Studio Associato di Ingegneria e Geologia
Ing. Mauro Marchiano, Ing. Riccardo Torri, Geol. Vittorio Vezzaro
Andora, via Cavour 30, tel. 0182/684363 - E-MAIL stingeo2@tiscali.it

2844

COMUNE DI MAGLIOLO (SV)

PROGETTO DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO SULL'AREA DELLA DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI (EX. 1A CATEGORIA) IN LOCALITÀ CASEI

RELAZIONE GEOLOGICA

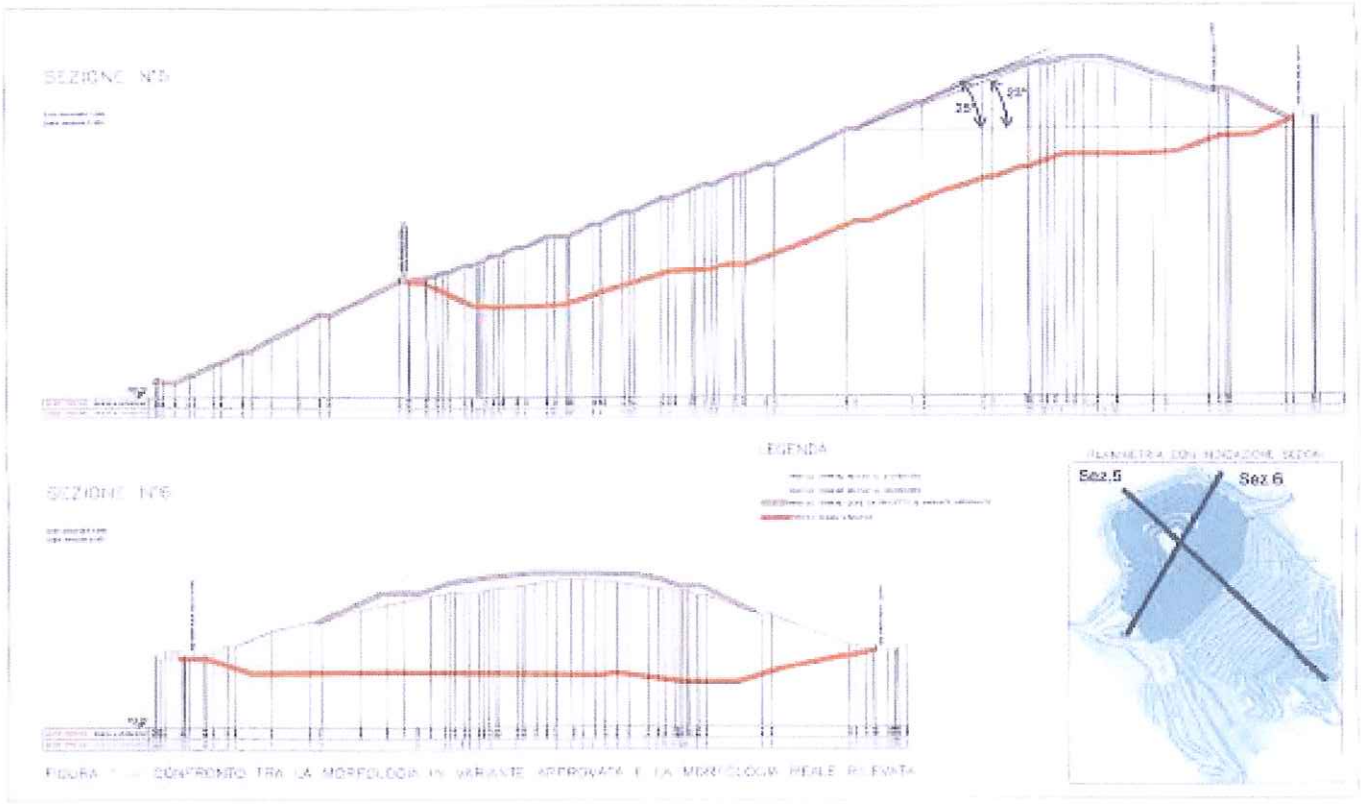
PROGETTO DEFINITIVO

il tecnico:
geologo Vittorio Vezzaro (O.R.G.L. 222)



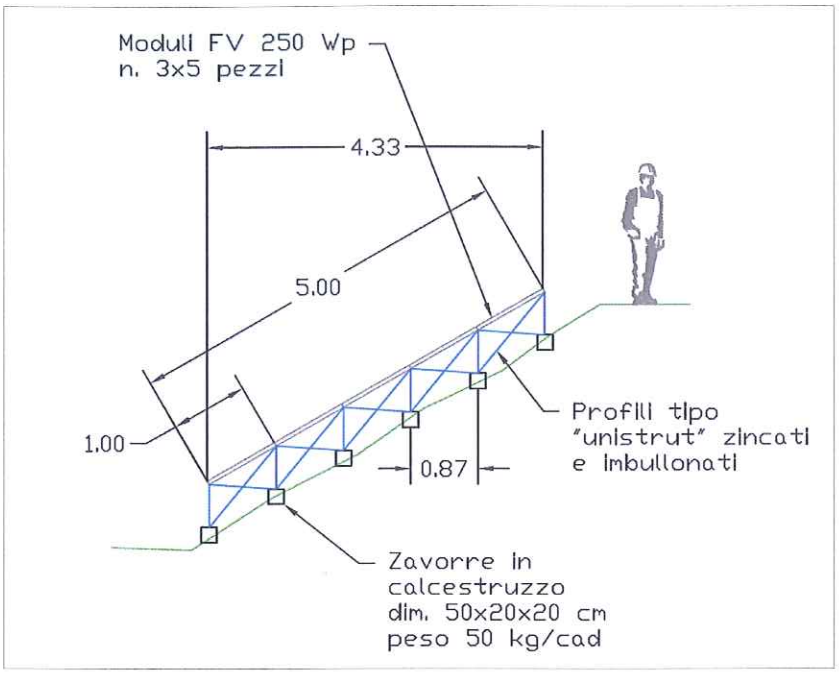
PREMESSA.

La presente relazione prende in considerazione le caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area della discarica Casei dove è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico.



Sezioni tipo della discarica Casei

Il progetto prevede l'installazione di moduli fotovoltaici ancorati al terreno mediante zavorre in calcestruzzo semplicemente appoggiate, ciò comporta la realizzazione di piani d'appoggio mediante la costruzione di gradini nel terreno di copertura aventi larghezza di circa 30 cm (vedi fig.seguente).



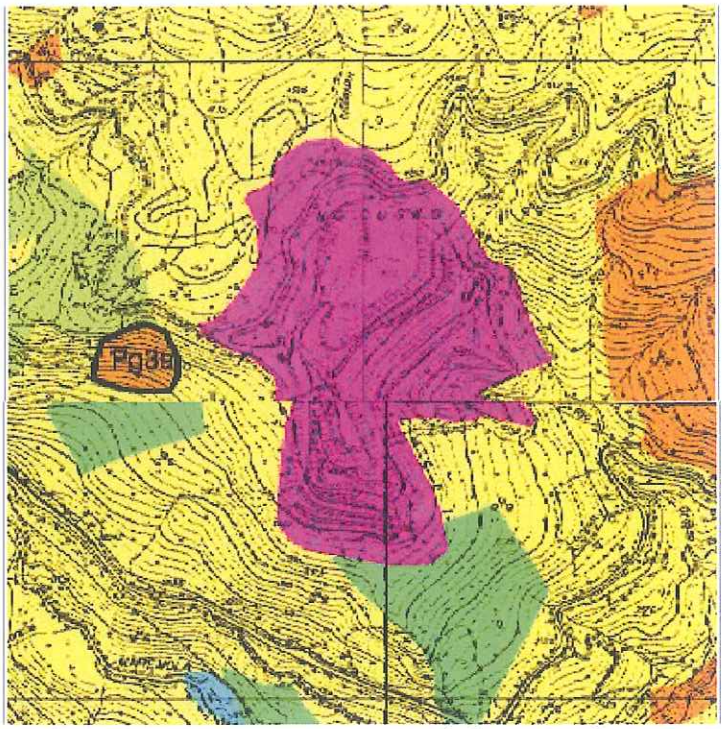
A completamento dell'impianto è prevista la realizzazione di una cabina elettrica in muratura per l'allaccio alla rete elettrica in corrispondenza del piazzale d'arrivo alla discarica e la messa in opera di due cabine di trasformazione, in struttura metallica tipo container, appoggiate su basamento in calcestruzzo. L'ubicazione delle 3 cabine elettriche è riportata nella Planimetria generale (All.1).

Per la predisposizione della presente relazione si è fatto riferimento alla documentazione fornita dal Comune di Magliolo con particolare riferimento a:

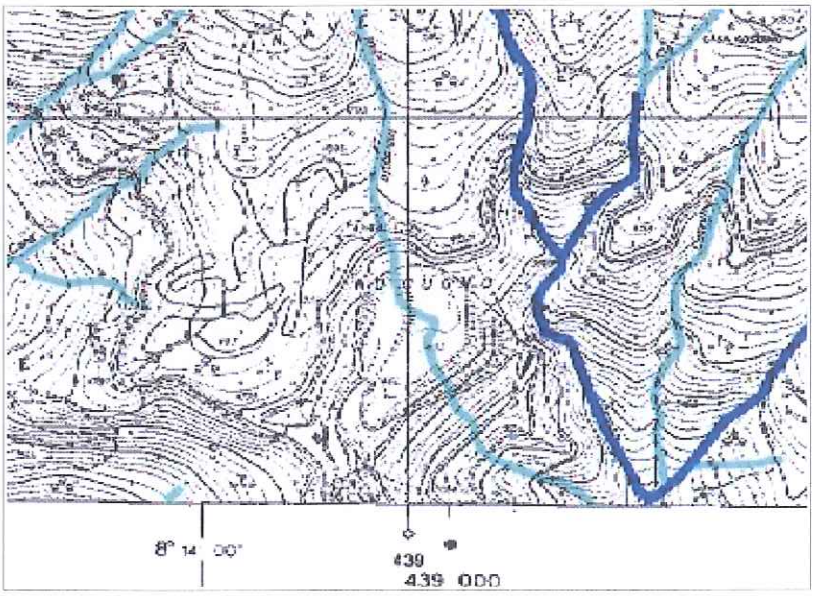
1) "relazione geologica – geotecnica valutazione degli aspetti geologici – geotecnici e verifiche di stabilità" allegata alla variante della sistemazione finale dell'impianto – data luglio 2008 a firma geol. Carlo Baracco
2) "relazione di congruità geomorfologica, geologica e geotecnica della discarica attestante la conformità morfologica e la funzionalità della copertura finale a cura del dott. Geol. Carlo Baracco" dicembre 2010
3) relazioni e documenti tecnici-topografici sul monitoraggio degli assestamenti del corpo discarica:

- "Situazione evolutiva, monitoraggio, assestamento corpo rifiuto ed impianto discarica anno 2012".
- "Misure inclinometriche dell'argine di contenimento della discarica per rifiuti non pericolosi-loc.Casei, febbraio 2013"
- "Allegato B - Relazione tecnica anno 2012" a firma del geol. Carlo Baracco.

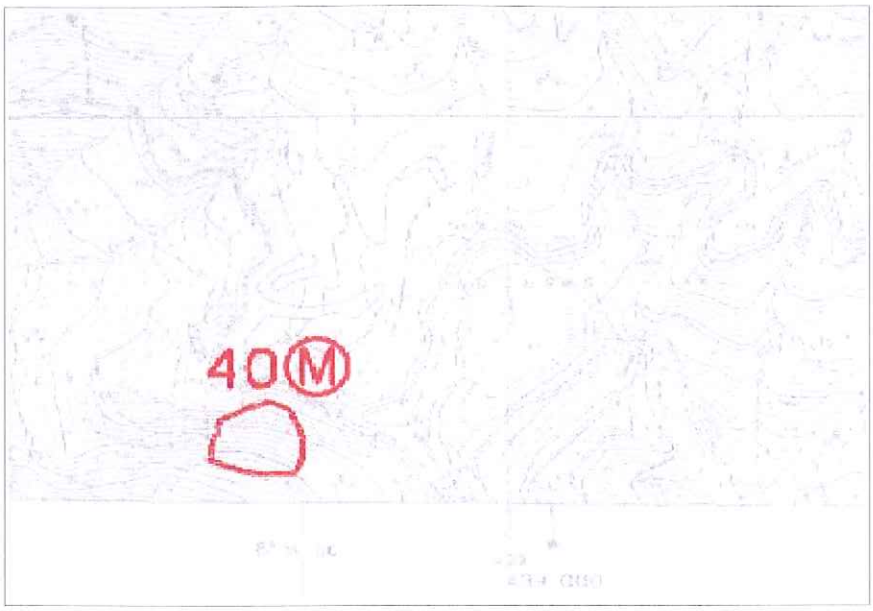
VERIFICA DI CONFORMITÀ AL PIANO DI BACINO DEL TORRENTE MAREMOLA.



F. 1: Stralcio carta suscettività al dissesto: discarica



F. 2: Stralcio carta reticolo idrografico: il rio in azzurro situato sotto la discarica è stato tombinato



F.3: Stralcio carta degli interventi

Dall'esame delle carte di Piano di Bacino si delinea che l'intervento di messa in opera di un impianto fotovoltaico sulla copertura della discarica Casei **è da considerarsi conforme** alla salvaguardia delle norme di piano.

CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA DI INTERVENTO.

La discarica per rifiuti non pericolosi di località Casei è stata realizzata mediante il riempimento della vallecola del rio Inaveggia previa costruzione di un argine di contenimento alla base del riempimento medesimo.

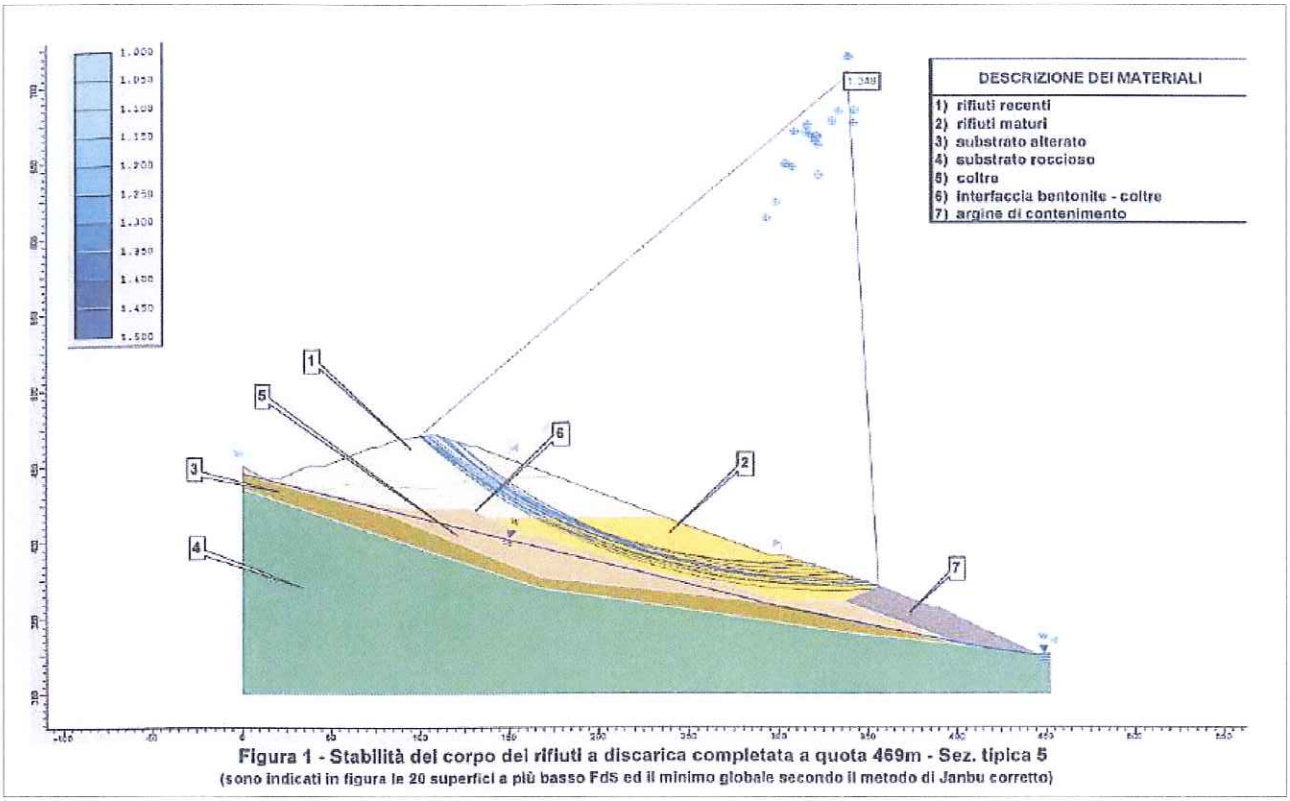


Figura 1 - Stabilità del corpo dei rifiuti a discarica completata a quota 469m - Sez. tipica 5
(sono indicati in figura le 20 superfici a più basso FdS ed il minimo globale secondo il metodo di Janbu corretto)

F. 4: Sezione costitutiva tipica della discarica Casei,

I versanti naturali costituenti il contenimento della discarica sono impostati in prevalenza su scisti micacei e/o quarzoso micacei appartenenti alla Formazione degli Scisti di Gorra, l'ammasso roccioso si presenta in genere fortemente deformato e fratturato.

Nella parte alta del versante sul fianco destro della valle si riscontra la presenza di un lembo di ammasso roccioso attribuibile alla Formazione delle Quarziti di Ponte di Nava in contatto tettonico con gli scisti.

Le coltri di copertura eluvio-colluviali derivanti dall'alterazione in posto delle rocce sottostanti presentano potenze assai variabili comprese tra pochi metri e circa 10 m.

I rifiuti abbancati nella discarica presentano una potenza massima, stimabile dalle sezioni, di circa 50 metri.

Le acque meteoriche sono accuratamente regimate tramite cunette che convogliano i deflussi verso la rete di smaltimento esistente.

CONDIZIONI GEOTECNICHE.

Sulla base delle indagini redatte per la progettazione e conduzione dell'impianto di località Casei le caratteristiche dei terreni artificiali e naturali lì presenti sono così riassunti nella seguente tabella.

Tabella 4

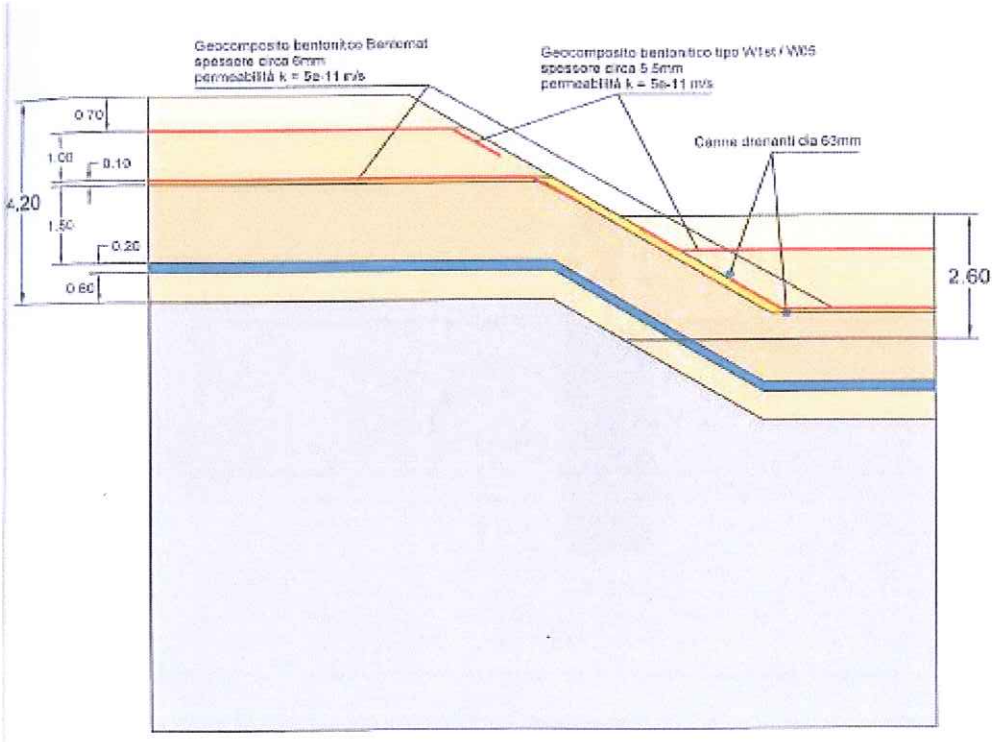
TABELLA 1

PROPRIETA' DEI MATERIALI - QUADRO RIASSUNTIVO

Cod.	Tipo di materiale	Criterio di rottura	Peso di volume (kN/m3)	Coesione eff. (kN/m2)	Angolo att. eff. (deg.)	Condiz. Idrauliche	Valore di Hu
1	RIFIUTI RECENTI	Mohr-Coulomb	9	nulla	28	falda freatica	calcolato autom.
2	RIFIUTI MATURI	Mohr-Coulomb	11	15	22	falda freatica	calcolato autom.
3	SUBSTRATO ALT.	Mohr-Coulomb	21	3	25	falda freatica	calcolato autom.
4	SUBSTRATO	Mohr-Coulomb	24	135	19	falda freatica	calcolato autom.
5	COLTRE	Mohr-Coulomb	20	3	30	falda freatica	calcolato autom.
6	INT. COLTRE-BENT.	Mohr-Coulomb	20	nulla	24	falda freatica	calcolato autom.
7	ARGINE DI CONTENIM.	Mohr-Coulomb	23	nulla	40	falda freatica	calcolato autom.

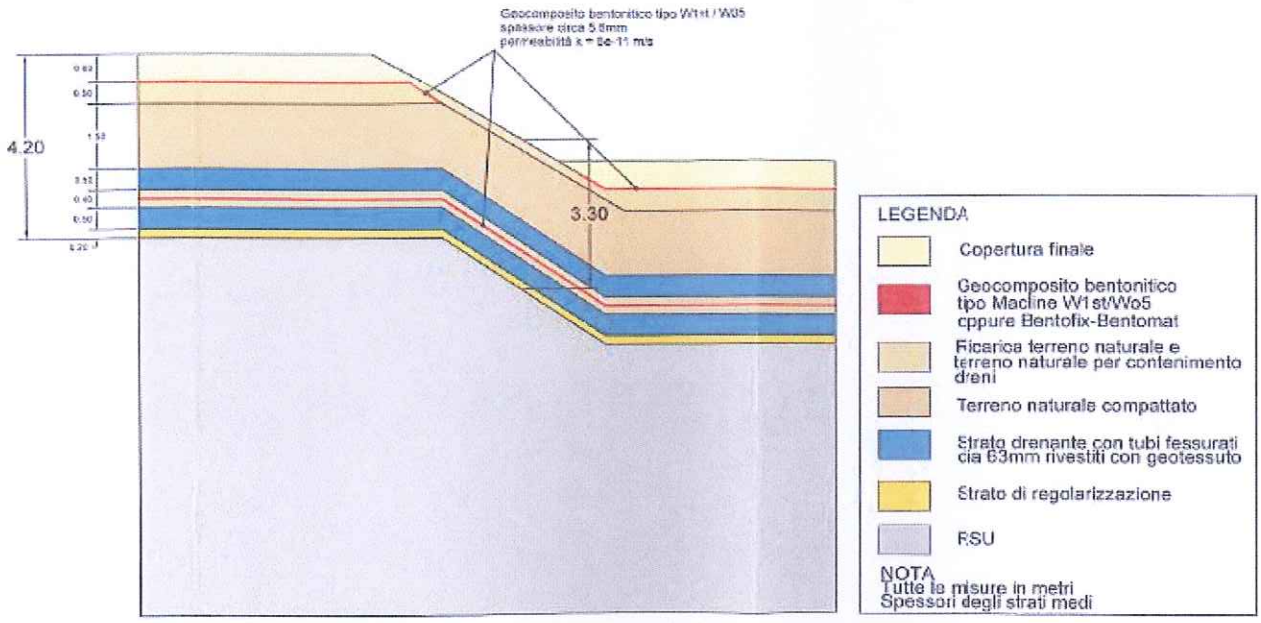
Nel particolare al di sopra dei rifiuti è presente uno strato di copertura (spessore da circa 3 a 4 metri) avente la duplice funzione di impermeabilizzazione dei rifiuti mediante guaine in bentonite che di terreno atto alla rinaturazione vegetazionale del versante.

Detto strato di copertura è presente in due tipologie corrispondenti alla discarica zona bassa dove soggiace ai rifiuti maturi.



(A) STRATIGRAFIA TIPO COPERTURA - ZONA BASSA
(prima di autorizzazione Piano di Recupero 2006)

e zona alta dove soggiace ai rifiuti recenti



(B) STRATIGRAFIA TIPO COPERTURA - ZONA ALTA
(dopo attivazione D.Lgs 36)

Accertamenti geognostici disponibili.

Nella fase di predisposizione del certificato di collaudo finale della discarica sono state eseguite prove di permeabilità in sito, granulometrie e limiti di Atterberg sul terreno costituente lo strato di copertura finale avente uno spessore tra 60 e 80 cm, i risultati sono riportati nella successiva tabella 1.

Si tratta di terreni classificabili secondo la classifica USCS come:

SG: sabbie argillose, miscele di sabbia e argilla

GC: ghiaie argillose, miscele di ghiaia, sabbia e argilla

caratterizzati da $9<Ip<14$ e $29<LL<33$ ricadenti nell'area CL della carta di plasticità

PROVA	M.Vol. (kN/m³)	GHIAIA %	SABBIA %	FINE %	Lim.Liq LL	In.Plast. IP	Classe.	k (m/s)
1	17,83	20,92	51,43	27,65	32	9	SC	1,5E-07
2								4,0E-07
3	18,29	38,44	36,62	24,94	31	9	GC	3,6E-06
4	18,26	23,78	42,53	33,69	31	9	SC	1,6E-07
5								5,2E-08
6	17,21	24,61	53,83	21,56				8,5E-08
7	17,45	40,9	30,72	28,38	31	11	GC	2,2E-08
8	17,93	34,23	38,65	27,12	31	12	SC	3,4E-08
9	17,01	26,95	45,18	27,87	32	12	SC	8,6E-07
10								6,6E-08
11	17,88	21,8	42,85	35,35	31	9	SC	2,4E-09
12	15,90	26,1	41,87	32,03	33	10	SC	1,1E-07
13								2,0E-07
14	16,25	35,85	42,87	21,28				2,1E-07
15								1,3E-07
16								1,2E-05
17	16,93	38,28	37,37	24,35	32	12	GC	1,2E-07
18								1,9E-08
19	17,08	38,36	44,86	16,78				1,0E-06
20								4,3E-08
21	17,77	40,52	41,08	18,40				7,6E-07
22	17,57	29,67	54,37	15,96				1,5E-05
23								3,6E-09
24	17,87	44,72	35,19	20,09				4,0E-08
25	17,16	28,43	44,77	26,80	33	10	SC	2,9E-08
26	19,23	51,12	33,06	15,82				2,2E-08
27								4,5E-08
28	18,63	39,36	39,78	20,86				5,0E-08
29	15,40	36,51	37,88	25,51	33	11	SC	1,1E-07
30	17,38	41,74	38,24	20,02				2,7E-08
31								1,0E-05
32	16,85	38,54	38,56	32,80	33	12	SC	2,4E-08
33	15,59	26,33	48,51	25,16				3,6E-08
34								1,2E-07
35								1,0E-05
36	18,16	39,87	39,39	21,74				7,7E-08
37								5,6E-08
38	19,24	43,52	36,55	20,93				1,0E-07
39								6,4E-08
40	16,73	40,47	37,24	22,39				4,7E-08
41	18,05	35,63	49,14	15,23				5,0E-08
42	16,97	30,64	35,86	33,50	32	14	SC	2,6E-09
43								1,9E-08
44	16,72	56,64	28,36	14,80				2,1E-07
45	19,19	39,55	34,91	25,14	29	8	GC	3,6E-08
46	18,97	34,78	34,08	31,14	32	10	GC	2,0E-09
47								7,0E-08

Tabella 1

Si tratta quindi di un terreno che può essere considerato privo di coesione, in cui, in prima approssimazione, il valore dell'angolo di attrito di picco in condizioni drenate può essere ricavato mediante la relazione che lega la stima dell'angolo di attrito interno drenato al valore dell'indice di plasticità IP (Bowles pag. 89) per la frazione limo-argillosa.

Il valore medio dell'indice di plasticità Ip = 10,5

In base al valore di Ip dal grafico si può ricavare un valore dell'angolo di attrito drenato di 27°

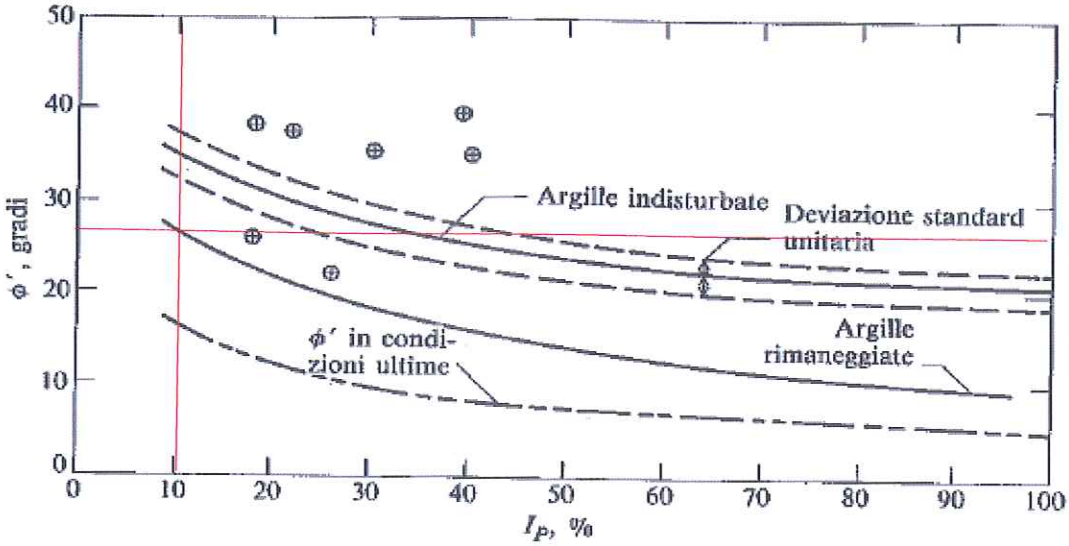


Figura 2.29 Relazione fra ϕ' e l'indice di plasticità I_p per argille normalmente consolidate (comprese quelle marine). L'80% circa dei dati cade all'interno della fascia relativa a una deviazione standard unitaria. Sono stati riportati solo alcuni dei valori di scarto massimo. [Dati riportati da diverse fonti: Ladd et al. (1977), Bjerrum e Simons (1960), Kanja e Wolle (1977), Olsen et al. (1986)]

Risulta quindi che lo strato di copertura presenta le seguenti caratteristiche geotecniche principali:

- **coesione drenata = zero**
- **angolo di attrito interno drenato = 27°**
- **peso di volume mediamente compreso tra 16 e 17 kN/m^3**

FONDAZIONI DEI MODULI FOTOVOLTAICI.

In base a quanto sopra esposto si evidenzia che la tipologia del pacchetto di copertura della discarica Casei non consente la messa in opera di fondazioni di tipo infisso o trivellato, in quanto si andrebbero a lesionare gli strati bentonitici che garantiscono l'impermeabilizzazione della discarica come calcolato e certificato nella "*Relazione di congruità geomorfologica, geologica e geotecnica della discarica attestante la conformità morfologica e la funzionalità della copertura finale a cura del dott. Geol. Carlo Baracco*".

Il posizionamento dei moduli fotovoltaici avverrà quindi mediante messa in opera di zavorre in calcestruzzo 50cmx20cmx20cm semplicemente appoggiate sulle scarpate previa realizzazione di alloggiamenti a gradino di circa 30 cm; tale soluzione garantisce la preservazione delle caratteristiche del pacchetto di copertura della discarica.

FONDAZIONI DELLA CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA.

La cabina elettrica di consegna MT realizzata in muratura con rivestimento in pietra e copertura a capanna sorgerà ad ovest della discarica (vedi Planimetria All.1) su terreno naturale. In sito si rileva il substrato roccioso alterato costituito da Scisti di Gorra. Come riportato nel capitolo "*Condizioni geotecniche*" a tale terreno vengono attribuiti i seguenti parametri geotecnici da considerarsi caratteristici:

- **coesione efficace = 3 kN/m^2**
- **angolo di attrito efficace= 25°**
- **peso di volume = 21 kN/m^3**

in calce si riporta la planimetria e relativa sezione geologica (ALL. 2 e 3).

In riferimento al D.G.R. 19/11/10, n. 1362 - Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria (B.U.R.L.) n. 50 del 15/12/10, parte II, con cui è stata approvata la nuova classificazione sismica (che ha sostituito la precedente di cui alla D.G.R. 24/10/08, n. 1308), entrata in vigore il 1° gennaio 2011, l'intero territorio del Comune di Magliolo (numero identificativo del comune su mappa: 35) ricade nella **zona 3**.

amplificazione sismica locale – N.T.C. - D.M. 14 gennaio 2008

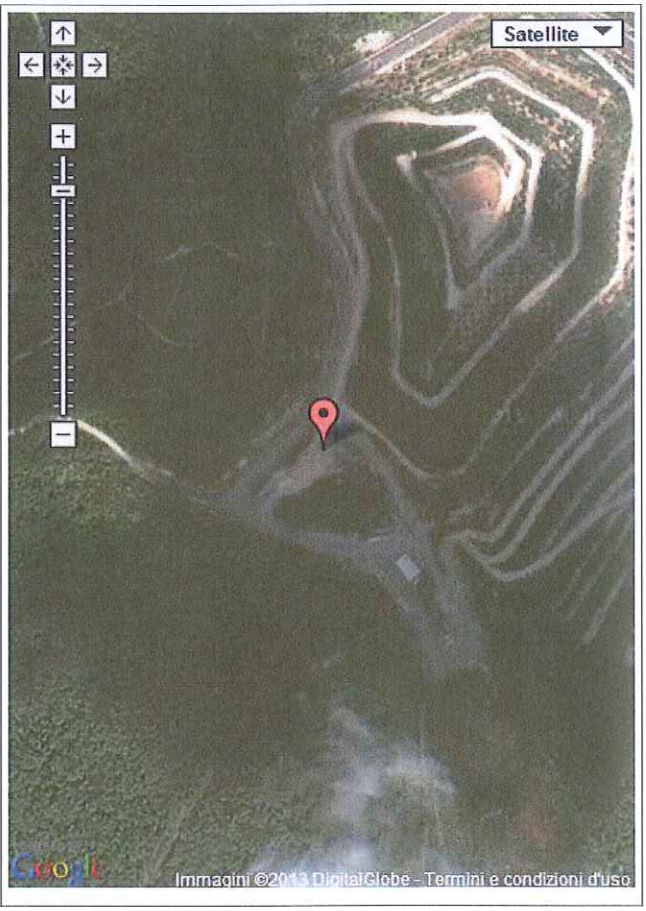
Come noto, le NTC prevedono che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si valuti l'effetto della risposta sismica locale (amplificazione sismica locale) tenendo conto:

- dell'amplificazione stratigrafica: facendo riferimento alle categorie di sottosuolo, così come definite nella tab.3.2.II delle NTC 2008, identificate sulla base della velocità di propagazione delle onde S nei primi 30 m (Vs30);
- dell'amplificazione topografia superficiale: facendo riferimento a un coefficiente (ST) funzione della inclinazione e dell'altezza del pendio.

Categoria sottosuolo: al sito in cui sorgerà la casetta dell'Enel possono essere attribuite cautelativamente caratteristiche stratigrafiche del suolo di fondazione che rientrano nella **CLASSE B** (tab. 3.2.II delle NTC 2008).

Categoria topografica: **T2** Pendii con inclinazione media i>15°

Parametri sismici
Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0
Sito in esame.
latitudine: 44,2013632291211
longitudine: 8,23459148379304
Classe: 2
Vita nominale: 50
Siti di riferimento
Sito 1 ID: 17573 Lat: 44,2161Lon: 8,1875 Distanza: 4100,601
Sito 2 ID: 17574 Lat: 44,2192Lon: 8,2571 Distanza: 2678,691
Sito 3 ID: 17796 Lat: 44,1693Lon: 8,2613 Distanza: 4150,809
Sito 4 ID: 17795 Lat: 44,1662Lon: 8,1918 Distanza: 5183,862
Parametri sismici
Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T2
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1



Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,021 g
Fo: 2,597
Tc*: 0,158 [s]
Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,029 g
Fo: 2,527
Tc*: 0,195 [s]
Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,084 g
Fo: 2,531
Tc*: 0,293 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,114 g
Fo: 2,539
Tc*: 0,309 [s]

Coefficienti Sismici
SLO:
Ss: 1,200
Cc: 1,590

St: 1,200
Kh: 0,006
Kv: 0,003
Amax: 0,299
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,530
St: 1,200
Kh: 0,008
Kv: 0,004
Amax: 0,414
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,410
St: 1,200
Kh: 0,024
Kv: 0,012
Amax: 1,187
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,200
Cc: 1,390
St: 1,200
Kh: 0,039
Kv: 0,020
Amax: 1,605
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com

FONDAZIONI DELLE CABINE ELETTRICHE DI TRASFORAMAZIONE

Le cabine elettriche di trasformazione ubicate all'interno della discarica (zona A e zona B – ALL.1) avranno basamento in calcestruzzo poggiato direttamente sul terreno di copertura della discarica.

Poiché la pressione sul terreno delle due cabine in container, tenuto conto anche della platea in cls, sarà inferiore a 0,15 kg/cmq si ritiene che il loro posizionamento sarà ininfluente per quanto riguarda la stabilità del pendio.

CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'ANDAMENTO DEI CEDIMENTI DEL CORPO DISCARICA.

In termini del tutto generici si può affermare che i fenomeni di consolidazione del cumulo dei rifiuti smaltiti all'interno di una discarica sono caratterizzati da durate certamente importanti, con esaurimento atteso non prima di alcune decine di anni. Peraltro l'entità dei fenomeni di assestamento (in termini assoluti rispetto al livello finale raggiunto durante il conferimento dei

rifiuti) e la loro distribuzione sia nello spazio (i cedimenti differenziali che possono riscontrarsi tra differenti posizioni della copertura) che nel tempo sono assai singolari, difficilmente schematizzabili a priori

Il rifiuto è schematizzabile quindi come "mezzo polifasico", in cui la fase solida non è inerte ed indeformabile ma, piuttosto, suddivisibile in:

a) materiale inerte stabile;

b) materiale molto deformabile;

c) materiale facilmente biodegradabile.

Alla fase di ricerca si è affiancata, per quanto possibile, l'analisi del comportamento in impianti in vera grandezza, in modo da paragonare i modelli teorici sviluppati su lisimetri e piccoli cumuli di rifiuti confinati (celle edometriche) con discariche aventi diversi anni di conferimento e spessori assai più significativi di rifiuti.

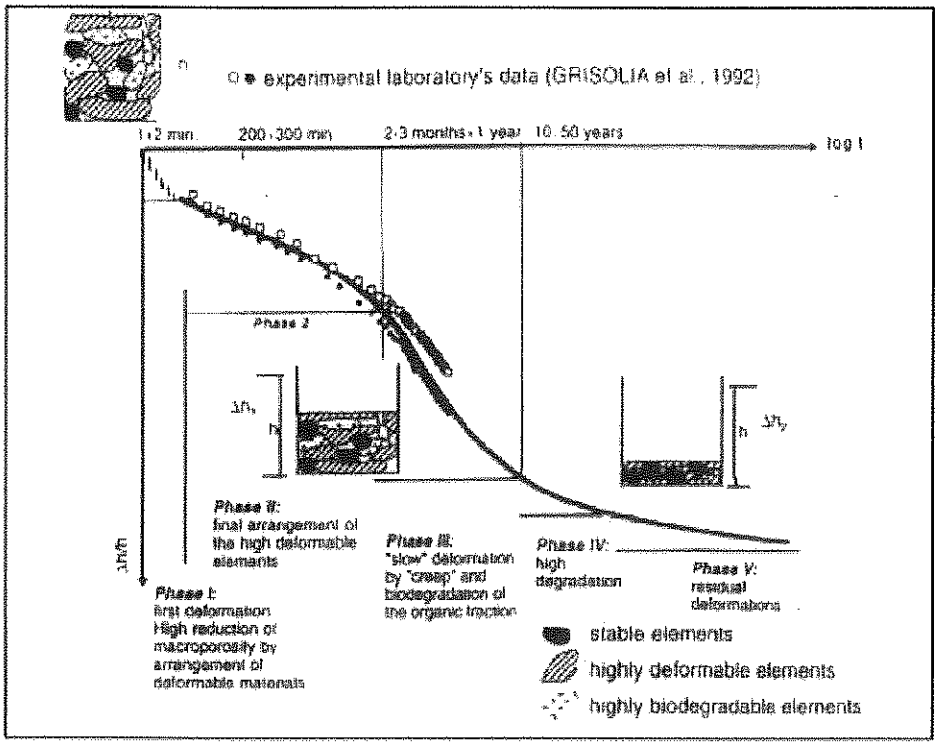


Figura 1: Curva di regressione esponenziale che può rappresentare l'assestamento di una colonna di rifiuti (Grisolia, Gandolla ed AA.).

Queste esperienze dirette consentono di confermare quanto sviluppato da altri tecnici (Grisolia, Gandolla ed AA.), relativamente ad una curva di regressione esponenziale che può rappresentare l'assestamento di una colonna di rifiuti.

Gli assestamenti del corpo di discarica derivano principalmente da quattro tipi di azioni:

Azioni meccaniche sono legate all'applicazione diretta dei sovraccarichi. Queste comportano, come per ogni mezzo granulare, un riarrangiamento, una distorsione ed un

riorientamento delle diverse componenti dei rifiuti. I sovraccarichi derivano dal peso degli strati dei rifiuti successivamente posti a dimora, dal peso della copertura finale e dai passaggi del compattatore sui rifiuti.

Azioni biochimiche la decomposizione (aerobica e anaerobica) della materia organica contenuta nei rifiuti comporta una trasformazione di massa della fase solida in fasi gassose e liquide. Tenuto conto della ripartizione disuguale dell'acqua nei rifiuti, questa perdita di massa solida supera di rado il 20% dopo 30 anni. Questo provoca una disgregazione parziale della struttura dei rifiuti, fenomeno che si accompagna ad un assestamento a medio e lungo termine. Il riempimento degli interstizi è tuttavia soltanto parziale a causa della struttura molto eterogenea dei materiali.

Azioni chimico-fisiche con questo termine s'intendono i processi di corrosione dei materiali ferrosi ed eccezionalmente i fenomeni d'ossidazione e di combustione.

Riempimento interstizi il deterioramento dei rifiuti è associato, oltre alla perdita di massa, ad una diminuzione di granulometria per effetto dello sfaldamento delle varie componenti. I macro pori vengono infatti chiusi da particelle più fini, grazie anche all'acqua che percola attraverso i residui, favorendo appunto l'emigrazione degli elementi fini verso i vuoti, aumentando così il peso specifico del rifiuto.

Le azioni interagiscono tra loro in modo complesso nel corso del tempo. La loro associazione può tuttavia essere rappresentata da due distinte componenti:

- un **assestamento primario** (a breve termine) derivante dal carico indotto dai rifiuti stoccati negli strati superiori e dalla copertura finale;
- un **assestamento secondario** (a lungo termine) supposto indipendente dal carico indotto dagli strati superiori, caratterizzato da una durata di diversi decenni.

MODELLO DI PREVISIONE DEGLI ASSESTAMENTI DELLA DISCARICA.

La discarica Casei è monitorata dal 2007 mediante un reticolo di punti di monitoraggio posizionati all'interno dell'area ed aventi numerazione progressiva dal basso del riempimento a salire sino alla sommità del riempimento medesimo. In calce alla relazione sono riportati tutti i dati analizzati (ALL.4) e i grafici elaborati (ALL. 5 e 6)

Per fare un'analisi generale della previsione è stata fatta una suddivisione della discarica in due parti:

- la parte medio-bassa, costituita da rifiuti maturi (da 370 m slm a 420 m slm),
- la parte alta, costituita da rifiuti recenti (al di sopra di 420 m slm).

Per quanto riguarda la parte bassa sono stati presi in considerazione i dati delle variazioni altimetriche registrate sui capisaldi di monitoraggio dal 6 febbraio 2007 all' 8 febbraio 2013 (picchetti dal PM9 al PM32).

Per la parte alta si sono presi in considerazione i dati registrati dal 21 maggio 2008 all' 8 febbraio 2013 (picchetti dal PM37 al PM40).

Per fare una valutazione generale dei cedimenti delle due parti descritte è stata fatta quindi una media dei valori registrati sia per la parte bassa che per quella alta; i valori dei cedimenti espressi in metri sono riportati nella tabella seguente:

DATA	MEDIA PM9 - PM32	MEDIA PM37 - PM40
6-feb-07	---	
11-mag-07	0.02	
28-ago-07	0.05	
17-gen-08	0.08	
21-mag-08	0.11	1.17
9-set-08	0.14	1.33
28-gen-09	0.17	1.52
25-mag-09	0.18	1.60
21-gen-10	0.23	1.80
19-mag-10	0.26	1.86
21-set-10	0.27	1.92
14-gen-11	0.28	1.95
5-mag-11	0.28	1.99
16-mag-12	0.31	2.09
8-feb-13	0.34	2.18

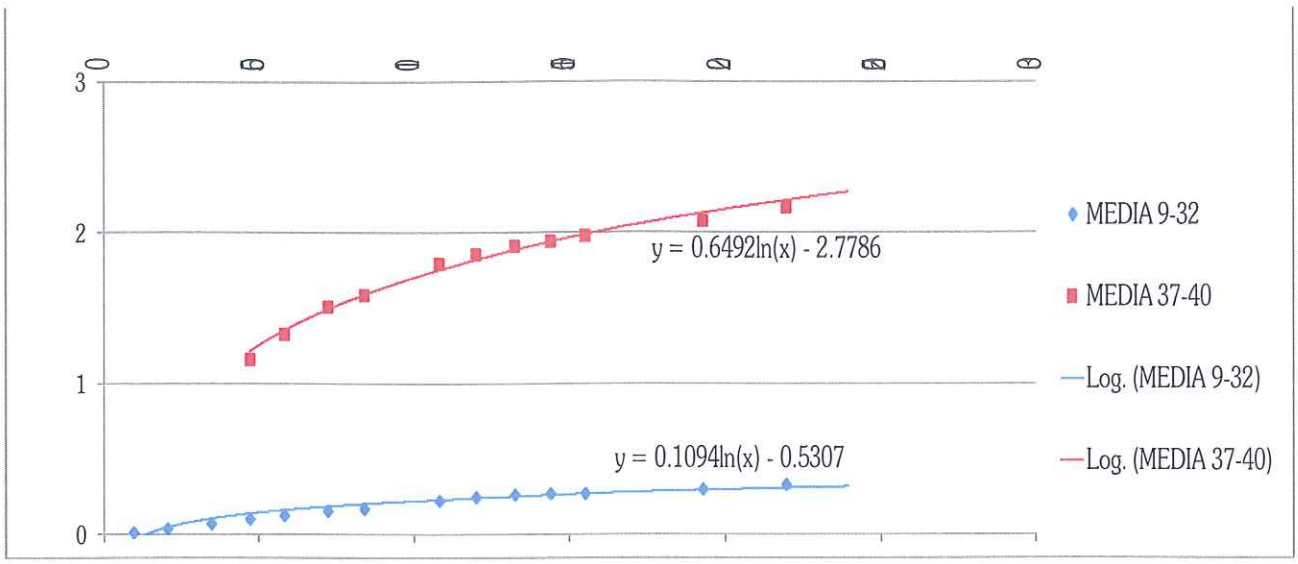
E' stato fatto quindi un grafico cedimenti-tempo sul quale sono stati riportati i valori della tabella: i punti blu corrispondono alla parte bassa della discarica (rifiuti maturi) mentre in rosso troviamo i valori della parte alta (rifiuti recenti) .

Sulla base dei valori medi sono state quindi estrapolate due linee di tendenza logaritmiche alle quali corrispondono le seguenti equazioni di tendenza:

——— $y = 0.1094 \ln(x) - 0.5307$

——— $y = 0.6492 \ln(x) - 2.7786$

dove a "x" corrisponde il numero dei giorni e a "y" il cedimento espresso in metri



mediante le equazioni ricavate dal grafico è possibile quindi ricavare una previsione dei cedimenti attesi negli anni futuri.

cedimenti previsti da PM9 a PM32	cedimenti previsti da PM37 a PM40	anni
0.33	2.32	1
0.34	2.40	2
0.36	2.48	3
0.37	2.55	4
0.38	**2.61**	**5**
0.39	2.67	6
0.40	2.72	7
0.40	2.77	8
0.41	2.81	9
0.42	**2.85**	**10**
0.45	**3.03**	**15**
0.47	**3.17**	**20**
0.49	**3.28**	**25**

- per la parte bassa dove i i rifiuti maturi stanno già subendo la compattazione secondaria si ipotizza quindi un cedimento di circa 10 cm nei prossimi 10 anni
- per la parte alta dove i rifiuti recenti hanno subito la compattazione primaria si ipotizza un assestamento di circa 50 cm nei prossimi 10 anni.

È stato condotto inoltre uno studio più approfondito in cui si sono messi a confronto i cedimenti misurati in stazioni di monitoraggio contigue e considerate più significative.

Sono stati quindi calcolati i differenziali dei cedimenti delle seguenti stazioni:

PM9	PM12	PM15	PM17
	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM12 e PM9	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM15 e PM12	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM17 e PM15
da oggi a 10 anni	-0.02	0.021	0.021
da oggi a 20 anni	-0.015	0.034	0.040

PM14	PM16	PM26
	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM16 e PM14	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM26 e PM16
da oggi a 10 anni	0.019	0.045
da oggi a 20 anni	0.031	0.071

PM20	PM27	PM40
	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM27 e PM20	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM40 e PM27
da oggi a 10 anni	0.093	0.342
da oggi a 20 anni	0.138	0.398

PM24	PM30	PM31	PM37
	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM30 e PM24	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM31 e PM30	**DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM37 e PM31**
da oggi a 10 anni	0.008	0.076	**0.684**
da oggi a 20 anni	0.003	0.120	**0.980**

PM25	PM29	PM32	PM38
	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM29 e PM25	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM32 e PM29	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM38 e PM32
da oggi a 10 anni	0.023	0.067	0.594
da oggi a 20 anni	0.036	0.099	0.834

Le misure sono espresse in metri. Le misure e i grafici sono riportati in calce alla relazione (ALL 7, 8 e 9).

Come si evince dalle precedenti tabelle il differenziale più alto (pari circa a un metro in 20 anni) si ha tra le stazioni 31 e 37 che distano circa 20m l'una dall'altra. Un tale differenziale, in queste condizioni, può essere considerato del tutto tollerabile rispetto al tipo di strutture, da ritenersi a piccola scala rispetto alle dimensioni complessive della scarpata.

La struttura metallica di sostegno dei pannelli sarà realizzata in modo da poter essere modificata/allungata in funzione dei movimenti di assestamento del terreno.

CONSIDERAZIONI SULLA STABILITÀ DEL CORPO DISCARICA, MONITORAGGIO INCLINOMETRICO DELL'ARGINE DELLA DISCARICA.

Le verifiche di stabilità della discarica Casei allegate al certificato di collaudo consentono di affermare che il corpo della discarica rispetta i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa vigente.

La stabilità della discarica viene controllata mediante il citato monitoraggio topografico e mediante la misurazione periodica di 3 inclinometri situati sull'argine al piede di valle della discarica medesima.

Gli ultimi rapporti per l'anno 2012 hanno evidenziato deformazioni comunque ritenute ammissibili dagli estensori dei documenti medesimi.

Il monitoraggio proseguirà anche per i prossimi anni.

REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Le acque meteoritiche sono accuratamente regimate e convogliate verso valle tramite una rete di smaltimento costituita da cunette.

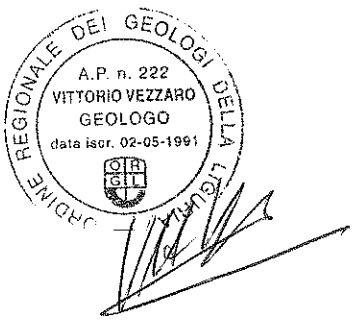
Ogni singolo pannello fotovoltaico scaricherà l'acqua piovana direttamente a terra mantenendo pressoché invariata la situazione attuale.

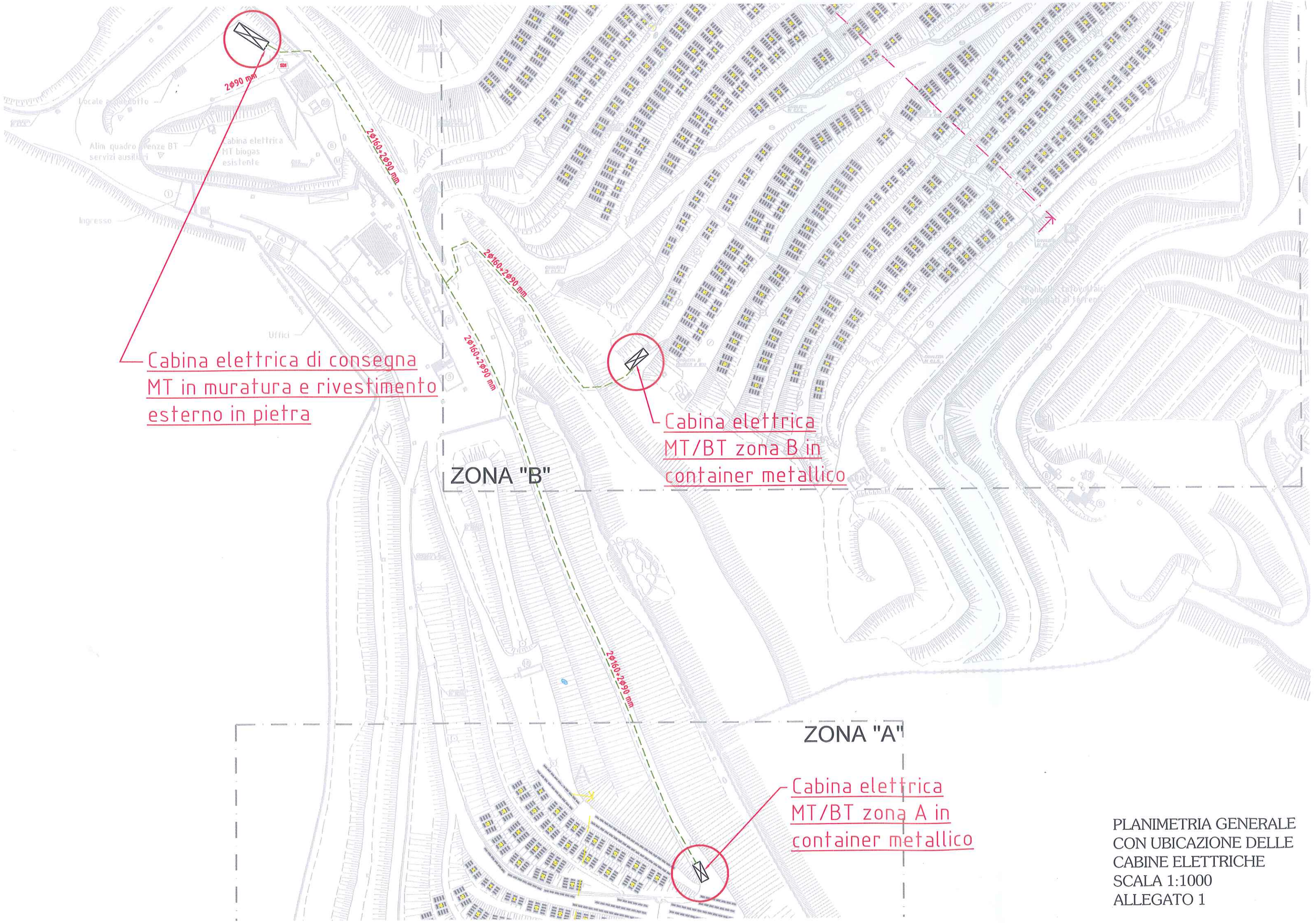
CONCLUSIONI

Sulla base di quanto sopra esposto si certifica che le opere così come progettate risultano fattibili e conformi sia alla Normativa dei Piani di Bacino che al Vincolo Idrogeologico; le tipologie delle opere, data l'irrilevante incidenza sul terreno, non costituiscono pregiudizio né variano le condizioni di stabilità dell'abbancamento su cui vanno ad insistere.

Andora giugno 2013

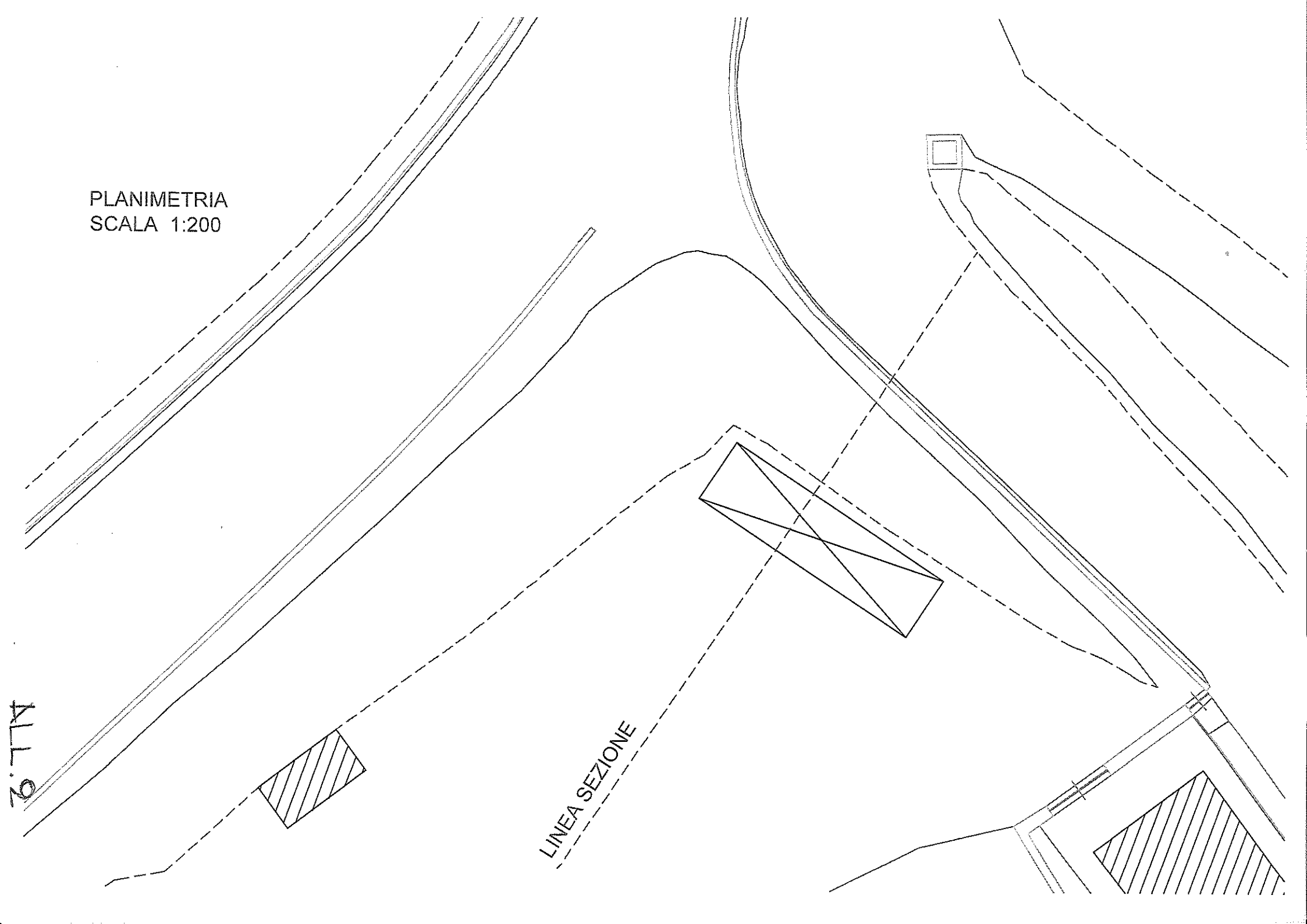
geologo Vittorio Vezzaro





PLANIMETRIA GENERALE
CON UBICAZIONE DELLE
CABINE ELETTRICHE
SCALA 1:1000
ALLEGATO 1

PLANIMETRIA
SCALA 1:200

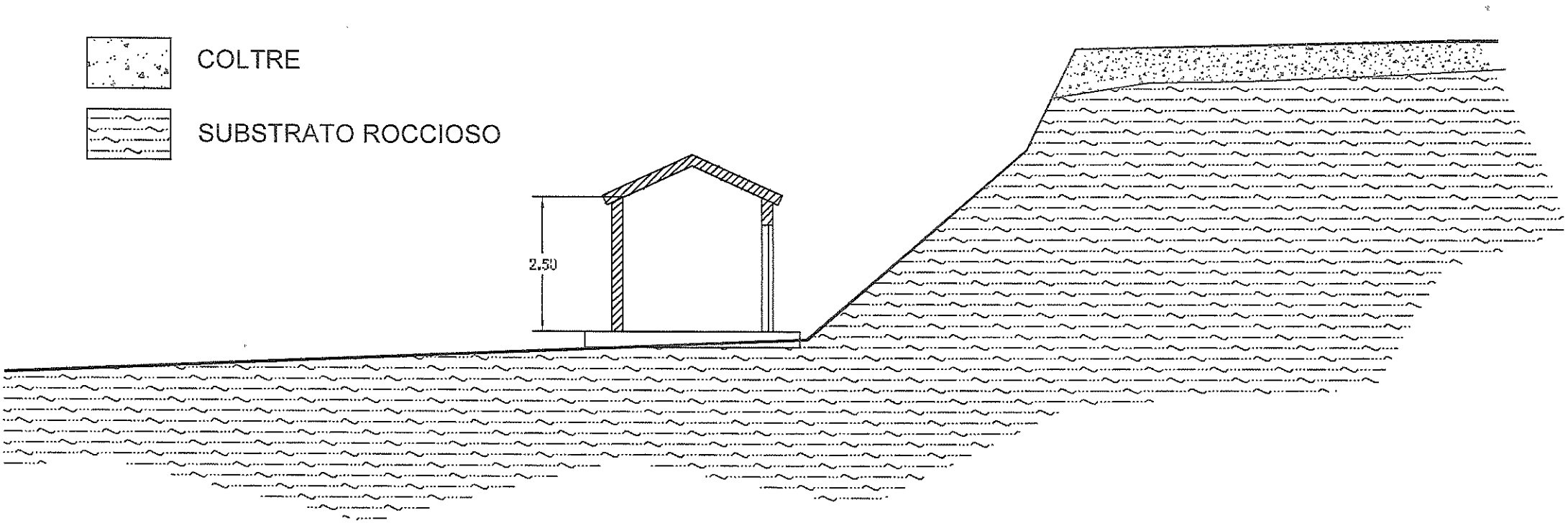


ALL. 2

SEZIONE GEOLOGICA
SCALA 1:100

COLTRE

SUBSTRATO ROCCIOSO



ALL. 3

Variazioni altimetriche capisaldi di monitoraggio

DATA	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PM17	PM18	PM19	PM20	PM21	PM22
6-feb-07	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
11-mag-07	-0.002	-0.014	-0.023	-0.004	0.002	-0.013	-0.008	-0.023	-0.028	-0.005	-0.002	-0.018	-0.035	-0.022
28-ago-07	-0.004	-0.024	-0.04	-0.008	-0.004	-0.006	-0.028	-0.024	-0.046	-0.011	-0.009	-0.034	-0.067	-0.046
17-gen-08	-0.017	-0.029	-0.057	-0.016	-0.003	-0.023	-0.052	-0.05	-0.086	-0.023	-0.026	-0.065	-0.119	-0.077
21-mag-08	-0.023	-0.039	-0.066	-0.033	-0.01	-0.035	-0.068	-0.068	-0.11	-0.045	-0.034	-0.088	-0.153	-0.11
9-set-08	-0.036	-0.059	-0.087	-0.034	-0.026	-0.05	-0.077	-0.089	-0.134	-0.061	-0.047	-0.109	-0.194	-0.139
28-gen-09	-0.051	-0.047	-0.111	-0.044	-0.024	-0.063	-0.113	-0.109	-0.165	-0.082	-0.065	-0.137	-0.237	-0.168
25-mag-09	-0.048	-0.066	-0.123	-0.049	-0.022	-0.081	-0.119	-0.124	-0.189	-0.073	-0.068	-0.157	-0.248	-0.188
21-gen-10	-0.074	-0.112	-0.16	-0.078	-0.028	-0.111	-0.144	-0.161	-0.238	-0.131	-0.091	-0.178	-0.306	-0.24
19-mag-10	-0.096	-0.111	-0.172	-0.094	-0.033	-0.117	-0.159	-0.178	-0.244	-0.138	-0.091	-0.191	-0.331	-0.252
21-set-10	-0.099	-0.108	-0.18	-0.099	-0.032	-0.126	-0.173	-0.186	-0.268	-0.162	-0.098	-0.2	-0.352	-0.28
14-gen-11	-0.105	-0.113	-0.192	-0.101	-0.03	-0.127	-0.176	-0.2	-0.279	-0.167	-0.101	-0.21	-0.358	-0.287
5-mag-11	-0.103	-0.105	-0.184	-0.104	-0.027	-0.123	-0.178	-0.198	-0.277	-0.168	-0.098	-0.206	-0.362	-0.284
16-feb-2012	-0.108	-0.103	-0.195	-0.107	-0.026	-0.129	-0.185	-0.205	-0.317	-0.206	-0.103	-0.215	-0.38	-0.341
8-feb-2013	-0.113	-0.118	-0.216	-0.13	-0.019	-0.151	-0.223	-0.231	-0.356	-0.241	-0.117	-0.237	-0.433	-0.371

DATA	PM23	PM24	PM25	PM26	PM27	PM28	PM29	PM30	PM31	PM32	PM37	PM38	PM39	PM40
6-feb-07	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
11-mag-07	-0.004	-0.021	-0.039	-0.024	-0.009	-0.06	-0.037	-0.019	-0.046	-0.075				
28-ago-07	-0.008	-0.047	-0.092	-0.046	-0.047	-0.13	-0.094	-0.041	-0.112	-0.169				
17-gen-08	-0.026	-0.078	-0.134	-0.095	-0.086	-0.199	-0.164	-0.074	-0.169	-0.269				
21-mag-08	-0.027	-0.111	-0.186	-0.134	-0.166	-0.261	-0.222	-0.106	-0.23	-0.347	-1.252	-1.265	-1.272	-0.879
9-set-08	-0.029	-0.121	-0.218	-0.156	-0.232	-0.301	-0.264	-0.113	-0.265	-0.402	-1.448	-1.457	-1.44	-0.994
28-gen-09	-0.042	-0.144	-0.265	-0.197	-0.286	-0.367	-0.314	-0.143	-0.317	-0.491	-1.676	-1.674	-1.606	-1.112
25-mag-09	-0.052	-0.151	-0.301	-0.204	-0.295	-0.404	-0.333	-0.15	-0.327	-0.504	-1.768	-1.769	-1.673	-1.17
21-gen-10	-0.09	-0.206	-0.394	-0.28	-0.376	-0.498	-0.452	-0.2	-0.43	-0.646	-2.021	-2.013	-1.879	-1.297
19-mag-10		-0.214	-0.421	-0.298	-0.398	-0.523	-0.481	-0.214	-0.445	-0.684	-2.098	-2.081	-1.935	-1.341
21-set-10		-0.238	-0.453	-0.318	-0.411	-0.563	-0.517	-0.222	-0.469	-0.718	-2.168	-2.154	-1.994	-1.366
14-gen-11		-0.243	-0.463	-0.334	-0.415	-0.568	-0.523	-0.22	-0.478	-0.737	-2.206	-2.195	-2.015	-1.389
5-mag-11		-0.244	-0.468	-0.337	-0.43	-0.583	-0.525	-0.222	-0.476	-0.744	-2.24	-2.232	-2.056	-1.42
16-feb-2012		-0.27	-0.529	-0.359	-0.432	-0.652	-0.612	-0.235	-0.519	-0.826	-2.366	-2.353	-2.138	-1.487
8-feb-2013		-0.302	-0.586	-0.392	-0.477	-0.705	-0.664	-0.264	-0.564	-0.895	-2.46	-2.459	-2.228	-1.556

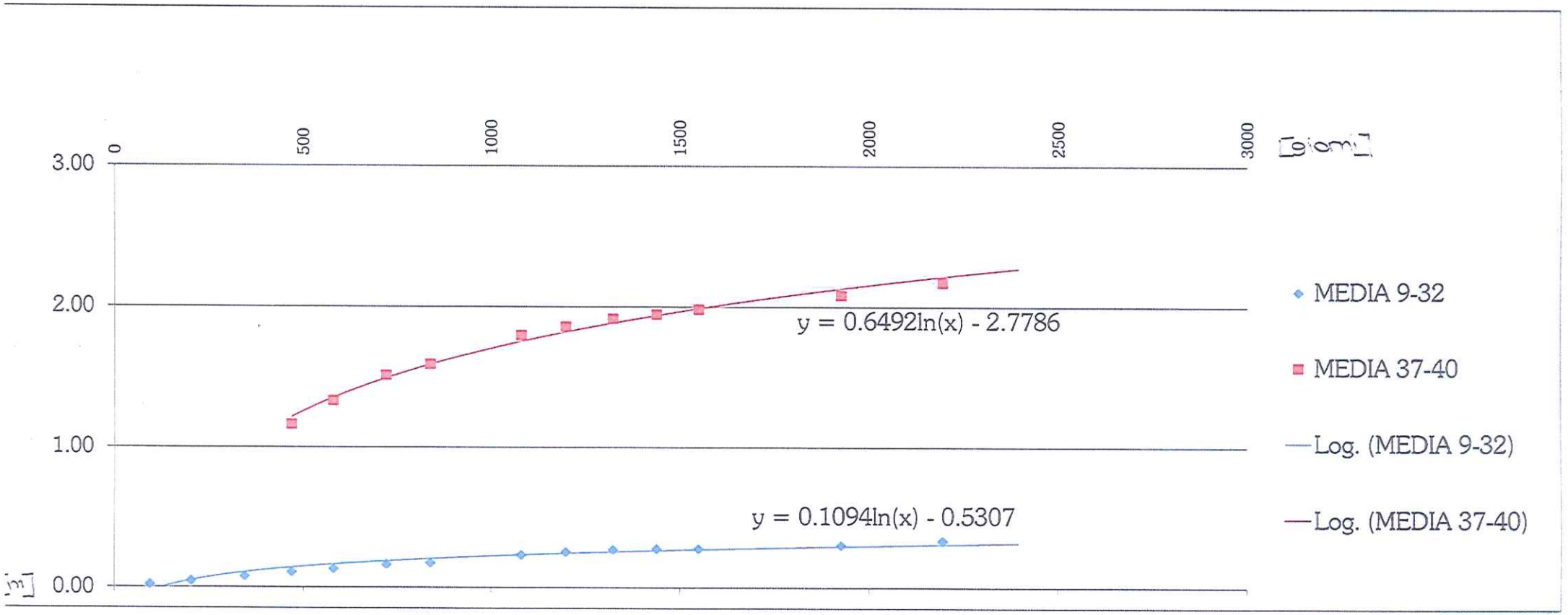
ALL. 4

Grafico cedimenti /tempo
relativo a tutti i picchetti esaminati



AL 51

Grafico cedimenti (m) - tempo (giorni)
relativo ai valori medi
PM9-PM32
PM37-PM40



ALL. 6

CEDIMENTI A LUNGO TERMINE TRA STAZIONI CONTIGUE

	PM9	PM12	PM15	PM17
MISURAZIONE 2/8/2013	0.113	0.130	0.223	0.356
previsione cedimenti 10 anni	0.151	0.153	0.267	0.421
previsione cedimenti 20 anni	0.172	0.174	0.301	0.474

	cedimenti relativi PM9	cedimenti relativi PM12	cedimenti relativi PM 15	cedimenti relativi PM 17
da oggi a 10 anni	0.038	0.023	0.044	0.065
da oggi a 20 anni	0.059	0.044	0.078	0.118

	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM12 e PM9	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM15 e PM12	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM17 e PM15
da oggi a 10 anni	-0.015	0.021	0.021
da oggi a 20 anni	-0.015	0.034	0.040

	PM14	PM16	PM26
MISURAZIONE 2/8/2013	0.151	0.231	0.392
previsione cedimenti 10 anni	0.189	0.288	0.494
previsione cedimenti 20 anni	0.214	0.325	0.557

	cedimenti relativi PM14	cedimenti relativi PM16	cedimenti relativi PM 26	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM16 e PM14	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM26 e PM16
da oggi a 10 anni	0.038	0.057	0.102	0.019	0.045
da oggi a 20 anni	0.063	0.094	0.165	0.031	0.071

	PM20	PM27	PM40
MISURAZIONE 2/8/2013	0.237	0.477	1.556
previsione cedimenti 10 anni	0.306	0.639	1.991
previsione cedimenti 20 anni	0.344	0.722	2.199

	cedimenti relativi PM20	cedimenti relativi PM27	cedimenti relativi PM40	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM27 e PM20	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM40 e PM27
da oggi a 10 anni	0.069	0.162	0.435	0.093	0.342
da oggi a 20 anni	0.107	0.245	0.643	0.138	0.398

	PM24	PM30	PM31	PM37
MISURAZIONE 2/8/2013	0.302	0.264	0.564	2.460
previsione cedimenti 10 anni	0.363	0.332	0.708	3.288
previsione cedimenti 20 anni	0.408	0.373	0.793	3.669

	cedimenti relativi PM24	cedimenti relativi PM30	cedimenti relativi PM 31	cedimenti relativi PM 37
da oggi a 10 anni	0.061	0.068	0.144	0.828
da oggi a 20 anni	0.106	0.109	0.229	1.209

	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM30 e PM24	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM31 e PM30	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM37 e PM31
da oggi a 10 anni	0.008	0.076	0.684
da oggi a 20 anni	0.003	0.120	0.980

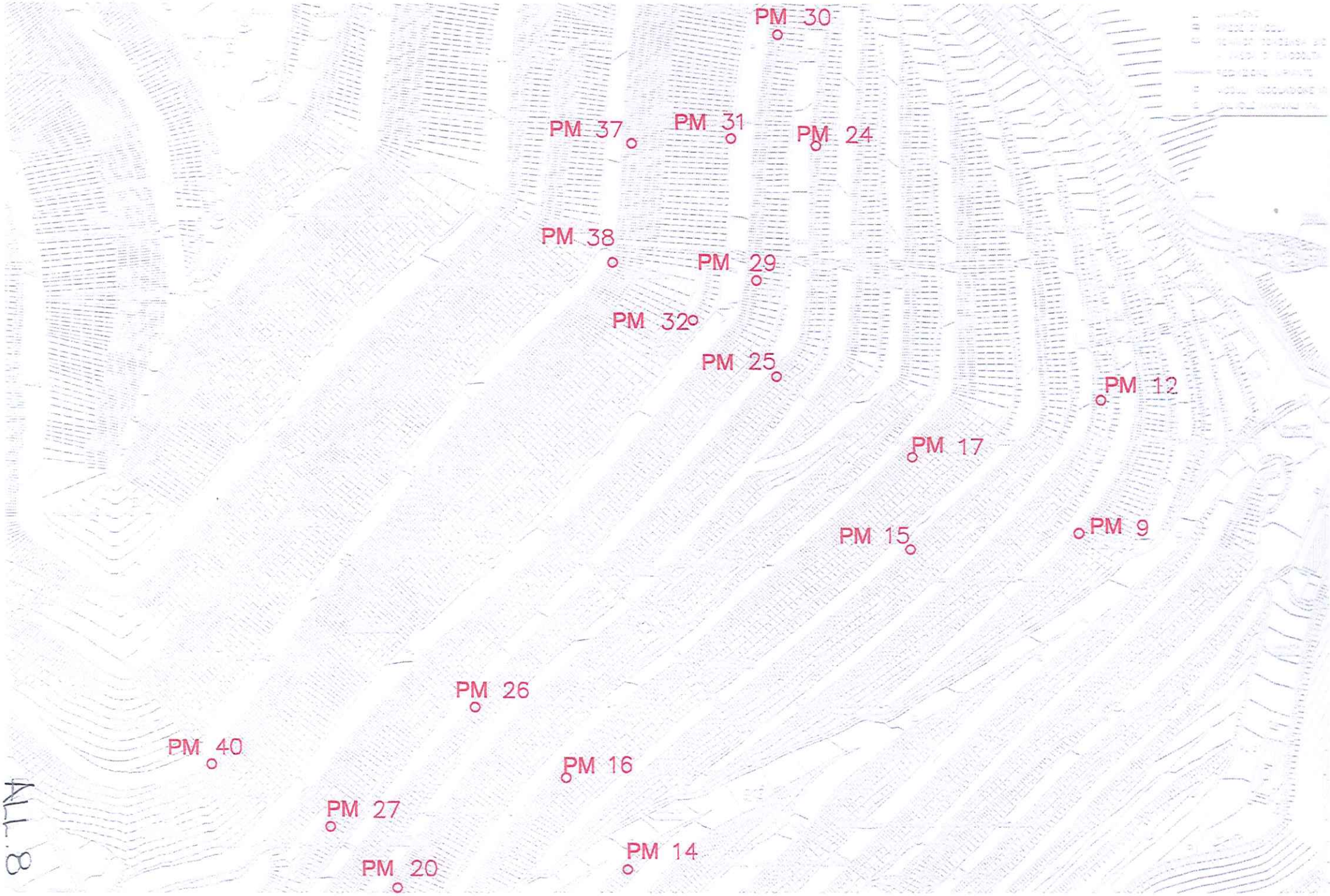
	PM25	PM29	PM32	PM38
MISURAZIONE 2/8/2013	0.586	0.664	0.895	2.459
previsione cedimenti 10 anni	0.702	0.804	1.102	3.260
previsione cedimenti 20 anni	0.792	0.906	1.236	3.634

	cedimenti relativi PM25	cedimenti relativi PM29	cedimenti relativi PM 32	cedimenti relativi PM 38
da oggi a 10 anni	0.116	0.140	0.207	0.801
da oggi a 20 anni	0.206	0.242	0.341	1.175

	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM29 e PM25	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM32 e PM29	DIFFERENZA CEDIMENTO TRA PM38 e PM32
da oggi a 10 anni	0.023	0.067	0.594
da oggi a 20 anni	0.036	0.099	0.834

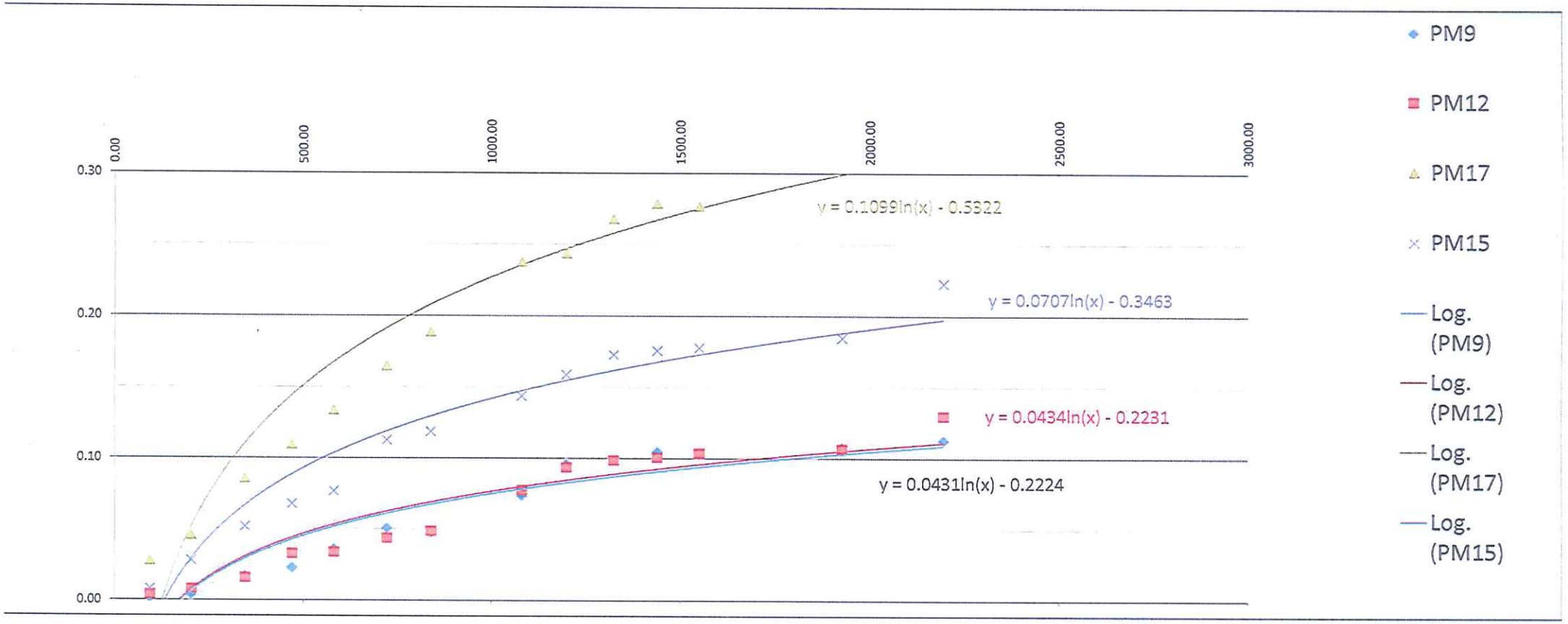
ALL. 7

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO ANALIZZATE SCALA 1:1000



ALL. 8

Grafico tempo (giorni) - cedimenti (m)
relativo a PM9 , PM12, PM15, PM17



ALL 9

Grafico tempo (giorni) - cedimenti (m)
relativo a
PM14, PM16 e PM26

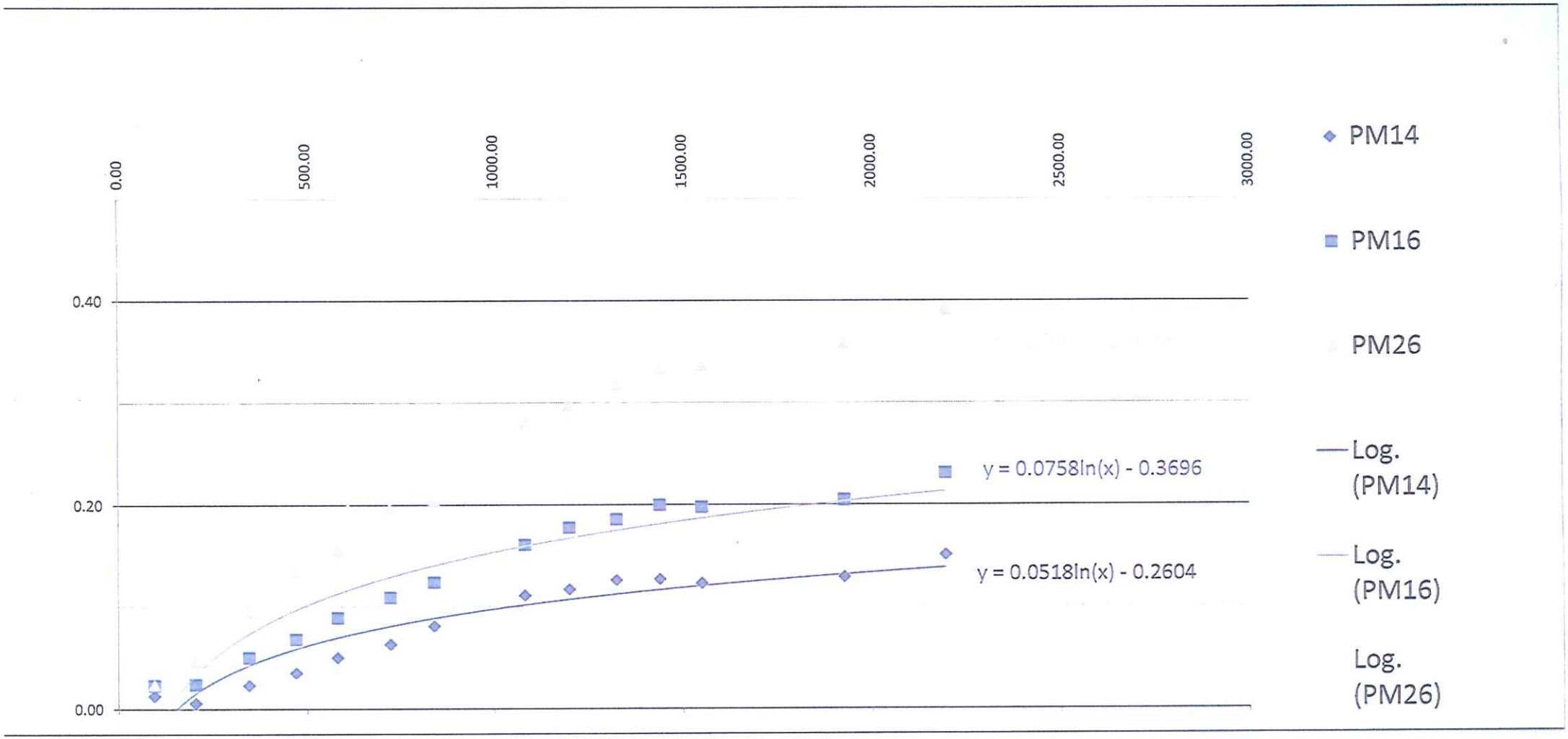


Grafico tempo (giorni) - cedimenti (m)
relativo a PM20, PM27 e PM40

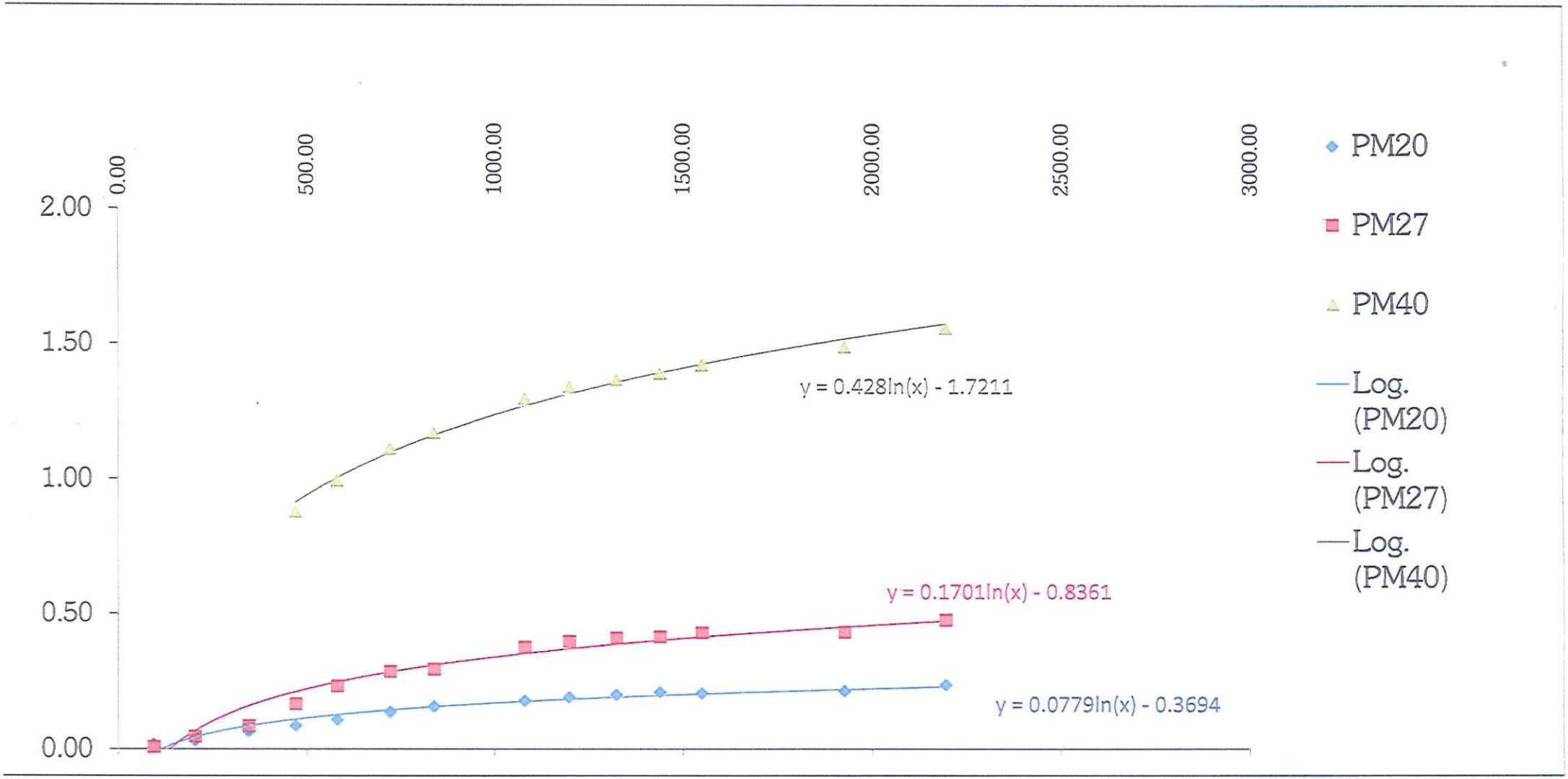


Grafico tempo (giorni) - cedimenti (m)
relativo a PM24, PM30, PM31 e PM37

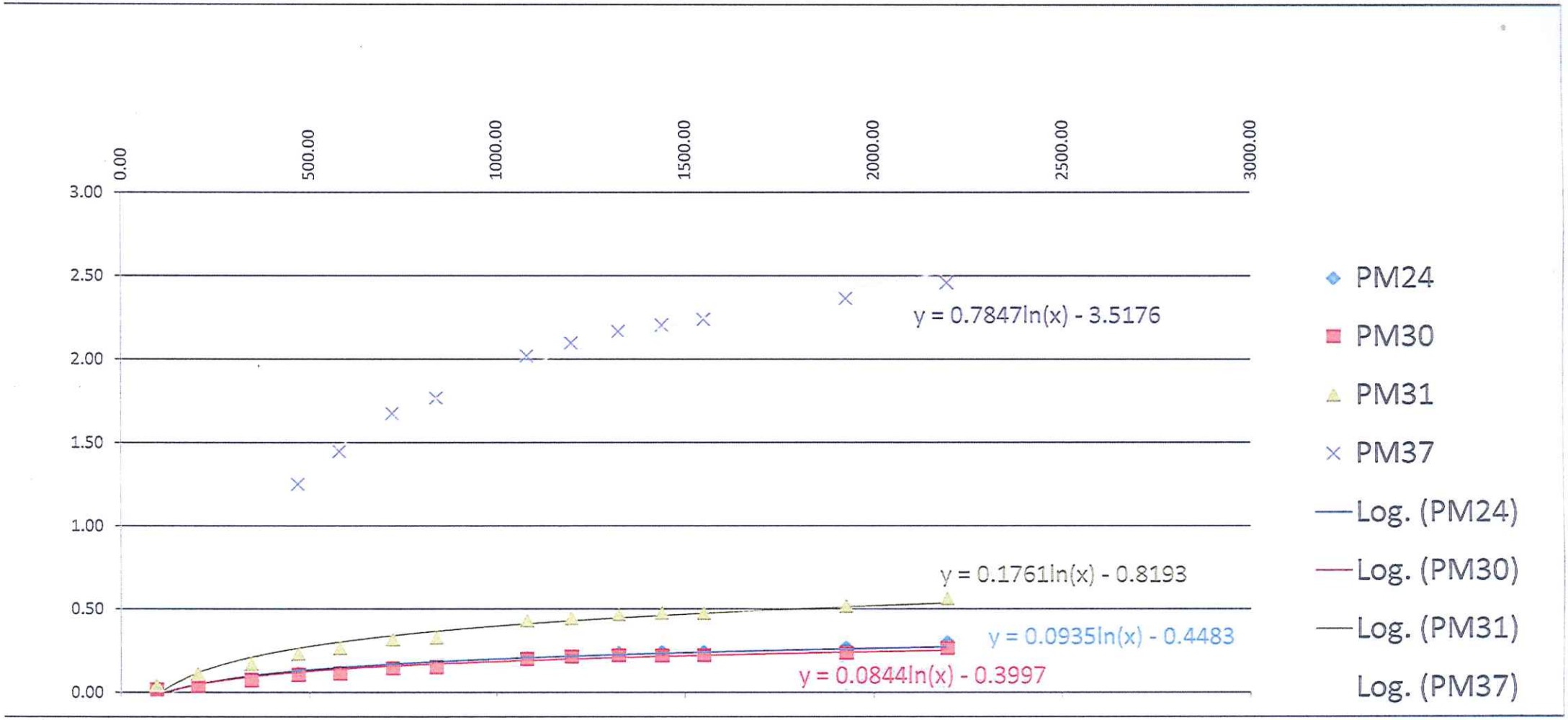


Grafico tempo (giorni) - cedimenti (m)
relativo a PM25, PM29, PM32 e PM38

