



OGGETTO: *"Rapporto d'indagine PdC ai sensi Art. 242 comma 3 e 4, del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. ex discarica loc.tà Dietro Cimitero, Fossacesia (Ch)", scheda ARTA CH231801.*

COMMITTENTE: *Amministrazione Comunale Fossacesia (Ch).*

LOCALITA': *Dietro Cimitero, Comune di Fossacesia (Ch).*

ELABORATO:
Relazione Piano Indagine

PROGETTO:
Definitivo

Rev.: 00

Data: Dicembre 2012

Aut.: Geol. Gianluca Giovannelli



Il tecnico:

dott. Geol. Gianluca Giovannelli
n. 426 O.d.G.R.A.
(timbro e firma)

Pennadomo, lì Dicembre 2012

INDICE

1 INTRODUZIONE	2
1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI & VINCOLI	3
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO	3
2.1 CARATTERI GEOLOGICI.....	3
2.2 CARATTERI GEOMORFOLOGICI	4
3 IDROLOGIA & IDROGEOLOGIA	6
4 PIANO D'INDAGINE.....	8
4.1 SUOLO	9
4.2 ACQUA PROFONDA.....	10
4.3 ACQUA SUPERFICIALE	11
4.4 METODICHE DI CAMPIONAMENTO	12
4.5 CARATTERISTICHE DEI RIFIUTI	13
4.6 MISURE GEOFISICHE	13
5 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO.....	14
5.1 CARATTERISTICHE DELLA DISCARICA.....	15
5.2 SORGENTI	16
5.3 VIE DI MIGRAZIONE	17
5.4 BERSAGLI	18
5.5 SCENARI ANALISI DI RISCHIO	18
6 CONCLUSIONI	20
ALLEGATI.....	21
BIBLIOGRAFIA	22

1 INTRODUZIONE

Il presente rapporto, è svolto a seguito delle indagini eseguite con riferimento al “PIANO DI CARATTERIZZAZIONE dell'ex discarica comunale di Fossacesia (Ch) sita in località Dietro Cimitero”, scheda ARTA CH231801. La redazione del “piano” segue la procedura indicata dai commi 3 e 4 dell'art. 242 del D.Lgs n. 152/2006 e ss.mm.ii.

L'area d'intervento è situata nel Comune di Fossacesia, precisamente in Via All'orto, sulla destra idrografica del Fosso San Giovanni a Nord del centro abitato del medesimo comune. L'area d'intervento, si trova ad una quota di circa 130 metri sul livello del mare, ubicata nella tavoletta topografica **362 O** della carta topografica regionale alla scala 1:25.000 (vedi **allegato 1**). L'area ricade nel foglio catastale n°2 alle particelle n°: 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 234, 235, 236, 237, 238, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 335, 4048, 4049.

Le fasi su cui si articola il piano d'indagine sono le seguenti:

- Elaborazione dei dati ed eventuale integrazione del piano d'indagine;
- Elaborazione di un modello Concettuale Definitivo;
- Definizione dei livelli di rischio con riferimento ai parametri oggetto della caratterizzazione.

La caratterizzazione ambientale del sito è stata realizzata mediante:

- Ricerca bibliografica diretta in modo particolare al reperimento di materiale cartografico relativo a studi ed indagini precedenti sull'area (consultazione foto aeree);
- Indagini in sito: rilevamento geologico, geomorfologico, idrogeologico;
- Indagini geognostiche (dirette ed indirette);
- Indagini analitiche;
- Redazione della presente relazione alla quale sono allegati i seguenti elaborati:

ALLEGATO 1° : Corografia

ALLEGATO 9° : Certificati di Laboratorio

ALLEGATO 2° : Carta ubicazione Indagini

ALLEGATO 10° : Documentazione Fotografica

ALLEGATO 3° : Carta Geologica & Geomorfologica

ALLEGATO 4° : Sezioni Geologiche

ALLEGATO 5° : Stratigrafie di Sondaggio

ALLEGATO 6° : Evoluzione area Discarica

ALLEGATO 7° : Particelle Impattate

ALLEGATO 8° : Misure Geofisiche

1.1 Riferimenti Normativi & Vincoli

L'area oggetto d'intervento presenta vincoli in riferimento al Piano Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi". Essa presenta fenomeni di pericolosità legati a processi erosivi e fenomeni gravitativi. L'area d'intervento è situata in zone sia a pericolosità moderata (**P1**) sia da scarpata (**P_s**), con rischio moderato **R1**. L'area di studio ricade nella **zona III** della nuova classificazione sismica del territorio italiano (cfr. Ordinanza Ministeriale n. 3274 del 20/03/2003).

Le indagini preliminari eseguite nell'area inserita *nell'anagrafe dei siti a rischio potenziale* di cui all'art. 2 della DGR n. 1529 del 27/12/2006, hanno mostrato il superamento dei limiti di CSC indicati dal D.Lgs n. 152/2006, il superamento di detti limiti, ha portato all'inserimento della stessa *nell'anagrafe dei siti potenzialmente inquinati*.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

La porzione di territorio studiata è costituita da formazioni geologiche sedimentatesi nel bacino Abruzzese e Molisano nel Pleistocene (periodo che va da 1,6 a 0,1 milioni d'anni fa). Nel periodo geologico indicato, il sollevamento tettonico del bacino Abruzzese e Molisano, portava alla regressione della linea di costa con sedimentazione di potenti successioni sedimentarie.

Le formazioni geologiche, dal punto di vista litologico presentano ampia variabilità. Esse sono costituite da un punto di vista granulometrico da Argille, Sabbie e Ghiaie. L'area studiata, è impostata sulle litologie sabbiose e ghiaiose Calabrianche che chiudono il ciclo sedimentario marino Pleistocenico. L'area studiata si trova sulla sinistra idrografica del Fiume Sangro ed è impostata su un rilievo collinare che definiremo a "cima piatta". Le unità geologiche rilevate sono indicate come riportato nel foglio geologico della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 n.148 Vasto.

2.1 Caratteri geologici

Nell'area di studio le unità geologiche presenti sono due, dal basso verso l'alto della serie:

Serie Marina

Unità "**A**" o "**Q_s^c**": "Sabbie e Arenarie". Alternanza di sabbie silicee giallo-rossicce da sciolte a debolmente cementate e arenarie cementate a stratificazione pluridecimetica, nella serie sono presenti livelli di ghiaie-conglomerati calcarei (Pleistocene inf. - Calabrianco);

Unità "**B**" o "**Q_{cg}^c**": "Ghiaie e Conglomerati". Ghiaie e/o conglomerati calcarei talora ciottoli in matrice sabbiosa giallo-rossiccia con lenti e/o livelli di sabbie giallastre e argille grigio-verdognole a stratificazione grossolana (Pleistocene - Calabrianco).

Le unità geologiche descritte, sono in continuità stratigrafica e presentano una giacitura con blanda immersione orientale (4 – 5 °). La presenza di facies a granulometria più grossolana a chiudere il ciclo deposizionale, indica ambienti di sedimentazione fluvio-deltizi. Il rilievo geologico di dettaglio ha permesso di distinguere all'interno dell'unità geologica Q^c_s , in prossimità del passaggio all'unità geologica Q^c_{cg} livelli e/o banchi ghiaiosi e/o conglomeratici. I livelli granulari si trovano a quote comprese tra i 105 ed i 110 metri. Il passaggio dall'unità geologica "A" all'unità geologica "B" è rappresentato in quasi tutta l'area rilevata da un livello limoso-argilloso grigio-azzurro con spessore di circa 3 metri posto a quota di circa 110-115 metri s.l.m.. I limiti stratigrafici delle unità geologiche sono influenzati dall'articolazione spaziale dei corpi sedimentari costituenti. Tale situazione è riscontrabile frequentemente in campagna soprattutto in riferimento all'unità geologica Q^c_{cg} . Nell'area vi è la presenza di depositi Olocenici costituiti da depositi di versante e/o eluvio colluvi e accumuli di frana.

2.2 Caratteri geomorfologici

L'assetto geologico-strutturale dell'area e l'azione degli agenti geomorfologici portano alla formazione di rilievi collinari cosiddetti a "cima piatta" (intendendo con questo termine rilievi collinari alla cui sommità troviamo superfici tabulari sub pianeggianti) allungati nella direzione NE-SW. Le superfici tabulari sono impostate sulle litologie arenaceo-conglomeratiche delle unità geologiche presenti ed incise dalle acque correnti superficiali. Il paesaggio collinare è caratterizzato da rilievi cosiddetti a "cima piatta" a cui si associano rilievi collinari più dolci impostati sulle litologie prettamente argillose. L'area d'intervento, si può collocare su un rilievo collinare a "cima piatta" delimitato a Sud dal fiume Sangro e a Nord dal fosso San Giovanni. L'azione delle acque correnti superficiali è evidenziata dalla presenza di canali di versante come il fosso San Giovanni, che incide profondamente le litologie conglomeratiche e sabbioso-arenacee, a creare a luoghi forre o canyons. L'affioramento delle litologie arenacee e conglomeratiche è evidenziato dalla presenza di gradini e scarpate morfologiche di altezze variabili. Il versante su cui è posta la discarica è caratterizzato da un'evoluzione geomorfologica complessa, in altre parole la morfologia attuale è condizionata dalla concomitanza dell'azione strutturale (passiva e attiva), della gravità e dall'azione delle acque correnti superficiali. Schematizzando, l'evoluzione del versante è governata dall'azione combinata dei seguenti agenti morfogenetici:

1. Struttura geologica;
2. Gravità;
3. Acque superficiali.

Il versante alla cui sommità vi era lo stoccaggio di rifiuti, è suddivisibile in due zone a diversa evoluzione geomorfologica.

La zona nord-ovest dove vi è l'affioramento delle ghiaie e/o conglomerati calcarei dell'unità geologica "B", è caratterizzata da movimenti franosi. La copertura data dal rifiuto, mascherando le forme presenti non permette di

determinarne/accertare la continuità spaziale dei fenomeni franosi presenti. Nell'area si distinguono due corpi di frana principali. Il primo corpo di frana è posto immediatamente a valle della strada di accesso all'impianto di sollevamento delle acque nere, posto lungo il Fosso San Giovanni. La nicchia di distacco è coperta dal rifiuto franato da monte e dal terreno movimentato durante le varie fasi di bonifica/ripristino della viabilità di accesso all'impianto stesso. Il secondo corpo di frana è posto immediatamente a sud del primo ed a monte della strada di accesso all'impianto di sollevamento. I fenomeni franosi presentano entrambe cinematica di scorrimento rotazionale anche se nel primo movimento la presenza di copertura del rifiuto maschera sia la nicchia di distacco che l'accumulo. Entrambe le frane sono impostate al passaggio dall'unità geologica "A" all'unità geologica "B". L'esame delle foto aeree ed il rilievo dei luoghi non mostra un'evoluzione dei fenomeni descritti almeno negli ultimi 8-9 anni, pertanto tali fenomeni possono essere considerati quiescenti. L'esame delle foto aeree ed il rilievo dell'area mostrano che la scarpata impostata sui depositi ghiaioso/conglomeratici dell'unità geologica "A" presenta una forma concava verso nord con estensione est-ovest pari a circa 200 metri. La morfologia descritta in precedenza rende quindi plausibile una continuità tra i due movimenti franosi descritti in precedenza, indicando che tutto il tratto di versante potrebbe essere interessato da un ampio movimento gravitativo. Nel presente paragrafo si indicheranno come rifiuti tutti i materiali presenti nell'area studiata. Nella zona nord-ovest i rifiuti sono stati accumulati lungo la scarpata e ricoperti a varie altezze con materiali provenienti da attività di scavo (sabbie, ghiaie, limi) e da attività di demolizione edilizia, costituendo, in buona parte dell'area essi stessi il materiale di discarica. L'elevata acclività del versante su cui sono stoccati i rifiuti e la decomposizione del materiale organico presente negli stessi hanno contribuito allo scorrimento verso la base del versante.

La zona nord-est è caratterizzata anch'essa dal ricoprimento antropico la cui composizione è data sia da rifiuti assimilabili agli urbani sia da materiali provenienti dalle attività di scavo costituiti da sabbie, ghiaie, limi e da attività di demolizione edilizia, costituendo, in buona parte dell'area essi stessi il materiale di discarica. La porzione più settentrionale della scarpata morfologica a direzione NO-SE risulta mascherata dall'accumulo di rifiuti. Essi, presentano uno spessore pari a circa 2-3 metri lungo il sentiero che corre sul ciglio della stessa. L'accumulo dei rifiuti maschera la presenza della scarpata per un tratto pari a circa 40 metri. La stima esatta dello spessore dei rifiuti lungo il bordo della scarpata non è possibile in quanto non si conosce l'esatta morfologia della stessa. Nell'ipotesi di una scarpata quasi verticale così come è evidente nel tratto più settentrionale si potrebbero raggiungere anche i 10 metri di spessore. Lungo il bordo della scarpata descritta in precedenza sembra che la composizione merceologica dei rifiuti comprenda una maggiore percentuale di rifiuti urbani tra cui si rinvergono anche ingombranti. Essi sono sempre inglobati in una percentuale variabile di materiali provenienti dalle attività di scavo e di demolizione. I rifiuti abbancati lungo tale scarpata non permettono di valutare la continuità sia della scarpata sia dei fenomeni di dissesto osservati nella porzione più settentrionale della stessa. In dettaglio entrambe le scarpate morfologiche che bordano il canale di versante che delimita la zona NE della discarica sono affette di diffusi fenomeni di dissesto idrogeologico

rappresentati principalmente da frane di crollo/ribaltamento ed in subordine da scorrimenti rotazionali e/o misti (crollo-scorrimento).

3 IDROLOGIA & IDROGEOLOGIA

Le unità geologiche presenti sono caratterizzate da una permeabilità da porosità primaria. La densità di drenaggio dell'area è molto bassa a causa dell'elevata permeabilità delle litologie presenti. L'asse di drenaggio principale è costituito dal fosso San Giovanni il quale presenta un regime torrentizio. Esso è alimentato sia dalla circolazione profonda sia dalle acque di ruscellamento superficiale. Il reticolo di drenaggio è completato dalla presenza di canali di versante che s'immettono nel fosso San Giovanni. La porzione di versante interessata dall'area di scarica è delimitata a NE da un canale di versante a direzione NO-SE affluente di destra idrografica del Fosso San Giovanni. La struttura idrogeologica generale dell'area, è costituita da un'unità geologica a permeabilità elevata (Unità "B") che si sovrappone ad un'unità geologica a permeabilità medio-elevata (Unità "A") a sua volta sovrapposta ad un'unità geologica impermeabile non affiorante (c.d. "Argille grigio-azzurre"). Idrogeologicamente possiamo affermare che le unità "A" e "B" costituiscono il cosiddetto acquifero, mentre l'unità geologica impermeabile non affiorante funge da acquiclude (formazione impermeabile). Nell'analisi idrogeologica, preme ricordare che la conformazione originaria del bacino di sedimentazione, conferisce alle unità descritte una distribuzione variabile anche per piccoli scostamenti sul piano orizzontale (eteropie di facies). Lo studio idrogeologico è stato completato mediante il censimento di pozzi d'emungimento e la realizzazione di punti di monitoraggio della falda freatica. L'analisi di tutti questi fattori porta a concludere che il tetto della falda freatica legata al livello impermeabile costituito dall'unità geologica delle "Argille grigio-azzurre" si trova a quote maggiori ai 50 metri dal piano campagna, infatti le captazioni presenti nella zona circostante il sito presentano un livello freatico a profondità comparabile.

L'area di scarica è situata in prossimità dello spartiacque idrografico che corre con direzione SO-NE e la divide in due zone. Nella zona Nord-Ovest della scarica indagata, la minore estensione dell'area di drenaggio e il minore spessore delle litologie permeabili non consentono lo sviluppo di una circolazione sotterranea. Nella zona Nord-Est la maggiore estensione dell'area di drenaggio ed il maggiore spessore delle litologie permeabili consente lo sviluppo di una circolazione idrica sotterranea. La zona Nord-Est è compresa tra lo spartiacque idrografico e l'asse di drenaggio superficiale individuato dal canale di versante situato in destra idrografica del fosso San Giovanni. Nella zona NE si ha quindi un acquifero formato dalle litologie permeabili dell'unità geologica "B" a spessore ed estensione variabile. Nella zona Nord-Est, a seguito dell'indagine preliminare si è riscontrato accumulo di acqua nel piezometro S1P1 ad una quota di 9,5 metri dal piano campagna, la stessa è stata campionata ed analizzata. L'acqua campionata è stata analizzata senza la filtrazione mostrando il superamento dei limiti di concentrazione previsti dalla normativa per gli analiti: Ferro, Manganese, Cromo, Solfati, Nitrati e Nitriti. Il rilievo geologico dell'area ha evidenziato la presenza di un livello impermeabile, la cui base è posta ad una quota di circa 115 metri s.l.m.. L'esecuzione delle indagini

geognostiche ha confermato la presenza di questo intervallo argilloso-limoso alla base delle ghiaie calcaree e/o conglomerati, costituendo il passaggio all'unità geologica "A". L'esecuzione dei sondaggi geognostici e il rilievo geologico di dettaglio hanno messo in evidenza la presenza di tale livello in tutta l'area su cui è posta la discarica. La potenza di tale livello impermeabile risulta variabile, presentando spessori maggiori spostandosi da SO verso NE ed è dell'ordine dei tre metri. Esso, risulta eteropico e/o contenere dei livelli più schiettamente sabbiosi-limosi. La struttura idrogeologica "superficiale" del sito studiato, è quindi caratterizzata dalla seguente serie litologica, dall'alto verso il basso abbiamo: ghiaie calcaree e/o conglomerati talora ciottolame; limi-argillosi; ghiaie e sabbie. Il monitoraggio dei piezometri installati nei sondaggi S4 ed S5 conferma la presenza di una falda superficiale con soggiacenza variabile dagli 8 ai 9 metri dal piano campagna.

Sondaggio	Data	Quota	Spurgo	Fondo da riferimento (mt)	Quota assoluta (mt)	I.p. assoluto (mt)	Differenza con spurgo (mt)	Differenza prima lettura (mt)
S4	02/01/2012	10.255		11.3	130	119.745		0.000
S4	16/01/2012	10.120		11.3	130	119.880		0.135
S4	16/01/2012	10.600	x	11.3	130	119.400	-0.480	-0.345
S4	23/01/2012	9.510		11.3	130	120.490	0.610	0.745
S4	10/02/2012	8.790		11.3	130	121.210	1.330	1.465
S4	03/03/2012	8.470	x	11.3	130	121.530	1.650	1.785
S4	03/03/2012	9.700		11.3	130	120.300	-1.230	0.555
S4	07/03/2012	9.130		11.3	130	120.870	-0.660	1.125
S4	08/03/2012	9.080		11.3	130	120.920	-0.610	1.175
S4	19/03/2012	9.160		11.3	130	120.840	-0.690	1.095

Sondaggio	Data	Quota	Spurgo	Fondo da riferimento (mt)	Quota assoluta (mt)	I.p. assoluto (mt)	Differenza con spurgo (mt)	Differenza prima lettura (mt)
S5	16/01/2012	8.640		9.05	125	116.060		0.000
S5	23/01/2012	8.620	x	9.05	125	116.080		0.020
S5	23/01/2012	8.890	x	9.05	125	115.810	-0.270	-0.250
S5	10/02/2012	8.090		9.05	125	116.610	0.800	0.550
S5	03/03/2012	8.040	x	9.05	125	116.660	0.050	0.600
S5	03/03/2012	8.670		9.05	125	116.030	-0.630	-0.030
S5	07/03/2012	8.740		9.05	125	115.960	-0.070	-0.100
S5	08/03/2012	8.750		9.05	125	115.950	-0.010	-0.110
S5	09/03/2012	8.800		9.05	125	115.900	-0.050	-0.160

Tab.1 Livelli piezometrici punti di monitoraggio S4 e S5.

L'esame dei dati del monitoraggio del livello freatico integrato dai dati provenienti dallo studio geologico dell'area permette di concludere che: 1) la falda presente è caratterizzata da discontinuità areale; 2) lo spessore dell'acquifero è variabile; 3) lo spartiacque idrogeologico sembra ricalcare l'andamento di quello topografico; 4) la falda ha portata

prevalentemente stagionale. Le quote assolute dei livelli freatici rilevate nei punti di misura S1P1 (non più ispezionabile) e S5PC cadono all'interno del livello stratigrafico impermeabile che costituisce l'aquiclude dell'acquifero, a testimonianza della scarsa portata della falda freatica. Nel punto di misura S4 considerato il monte idrogeologico il livello freatico rilevato permette di stimare che nel periodo di maggiore portata lo spessore della falda è pari a circa 2 metri. Le caratteristiche espresse nei punti precedenti portano ad affermare che i livelli freatici riscontrati nei tre punti di misura, potrebbero essere relativi a percorsi tra loro disconnessi. L'acquifero descritto è quindi caratterizzato da discontinuità areale ed è sede di una circolazione idrica sotterranea connessa agli apporti meteorici. La zona NO della discarica è principalmente impostata lungo la scarpata morfologica a direzione NE-SO, pertanto i rifiuti giacciono solo parzialmente sulle litologie ascrivibili all'unità geologica "B".

Nel dettaglio, quindi in tale area vi è una situazione più articolata dal punto di vista idrogeologico rispetto alla zona NE. La falda individuata nella zona NE della discarica ha come recettore il canale di versante a direzione NO-SE che si immette nel Fosso San Giovanni. La connessione tra i due sistemi avviene per il limite di permeabilità dato dall'orizzonte argilloso limoso posta alla base dell'unità geologica "B". L'emergenza di tale circolazione idrica, sicuramente a bassa portata, viene nascosta sia dall'estesa copertura detritica sia dal materiale di discarica presente lungo il versante studiato. In conclusione si è constatato che la falda più superficiale investigata, sebbene arealmente discontinua presenta un deflusso verso NE. Il reticolo principale dell'area investigata è rappresentato dal Fosso San Giovanni, mentre il reticolo secondario è rappresentato dal canale di versante affluente di destra idrografica del Fosso San Giovanni. I rapporti tra il sistema idrogeologico ed il sistema idrologico è schematizzabile come segue: le acque provenienti dal circuito idrogeologico superficiale sotteso dalla porzione NE della discarica vengono drenate mediante limite di permeabilità dal canale di versante che a sua volta è drenato dal Fosso San Giovanni. Il circuito idrogeologico-idrologico descritto in precedenza fa prevedere che l'unica via di migrazione dei possibili inquinanti presenti nelle acque della falda superficiale sia costituita dal canale di versante descritto in precedenza e che il bersaglio della eventuale contaminazione sia esclusivamente l'acqua superficiale. La migrazione diretta degli inquinanti verso la falda più profonda è molto remota; essa, potrebbe avvenire solo dopo che gli stessi fossero presi in carico dal corpo idrico superficiale. Il limitato percorso effettuato dalle acque per passare dal canale di versante al Fosso San Giovanni fa ritenere pressoché nulla la possibilità di migrazione degli inquinanti verso la falda profonda.

4 PIANO D'INDAGINE

Il piano d'indagine ha permesso di definire con esattezza il modello concettuale definitivo, in particolare: le caratteristiche della discarica; le matrici ambientali coinvolte ed loro stato d'inquinamento; gli obiettivi sensibili ed i bersagli della contaminazione. Le indagini realizzate sono elencate nella seguente tabella 2, mentre le coordinate dei punti d'indagine sono riportate nella tabella 3.

	Riferimento	Quantità	Suolo superficiale (SS)	Suolo profondo (SP)	Rifiuto	Test cessione
Sondaggi	S4/S5	2		2	1(S4)	
Pozzetti	P1-P10	10		2(P7,P8)	4(P3,P7,P10)	3(P3,P7,P9)
Acqua superficiale	P1AS	2				
Acqua profonda	S4/S5	2				

Tabella 2 Sintesi indagini realizzate.

Le indagini eseguite hanno seguito il seguente ordine cronologico:

1. Esecuzione pozzetti esplorativi dal P1 al P8 in data 23 Novembre 2010;
2. Esecuzione in contraddittorio dei sondaggi S4 e S5 in data 8/9 Novembre 2011;
3. Esecuzione campionamento Rifiuto nel punto P10 in data 09 Dicembre 2011;
4. Esecuzione campionamento rifiuto nel punto P9 e acqua superficiale nel punto P1AS in data 23 Gennaio 2012.
5. Esecuzione campionamento in contraddittorio in data 08/03/2012 di acqua profonda nei punti S4, S5 e acqua superficiale nel punto P1AS.

	Latitudine	Longitudine
Sondaggi		
S4	42° 14' 58.20"	14° 29' 04.70"
S5	42° 15' 01.20"	14° 29' 02.50"
P1	42°14'57.459"	14°28'56.704"
P2	42°14'56.897"	14°28'55.956"
P3	42°14'57.964"	14°28'57.65"
P4	42°14'59.315"	14°29'5.463"
P5	42°15'0.189"	14°29'4.787"
P6	42°15'0.189"	14°29'4.787"
P7	42°14'59.081"	14°29'5.041"
P8	42°14'59.773"	14°29'4.278"
P9	42°15'0.515"	14°29'3.604"
P10	42°15'02.2079"	14°29'05.5634"

Tabella 3 Coordinate punti d'indagine sistema WGS 84 33N.

4.1 Suolo

Il suolo inteso come superficiale (SS) e profondo (SP), è stato campionato mediante indagini dirette: sondaggi geognostici e pozzetti esplorativi ed analizzato in laboratorio. Durante la realizzazione delle indagini tutti i campioni prelevati entro un metro di profondità dal p.c. sono da considerarsi rifiuto. I campioni, viste le emergenze di

campagna sono ascrivibili al rifiuto inteso come meglio specificato nel successivo paragrafo 4.5. I campioni di suolo profondo sono stati prelevati nei sondaggi S4, S5 e nei due pozzetti P7 e P8. La scelta di prelevare i campioni di suolo profondo solo nell'area NE della discarica è scaturita dalla presenza di un maggiore spessore dello strato di rifiuto. Il campione C1 prelevato nel sondaggio S4 (riporto antropico/rifiuto) così come il campione prelevato nel pozzetto P10 (rifiuto) hanno mostrato il superamento della CSC per gli idrocarburi pesanti ($C>12$). Il superamento è da collegare sia alla presenza di resti di asfalto sia ai probabili residui di sostanze utilizzate in edilizia rinvenibili nell'area investigata. Gli stessi campioni presentano elevate concentrazioni dei metalli Ferro e Manganese. Nei campioni di rifiuto prelevati nei pozzetti esplorativi P7 e P8 non risultano superamenti delle CSC; risultano invece, anche in questo caso, elevate le concentrazioni degli analiti Ferro e Manganese. I campioni prelevati nei pozzetti P3, P7 e P9 sono stati sottoposti al test di cessione. I tests non hanno evidenziato il rilascio degli analiti ricercati, anche con riferimento agli idrocarburi pesanti ($C>12$) (punto P9). Il campione prelevato nel punto di sondaggio S5 ha previsto la ricerca di analiti organici compresi nel gruppo degli idrocarburi Policiclici Aromatici, la scelta è stata fatta per verificare se vi fosse potenziale migrazione di tali contaminanti verso il valle idrogeologico della porzione di discarica. Le analisi descritte confermano quanto ottenuto dal test di cessione effettuato sul campione di rifiuto e dall'analisi del suolo profondo prelevato al disotto dei rifiuti nel punto P7. Il test di cessione effettuato sul campione prelevato nel punto P7 ha previsto l'analisi della cessione anche dei solventi organici aromatici, solventi organici azotati e solventi organici clorurati. L'analisi del suolo profondo prelevato nel punto P7 ha previsto l'analisi di: alifatici clorurati cancerogeni e non; alifatici alogenati cancerogeni; nitrobenzeni; cloro benzeni; idrocarburi leggeri ($C<12$) e pesanti $C (>12)$. Le analisi descritte in precedenza effettuate per il punto P7 testimoniano che non vi è cessione degli analiti esaminati, situazione confermata dall'assenza degli stessi analiti nel campione di suolo profondo sottostante. Si può concludere che nei rifiuti analizzati vi sia una percentuale variabile di composti organici con $C>12$ mentre, si possa escludere la presenza di tutte le altre famiglie di composti organici ricercate. I composti organici in senso lato con $C>12$ mostrano bassissima tendenza ad essere lisciviati pertanto si può escludere, alla luce delle analisi condotte nelle acque la migrazione degli stessi verso la falda.

Le analisi sui terreni hanno previsto la determinazione del carbonio organico presente, (indicato con il parametro foc) importante per conoscere la distribuzione degli inquinanti organici nelle matrici terreno e acqua. Nella tabella 5 sono riportati tutti gli analiti ricercati nella campagna d'indagine relativa al PdC divisi per categoria.

4.2 Acqua profonda

Le indagini eseguite nella fase di caratterizzazione hanno confermato la presenza di una circolazione idrica nella porzione NE dell'area di discarica. Essa è legata al livello impermeabile presente al passaggio tra l'unità geologica "A" e "B". Le analisi sono state effettuate nei punti di misura S4 ed S5. L'elevata presenza di materiale in sospensione legata alla scarsa quantità d'acqua presente nel punto S5 ha fatto escludere la ricerca degli elementi metallici; le analisi hanno previsto la ricerca dei seguenti inquinanti organici: organici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni. Gli

analiti descritti sono indicati nella tabella 2 dell'Allegato V al Titolo V della parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006. La ricerca di dette sostanze organiche ha evidenziato concentrazioni $< 0,1 \mu\text{g/l}$, ben al disotto delle CSC previste. Il campione prelevato nel punto di misura S4 ha evidenziato il superamento delle CSC solo per il Manganese, mentre per gli altri analiti ricercati siamo al disotto delle CSC. Le considerazioni da fare alla luce dei risultati ottenuti sono le seguenti: 1) la concentrazione del Manganese rilevata nel punto S4 è superiore alla CSC per la naturale composizione chimica-mineralogica della matrice delle unità geologiche presenti; 2) bassa portata della falda rilevata; 3) uno spessore d'insaturo limitato e pari a circa 8 metri. Le concentrazioni superiori seppur di poco alla CSC riscontrate per il Manganese nelle acque profonde sono da correlare sia all'elevato valore di fondo rilevato nella matrice geologica sia ai fattori espressi in precedenza nei punti n. 2 e n.3, i quali concorrono all'amplificazione delle concentrazioni rilevate nella matrice geologica. Il superamento delle CSC riscontrato durante la fase preliminare relativamente agli analiti Solfati e Nitriti e anch'esso legato all'amplificazione della concentrazione legata alla scarsa portata della falda. Le analisi realizzate durante la fase di caratterizzazione sui terreni e sul rifiuto non evidenziano per i Solfati e i Nitriti concentrazioni elevate, mentre, sulle acque profonde e superficiali non si evidenziano mai valori superiori alle CSC.

4.3 Acqua superficiale

L'area è caratterizzata dalla presenza del corso d'acqua superficiale individuato nel fosso San Giovanni, che si trova alla base del versante su cui giace la discarica. Il corpo idrico superficiale indicato è il recettore delle acque superficiali del canale di versante posto immediatamente a nord della porzione NE della discarica. Il canale descritto, drena quindi le acque provenienti dal circuito idrogeologico più superficiale sotteso dalla porzione NE della discarica. Il rilievo dell'area ha evidenziato la presenza lungo il fosso San Giovanni un impianto di sollevamento delle acque della rete fognaria del comune di Fossacesia. Esso convoglia le acque nere prodotte dalla zona Orientale dell'abitato di Fossacesia verso la rete Occidentale che è servita dal depuratore. L'impianto è posto alla base del versante dove è posta la discarica. La linea di convogliamento alla rete Orientale si trova lungo il bordo meridionale del cimitero di Fossacesia. L'impianto di sollevamento attualmente è in funzione e presenta lo scarico del troppo pieno in corrispondenza del Fosso San Giovanni. Le acque della rete fognaria, quando la portata è troppo elevata per essere smaltita dall'impianto, vengono sversate tramite il circuito del troppo pieno nel fosso San Giovanni. La conseguenza di quanto descritto sta nel fatto che non è utile eseguire un campionamento delle acque del Fosso San Giovanni per verificare se vi è l'apporto d'inquinanti dall'area di discarica.

Nel merito, le acque superficiali sono state campionate nel punto P1AS posto immediatamente a monte del punto di confluenza del canale di versante con il Fosso San Giovanni, in modo da escludere eventuali contaminazioni da parte delle acque dello stesso Fosso. Nel punto indicato sono stati eseguiti due campionamenti, il primo ha previsto l'analisi degli analiti inorganici, il secondo è stato eseguito nella campagna d'indagine svolta in data 08/03/2012 in contraddittorio con l'ente di controllo ed ha previsto la ricerca degli idrocarburi totali. L'esame delle analisi effettuate non mostra il superamento delle CSC né per gli analiti inorganici né per quelli organici.

4.4 Metodiche di campionamento

Le indagini previste dal piano, siano esse di cantiere che di laboratorio sono state realizzate seguendo procedure standardizzate. Le indagini di cantiere, quali sondaggi geognostici, campionamento di terreno e acqua, sono state eseguite secondo le raccomandazioni contenute nel: Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati APAT 2006; Allegato n.2 al Titolo V della parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006. Il manuale determina le procedure cui attenersi durante le operazioni di campionamento e di realizzazione dei punti di monitoraggio (piezometri, biogas, ecc). La scelta dei punti d'indagine per le matrici ambientali investigate, anche se influenzata dalla morfologia dell'area, segue un'ubicazione ragionata, derivata dalle conoscenze pregresse sulle attività nel sito. Il D.Lgs n. 152/2006 non prevede un numero minimo d'indagini da eseguire sulle matrici ambientali in funzione dell'estensione presunta delle aree inquinate, ma nell'Allegato n.2 al Titolo V della parte Quarta indica le linee guida da seguire nella procedura di formazione dei campioni e nell'esecuzione dei campionamenti, ed in generale lo schema logico da seguire per redigere il piano della caratterizzazione. I campioni di terreno analizzati sono stati di tipo puntuale e le analisi di laboratorio sui parametri indicati nella Tabella 5, sono state eseguite secondo le metodiche EPA e APAT. I campioni sono stati formati seguendo la seguente procedura: 1) quartatura del terreno con paletta d'acciaio inossidabile; 2) riempimento mediante paletta in plastica di recipienti in vetro con volume di 0,5 dm³ chiusi con tappo a tenuta; 3) etichettatura del campione; 4) stoccaggio in contenitore termico a temperatura di circa 6°C. Il prelievo d'ogni campione è seguito da una fase di decontaminazione così articolata: 1) lavaggio dell'attrezzatura con acqua e spazzola di materiale plastico, 2) risciacquo con acqua demineralizzata. Il campionamento di terreno per la ricerca degli analiti organici è stato effettuato utilizzando come contenitore (vial) in vetro in vetro con volume di 0,04 dm³ chiusi con tappo a tenuta in silicone. Il campionamento delle acque profonde è stato di tipo statico perché si è in presenza di falda con bassa portata. Il procedimento ha previsto una fase di spurgo manuale prima del campionamento. Le acque sono state campionate mediante bailer con volume pari ad 1 dm³. I campioni d'acqua saranno formati secondo la seguente procedura: 1) prelievo d'acqua tramite bailer in pvc; 2) riempimento di contenitore in plastica per uso alimentare per l'omogeneizzazione; 3) filtrazione con filtro 0,5 µm, acidificazione con acido nitrico e stoccaggio in vials in vetro con volume di 0,04 dm³ chiusi con tappo a tenuta in silicone; 3) etichettatura del campione. L'aliquota per le analisi biologiche è stata pari ad 1 dm³. Le acque superficiali sono state campionate raccogliendole in contenitore di plastica per uso alimentare e successivamente processate secondo quanto esposto per le acque profonde. I campioni su cui sono state effettuate le analisi di sostanze organiche sono stati campionati in due distinti contenitori; nel caso della ricerca di sostanze organiche volatili si sono utilizzati come contenitori bottiglie in vetro scuro/ambrato, nel caso in cui si sono state ricercate sostanze organiche non volatili sono state utilizzate vials in vetro chiaro. In tutti i casi è stata comunque evitata la formazione di spazio di testa per diminuire l'evaporazione delle sostanze ricercate. Le analisi di laboratorio sui parametri dei campioni d'acqua indicati nella Tabella 4, sono state eseguite secondo le metodiche EPA e APAT.

4.5 Caratteristiche dei rifiuti

L'area di discarica è caratterizzata dalla presenza di diverse tipologie di rifiuto. Nelle due aree della discarica la composizione è data sia da rifiuti assimilabili agli urbani sia da materiali provenienti dalle attività di scavo, costituiti da sabbie, ghiaie, limi e da attività di demolizione edilizia; costituendo, in buona parte dell'area essi stessi il materiale di discarica. Nella zona NE della discarica ai rifiuti descritti si aggiungono: 1) rifiuti provenienti da attività cimiteriale (resti organici vegetali, ceri votivi, imballaggi, ecc.); 2) rifiuti ingombranti.

4.6 Misure Geofisiche

Nella porzione NE dell'area di discarica sono state realizzate sei misure di rumore ambientale mediante Tromino Micromed. Le misure sono state realizzate per ricostruire arealmente lo spessore dei rifiuti. Le misure di rumore T2 e T3 sono state realizzate in corrispondenza dell'impluvio che borda l'area NE della discarica, la misura T1 è stata realizzata in prossimità del pozzetto esplorativo P5, la misura T4 è stata realizzata in corrispondenza del sondaggio S4 e la misura T5 lungo la scarpata morfologica coperta dai rifiuti. Il modello sintetico ricavato dalle misure T2 e T3 indica uno spessore dei rifiuti pari rispettivamente a 6,3 e 7,5 metri. Nel punto di misura T1 il modello sintetico indica uno spessore dei rifiuti pari a circa 6 metri. La misura T5 ubicata sul tetto della scarpata morfologica indica un ricoprimento della stessa con uno spessore di circa 3 metri. In generale si evidenzia un aumento del ricoprimento dato dal materiale di discarica procedendo da ovest verso est e da sud verso nord nella porzione di discarica in esame.

Tabella 4 "Acque Superficiali & Profonde"

PARAMETRI FISICI & CHIMICI	PARAMETRI INORGANICI	PARAMETRI ORGANICI
Ph	Ferro	COD
Conducibilità	Manganese	Idrocarburi totali (n-esano)
	Piombo	Organici aromatici dal n°24 al n°28
	Nichel	Alifatici clorurati cancerogeni dal n°39 al n°46
	Cromo totale/Cromo VI	
	Boro	
	Nitrati	
	Cadmio	
	Mercurio	
	Rame	
	Arsenico	

Tabella 5 “Suolo”

PARAMETRI FISICI & CHIMICI	PARAMETRI INORGANICI	PARAMETRI ORGANICI
Ph	Ferro	Idrocarburi C>12
foc	Manganese	Idrocarburi C<12
	Piombo	IPA dal n°25 al n°37
	Nichel	
	Cromo totale/Cromo VI	
	Nitrati/Nitriti	
	Cianuri liberi	
	Solfati	
	Cadmio	
	Mercurio	
	Rame	
	Arsenico	

5 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO

Il modello concettuale definitivo di seguito indicato con MCD è stato definito sulla base della conoscenza delle attività effettuate nel sito e sulla base delle indagini eseguite durante le attività effettuate durante le fasi preliminare e del PdC. La conoscenza delle attività svolte nel sito è importante perché permette di progettare un piano efficace ai fini dell'analisi di rischio sanitario sito specifica. In particolare si sono ottenute informazioni che permettono di stimare quantitativamente i seguenti fattori:

1. Aree e/o volumi interessati dal potenziale inquinamento;
2. Matrici ambientali interessate dal potenziale inquinamento;
3. Vie di migrazione;
4. Modalità d'esposizione;
5. Bersagli della contaminazione: acqua superficiale.

Il PdC ha evidenziato che la discarica è distinta in due aree principali, una a NO ed una a NE. Lo spessore dei rifiuti presenta distribuzione areale variabile in entrambe i settori. Nei successivi paragrafi verranno esaminati in dettaglio i fattori descritti in precedenza. La caratterizzazione è la fase propedeutica alla conoscenza di tutti i parametri necessari per l'analisi di rischio sanitario (**AdR**). La normativa di riferimento (D.Lgs. n. 152/2006) prevede la realizzazione di un'analisi di rischio di tipo inverso. Essa permette la conoscenza delle concentrazioni ammissibili

nelle sorgenti (acqua, aria, suolo) con il livello di rischio accettabile per il recettore esposto; tali limiti costituiscono poi nel caso siano superati, gli obiettivi degli interventi di bonifica.

5.1 Caratteristiche della discarica

L'area studiata è suddivisa in due zone indicate come: Zona nord-occidentale e Zona nord-orientale. L'area interessa la scarpata morfologica in destra idrografica del fosso San Giovanni per una lunghezza di circa 240 metri per la zona Occidentale, e per una lunghezza di circa 150 metri per la zona Orientale. L'area è delimitata a monte dalla strada comunale "Via All'Orto" e dal cimitero comunale e a valle dal fosso San Giovanni.

Nel dettaglio la porzione NO della discarica è delimitata a sud dalla strada comunale "Via All'Orto" e dal cimitero comunale e a valle dal fosso San Giovanni. Nella zona Nord-Occidentale i rifiuti erano scaricati lungo la scarpata morfologica e sono costituiti dalla mescolanza di materiale inerte proveniente da attività di scavo e da resti di demolizione edilizia in senso lato. I rifiuti presenti sono: urbani, sfalci, potature, ingombranti, rifiuti inerti e da demolizione. In definitiva possiamo affermare che per quest'area abbiamo una composizione merceologica dei rifiuti con percentuali variabili delle due principali categorie: RSU o assimilabili; inerti e resti di demolizione. L'accumulo dei rifiuti non si presenta omogeneo in quanto vi sono zone in cui è predominante la frazione organica dei rifiuti ed alcune dove vi è predominanza della frazione inorganica. L'area Nord-Occidentale presentando maggiore attività, è stata soggetta a fenomeni di scorrimento gravitativo. Lo spessore maggiore dei rifiuti è rilevabile nell'area immediatamente a valle dell'innesto tra Via All'Orto e la strada interpoderale che cinge il lato nord del cimitero, qui si valuta uno spessore anche maggiore ai 5 metri. Il rilievo dell'area mostra la presenza d'abbandono di rifiuti con spessore compreso tra i 3 e i 5 metri (pozzetti esplorativi P1 e P2) anche nella zona posta a Sud dell'area indicata in precedenza e compresa tra Via All'Orto e la scarpata morfologica data dall'affioramento delle ghiaie/conglomerati.

La zona nord-orientale del cimitero in prossimità della cinta muraria era interessata dallo smaltimento oltre che dei rifiuti descritti in precedenza anche di rifiuti cimiteriali (assimilabili agli urbani) intendendo per questi sia i materiali organici (fiori) sia inorganici come contenitori e imballaggi in plastica (ceri votivi, buste di polietilene ecc.). Nell'area nord-orientale la scarpata morfologica è progredita verso Nord a seguito dello stoccaggio e del ricoprimento dei rifiuti descritti. Il profilo del versante modificato a seguito dell'accumulo dei rifiuti è attualmente osservabile solo nella porzione più settentrionale. Nella porzione meridionale, il successivo accumulo di terre e rocce da scavo ha mascherato il profilo creatosi a seguito dell'accumulo di rifiuti. La morfologia pianeggiante dell'area è quindi conseguenza del ricoprimento antropico creatosi negli anni successivi alla dismissione dell'area di discarica da parte dell'amministrazione comunale. L'immagine aerea che più fedelmente riproduce lo stato dei luoghi dopo la dismissione dell'area è quella ripresa nel volo aereo realizzato dalla Regione Abruzzo nell'anno 2000 sulla cui base è stato perimetrata l'area di discarica originaria. Nell'allegato 6 sono mostrate tre foto aeree realizzate in epoche differenti, sulle quali è riportato il presunto confine originario dell'area di discarica. Le indagini geofisiche di tipo indiretto evidenziano uno spessore del ricoprimento/rifiuti che aumenta spostandosi da sud a nord e da ovest verso

est. L'area è tutta caratterizzata dall'affioramento in superficie di rifiuti dati da: terre e rocce da scavo; residui di demolizione edile; RSU e cimiteriali (assimilabili ai RSU). In definitiva possiamo affermare che per quest'area abbiamo una preponderanza di rifiuti rappresentati da terre e rocce da scavo e residui di demolizione edile, comprendendo tra questi anche materiale di risulta delle pavimentazioni stradali. Le aree di stoccaggio non presentano strutture e interventi atti a ridurre la loro vulnerabilità. Le due zone descritte sono stoccaggi di rifiuti lungo scarpate morfologiche, quindi non presentano nessun presidio, in particolare si è rilevata l'assenza di:

- Regimazione delle acque di ruscellamento sul corpo discarica;
- Impermeabilizzazione del fondo e delle pareti;
- Sistema di chiusura.

La stima del volume di rifiuto presente nelle due porzioni dell'area di discarica è difficilmente valutabile. La stima per l'area NE è stata fatta considerando uno spessore uniforme dei rifiuti pari a circa 4 metri. Nell'area NO si è tenuto conto delle aree a maggiore spessore considerando una sezione triangolare con base pari a 20 metri ed altezza pari a 7 metri. Il volume dei rifiuti per l'area a minore spessore è stato calcolato ipotizzando uno spessore uniforme degli stessi e pari a 3 metri. L'esatta stima dei volumi comporterebbe l'esecuzione di un accurato rilievo topografico e di ulteriori indagini geognostiche e geofisiche. Nella seguente tabella sono riportati i volumi complessivi per le due aree.

	Discarica NO	Discarica NE
Superficie (m²)	18.046	6.480
Volume (m³)	57.600	25.900

Tabella 6 Volume rifiuto

5.2 Sorgenti

I rifiuti stoccati nell'area sono distribuiti in maniera disomogenea e su una superficie topografica irregolare. In particolare nella porzione NO della discarica i rifiuti sono disposti parallelamente alla scarpata morfologica sia sul bordo sia al piede della stessa. La porzione più occidentale dell'area NO durante la fase di caratterizzazione ambientale è stata interessata dall'esecuzione di pozzetti esplorativi. Nell'area non essendo stato rilevato il superamento delle CSC non è stato elaborato il modello concettuale per la redazione dell'analisi di rischio. Esso tuttavia può essere assimilato a quello successivamente esposto per l'area NE della stessa discarica. Alla luce di quanto detto in precedenza, nel seguito si ricostruirà il modello concettuale definitivo inerente l'area NE della discarica, area nella quale sono stati riscontrati superamenti delle CSC.

Nell'area NE della discarica durante le indagini relative al PdC si è riscontrato il superamento della CSC per il Manganese nella matrice acqua profonda. Le analisi sui terreni non evidenziano il superamento delle CSC per i contaminanti indice. Le analisi chimiche effettuate sulle acque superficiali non evidenziano il superamento delle CSC per i contaminanti indice. Alla luce di quanto esposto nel paragrafo precedente, si evidenzia che i valori di

concentrazione nella matrice acque profonde degli analiti Ferro (indagine preliminare punto S1P1) e Manganese (indagine preliminare punto S1P1, PdC punto S4) risultati superiori alla CSC, sono legati alla: presenza di tali elementi sia nelle unità geologiche sia nella matrice del rifiuto; scarsa portata della falda acquifera. La mancata filtrazione dei campioni prelevati durante la fase d'indagine preliminare ha ulteriormente influenzato le concentrazioni dei contaminanti indice. Il superamento della CSC per il Cromo totale (indagine preliminare punto S1P1) è legato alla concentrazione di tale elemento dovuta alla scarsa portata della falda acquifera, oltre che all'assenza di filtrazione del campione analizzato. Le analisi chimiche del rifiuto hanno evidenziato la presenza di idrocarburi pesanti C>12 con concentrazioni superiori alla CSC. Il test di cessione degli idrocarburi C>12 ha escluso il passaggio degli stessi in acqua, confermando quanto evidenziato dalle analisi delle acque profonde (campione C1 punto S4). La ricostruzione del modello geologico dell'area ha permesso di definire le sorgenti "inquinanti". L'acqua meteorica infiltrandosi liscivia gli elementi chimici presenti nell'accumulo dei rifiuti e nelle matrici geologiche trasportandoli in falda, la quale diventa una potenziale sorgente secondaria. Nel caso specifico, le analisi sulle acque profonde, hanno evidenziato il trasporto in falda solo degli analiti Ferro, Manganese e Cromo, mentre per gli idrocarburi non si è verificato alcun trasporto (campione S4 ed S5). Si ribadisce che il superamento delle CSC riscontrato nella fase preliminare è probabilmente legato alla mancata filtrazione del campione analizzato oltretutto come già descritto in precedenza alla bassa portata della falda, dalla composizione della matrice dei rifiuti e delle unità geologiche presenti.

In definitiva possiamo affermare che la sorgente degli elementi inorganici di cui si è riscontrata una concentrazione maggiore della CSC nell'acqua di falda, è rappresentata sia dalla matrice che lega i rifiuti presenti sia dalla matrice delle unità geologiche presenti. Nell'analisi globale la falda freatica rilevata può essere considerata come sorgente secondaria in quanto vi è possibilità di migrazione delle acque di falda verso le acque superficiali individuate dal canale di versante posto immediatamente a valle dell'area NE della discarica.

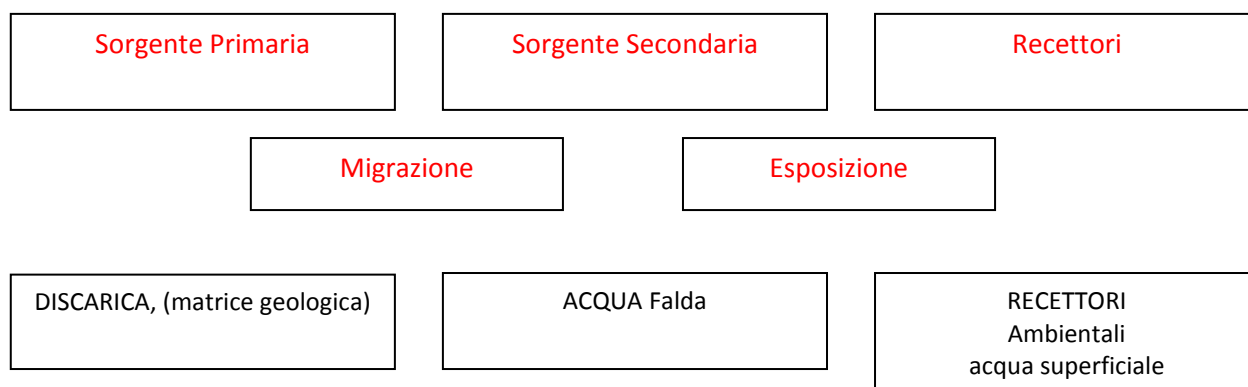
5.3 Vie di Migrazione

Il modello geologico ed idrogeologico dell'area mette in evidenza che gli elementi chimici presenti nel rifiuto e nelle matrici geologiche vengono trasportati verso la falda freatica superficiale dall'acqua d'infiltrazione. Il modello evidenzia la possibilità di migrazione delle acque di tale falda superficiale tramite limite di permeabilità verso le acque superficiali. Esse, sono rappresentate dal canale di versante affluente di destra idrografica del Fosso San Giovanni. La bassa portata della falda fa prevedere la migrazione di limitate quantità di acqua per limitati periodi dell'anno. L'analisi delle acque superficiali di tale canale di versante non ha evidenziato per i contaminanti indice concentrazioni superiori alle CSC.

5.4 Bersagli

Il modello geologico ed idrogeologico ricostruito e l'analisi delle possibili vie di migrazione permettono di individuare come bersaglio della potenziale contaminazione la matrice acqua superficiale. Essa è rappresentata dal canale di versante affluente di destra idrografica del Fosso San Giovanni. La caratterizzazione delle sorgenti trattandosi di una discarica incontrollata, farà quindi riferimento a dati di letteratura. Le sorgenti primarie e secondarie sono state caratterizzate da analisi chimiche specifiche. Nel modello geologico non è stata presa in considerazione la possibilità di migrazione dei potenziali inquinanti verso la falda profonda secondo un modello di percolazione verticale al disotto l'accumulo dei rifiuti. Le assunzioni descritte nel seguito si riferiscono alla porzione del sistema geologico interessato dalla presenza dei rifiuti decisione è scaturiscono dalle seguenti considerazioni sulla falda superficiale: 1) bassa portata e dimensioni areali limitate; 2) caratteri di stagionalità; 3) basso tempo di percorrenza; 4) disomogeneità laterale.

MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO



Vista l'assenza nell'area impattata dalla discarica di recettori umani e di punti di emungimento dell'acqua di falda si è escluso dai potenziali bersagli l'uomo.

5.5 Scenari Analisi di Rischio

Il modello geologico ed idrogeologico ricostruito e l'analisi delle possibili vie di migrazione permettono di individuare come bersaglio della potenziale contaminazione la matrice ambientale costituita dall'acqua superficiale. Essa è presente lungo il canale di versante affluente di destra idrografica del Fosso San Giovanni, che borda a nord l'area NE della discarica. L'analisi di rischio seguirà nel caso specifico la determinazione nel punto di conformità per le acque (P1AS) delle concentrazioni soglia di rischio (CSR) superate le quali si devono prevedere interventi di bonifica o di messa in sicurezza della sorgente. Il secondo scenario riguarderà la determinazione delle concentrazioni degli analiti indice nella sorgente secondaria al fine di una comparazione con i dati delle analisi effettuate. Nel caso in cui pur utilizzando le condizioni più conservative (concentrazioni sorgente primaria e/o delle matrici geologiche, alternativamente o in contemporanea) le concentrazioni previste dal modello risultassero minori di quelle

sperimentali si potrebbe concludere che i valori misurati siano legati agli effetti di amplificazione legati alla bassa portata della falda presente. I contaminanti indice su cui effettuare l'analisi di rischio escludendo Solfati e Nitriti, sono: Manganese, Ferro, Cromo totale. Le analisi effettuate su campioni di terreno evidenziano la possibilità che le concentrazioni degli analiti Ferro, Manganese riscontrati nelle acque profonde siano da associare anche al valore del fondo naturale.

6 CONCLUSIONI

La presente relazione costituisce il “rapporto d’indagine relativo AL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE dell’ex discarica comunale di Fossacesia (Ch) sita in località Dietro Cimitero”, scheda ARTA CH231801. L’area è compresa nell’anagrafe dei siti a rischio potenziale di cui all’art. 2 della DGR n. 1529 del 27/12/2006. L’area indagata a seguito dell’indagine preliminare eseguita presenta valori di concentrazione superiori alle CSC (tabella 1 A allegato n. 5, parte Quarta Titolo V del D.Lgs. n. 152/2006) nel campione d’acqua **C1S1P1** per i seguenti analiti: Manganese, Ferro, Cromo totale, Nitriti, Solfati. La redazione del “piano” segue la procedura indicata dai commi 3 e 4 dell’art. 242 del D.Lgs n. 152/2006 e ss.mm.ii..

Il piano d’indagine descritto in precedenza illustra le fasi propedeutiche per acquisire le conoscenze necessarie a formulare un modello concettuale definitivo (MCD) del sito indagato. La conoscenza del MCD è fondamentale per l’esecuzione dell’**AdR** sito specifica. Essa, permette la stima delle concentrazioni ammissibili nelle sorgenti (acqua, aria, terreno) con il livello di rischio accettabile per il recettore esposto, sia esso matrice ambientale/uomo. Nel caso specifico si è individuato come recettore del potenziale inquinamento la matrice ambientale acqua superficiale. L’analisi di rischio sarà effettuata solo per la porzione NE dell’area di discarica, dove si sono riscontrati superamenti delle CSC. I contaminanti indice su cui effettuare l’analisi di rischio sono: Manganese, Ferro, Cromo totale. Si ricorda che gli analiti Ferro e Manganese sono presenti sia nella matrice del rifiuto sia nella matrice delle unità geologiche. Inoltre i superamenti riscontrati (Manganese, Ferro, Cromo totale, Nitriti, Solfati) durante la fase preliminare sono legati sia a condizioni geologiche locali (bassa portata della falda rilevata, spessore d’insaturo limitato, presenza degli stessi elementi nella matrice geologica) sia alla metodica di campionamento (elevata torbidità, assenza di filtrazione). L’ **AdR** sarà realizzata seguendo la procedura RBCA derivata dall’ASTM (1995, 1998), utilizzando un’analisi di secondo livello sui tre previsti dalla procedura. I programmi utilizzati per calcolare il livello di rischio accettabile per il recettore esposto sono: Rome ver. 2.1; Giuditta ver. 3.1; Risc.

Il tecnico, incaricato resta a disposizione per tutti i dovuti chiarimenti e integrazioni.

Pennadomo, lì Dicembre 2012

Il tecnico

dott. geol. Gianluca Giovannelli

Allegati

Bibliografia

APAT, 2006. Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati 43/2006.

APAT, 2005. Criteri metodologici per l'analisi assoluta di rischio alle discariche. Rev 0, Giugno 2005.

APAT, 2006. Criteri metodologici per l'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati. Rev 1, Luglio 2006.

Di Bucci, Follador U. (1973). Paleogeografia del Pliocene e del Pleistocene dell'Italia centro-meridionale, versante adriatico. Boll. Soc. Geol. It., 112, 199-217.

DLgs. 3 Aprile 2006 n.152 e ss.mm.ii..

R. Casnedi, U. Crescenti. Evoluzione dell'avanfossa meridionale nel Plio-Pleistocene, sulla base di dati di sottosuolo. Mem. Soc. Geol. It. 24 (1982), 243-260, 10 ff..

Uberto Crescenti, (1966b). Osservazioni sulla stratigrafia dell'Appennino meridionale alla luce delle recenti ricerche micropaleontologiche. Boll. Soc. Geol. It., 85 (2) : 541-579, 3 fig., Roma.

Mem. Soc. Geol. It., 24 (1982), 243-260, 10 ff.. Memoria dei soci Raffaele Casnedi, Uberto Crescenti e Mauro Tonna. EVOLUZIONE DELL'AVANFOSSA MERIDIONALE NEL PLIO-PLEISTOCENE, SULLA BASE DI DATI DEL SOTTOSUOLO.

REGIONE ABRUZZO, 1999 b. Perimetrazione delle aree soggette a rischio idrogeologico nell'ambito dei bacini idrografici regionali della Regione Abruzzo (DL 180/98 e s.m.i.). Regione Abruzzo, Settore Lavori Pubblici e Politica della Casa, Servizio Difesa e Tutela del Suolo & Università G. d'Annunzio Chieti, Dipartimento di Scienze della Terra. Volume L'Aquila, volumi Chieti 1 e 2, volume Pescara, volumi Teramo 1 e 2.

Sanna Mauro, 2007. La normativa essenziale di tutela ambientale. EPC libri, II edizione Maggio 2007.

VEZZANI L. & GHISETTI F., 1998. Carta Geologica dell'Abruzzo. Collaborazione di A. Bigozzi, U. Follador e R. Casnedi. S.EL.CA. Firenze, due fogli scala 1:100.000.

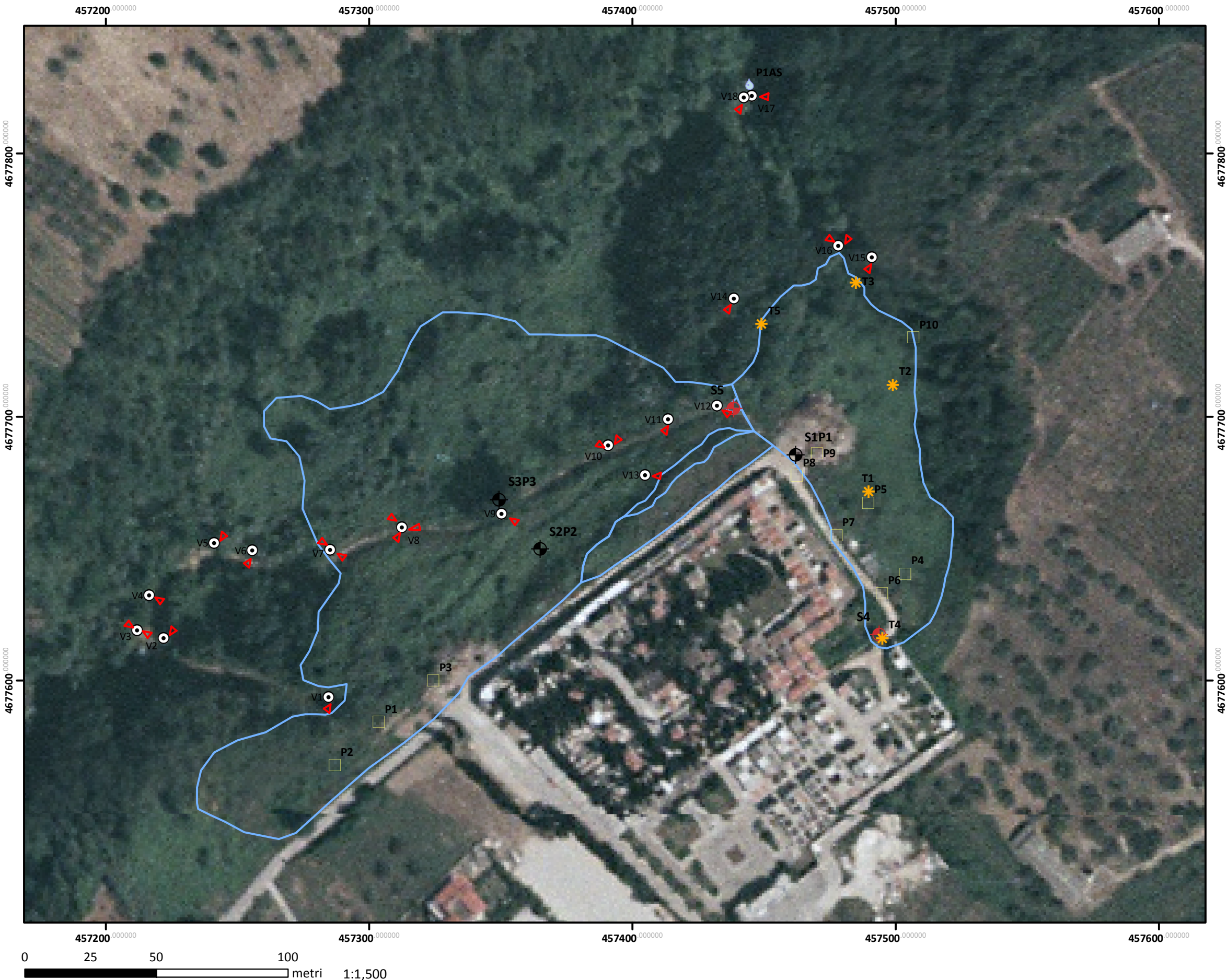
Allegato 1

Corografia & Vincoli





Allegato 2

Ubicazione Indagini




Legenda


*Microtremore Pdc_Wgs8433N*




Acque_Superciiali_Wgs_8433N




Trincee_Wgs84_33N




Sondaggi_PdC_Wgs84_33N



Sondaggi_Indagine_Preliminare_Wgs84_33N



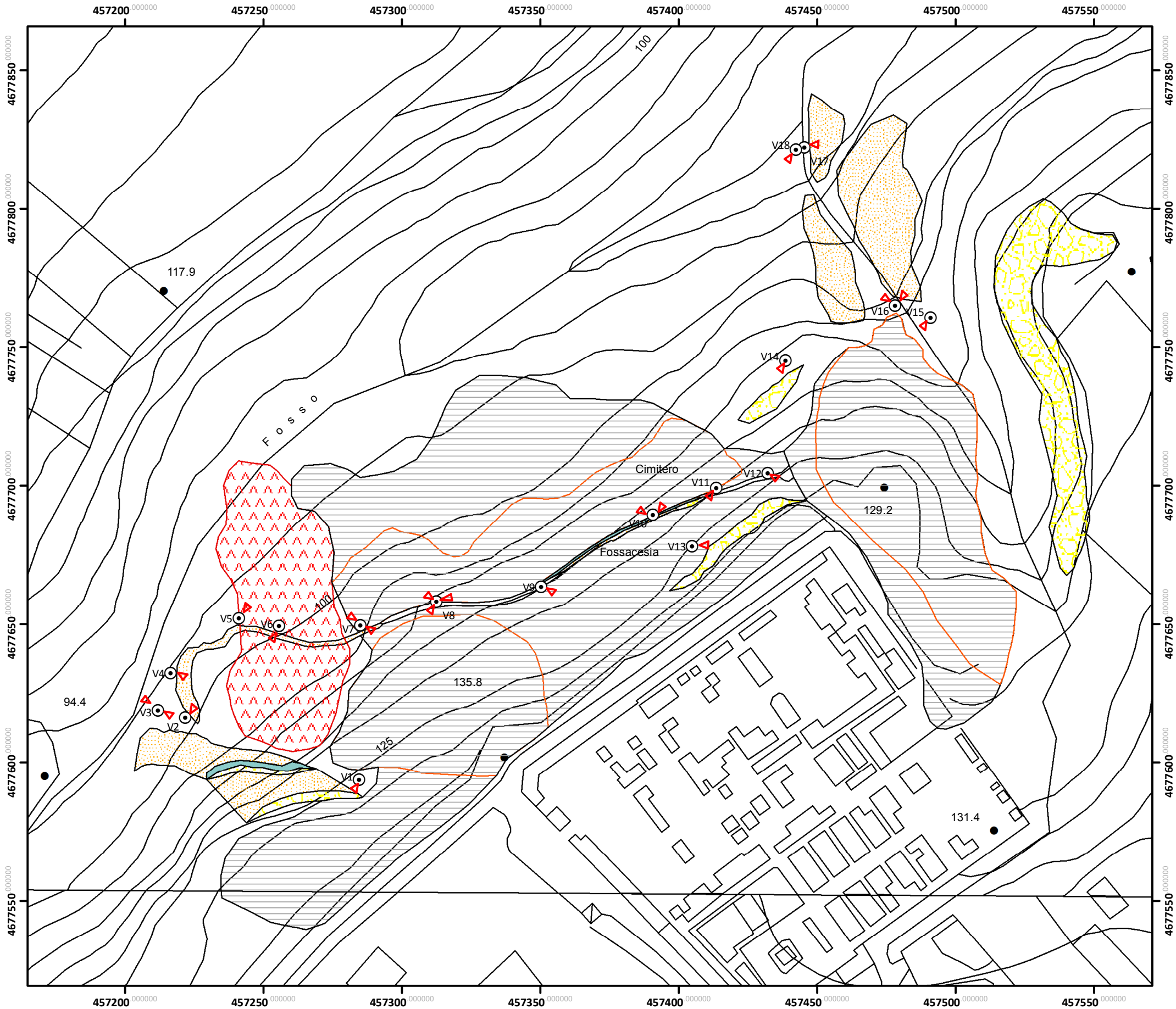
Superficie_Discarica



Foto

Allegato 3

Carta Geologica



Legenda

Foto

Geologia_Wgs84433N

Formazione

Arenarie & Sabbie

Cava

Frana

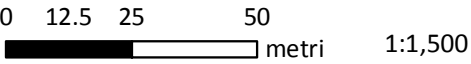
Ghiaie & Conglomerati

Limi

Limi e Ghiaie

Rifiuto

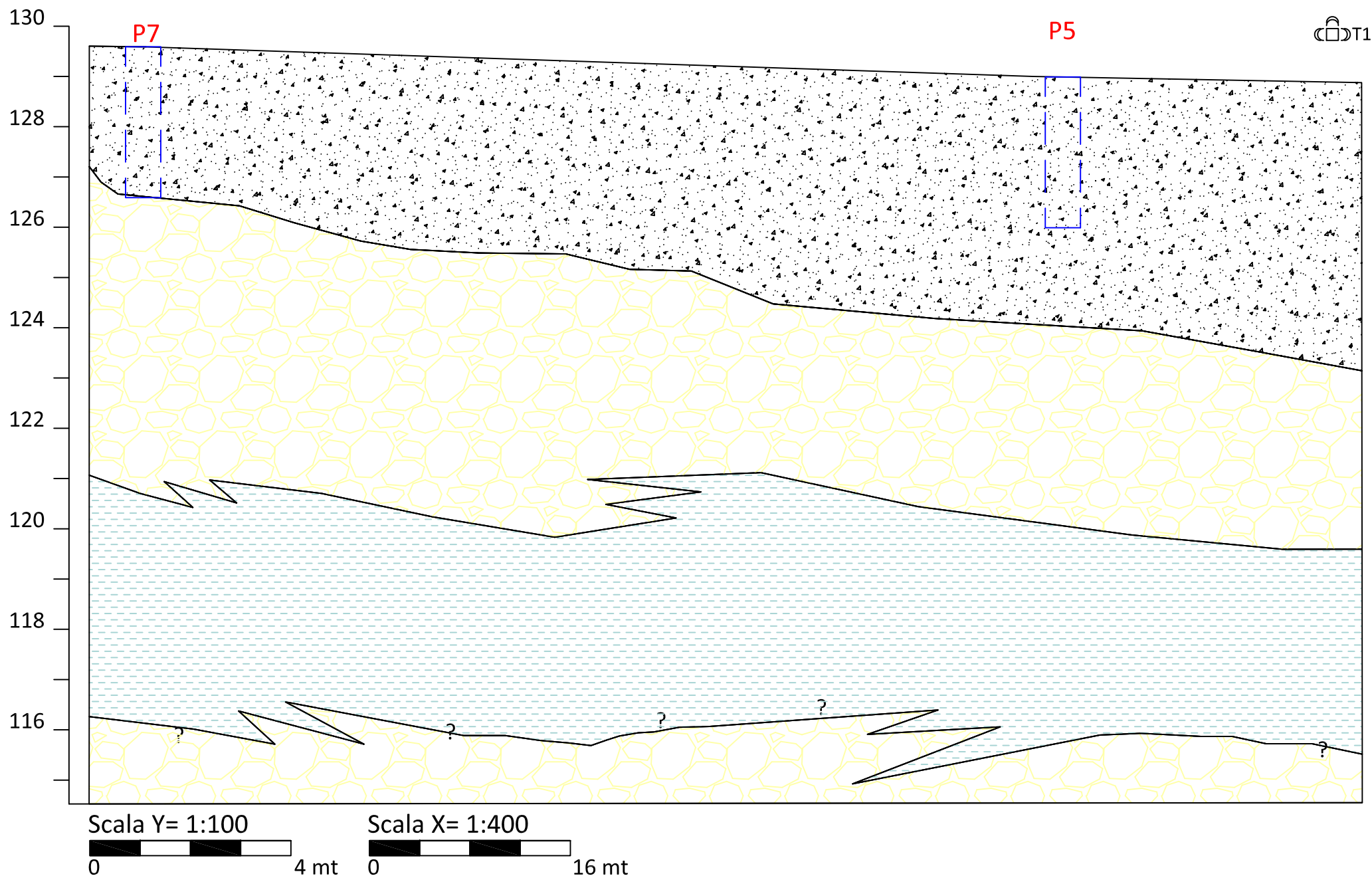
Rifiuto>5mt



O-SO

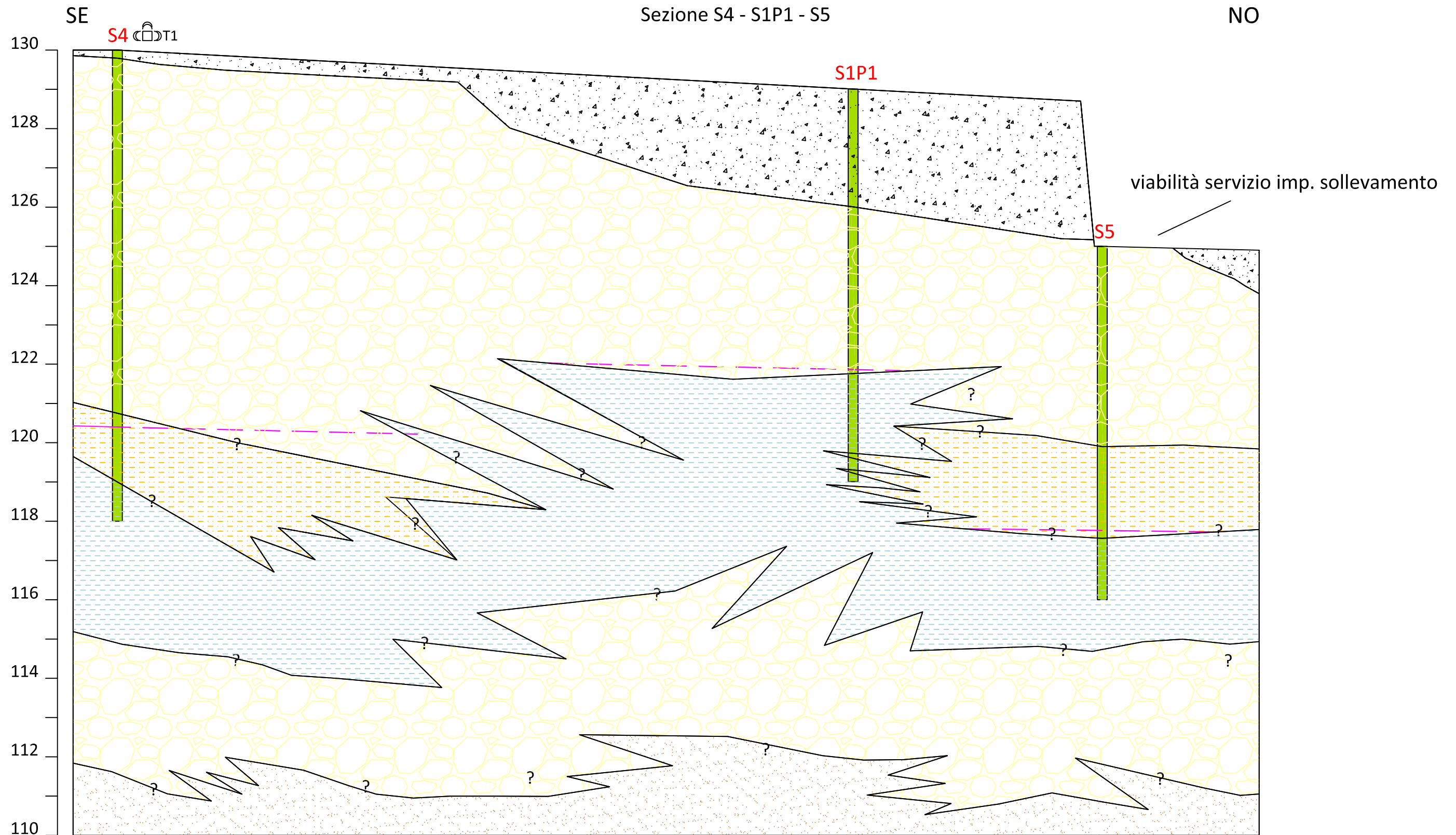
ALLEGATO 4
Sezione Geologica
Sezione P7 - P5 - T1

E-NE



ALLEGATO 4
Sezione Geologica

Sezione S4 - S1P1 - S5



Scala Y= 1:100



Scala X= 1:400



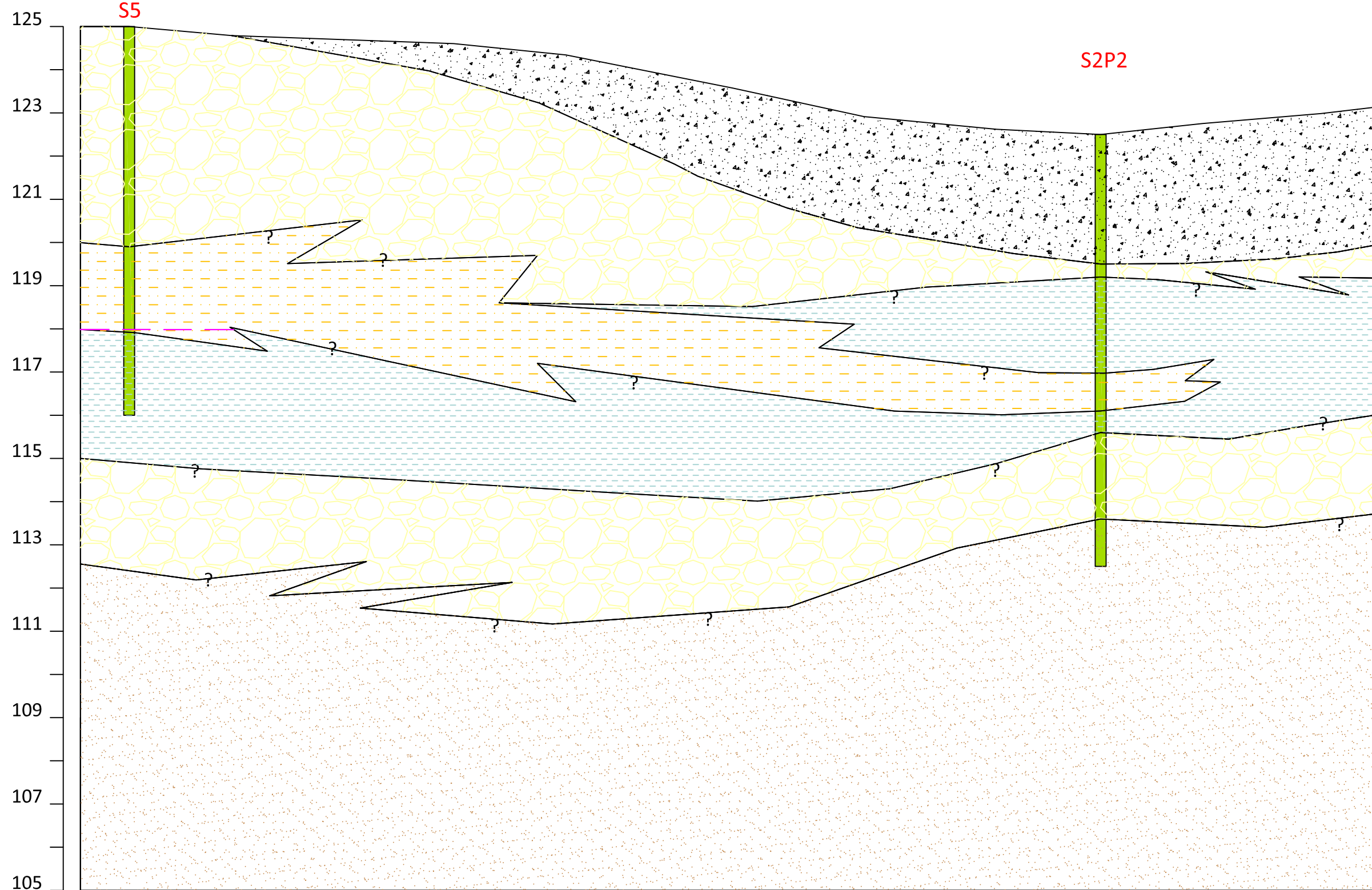
ALLEGATO 4

Sezione Geologica

E-NE

Sezione S5 - S2P2

O-SO



Scala Y= 1:100



Scala X= 1:400



Legenda Sezioni Geologiche

Serie Continentale



Unità "**riporto antropico/materiale discarica**"
(Olocene)



Unità "**B - ghiaie e conglomerati**": Intervallo costituito da conglomerati e/o ghiaie calcaree eterometriche ed eteromorfe talora ciottolame in matrice sabbiosa e limosa rossastra.
(Pleistocene inf.- Calabriano)



Unità "**B - sabbie**": Intervallo costituito da sabbie fini debolmente e/o limose.
(Pleistocene inf. - Calabriano)



Unità "**B - argille grigio-verdognole**": Intervallo costituito da argille-limose e/o limi-argillosi grigio-azzurri e verdognoli.
(Pleistocene inf. - Calabriano)



Unità "**A - sabbie arenarie e conglomerati**": Intervallo costituito da sabbie fini ed arenarie, conglomerati calcarei in matrice avano-nocciola nella porzione sommitale.
(Pleistocene inf. - Calabriano)

Simbologia



Ubicazione sondaggio geognostico.



Traccia falda freatica.



Misura rumore ambientale.



Traccia pozzetto esplorativo.

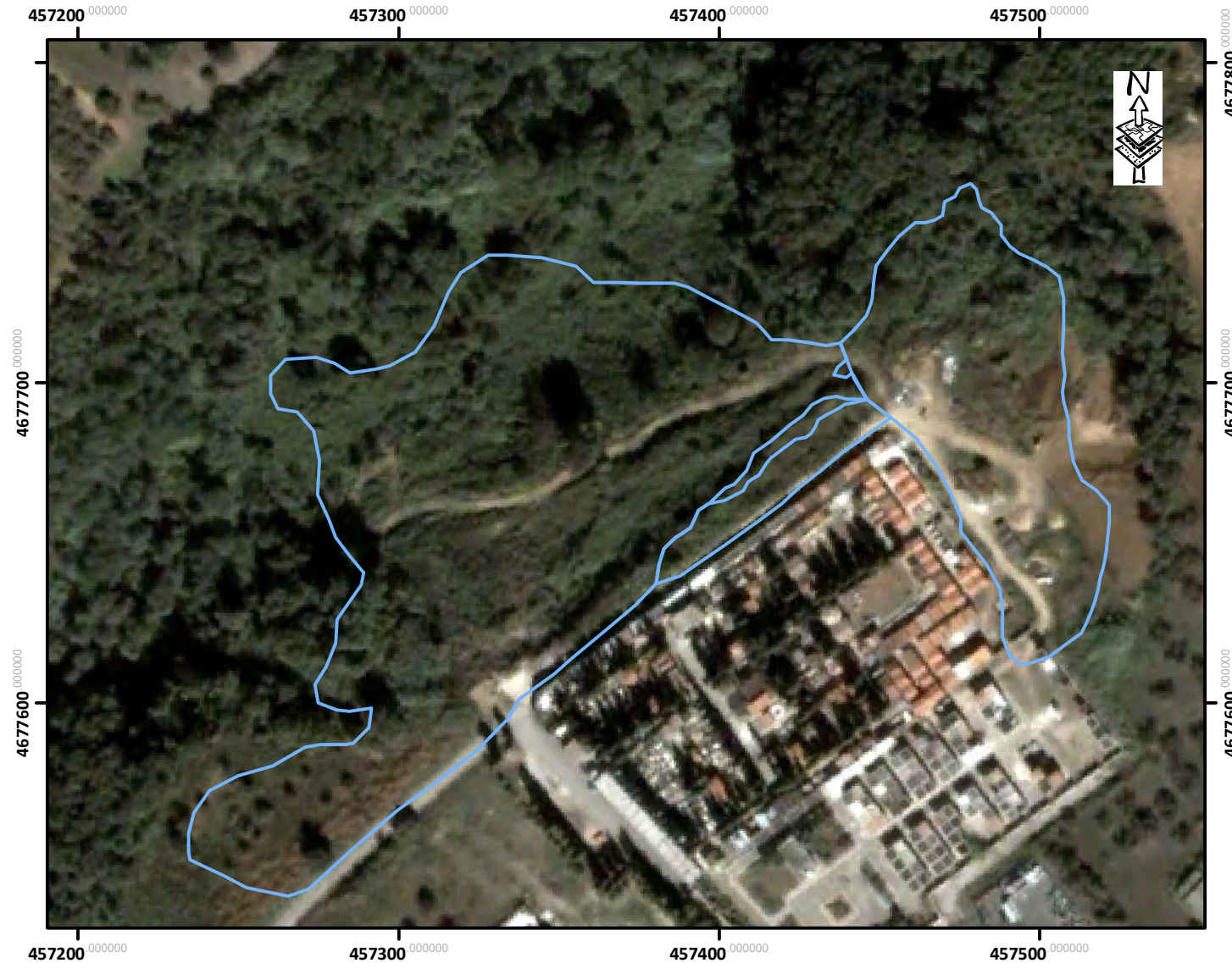
ALLEGATO 5

STRATIGRAFIE DI SONDAGGIO

C2S4

Allegato 6

Evoluzione Area Discarica (2003)



Legenda

Superficie Discarica

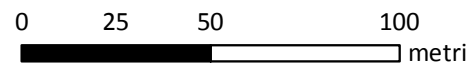
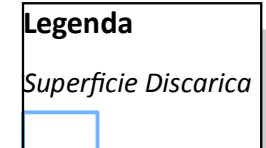
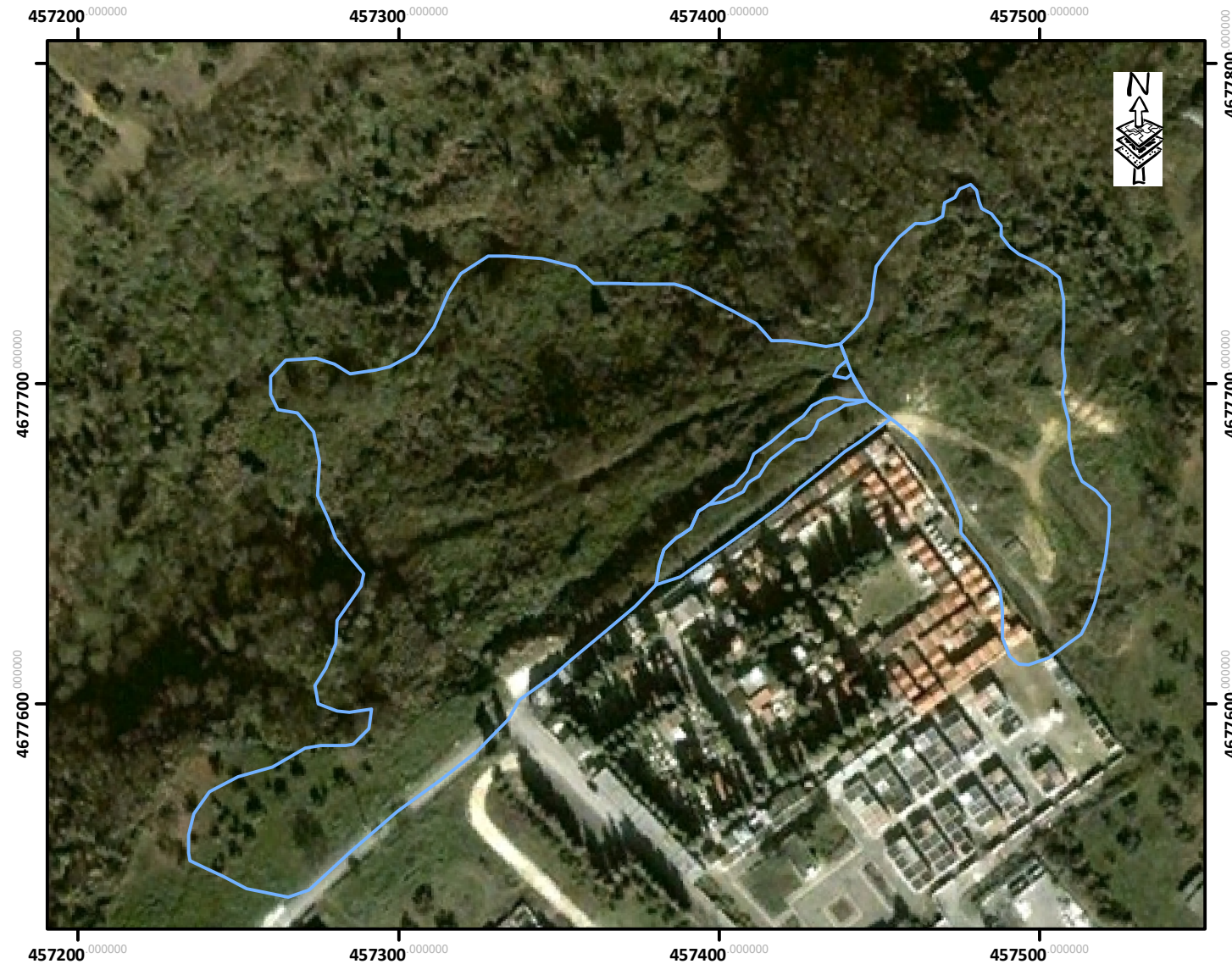


0 25 50 100
metri

1:2,000

Allegato 6

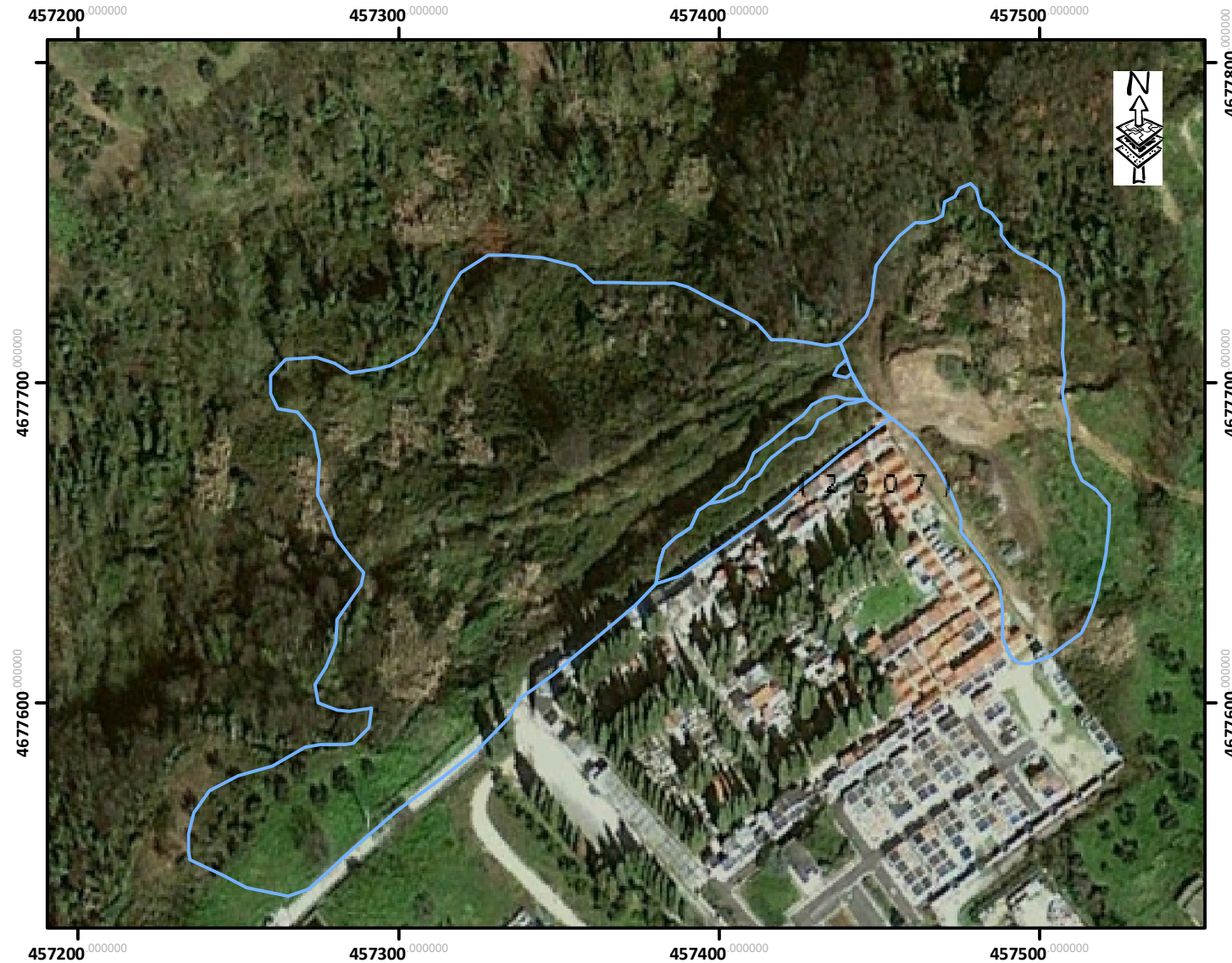
Evoluzione Area Discarica (2007)



1:2,000

Allegato 6

Evoluzione Area Discarica (2009)



Legenda

Superficie Discarica

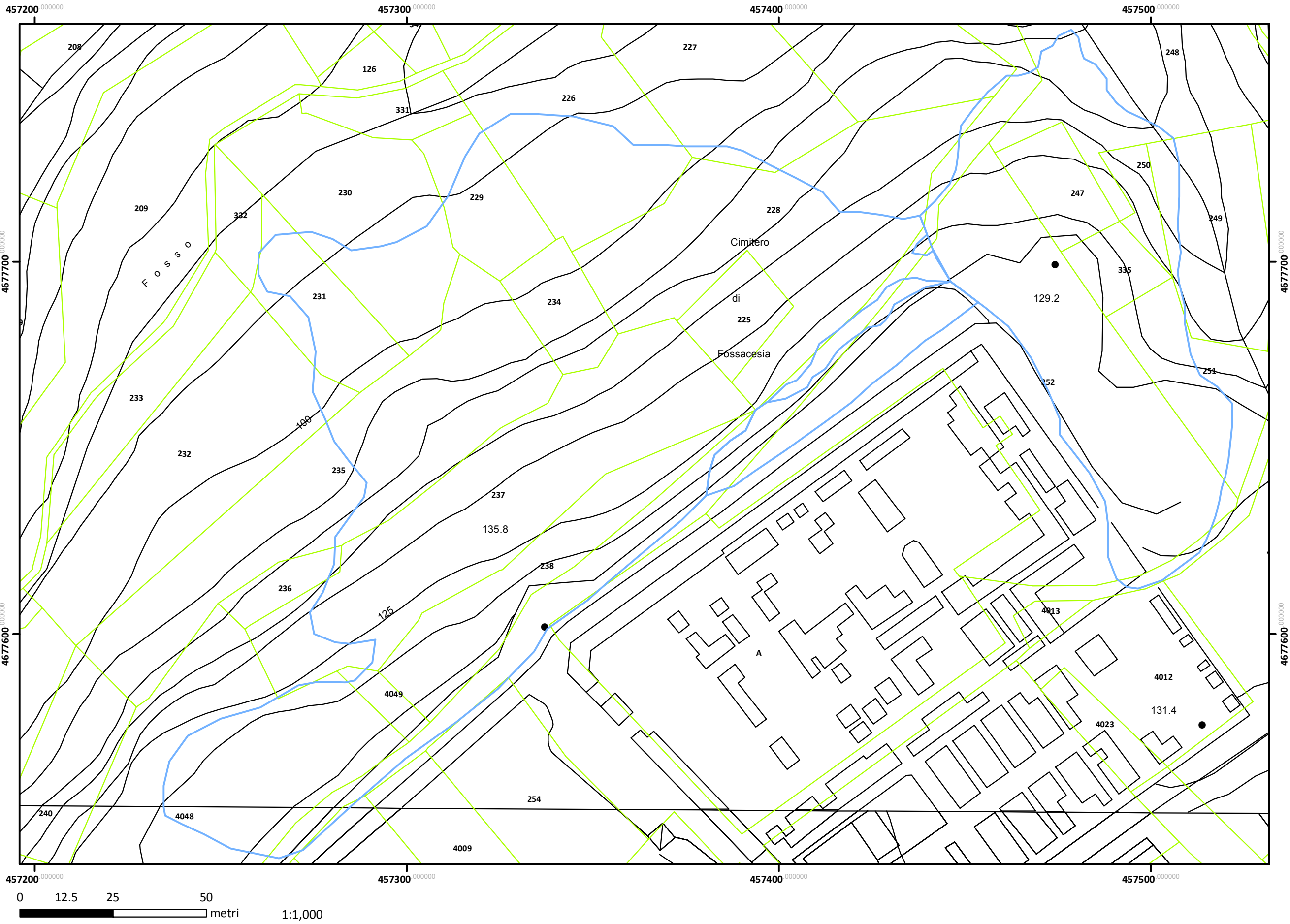


0 25 50 100
metri

1:2,000

Allegato 7

Particelle Impattate

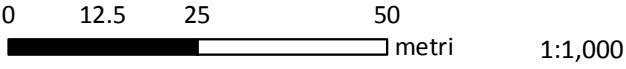


Legenda

Superficie Discarica

Prg_Fossacesia_Wgs84

Particelle



ALLEGATO 8 MISURE GEOFISICHE

FOSSACESIA, DIETRO CIMITERO T1

Strumento: TEP-0122/01-10

Inizio registrazione: 17/03/12 16:52:49 Fine registrazione: 17/03/12 17:06:49

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h14'00".

Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 256 Hz

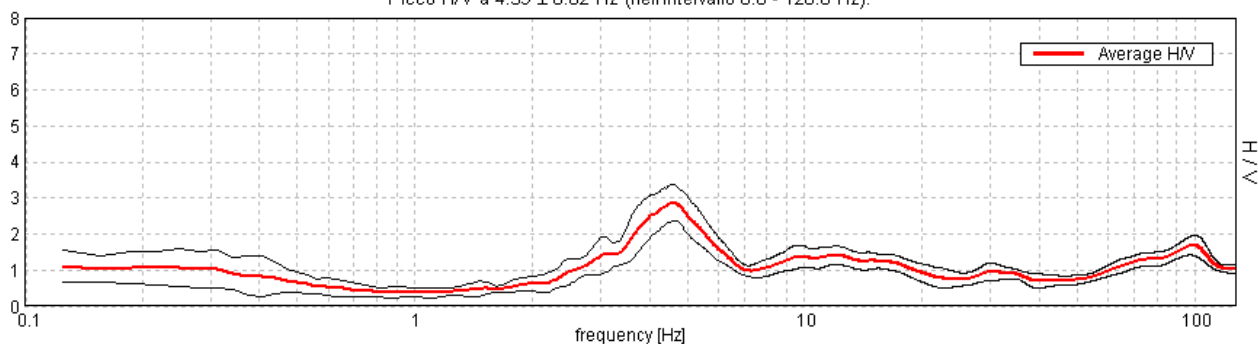
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

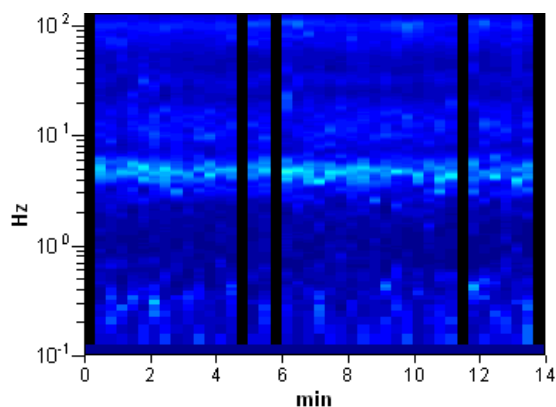
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

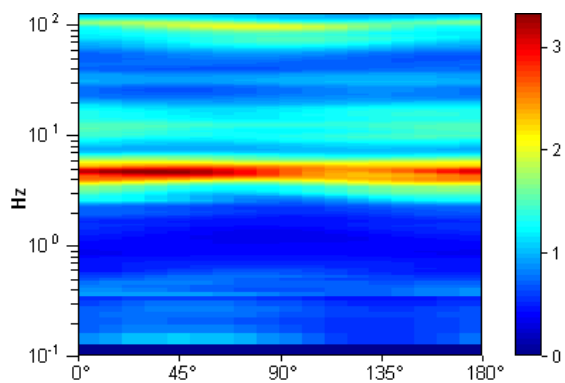
Picco H/V a 4.59 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).



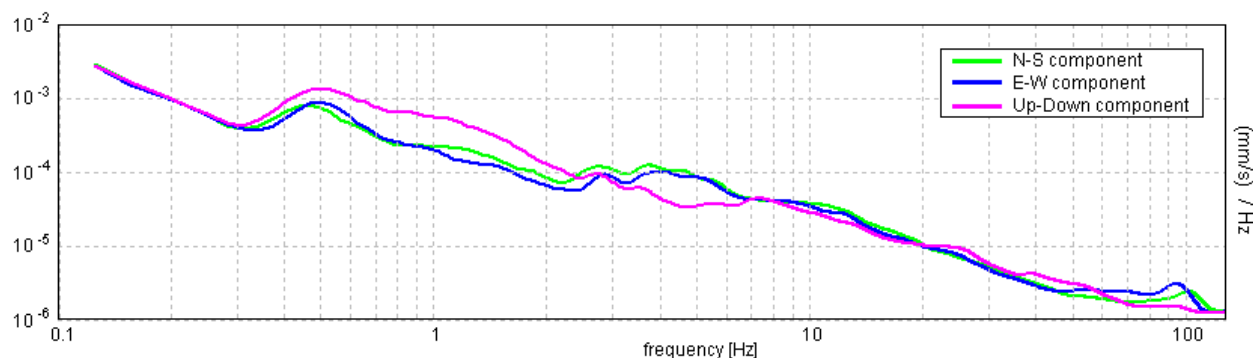
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



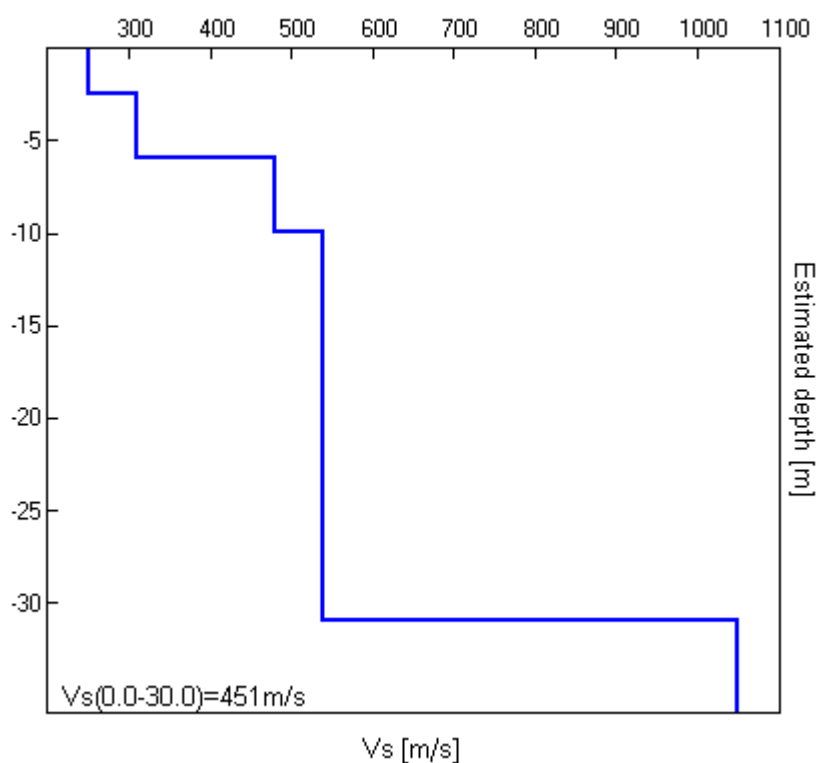
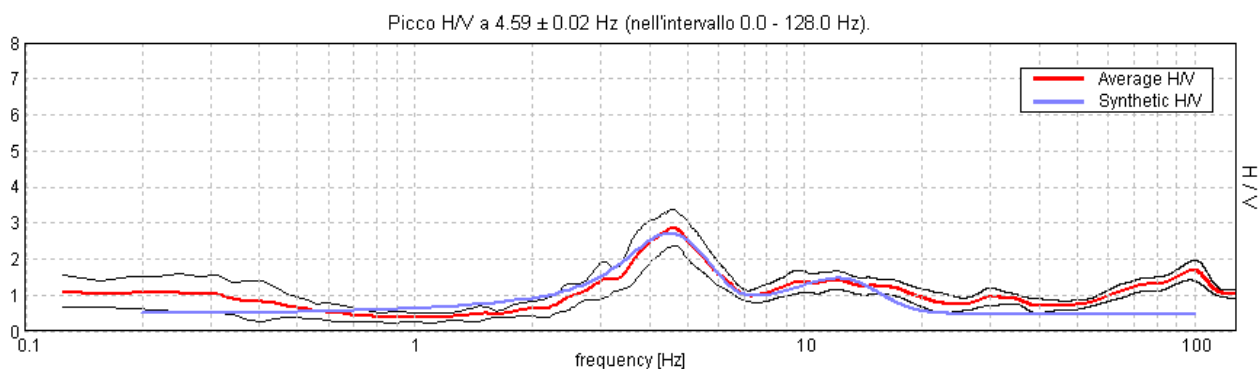
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Committente: "Amministrazione Comunale di Fossacesia (Ch)" – Dicembre 2012 –

"Rapporto Indagini PdC ai sensi art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. - Sito "Dietro Cimitero" scheda ARTA CH231801"

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità [T/m ³]
2.50	2.50	250	535	0.36	1.8
5.90	3.40	310	645	0.35	1.85
9.90	4.00	480	953	0.33	1.95
30.90	21.00	540	1050	0.32	2
inf.	inf.	1050	2001	0.31	2.1

Situazione stratigrafica 0 – 30 mt:

$V_s(0.0-30.0)=451\text{ m/s}$

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 4.59 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3399.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 222	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.281 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.87 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00251 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01155 < 0.22969$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2522 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FOSSACESIA DIETRO CIMITERO, T2

Strumento: TEP-0122/01-10

Inizio registrazione: 17/03/12 17:14:47 Fine registrazione: 17/03/12 17:26:47

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 256 Hz

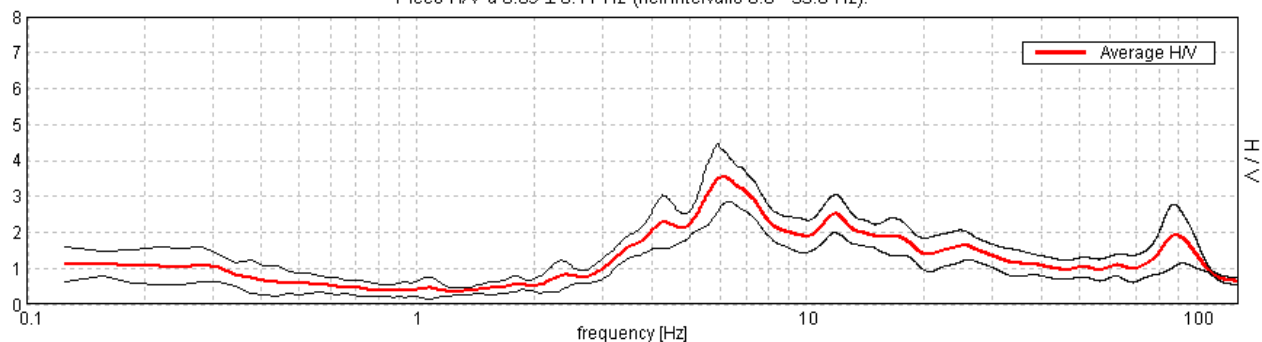
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

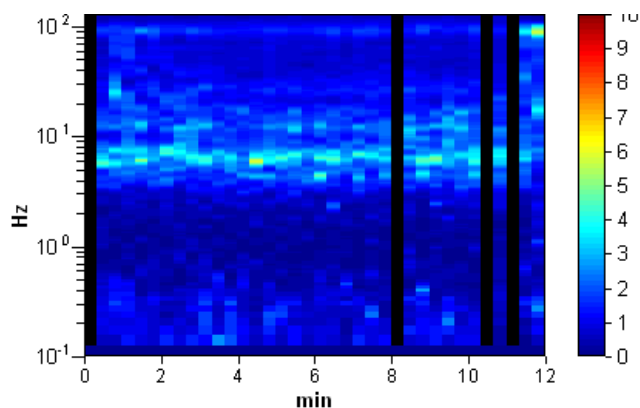
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

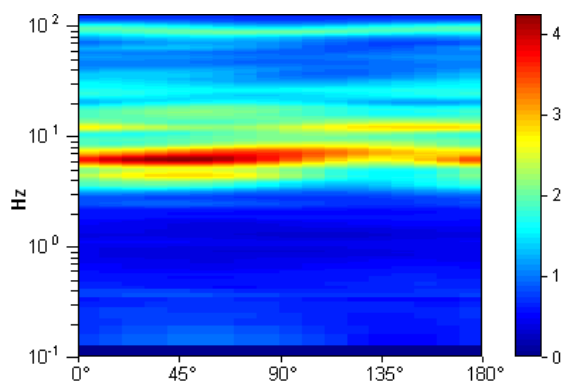
Picco H/V a 6.09 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).



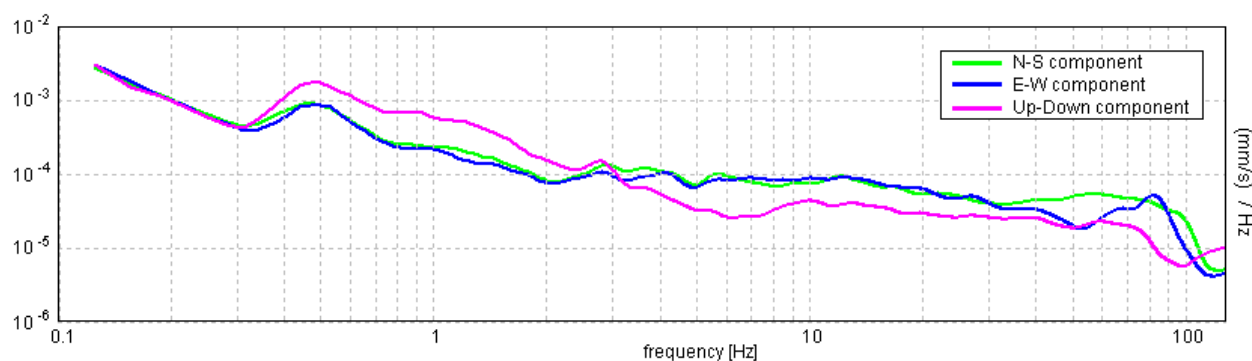
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



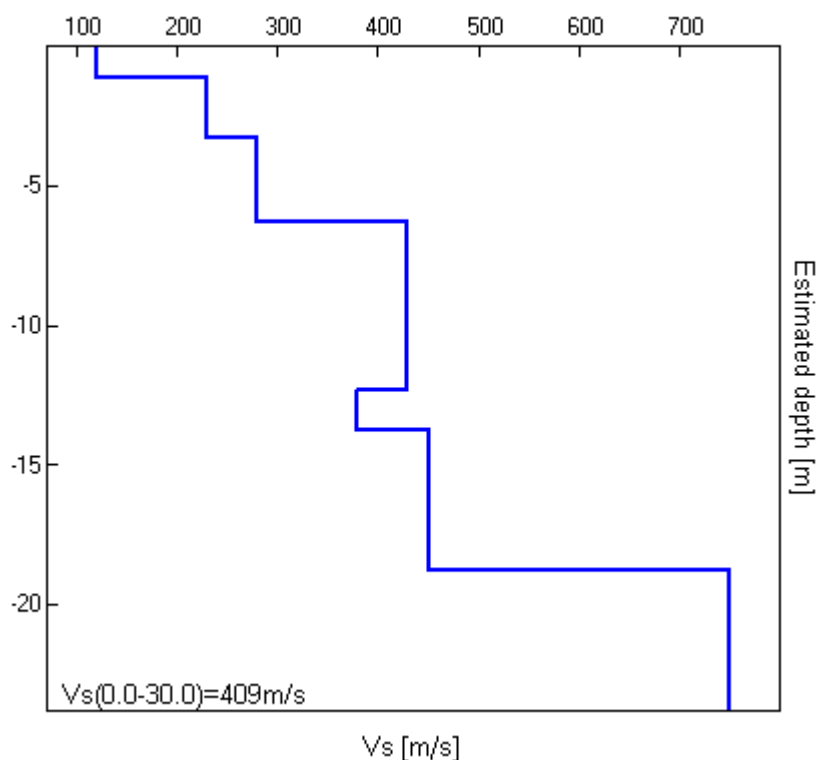
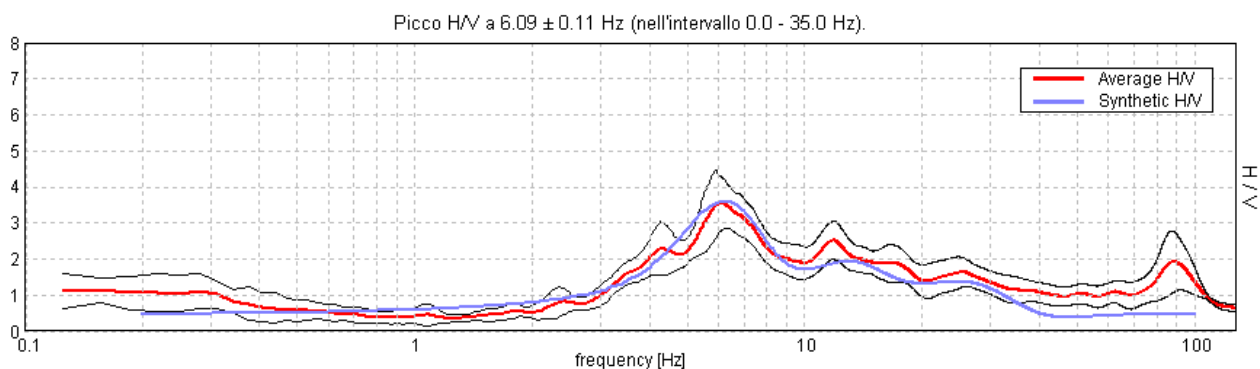
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Committente: "Amministrazione Comunale di Fossacesia (Ch)" – Dicembre 2012 –

"Rapporto Indagini PdC ai sensi art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. - Sito "Dietro Cimitero" scheda ARTA CH231801"

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità [T/m ³]
1.10	1.10	120	264	0.37	1.7
3.30	2.20	230	479	0.35	1.8
6.30	3.00	280	583	0.35	1.9
12.30	6.00	430	854	0.33	2
13.80	1.50	380	791	0.35	1.9
18.80	5.00	450	893	0.33	2
inf.	inf.	750	1429	0.31	2.1

Situazione stratigrafica 0 – 30 mt:

Vs(0.0-30.0)=409 m/s

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 6.09 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.09 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3900.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 294	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.781 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	18.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.54 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00893 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0544 < 0.30469$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.365 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FOSSACESIA DIETRO CIMITERO, T3

Strumento: TEP-0122/01-10

Inizio registrazione: 17/03/12 17:37:50 Fine registrazione: 17/03/12 17:47:51

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h10'00".

Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 256 Hz

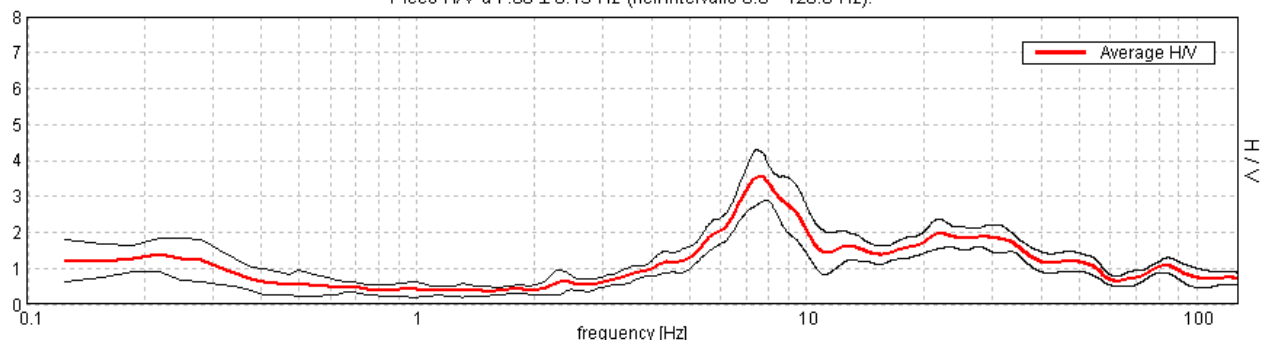
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

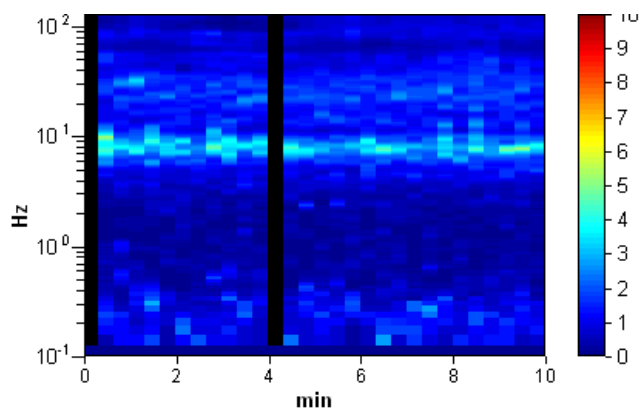
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

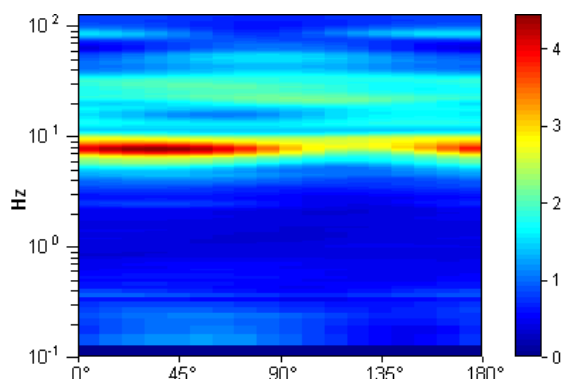
Picco H/V a 7.66 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).



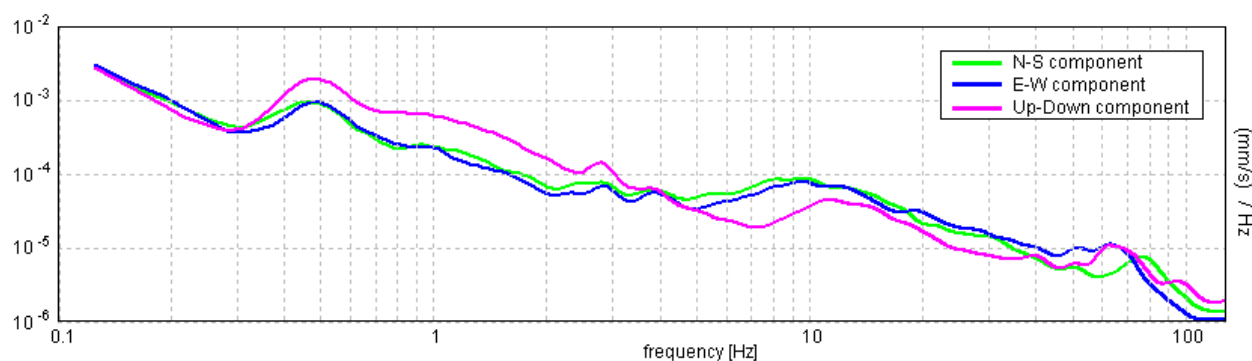
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



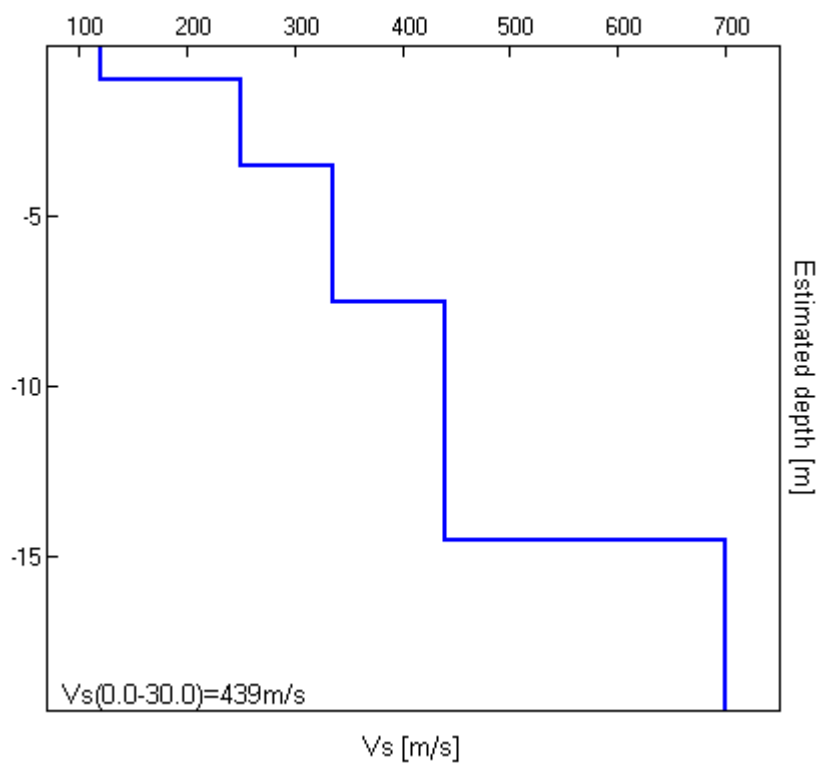
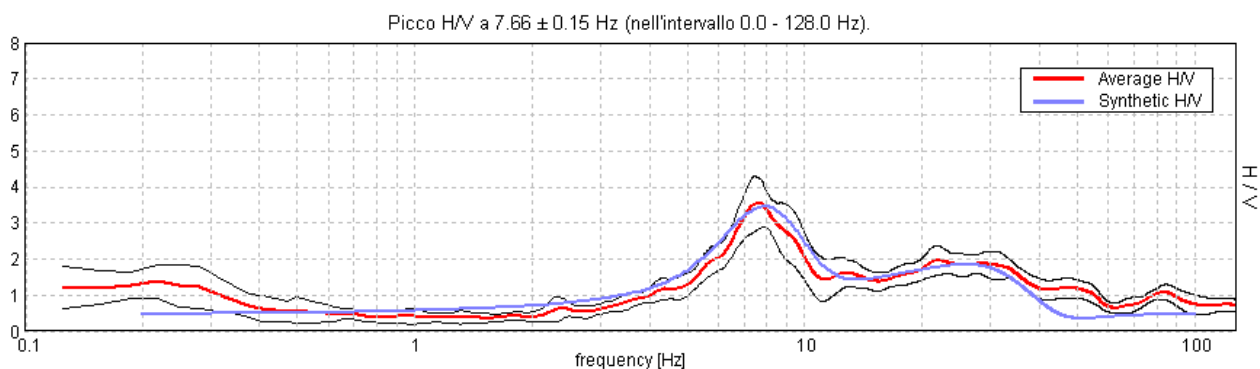
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Committente: "Amministrazione Comunale di Fossacesia (Ch)" – Dicembre 2012 –

"Rapporto Indagini PdC ai sensi art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. - Sito "Dietro Cimitero" scheda ARTA CH231801"

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità [T/m ³]
1.00	1.00	120	264	0.37	1.75
3.50	2.50	250	520	0.35	1.85
7.50	4.00	335	680	0.34	2
14.50	7.00	440	874	0.33	2
inf.	inf.	700	1334	0.31	2.15

Situazione stratigrafica 0 – 30 mt:

Vs(0.0-30.0)=439 m/s

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 7.66 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$7.66 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4287.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 368	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.5 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.55 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00914 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06998 < 0.38281$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3323 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FOSSACESIA DIETRO CIMITERO, T4

Strumento: TEP-0122/01-10

Inizio registrazione: 19/03/12 15:42:36 Fine registrazione: 19/03/12 16:00:37

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h18'00".

Analizzato 57% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 256 Hz

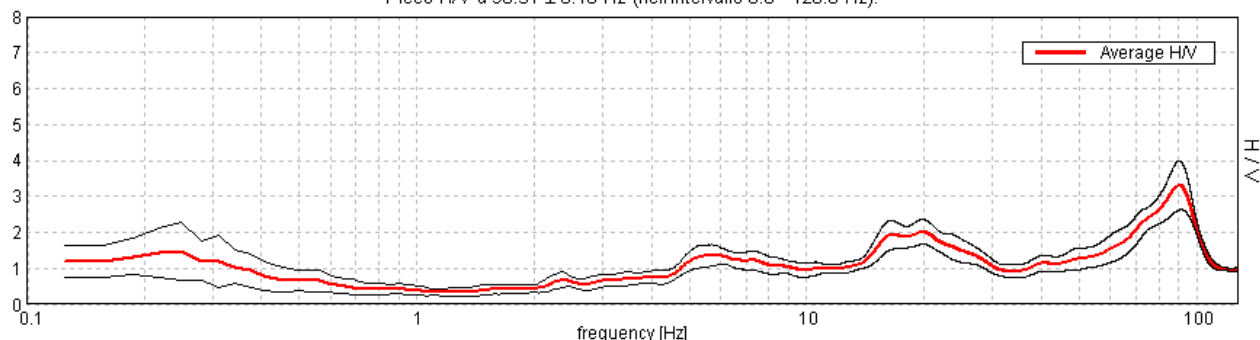
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

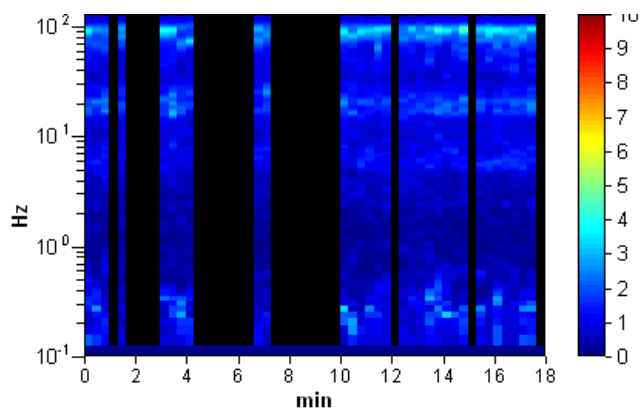
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

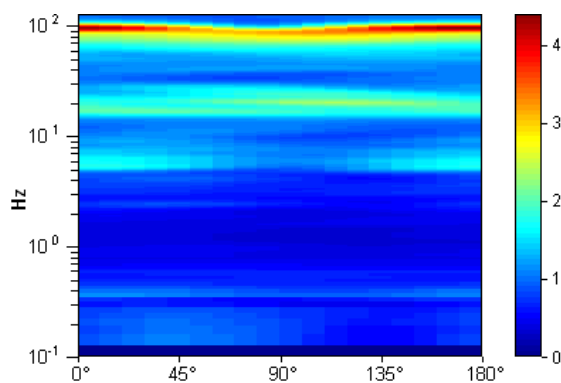
Picco H/V a 90.31 ± 0.18 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).



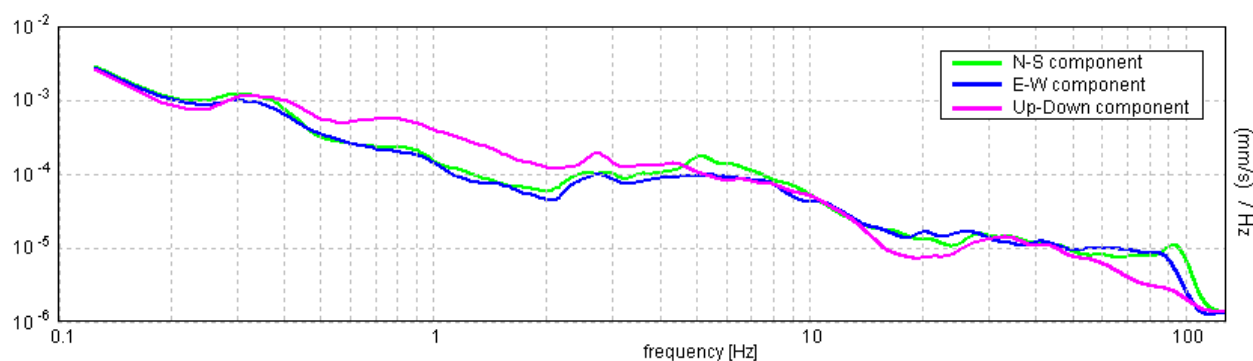
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



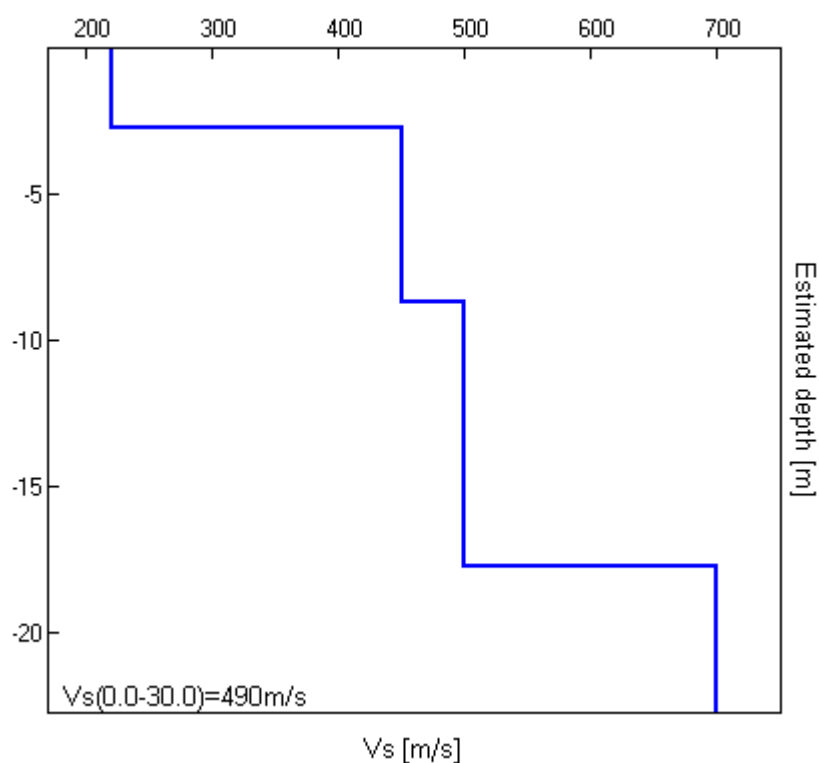
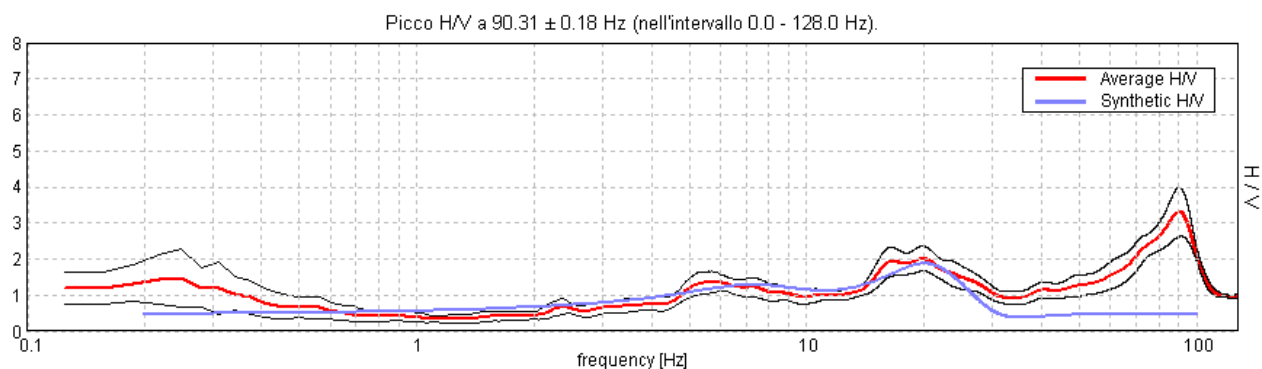
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Committente: "Amministrazione Comunale di Fossacesia (Ch)" – Dicembre 2012 –

"Rapporto Indagini PdC ai sensi art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. - Sito "Dietro Cimitero" scheda ARTA CH231801"

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità [T/m ³]
2.70	2.70	220	458	0.35	1.8
8.70	6.00	450	893	0.33	2.1
17.70	9.00	500	993	0.33	2.15
inf.	inf.	700	1310	0.30	2.2

Situazione stratigrafica 0 – 30 mt:

Vs(0.0-30.0)=490m/s

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 90.31 ± 0.18 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$90.31 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$55993.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 2652	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	62.844 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	103.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.31 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00097 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08757 < 4.51563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3269 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FOSSACESIA DIETRO CIMITERO, T5

Strumento: TEP-0122/01-10

Inizio registrazione: 19/03/12 16:49:56 Fine registrazione: 19/03/12 16:59:56

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h10'00".

Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 256 Hz

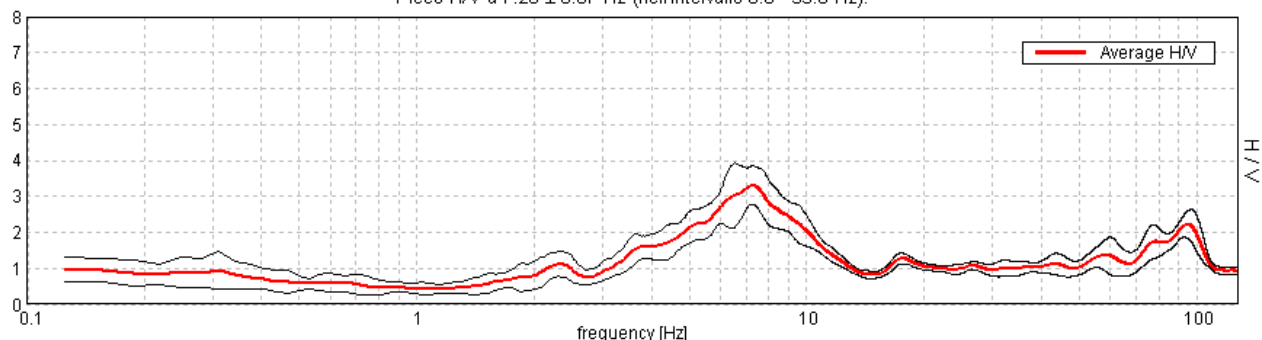
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

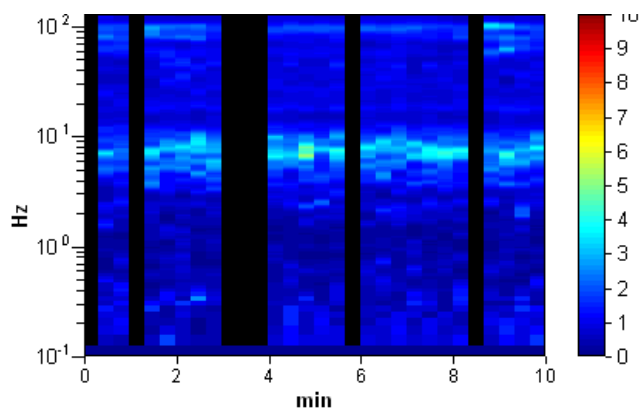
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

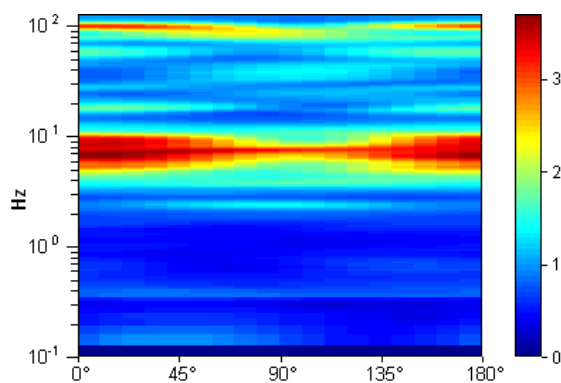
Picco H/V a 7.28 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).



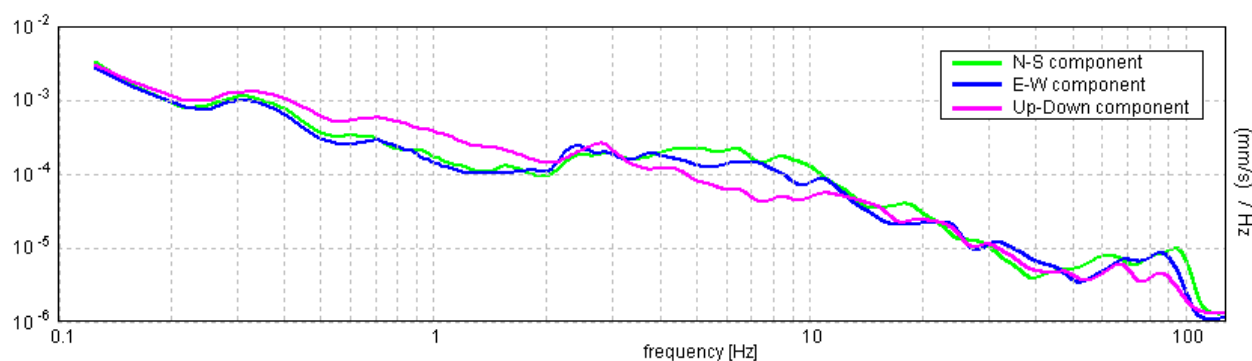
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



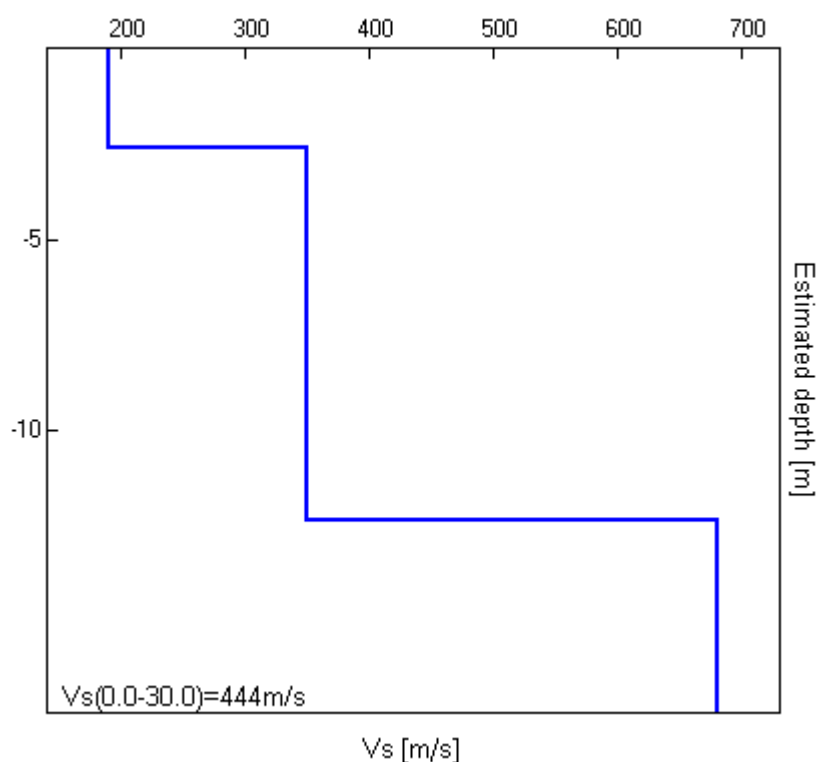
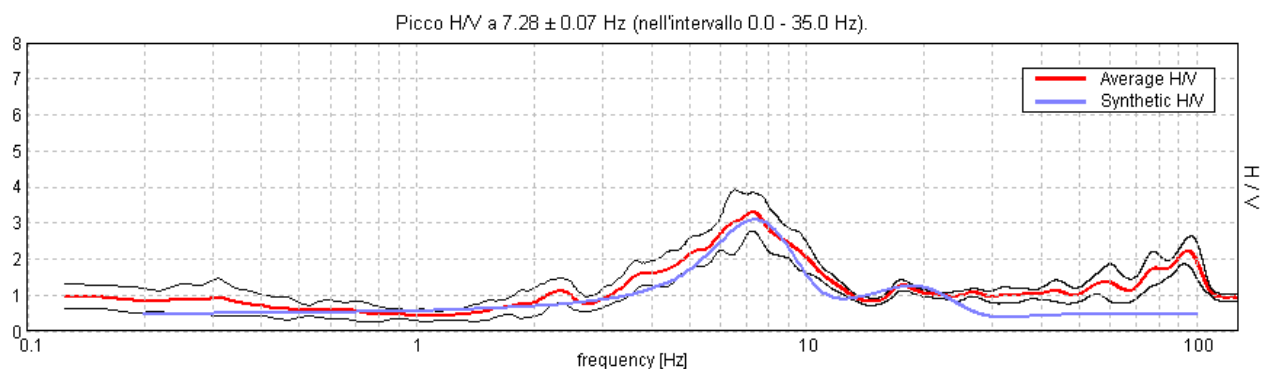
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Committente: "Amministrazione Comunale di Fossacesia (Ch)" – Dicembre 2012 –

"Rapporto Indagini PdC ai sensi art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. - Sito "Dietro Cimitero" scheda ARTA CH231801"

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità [T/m^3]
2.60	2.60	190	432	0.38	1.8
12.40	9.80	350	729	0.35	2
inf.	inf.	680	1296	0.31	2.1

Situazione stratigrafica 0 – 30 mt

$V_s(0.0-30.0)=444\text{m/s}$

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 7.28 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$7.28 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3349.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 350	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.31 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00476 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03464 < 0.36406$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2526 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

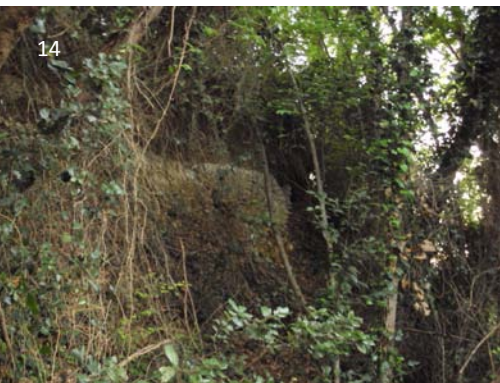
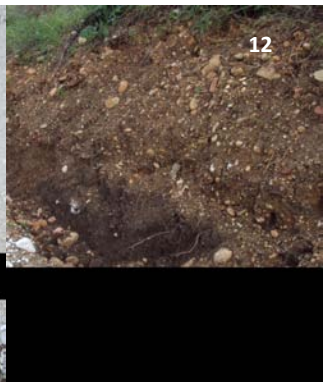
ALLEGATO 9
CERTIFICATI DI LABORATORIO

ALLEGATO 10 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



LEGENDA FOTO: A vista area NO; B vista area NE; C-D sondaggio S4; E-F sondaggio S5.







LEGENDA FOTO: 1-18 Foto relative al rilievo geologico dell'area di discarica così come indicato negli allegati n.2 e n.3.



LEGENDA FOTO: P1-P10 Foto relative alla realizzazione dei pozzetti esplorativi e relativi campionamenti così come indicato nell'allegato n.2; P1CAS-CS4 foto relative al campionamento punto P1AS e punto sondaggio S4.