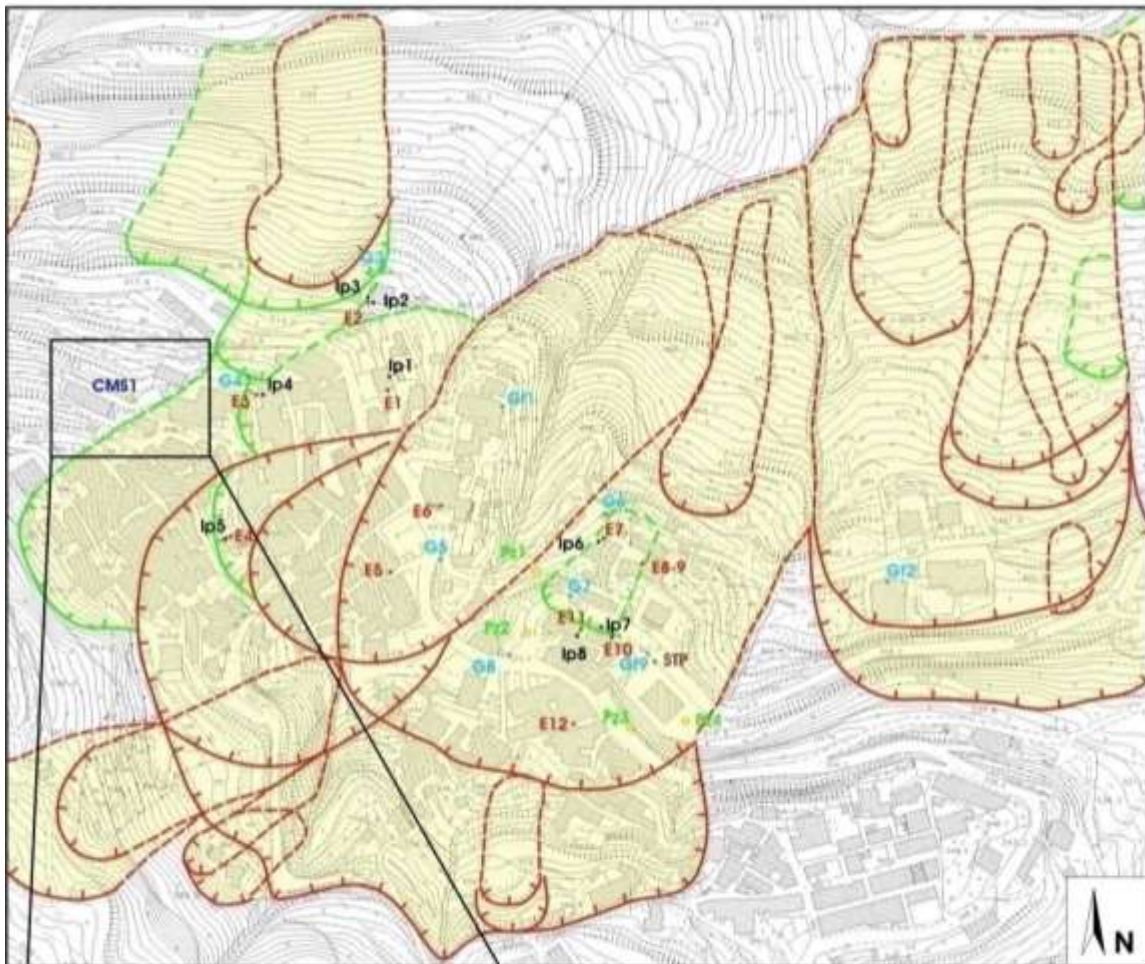


2.3.3 Piezometro Pz4



2.4 Centralina di monitoraggio sorgente

La centralina di monitoraggio sorgente è stata installata presso una sorgente di significativa portata ubicata nel Rione Piazza di San Martino di Finita.





La centralina è composta da una serie di sensori che misurano, in tempo reale, variazioni delle grandezze che caratterizzano le acque che scaturiscono dalla sorgente, come repentine variazioni di portata e intorbidimento delle acque che possono preludere a repentine accelerazioni dei fenomeni franosi e quindi a possibili immediati collassamenti. Tali sensori sono rappresentati da:

- un **misuratore di portata,**
- un **misuratore di ossigeno disciolto,**
- un **misuratore di conducibilità,**
- un **misuratore pH/temperatura,**
- una **sonda per la misurazione dell'umidità del suolo.**

I vari sensori acquisiscono i dati in modo automatico ed in tempo reale li trasmettono, via cavo, al Centro Elaborazione Dati. Nella figura di pagina precedente è riportata l'ubicazione e la documentazione fotografica della centralina di monitoraggio sorgente individuata con la sigla **CMS**.

Nei paragrafi 4.4 e 5.5 sono riportati i certificati di taratura e le caratteristiche tecniche di funzionamento degli strumenti che costituiscono la centrale di monitoraggio sorgente.

2.5 Stazione meteo

Nel piazzale antistante i locali del C.E.D. è stata installata una stazione meteo composta da un termoisigrometro, un pluviometro ed un barometro. La stazione fornirà una serie di utili indicazioni che consentiranno di valutare, in tempo reale, il contributo derivante dalle precipitazioni meteoriche all'acquifero contenuto entro il corpo di frana.



Il **termoisigrometro** (mod. LASTEM DMA575, Fig. 11) è uno strumento che misura in continuo la temperatura e l'umidità relativa. Lo strumento ha *range* di misura della temperatura compreso tra $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$) e dell'umidità relativa compreso tra 0% , e 100% , ($\pm 1,5\%$). Caratteristica di questi sensori è l'intercambiabilità dell'elemento sensibile termoisigrometrico, che ne rende agevole la manutenzione ed elimina la necessità della calibratura.

Fig. 11 - Termoisigrometro mod. LASTEM DMA575

Il **pluviometro** (mod. C401A-LASTEM, Fig. 12) è un sensore predisposto per la misurazione in continuo delle piogge. È costituito da una struttura cilindrica esterna in acciaio inox contenente un cono di raccolta delle acque di precipitazione appositamente realizzato per evitare il fenomeno del rimbalzo delle gocce all'esterno della struttura e per consentire la raccolta di acque anche in caso di precipitazioni di modesta entità. Il sensore permette inoltre di discriminare l'apporto da precipitazione pluviometrica da quello dovuto a condensazione (mediante un principio di misura di tipo conducimetrico tra due elettrodi mantenuti a temperatura più alta di quella dell'ambiente al fine di inibire la formazione di condensa).



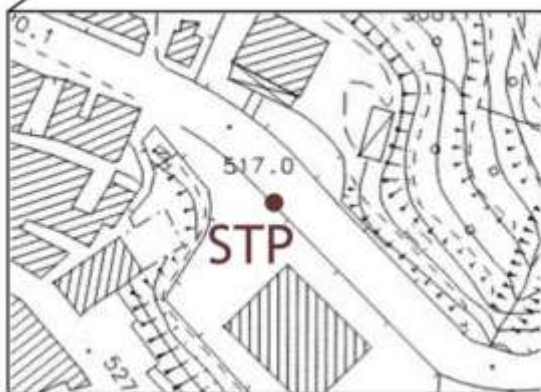
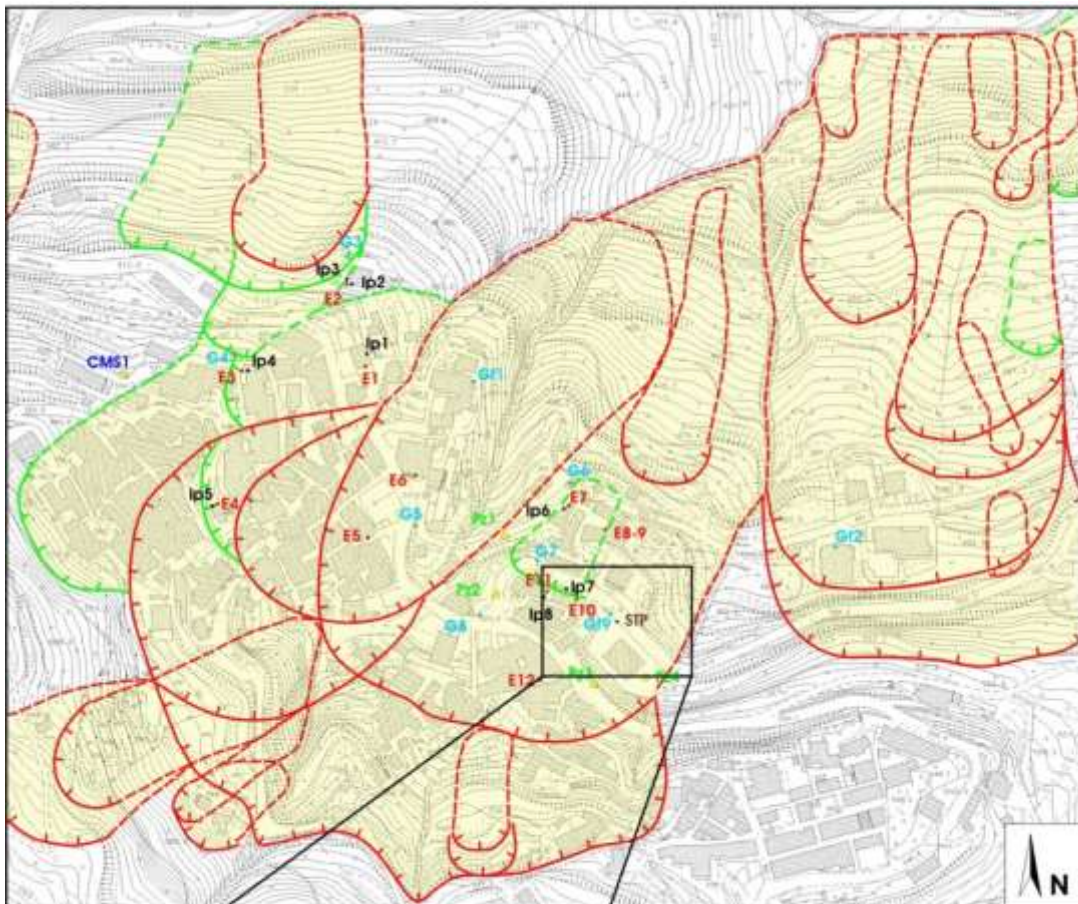
Fig. 12 - Pluviometro mod. C401A-LASTEM



Il **barometro** (mod. GE Sensing tipo serie PMP 4000; Fig. 13) è un sensore predisposto per la misura della pressione atmosferica. Lo strumento ha un *range* di misura compreso tra 70 mbar e 700 mbar ($\pm 0,04\%$).

Fig. 13 - Barometro mod. PMP 4000

Nel seguito è riportata la monografia della stazione di monitoraggio meteo, individuata sulla carta topografica con la sigla **STP** (Stazione TermoPluviometrica).





2.6 Stazioni di misura GPS

Un GPS (Global Positioning System) è un sistema che utilizza la tecnologia satellitare per determinare la posizione (latitudine e longitudine) di un qualunque punto collocato sulla superficie terrestre. Nel caso particolare di versanti instabili, il GPS consente di determinare movimenti differenziali tra punti di riferimento opportunamente ubicati sul territorio² indotti da fenomeni gravitativi.

La possibilità di determinare movimenti differenziali in tre dimensioni, consente di evidenziare ed analizzare cinematismi di movimento, anche particolarmente complessi, sia dei terreni che delle strutture ricadenti lungo versanti instabili.

Il sistema di monitoraggio GPS utilizzato nel progetto A.M.A.Mi.R. è stato realizzato per consentire la misurazione in continuo o ad intervalli prestabiliti, con precisioni sub-centimetriche della posizione dei punti ritenuti di interesse, e di restituire una rappresentazione spaziale dei movimenti mediante vettori di posizione e spostamento, con indicazioni sia sulla velocità che sull'accelerazione. Il sistema è composto da:

- **N.1 stazione GPS di riferimento** provvista di un ricevitore GPS collocato in un'area esente da fenomeni di dissesto al quale riferire i movimenti di punti di misura GPS collocati all'interno del corpo di frana. La stazione permanente della rete di monitoraggio A.M.A.Mi.R. è stata posizionata presso l'edificio che ospita la scuola media di Cerzeto, in un'area pianeggiante ritenuta esente da processi gravitativi. L'architettura di tale stazione prevede una antenna geodetica collocata sulla copertura dell'edificio (per avere il cielo completamente visibile al di sopra di 15° dall'orizzonte), un ricevitore e un computer di controllo dell'intero sistema che consente, tra l'altro, il monitoraggio da remoto del ricevitore GPS e il salvataggio locale dei dati acquisiti. La stazione GPS permanente opera senza interruzioni acquisendo e immagazzinando i dati di codice e di fase di tutti i satelliti visibili dal ricevitore 24 ore su 24 per 365 giorni l'anno. Il sistema è collegato alla rete elettrica, mentre il controllo da remoto del ricevitore è collegato ad una linea ADSL.
- **N.3 stazioni GPS fisse** provviste di ricevitore, antenna geodetica e controller collocati su apposita stazione realizzata con supporti metallici. Le stazioni fisse sono state ubicate su immobili di particolare importanza che versano in condizioni di particolare precarietà, per i quali sia richiesto un monitoraggio continuo e controllato, o su immobili ricadenti in aree di

² alla luce di studi geo-strutturali e geomorfologici

interesse strategico per la comprensione, nel tempo, dei cinatismi della frana di San Martino di Finita.

- **N.6 stazioni GPS mobile** provviste di ricevitore, antenna geodetica e *controller* portatile. Con la stazione mobile potranno essere eseguite misure GPS su punti prescelti opportunamente attrezzati ad ospitare i ricevitori GPS con sistemi a centratura forzata, per eseguire misure periodiche (fig. 14). Il ciclo di misura prevede l'acquisizione dei dati almeno per un'ora ripetuta con cadenza da stabilirsi in funzione dei movimenti riscontrati (settimanale, mensile, stagionale).

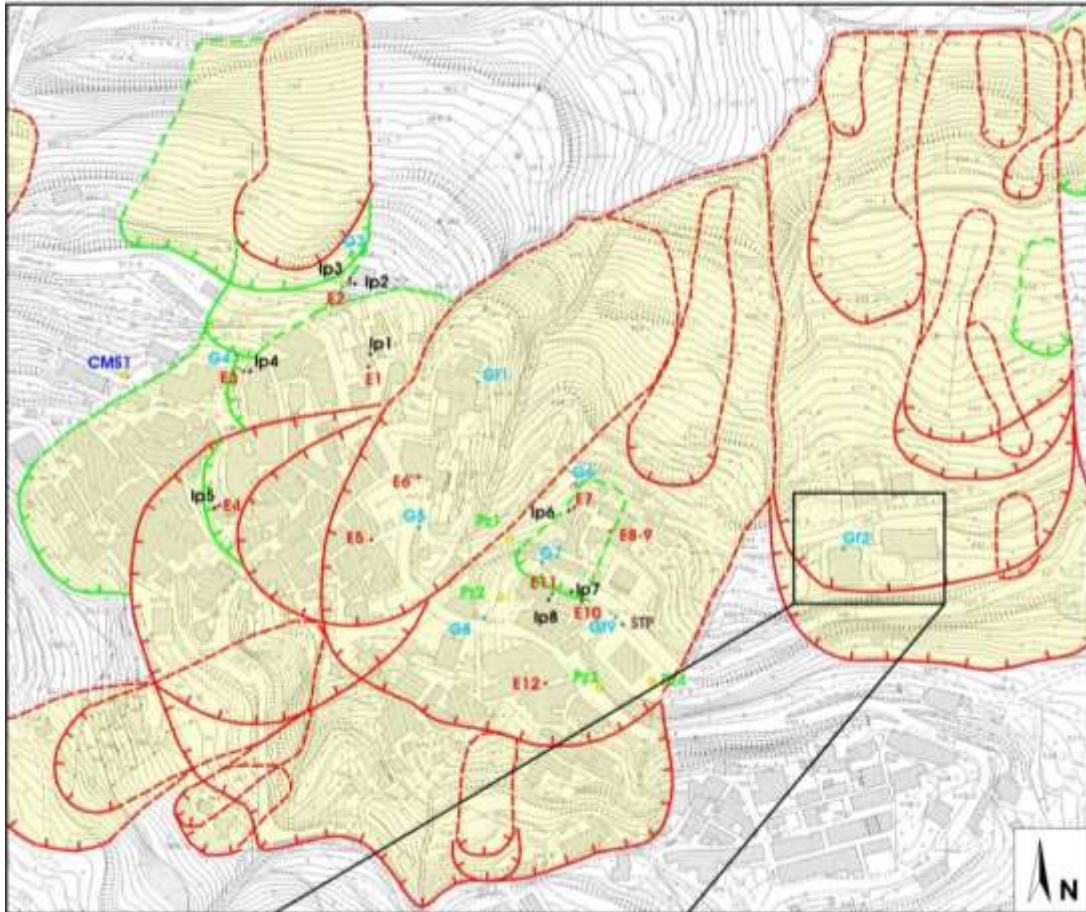


Fig. 14 – Punto di misura stazione GPS mobile

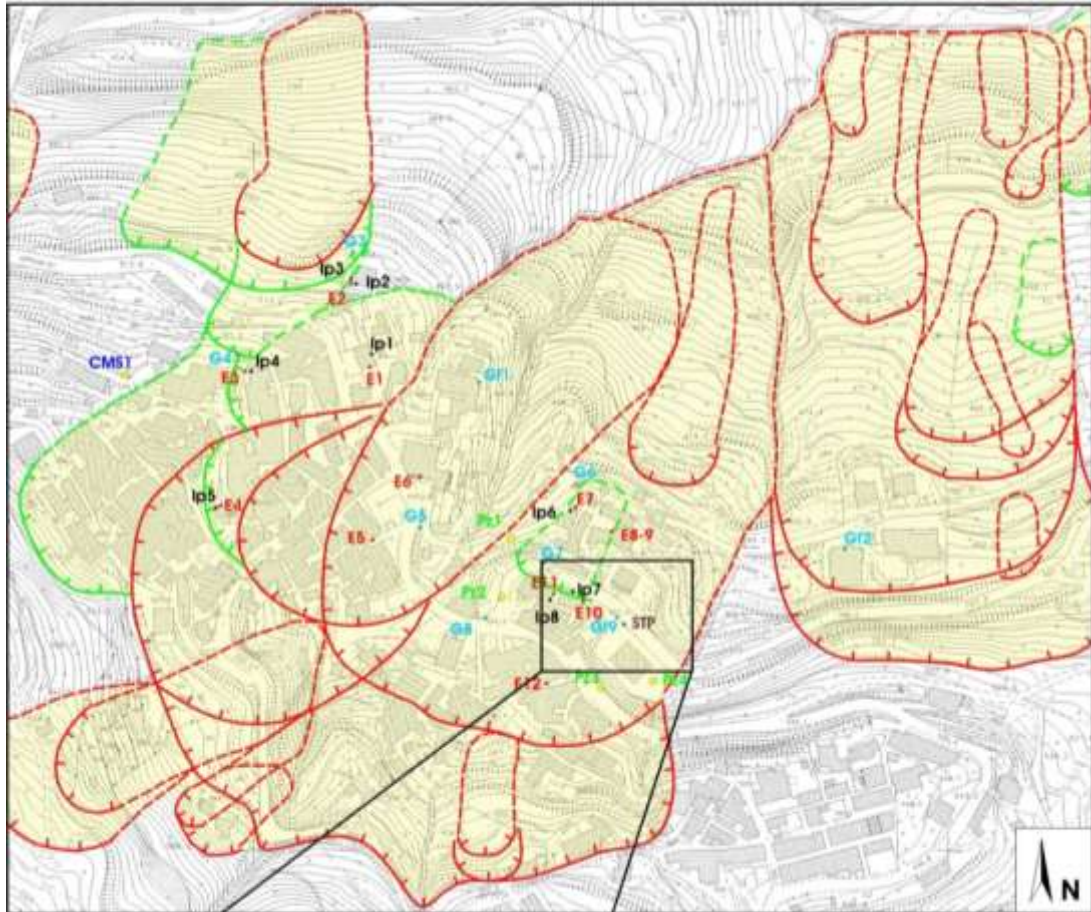
Attualmente sono state installate e messe in funzione 2 delle 3 stazioni di misura GPS ad installazione fissa e sono stati collocati gli appositi supporti per i ricevitori di tipo mobile.

Nel seguito sono riportate le ubicazioni e relativa documentazione fotografica dei punti di monitoraggio GPS fissi e mobili.

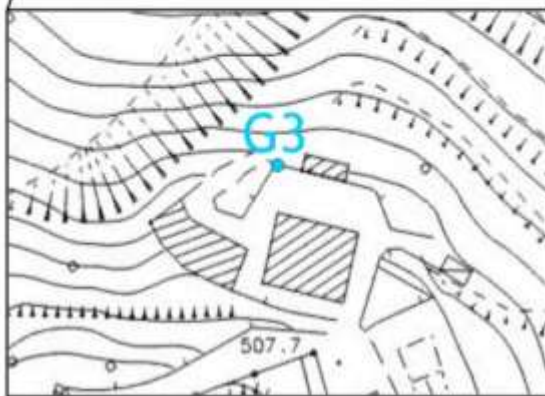
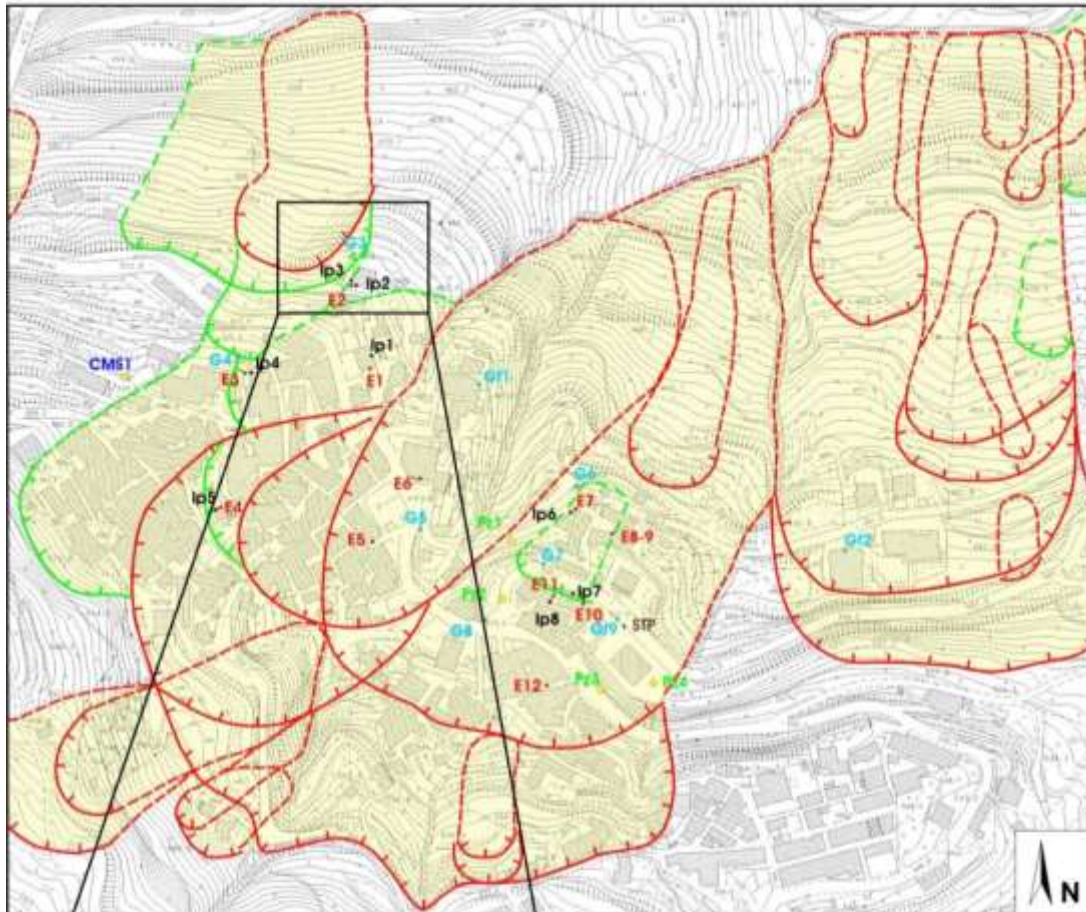
2.6.1 Stazione GPS fissa **Gf2**



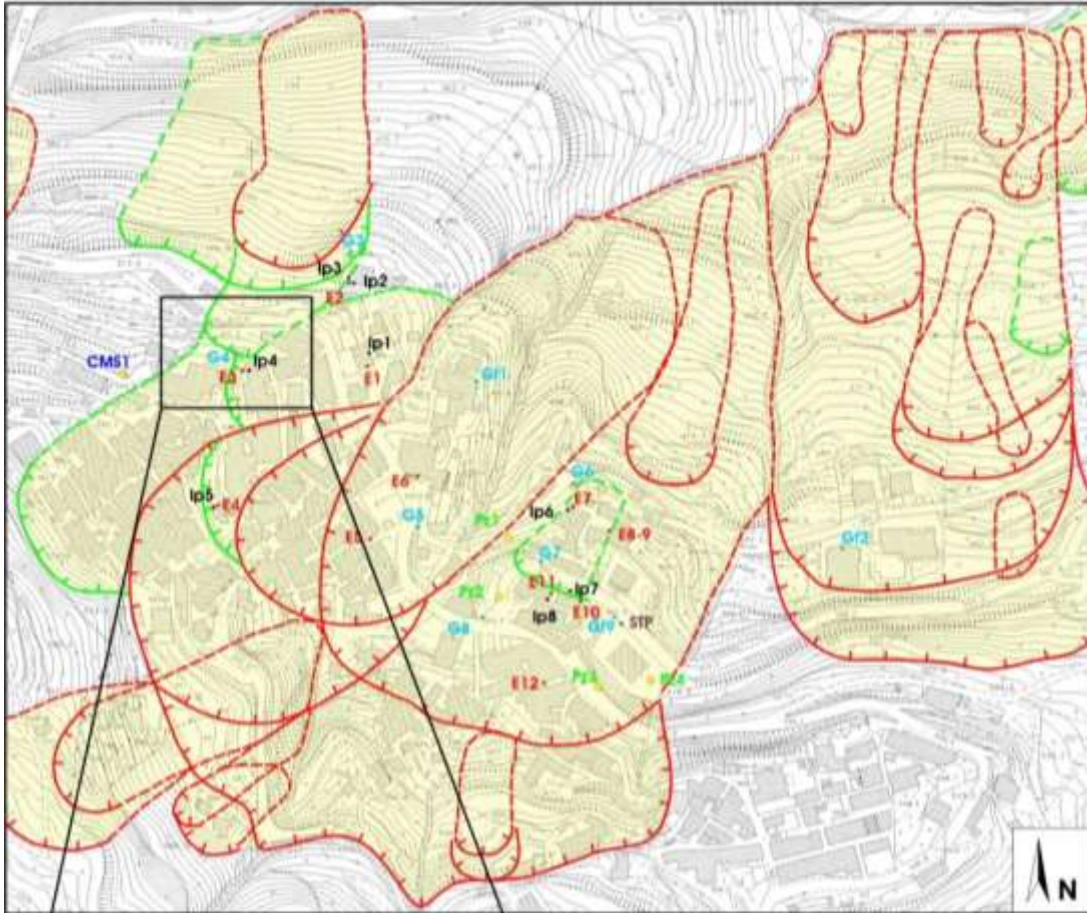
2.6.2 Stazione GPS fissa Gf9



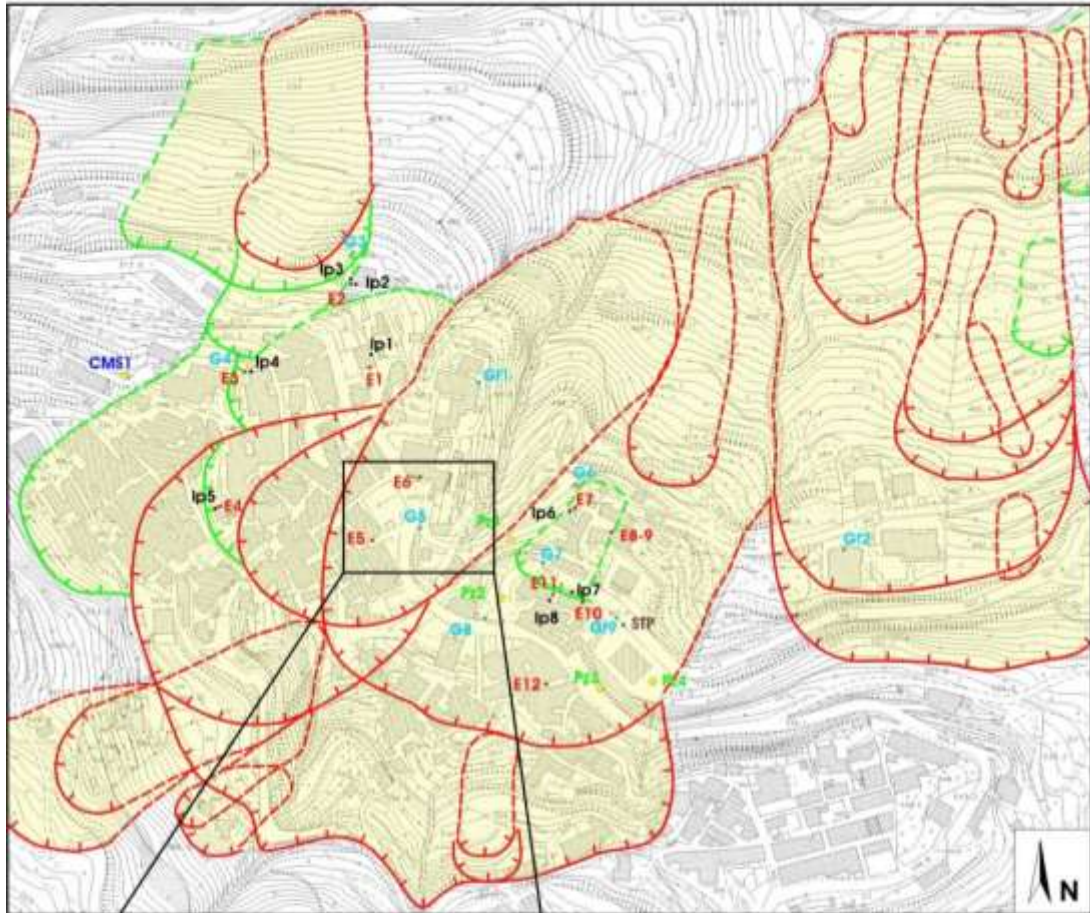
2.6.3 Stazione GPS mobile G3



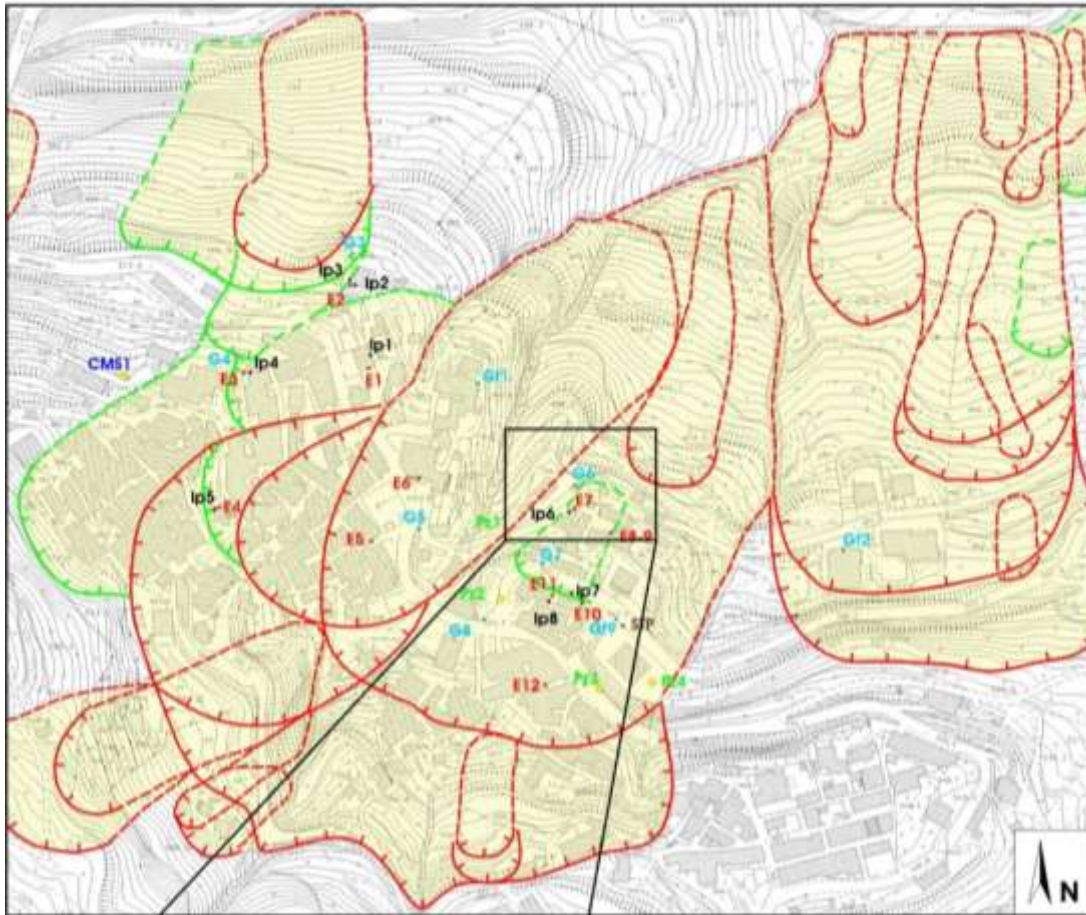
2.6.4 Stazione GPS mobile G4



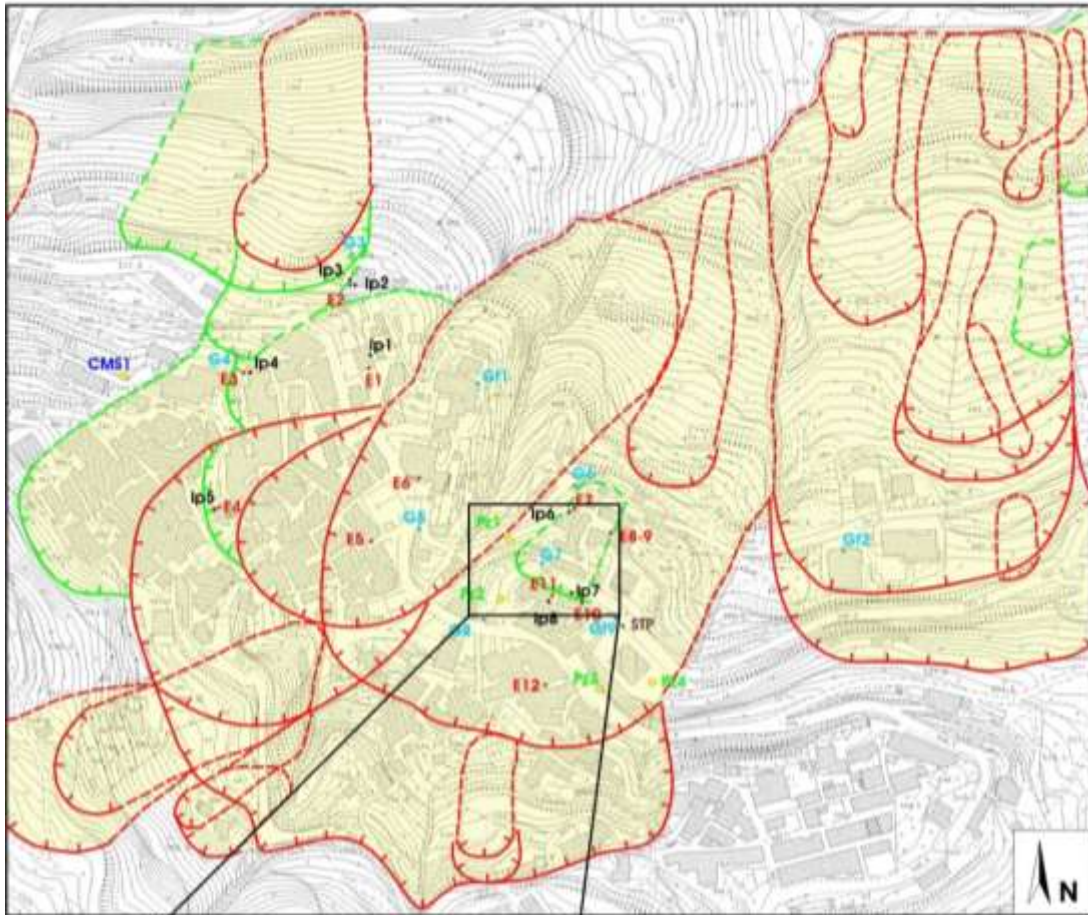
2.6.5 Stazione GPS mobile G5



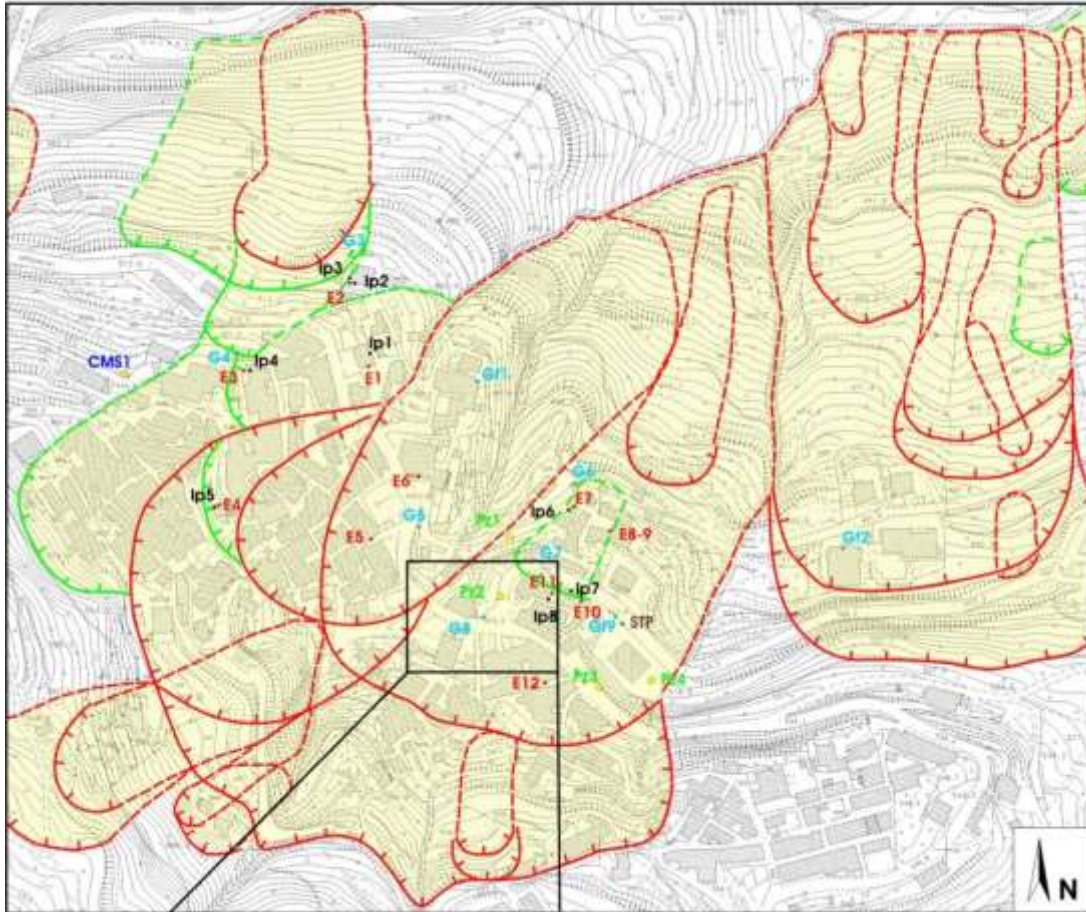
2.6.6 Stazione GPS mobile G6



2.6.7 Stazione GPS mobile G7



2.6.8 Stazione GPS mobile G8

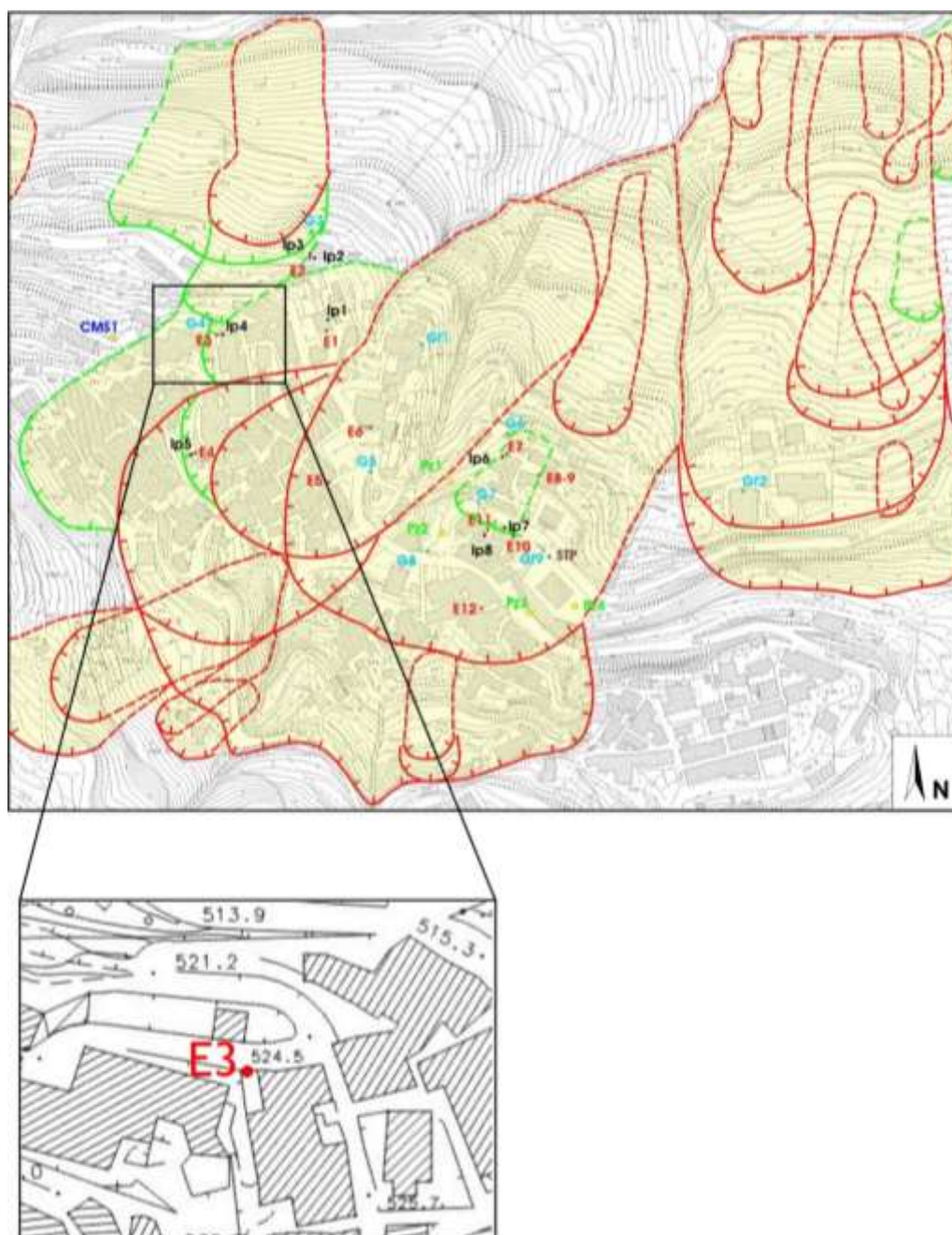


3. UBICAZIONE DEI SITI CABLATI PREDISPOSTI AD OSPITARE SENSORI DA INSTALLARE

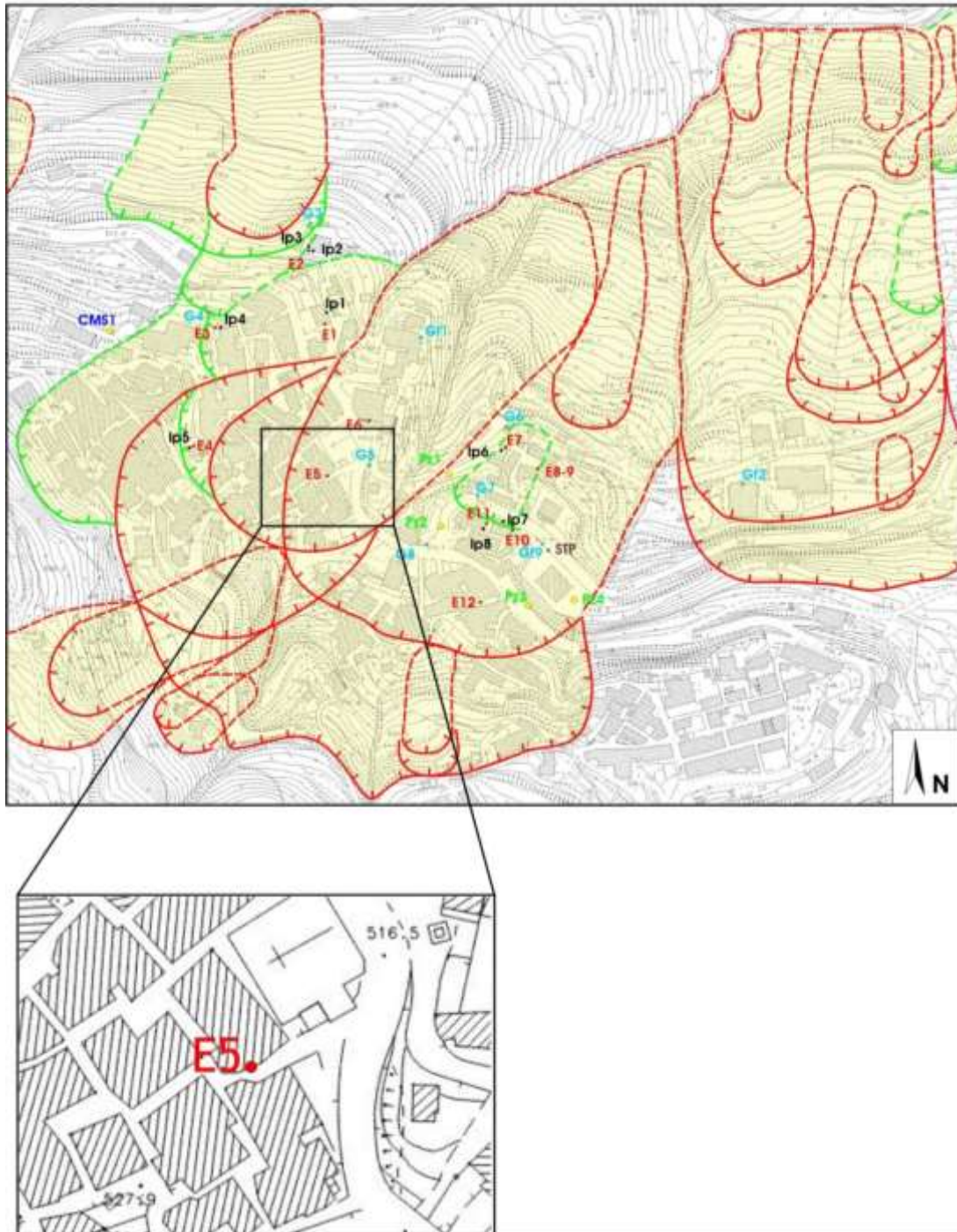
Nel seguito viene riportata una rappresentazione su carta topografica dei punti destinati ad ospitare, nell'ambito della rete A.M.A.Mi.R., ulteriori sensori (estensimetri ed inclinometri da parete, piezometri) che saranno installati entro l'estate 2008.

3.1 Estensimetri da parete

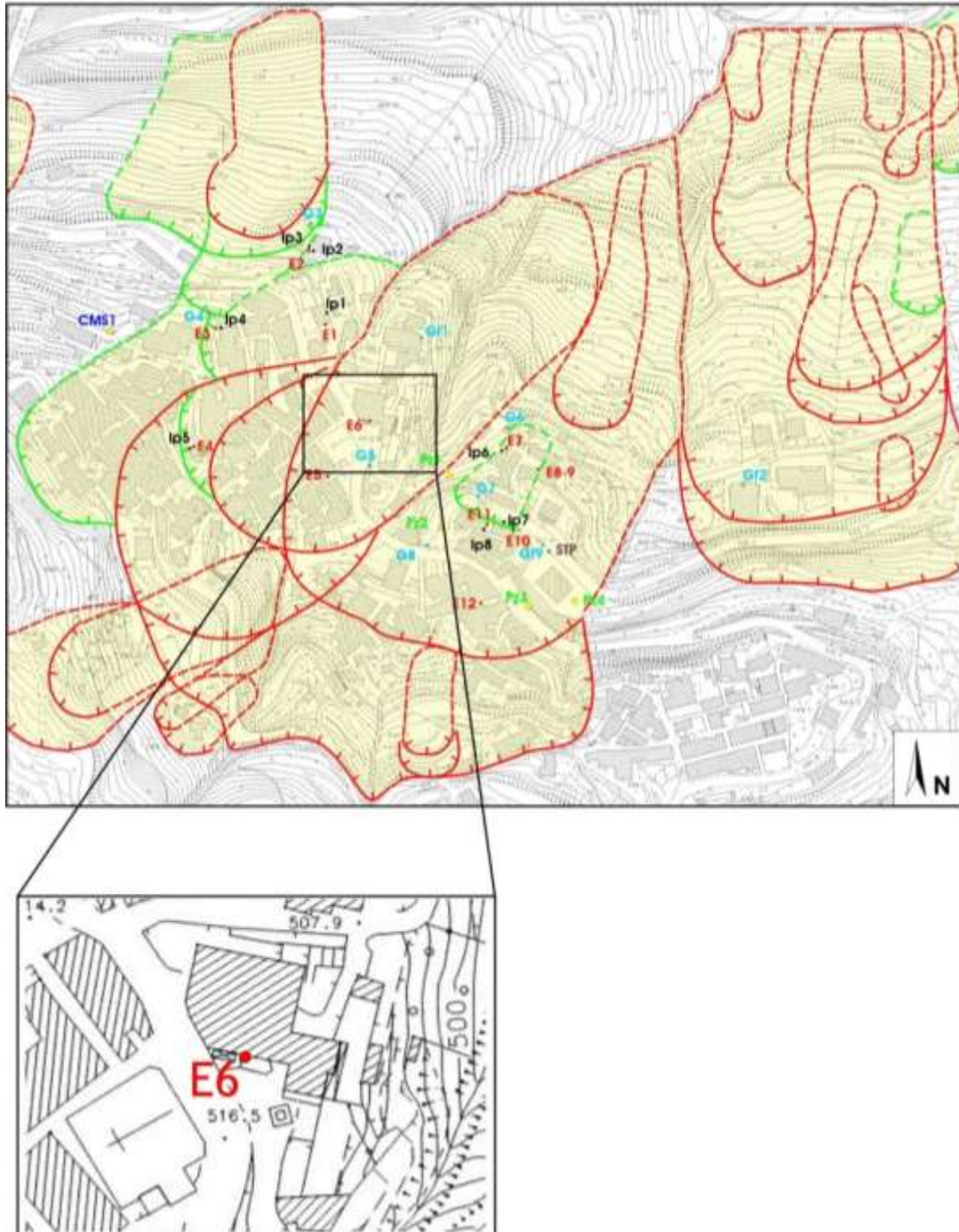
3.1.1 Estensimetro E3



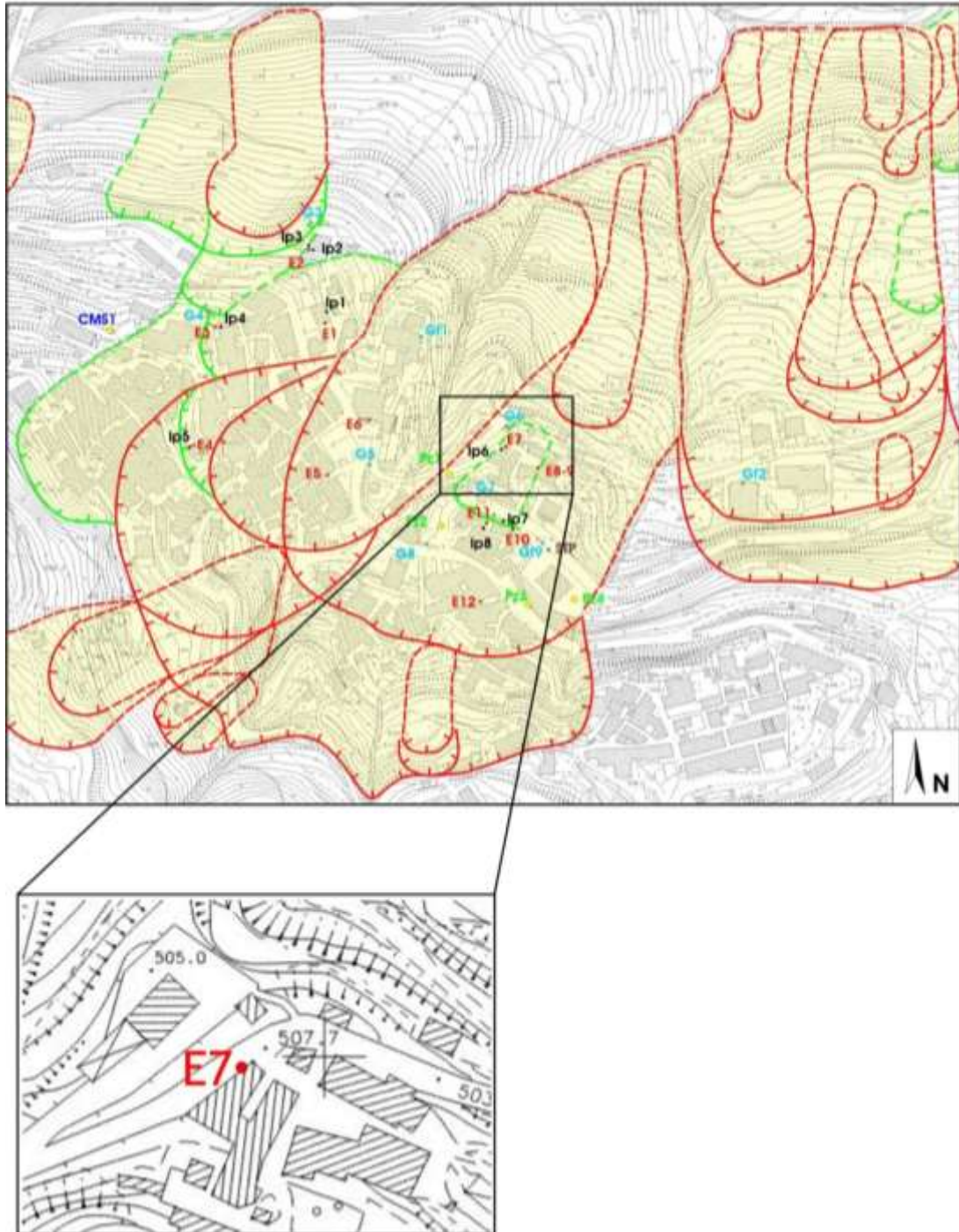
3.1.2 Estensimetro E5



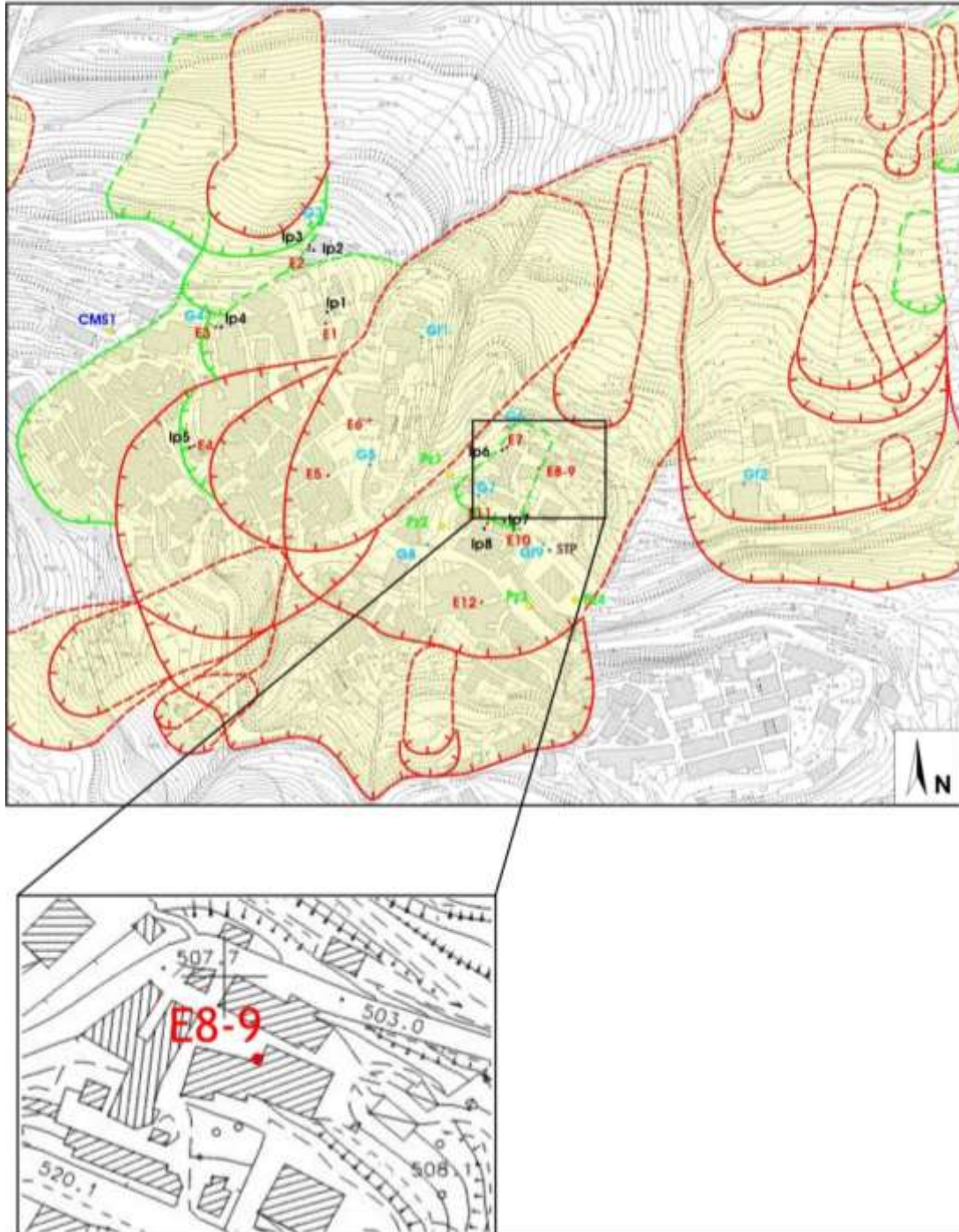
3.1.3 Estensimetro E6



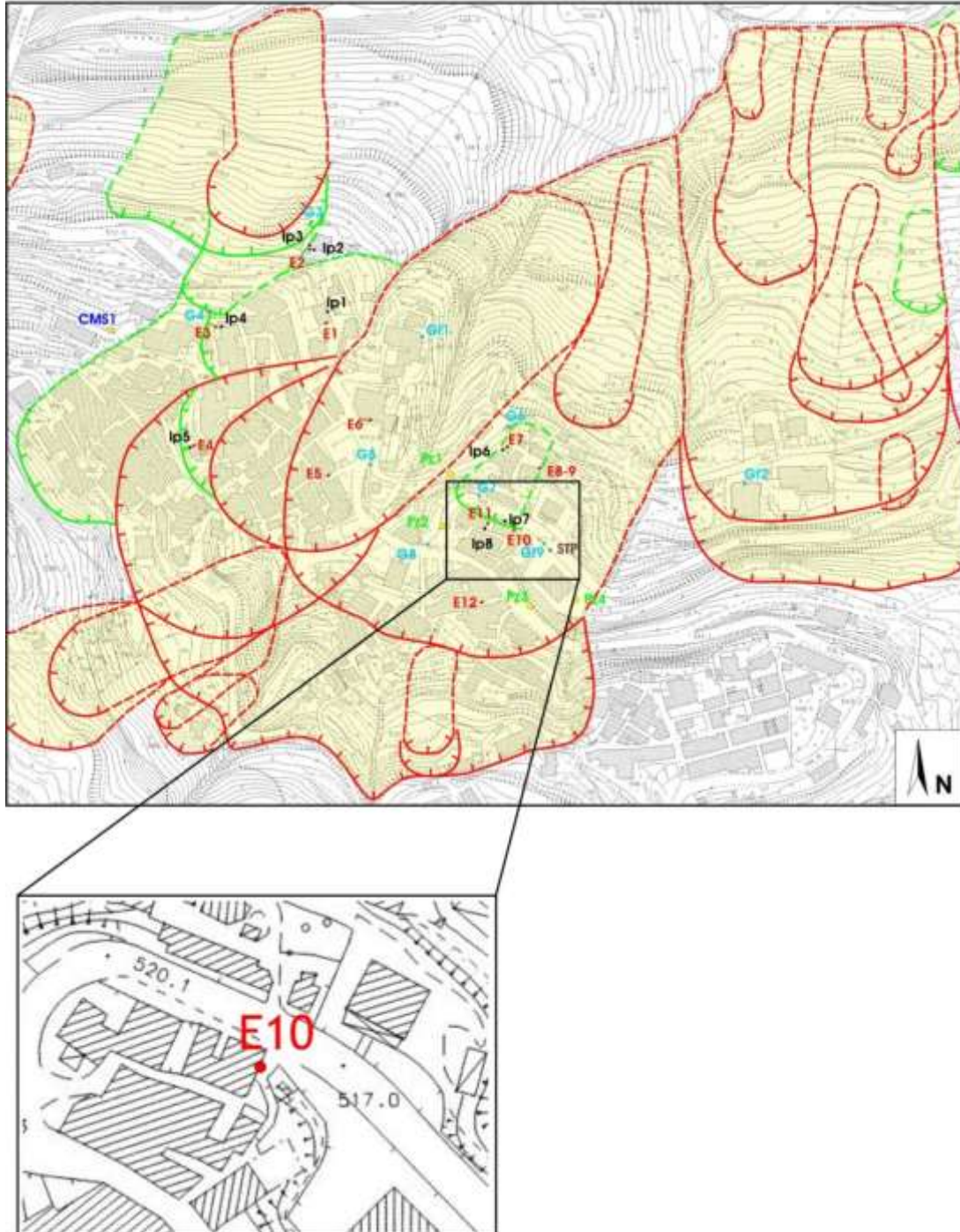
3.1.4 Estensimetro E7



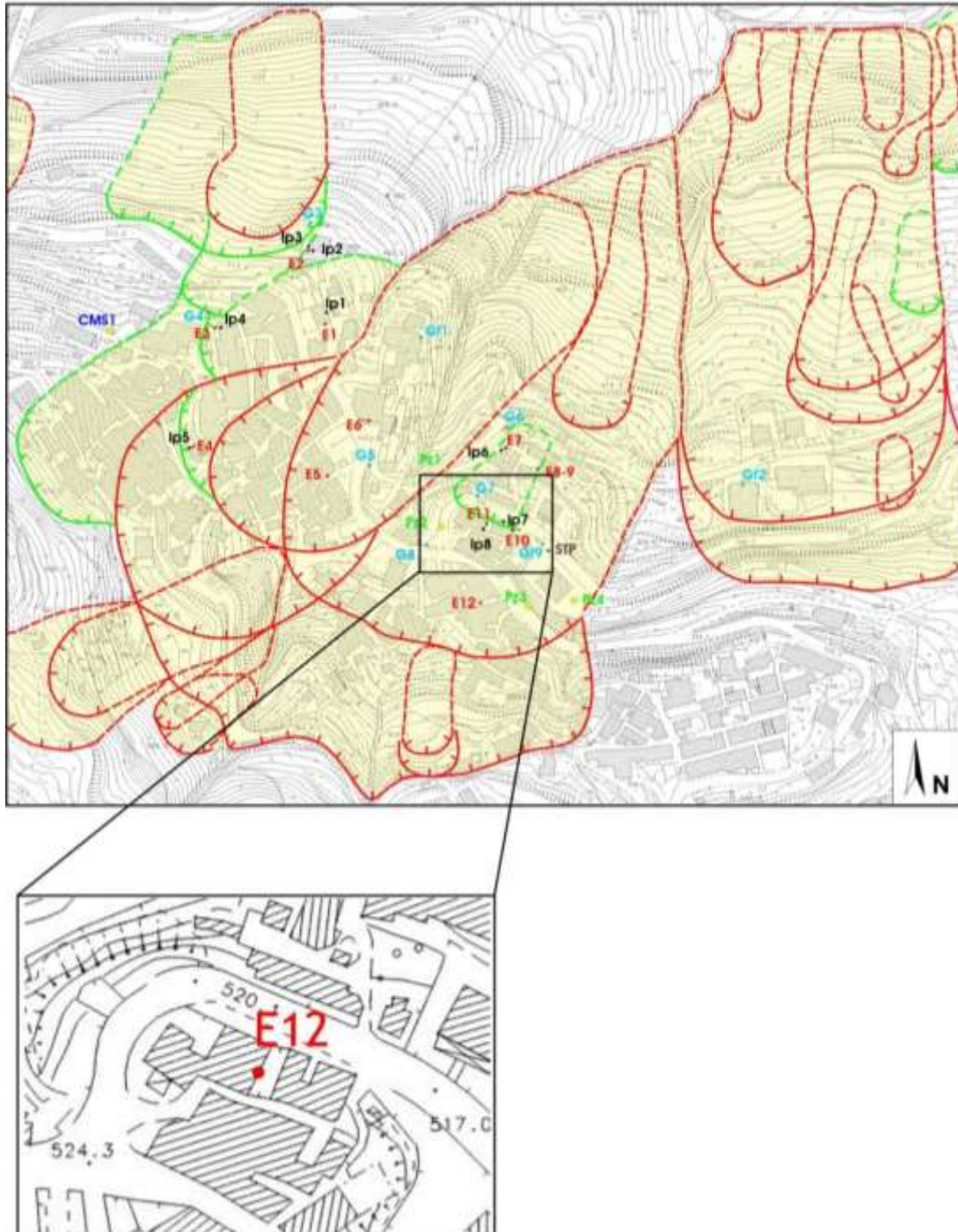
3.1.5 Estensimetri E8-E9



3.1.6 Estensimetro E10

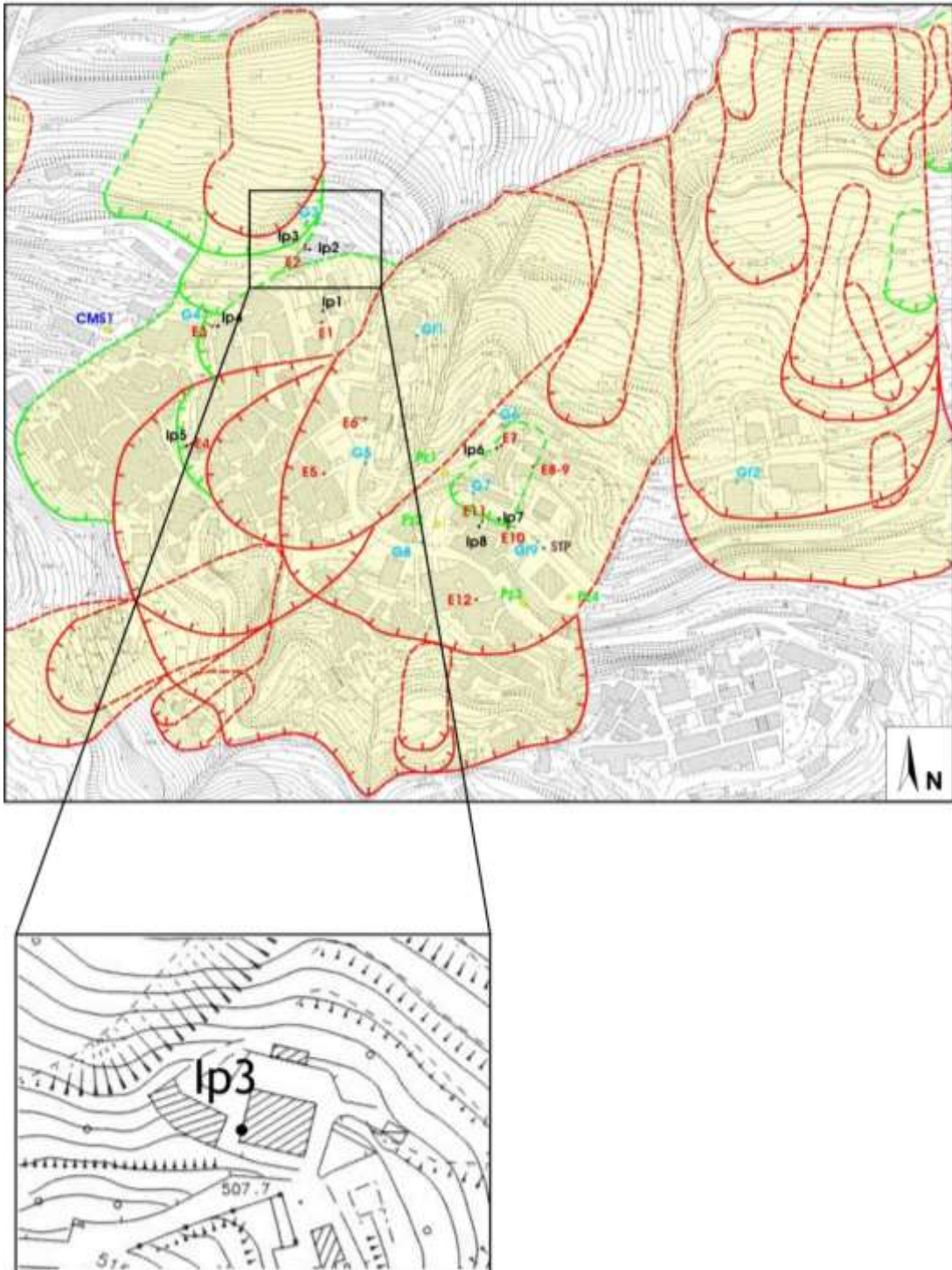


3.1.7 Estensimetro E12

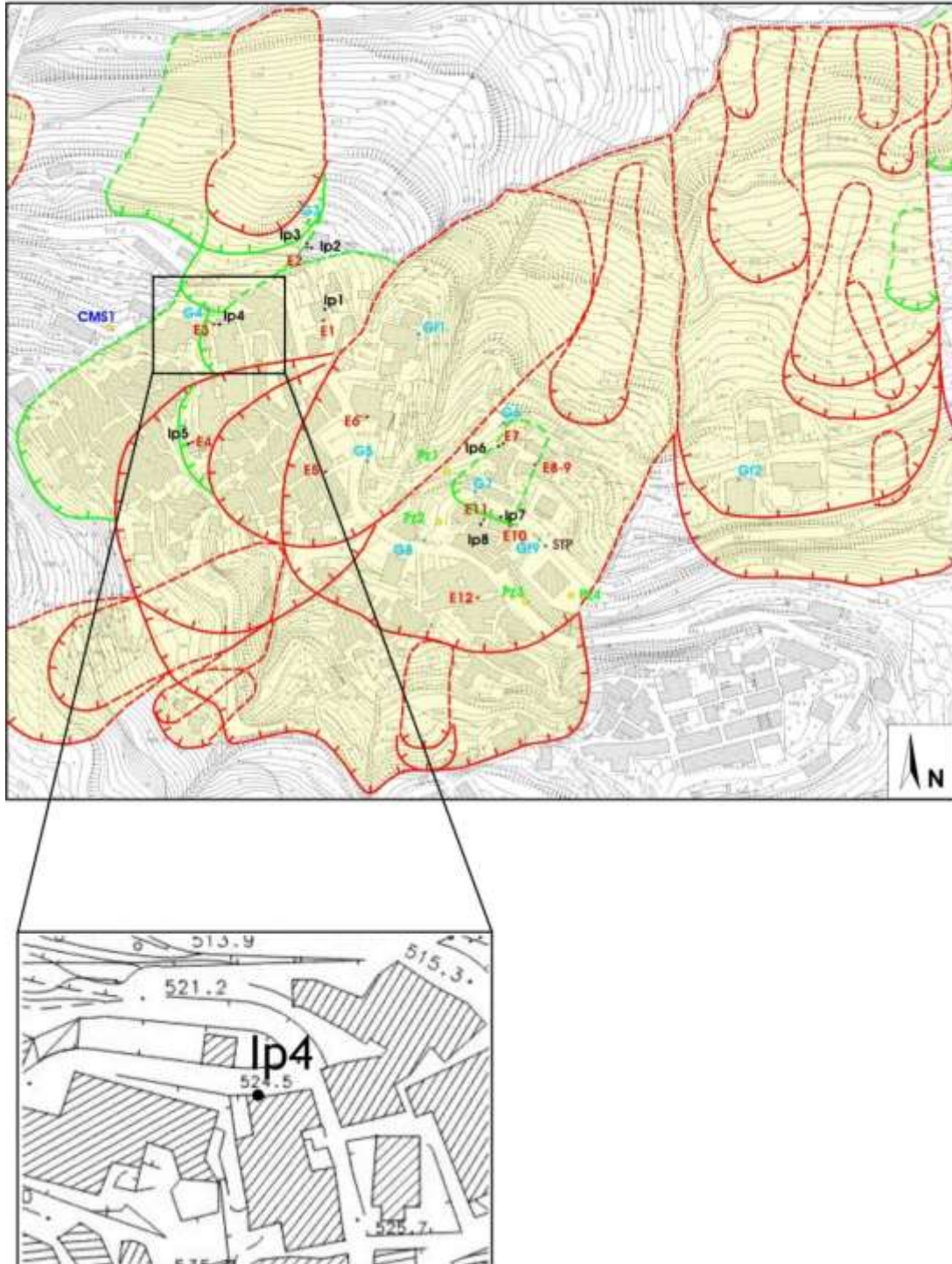


3.2 Inclinatori da parete

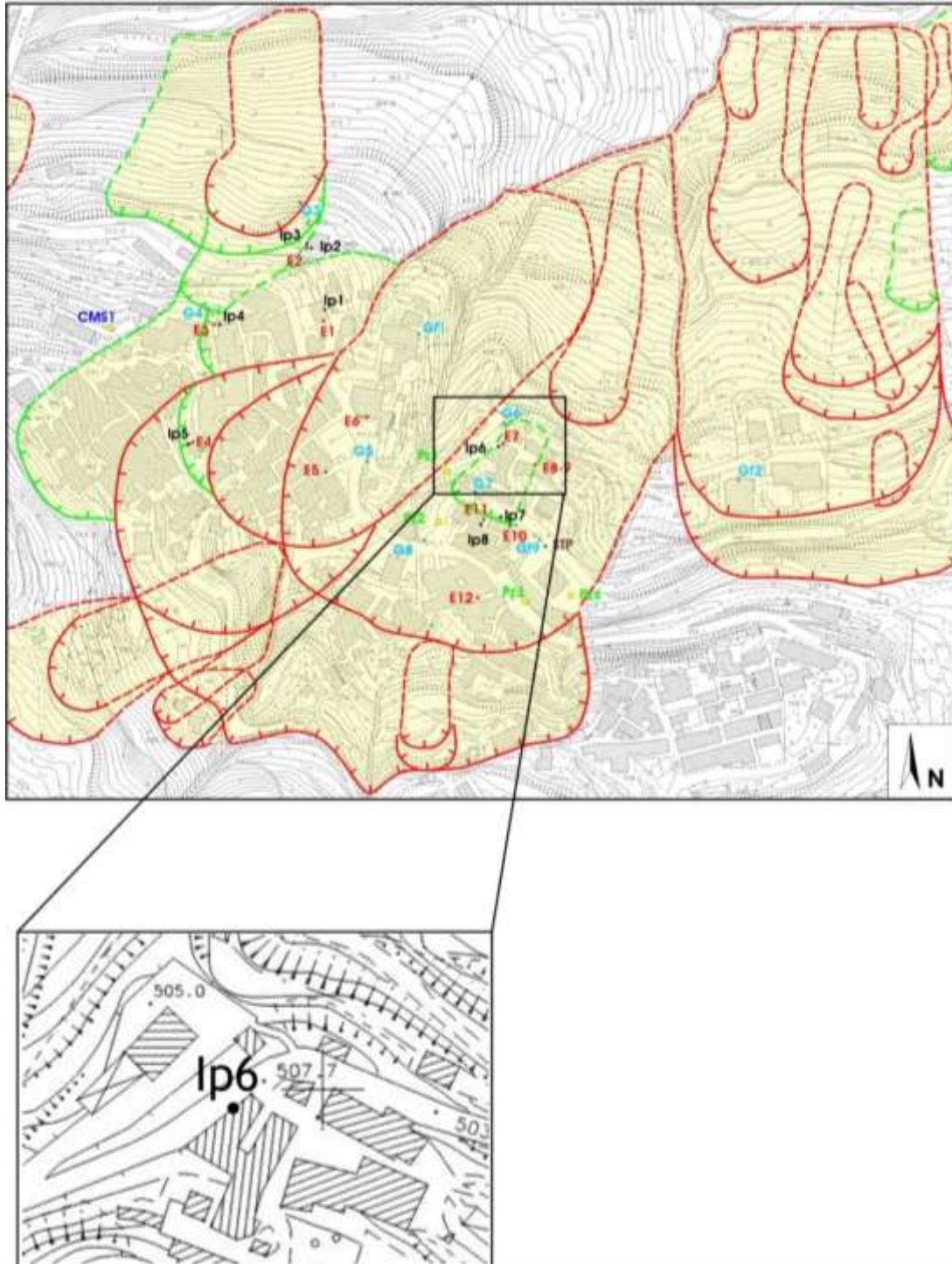
3.2.1 Inclinometro monoassiale Ip3



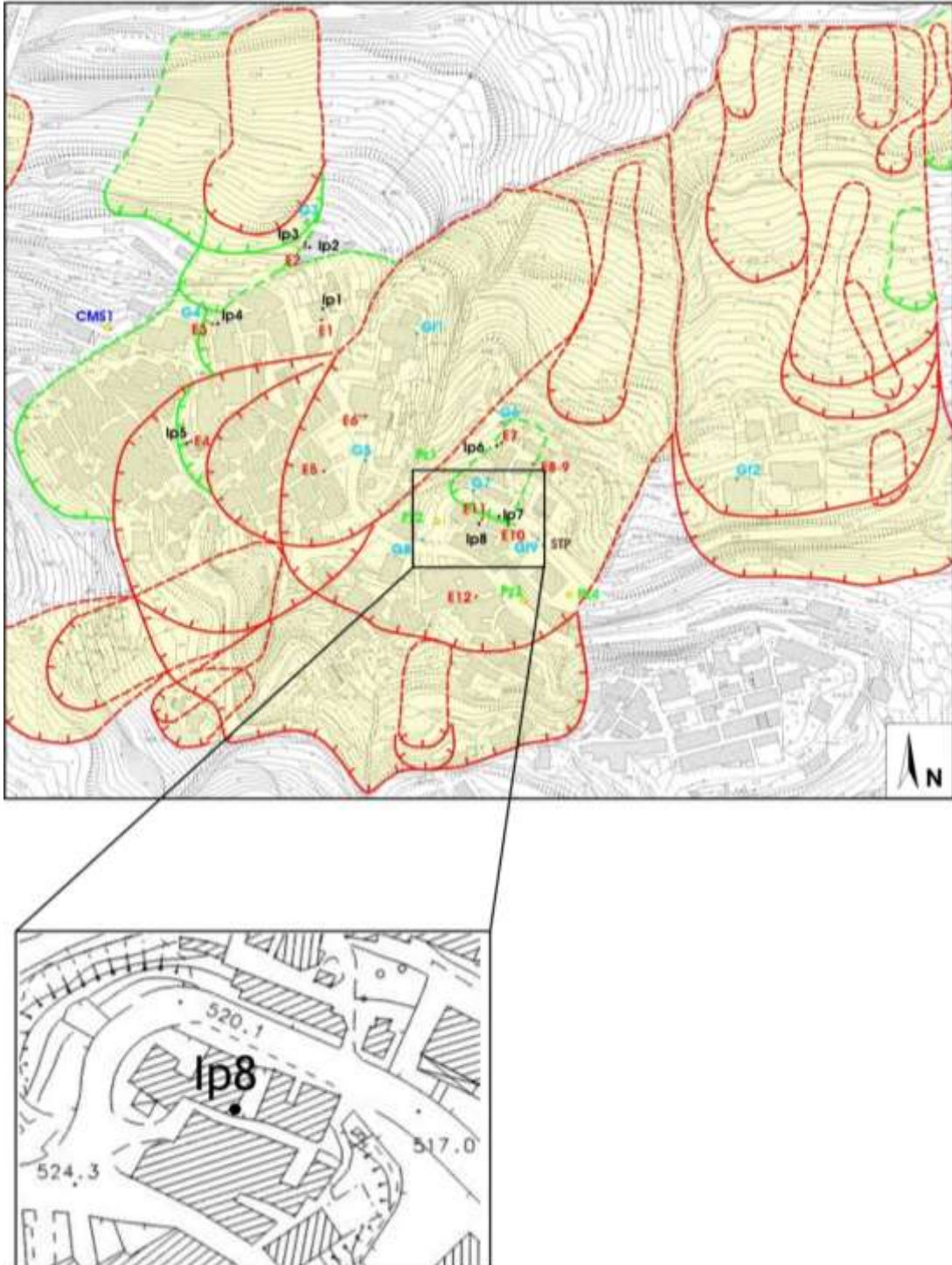
3.2.2 Inclinometro monoassiale Ip4



3.2.3 Inclinometro monoassiale **Ip6**

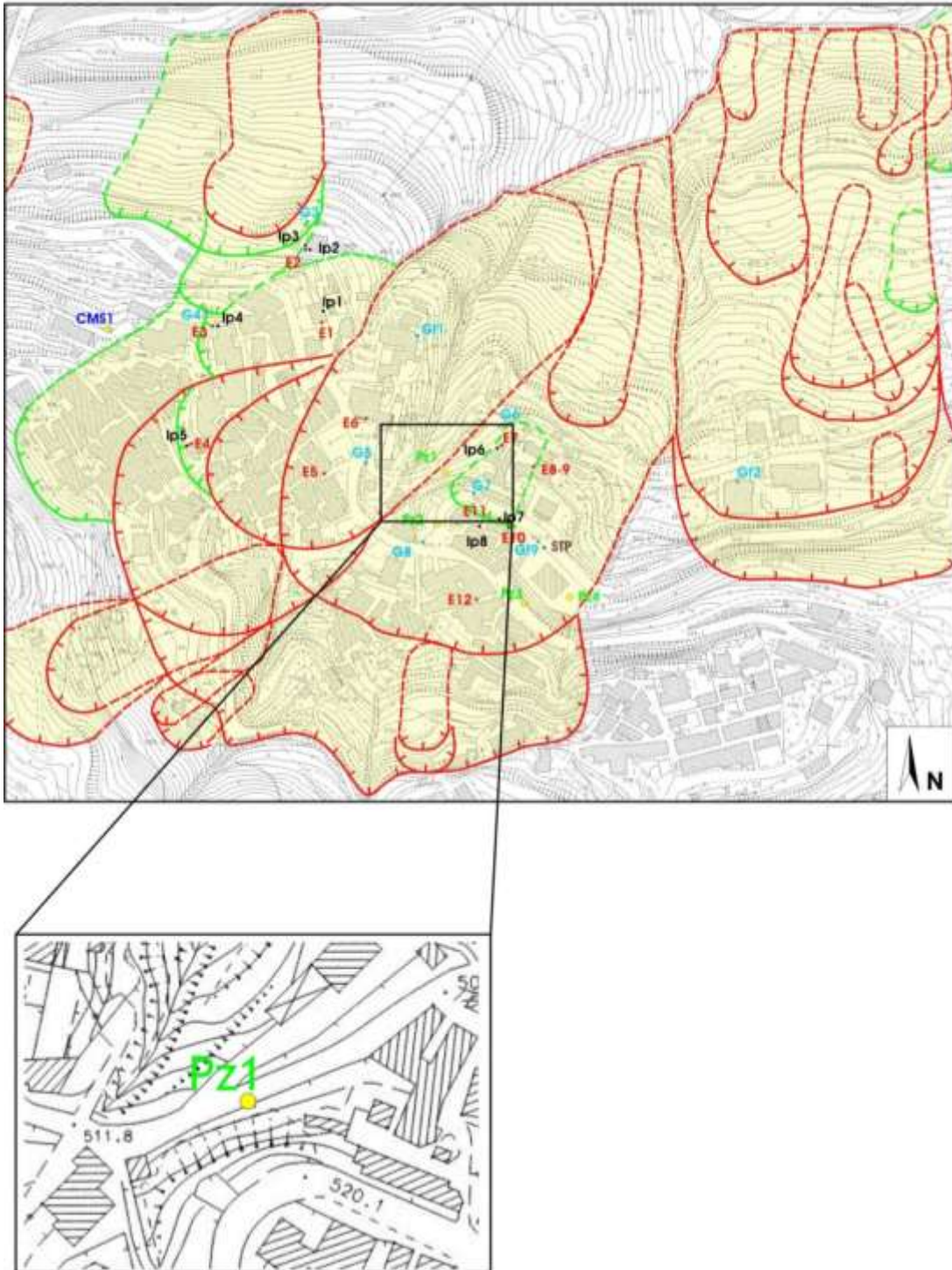


3.2.4 Inclinometro monoassiale **Ip8**



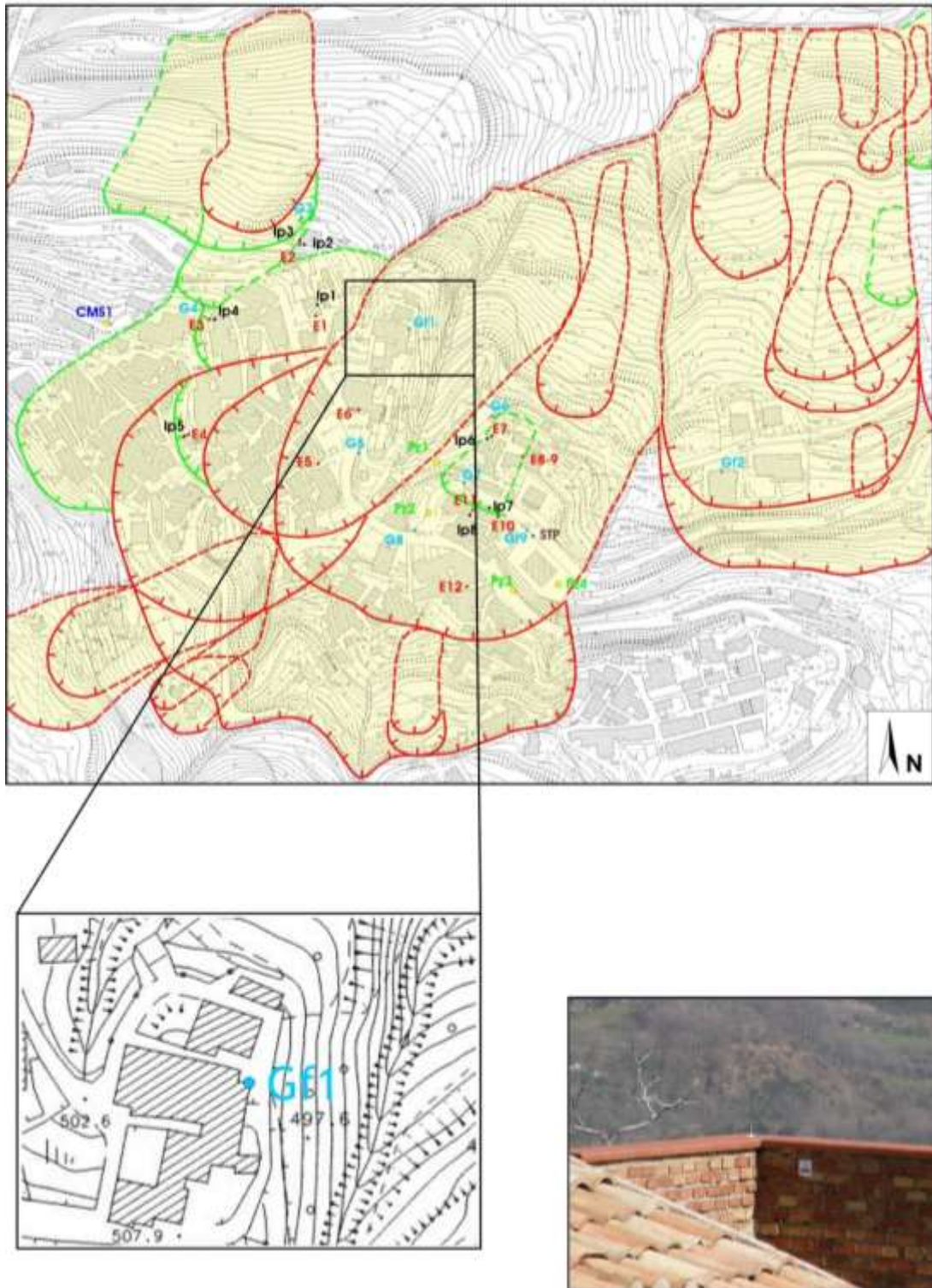
3.3 Piezometri elettrici

3.3.1 Piezometro Pz1



3.4 Stazioni di misura GPS

3.4.1 Stazione ad installazione fissa GPS Gf1



4. CERTIFICATI DI TARATURA DEI SENSORI INSTALLATI

4.1 Certificati estensimetri da parete

4.1.1 Estensimetro E1



CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

TRASDUTTORE DI SPOSTAMENTO

Certificato N.	S/N 25328101107	Data	28/07/2007
Modello	DS810-03	Cliente	
Fondo scala	25mm	Cantiere	
Alimentazione	8 - 24Vcc		
Uscita	4 +20mA 0.633mA/mm		
Linearità	0.1% F.S.		
Protezione	IP65		
Materiale	Inox		
Temp. di lavoro	-20 ÷ 60 °C		
Lunghezza cavo	2 Mt.		

Spostamento	Uscita
0	4.250
50%	12.163
100%	20.075

Codice colori

Rosso	+ Alimentazione
Giallo	N.C.
Nero	N.C.

Verde	Massa
Bianco	N.C.
Blu	N.C.


 Firma del responsabile collaudo

4.1.2 Estensimetro E2



CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

TRASDUTTORE DI SPOSTAMENTO

Certificato N.	S/N 25348101107
Modello	DS810-03
Fondo scala	25mm
Alimentazione	8 - 24Vcc
Uscita	4 ±20mA 0.642mA/mm
Linearità	0.1% F.S.
Protezione	IP65
Materiale	Inox
Temp. di lavoro	-20 ÷ 60 °C
Lunghezza cavo	2 Mt.

Data	28/07/2007
Cliente	
Cantiere	_____

Spostamento	Uscita
0	4.000
50%	12.020
100%	20.052

Codice colori

Rosso	+ Alimentazione
Giallo	N.C.
Nero	N.C.

Verde	Massa
Bianco	N.C.
Blu	N.C.


 Firma del responsabile collaudo

4.1.3 Estensimetro E4



CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

TRASDUTTORE DI SPOSTAMENTO

Certificato N.	S/N 25358101107	Data	28/07/2007
Modello	DS810-03	Cliente	
Fondo scala	25mm	Cantiliere	
Alimentazione	8 - 24Vcc		
Uscita	4 ±20mA 0.634mA/mm		
Linearità	0.1% F.S.		
Protezione	IP65		
Materiale	Inox		
Temp. di lavoro	-20 ÷ 60 °C		
Lunghezza cavo	2 Mt.		

Spostamento	Uscita
0	4.100
50%	7.600
100%	19.950

Codice colori

Rosso	+ Alimentazione
Giallo	N.C.
Nero	N.C.

Verde	Massa
Bianco	N.C.
Blu	N.C.


 Firma del responsabile collaudo

4.1.4 Estensimetro E11



CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE
TRASDUTTORE DI SPOSTAMENTO

Certificato N.	S/N 25338101107
Modello	DS810-03
Fondo scala	25mm
Alimentazione	8 - 24Vcc
Uscita	4 ±20mA 0.633mA/mm
Linearità	0.1% F.S.
Protezione	IP65
Materiale	Inox
Temp. di lavoro	-20 ÷ 60 °C
Lunghezza cavo	2 Mt.

Data	28/07/2007
Cliente	
Cantiere	_____

Spostamento	Uscita
0	4.300
50%	12.221
100%	20.130

Codice colori

Rosso	+ Alimentazione
Giallo	N.C.
Nero	N.C.

Verde	Massa
Bianco	N.C.
Blu	N.C.

Firma del responsabile collaudo

4.2 Certificati inclinometri da parete

4.2.1 Inclinometro monoassiale Ip1



CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

INCLINOMETRO FISSO DA PARETE

Certificato N.	25309201107	Data	29/11/2007
Modello	IN920-EL	Cliente	
Fondo scala	± 0.5°	Cantiere	-----
Alimentazione	8-24Vcc		
Uscita	4 + 20mA		
Linearità	0.5% F.S.		
Lunghezza cavo	1 ML		
Temp. di lavoro	-10 + 50 °C		
Taratura	$y = 0.0089x^4 - 0.4572x^3 + 8.2037x^2 - 121.11x + 876.86$		

Codice colori

Rosso	+ Alimentazione
Giallo	OUT 4-20mA
Nero	N.C.

Verde	Massa
Bianco	N.C.
Blu	N.C.

Firma del responsabile collaudo

4.2.2 Inclinometro monoassiale Ip2



CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

INCLINOMETRO FISSO DA PARETE

Certificato N.	25299201107	Data	29/11/2007
Modello	IN920-EL	Cliente	
Fondo scala	± 0.5°	Cantiere	-----
Alimentazione	8-24Vcc		
Uscita	4 ÷ 20mA		
Linearità	0.5% F.S.		
Lunghezza cavo	1 ML		
Temp. di lavoro	-10 ÷ 50 °C		

Taratura	$y = 0.0022x^4 - 0.1296x^3 + 2.7998x^2 - 86.935x + 805.15$
----------	--

Codice colori

Rosso	+ Alimentazione
Giallo	OUT 4-20mA
Nero	N.C.

Verde	Massa
Bianco	N.C.
Blu	N.C.

Firma del responsabile collaudo

4.2.3 Inclinometro monoassiale Ip5



CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

INCLINOMETRO FISSO DA PARETE

Certificato N.	25149201107	Data	29/11/2007
Modello	IN920-EL	Cliente	
Fondo scala	± 0.5°	Cantiere	-----
Alimentazione	8-24Vcc		
Uscita	4 + 20mA		
Linearità	0.5% F.S.		
Lunghezza cavo	1 ML		
Temp. di lavoro	-10 ÷ 50 °C		

Taratura	$y = 0.005x^4 - 0.2251x^3 + 3.6323x^2 - 90.096x + 865.64$
----------	---

Codice colori

Rosso	+ Alimentazione
Giallo	OUT 4-20mA
Nero	N.C.

Verde	Massa
Bianco	N.C.
Blu	N.C.

Firma del responsabile collaudo

4.2.4 Inclinometro monoassiale Ip7



CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

INCLINOMETRO FISSO DA PARETE

Certificato N.	25319201107	Data	29/11/2007
Modello	IN920-EL	Cliente	
Fondo scala	± 0.5°	Cantiere	-----
Alimentazione	8-24Vcc		
Uscita	4 ÷ 20mA		
Linearità	0.5% F.S.		
Lunghezza cavo	1 ML		
Temp. di lavoro	-10 ÷ 50 °C		

Taratura	$y = 0.0029x^4 - 0.0501x^3 - 1.0222x^2 - 41.041x + 682.94$
----------	--

Codice colori

Rosso	+ Alimentazione
Giallo	OUT 4-20mA
Nero	N.C.

Verde	Massa
Bianco	N.C.
Blu	N.C.

Firma del responsabile collaudo

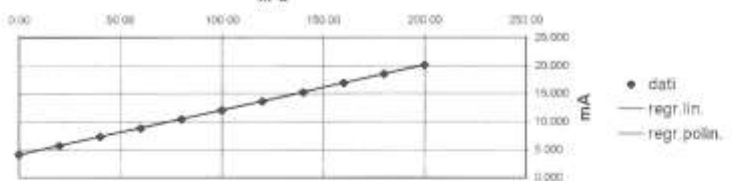
4.3 Certificati piezometri elettrici

4.3.1 Piezometro Pz2





CERTIFICATO DI TARATURA							
Modello: Piezometro		P235S402		Numero di Serie: P2001822			
Sensore: estensimetrico				Numero di Serie: 1031432			
Cliente:				O.L.: 10947			
Lunghezza cavo: 5 m				Data: 04/01/02			
CONDIZIONI DI PROVA :				Alimentazione [Vcc] : 24			
				Temperatura [°C] : 22			
				Umidità [%] : 29			
				Pressione atmosferica [mbar] : 1014			
La taratura è stata realizzata in accordo al Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001 IST 10-01/01, IST 10-01/02							
Misuratore di pressione : DRUCK n.038.039							
pressione kPa	letture [mA]				statistiche		
	1 up	1 down	2 up	2 down	med [mA]	in [kPa]	coefficiente
0.07	4.075	4.075	4.071	4.075	4.074	0.44	0.13
20.06	5.627	5.660	5.650	5.661	5.650	20.16	20.04
40.03	7.213	7.238	7.230	7.244	7.231	39.97	39.99
60.03	8.800	8.829	8.820	8.834	8.821	59.87	60.00
80.07	10.396	10.424	10.413	10.432	10.416	79.85	80.04
100.04	12.002	12.020	12.007	12.027	12.014	99.86	100.07
120.04	13.605	13.618	13.608	13.622	13.614	119.89	120.08
140.04	15.203	15.219	15.213	15.226	15.215	139.94	140.07
160.06	16.806	16.824	16.821	16.832	16.821	160.05	160.07
180.10	18.419	18.435	18.429	18.440	18.431	180.21	180.09
200.06	20.034	20.041	20.040	20.041	20.039	200.35	200.04

kPa



● dati
 — regr. lin.
 — regr. polin.

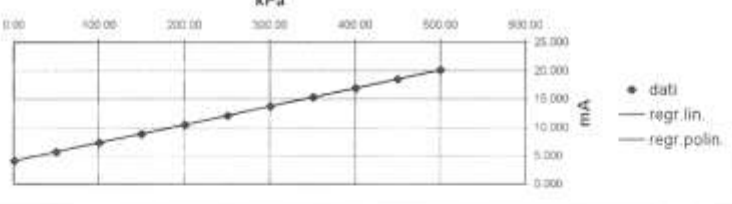
RISULTATI			
Fattori di sensibilità lineare		σ	err. max.
		[mA/kPa]	%F.S.
		0.07986	0.28539
Fattori di sensibilità polinomiale		A	B
$[mA] = A [kPa]^2 + B [kPa] + C$		[kPa/mA ²]	[kPa/mA]
		-8.159E-03	1.272E+01
		C	err. max.
		[kPa]	%F.S.
		-5.156E+01	0.12995
NOTE : Le costanti di regressione sono state ottenute mediante il metodo dei minimi quadrati. L'errore riportato tiene conto degli effetti di linearità ed inerzia.			
Calleg.: rnsso+Loop(A); nero+Loop(C)			
Operatore : 		Responsabile : 	

4.3.2 Piezometro Pz3



CERTIFICATO DI TARATURA									
Modello: Piezometro P235S405			Numero di Serie: P2001824						
Sensore: idrostatico			Numero di Serie: 0079373						
Cliente:			O.L.: 10947						
Lunghezza cavo: 5 m			Data: 04/01/02						
CONDIZIONI DI PROVA :					Alimentazione [Vcc] : 24				
					Temperatura [°C] : 22				
					Umidità [%] : 29				
					Pressione atmosferica [mbar] : 1014				
La taratura è stata realizzata in accordo al Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001 IST 10-01/01; IST 10-01/02									
Misure di pressione : DRUCK n.038-039									
pressione		letture [mA]				statistiche			
kPa	1 up	1 down	2 up	2 down	med [mA]	lin [kPa]	poli [kPa]		
0.90	4.065	4.062	4.065	4.065	4.064	1.76	0.94		
50.40	5.626	5.636	5.629	5.636	5.632	50.75	50.42		
100.90	7.218	7.239	7.229	7.240	7.232	100.75	100.80		
150.50	8.810	8.819	8.809	8.818	8.814	150.20	150.52		
200.90	10.411	10.426	10.415	10.420	10.420	200.38	200.87		
250.80	12.008	12.023	12.007	12.023	12.015	250.25	250.79		
300.90	13.613	13.629	13.615	13.630	13.622	300.45	300.95		
350.80	15.217	15.229	15.217	15.229	15.223	350.49	350.82		
400.90	16.829	16.841	16.828	16.841	16.835	400.86	400.92		
450.70	18.438	18.445	18.434	18.442	18.440	451.01	450.69		
500.70	20.053	20.060	20.054	20.054	20.055	501.30	500.68		

kPa



• dati
 — regr.lin.
 — regr.polin.

RISULTATI			
Fattore di sensibilità lineare		B	err. max.
		[mA/kPa]	% I.S.
		0.03200	0.23920
Fattori di sensibilità polinomiale		A	B
		[kPa/mA ²]	[kPa/mA]
		-2.145E-02	3.177E-01
		C	err. max.
		[kPa]	% I.S.
		-1.278E-02	0.08785

NOTE: Le costanti di regressione sono state ottenute mediante il metodo dei minimi quadrati.
 L'errore riportato tiene conto degli effetti di linearità ed isteresi.

Colleg.: rosso=+Loop(A); nero=-Loop(C)

Operatore: _____ Responsabile: _____

4.3.3 Piezometro Pz4



CERTIFICATO DI TARATURA								
Modello: Piezometro			P235S405			Numero di Serie: P2001823		
Sensori: estensimetrico						Numero di Serie: 0079267		
Cliente:						O.L.: 10947		
Lunghezza cavo: 5 m						Data: 04/01/02		
CONDIZIONI DI PROVA :						Alimentazione [Vcc] : 24		
						Temperatura [°C] : 22		
						Umidità [%] : 29		
						Pressione atmosferica [mbar] : 1014		
La taratura è stata realizzata in accordo al Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001 IST 10-01/01; IST 10-01/02								
Misure di pressione : DRUCK n.038-039								
pressione kPa	letture [mA]				statistiche			
	1 up	1 down	2 up	2 down	min [mA]	ln [kPa]	polo [kPa]	
0.90	4.034	4.040	4.040	4.037	4.038	1.76	1.12	
50.40	5.600	5.593	5.591	5.597	5.595	50.38	50.12	
100.90	7.215	7.197	7.205	7.202	7.205	100.63	100.67	
150.50	8.819	8.800	8.798	8.791	8.802	150.49	150.74	
200.90	10.431	10.398	10.396	10.399	10.406	200.55	200.94	
250.80	12.032	11.997	11.994	11.996	12.005	250.47	250.89	
300.90	13.629	13.609	13.601	13.604	13.611	300.60	300.99	
350.80	15.221	15.212	15.202	15.199	15.208	350.47	350.73	
400.90	16.828	16.820	16.808	16.815	16.818	400.71	400.76	
450.70	18.436	18.430	18.414	18.421	18.425	450.90	450.64	
500.70	20.051	20.048	20.040	20.039	20.045	501.44	500.80	

RISULTATI			
Fattore di sensibilità lineare		<i>S</i>	EFF. MAX.
		[mA/kPa]	% F. S.
		0.85280	0.27877
Fattori di sensibilità polinomiale		<i>A</i>	<i>B</i>
$I(kPa) = A [mA]^2 + B [mA] + C$		[kPa/mA ²]	[kPa/mA]
		-1.670E-02	3.162E+01
		<i>C</i>	EFF. MAX.
		[kPa]	% F. S.
		-1.263E+02	0.16318
NOTE: Le costanti di regressione sono state ottenute mediante il metodo dei minimi quadrati. L'errore riportato tiene conto degli effetti di linearità ed isteresi.			
Calleg.: rosso=Loop(A); nero=Loop(C)			
Operatore:		Responsabile:	



4.4 Certificati centralina monitoraggio sorgente

4.4.1 Misuratore di portata

Via E.lli Graecchi 27
 20099 Cinisello Balsamo (MI)
 Tel. ++0039-2-660271
 Fax ++0039-2-6123202

ISOMAG™

Certificato Di Taratura Di Misuratore Elettromagnetico Serie ISOMAG™
 Calibration certificate Of Electromagnetic Flow Meter ISOMAG™ Series

Int.Ref. 270969

DATI SENSORE / SENSOR DATA

Sensor Model	MS 501	COEFF. KL	
Serial Number	11J3151	SIGNE	
Nominal Diameter	15	0	
Full scale	1,8	1	
Converter	ML50	2	
Coefficient Ka	-01.8222	3	
		4	
		5	

RIFERIMENTO / REFERENCE

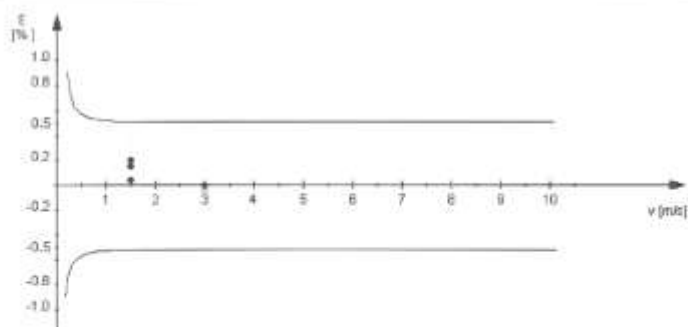
(according to ISO 9104)

Reference	MASTER METER
Ref. S/N	11A9998
Last Verify	16/03/2007
Liquid Of Test	WATER
Calibration Line	2



RISULTATI DELLA CALIBRAZIONE / CALIBRATION RESULTS

Test N°	REFERENCE				METER UNDER TEST		
	Flow Rate	Test Speed	Amb. Temp.	Water Temp.	Volume Master	Volume Test	Deviation
	l/ s	m/s	°C	°C	Liters	Liters	%
1	0,54015	3,0	14,8	14,0	32,409	32,405	-0,01
2	0,54021	3,0	14,8	14,0	32,413	32,403	-0,03
3	0,54021	3,0	14,8	14,0	32,413	32,389	-0,07
4	0,27028	1,5	14,8	14,0	16,217	16,265	0,30
5	0,26965	1,5	14,8	14,0	16,179	16,243	0,40
6	0,26996	1,5	14,8	14,0	16,198	16,211	0,08



Report n° **10712H** Approved by :  CODE Print. Date: **18/09/2007**

END OF REPORT

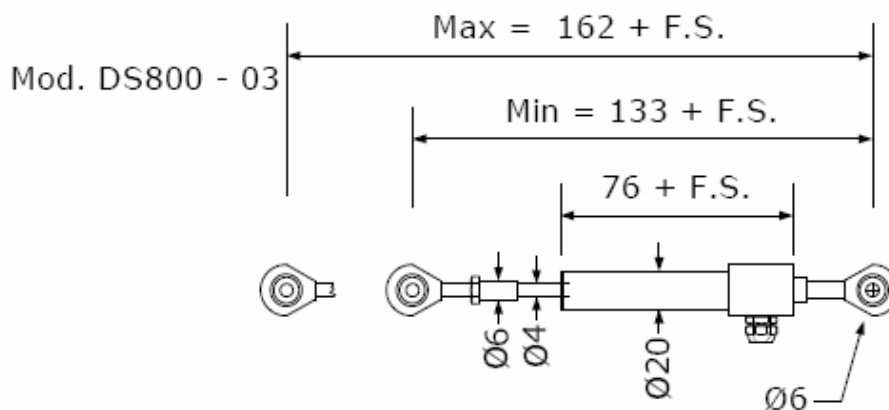
5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SENSORI

5.1 Scheda tecnica estensimetri da parete



Caratteristiche tecniche

Modello	DS810
Sensore	Potenziometrico
Fondo scala	50 mm
Alimentazione	8÷24Vcc
Uscita	4÷20mA
Linearità	± 0.1% F.S
Ripetibilità	<0,01%
Risoluzione	0.01 mm
Temperatura di funz.	-30 ÷ +100 °C
Protezione	IP65
Materiale	INOX



5.2 Scheda tecnica inclinometri da parete

5.2.1 Inclinometro monoassiale

La SIM ha sviluppato una serie di inclinometri fissi da parete del gruppo IN920. Questo strumento rileva le variazioni angolari delle strutture fornendo utili indicazioni riguardanti i movimenti rotazionali delle stesse. Gli inclinometri fissi da parete della serie IN920 possono essere letti manualmente mediante centralina elettronica, oppure acquisiti in modo automatico mediante un datalogger.

Caratteristiche tecniche

Modello **IN920 - EL**

Sensore Elettrolitico

Fondo scala $\pm 0.5^\circ, \pm 1^\circ$

Alimentazione 8 – 24 Vcc

Uscita $\pm 500 \text{ mV} \pm 1000 \text{ mV}$

Consumo 50 mA

Linearità 0.5%

Sensibilità 0.1 %

Ripetibilità 0.1 %

Sensibilità in Temp. 0.1 %

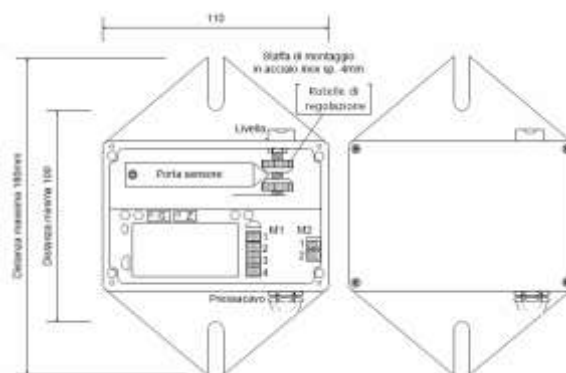
Temperatura di funz. $-10 \div 50^\circ\text{C}$

Protezione IP 65

Materiale INOX / Poliestere rinforzato

Dimensioni 180x111x60 mm

Peso 0.875 Kg (completo di staffa di montaggio)



5.2.2 Inclinometro biassiale

L'inclinometro biassiale di precisione mod. Leica Nivel210/Nivel220 consente di misurare in continuo la direzione, il dip-direction e la temperatura basandosi su principi della opto-elettronica. Di seguito sono indicate le peculiarità principali del sensore:

- Sensore biassiale con risoluzione pari a 0.001 mrad
- Misure di alta precisione e di elevata stabilità
- Dati trasmissibili in tempo reale
- Compatibile con il software di monitoraggio Leica GeoMoS

Technical Data

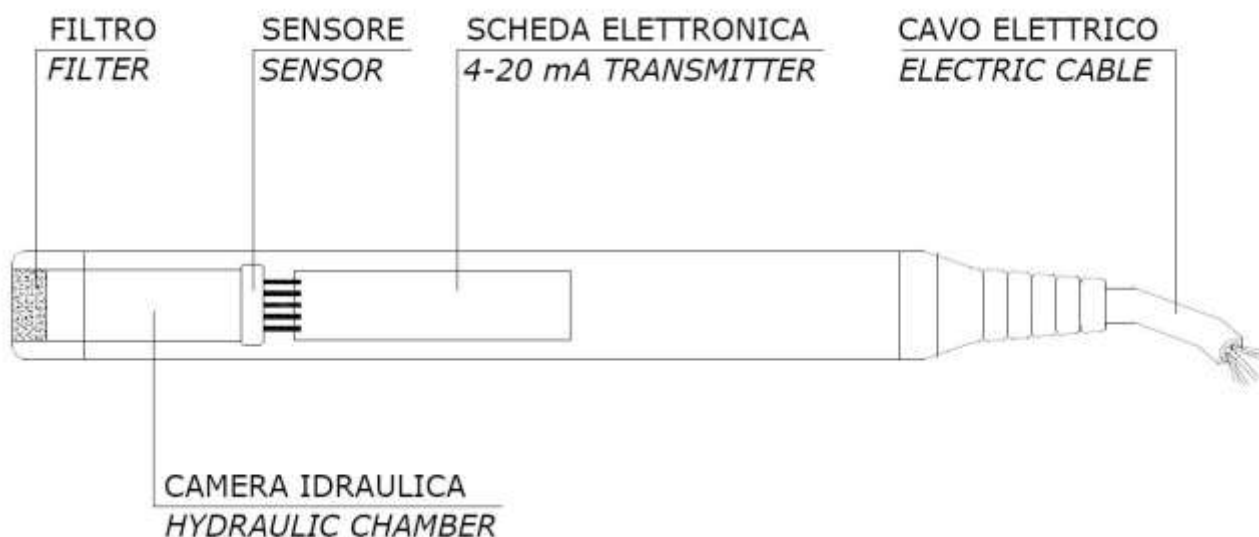
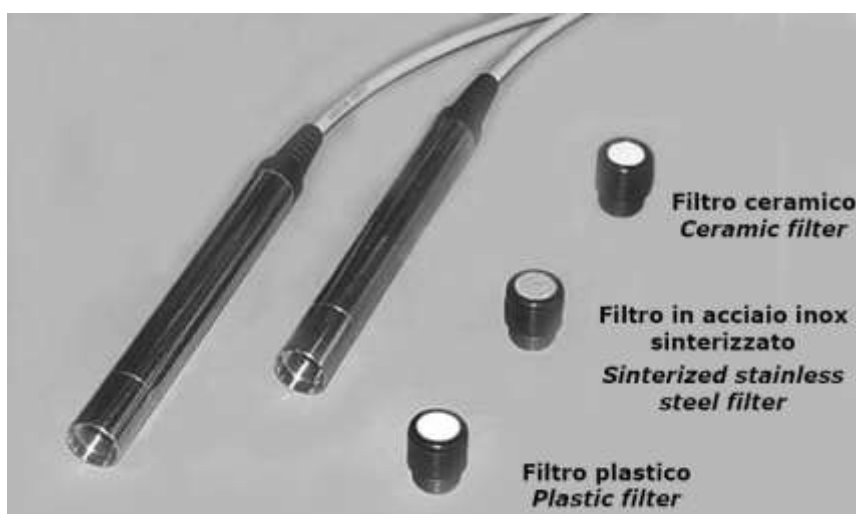
Measuring range	Range	From	To		
		[mrad]	[cc]	[mrad]	[cc]
	A	-1.51	-960	+1.51	+960
	B	-2.51	-1600	+2.51	+1600
	C	-3.00	-1900	+3.00	+1900
Resolution	[mrad]	[cc]			
	0.001	0.6			
Zero-point-stability	[mrad / °C]	[cc / °C]			
	0.00471	>3			
Accuracy	Range	[mrad]	[cc]		
	A	+/-0.0047	+/-3		
	B	+/-0.0141	+/-9		
	C	+/-0.0471	+/-30		
Power supply voltage	Nominal voltage 12 VDC voltage range 9 -15 VDC				
Power consumption	0.6 W, 50 mA				
Dimensions (LxWxH)	approx. 95 x 91 x 68 mm				
Weight	0.74 kg				
Environmental Specifications	Working temperature -20 to +50 °C				
	Storing temperature -40 to +70 °C				
	Dust/water (IEC 60529) IP50				
	Humidity 95%, non-condensing				
Averaging function	mean value can be calculated by sensor for up to 128 measurements				
Sensor addressability	max. 32 different addresses can be stored in sensor				
Measuring cycle	300 ms				
Temperature sensor	Measuring range -20 to +50 °C				
Interfaces	Nivel210: RS232 serial port				
	Nivel220: RS485 serial port				
Baud rates	1200, 2400, 9600, 19200, 38400				



5.3 Scheda tecnica piezometri elettrici

Il piezometro elettrico **SISGEO P235S4** si compone dei seguenti elementi:

- un corpo cilindrico in acciaio inossidabile contenente la camera idraulica, il sensore di misura, la scheda di condizionamento 4-20 mA e la terminazione del cavo;
- un filtro, a forma di disco, realizzato in ceramica, che mette in comunicazione la camera idraulica con l'ambiente esterno;
- un cavo elettrico di opportune caratteristiche che collega lo strumento all'unità di lettura.



TECHNICAL SPECIFICATIONS

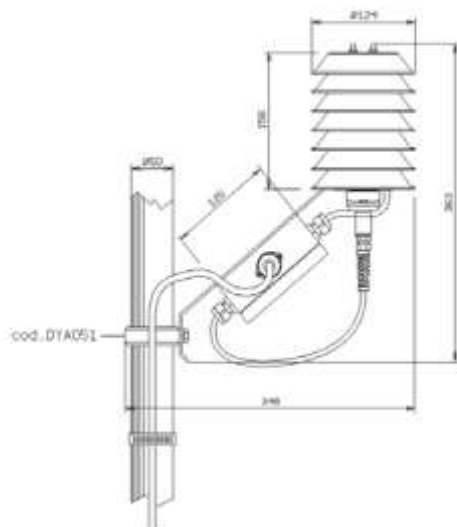
MODEL	PK45S	PK45A	P235S4	P235S1	P252C	PK45C	PK45I	P235I
Measure	pore pressure		pore pressure		pore pressure		pore pressure	
Type of Sensor	vibrating wire		resistive SG		resistive SG	vibrating wire	vibrating wire	resistive SG
Application	embedded into the soil		embedded into the soil		removable inside P101 tip		drive-in	
Measuring range	350, 700 kPa 1.7, 3.5 MPa		200, 500 kPa 1.0, 2.0, 5.0 MPa		200, 500 kPa	350, 700 kPa	350, 700 kPa 1.7 MPa	200, 500 kPa 1 MPa
Overload	100% FS		30% FS		30% FS	100% FS	100% FS	30% FS
Sensitivity	0.025 % FS		0.01% FS		0.01% FS	0.025 % FS	0.025% FS	0.01% FS
Accuracy (see note)	<0.5% FS		< 0.3% FS		< 0.3% FS	< 0.5% FS	< 0.5% FS	< 0.3% FS
Thermic zero shift	0.01÷0.03 % FS /°C		0.00025 % FS /°C		0.00025 % FS /°C	0.01-0.03 % FS /°C	0.00025 % FS /°C	0.00025 % FS /°C
Thermic sensitivity shift	< 0.05% FS /°C		< 0.01% /°C		< 0.01% /°C	< 0.05% FS /°C	< 0.05% FS /°C	< 0.01% /°C
Electric supply	5 ÷ 12 V DC		12 - 24 V DC		12 - 24 V DC	5 ÷ 12 V DC	5 ÷ 12 V DC	12 - 24 V DC
Output signal	frequency		4 - 20 mA		4 - 20 mA	frequency	frequency	4 - 20 mA
Electric insulation	4 KV	4KV	4 KV		4 KV	4KV	4VK	4 KV
Bridge resistance	-	-	15 ± 3 KΩ		15 ± 3 KΩ	-	-	15 ± 3 KΩ
Temp. operating range	-20 to +100 °C		-10 to +55 °C		-10 to +55 °C	-20 to +100 °C	-20 to +100 °C	-10 to +55 °C
Temp. sensor	thermistor		-		-	thermistor	thermistor	-
Material	stainless steel		stainless steel		stainless steel		stainless steel	
Diameter	28 mm		28 mm		28/30 mm		28/35 mm	
Length	200 mm		200 mm		230 mm		260 mm	
Weight	0.5 Kg		0.5 Kg		0.8 Kg		1.0 Kg	
Filter Unit								
Material	sinterised s/steel vjon	ceramic HAE value	sinterised s/steel vjon	ceramic HAE value	sinterised s/steel vjon		ceramic HAE value	
Diameter (OD)	disc 18 mm	disc 15 mm	disc 18 mm	disc 15 mm	stone 4 mm		disc 15 mm	
Pore size	40/50 micron	0.25micron	40/50 micron	0.25micron	40/50 micron		0.25 micron	
Cables								
Model	WE104VWK WE104X02(*)		WE102KE0(+)	WE102KE0(+)	W102KE0(+)	WE104VWK WE104X02(*)	WE104VWK WE104X02(*)	WE102KE0(+)
N° of conductors	2 pairs (4)		2		2	2 pairs (4)		2

Remarks: (*) armoured with stainless steel sheath (+) Kevlar stress member (•) WE207KE0 vented cable (6 conductors+atm. tubing)

CE electromagnetic compatibility according to EN 61326-1 and EN 61326-A1 directives for EMC emission and immunity

5.4 Scheda tecnica stazione meteo

5.4.1 Termoigrometro



Il Termoigrometro **LATESTM DMA575** è uno strumento che misura la temperatura e l'umidità relativa dell'aria.

Caratteristiche principali:

- Elemento sensibile termoigrometrico intercambiabile e facilmente sostituibile anche da personale non esperto.
- Ventilazione naturale o forzata con schermo antiradiante.
- Misurazione di umidità relativa o punto di rugiada.
- Schermo antiradiante a potere altamente riflessivo.
- Uscita analogica standard (0/4÷20 mA, 0/1÷5 Vcc) o segnale idoneo per acquisitori LSI-Lastem.

Caratteristiche Tecniche (*Technical Specifications*)

	<i>Temperatura / Temperature</i>	<i>Umidità Rel / Rel. humidity</i>	
Campo di misura	-30÷70°C, -50÷50°C 0÷100°C	0÷100%	<i>Range</i>
Elemento sensibile	Pt100 1/3 DIN-B	Capacitivo / <i>Capacitive</i>	<i>Sensitive element</i>
Sostituzione elementi sensibili	ML3021 plug-in a connettore / <i>ML3021 plug-in by connector</i>		<i>Sensitive element replacement</i>
Accuratezza (Riproducibilità+ Istesi)	±0,1°C (0°C)	1,5% (5÷95%, 23°C) * 2% (<5÷95%, 23°C) *	<i>Accuracy (Repeatability+ Hysteresis)</i>
Accuratezza elettronica (solo DMA575-DMA585)	±0,15°C	-	<i>Electronic accuracy (DMA575-DMA585 only)</i>
Risoluzione	DMA572: n.a. DMA585-DMA575: 0,06°C	DMA572: 0,12% DMA585-DMA575: 0,5%	<i>Resolution</i>
Tempo di risposta (Elem. sensibile)		10 s	<i>Response time (Sens. element)</i>
Stabilità a lungo termine	n.a.	<1% anno/year	<i>Long term stability</i>
Deriva termica	n.a.	Max ±1,5%	<i>Temperature dependence (+8÷45°C / 11-90%RH)</i>
Temperatura operativa		-40÷95°C	<i>Operating temperature</i>
Uscita elettrica	DMA575-DMA585: analogica DMA572: Pt100 (Ω)	DMA575-DMA585: analog DMA572: 0÷1 V	<i>Output</i>
Alimentazione		DMA572, DMA575: 10÷14 Vcc/Vdc DMA585: 24 Vca/Vac	<i>Power supply</i>
Consumo		DMA575-DMA585: max 1,5 W, DMA572: 2 mA	<i>Power consumption</i>
Resistenza di carico (uscita mA)		DMA575: 300 Ω – DMA585: 500 Ω	<i>R Load Max (mA output)</i>
Compatibilità CE		EMC standard EN50081-1, EN50082-1	<i>CE compliance</i>
Protezioni da scanche elettriche		Tranzorb su uscite ed alimentazione / <i>on outputs and power supply</i>	<i>Electric protections</i>
Peso (cavo incluso)		DMA 575-DMA 585 1250 g DMA 572 440 g	<i>Weight (cable attached)</i>
Cavo di connessione Ved. accessori		DMA572: L.5 m incluso / <i>attached</i> DMA575-585: Mod. DWA5... (6 fili+schermo / <i>6 wire+shield</i>)	<i>Connection cable See accessories</i>

* Stessi valori per il punto di rugiada

* For dew point also

5.4.2 Pluviometro

I sensori di presenza pioggia mod. **LASTEM-C401A** presentano un elevato grado di affidabilità poichè consentono di discriminare apporti idrici dovuti a precipitazioni da apporti dovuti a fenomeni di condensazione. Sono basati su principio di misura del tipo conducimetrico tra due elettrodi mantenuti a temperatura più alta di quella dell'ambiente in modo da impedire la formazione della condensa. I sensori di presenza bagnatura C601A rilevano invece qualsiasi tipo di bagnatura comunque generata. Anch'essi si basano sul principio di conduimento di elletrodi depositati su petali esposti su 4 assi. Entrambi i sensori possono essere montati su palo Ø 50 mm.

MODELLI

MODELS

Gruppo/Group	Codice/Code	Descrizione	Description
C401A	DQA052	Sensore di presenza pioggia. Alim. 12 Vcc	Rain presence gauge. 12 Vdc power supply
	DQA050	Sensore di presenza pioggia. Alim. 24 Vca	Rain presence gauge. 24 Vdc power supply
C601A	DQA057	Sensore di presenza bagnatura. Alim. 12 Vcc	Wet presence sensor. 12 Vdc power supply
	DQA059	Sensore di presenza bagnatura. Alim. 24 Vca	Wet presence sensor. 24 Vdc power supply

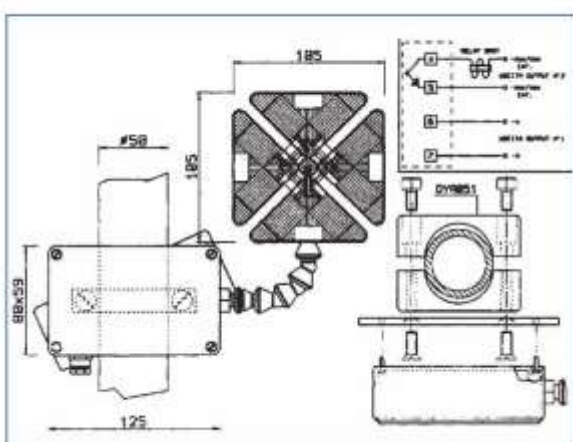
CARATTERISTICHE TECNICHE

TECHNICAL CHARACTERISTICS

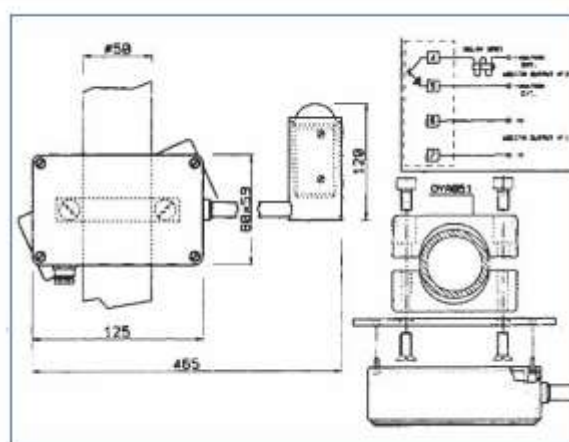
	C401A	C601A	
Uscita N.1	100 mV ± 0.02: presente / present 200 mV ± 0.02: assente / absent		Output N.1
Uscita N.2		Open collector 100 mA 40 Vmax	Output N.2
Peso		0.4 Kg	Weight
Limiti ambientali		-15 +50°C	Environmental limits
Montaggio	Su palo Ø 50 mm con collare DYA051 On pole Ø 50 mm with collar DYA051		Mounting

MONTAGGIO & DIMENSIONI

MOUNTING & DIMENSION



C601A



C401A

5.4.3 Barometro

GE Sensing

Features

The PMP 4000 Series provides a complete range of high level voltage output pressure transducers offering advanced levels of measurement accuracy, stability and flexibility from a standard production device.

- Accuracy to $\pm 0.04\%$ full scale (FS) best straight line (BSL)
- Pressure ranges from 70 mbar to 700 bar
- Gauge, absolute and differential formats available
- Stability $\pm 0.1\%$ per annum
- 4 x full scale over pressure

Applications

GE manufactures precision pressure sensors with a capability to meet critical applications in industrial and research environments.

- Test equipment
- Research and development
- Environmental test
- Monitoring critical pressures
- General industrial

PMP 4000 Series Druck Amplified Output Pressure Transducers

PMP 4000 Series is a Druck product. Druck has joined other GE high-technology sensing businesses under a new name—GE Sensing.



PMP 4000 Series Specifications

Pressure Measurement

Operating Pressure Range

Any zero based range from

- 70 mbar to 65 bar gauge
- 65.1 to 700 bar sealed gauge
- 350 mbar to 700 bar absolute
- 70 mbar to 35 bar differential

Compound ranges, e.g. -1 to 2 bar gauge, bi-directional differential ranges and other pressure units can be specified.

Static/Line Pressure (PMP 4100)

70 bar maximum

Over Pressure

The rated pressure can be exceeded by the following multiples causing negligible calibration change:

Gauge and absolute reference:

- 10 x for ranges 70 to 350 mbar
- 6 x for ranges 350 to 700 mbar
- 4 x for ranges 700 mbar to 65 bar (140 bar maximum)
- 2 x for ranges 65.1 to 700 bar (1380 bar maximum)

Differential reference:

Positive side:

- 10 x for ranges 70 to 350 mbar
- 6 x for ranges 350 to 700 mbar
- 4 x for ranges 700 mbar to 35 bar (100 bar maximum)

Negative side:

Must not exceed positive side by greater than

- 6 x for ranges 70 to 350 mbar
- 4 x for ranges 350 to 700 mbar
- 2 x for ranges 700 mbar to 7 bar
- 10 bar for ranges 7 bar to 35 bar

Containment

The rated pressure can be exceeded by the following multiples while containing the pressure media:

Gauge reference:

- 12 x for ranges 70 to 175 mbar
- 6 x for ranges 175 mbar to 65 bar (200 bar maximum)

Absolute and Sealed Gauge reference:

- 200 bar for ranges up to 65 bar
- 1380 bar for ranges 65.1 bar and above

Differential reference:

Positive port:

- 12 x for ranges up to 350 mbar
- 8 x for ranges up to 700 mbar
- 6 x for ranges up to 35 bar (200 bar maximum)

Negative port:

- 8 x for ranges up to 350 mbar
- 6 x for ranges up to 700 mbar
- 4 x for ranges up to 35 bar (15 bar maximum)

Excitation Voltage

- 9 to 32 Vdc
- 15 to 32 Vdc for all ranges and spans below 700 mbar
- 15 to 32 Vdc for 10 Vdc output

Output Voltage

- 70 mbar 0 to 2 Vdc (maximum)
 - 175 mbar 0 to 4 Vdc (maximum)
 - 350 mbar and above
Standard Output 0 to 5 V
Alternate Output, e.g. 1 to 5 Vdc
0 to 10 V, -5 to +5 V can be specified
 - Compound and bi-directional outputs are available
 - 4 wire outputs are available
- Note: maximum offset at zero pressure cannot exceed +2.5 Vdc.
For non-standard output, please check with your local sales office before ordering.

Output Impedance

<20 Ω

Load Impedance

Greater than 10 k Ω for quoted performance.

R-Cal Facility/Shunt Calibration (Option C)

Connecting an external link between the appropriate terminals results in a positive shift of 80% FSO. Other values are available—refer to GE Sensing.

Performance

Accuracy

Combined Non-linearity, Hysteresis and Repeatability

- Standard: $\pm 0.08\%$ FS BSL
- Option A: $\pm 0.04\%$ FS BSL ranges above 175 mbar except $\pm 0.06\%$ FS BSL for 5 bar range.

Zero and Span adjustment

$\pm 5\%$ site adjustable by sealed, noninteracting potentiometers. (Demountable electrical connections only.)



Temperature Effects

- Standard: $\pm 1\%$ FS TEB over 0 to 50 °C
 $\pm 2\%$ FS TEB over -20 to 80 °C
- Option B: $\pm 0.5\%$ FS TEB over 0 to 50 °C
 $\pm 1\%$ FS TEB over -20 to 80 °C

For ranges below 350 mbar these values increase pro rata.

Acceleration Sensitivity

Typically 0.02% FS/g for 350 mbar decreasing to 0.0003% FS/g for ranges above 60 bar, along the sensitive axis.

Mechanical Shock

1000g, 1ms half sine pulse in each of 3 mutually perpendicular axes will not affect performance.

Vibration

Response less than 0.05% FS/g at 30g peak 10Hz-2kHz, limited by 12 mm double amplitude. IMIL-STD 810C Proc 514.2-2Curve L1

Physical

Operating Temperature Range

-20 to 80 °C.

Positive Pressure Media

Fluids compatible with stainless steel 316L and Hastelloy C276

CE marking

CE marked for electromagnetic compatibility and the pressure equipment directive

Pressure Connection

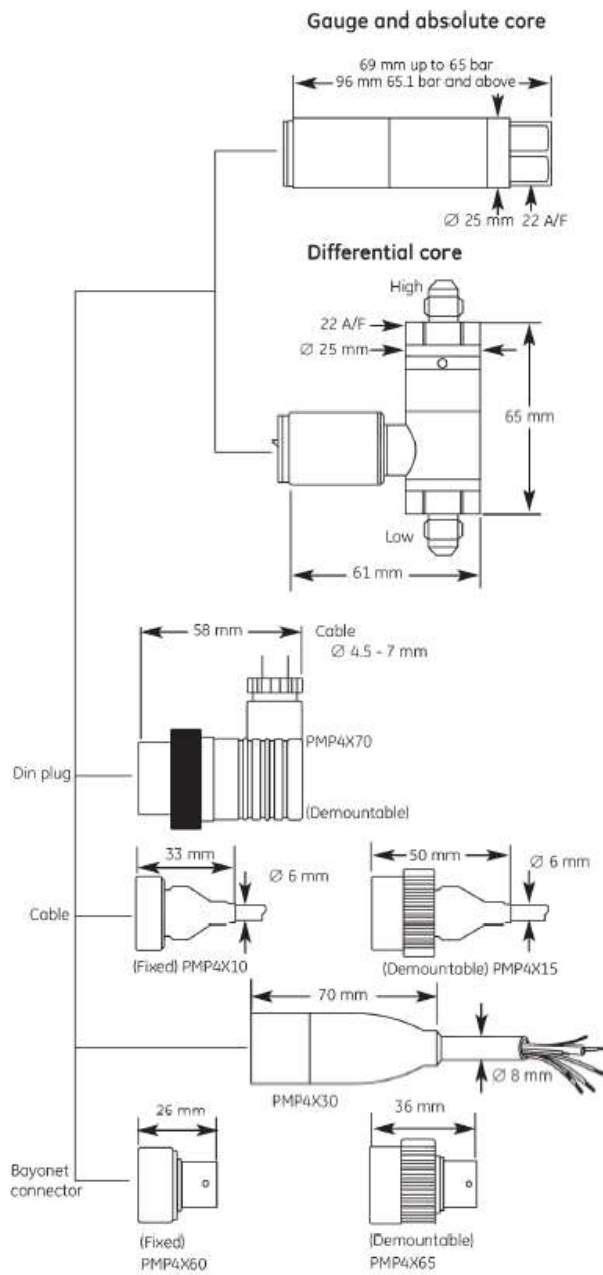
- G 1/4 female
- G 1/4 B (Flat end)
- G 1/4 B (60° Int. cone)
- G 1/8 B (60° Int. cone)
- 1/4 NPT
- 7/16 UNF
- M12 X 1.5
- M14 X 1.5
- Depth Cone
- Other pressure connections available.
- For pressure ranges above 65.1 bar alternative pressure connections are via adaptors (refer to GE Sensing for details).

Electrical Connection

A range of cable and connector versions are available. Some electrical options are demountable to allow access to zero and span potentiometers. See installation drawings and ordering information for details.

Calibration Standards

Instruments manufactured by GE are calibrated against precision pressure calibration equipment which is traceable to National Standards.



Wiring detail

UK Build

Part No.	supply		output		RCAL*1	Case
	+ve	-ve	+ve	-ve		
PMP4X00	1	2	3	2	6	n/a
PMP4X10	red	white	yellow	blue	orange	n/a
PMP4X15	red	white	yellow	blue	orange	black
PMP4X30	red	white	yellow	blue	orange	black
PMP4X60	A	D	B	C	E	n/a
PMP4X65	A	D	B	C	E	F
PMP4X70	1	2	3	n/a	n/a	earth

Ordering Information

Please state the following:

1) Select model number

Code	Base model	Pressure Reference	Electrical Connector	Options
0	Gauge, Absolute or Sealed Gauge			
1	Differential			
00	Core			
10	Fixed cable			
15	Demountable cable			
30	Fixed submersible cable			
60	Fixed 6 pin bayonet			
65	Demountable 6 pin bayonet			
70	Demountable DIN plug/socket			
O	None			
A	Improved accuracy			
B	Improved temperature effects			
C	Rcal/shunt facility			
D	Mating bayonet connector (for 4X6X)			

- 2) State pressure range and units
- 3) State pressure reference (Gauge, Absolute, Sealed Gauge)
- 4) Output voltage at lowest pressure (check output voltage rules)
- 5) Output voltage at highest pressure (check output voltage rules)
- 6) Non standard Pressure connection

5.5 Scheda tecnica centralina di monitoraggio sorgente

5.5.1 Misuratore di portata

THE SMALLEST

ISOMAG  TM
THE FRIENDLY MAG METER

SENSORE

MS 501



SENSORE "MICROFLUSSO", IL PIU' PICCOLO DELLA SERIE, CON UN'AMPIA
GAMMA DI APPLICABILITA' GRAZIE ALLA VARIETA' DEI SUOI ATTACCHI

ISOIL 
INDUSTRIA

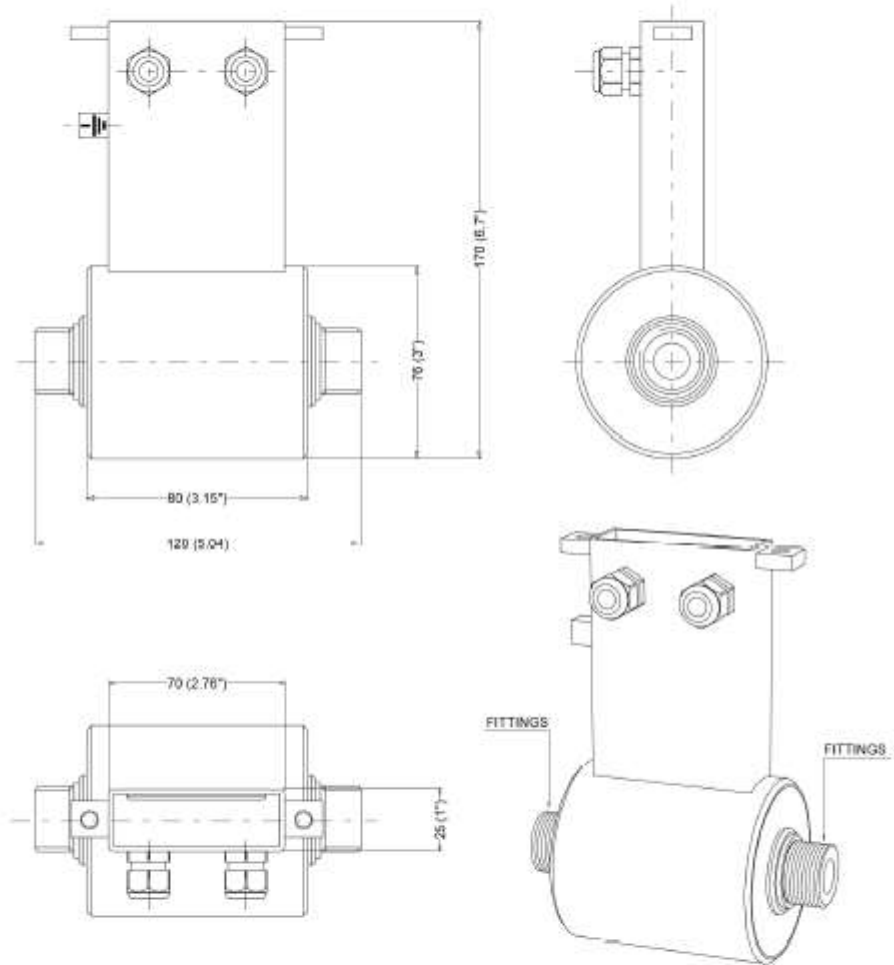
The solutions that count

DATI TECNICI

Materiale corpo	<input type="checkbox"/> Acc. Inox AISI 304 <input type="checkbox"/> Acciaio inox AISI 316 (opt.)
Diametri nominali	<input type="checkbox"/> DN 3 ÷ 20
Pressione nominale	<input type="checkbox"/> PN 16/40(optional)
Attacchi al processo	<input type="checkbox"/> Filettati UNI 338 <input type="checkbox"/> Filettati NTP <input type="checkbox"/> Flangiati UNI 2278 <input type="checkbox"/> Flangiati ANSI 150 <input type="checkbox"/> Sanitari DIN 11851 <input type="checkbox"/> Clamp ISO 2852 <input type="checkbox"/> Clamp BS 4825 <input type="checkbox"/> SMS <input type="checkbox"/> Altri a richiesta
Resistenza al vuoto	<input type="checkbox"/> 20 Kpa assoluti a 100 °C
Materiale attacchi	<input type="checkbox"/> Acciaio Inox AISI 316 <input type="checkbox"/> Acciaio inox AISI 304 rivestito in PTFE <input type="checkbox"/> Altri a richiesta
Temperatura liquido	<input type="checkbox"/> -20°C ÷ 100°C comp. (130°C only with ML3F-1)) <input type="checkbox"/> -20°C ÷ 150°C separato
Materiale rivestimento	<input type="checkbox"/> PTFE
Materiale guarnizioni	<input type="checkbox"/> FPM <input type="checkbox"/> EPDM
Materiale elettrodi	<input type="checkbox"/> Acciaio Inox aisi 316L <input type="checkbox"/> Hastelloy C <input type="checkbox"/> Platino-rhodio <input type="checkbox"/> Tantalio <input type="checkbox"/> Altri a richiesta
Versioni – Classe di protezione	<input type="checkbox"/> Compatta – IP 67 <input type="checkbox"/> Separata (massimo 20m) – IP 68 <input type="checkbox"/> Separata (massimo 500m) con pre-amplificatore IP 67 (IP 68 opzionale)
Precisione/Ripetibilità	<input type="checkbox"/> Vedi Tabella Sottostante

DIMENSIONI D'INGOMBRO

DIMENSIONI D'INGOMBRO ATTACCHI GAS/NPT NON RIVESTITI



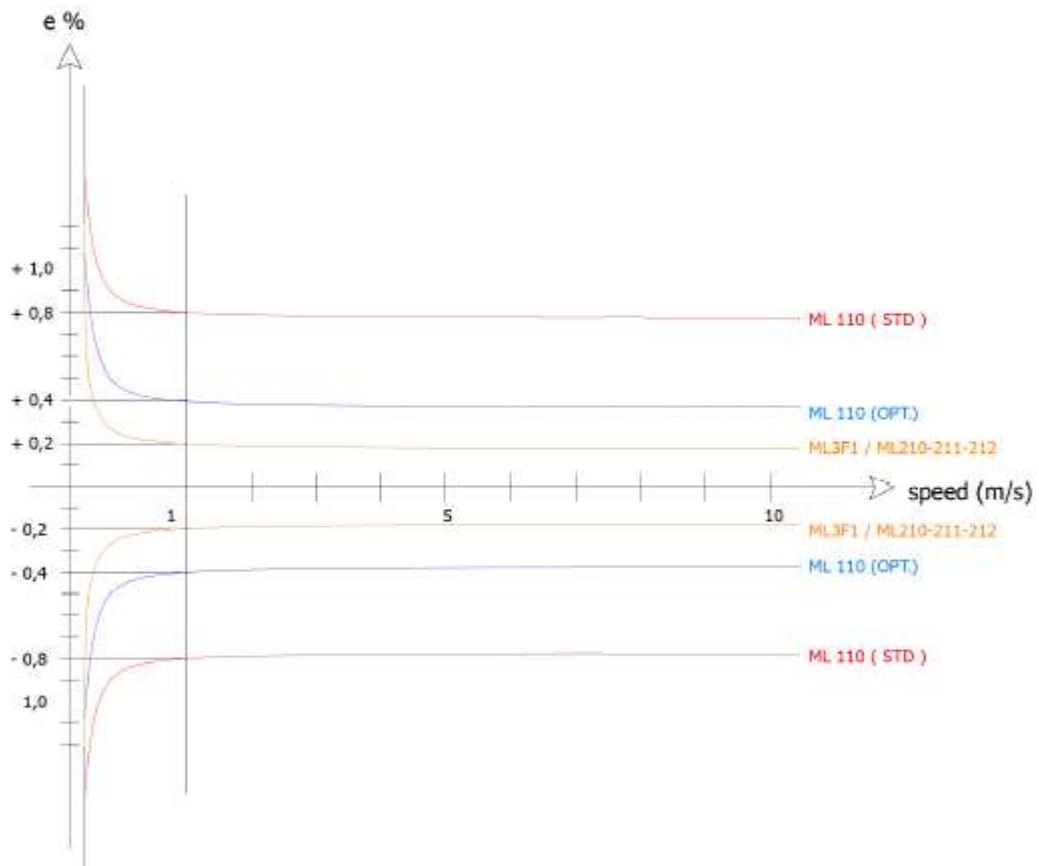
FITTINGS GAS/NPT (STAINLESS STEEL LINING)

DIMENSIONS mm (inches)	DN				
	3 (1/8")	6 (1/4)	10 (3/8)	15 (1/2")	20 (3/4")
FITTINGS	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"

TABELLA DELLE PRECISIONI

- Condizioni di riferimento per la definizione della precisione dello strumento:

- Temperatura acqua: 20°C
- Temperatura ambiente: 25°C
- Tempo di prova: > 60 sec.
- Warm-up convertitore: > 60'
- Portata costante durante il test
- Pressione: 50 Kpa
- Velocità del liquido > 1m/s



Ripetibilità :

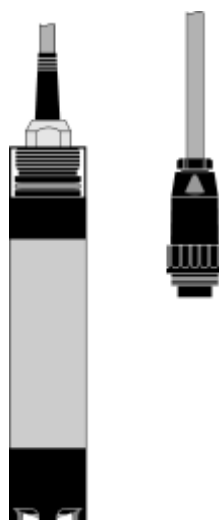
- ML 210-211-212 / ML3F1 = +/- 0,1%
- ML 110 = +/- 0,2%

NOTE :

- nel campo di velocità compreso tra 0,02 e 0,4 m/s la precisione diventa 2 volte quella dichiarata nel grafico
- nel campo di velocità compreso tra 0,4 e 1 m/s la precisione diventa 1,5 volte di quella dichiarata nel grafico

5.5.2 Misuratore ossigeno disciolto

TriOxmatic® 690



Technical data

Measuring principle	Membrane covered amperometric probe with a 3 electrodes system potentiostatically operated; electrode with integrated preamplifier
Electrolyte	ELY/A
Output signal	Voltage signal, proportional to the O ₂ partial pressure (corrected by temperature and water vapor partial pressure)
Temperature measurement	via integrated NTC
Temperature compensation	IMT



Material	Membrane head:	POM
	Membrane:	Fluoroplastics
	Probe head:	POM
	Isolator:	Epoxy, PEEK
	Closing head:	POM
	Shaft:	VA steel 1.4571
	Protection hood:	POM
	Cable screw joint:	VA steel 1.4571
	Cable coating:	PU (Polyurethane)
Dimensions	Shaft length	193 mm
	Shaft diameter	40 mm
	Membrane thickness	50 µm
	Cable length	1.5 m, 7 m, 15 m customized lengths up to 100 m
Weight (1.5 m cable included)	660 g	
Test certificates	UL, cUL Listed Accessory Laboratory Equipment 8F93	
Measuring conditions		
Measuring range	0 - 60 mg/L O ₂	
	0 - 600 % saturation (= 0 - 1200 mbar pO ₂)	
Polarization time	for initial commissioning or after replacing the electrolyte:	at least. 60 min
	in case of short polarization breaks (depending on the duration of the break): 15 to 60 min	
Temperature range	Operation:	0 °C ... + 50 °C
	Storage:	- 5 °C ... + 50 °C



Max. admissible overpressure	10 bar		
Immersion depth	min. 10 cm; max. 100 m depth		
Connection	7-pin plug		
	Connection	Probe - cable:	IP 68 (100 m)
		Cable - plug:	IP 65
		Plug - instrument:	IP 65
Operating position	any, if the minimum flow is granted		
Flow to the probe	≥ 0.5 cm/s for 5 % measuring accuracy ≥ 5 cm/s for < 1 % measuring accuracy		
Fields of application	Water and waste water control		

Characteristics when delivered

Slope	- 3.75 mV/mbar; mean value at 20 °C
Zero signal	< 0.2 % of the saturation value
Response time at 20 °C	t_{90} (90 % of the final displayed value after) < 180 s t_{95} (95 % of the final displayed value after) < 5 min t_{99} (99 % of the final displayed value after) < 10 min
Own consumption at 20 °C	$0.0059 \mu\text{g h}^{-1} (\text{mg/L})^{-1}$ at 20 °C
Drift	< 1 % per month with permanent polarization
Operational lifetime	approx. 5 years per electrolyte filling

Electrical data

Pin assignment

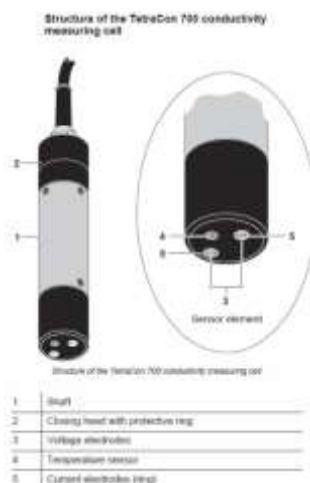


Top view of the plug

Pin	Assignment	Voltage	max. current
1	Ub+	+ 6.5V ... + 8.5V	< 1mA
2	0V	---	---
3	NTC (30kOhm)	< 3.5V	< 0.15mA
4	NTC (30kOhm)	< 3.5V	< 0.15mA
5	Ub-	- 6.5V ... - 8.5V	< 1 mA
6	Reg/Leak (output signal)	- 8.5V ... + 8.5V 0V ... + 8.5V	---
7	pO ₂ (output signal)		

5.5.3 Misuratore conducibilità

TetraCon 700



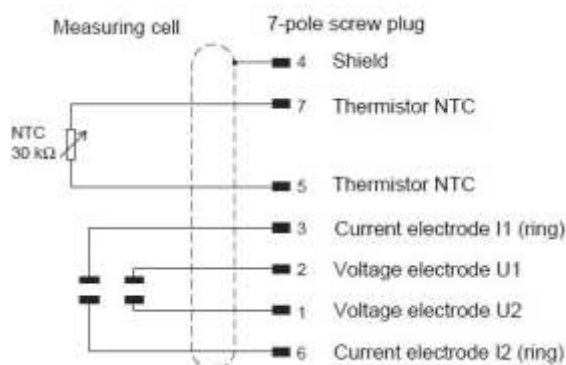
Technical data

Measuring range	10 $\mu\text{S/cm}$... 1000 mS/cm at 0 °C ... + 50 °C	
Measuring principle	Four-electrodes measurement	
Temperature sensor	Integrated NTC 30 (30 $\text{k}\Omega$ / 25 °C)	
Dimensions	Length	196 mm (without screwed cable gland)
	Shaft diameter	40 mm
Weight	approx. 660 g (without sensor connection cable)	
Material	Probe head	PVC, epoxy (filling material)
	Electrodes, housing of the temperature sensor	Graphite
	Shaft	Stainless steel 1.4571
	Closing head	POM
	Protection ring	POM
	Cable screw joint	Stainless steel 1.4571
	Cable coating	PUR
Connection cable	Length	Depending on variant: - 1.5 m - 7.0 m - 15.0 m - Special lengths on customer request up to 100 m
	Diameter	8.8 mm
	Smallest allowed bend radius	Permanent bend: 180 mm Short time bend: 90 mm
	Connection	Screw plug, 7 poles (IP 65)

Explosion protection	The TetraCon 700 conductivity measuring cell is suitable for operation in potentially explosive areas. More detailed information can be found in the conformity declaration in the appendix of this operating manual.	
	Grading of explosion protection	EEx ib IIB T6
Guidelines and norms used	General safety	<ul style="list-style-type: none"> - EN 61010-1 - UL 3111-1 - CAN/CSA C22.2 No. 1010.1
	Explosion protection	<ul style="list-style-type: none"> - DIN EN 50014 - DIN EN 50020
Test certificates	UL, cUL	

Electrical data

Wiring diagram



Pin assignment	Pin	Assign-ment	Wire color	Max. voltage	Max. current
	1	U2	Yellow	---	---
	2	U1	Gray	---	---
	3	I1	Pink	1 V	5 mA
	4	Shield	Transparent	---	---
	5	NTC	Brown	3.5 V	0.15 mA
	6	I2	Green	1 V	5 mA
	7	NTC	White	3.5 V	0.15 mA

Plug from the front:





Measurement conditions

Temperature range	Measuring medium	0 °C ... + 50 °C
	Storage/transport	- 5 °C ... + 65 °C (storage in air recommended)
Immersion depth	min. 30 mm	
Operating position	any	
Approach flow	not required	
Pressure resistance	Conductivity measuring cell including connection cable:	
	Max. admissible overpressure	10 ⁶ Pa (10 bar)
	Type of protection	IP 68 (10 ⁶ Pa or 10 bar)
	7-pole screw plug:	
	Type of protection	IP 65

The TetraCon 700 meets the requirements according to article 3(3) of the directive, 97/23/EC ("pressure equipment directive").

Characteristics when delivered

Temperature measurement	Probe accuracy	± 0.2 K
	Response time	t ₉₀ (90 % of the final value display after) < 60 s t ₉₅ (95 % of the final value display after) < 120 s
Cell constant	In free solution, i.e. base and side clearance > 5 cm	K = 0.917 cm ⁻¹ ± 1.5 %
	In a flow-thru system, e.g. EBST 700-DU/N	K = 0.933 cm ⁻¹ ± 1.5 %

5.5.4 Misuratore pH/temperatura

SensoLyt 650-7



Structure of the SensoLyt 650-7 pH/ORP armature



Fig. 1.7 Structure of the SensoLyt 650-7 pH/ORP armature

1	Protective hood
2	Temperature probe
3	Combination electrode (not contained in the scope of delivery)
4	Electrode holder
5	Armature shaft

Technical data

General features

Electrodes that can be integrated	See chapter 6.1 GENERAL ACCESSORIES	
Temperature probe	Integrated NTC 30 (30 k Ω / 25 °C)	
Dimensions	Length	311 mm (length of armoring including protective hood, without screwed cable gland)
	Shaft diameter	40 mm
Weight	approx. 800 g (including 7 m connection cable, without electrode)	
Material	Protective hood	POM, conductive
	Electrode holder	POM
	Enclosure of the temperature sensor	Stainless steel 1.4571
	Protection ring	POM, conductive
	Shaft	POM, conductive
	Screwed cable gland	Brass, nickel-plated
	Cable sheath	PUR
Connection cable	Length	7 m
	Diameter	7 mm
	Smallest allowed bend radius	Permanent bend: 150 mm Short time bend: 70 mm
	Connection	Open wire ends with wire end sleeves to connect the measuring transmitter terminal strip

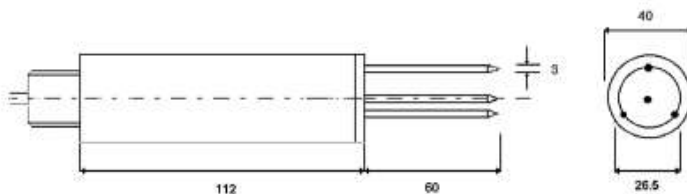


Explosion protection	The SensoLyt 650-7, article 109 195 pH armature is suitable for use in potentially explosive areas. More detailed information can be found in the conformity declaration in the appendix of this operating manual.	
	Grading of explosion protection	EEx ib IIC T6
Guidelines and norms used	General safety	<ul style="list-style-type: none"> - EN 61010-1 - UL 3111-1 - CAN/CSA C22.2 No. 1010.1
	Explosion protection	<ul style="list-style-type: none"> - DIN EN 50014 - DIN EN 50020
Test certificates	UL, cUL	

Electrical data

Terminal assignment	Connection/wire color	Assignment
	Brown	NTC
	White	NTC
	Transparent	pH/ORP connector of the electrode
	Green + yellow	Reference connector of the electrode

5.5.5 Sonda umidità del suolo



(dimensions in mm)

Technical Specifications	
Type No.	ML2x
Measurement parameter	Volumetric soil moisture content, θ_v ($m^3 \cdot m^{-3}$ or %vol.).
Range	Accuracy figures apply from 0.05 to $0.6 m^3 \cdot m^{-3}$, Full range is from 0.0 to $1.0 m^3 \cdot m^{-3}$
Accuracy	$\pm 0.01 m^3 \cdot m^{-3}$, 0 to $40^\circ C$, $\pm 0.02 m^3 \cdot m^{-3}$, 40 to $70^\circ C$, after calibration to a specific soil type
subject to soil salinity errors, see below	$\pm 0.05 m^3 \cdot m^{-3}$, 0 to $70^\circ C$ using the supplied soil calibration, in all 'normal' soils,
Soil salinity errors	0.0 to $250 mS \cdot m^{-1}$, $< -0.0001 m^3 \cdot m^{-3}$ change per $mS \cdot m^{-1}$, 250 to $2000 mS \cdot m^{-1}$, no significant change.
Soil sampling volume	$>95\%$ influence within cylinder of $4.0cm$ diam., $6cm$ long, (approx $75 cm^3$), surrounding central rod.
Environment	Will withstand burial in wide ranging soil types or water for long periods without malfunction or corrosion (IP68 to 5m)
Stabilization time	1 to 5 sec. from power-up, depending on accuracy required.
Response time	Less than 0.5 sec. to 99% of change.
Duty cycle	100% (Continuous operation possible).
Interface	Input requirements: $5-15V$ DC unregulated. Current consumption: $19mA$ typical, $23mA$ max. Output signal: approx. $0-1V$ DC for $0-0.5 m^3 \cdot m^{-3}$
Case material	PVC
Rod material	Stainless steel
Cable length	Standard: $5m$. Maximum length: $100m$
Weight	350 gm approx. with $5m$ cable.

Rende, 6 maggio 2008

Il Responsabile Scientifico del Progetto A.M.A.Mi.R.
 Prof. Geol. Carlo Tansi