REGIONE LIGURIA

REGIONE LIGURIA

Provincia di Savona

COMUNE DI MAGLIOLO

CENTRALE ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI SULLA DISCARICA DISMESSA IN LOCALITA' CASEI COMUNE DI MAGLIOLO (SV)

PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA



18/01/12

Studio associato di ingegneria e geologia
Ing. Mauro Marchiano Ing. Riccardo Torri Geol. Vittorio Vezzaro
Andora via Cavour 30, tel. 0182/684363 – e mail stingeo2iscali.it

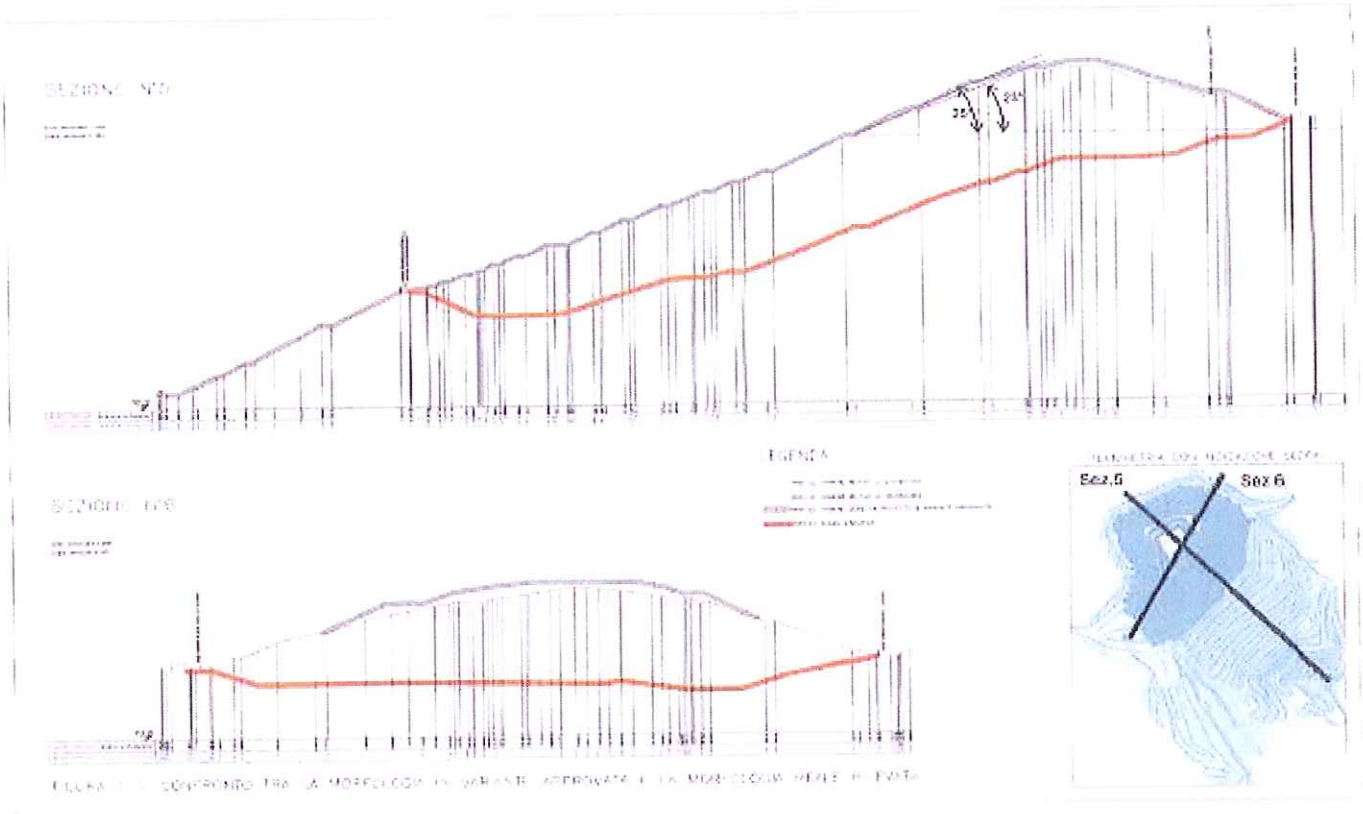
Studio Associato di Ingegneria e Geologia
Ing. Mauro Marchiano, Ing. Riccardo Torri, Geol. Vittorio Vezzaro
Andora, via Cavour 30, tel. 0182/684363 - E-MAIL stingeo2@tiscali.it

COMUNE DI MAGLIOLO (SV)

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

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA
PROGETTO PRELIMINARE

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.

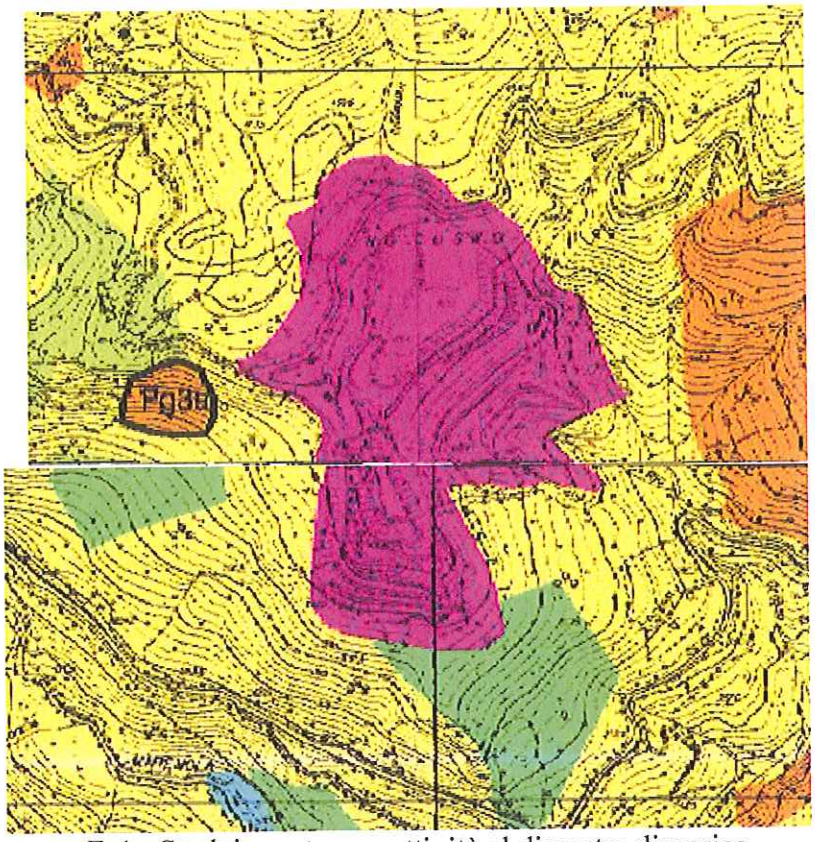


Sezioni tipo della discarica Casei

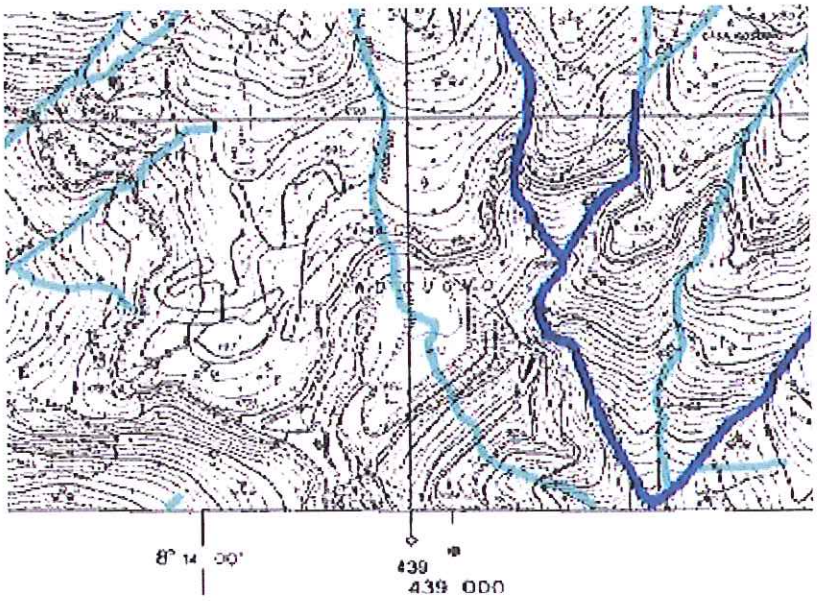
Per la predisposizione della presente relazione si è fatto riferimento alla documentazione fornita dal Comune di Magliolo con particolare riferimento a:

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.

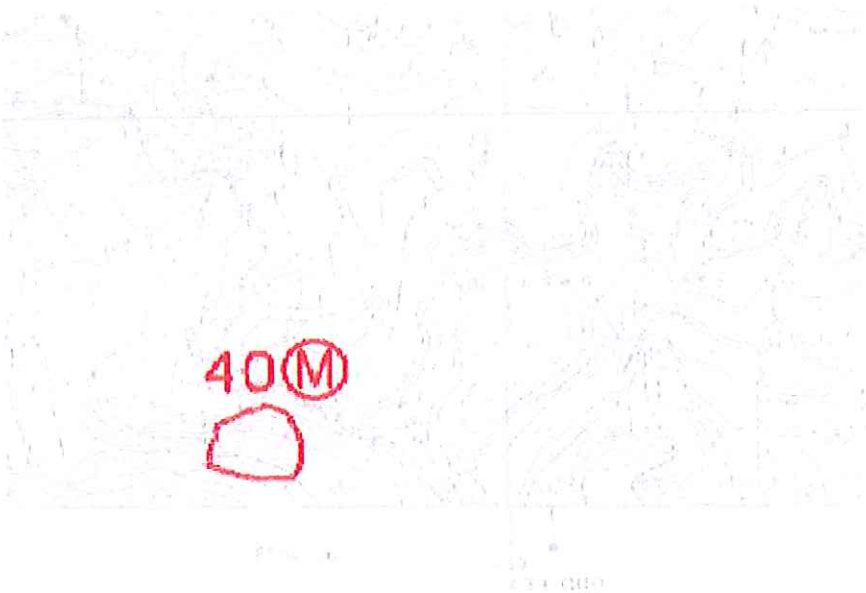
Verifica di conformità al Piano di bacino del torrente Maremola.



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.

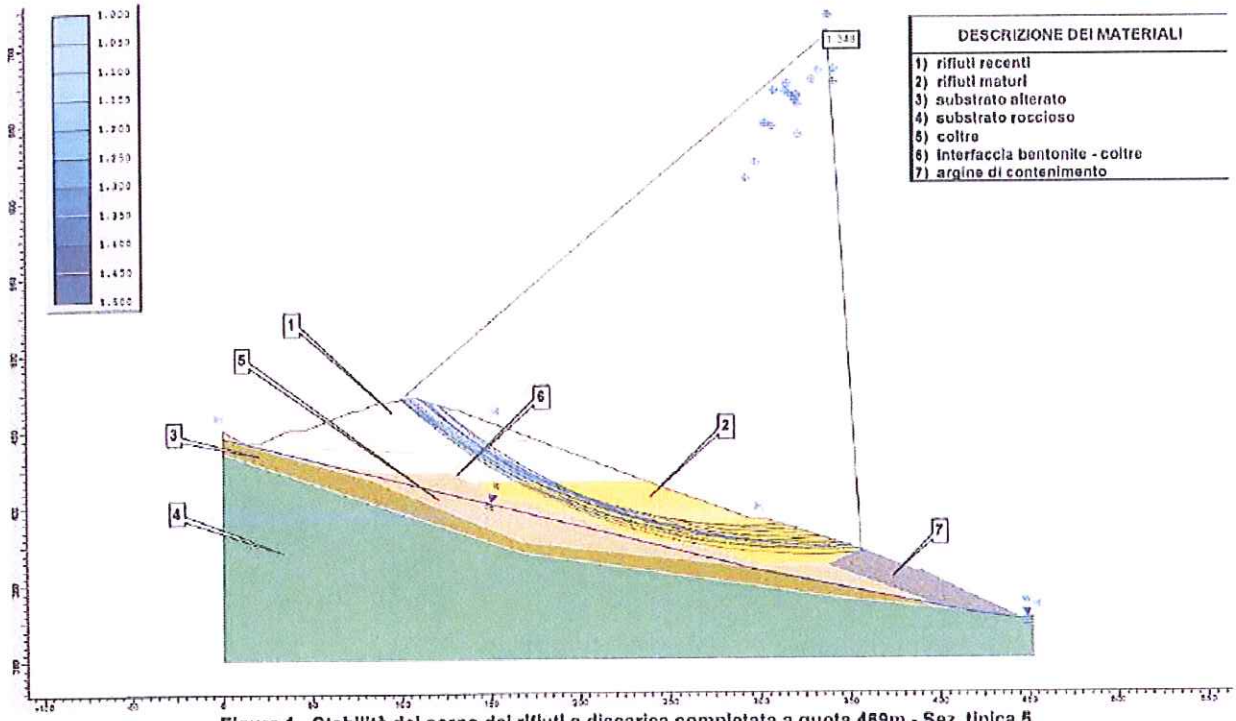


Figura 1 - Stabilità del corpo dei rifiuti a discarica completata a quota 469m - Sez. tipica 5
(sono indicati in figura le 20 superfici a più basso FdS ed il minimo globale secondo il metodo di Janbu corretto)

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 Ponti 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.

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

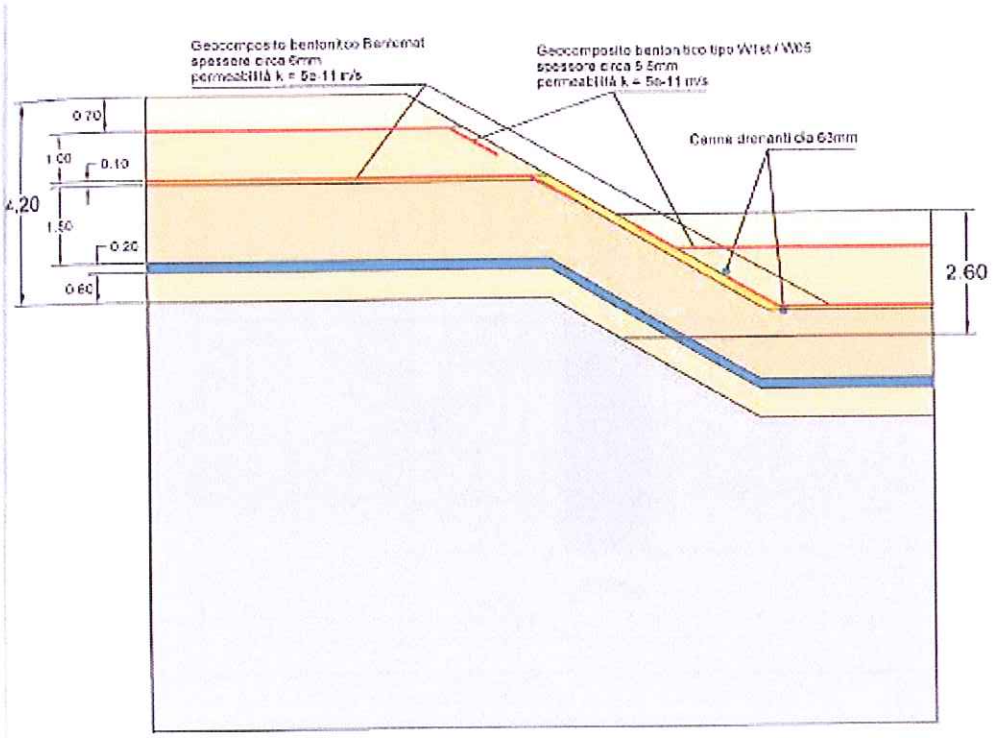
TABELLA 1

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.

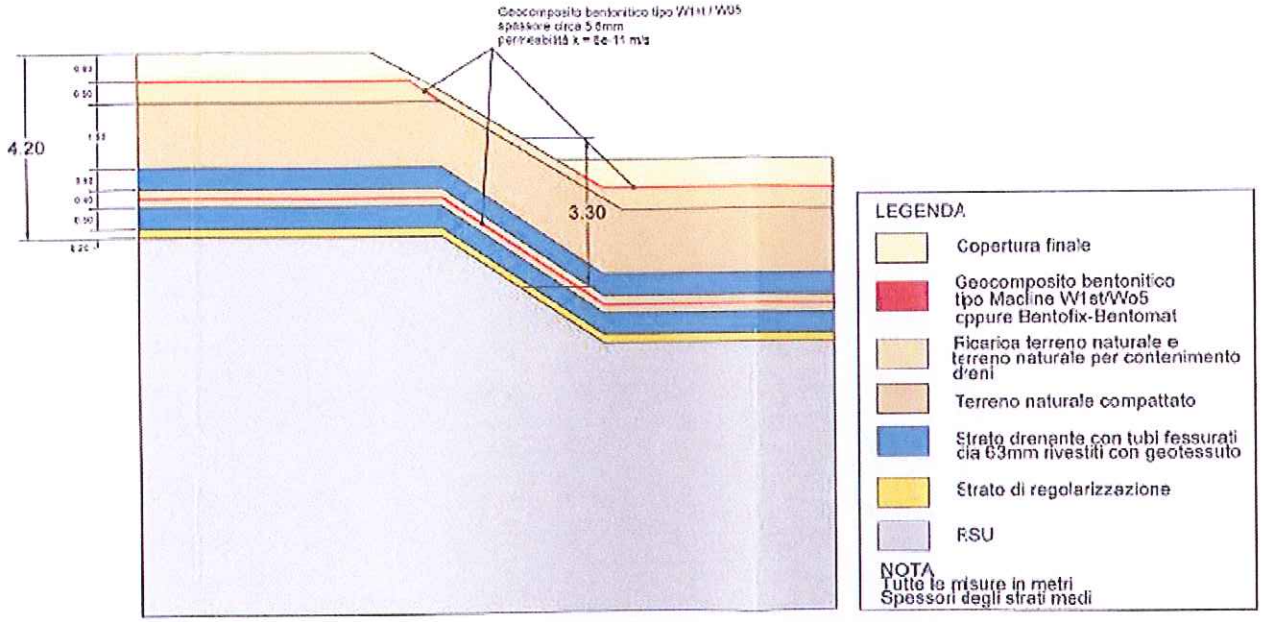
Nel particolare al di sopra dei rifiuti è presente uno strato di copertura (spessore da circa 3 e 4 metri) avente la duplice funzione di impermeabilizzazione dei rifiuti mediante guaine in bentonite che di terreno atto alla rinaturazione vegetazionale del versante.

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	Class.	k (m/s)
1	17,63	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	3,5E-05
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-09
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-09
11	17,88	21,6	42,85	35,35	31	9	SC	2,4E-09
12	16,90	28,1	41,87	32,03	33	10	SC	1,1E-07
13								2,0E-07
14	16,25	35,85	42,87	21,26				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-09
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	39,35	39,78	20,86				5,0E-08
29	15,40	36,51	37,98	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	39,64	38,56	32,80	33	12	SC	2,4E-08
33	15,59	26,33	48,51	25,15				3,6E-08
34								1,2E-07
35								1,0E-05
36	18,16	38,87	39,39	21,74				7,7E-08
37								5,6E-08
38	18,24	43,52	35,55	20,93				1,0E-07
39								6,4E-09
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	2,8E-08
43								1,9E-08
44	18,72	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-08
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 stimato 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°

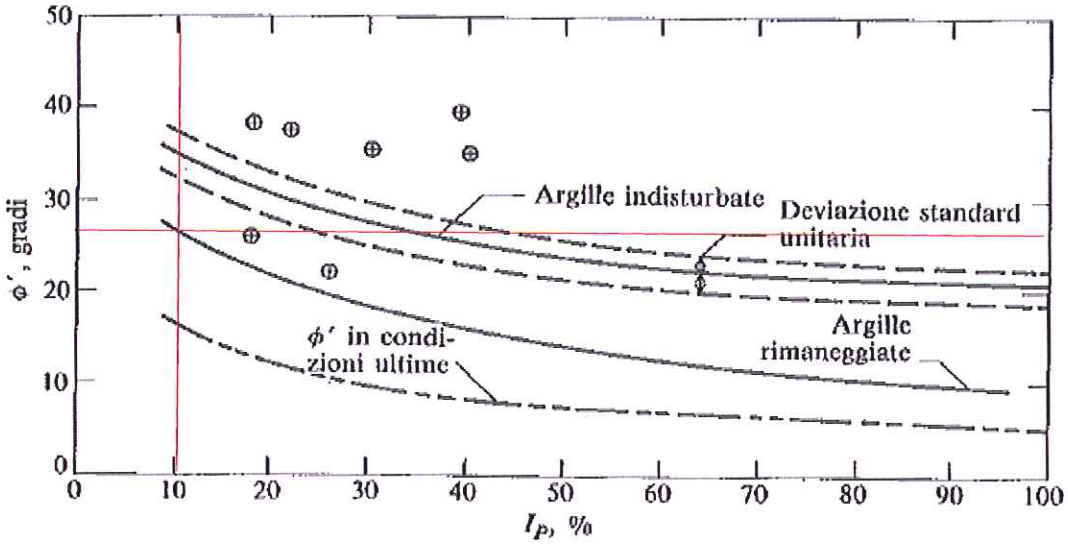


Figura 2.29 Relazione fra ϕ' e l'indice di plasticità I_P per argille normalmente consolidate (comprese quelle marine). L'80% circa dei dati cade all'interno della fascia relativa a una deviazione standard unitaria. Sono stati riportati solo alcuni dei valori di scarto massimo. [Dati riportati da diverse 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 delle strutture fotovoltaiche.

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*".

Risulta quindi necessario che le fondazioni delle strutture fotovoltaiche vengano realizzate semplicemente appoggiate allo strato di copertura.

Accertamenti geognostici ancora da eseguirsi.

Nella fase di predisposizione della progettazione definitiva esecutiva si prevede di eseguire una serie di almeno 6 prove di carico su piastra o pressiometriche con pressiometro monocellulare, al fine di determinare le caratteristiche di portanza e cedimento dello strato superficiale di copertura.

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.

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.

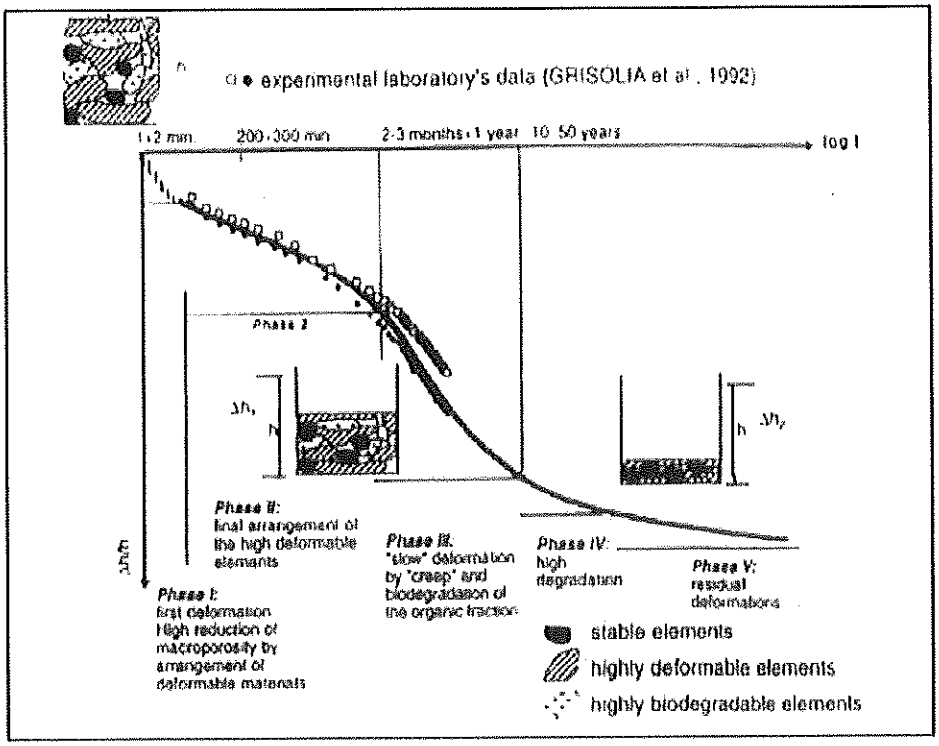


Figura 1: Curva di regressione esponenziale che può rappresentare l'assestamento di una colonna di rifiuti (Grisolia, Gandolla ed AA.).

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 aneorobica) 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.

Modelli di previsione degli assestamenti di una discarica.

Non è facile disporre di modelli che predicano l'andamento degli assestamenti in discarica, anche in funzione del fatto che una rappresentazione rigorosa del fenomeno non può prescindere dalle modalità e dalle tempistiche di abbancamento dei rifiuti, elemento noto solo a posteriori rispetto alle valutazioni progettuali.

In estrema sintesi il cedimento della colonna può essere schematizzato da un consolidamento primario (CR), attivo fino alla condizione di normale consolidamento del singolo strato dei rifiuti conferito, e da un consolidamento secondario, connesso alle attività microbiologiche, di decomposizione e di riempimento dei pori prima descritte. Un elemento essenziale per la

modellazione del fenomeno è rappresentato dal coefficiente di compressione secondaria (Cαε), che può essere determinato attraverso due distinti approcci relativi all'impianto:

□ **metodo indiretto**, quando i coefficienti di compressione primaria e secondaria vengono ricavati da esperienze condotte in altre realtà impiantistiche [nel caso di impianti di nuova progettazione o di discariche non controllate strumentalmente]

□ **metodo diretto**, con determinazione del coefficiente di compressione secondaria determinato sulla base dei dati di conferimento dei rifiuti e di evoluzione morfologica dell'impianto.

Dalle analisi condotte sono stati definiti i valori minimi e massimi ed i conseguenti range di entrambi i coefficienti di compressione, individuando un intervallo di confidenza affidabile anche in fase di progetto (0,12<CR<0,25 e 0,03< Cαε <0,20).

Peraltro si osserva che per il coefficiente di compressibilità secondaria si ritengono corretti valori che possono variare quasi di un ordine di grandezza, confermando la necessità di acquisire, in fase operativa, quanti più elementi per una miglior modellazione del fenomeno nel singolo impianto.

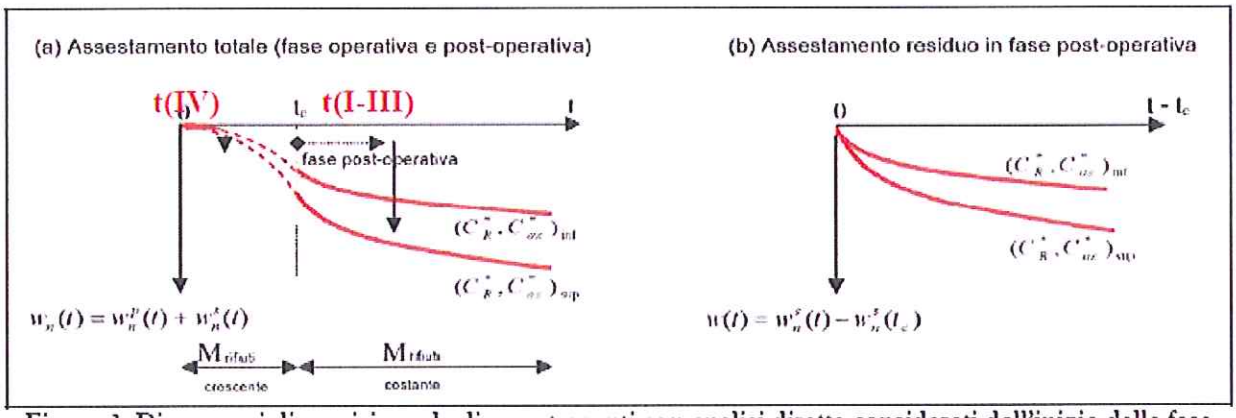


Figura 3: Diagrammi di previsione degli assestamenti con analisi diretta considerati dall'inizio della fase operativa (a) e considerati a partire dalla fine della fase operativa (copertura compresa).

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.

I grafici inerenti l'andamento dei cedimenti evidenzia che i picchetti situati al di sotto della quota 420 (da 1 a 32) risulterebbero presentare un graduale rallentamento dell'assestamento tipico della fase post-operativa:

caposaldo	06-feb-07	11-mag-07	28-ago-07	17-gen-08	21-mag-08	9-set-08	28-gen-09	25-mag-09	21-gen-10	19-mag-10	21-set-10	14-gen-11
PM1	0.00000	-0.00900	-0.00600	0.00200	-0.01500	-0.01200	-0.01200	-0.00800	-0.01700	0.00300	-0.02700	-0.02700

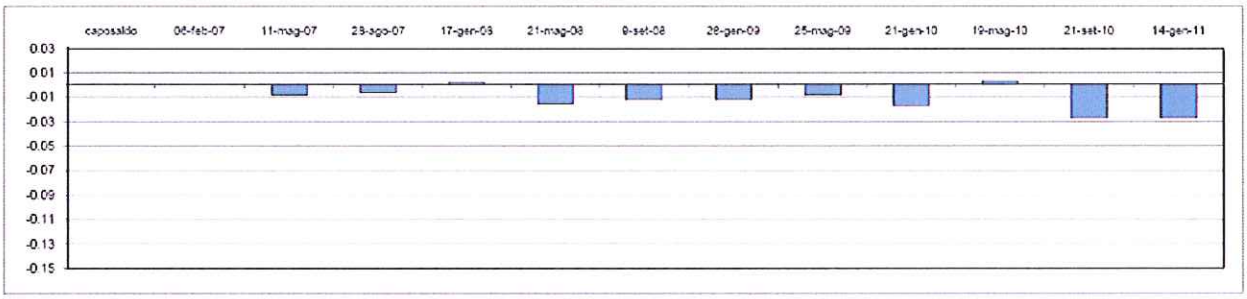


GRAFICO VARIAZIONI ALTIMETRICHE CAPOSALDO DI MONITORAGGIO PM1

caposaldo	06-feb-07	11-mag-07	28-ago-07	17-gen-08	21-mag-08	9-set-08	28-gen-09	25-mag-09	21-gen-10	19-mag-10	21-set-10	14-gen-11
PM12	0.00000	-0.00400	-0.00800	-0.01600	-0.03300	-0.03400	-0.04400	-0.04500	-0.07600	-0.09400	-0.09900	-0.10100

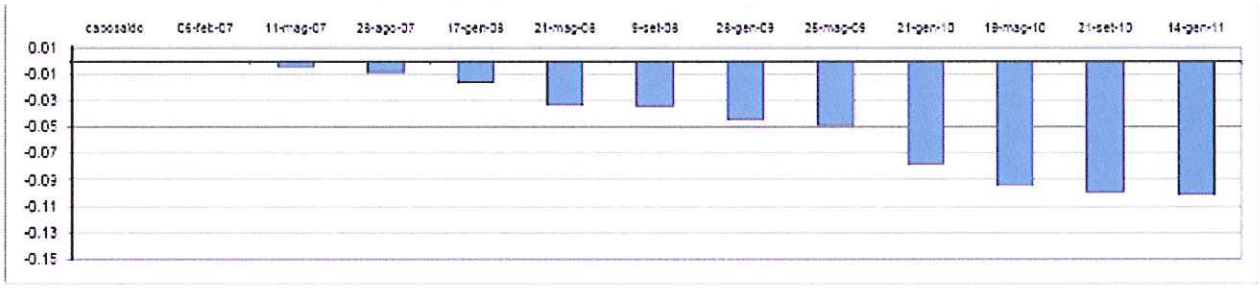


GRAFICO VARIAZIONI ALTIMETRICHE CAPOSALDO DI MONITORAGGIO PM12

caposaldo	06-feb-07	11-mag-07	28-ago-07	17-gen-08	21-mag-08	9-set-08	28-gen-09	25-mag-09	21-gen-10	19-mag-10	21-set-10	14-gen-11
PM28	0.00000	-0.06000	-0.13000	-0.19900	-0.26100	-0.30100	-0.36700	-0.40400	-0.49800	-0.52300	-0.55300	-0.56800

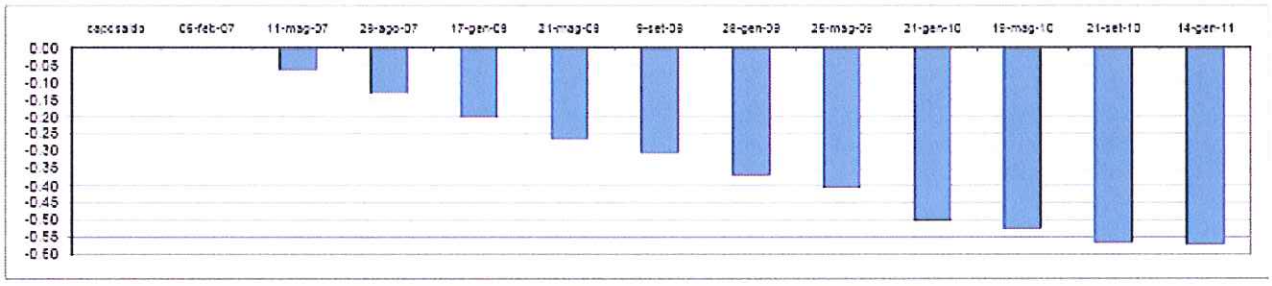


GRAFICO VARIAZIONI ALTIMETRICHE CAPOSALDO DI MONITORAGGIO PM28

E' evidente comunque che l'installazione dell'impianto fotovoltaico dovrà avvenire progressivamente, dal basso verso l'alto.

La connessione tra il basamento di fondazione e la struttura metallica di sostegno dei pannelli dovrà

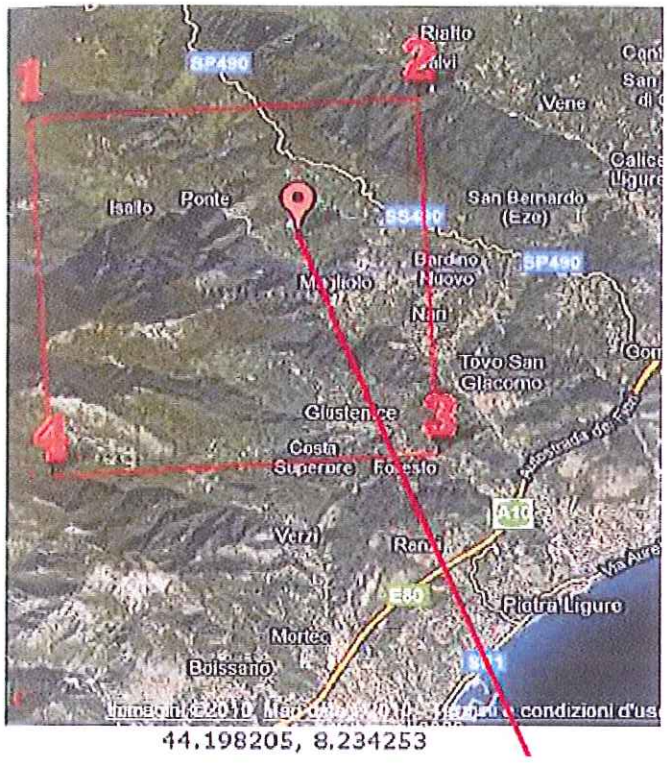
quindi essere provvista di un sistema che consenta di riallineare le strutture di sostegno medesime.

Considerazioni sulla stabilità del corpo 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.

Azioni sismiche.

Le azioni sismiche sulle strutture verranno calcolate sulla base della vigente normativa attraverso il reticolo INGV



Per la determinazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica (categoria di suolo) verranno eseguite almeno 2 stese sismiche a rifrazione onde S e MASW in modo da misurare la Vs all'interno del corpo discarica.

Si valuterà quindi se la categoria di suolo Vs30 ricade tra quelle standard (A – D) o all'interno delle categorie aggiuntive S1-S2.

Andora giugno 2011

geologo Vittorio Vezzaro