



CONSORZIO di BONIFICA
in DESTRA del FIUME SELE

**MINICENTRALE
TUSCIANO - BOSCARIELLO**

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO	Relazione geologica-idrogeologica
D	

PROGETTAZIONE

Dott. ing. Vincenzo Napoli

**RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO**

Dott. ing. Francesco Marotta

Febbraio 2014

RELAZIONE GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA

Premesse

Il presente Progetto riguarda la realizzazione di una minicentrale idroelettrica da ubicare nel Comune di Eboli (SA), in località Boscariello, all'interno di un'area recintata di pertinenza del Consorzio di Bonifica in Destra del Fiume Sele.

La presente relazione geologica, finalizzata all'inquadramento territoriale (geologico, morfologico, idrogeologico, litotecnico e sismico) della zona di interesse, è ripresa dal Progetto *“Ristrutturazione della rete irrigua del Tusciano – Interconnessione Bacino del Sele”* – ammesso a finanziamento nel PSR Campania 2007 – 2013 - Misura 1.25 – Sottomisura 1 – con Decreto Dirigenziale Giunta Regionale Comparto n. 786 del 17.12.2013 (Dpto 52 – Dir. Gen. 6), che comprende anche l'area di imposta della minicentrale idroelettrica in esame.

RISTRUTTURAZIONE DELLA RETE IRRIGUA DEL TUSCIANO – INTERCONNESSIONE BACINO DEL SELE

Relazione geologica

Premesse

La presente relazione geologica è finalizzata all'inquadramento territoriale (geologico, morfologico, idrogeologico, litotecnico e sismico) dell'area ove è prevista la realizzazione delle opere di progetto.

Essa delinea i principali e peculiari caratteri del territorio a partire da un'ampia messe di dati disponibili acquisiti presso l'Amministrazione comunale di Battipaglia (stralcio del P.R.G., studio geologico per la microzonazione del territorio in prospettiva sismica, ampliamento Centro Culturale Bertoni in località Sant'Anna, Interporto di Battipaglia in zona ASI); da tali dati, e con specifico riferimento alle opere di progetto, è stato, infine, definito un programma di indagini dirette ed indirette, in sito e di laboratorio, le cui risultanze sono parte integrante della presente relazione.

Ulteriori fonti di dati ed informazioni costituenti un utile riferimento tecnico-scientifico sono rappresentate da:

- Monografia Comunale di Battipaglia (marzo 2011) del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale Destra Sele;
- "Geologia ed idrogeologia del settore della Piana del Sele compreso tra i Fiumi Tusciano e Sele (Campania)" [Budetta et al., 1994].

Inquadramento geologico generale

La Piana del Sele corrisponde ad una depressione strutturale costiera, di forma sub-triagonale ed estesa per circa 230 Km².

Essa ha rappresentato un'area subsidente, individuata forse già a partire dal Messiniano ed attiva per tutto il corso del Quaternario.

Dati di perforazioni profonde ed indagini geofisiche (AGIP, 1977) hanno mostrato che il substrato pre-quaternario è ribassato a più di 2000 m di profondità.

La particolare evoluzione strutturale ha permesso la sedimentazione di potenti successioni clastiche, continentali, transizionali e marine successivamente dislocate dalla tettonica e quindi sollevate lungo i bordi della Piana per centinaia di metri.

I depositi più antichi in facies continentale dell'intero settore sono rappresentati dai Conglomerati di Eboli.

Essi costituiscono potenti successioni clastiche (Pleistocene inf.) prevalentemente calcareo-dolomitiche connesse con l'anastomizzazione di antiche conoidi dei Monti Picentini.

Tali depositi affiorano nella parte settentrionale dell'area, nella zona di Eboli e Battipaglia, con spessori visibili di alcune centinaia di metri e caratteristiche litologiche variabili da punto a punto. Si presentano infatti talora come brecce ben cementate e spesso carnificate, talaltra come ghiaie piuttosto sciolte e con elevata matrice sabbiosa. Intervallati a più altezze stratigrafiche sono presenti poi livelli e lenti di argille, sabbie e paleosuoli.

Tali depositi sono chiaramente dislocati da processi tettonici come risulta dai dati di perforazioni profonde (200-300 m) effettuate molto vicino alle aree di affioramento dei conglomerati e che quasi mai hanno "intercettato" questa formazione.

Il Complesso di Persano include tutti i terreni in facies alluvionale e di transizione compresi tra i depositi clastici dei Conglomerati di Eboli del Pleistocene inferiore ed i depositi marini della più antica trasgressione eutirreniana (ca. 130.000 y.b.p.).

Gli affioramenti ed i dati di perforazioni profonde mostrano, per questi terreni, monotone alternanze di strati ghiaiosi ed argillosi della potenza di alcuni metri, che si spingono sino alla profondità di oltre 250 metri.

L'alternanza di ghiaie e di livelli argillosi sarebbe dovuta a momenti di alluvionamento della Piana con apporti ad alta energia, alternati a periodi di palustrinità propri di una zona molto prossima al livello del mare; il fatto che tali alternanze si

ripetano ciclicamente induce poi a ritenere che esse, probabilmente, siano legate ad oscillazioni di tipo glacioeustatico.

Il Complesso è estesamente presente in tutta l'area, ricoprendo a nord i Conglomerati di Eboli e verso sud ed est i rilievi flisciodi del substrato.

Verso nord tali terreni sono praticamente affioranti mentre altrove sono ricoperti da formazioni più recenti in accordo con un loro sostanziale ribassamento verso il centro della Piana (come per i Conglomerati di Eboli).

Il tetto della formazione è alquanto articolato a testimonianza di un suo coinvolgimento in processi tettonici.

Nel settore nord occidentale il Complesso di Persano sfuma in una serie di conoidi antiche (Conoidi antiche del Torrente Tenza) costituite da depositi alluvionali poligenici (ghiaie e conglomerati a matrice limoso-sabbiosa) in facies di conoide distale, poi profondamente reinciati e terrazzati dal F. Sele e dai suoi affluenti.

Lo spessore di questi conglomerati è di almeno 80 m ed anch'essi, come il Complesso di Persano, sono ribassati tettonicamente verso il centro della Piana.

In pratica, la conoide del Tenza si è sviluppata nello stesso periodo in cui si depositavano i terreni del Complesso di Persano (Pleistocene medio), ma in un settore molto più prossimo ai rilievi in erosione.

Affioranti estesamente in tutta la parte centrale dell'area e direttamente poggianti sul Complesso di Persano, si ritrovano depositi argilloso-torbosi dello spessore complessivo di circa 70-80 metri.

La presenza di molti strati di torba e la granulometria fine inducono a pensare ad un ambiente di bassa energia fluvio-palustre con passaggio al lagunare-salmastro, interessato in maniera limitata dagli apporti alluvionali del F. Sele e dalle ingressioni marine, ma allo stesso tempo molto prossimo al livello del mare.

Sui depositi argilloso-torbosi sopra descritti poggiano, lungo la fascia costiera, depositi sabbioso-argillosi che, verso il basso, presentano caratteri di eteropia con l'unità argilloso-torbosa a testimonianza di momenti trasgressivo-regressivi in ambiente transizionale.

L'unità ha uno spessore complessivo di circa 40-50 metri.

I principali dati di riferimento nell'analisi della circolazione idrica sotterranea sono certamente rappresentati dallo studio condotto dalla società Arlab per conto della CASMEZ (Progetto Speciale 29) ove vengono evidenziati:

- gli apporti sotterranei dai monti carbonatici da nord-est;
- l'assenza di fenomeni di ingressione marina;
- l'esistenza di due circuiti idrici sotterranei interconnessi, il più profondo dei quali caratterizzato, nella zona costiera, da acque "vecchie" intrappolate dai terreni superiori poco permeabili;
- valori medi della portata specifica dell'acquifero alluvionale di 3.7 m²/s.

L'acquifero principale della zona è rappresentato dal Complesso di Persano: la sua articolazione litologica porta le acque sotterranee a digitarsi e ad occupare gli orizzonti detritici più grossolani.

Ulteriori dati di carattere generale in ordine all'assetto litostratigrafico, morfologico ed idrogeologico del territorio comunale di Battipaglia sono derivabili dalle relazioni tematiche allegate all'aggiornamento del PSAI dell'AdB Destra Sele.

Nella tabella seguente si riportano le principali formazioni geologiche affioranti con la descrizione della litologia e del periodo geologico:

FORMAZIONE	DESCRIZIONE	PERIODO
Supersintema di Eboli	Conglomerati e ghiaie con matrice sabbioso limosa in banchi e strati con, a luoghi, livelli piroclastici	Pleistocene inf.
Sintema Monticelli	Limi e argille stratificati, con intercalazioni di sabbie fini. Ambiente lacustre	Pleistocene medio
Supersintema Battipaglia Persano	Sabbie e sabbie ghiaiose di spiaggia; sabbie e peliti alluvionali; limi e argille limose lagunari e lacuo-palustri	Pleistocene medio – Pleistocene sup.
Sintema Fasanara	Sabbie, ghiaie sabbiose e ghiaie in alternanza, con rare lenti siltose e limoso sabbiose. Ambiente fluviale	Pleistocene medio – Pleistocene sup.
Sintema Gromola	Sabbie grossolane e sabbie ghiaiose, spesso irregolarmente cementate; passanti in basso a sabbie medie e fini, talora con livelli pelitici. Ambiente di spiaggia sommersa e battigia (Cordone di Gromola Auct.). Spessore 15 m	Pleistocene sup.
Sintema Gromola	Sabbie limose colluviali bruno rossastre	Pleistocene sup.
Sintema Gromola	Argille azzurre e grigie, a luoghi includenti limi torbosi, torbe e sabbie ghiaiose. Ambienti di laguna, stagno e palude. Spessore massimo 15 m	Pleistocene sup.
Sintema Masseria Acqua Santa	Ghiaie e sabbie fluviali con intercalazioni pelitiche limno-palustri, vulcanoclastiche e fluviali	Pleistocene sup. – Olocene
Sintema Campolongo	Argille grigie e nerastre di laguna, passanti verso l'alto a limi, argille e sabbie torbosi, stagnali e palustri; a luoghi depositi da colmata di bonifica	Olocene inf. – Olocene sup.
Sintema Campolongo	Limi e sabbie colluviali	Olocene inf. – Olocene sup.
Sintema Campolongo	Sabbie, sabbie limose e limi, fluviali e fluvio palustri, talora sabbie ghiaiose	Olocene inf. – Olocene sup.
Sintema Campolongo	Sabbie eoliche medie e fini, passanti in basso a sabbie debolmente ghiaiose di spiaggia e spiaggia sommersa. Cordone di Laura Auct.	Olocene inf. – Olocene sup.

Sintema Campolongo	Sabbie eoliche medie e fini, passanti in basso a sabbie debolmente ghiaiose di spiaggia e spiaggia sommersa. Cordone di Sterpina Auct.	Olocene inf. – Olocene sup.
Sedimenti fluviali attuali e recenti	Ghiaie, sabbie, sabbie ghiaiose e/o limose, da sciolte ad addensate, di fondovalle fluviale	Olocene sup.
Sedimenti di spiaggia	Sabbie sciolte da medie a grossolane, localmente ghiaiose. Spiagge attuali	Olocene sup.
Depositi artificiali	Detriti e materiali di riporto e/o colmate di bonifica	Attuale

Dal punto di vista geomorfologico il territorio di Battipaglia è caratterizzato da due settori principali. Il primo corrisponde ai rilievi collinari caratterizzati da versanti collinari a sviluppo regolare con pendenze medie prossime al 25%; il secondo corrisponde, invece, alla zona di piana caratterizzata da potenti accumuli detritici sotto forma di conoidi alluvionali.

Si riportano di seguito i morfotipi rilevati nell'area comunale raggruppati per unità geomorfologiche.

UNITA' MORFOLOGICA	MORFOTIPO
UNITA' MORFOLOGICHE E FORME ASSOCIATE DI GENESI COMPLESSA	Crinale
	Glacis di accumulo
	Piana alluvionale
	Ripiano intermedio
	Superficie a debole pendenza
	Versante denudazionale
	Versante fluvio_denudazionale di bacino imbrifero collinare
FORME FLUVIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO	Conoide alluvionale
	Conoide detritico colluviale
	Forra o valle fluviale molto incisa
	Fossi e solchi di erosione
	Scarpata fluviale soggetta a scalzamento al piede per erosione laterale
	Talus detritico colluviale
	Terrazzo fluviale
	Valle torrentizia molto incisa
	Vallecola a fondo concavo
	Vallecola a fondo piatto
	Vallecola a V
	Zero Order Basin
FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE MARINA	Piana costiera
	Spiaggia
FORME ANTROPICHE	Alvei tombati e/o attraversamenti
	Cava_sbanamento
	Discarica_riporto
	Fassa di cava_sbanamento
	Fronte di cava_sbanamento
	Piazzale di cava_sbanamento
	Scarpata antropica
IDROGRAFIA	Alveo fluviale o torrentizio

La rete idrografica superficiale è dominata dalla presenza del bacino del F. Tusciano.

La rete idraulica è gerarchicamente non ancora ben organizzata, trattandosi di un corso condizionato da una ripresa erosiva molto recente; una breve osservazione del reticolo permette di localizzare le più importanti anomalie fuori dal comprensorio di

Battipaglia, nel confinante territorio di Olevano sul Tusciano, dove sono riscontrabili molteplici faglie quaternarie.

La franosità relativa alla porzione di territorio comunale ricadente nell'area di competenza dell'AdB Destra Sele è riconducibile prevalentemente a colate rapide di terra che coinvolgono i terreni di alterazione superficiale della formazione plio-pleistocenica dei conglomerati di Eboli.

Lungo i fianchi della forra del F. Tusciano, sebbene non siano stati individuati fenomeni di frana pregressi, non è possibile escludere, nei tratti a maggiore pendenza, crolli nei terreni conglomeratici o colate rapide di terra nella coltre di alterazione del substrato stesso.

Inquadramento geologico locale

Dal punto di vista litologico nell'area di interesse, come anche risulta dal Foglio n° 198 "Eboli" della Carta Geologica d'Italia redatta in scala originaria 1:100.000, affiorano in maniera pressoché esclusiva depositi sciolti recenti di colmatazione relativi a processi morfodinamici connessi o con la dinamica fluviale dei principali corsi d'acqua che dissecano la Piana o con i processi di origine continentale che hanno, in egual misura, apportato grandi quantitativi di sedimenti sino all'attuale configurazione del territorio. Unicamente in corrispondenza dei rilievi "Telegrafo" e "I Serroni", rispettivamente in sinistra ed in destra del F. Tusciano, e localizzati in corrispondenza circa dell'esistente traversa idraulica, affiorano le brecce plio-pleistoceniche costituite da ciottoli e pietrisco di natura calcareo-dolomitica, più o meno stratificate e da scarsamente a debolmente cementate.

Più in particolare, procedendo dalle aree interne verso le zone costiere si assiste ad un progressivo passaggio da termini francamente fluviali a sedimenti palustri e di colmata, ovvero, da un punto di vista granulometrico da terreni prevalentemente sabbioso-ciottolosi a sabbie, fino ad argille palustri e depositi torbosi di colmata di acque stagnanti (v. Tav. 1 f.t. – Carta litologica, in scala 1:10.000).

La suddetta situazione è rilevabile anche da una preliminare analisi delle stratigrafie di sondaggio disponibili attraverso le quali è possibile distinguere all'interno dell'area d'interesse, procedendo dalle aree interne verso le zone costiere, le seguenti facies dominanti:

- facies pedemontana (zona Castelluccio) costituita da depositi di ciottoli e di pietrisco, più o meno cementati, con uno spessore intorno ai 600 m, derivanti dalla disgregazione dei circostanti massicci mesozoici, con predominante colorazione biancastra, a volte di colore rossastro per alterazione siallitica (argillificazione);
- facies fluvio-lacustre in cui si distinguono due formazioni:
 - ✓ quella delle alluvioni terrazzate, che segue il corso del fiume Tusciano;
 - ✓ quella della formazione argilloso-sabbioso-ghiaiosa costituita da sedimenti argilloso-limosi, non costipati, ed elementi a granulometria molto fine con locali alternanze di straterelli più limosi.

Spesso si notano piroclastiti sciolte a granulometria sottile o media che hanno subito fenomeni di argillificazione (più o meno spinti a seconda dell'età), per effetto delle acque di dilavamento.

All'interno di questa formazione, a luoghi predomina l'uno o l'altro tipo litologico.

- facies lagunare nella quale si distinguono terreni palustri, lagunari e di colmata di bonifica (limi e terre nere);
- facies litorale costituita da sabbie marine monogranulari e, verso l'interno, da cordoni di dune più o meno cementati.

E' oltremodo difficile stabilire le variazioni laterali tra le formazioni sopra descritte, essendo tali passaggi gradualmente e non precisamente definibili.

Dal punto di vista idrogeologico questa porzione di territorio fa parte, come detto, della più vasta unità idrogeologica della Piana del Sele all'interno della quale non si registrano sostanziali differenze tra la circolazione idrica profonda (con più falde in pressione sovrapposte) e la circolazione idrica più superficiale a causa della frequente interdigitazione tra litotipi a diversa permeabilità che consente scambi idrici legati al fenomeno della drenanza.

In particolare, i terreni della zona presentano una porosità primaria medio-alta ed una permeabilità alta ad eccezione dei depositi argillosi e limosi che risultano praticamente impermeabili.

Inoltre, essendo la zona cinta a monte da massicci calcareo-dolomitici, la circolazione idrica profonda è abbondante e le acque vanno ad accumularsi nella pianura alluvionale dando luogo ad estesi bacini idrici sotterranei.

Nella zona, pertanto, si sono sviluppate più falde acquifere sovrapposte per la presenza di lenti argillose impermeabili intercalate fra alluvioni più grossolane.

La loro distribuzione nel sottosuolo però è irregolare, poiché irregolare è la stratificazione del materasso alluvionale.

Più dettagliatamente può dirsi che, con riferimento ai dati contenuti nel Piano di Tutela delle Acque, la superficie piezometrica media si stabilizza a quote mediamente comprese tra i 50 m s.l.m. (verso nord-ovest) ed i 30 m s.l.m. (verso sud-est).

Nei riguardi degli eventuali fenomeni di instabilità che possono interessare l'area del tracciato, ovvero il suo immediato intorno (inteso come ambito geomorfologico significativo), è opportuno sottolineare che le uniche aree censite sono quelle a pericolosità P1, P2 o P3 ubicate lungo le pendici di C.le Telegrafo e che la condotta idrica non interseca nessuna di tali aree, non rendendo necessario verificare, stimare e valutare la compatibilità del progetto con quanto previsto dalle Norme di Attuazione del

PSAI dell'Autorità di Bacino Destra Sele, aggiornate con delibera del Comitato Istituzionale n° 23 del 01/07/2010, anche se all'allegato E delle stesse Norme è espressamente detto che *"...lo studio di compatibilità geologica (necessario ai sensi dell'art. 42 delle citate N.A.) costituisce documentazione indispensabile ai fini autorizzativi e fa parte degli elaborati del progetto definitivo, integrando, nei contenuti, gli elaborati geologici redatti ai sensi delle N.T.C. di cui al D.M. 14/01/2008"*.

In tale ottica, la campagna di indagini espletata ed appresso specificata, finalizzata alla caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e sismica delle aree di intervento, è stata programmata anche con lo scopo di acquisire dati ed informazioni utili ad una valutazione della compatibilità.

Le indagini disponibili

Le indagini disponibili e finora acquisite sono quelle relative all'elenco in premessa.

Esse, come si evince dallo stralcio planimetrico (v. Tav. 2 f.t. – Planimetria con ubicazione delle indagini disponibili, in scala 1:10.000) allegato alla presente relazione, risultano essenzialmente concentrate nell'area urbana ed in quella industriale posta immediatamente a sud.

Trattasi prevalentemente di sondaggi geognostici (campitura verde) eventualmente attrezzati per l'esecuzione di prove sismiche in foro tipo Down-Hole (campitura magenta).

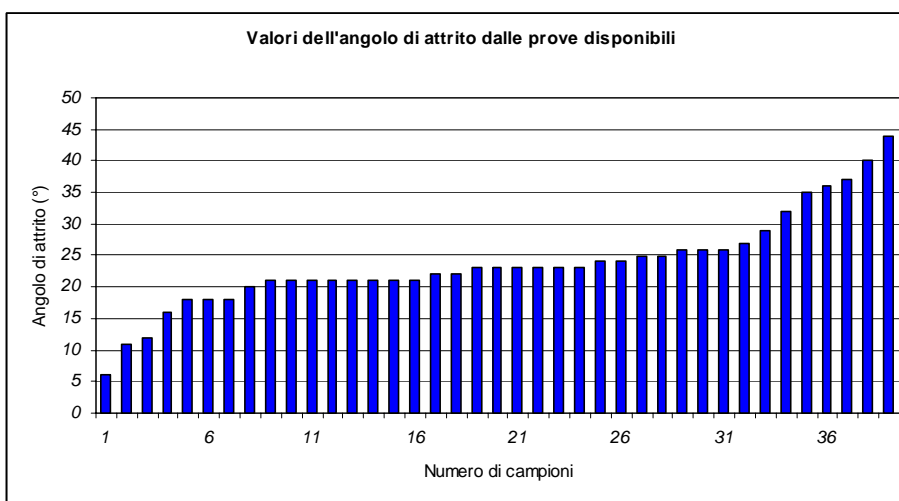
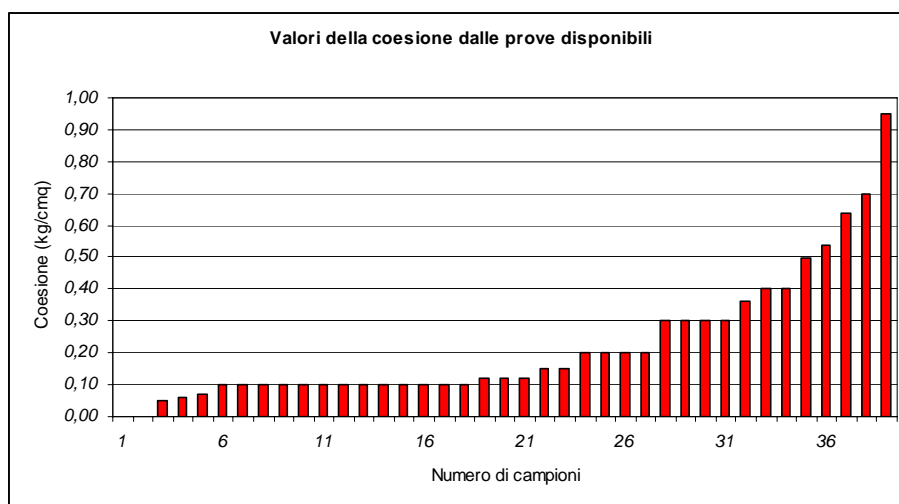
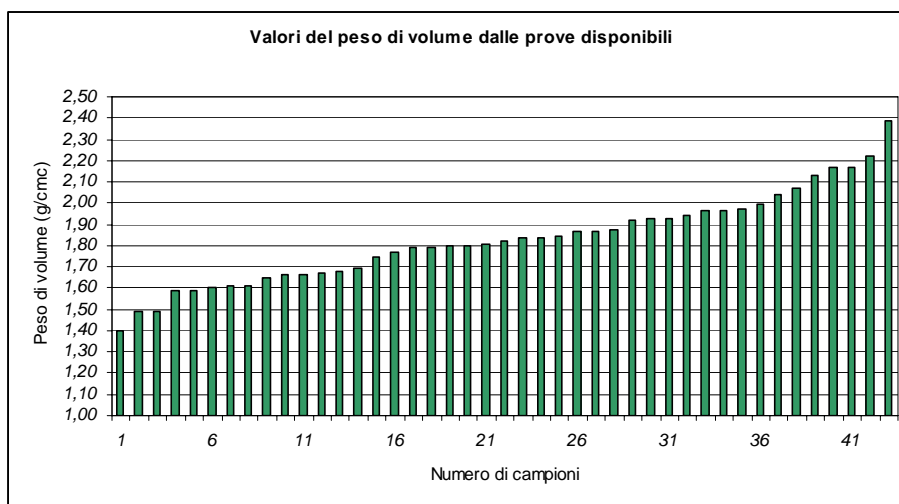
Ad integrazione delle suddette indagini sono state anche acquisite n° 3 stratigrafie di sondaggio ubicate una all'interno del centro urbano (n° 12 a campitura ciano) e due nella zona industriale posta tra il canale Sele e l'asse autostradale (n° 14 e 15 a campitura ciano).

L'insieme delle suddette indagini conferma lo schema litostratigrafico riportato nell'inquadramento geologico sia generale sia locale con la progressiva prevalenza, da monte verso valle, di terreni a grana fine a discapito di quelli ghiaiosi - ciottolosi.

Tutte le indagini finora acquisite rappresentano un utile riferimento sia in termini di caratterizzazione litotecnica delle diverse facies presenti nel sottosuolo sia per la definizione stratigrafica, granulometrica, ecc., del tratto di condotta che attraverserà il centro urbano, all'interno del quale si è ritenuto non necessario ed utile programmare la nuova campagna d'indagini in quanto la forte antropizzazione dell'area, connessa con le ridotte profondità di interesse per la realizzazione delle opere (pochi metri), potrebbe fornire dati "puntuali" non chiaramente ed immediatamente correlabili con il modello geologico di sottosuolo che deve essere definito.

Tra i documenti acquisiti risultano, inoltre, numerose analisi e prove di laboratorio effettuate su campioni sia disturbati sia indisturbati; con solo riferimento a questi ultimi, nel prospetto allegato si riporta un quadro riepilogativo dei principali valori dei parametri definiti.

Nei grafici che seguono sono stati, invece, diagrammati i valori del peso dell'unità di volume a contenuto d'acqua naturale (γ_n), della coesione (c') e dell'angolo di attrito (ϕ').



Atteso il quadro di riferimento sopra brevemente descritto, nel capitolo che segue viene specificata la campagna di indagini effettuata e le relative risultanze ottenute.

La campagna di indagini

Il progetto in esame prevede, nelle sue linee essenziali, la verifica e l'eventuale adeguamento/miglioramento dell'opera di presa, la realizzazione di una condotta tubata a profondità medie dell'ordine dei 3 metri ed un'opera di immissione nel Canale Sele.

Attese le suddette tipologie di opere, lo sviluppo lineare della condotta (ca. 6 km) e l'ubicazione delle aree a pericolosità da frana riportate dal PSAI, è stata programmata una nuova e specifica campagna di indagini e prove che, in fase realizzativa, ha comportato unicamente la mancata esecuzione di un sondaggio inizialmente previsto ed ubicato poco a valle della traversa sul Tusciano a causa della mancata autorizzazione all'accesso a fondi privati (v. Tav. 3 f.t. – Planimetria con ubicazione della nuova campagna di indagini, in scala 1:10.000):

- n° 2 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo di profondità variabile tra 25 m (S2) e 30 m (S1) [v. certificati allegati];
- n° 11 (5 in S1 e 6 in S2) prove SPT in foro [v. certificati allegati];
- prelievo (compatibilmente con la natura dei terreni attraversati) di n° 5 (2 per S1 e 3 per S2) campioni indisturbati;
- analisi e prove di laboratorio [caratteristiche fisico-volumetriche (n° 5), resistenza (n° 2), compressibilità (n° 2)] sui campioni indisturbati prelevati;
- n° 5 prove penetrometriche dinamiche pesanti distribuite (a meno del tratto di attraversamento del centro abitato di Battipaglia) lungo l'asse di sviluppo della condotta [v. certificati allegati];
- n° 3 prospezioni geofisiche (sismica a rifrazione di superficie, per la valutazione dello spessore delle coltri più superficiali ed aerate, e profili Masw, per la definizione della categoria sismica di sottosuolo) anch'esse distribuite (a meno del tratto di attraversamento del centro abitato di Battipaglia) lungo l'asse di sviluppo della condotta.

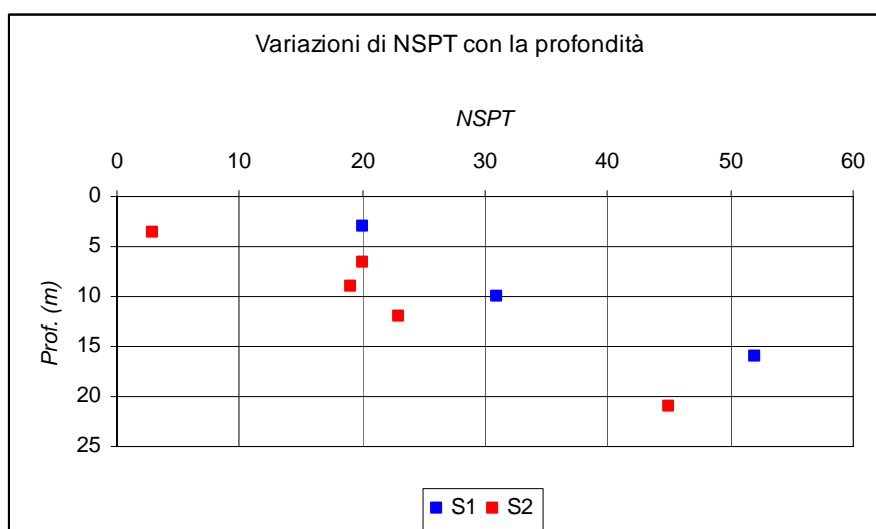
Il foro di sondaggio S1 ha attraversato per i primi 16 m ca. una successione prevalentemente limoso-argillosa, per poi passare, fino a fondo foro, ad un litotipo sabbioso medio-fine di chiara origine marina. Nessun livello di falda è stato riscontrato nel corso della perforazione.

Il foro di sondaggio S2 ha attraversato per i primi 10 m ca. una successione prevalentemente argilloso-sabbiosa, cui segue, fino alla profondità di circa 20 m, una facies detritico-alluvionale a clasti arrotondati poggianti, fino a fondo foro, su un

litotipo sabbioso medio-fine di origine marina. Anche in questo caso non è stato riscontrato alcun livello di falda.

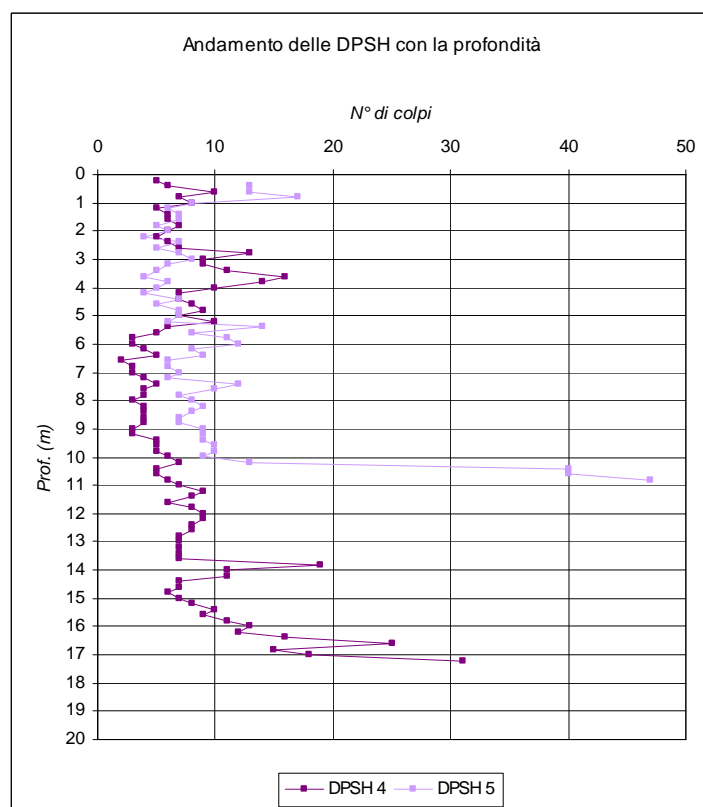
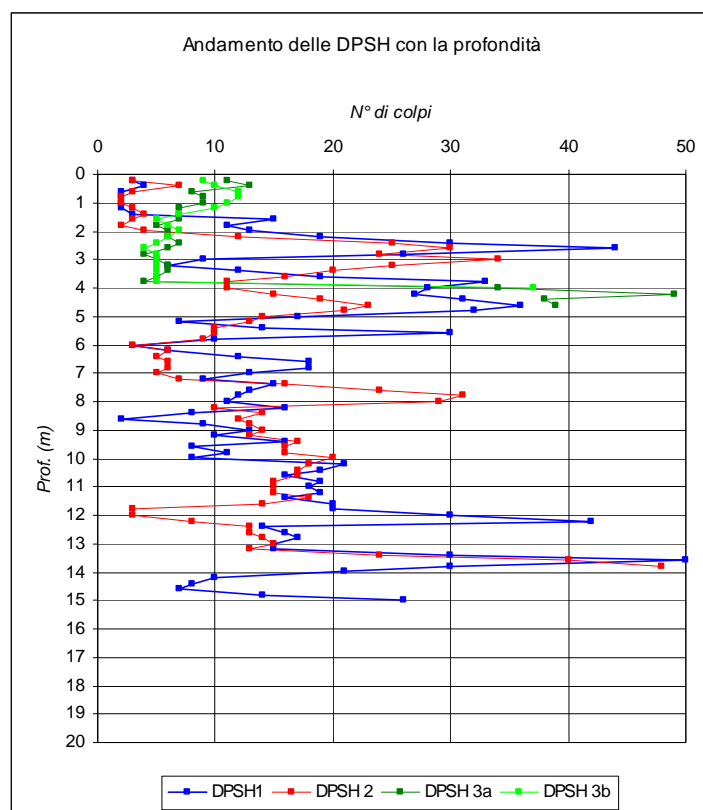
Nel corso delle due perforazioni sono state eseguite n° 11 prove S.P.T. i cui risultati sono riportati nella tabella e nel grafico che seguono.

Sondaggio	Prova n°	Prof. (m)	N ₁	N ₂	N ₃	N _{SPT}
S1	1	3.00	3	8	12	20
	2	10.00	8	13	18	31
	3	16.00	17	28	24	52
	4	20.00	R12			
	5	26.00	R13			
S2	1	3.50	1	2	1	3
	2	6.50	5	8	12	20
	3	9.00	7	8	11	19
	4	12.00	5	9	14	23
	5	15.00	R9			
	6	21.00	11	18	27	45



Le prove penetrometriche dinamiche pesanti sono state eseguite nelle aree a monte (DPSH 1, DPSH 2, DPSH 3a, DPSH 3b) ed a valle (DPSH 4, DPSH 5) del centro abitato di Battipaglia.

Nei grafici che seguono sono riportati il numero di colpi in funzione della profondità e, al fine di evidenziare la netta variazione litologica tra le due suddette aree, le stesse prove sono state rappresentate separatamente.



Per la caratterizzazione sismica dell'area di intervento, e per la valutazione dello spessore dei depositi di copertura più superficiali ed aerati, sono state inoltre effettuate n° 3 prospezioni sismiche a rifrazione di superficie e n° 3 profili sismici tipo Masw.

I risultati ottenuti, in forma grafica e tabellare, sono riportati di seguito.

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
Profilo sismico LS-01

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-2.00	0.00	1-dir.sg2
23.00	0.00	1-cen.sg2
48.00	0.00	1-inv.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -2 [ms]	FBP da 23 [ms]	FBP da 48 [ms]
1	0.00	0.00	8.15	36.54	52.72
2	2.00	0.00	12.50	36.34	51.68
3	4.00	0.00	15.50	35.45	51.32
4	6.00	0.00	17.90	34.19	50.76
5	8.00	0.00	21.18	33.11	50.28
6	10.00	0.00	24.00	30.31	50.02
7	12.00	0.00	25.68	29.41	49.58
8	14.00	0.00	26.97	27.29	49.31
9	16.00	0.00	28.27	19.31	48.73
10	18.00	0.00	29.41	14.82	48.25
11	20.00	0.00	30.93	9.52	47.11
12	22.00	0.00	31.92	4.56	46.23
13	24.00	0.00	33.30	5.27	44.82
14	26.00	0.00	35.35	10.87	42.80
15	28.00	0.00	36.49	15.33	41.83
16	30.00	0.00	38.17	22.33	39.50
17	32.00	0.00	39.91	28.53	38.00
18	34.00	0.00	41.05	31.20	36.50
19	36.00	0.00	42.19	32.67	34.69
20	38.00	0.00	43.50	33.93	32.00
21	40.00	0.00	43.89	35.20	27.60
22	42.00	0.00	44.47	37.60	21.07
23	44.00	0.00	45.03	38.77	14.67
24	46.00	0.00	45.61	39.91	10.00

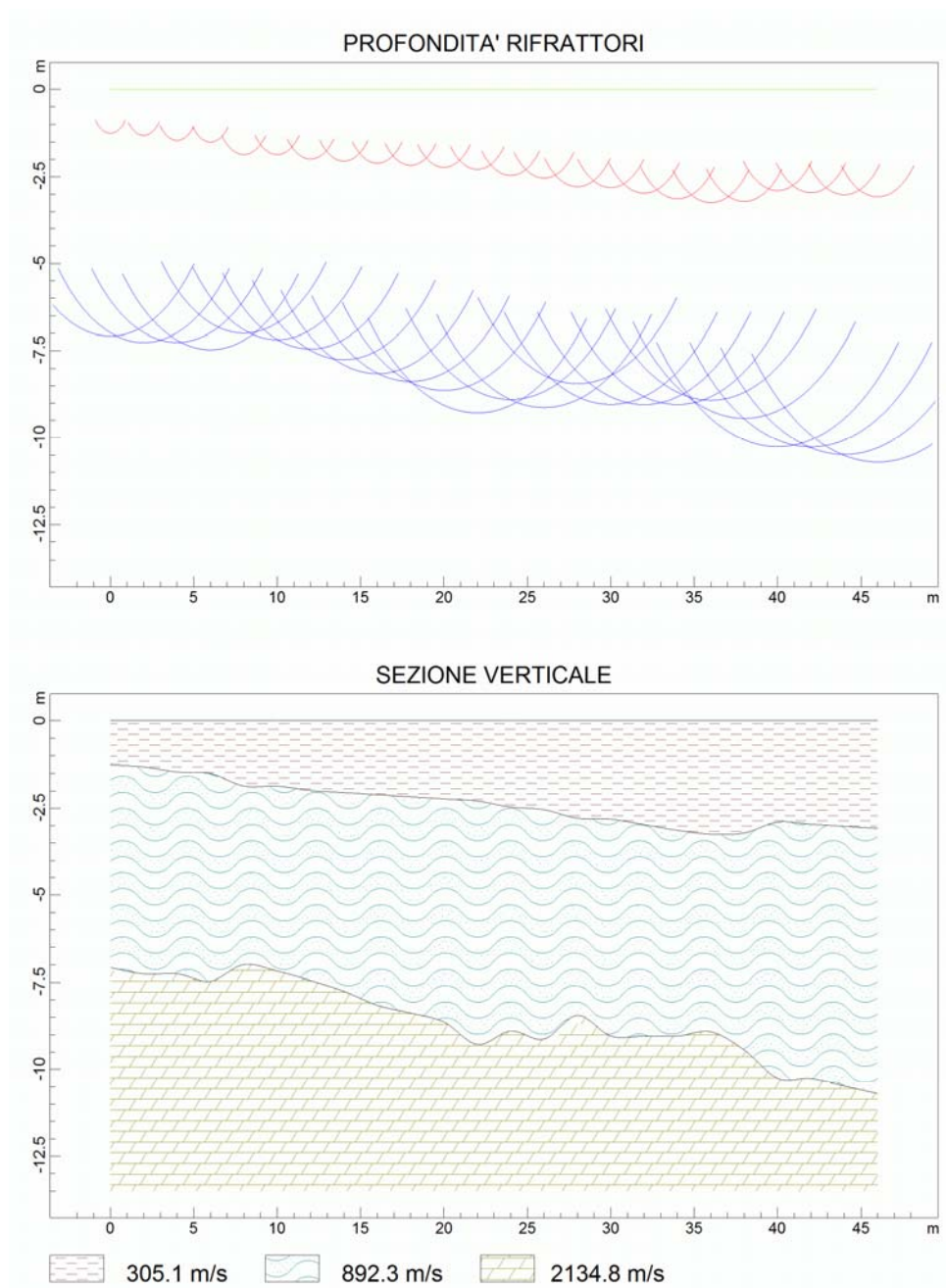
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.3	7.1
2	1.3	7.3
3	1.5	7.3
4	1.5	7.5
5	1.9	7.0
6	1.9	7.2
7	2.0	7.4
8	2.0	7.8
9	2.1	8.2
10	2.2	8.4
11	2.2	8.6
12	2.3	9.3
13	2.5	8.9
14	2.5	9.1
15	2.8	8.4
16	2.8	9.0
17	3.0	9.0

18	3.1	9.0
19	3.2	8.9
20	3.2	9.4
21	2.9	10.3
22	3.0	10.3
23	3.0	10.5
24	3.1	10.7

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	305.1
2	892.3
3	2134.8



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
Profilo sismico LS-02

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-2.00	0.00	2-dir.sg2
23.00	0.00	2-cen.sg2
48.00	0.00	2-inv.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -2 [ms]	FBP da 23 [ms]	FBP da 48 [ms]
1	0.00	0.00	9.50	54.00	88.38
2	2.00	0.00	18.00	51.00	85.52
3	4.00	0.00	21.50	47.50	84.38
4	6.00	0.00	25.54	43.50	82.82
5	8.00	0.00	30.50	38.00	80.96
6	10.00	0.00	32.00	35.00	77.51
7	12.00	0.00	35.37	30.50	72.98
8	14.00	0.00	39.00	27.50	68.42
9	16.00	0.00	41.24	23.00	63.86
10	18.00	0.00	44.76	18.00	61.58
11	20.00	0.00	46.75	14.00	56.54
12	22.00	0.00	48.87	4.00	51.31
13	24.00	0.00	51.66	6.29	49.03
14	26.00	0.00	56.36	14.84	46.93
15	28.00	0.00	59.73	20.27	43.73
16	30.00	0.00	63.55	24.50	42.00
17	32.00	0.00	68.42	29.50	39.00
18	34.00	0.00	71.84	31.50	36.00
19	36.00	0.00	72.98	34.50	32.00
20	38.00	0.00	75.26	37.50	29.50
21	40.00	0.00	77.54	40.50	26.50
22	42.00	0.00	83.24	43.42	22.00
23	44.00	0.00	86.50	46.00	19.50
24	46.00	0.00	87.86	48.08	12.80

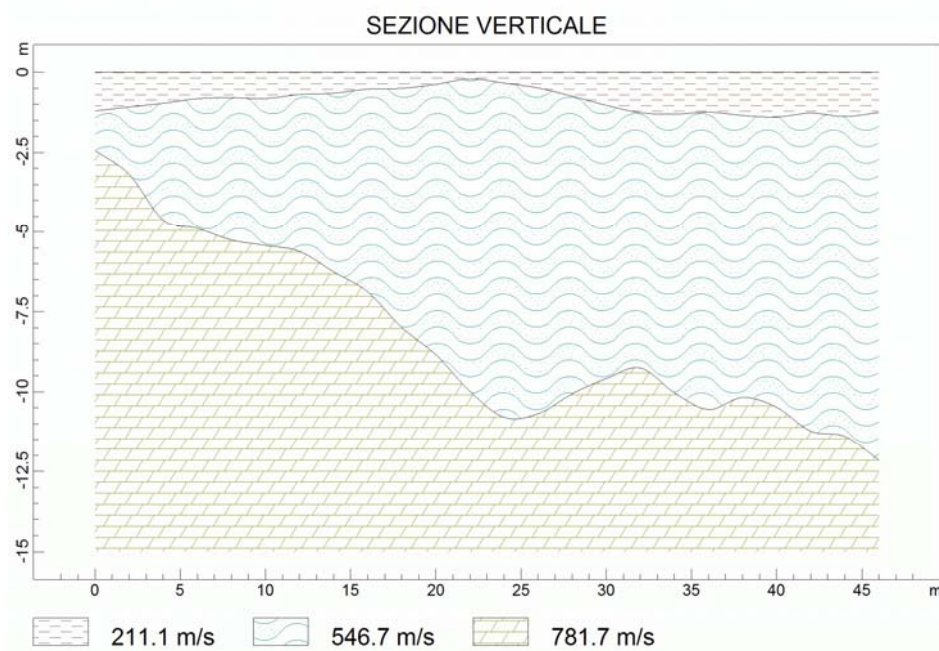
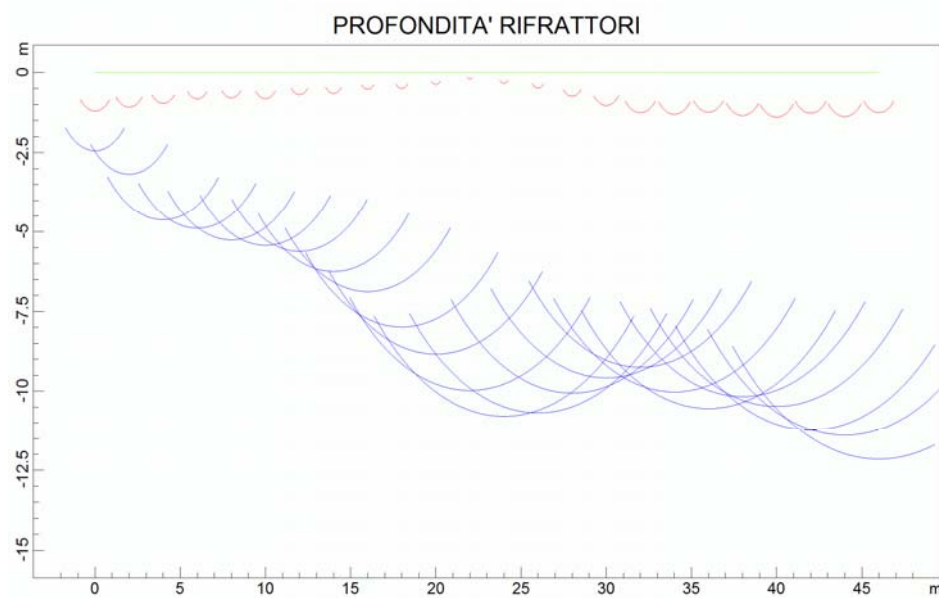
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.2	2.4
2	1.1	3.2
3	1.0	4.6
4	0.8	4.9
5	0.8	5.3
6	0.8	5.4
7	0.7	5.6
8	0.7	6.2
9	0.5	6.9
10	0.5	8.0
11	0.4	8.8
12	0.2	10.0
13	0.3	10.8
14	0.5	10.7
15	0.7	10.1
16	1.0	9.6
17	1.3	9.3

18	1.3	10.0
19	1.2	10.6
20	1.3	10.2
21	1.4	10.5
22	1.3	11.2
23	1.4	11.4
24	1.3	12.1

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	211.1
2	546.7
3	781.7



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
Profilo sismico LS-03

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-2.00	0.00	3-dir.sg2
23.00	0.00	3-cen.sg2
48.00	0.00	3-inv.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -2 [ms]	FBP da 23 [ms]	FBP da 48 [ms]
1	0.00	0.00	6.41	44.24	78.99
2	2.00	0.00	10.81	41.72	77.54
3	4.00	0.00	15.21	36.68	73.78
4	6.00	0.00	17.98	31.45	71.18
5	8.00	0.00	20.99	27.72	68.43
6	10.00	0.00	24.89	24.08	66.79
7	12.00	0.00	29.17	21.84	64.32
8	14.00	0.00	34.21	18.67	62.67
9	16.00	0.00	39.98	16.52	60.44
10	18.00	0.00	44.13	13.72	58.16
11	20.00	0.00	47.89	10.73	57.02
12	22.00	0.00	51.31	3.83	53.49
13	24.00	0.00	52.45	3.77	49.78
14	26.00	0.00	53.59	11.06	46.75
15	28.00	0.00	54.73	14.57	42.65
16	30.00	0.00	55.94	18.17	38.77
17	32.00	0.00	59.30	19.29	37.00
18	34.00	0.00	61.58	20.83	31.41
19	36.00	0.00	62.72	22.89	27.70
20	38.00	0.00	66.14	25.54	21.67
21	40.00	0.00	68.77	27.94	18.65
22	42.00	0.00	71.84	31.11	15.50
23	44.00	0.00	72.98	33.17	11.40
24	46.00	0.00	75.26	35.83	9.12

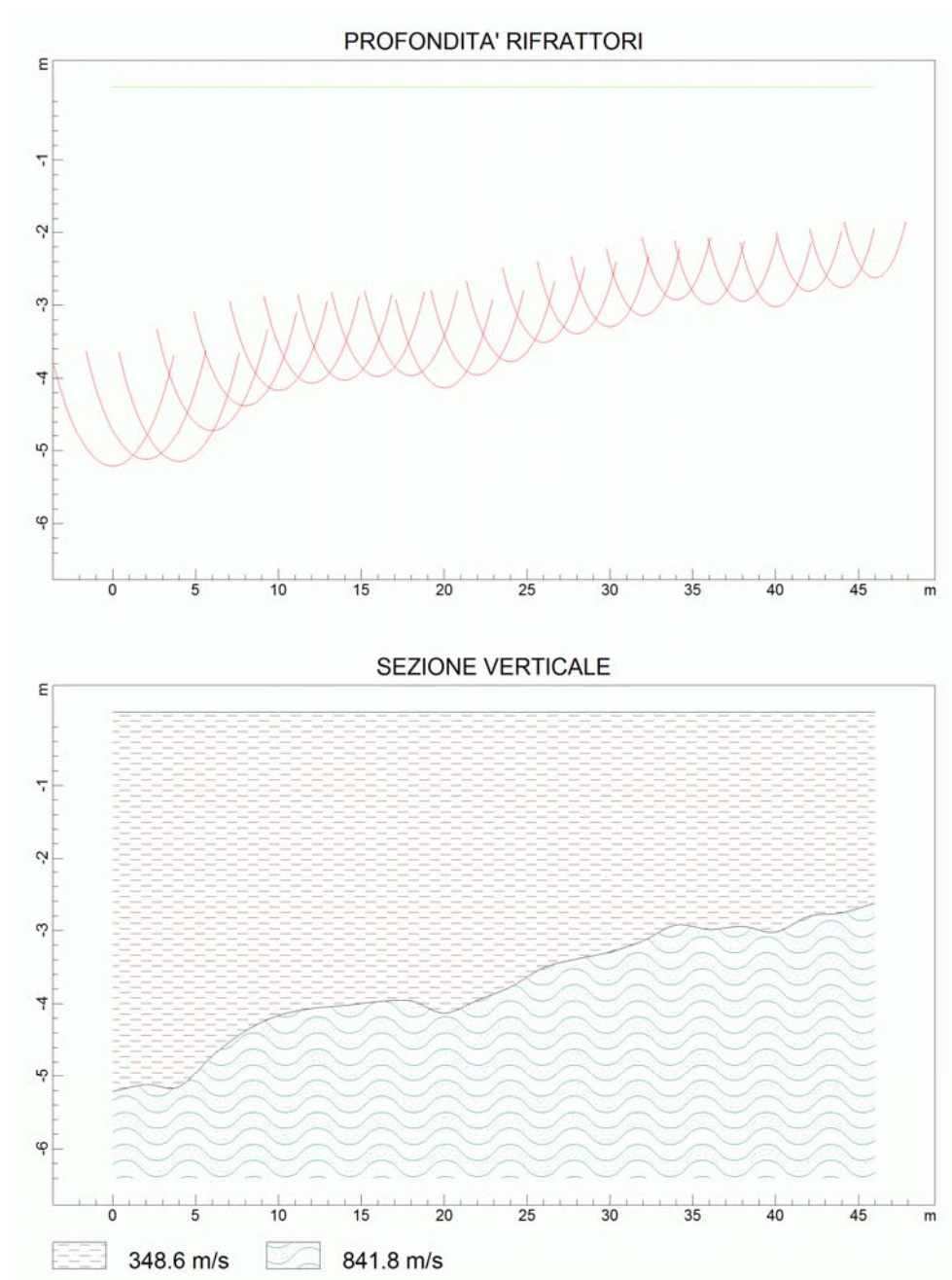
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	5.2
2	5.1
3	5.1
4	4.7
5	4.4
6	4.2
7	4.1
8	4.0
9	4.0
10	4.0
11	4.1
12	4.0
13	3.8
14	3.5
15	3.4
16	3.3
17	3.1

18	2.9
19	3.0
20	2.9
21	3.0
22	2.8
23	2.8
24	2.6

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	348.6
2	841.8



Lungo gli stessi allineamenti, ma utilizzando geofoni da 4.5 Hz, sono stati eseguiti n° 3 profili sismici M.A.S.W. per la caratterizzazione sismica di sito.

I risultati ottenuti, in forma grafica e tabellare, sono riportati di seguito.

Profilo M.A.S.W. n° 1

Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24
Distanza tra i sensori:2m
Numero di campioni temporali.....2048
Passo temporale di acquisizione2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a4094ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

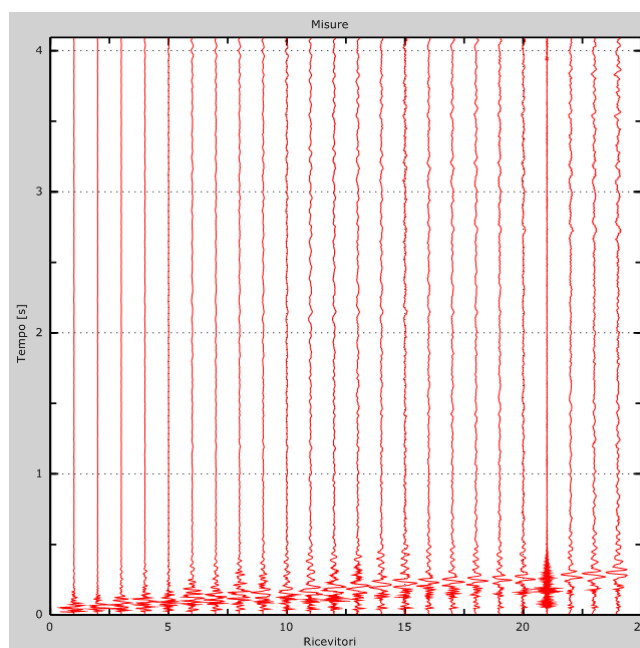


Figura 1: Tracce sperimentali

Risultati delle analisi

Frequenza finale60Hz
Frequenza iniziale.....5Hz

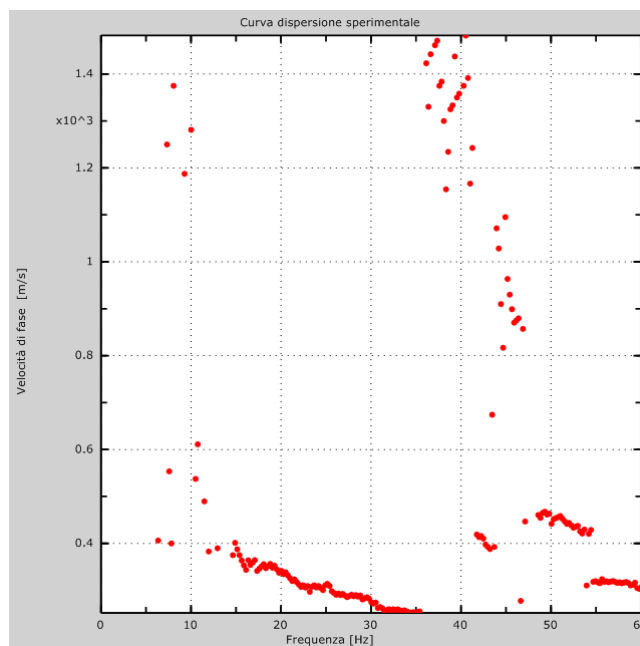


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
8.35044	574.248	381.758	766.738
11.68	485.407	343.683	627.13
14.5555	398.68	322.531	474.83
17.2292	362.721	339.453	385.989
19.0957	358.49	333.107	383.874
21.2145	330.992	311.954	350.029
23.3333	309.839	288.686	330.992
25.8052	305.608	290.802	320.415
28.0753	295.032	271.764	318.3
30.4464	282.34	263.303	301.378
32.666	263.303	248.496	278.11
35.2389	256.957	242.15	271.764
42.3015	428.294	388.104	468.485

44.3194	415.603	373.297	457.908
48.8596	464.254	440.986	487.522
51.1802	460.023	447.332	472.715
53.3999	426.179	413.487	438.871
55.7709	326.761	307.724	345.799
57.8897	320.415	303.493	337.338
59.3527	311.954	299.263	324.646

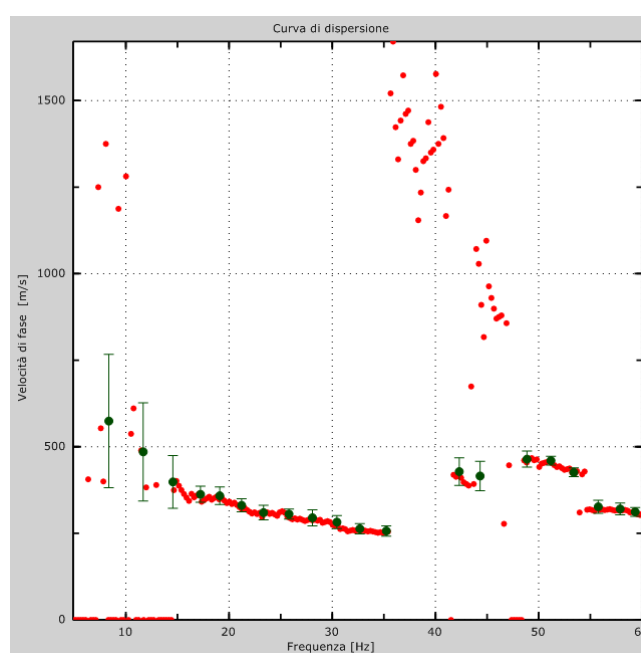


Figura 3: Curva di dispersione

Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio).....	3
Spaziatura ricevitori [m]	2m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi	2
Numero iterazioni.....	5
Massimo errore [%].....	2.000000e-001
Consenti forti contrasti di rigidità tra 2 strati consecutivi	
Strato 1	
h [m].....	2
z [m].....	-2
Densità [kg/m^3]	1800
Poisson35
Vs [m/s].....	144.12

Vp [m/s].....765.00
Vs min [m/s]96.080000
Vs max [m/s]693.23
Falda non presente nello strato
Strato alluvionale
Vs fin.[m/s]367.493

Strato 2

h [m]6
z [m]-8
Densità [kg/m³]1800
Poisson35
Vs [m/s]432.35
Vp [m/s]532.01
Vs min [m/s]255.57
Vs max [m/s]648.525000
Falda non presente nello strato
Strato alluvionale
Vs fin.[m/s]255.570

Strato 3

h [m]0
z [m]-00
Densità [kg/m³]1800
Poisson35
Vs [m/s]960.77
Vp [m/s]1195.69
Vs min [m/s]319.03
Vs max [m/s]1441.155000
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]574.389

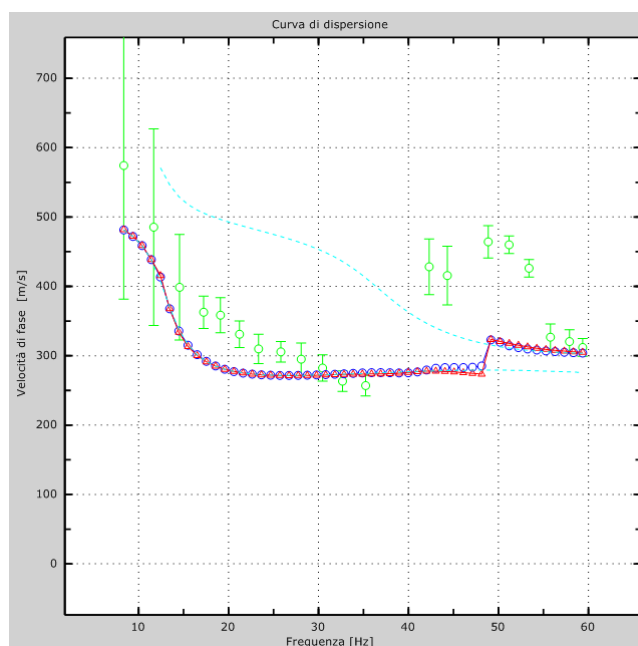


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

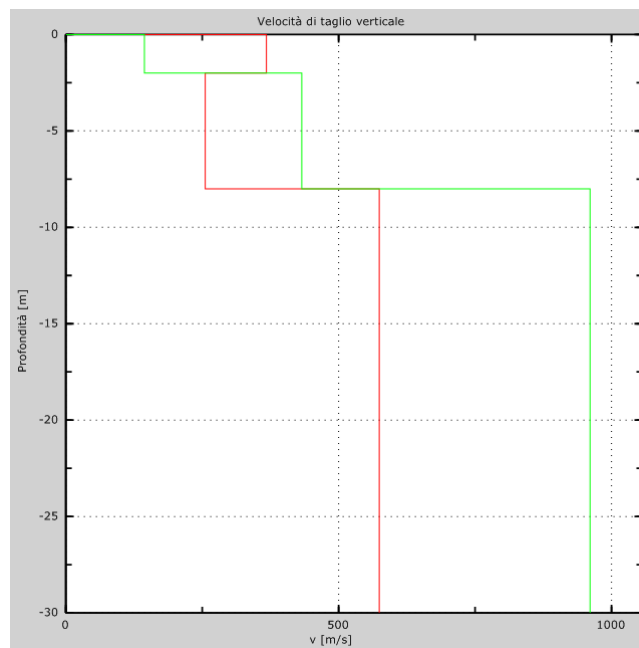


Figura 5: Velocità

Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m] 0
 V_{s30} [m/s] 446
 La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008
 Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).
 Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.
Tipo di suolo B

Profilo M.A.S.W. n° 2

Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24
Distanza tra i sensori:2m
Numero di campioni temporali.....2048
Passo temporale di acquisizione.....2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a4094ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

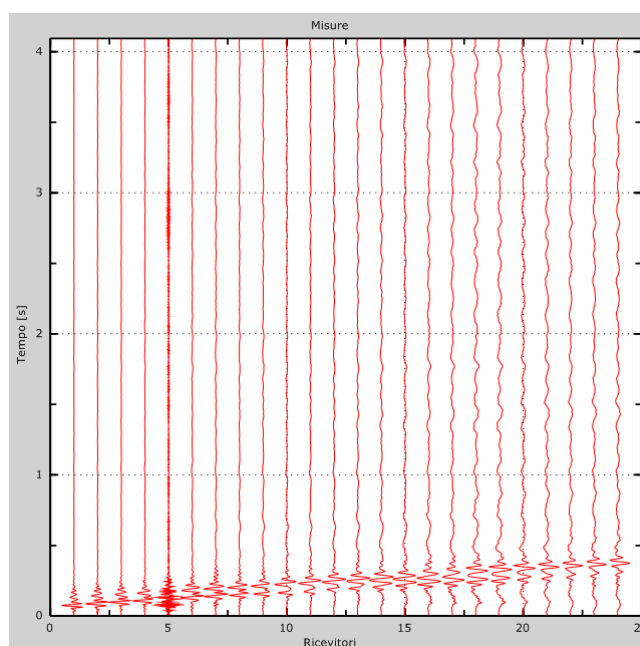


Figura 1: Tracce sperimentali

Risultati delle analisi

Frequenza finale.....60Hz
Frequenza iniziale.....5Hz

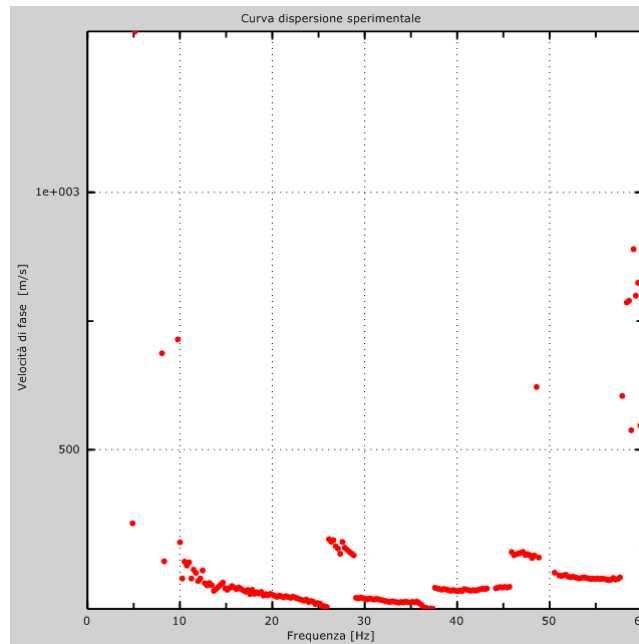


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
8.55223	364.399	269.427	459.37
10.0152	307.416	240.936	373.896
11.0746	262.304	231.439	293.17
12.6385	250.433	224.316	276.55
15.3626	243.31	214.819	271.801
18.2886	229.064	210.07	248.059
21.1136	217.193	186.327	248.059
23.8378	229.064	205.321	252.807
25.8557	202.947	188.701	217.193
28.6807	240.936	205.321	276.55
30.3959	221.941	193.45	250.433
34.2804	212.444	191.076	233.813

36.9541	217.193	191.076	243.31
40.334	229.064	207.696	250.433
43.26	252.807	229.064	276.55
46.6399	259.93	226.69	293.17
49.7677	264.679	238.561	290.796
51.6342	257.556	243.31	271.801
53.9044	252.807	243.31	262.304
55.4682	252.807	243.31	262.304
57.3348	257.556	245.684	269.427

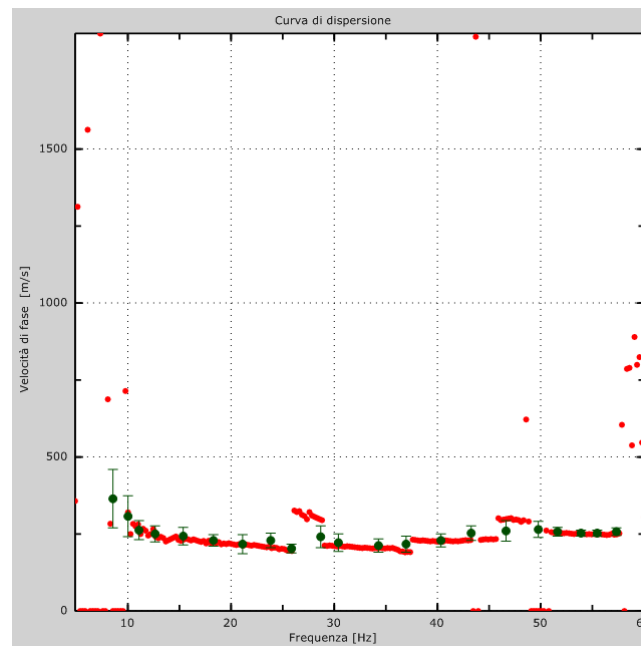


Figura 3: Curva di dispersione

Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio).....	3
Spaziatura ricevitori [m]	2m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi	1
Numero iterazioni.....	5
Massimo errore [%].....	1.000000e-001
Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi	
Strato 1	
h [m]	1

z [m]-1
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson35
 Vs [m/s] 96.08
 Vp [m/s] 726.74
 Vs min [m/s] 64.053333
 Vs max [m/s] 572.35
 Falda non presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s] 349.115

Strato 2

h [m] 6
 z [m]-7
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson35
 Vs [m/s] 240.19
 Vp [m/s] 490.60
 Vs min [m/s] 133.85
 Vs max [m/s] 360.285000
 Falda non presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s] 235.678

Strato 3

h [m] 0
 z [m]-00
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson35
 Vs [m/s] 384.31
 Vp [m/s] 779.58
 Vs min [m/s] 202.44
 Vs max [m/s] 576.465000
 Falda non presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s] 374.500

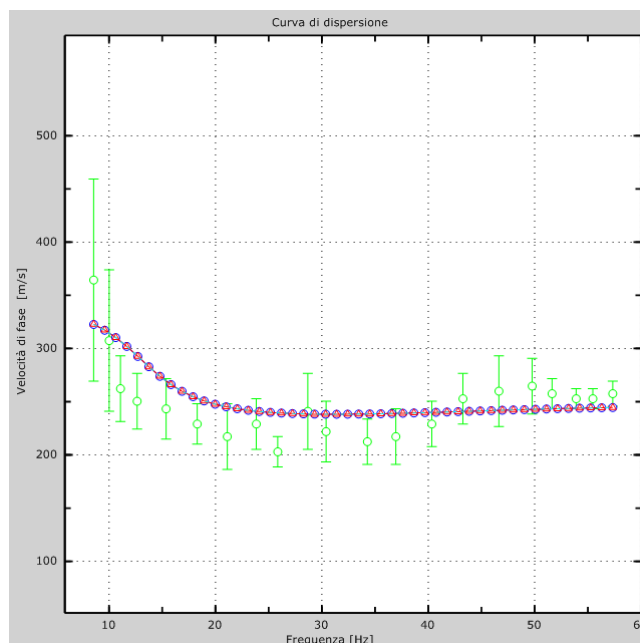


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

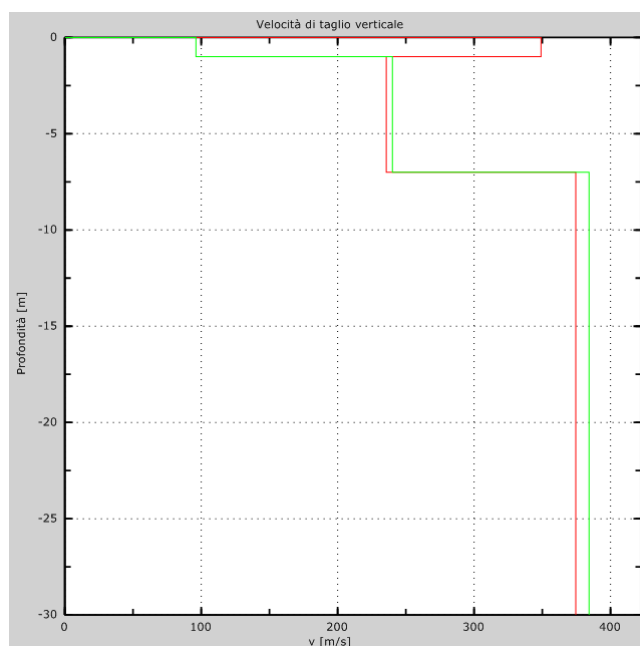


Figura 5: Velocità

Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m] 0
 V_{s30} [m/s] 334
 La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008
 Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).
 Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.
Tipo di suolo C

Profilo M.A.S.W. n° 3

Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24
Distanza tra i sensori:2m
Numero di campioni temporali.....2048
Passo temporale di acquisizione.....2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a4094ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

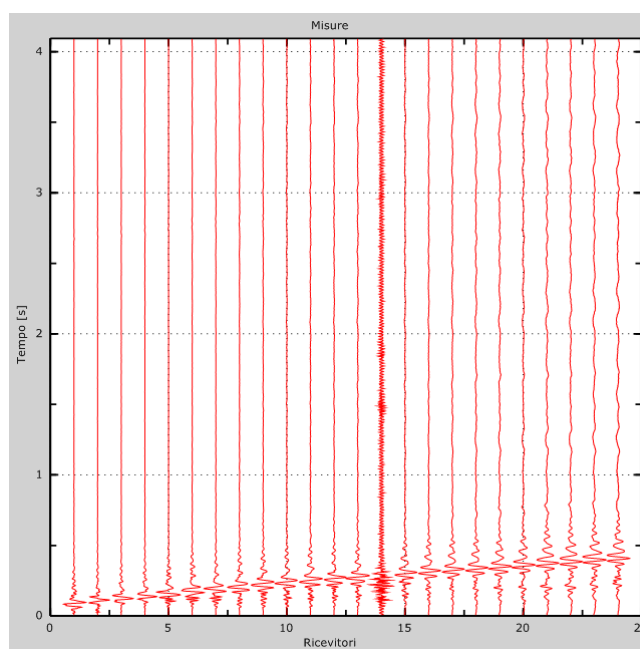


Figura 1: Tracce sperimentali

Risultati delle analisi

Frequenza finale.....60Hz
Frequenza iniziale.....5Hz

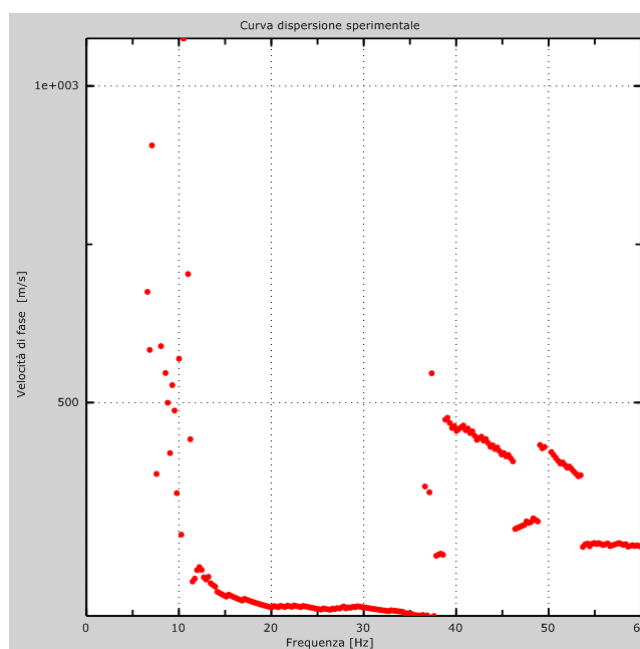


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
8.85491	419.007	224.316	613.699
11.3268	267.053	219.567	314.539
13.9501	214.819	176.83	252.807
17.431	200.573	169.707	231.439
20.3064	191.076	167.333	214.819
22.9297	181.579	160.21	202.947
25.553	172.081	153.087	191.076
28.2771	172.081	150.713	193.45
31.0517	181.579	162.584	200.573
33.3723	176.83	155.461	198.199
35.9956	172.081	157.836	186.327
37.8621	164.959	143.59	186.327

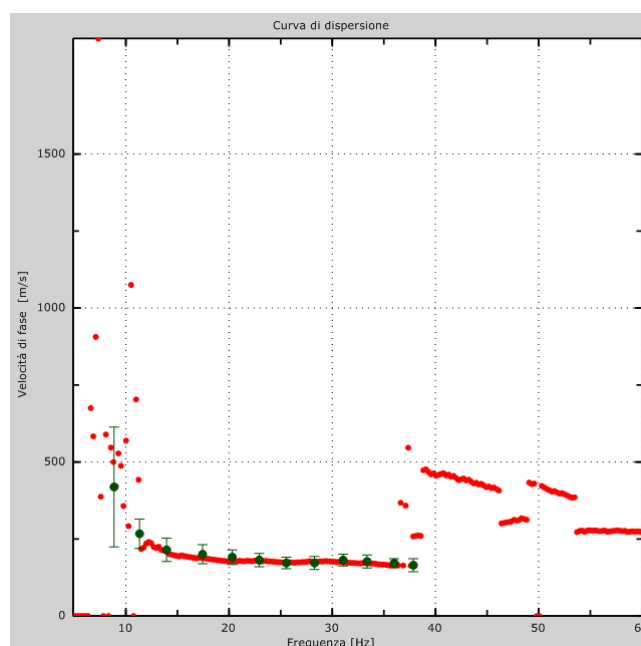


Figura 3: Curva di dispersione

Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio).....2
 Spaziatura ricevitori [m]2m
 Numero ricevitori.....24
 Numero modi1
 Numero iterazioni.....5
 Massimo errore [%].....1.500000e-001
 Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m]4
 z [m]-4
 Densità [kg/m³]1800
 Poisson35
 Vs [m/s]144.12
 Vp [m/s]350.36
 Vs min [m/s]91.64
 Vs max [m/s]216.180000
 Falda non presente nello strato
 Strato alluvionale
 Vs fin.[m/s]168.307

Strato 2

h [m]0
 z [m]-00
 Densità [kg/m³]1800
 Poisson35
 Vs [m/s]384.31
 Vp [m/s]735.48
 Vs min [m/s]232.78
 Vs max [m/s]576.465000

Falda non presente nello strato

Strato alluvionale

Vs fin.[m/s]353.314

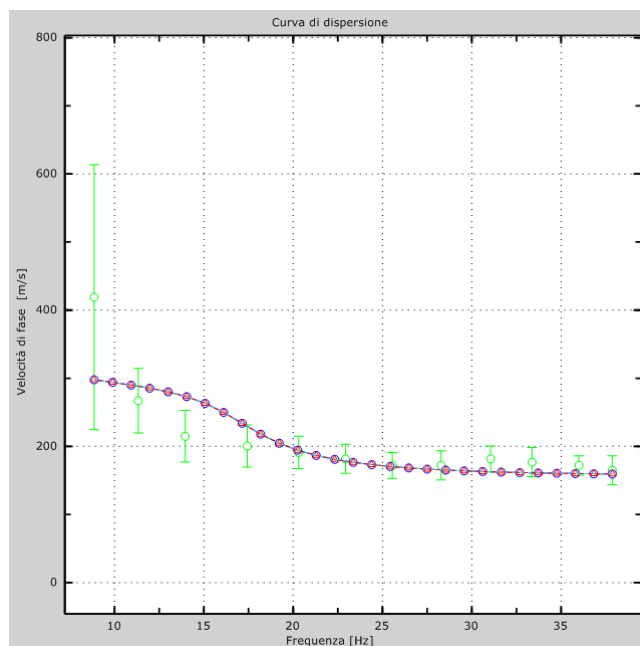


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

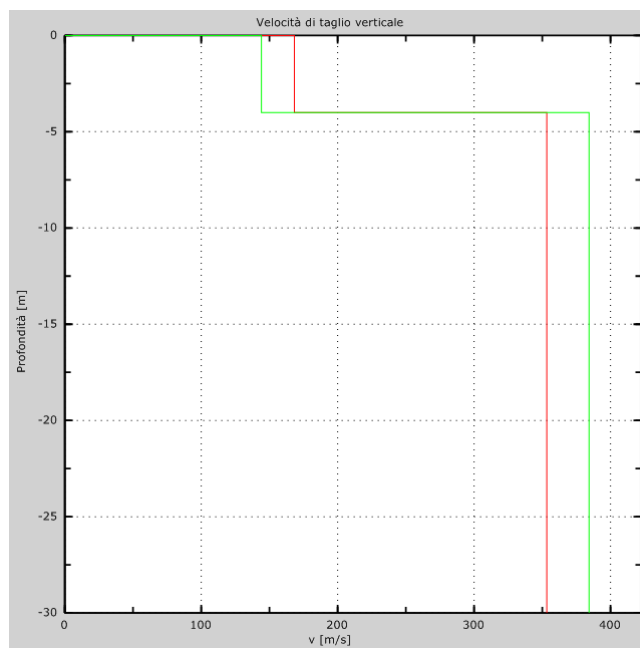


Figura 5: Velocità

Risultati finali

Piano di riferimento z=0 [m].....0

Vs30 [m/s].....308

La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008

Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

Tipo di suolo **C**

Conclusioni

L'insieme dei rilievi effettuati, delle indagini e prove acquisite presso l'Amministrazione comunale di Battipaglia e di quelle appositamente programmate e realizzate nell'ambito del presente progetto, ha fornito un quadro conoscitivo sufficientemente esaustivo nei riguardi delle problematiche di interesse.

In particolare, possono essere fatte le seguenti considerazioni:

- 1) Concordemente allo schema geologico generale di questa porzione di piana, l'area a monte del centro urbano di Battipaglia è caratterizzata dalla prevalenza di terreni clastici come evidenziato sia dal profilo sismico n° 1 sia dalle prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH-1, DPSH-2, DPSH-3a e DPSH-3b, mentre a valle dello stesso centro urbano prevalgono terreni a grana fine (v. profili sismici n° 2 e n° 3 e prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH-4 e DPSH-5).
- 2) Il suddetto schema litostratigrafico trova conferma nella caratterizzazione sismica effettuata (M.A.S.W. 1, M.A.S.W. 2 e M.A.S.W. 3) che ha consentito di definire una categoria di sottosuolo di tipo **B**, per l'area a monte (M.A.S.W. 1), e di tipo **C**, per quelle a valle (M.A.S.W. 2 e M.A.S.W. 3).
- 3) I risultati delle analisi e prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati durante la campagna di indagini sono congruenti con l'ampia messe di dati derivabili dallo studio geologico allegato al P.R.G. di Battipaglia, pertanto per i principali parametri di caratterizzazione fisico-meccanica del complesso dei depositi alluvionali, risultano valori medi di:
 - $\gamma_n = 17 \div 19 \text{ kN/m}^3$
 - $c' = 10 \div 20 \text{ kPa}$
 - $\phi' = 20^\circ \div 25^\circ$ (valore riferito ai terreni a grana fine)
- 4) Con riferimento, infine, alle vigenti Norme di Attuazione della competente AdB si evidenzia che le opere di progetto non intersecano alcuna area di pericolosità o di rischio sviluppandosi in un ambiente geomorfologico caratterizzato da elevata stabilità geostatica rendendo, pertanto, il progetto del tutto compatibile con l'assetto naturale dei luoghi.

(dott.ssa geol. Antonella Apicella)