

REGIONE PUGLIA

**ISTITUTO AUTONOMO CASE POPOLARI
FOGGIA**

**REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO SITO IN
VIA CONFALONIERI AI CIVICI 8-10 DEL COMUNE
DI FOGGIA**

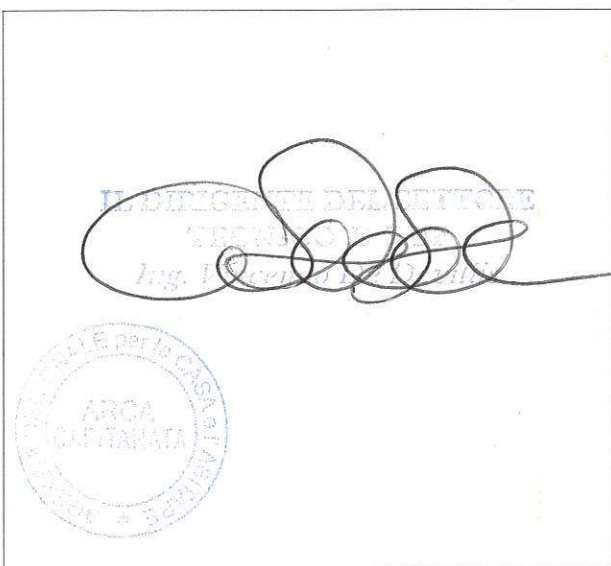
ELABORATO N°:

DENOMINAZIONE:

STUDIO GEOLOGICO

**CARATTERIZZAZIONE, MODELLAZIONE
GEOLOGICA E SISMICA DEL SITO**

(D.M. 14 gennaio 2008 Circ. Espl. N. 617 del 2 febbraio 2009)



IL GEOLOGO

dott. Matteo Di Carlo

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Matteo Di Carlo", is written over a circular stamp.



**CODICE
PROGETTO:**

**DATA
PROGETTO:**

03 settembre 2012

**N° STESURA
ELABORATO:**

1

PREMESSA

L'I.A.C.P. di Foggia con delibera n. 145 del 29/06/2012 dava incarico allo scrivente di eseguire la Relazione geologica, idrogeologica, geotecnica e sismica sui terreni interessati dalla Progettazione Esecutiva per la realizzazione di un fabbricato sito in Via Confalonieri 8-10 del comune di Foggia in sostituzione di un fabbricato esistente.

In ottemperanza alle leggi vigenti, il presente studio è stato eseguito anche secondo quanto prescritto dalla Circolare n. 617 del 02-02-2009 Istruzioni per l'applicazione NT - D.M. 14 Gennaio 2008 pubblicato sul S.O. della G.U. n° 30 del 4 Febbraio 2008 che prevede una "Caratterizzazione e Modellazione Geologica del Sito" in studio. Il tutto, anche alla luce dell'ordinanza sismica n. 3274 del 20.03.2003 e successive, che ha introdotto, tra l'altro, la necessità di considerare, per le costruzioni sui pendii o in loro prossimità, un coefficiente di amplificazione topografica S_t nonché in ottemperanza del D.M. 11/03/1988 e successive modifiche e integrazioni e della legge 354 del 21/12/1999 (attuazione della legge Merloni)

In considerazione dell'intervento da realizzare e del contesto geologico sono state eseguite specifiche indagini finalizzate alla documentata ricostruzione del "modello geologico".

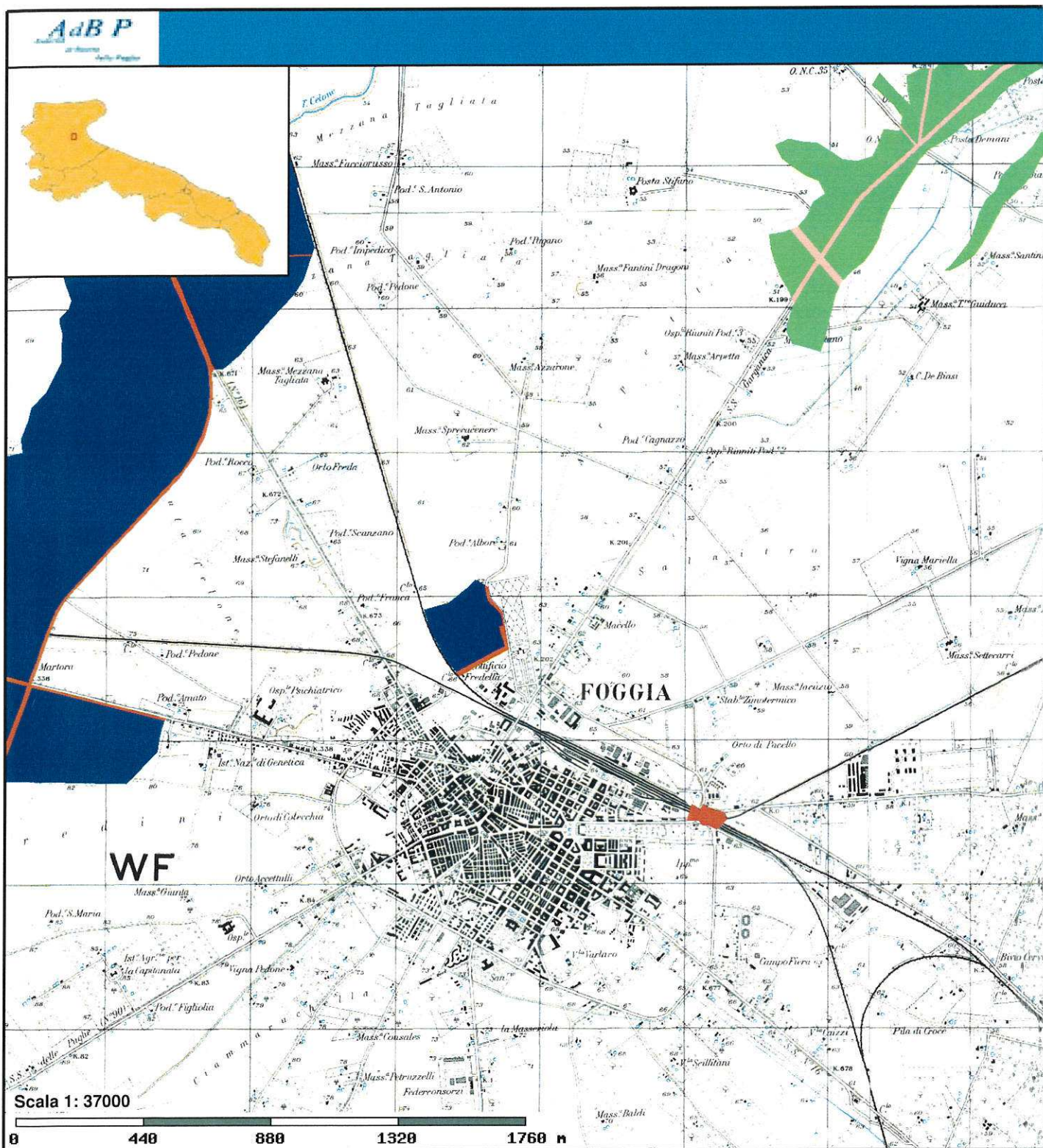
La Caratterizzazione e la Modellazione Geologica del Sito è stata eseguita con la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, della pericolosità geologica del territorio.

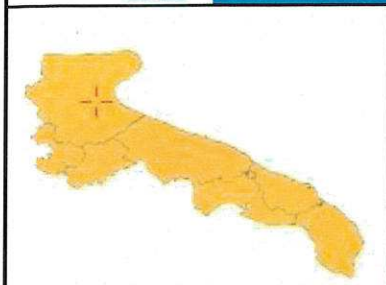
In considerazione dell'intervento da realizzare sono state eseguite specifiche indagini finalizzate alla documentata ricostruzione del "modello geologico".

Esso è stato sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista, per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

I metodi e i risultati delle indagini verranno esaurientemente esposti e commentati in questa Relazione Geologica. Sono stati effettuati alcuni sopralluoghi nella zona interessata e si è portato a termine il seguente piano di lavoro:

- Ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico effettuati nell'area d'interesse;
- Esecuzione di un sondaggio meccanico a rotazione con carotaggio continuo, con prelievo di campioni, eseguito nella aiuola antistante il fabbricato in Via Confalonieri.
- Esecuzione di prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati.
- Esecuzione di un sondaggio sismico a rifrazione





Pericolosità e Rischio

Peric. Geomorf.

- media e moderata (PG1)
- elevata (PG3)

elevata (PG2)

Peric. Idraulica

- bassa (BP)
- alta (AP)

media (MP)

Rischio

- R1
- R3

R2

R4

- Esecuzione di un sondaggio sismico del tipo MASW per la caratterizzazione delle onde simiche di taglio e relativo V_{s30}

Lo studio ha peraltro puntato ad individuare le possibili problematiche di ordine geologico tecnico per la presenza di fabbricati adiacenti alla costruzione esistente. Va in tal senso rilevato che, in relazione ai vincoli di interesse geologico esistenti, l'area in esame:

- Ricade in zona sismicamente attiva e legalmente classificata come Zona 2 così come da O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 -2006
- Ricade in una area non soggetta ad alcun vincolo dal PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) della Regione Puglia, sia dal punto di vista della pericolosità idraulica che di quella geomorfologica.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Per meglio capire i concetti di seguito espressi si rende necessario un inquadramento geologico di carattere regionale. Il comune di Foggia occupa la parte centrale del Tavoliere, corrispondente al settore nord-occidentale dell'avanfossa della catena appenninica e l'avampese garganico. Ad Est il limite tra Tavoliere e il Gargano è contrassegnato da un importante dislocazione tettonica, corrispondente circa con il corso del torrente Candelaro, che mette a contatto i depositi terrigeni plio-pleistocenici dell'avanfossa con le rocce carbonatiche dell'avampese. Ad Ovest, invece, il limite è costituito dai terreni appenninici appartenenti alla Formazione della Daunia, costituita da una serie di falde di ricoprimento con vergenza adriatica relative a più fasi tettoniche compressive mioceniche e plioceniche. La Formazione della Daunia costituisce la porzione esterna della catena appenninica, al confine appulo-molisano, essa poggia con contatto tettonico sui terreni plio-pleistocenici dell'avanfossa, in altre zone la Formazione della Daunia viene ricoperta trasgressivamente dai terreni del ciclo pliocenico che sono caratteristici dei coevi flysch del bacino lagonegrese-molisano. Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il Pliocene inferiore; infatti le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul Pliocene inferiore, mentre al loro fronte sovrastano talvolta anche sedimenti più recenti.

Il fronte sepolto dei terreni appenninici si rinviene intercalato tettonicamente nella parte occidentale della successione argillosa plio-pleistocenica. Quest'ultima poggia su un substrato carbonatico di età pre Pliocenica.

IDROGEOMORFOLOGIA DELL'AREA INDAGATA

La zona oggetto del presente studio trovasi nel centro abitato di Foggia e precisamente in Via Confalonieri 8-10 in zona Stadio/Chiesa san Ciro.

Dal punto di vista morfologico il paesaggio è piatto ed omogeneo, Geologicamente la zona è caratterizzata da terreni alluvionali per uno spessore di circa 30-35 metri posti a copertura delle facies argillose plioceniche di notevole spessore e consistenza.

Dette alluvioni sono caratterizzate da depositi quaternari depositi in ambiente fluviale e/o deltizio, dal punto di vista granulometrico si possono presentare in modo assai variabile, dalla ghiaia a depositi limoso-argillosi. La natura e le modalità di distribuzione in superficie e in profondità dei terreni costituenti l'area oggetto di studio dipendono strettamente dalle condizioni geologiche e morfologiche del Tavoliere. La permeabilità dei terreni affioranti consente il formarsi di falde freatiche superficiali al contatto tra il ciottolame poligenico e i livelli limoso-argillosi che si rinvencono alla profondità di circa 12.50 metri.

La falda fino alla profondità investigata di 10 metri non è stata rinvenuta, ciò non esclude in assoluto che in periodi particolarmente piovosi la si può rinvenire a profondità inferiore ai 10 metri.

ASPETTI LITOLOGICI DELL'AREA INDAGATA

Dai sondaggi geognostici effettuati si è riscontrata la seguente situazione litologica che di seguito si riporta dall'alto verso il basso:

La facies alluvionale è ricoperta da terreno vegetale e/o di riporto per circa 1.60 metri, materiali dalle scadentissime proprietà fisico meccaniche, terreni questi poco affidabili a sostenere carichi fondazionali, anche se di modeste entità, condizione quest'ultima perché non possono essere presi in considerazione quali suoli di fondazione potendo creare, per la loro cedevolezza, vistosi cedimenti dei carichi su di essi posti

Le alluvioni, comunque presente fino alla profondità investigata sono costituite da ghiaia di piccole e medie dimensioni in matrice sabbiosa . Il passaggio alle sottostanti facies argillose, presumibilmente intorno ai 35-40 metri di profondità, non è stato raggiunto dal sondaggio eseguito, in quanto lo stesso è stato spinto fino a 10.00 metri. Detto passaggio avviene attraverso un'argilla grigio-giallastra con presenza di frequenti livelli argilloso-limosi grigio-azzurrognoli a cui seguono le argille grigio-azzurre di notevole spessore.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le proprietà fisico-meccaniche più salienti dei terreni dell'area oggetto di studio sono state ricavate da prove geotecniche in sito e di laboratorio eseguite sui campioni più rappresentativi dei terreni fino alla profondità di 10.00 metri.. Laddove la natura litologica dei litotipi non ha consentito il prelievo di campioni indisturbati i parametri sono stati desunti solamente da prove in sito del tipo S.P.T., eseguite nei fori di sondaggio, ottenuti estrapolando i numerosi grafici sperimentali esistenti nella letteratura geotecnica. Alla luce di quanto detto, si riportano in forma schematica i parametri fisico meccanici più salienti.

PARAMETRI GEOTECNICI

(Terreno di riporto e terreno vegetale da 0.0 a 1.60 metri p.s.)

- Peso dell'unità di volume " γ " uguale a 19.277 KN/m^3
- Coesione non drenata " C_u " uguale a 20.00 KPa .
- Coesione non drenata " c' " uguale a 0.00 KPa .
- Angolo di attrito " ϕ " è da ritenersi uguale a 15° gradi.
- Il modulo di compressibilità edometrica nell'intervallo di pressione $0.5-1 \text{ Kg/cm}^2$ é indicativamente compreso tra 1.5 e 2.0 MPa
- Il valore del coefficiente di sottofondo K_s per questo tipo di materiale risulta pari a 1.2 Kg/cm^3

I valori dei parametri geotecnici risultano scarsi

Ciottolame poligenico etero dimensionale da 1.60 a 5.50 metri p.s

- Peso dell'unità di volume " γ " uguale a 19.277 KN/m^3
- Coesione non drenata " c' " uguale a 0.00 KPa .
- Angolo di attrito " ϕ " è da ritenersi uguale a 33° gradi.
- Il modulo di compressibilità edometrica nell'intervallo di pressione $0.5-1 \text{ Kg/cm}^2$ é da ritenersi pari a 35.0 MPa
- Il valore del coefficiente di sottofondo K_s per questo tipo di materiale risulta pari a 8 Kg/cm^3

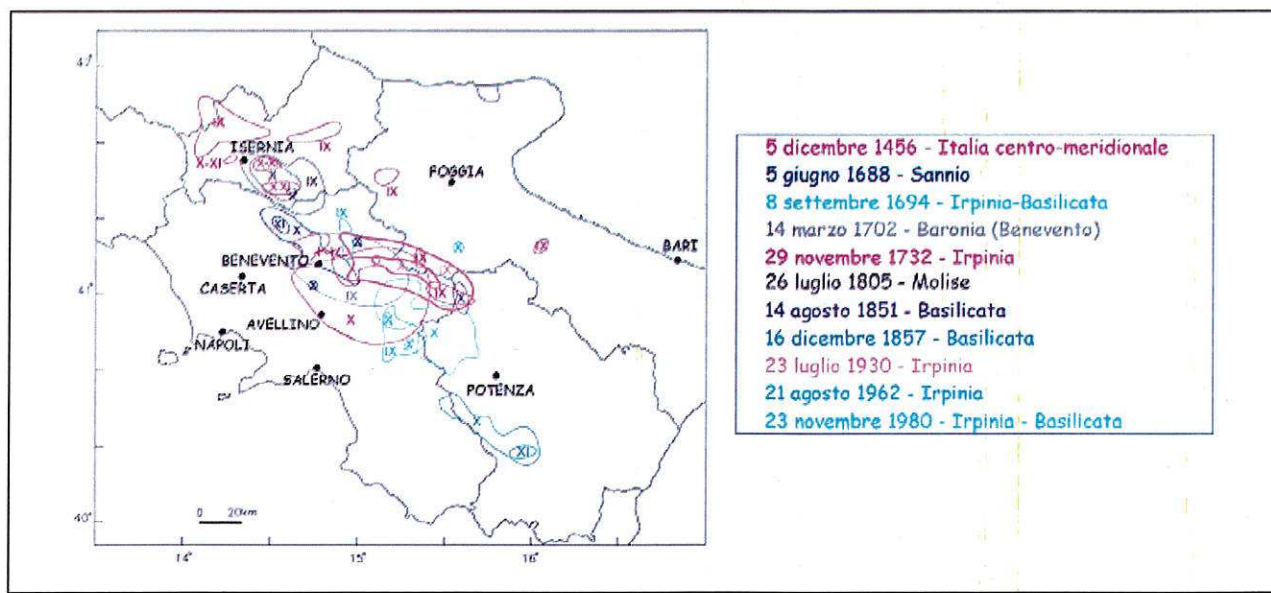
Sono terreni dalle buone caratteristiche fisico-meccaniche, atte a sostenere carichi.

Ciottolame poligenico etero dimensionale da 5.50 a 10.00 metri p.s

- Peso dell'unità di volume " γ " uguale a 20.062 KN /m³
- Coesione drenata " c' " uguale a 0.00 KPa
- Angolo di attrito " ϕ " è da ritenersi uguale a 33° gradi.
- Il modulo di compressibilità edometrica nell'intervallo di pressione 0.5-1 Kg/cm² è da ritenersi pari 40.0 MPa
- Il valore del coefficiente di sottofondo K_s per questo tipo di materiale risulta pari a 8 Kg/cm³

Sono terreni dalle buone caratteristiche fisico-meccaniche, atte a sostenere carichi.

CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO



Per quanto riguarda l'aspetto sismo-tettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe.

Le strutture sismo-genetiche dell'Appennino Dauno e più in generale dell'Appennino Campano hanno infatti fatto registrare eventi sismici i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici.

Rappresentazione delle isosiste di intensità superiore al IX grado della scala Mercalli rilevate per i terremoti distruttivi avvenuti in Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni

Il territorio comunale di Foggia ricade in un distretto geografico sicuramente sismico. Secondo la nuova classificazione sismica (O.P.C.M. 30-03-2003 e succ. mod. e integr.) ricade in Zona 2. Nel territorio in oggetto, infatti, si risentono i terremoti con epicentri garganici, molisani, sanniti ed irpini.

Codice ISTAT Classificazione PGA (g) 2001 2003

1607 1035 Zona 2 0.25 g

Dove: PGA (g)=accelerazione orizzontale di picco del terreno (estimatore dello scuotimento alle alte frequenze), valore atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 457 anni). $g=9,81 \text{ m/sec}^2$ (accelerazione di gravità).

Dopo il sisma irpino del 1980, risentito a Foggia con intensità del VI°-VII° Mercalli, tutto il territorio della Provincia di Foggia fu classificato come sismico. L'ultimo episodio importante

in ordine cronologico è stato il sisma di S. Giuliano di Puglia (CB), del 30.10.2002 e con replica intensa il giorno successivo, la magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VIII della scala Mercalli. L'INGV ha assegnato a Foggia, per questo sisma un'intensità macrosismica pari a V°-VI° della scala Mercalli

Per quanto riguarda il passato è sufficiente sfogliare il "Catalogo dei terremoti italiani dal 1000 al 1980", edito nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del Centro Nazionale per le Ricerche o il "Catalogo dei forti terremoti italiani dal 461 a.c. al 1980, edito dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Roma, per rendersi conto dei terremoti che hanno avuto come epicentro le zone nord-occidentali della Puglia, in particolare quello di Ascoli Satriano del 17 luglio 1361, di Barletta dell'11 maggio 1560 e della Capitanata del luglio 1627, di Foggia del 20 marzo 1731, di Mattinata del 10 agosto 1893, giusto per citare i più disastrosi con intensità superiore all'VIII°-IX° della scala Mercalli-Cancani-Siebert (MCS).

Anche il sisma del 1930, con epicentro nell'area di Scampitella (AV), al confine tra la Puglia e l'avellinese, fu risentito a Foggia con intensità sismica del VII°-VIII° Mercalli circa. Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è la prevenzione, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali. L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture similari possano subire danni notevolmente diversi. E' ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità.

RISCHIO SISMICO

In tutti i problemi connessi con l'ingegneria e, più in generale, ogni qualvolta si progettano delle opere che hanno grande rilevanza per la Società è necessario considerare "il rischio

sismico" delle zone interessate dalle opere in progetto, inteso come potenziale distruttivo di eventuali terremoti.

Elementi importanti da fornire per la progettazione di opere e per uno studio di pianificazione territoriale sono la massima magnitudo attesa di un terremoto e la massima accelerazione del terreno attesa (peak ground acceleration - PGA).

Tali grandezze vengono valutate grazie a studi statistici poiché una stima deterministica comporterebbe l'esatta conoscenza delle caratteristiche spazio-temporali ed energetiche della sorgente sismica nonché della struttura geologica attraversata dal treno di onde sismiche e della risposta del sito, ossia degli effetti locali che possono amplificare o attenuare l'accelerazione del suolo.

A proposito degli effetti di sito per la zona oggetto di studio, è da tenere presente un aspetto fondamentale ai fini delle massime esaltazioni di un terremoto, l'opera in oggetto impegna terreni essenzialmente sabbioso-ghiaiosi e sabbioso-limosi, ovvero terreni incoerenti o pseudocoerenti.

Tali depositi, com'è noto, costituiscono un elemento di esaltazione sismica, incrementando gli effetti distruttivi sui manufatti, tenendo presente le caratteristiche fisiche dei terremoti, le condizioni geologiche locali, considerato che il comune di Foggia è stato classificato come **zona 2**.

Le recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008) per tener conto degli effetti topografici dovuti alla morfologia ovvero dalla presenza di pendii o rilievi, introducono il coefficiente di amplificazione topografica ST, funzione della categoria topografica e dell'ubicazione dell'opera

Categoria Caratteristiche della superficie topografica ST

T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$ 1,0

T2 Pendii con inclinazione media $i = 15^\circ$ 1,2

T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$ 1,2

T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ 1,4

Nel nostro caso specifico, essendo l'acclività inferiore a 15° , il coefficiente di amplificazione sismica topografica risulta pari a 1.

Per quanto riguarda le categorie di suolo di fondazione tutta l'area in studio può essere classificata come **categoria "C"** Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza con **Vs30 pari a 341,95 m/s** ;

Nel presente caso, con riferimento alle norme in epigrafe, è possibile affermare con certezza che l'intervento previsto non altera in alcun modo le attuali condizioni geomorfologiche e di sicurezza dei luoghi.

Infatti, sulla base delle informazioni e dei dati desunti dall'analisi delle condizioni geomorfologiche, geologiche, geostratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche del sito d'interesse, così come riportato nei paragrafi precedenti, è possibile affermare che l'area risulta:

- geomorfologicamente stabile; la morfologia risulta caratterizzata da pendenze che non superano il 2 % e i terreni al di sotto dei primi metri dal p.c. si presentano di sufficiente integrità e consistenza;
- non interessata da fenomeni erosivi, da frane o da instabilità del suolo o del sottosuolo;
- non influenzata da particolari fenomeni di ruscellamento di acque meteoriche e da ristagni idrici;
- caratterizzata dalla presenza di un substrato costituito da litotipi dotati di sufficienti caratteristiche di resistenza geomeccanica; senza segni di ulteriori pericolosità geologiche in relazione all'intervento progettato.

Non risultano evidenti azioni morfoevolutive che si esplicano nell'area. Infine per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non incidono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,457016 [°]

longitudine: 15,540635 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	30333	41,467490	15,492090	4209,5
Sito 2	30334	41,466300	15,558790	1831,5
Sito 3	30556	41,416320	15,557120	4729,2
Sito 4	30555	41,417510	15,490500	6063,3

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,046	2,435	0,296

Danno (SLD)	63	50	0,057	2,536	0,329
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,135	2,607	0,436
Prevenzione e dal collasso (SLC)	5	975	0,171	2,617	0,468

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,570	1,000	0,014	0,007	0,674	0,200
SLD	1,500	1,520	1,000	0,017	0,009	0,841	0,200
SLV	1,490	1,380	1,000	0,048	0,024	1,971	0,240
SLC	1,430	1,350	1,000	0,059	0,029	2,398	0,240

INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONI, CEDIMENTI

Tenendo presente l'opera in progetto, le caratteristiche litologiche e geotecniche del substrato, dell'inclinazione del pendio, è possibile una fondazione diretta del tipo travi rovesce con un piano di fondazione a partire da metri 1.60 dal piano stradale di Via Confalonieri con un SLU pari a 7.38 daN/cm^2 (7.38 Kg/cm^2). Nel caso il progetto prevede la realizzazione di vani scantinato/box, il valore dello SLU rimane inalterato se non lievemente aumentato, mentre nelle operazioni di scavo occorre adottare tutte le tecniche progettuali onde salvaguardare le fondazioni dei fabbricati adiacenti e garantire la stabilità globale degli stessi edifici.

Ai fini sismici si tenga conto nei calcoli di verifica che l'area rientra in **Zona 2** caratterizzata da un'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (a_g) pari a $0,25g$ (dove g = accelerazione di gravità) e che il suolo è classificabile quale Categoria C.

Dalla verifica dei cedimenti effettuati essi risultano di lieve entità e comunque sopportabili dalle progettande strutture fondazionali ed il loro decorso nel tempo è da ritenersi a breve termine.

INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA FONDAZIONALE

STATO LIMITE ULTIMO

VERIFICA A LUNGO TERMINE (CONDIZIONI DRENATE)

Angolo d'attrito interno	ϕ	=	33.00°	
Coesione drenata	c'	=	0.00	KPa
Peso di volume (terreno fondazionale)	γ	=	19.27	KN/m ³
Peso di volume (terreno sopra p. fondaz.)	γ_1	=	17.50	KN/m ³
Profondità piano di posa	D_f	=	1.60	m
Incastro fondazione	D	=	0.70	m
Larghezza della fondazione	B	=	1.00	m
Lunghezza della fondazione	L	=	10	m
Inclinazione del pendio	β	=	2°	
Il valore del coefficiente di sottofondo per questo tipo di materiale risulta pari	K_s	=	8 Kg/cm ³	

$S_q - S_c - S_\gamma$ Coefficienti di forma della fondazione
 $S_{qg} - S_{cg} - S_{\gamma g}$ Coefficienti per l'inclinazione del pendio
 $N_q - N_c - N_\gamma$ Coefficienti di carico limite

$S_q = 1.0324500$	$S_c = 1.0237490$	$S_\gamma = 0.7800000$
$S_{qg} = 0.9314121$	$S_{cg} = 0.9864246$	$S_{\gamma g} = 0.9314121$
$N_q = 2.9636200$	$N_c = 38.46500$	$N_\gamma = 44.11557$

$$SLU = \gamma \cdot D \cdot S_q \cdot S_{qg} \cdot N_q + S_c \cdot S_{cg} \cdot c' \cdot N_c + N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot S_{\gamma g} \cdot \gamma_1 \cdot B/2 = 7.38 \text{ daN/cm}^2$$

INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA FONDAZIONALE

CEDIMENTI ASSOLUTI, DIFFERENZIALI e loro decorso nel tempo

Cedimenti calcolati con il metodo di Terzaghi (Metodo Edometrico)

Larghezza della fondazione	B	=	1.00	m
I cedimenti sono stati calcolati in punti	N	=	1	
Altezza del terreno da sbancare	m	=	1.60	
Peso di volume (terreno da sbancare)	γ	=	17.50	KN/m ³
Pressione di contatto	Pc	=	2.46	daN/cm ²

Gli strati al di sotto del piano di fondazione sono N = 2

Dati geotecnici e stratigrafici relativi allo strato	n°	=	1	
Cottolame poligenico in matrice sabbioso-limosa				
Spessore dello strato n° 1	m	=	4.0	
Peso di volume dello strato n° 1	γ_1	=	19.227	KN/m ³
Lo strato n° 1				non è in falda
Coefficiente di influenza relativa allo strato n° 1	α_1	=	0.306	
Pressione indotta a metà strato n° 1	P _{ind}	=	0.67	daN/cm ²
Il coefficiente di compressibilità edometrica strato 1 nell'intervallo di pressione 1-2 daN/cm ² è uguale	E _{ed}	=	35.0	MPa
Cedimento relativo allo strato n° 1	δ_1	=	0.76	cm

Dati geotecnici e stratigrafici relativi allo strato	n°	=	2	
Cottolame poligenico in matrice sabbioso-limosa				
Spessore dello strato n° 2	m	=	4.40	
Peso di volume dello strato n° 2	γ_2	=	20.062	KN/m ³
Lo strato n° 2				non è in falda
Coefficiente di influenza relativa allo strato n° 2	α_2	=	0.101	
Pressione indotta a metà strato n° 2	P _{ind}	=	0.22	daN/cm ²
Il coefficiente di compressibilità edometrica strato 1 nell'intervallo di pressione 1-2 daN/cm ² è uguale	E _{ed}	=	40.0	MPa
Cedimento relativo allo strato n° 1	δ_2	=	0.25	cm

Il cedimento assoluto al di sotto della trave di fondazione risulta pari a 1.01 cm

Constatato che i cedimenti assoluti sono dell'ordine di 1 cm, i cedimenti differenziali sono da ritenersi trascurabili e il loro decorso nel tempo, vista la natura litologica del substrato è da ritenersi a breve termine.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Considerate le risultanze dell'indagine e le finalità del presente studio geologico, teso a valutare le problematiche e le implicazioni geologiche connesse con le previsioni realizzative previste, è possibile affermare la piena compatibilità dell'opera con il quadro geomorfologico-geologico-geotecnico-idraulico e sismico locale.

In particolare, alla luce di quanto illustrato nei capitoli precedenti e agli allegati della presente relazione, a cui si rimanda per ogni utile approfondimento, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

- In relazione agli aspetti geomorfologici relativi a possibili dissesti superficiali e profondi, non si evidenziano situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta globalmente stabile;
- Dal punto di vista idrogeologico non sussistono fenomeni e processi morfoevolutivi di tipo erosivo in atto né potenziali.

In relazione alle scelte costruttive:

- Si ritiene idonea la scelta di utilizzare fondazioni superficiali del tipo a travi rovesce con piano di sedime a partire da metri **1.60** dal piano stradale di Via Confalonieri con un SLU pari a 7.38 daN/cm^2 (7.38 Kg/cm^2). I cedimenti sono da ritenersi trascurabili ed il loro decorso nel tempo è da ritenersi a breve termine.
- Nel caso il progetto prevede la realizzazione di vani scantinato/box, il valore dello SLU rimane inalterato se non lievemente aumentato, mentre nelle operazioni di scavo occorre adottare tutte le tecniche progettuali onde salvaguardare le fondazioni dei fabbricati adiacenti e garantire la stabilità globale degli stessi edifici.
- Ai fini sismici si tenga conto nei calcoli di verifica che l'area rientra in **Zona 2** caratterizzata da un'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (ag) pari a $0,25g$ (dove g = accelerazione di gravità) e che il suolo è classificabile quale **Categoria C**;

Sulla base di tali considerazioni, si può pertanto concludere che non esistono preclusioni di ordine geologico-tecnico alla realizzazione dell'opera in progetto.

Lucera, lì 3 settembre 2012

Il GEOLOGO
Dott. Matteo DI CARLO




N



Mappa

Foto

Via Moisé Maiorana

Via Federico Confalonieri

Via Vincenzo Cuoco

Via Vincenzo Gioberti

Via Ippolito Nievo

Via Daniele Manin

Via Collette Stamen

Viale O...

© 2012 Google

Google

Termini e condizioni d'uso

S1

LUGEON

PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H

--	--	--	--	--	--

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere Ø mm	Rivestim. Ø mm	Pocket Pen. Kg/cmq	R. Q. D. %	VANE TEST Kg/cmq		Profondita' m	S.P.T.	acqua	carotaggio
	1,10				Terreno di riporto e/o vegetale.										
	1,10														
	0,50	1,60			Terreno di natura sabbioso-limoso von fenomeni di decalcificazione e alterazione										
				2,0											
	8,40			5,7	Ciottolame poligenico di piccole e medie dimensioni in abbondante matrice sabbiosa limosa										
	10,00														
						101						10,00			

GEOSVEVA
LABORATORIO DI MECCANICA DELLE TERRE
via Scioscia n° 37/A cap - 71036 Lucera (FG)
P.I. 03062020718 - Cod. Fisc. DCRLGU81A09D643E
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it - Tel. 0881/318166 Fax
0881/318167



COMUNE DI FOGGIA

PROVINCIA DI FOGGIA

OGGETTO: INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE PRESSO
CANTIERE SITO IN VIA CONFALONIERI 8,10, 12

COMMITTENTE: IACP



LA SISMICA A RIFRAZIONE

Come noto, la sismica a rifrazione utilizza le onde acustiche nei corpi solidi, utilizzando per l'energizzazione un martello percussore, una massa battente oppure una piccola carica esplosiva esplosivo.

Le onde sismiche (sonore) viaggiano nel sottosuolo a differente velocità a seconda dei litotipi attraversati e subiscono lungo le superfici di discontinuità geologica i fenomeni della riflessione, rifrazione e diffrazione.

Le superfici di confine degli strati geologici, caratterizzati da una differenza di velocità tra lo strato superiore (V_1) e lo strato ad esso sottostante (V_2), producono dei raggi rifratti che viaggeranno parallelamente alla superficie di discontinuità (con la stessa velocità dello strato "più veloce") rifrangendo continuamente verso l'alto (quindi verso lo strato "più lento") energia elastica.

Una delle condizioni principali per l'applicazione del metodo della sismica a rifrazione è che la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenti con la profondità ($V_1 < V_2$). Un altro requisito indispensabile per il buon funzionamento di questa metodologia è che gli strati posseggano uno spessore sufficiente per essere rilevati; in caso contrario occorre aumentare il numero di geofoni e diminuirne la spaziatura.

L'energia rifratta che ritorna alla superficie viene misurata utilizzando dei geofoni.

Attraverso lo studio dei tempi di percorso e quindi delle velocità si può risalire alla disposizione geometrica ed alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nella zona di indagine.

È buona norma commisurare l'intensità dell'energizzazione alla lunghezza dello stendimento e, quando possibile utilizzare le opzioni di controllo automatico del guadagno. Diversamente i primi arrivi potrebbero essere difficili da riconoscere sia per l'eccessiva debolezza del segnale (geofoni lontani dal punto di scoppio) sia per la possibile saturazione dei geofoni più vicini.

IL COMPORTAMENTO SISMICO DELLE ONDE P

Le onde P sono anche chiamate Onde Primarie in quanto si propagano nel mezzo attraversato con maggiore velocità rispetto alle altre onde.

Nelle onde P, le particelle che costituiscono il mezzo attraversato vengono spostate nello stesso senso di propagazione dell'onda, in questo caso, in senso radiale. Quindi, il materiale si estende e si comprime con il propagarsi dell'onda.

Le onde P viaggiano attraverso il terreno in modo analogo a quello delle onde sonore attraverso l'aria.

La velocità con la quale le onde P si propagano in un mezzo dipende dalle proprietà fisiche (cioè rigidità, densità, saturazione) e dal grado di omogeneità del terreno.

Dalla sorgente di energizzazione viene emanato un "treno d'onde" i cui segnali saranno rilevati dalle stazioni riceventi ad intervalli di tempo dipendenti dalle caratteristiche elastiche del terreno. La registrazione grafica del treno d'onda in arrivo è chiamata "sismogramma".

I fronti d'onda possono essere superfici sferiche o di forma qualsiasi. Il principio di Huygens, basilare nello studio di qualsiasi perturbazione ondosa, stabilisce però che "in ogni istante, qualsiasi punto di un fronte d'onda di forma qualsiasi può essere considerato come sorgente puntiforme di onde circolari (oppure sferiche se la perturbazione è in tre dimensioni)".

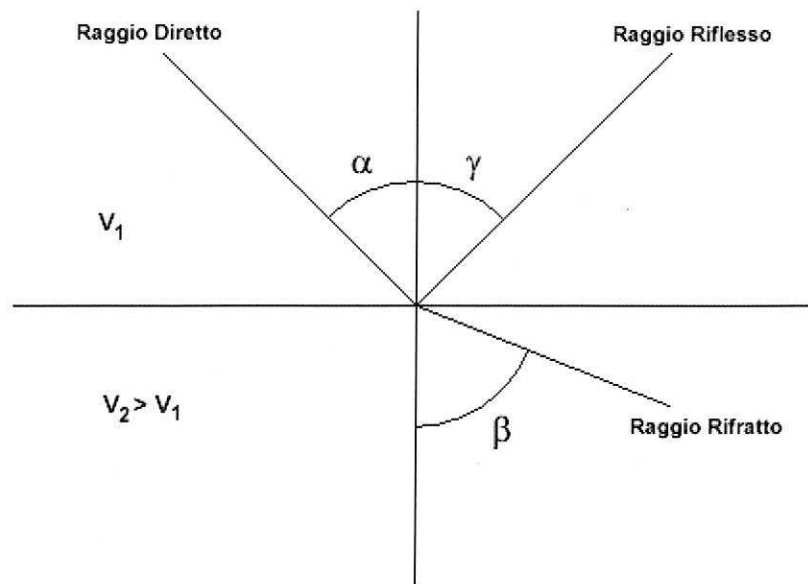
La propagazione di onde può quindi essere interpretata come una continua generazione di onde circolari che interferendo fra loro danno luogo a un'onda risultante osservabile macroscopicamente.

Le semirette normali ai fronti d'onda sono chiamate "raggi sismici" ed indicano la direzione di propagazione dell'onda elastica.

Per l'analisi dei dati ottenuti tramite la sismica a rifrazione, è usuale considerare sia le immagini delle onde sismiche sia i percorsi dei raggi sismici. Questi ultimi possono sostituire i fronti d'onda con buona approssimazione, permettendo di trattare soltanto i tempi di percorso delle onde elastiche e non tutte le altre grandezze tipiche di un fenomeno ondulatorio quali ampiezza, frequenza e fase.

Quando un raggio incontra un'eterogeneità sul percorso, per esempio un contatto litologico con un altro materiale, il raggio incidente si trasforma in diversi nuovi raggi. Gli angoli che il raggio incidente, i raggi riflessi ed i raggi rifratti formano con la normale alla superficie di contatto tra i due materiali sono legati fra loro ed alle velocità di propagazione da alcune relazioni note come "leggi di SNELL".

Le leggi di Snell affermano che il raggio incidente, riflesso e rifratto giacciono sullo stesso piano; inoltre valgono le seguenti relazioni tra gli angoli:



per la riflessione: $\alpha = \gamma$

per la rifrazione: $V_1 \cdot \sin \alpha = V_2 \cdot \sin \beta$

Esiste un particolare valore dell'angolo di incidenza, chiamato "angolo critico" o "angolo limite" (α_c) particolarmente significativo per la sismologia di rifrazione. Si definisce infatti angolo critico l'angolo d'incidenza che rende $\beta = 90^\circ$.

Se l'angolo di incidenza è uguale a 90° gradi l'onda rifratta, secondo la teoria di Huygen, si propaga lungo il contorno dello strato e funge da fonte per un nuovo fronte d'onda secondario e per nuovi raggi. I percorsi dei raggi sismici escono con un angolo pari all'angolo critico. E' possibile determinare l'angolo critico calcolando l'inverso del seno del valore della velocità del primo strato/velocità del secondo strato.

Se l'angolo di incidenza è maggiore dell'angolo limite, il fenomeno della rifrazione scompare e si ha riflessione totale senza propagazione dell'onda nel secondo strato.

APPLICAZIONI

Le indagini di sismica a rifrazione vengono normalmente impiegate per le seguenti problematiche:

Mappatura delle zone formate da materiale disgregato

Ricerca della profondità della falda freatica

Determinazione della resistenza allo scavo

Mappatura della permeabilità di strati ghiaiosi

Mappatura degli strati composti da materiale sciolto

Localizzazione delle zone di frattura

Mappatura del substrato roccioso

PROBLEMI E LIMITAZIONI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

- Le velocità sismiche dei terreni interessati dall'indagine devono crescere con la profondità
- Gli strati debbono possedere uno spessore sufficiente per essere rilevati
- Rilievi eseguiti su terreni di riporto o in aree adibite a discariche e in presenza di forte rumore antropico conducono spesso a risultati non affidabili
- Fratture singole e strette spesso non possono essere identificate.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Gli strumenti capaci di registrare movimenti nel terreno sono detti sismometri o geofoni. Essi saranno necessariamente posti sulla superficie del terreno.

Solitamente, si hanno sismogrammi di diversi geofoni, posti a diversa distanza dalla sorgente: questi possono essere stampati in funzione del tempo e della distanza, in quelle che vengono definite "registrazioni di scoppio" (shot records). La variazione Tempo/Distanza è detta "scostamento" (moveout).

Arrivi con ampio scostamento sono fortemente inclinati nella registrazione di scoppio e viceversa; dalle registrazioni di scoppio è quindi possibile distinguere l'arrivo delle diverse onde sismiche (dirette, riflesse, rifratte).

A piccole distanze (offset) il primo arrivo è delle onde dirette: questo arrivo ha grande ampiezza e lo scostamento è costante a tutte le distanze.

A maggiori distanze il primo arrivo comincia ad essere quello dell'onda rifratta. Questo arrivo è caratterizzato da piccola ampiezza d'onda e da scostamento costante ma minore di quello dell'onda diretta.

L'ultimo arrivo ad ogni geofono è quello dell'onda riflessa: il suo scostamento tende ad aumentare con la distanza secondo una funzione iperbolica.

Il diagramma che rappresenta i tempi di propagazione delle onde sismiche in funzione della distanza del punto di emissione si definisce "curva di propagazione" o "dromocrona" ("travel time curve"). Definirne l'andamento è compito primario nell'interpretazione di sismica a rifrazione.

Ciò che essenzialmente conta, per il metodo a rifrazione, è identificare il tempo di arrivo della prima onda in ogni geofono ("first break picking"). Questa distinzione non è sempre agevole.

I due segmenti relativi all'arrivo delle onde dirette, prima, e delle rifratte frontali poi, non sono sempre facilmente distinguibili. Il punto di ginocchio, il punto cioè a partire dal quale si verifica la variazione di inclinazione, è detto distanza critica ("cross-over distance").

E' quindi importante osservare che la scelta dei primi arrivi deve essere considerata già come parte dell'interpretazione dei dati più che della raccolta; l'operatore dovrà perciò aver cura di verificare direttamente sul sito che il rapporto segnale/rumore sia accettabile, ed eventualmente ripetere l'acquisizione.

METODI DI INTERPRETAZIONE

I metodi di interpretazione per la sismica a rifrazione possono essere raggruppati in tre classi principali:

- (1) Metodi dei Tempi di intercetta (ITM - Intercept-Time Methods)
- (2) Metodi dei Tempi di ritardo o Reciproci (DTM - Delay Time Method)
- (3) Metodi di Ray tracing

Il livello di calcoli richiesto è progressivamente maggiore da metodo a metodo. I metodi ITM richiedono essenzialmente una calcolatrice. I metodi DTM variano dalla versione più semplice a quella generalizzata, e richiedono l'uso di un personal computer. I metodi basati sul Ray Tracing richiedono risorse di calcolo decisamente più elevate e non saranno presi in esame in questo contesto.

I metodi ITM - Time-Intercept Methods.

La dromocrona, o curva distanza-tempo, nel caso di un rilevamento sismico per rifrazione è espressa su un grafico dall'equazione di una retta.

In presenza di stratificazioni piane ed orizzontali l'inclinazione delle rette dei primi arrivi è uguale al reciproco della velocità di propagazione nel mezzo 1 (V_1) o nella discontinuità o secondo mezzo (V_2). Dai diagrammi di queste rette possiamo determinare lo spessore dello strato superiore.

In base alla potenza dello strato superiore, infatti, si avrà una retta con uguale inclinazione (essendo questa legata solo alle velocità) ma con un punto di ginocchio diversamente posizionato: più è potente lo strato superiore, maggiore sarà il tempo impiegato dall'onda frontale rifratta per generarsi e tornare in superficie, dunque varierà la distanza di ricezione delle onde dirette e delle rifratte frontali.

Lo spessore può essere calcolato considerando l'ascissa del punto di ginocchio (X_c) oppure considerando il tempo di intercetta t_0 cioè il valore del tempo di arrivo dell'onda rifratta a distanza 0, ottenuto proiettando sull'asse dei tempi la retta relativa alla velocità di propagazione nel secondo mezzo.

$$h = \frac{x_c}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

$$h = \frac{t_0}{2} \frac{V_2 V_1}{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}$$

Caso di un singolo strato non orizzontale

Prendendo in considerazione la pendenza dello strato i calcoli si complicano:

- le velocità osservate per il secondo strato risultano essere velocità apparenti, che variano significativamente con la pendenza (maggiore alla velocità reale in direzione up-dip e minore in direzione down-dip);
- le profondità determinate mediante i tempi di intercetta sono le profondità inclinate e non le profondità reali sotto il punto di scoppio;
- sono richiesti stendimenti coniugati, in quanto i sismogrammi ottenuti in un'unica direzione forniscono unicamente una velocità apparente per il secondo strato.

Le equazioni per il calcolo delle profondità inclinate sono le seguenti:

$$\text{Profondità}_{(\text{down-dip})} = \frac{V_1 \cdot t_{i(\text{down-dip})}}{2 \cos \alpha}$$

$$\text{Profondità}_{(\text{up-dip})} = \frac{V_1 \cdot t_{i(\text{up-dip})}}{2 \cos \alpha}$$

Dove:

Profondità (down-dip) = il rifrattore immerge dal punto di sparo verso i geofoni

Profondità (up-dip) = il rifrattore risale verso il punto di sparo

V1 = velocità del terreno

Ti (up-dip) = tempo di intercetta up-dip

Ti (down-dip) = tempo di intercetta down-dip

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{(V_2^2 - V_1^2)}}{V_2}$$

Un'approssimazione utile per V2 (che non può essere misurato direttamente dalla curva dei tempi di percorso) è data dalla seguente equazione:

$$V_2 = \frac{2 \cdot V_{2(\text{up-dip})} \cdot V_{2(\text{down-dip})}}{V_{2(\text{up-dip})} + V_{2(\text{down-dip})}} \cos \delta$$

Dove:

V2 = velocità approssimata dello strato sottostante

V2(up-dip) = velocità apparente dello strato sottostante misurata up-dip

V2(down-dip) = velocità apparente dello strato sottostante misurata down-dip

δ = valore stimato della pendenza

Il valore dell'angolo δ è calcolabile utilizzando la seguente formula:

$$\delta = \frac{\sin^{-1}\left(\frac{V_1}{V_{2(\text{down-dip})}}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{V_1}{V_{2(\text{up-dip})}}\right)}{2}$$

Poiché il coseno dell'angolo δ è approssimativamente 1.0, è necessario che le pendenze siano basse. E' necessario sottolineare che il presupposto primario nell'uso dei metodi ITM è che la geometria della superficie di contatto sia piana. Questo presupposto permette di usare le informazioni derivate dalle osservazioni (arrivi) oltre la distanza del punto di ginocchio per derivare una profondità che è determinata nell'intorno del punto di energizzazione.

Tuttavia, questi metodi sono utili per una valutazione di massima delle profondità e per eseguire un semplice controllo dei risultati ottenuti con tecniche di interpretazione più sofisticate.

Caso di terreno multistrato

Il caso di terreni multistrato non comporta particolari variazioni. I principi di calcolo rimangono gli stessi, con la sovrapposizione (arrivi da entrambe le direzioni) per tutti gli strati necessari. Per gli strati orizzontali possono essere utilizzate le seguenti equazioni:

$$h_2 = \frac{t_{i3} V_2 V_3}{2 \sqrt{V_3^2 - V_2^2}} - h_1 \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \sqrt{\frac{V_3^2 - V_1^2}{V_3^2 - V_2^2}}$$

Lo spessore h_1 del primo strato è determinata usando il caso di un terreno con due strati ed il tempo di intercetta t_{i2} del secondo segmento di linea o la distanza critica X_{c2} determinata dai primi due segmenti di linea. Questo spessore è usato nel calcolo dello spessore dello strato seguente h_2 .

In termini di distanza critica l'equazione può essere così riscritta:

$$h_2 = \frac{X_{c3}}{2} \sqrt{\frac{V_3 - V_2}{V_3 + V_2}} + h_1 \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \frac{V_3 \sqrt{V_2^2 - V_1^2} - V_2 \sqrt{V_3^2 - V_1^2}}{\sqrt{V_3^2 - V_2^2}}$$

Il calcolo può essere esteso agli strati più profondi usando estensioni di queste equazioni generali.

Poiché le equazioni in questa forma contengono gli spessori degli strati meno profondi, il calcolo comincia con il primo strato e progredisce verso il basso. Si noti che queste equazioni non comprendono la pendenza.

Le equazioni per gli strati piani inclinati sono utilizzate nel metodo GRM (Palmer - 1980).

Metodi del Reciproco (Reciprocal methods)

I metodi reciproci includono più di 20 metodi di interpretazione, compresi i metodi basati sui tempi di ritardo, i quali possono o non possono richiedere la misura di un tempo reciproco.

Il tempo reciproco è il tempo di corsa lungo il rifrattore da una sorgente di energizzazione ad un'altra.

Esistono diverse versioni di questi metodi che si differenziano per alcuni fattori di correzione. In generale si ipotizza una superficie di contatto non eccessivamente inclinata ed una velocità del rifrattore costante.

Conoscendo il tempo di percorso dalla sorgente di energizzazione S ad un certo geofono G ed il tempo di percorso coniugato dalla sorgente S' al medesimo geofono G ed il tempo di percorso dalla sorgente di energizzazione S ad un certo geofono G1 (possibilmente distante dal primo) ed il tempo di percorso coniugato dalla sorgente S' al medesimo geofono G1 è possibile calcolare la velocità V2 del rifrattore utilizzando la seguente formulazione:

$$V_2 = \frac{2|\Delta x|}{|\Delta t| + |\Delta t'|}$$

Dove:

Δx = distanza in superficie compresa tra il geofono g ed il geofono g1

Δt = differenza dei tempi di percorso diretti

$\Delta t'$ = differenza dei tempi di percorso coniugato

Il tempo t di percorso diretto per il geofono G può essere espresso dalla seguente formulazione:

$$t = \frac{h_g + h_s}{V_1} \cos i_0 + \frac{x_g}{V_2}$$

Dove:

h_g = minima profondità in corrispondenza del geofono

h_s = minima profondità in corrispondenza della sorgente

x_g = distanza fra il geofono e lo sparo

Analogamente potrà essere scritta una equazione equivalente per il tempo impiegato dall'onda sismica a raggiungere il geofono G partendo dalla sorgente coniugata.

I tempi calcolati saranno ovviamente differenti; ciò che invece deve essere uguale è il tempo del percorso totale, fra le sorgenti dirette e coniugate. Questo tempo è chiamato tempo di estremità:

$$t = \frac{h_s + h_{s'}}{V_1} \cos i_0 + \frac{x_0}{V_2}$$

dove x_0 è uguale alla somma della distanza del geofono dal punto di sparo del percorso diretto e della distanza del geofono dal punto di sparo nel percorso coniugato.

Sottraendo al tempo di estremità la somma dei tempi precedentemente calcolati, è possibile risolvere l'equazione rispetto ad h ed ottenere la profondità minima. Tale procedimento dovrà essere eseguito per ogni geofono.

La profondità h rappresenta il raggio di un arco di circonferenza con centro nella posizione del relativo geofono: il contorno del rifrattore toccherà almeno in un punto ciascuno di questi archi e quindi potrà essere determinato graficamente come involuppo degli archi.

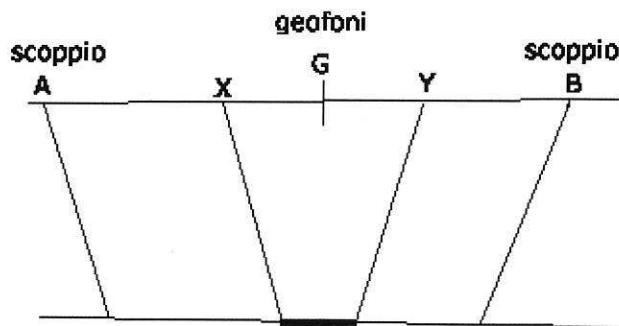
Metodo del Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method - GRM)

Il metodo reciproco generalizzato è stato sviluppato per sormontare alcune imperfezioni dei metodi più semplici, i quali sono messi in difficoltà dalla presenza di superfici, topografiche o del sottosuolo, particolarmente accidentate.

Il metodo di Palmer utilizza due funzioni: la funzione di analisi-velocità e la funzione tempo-profondità.

La funzione Analisi Velocità

La particolarità del metodo è l'uso degli arrivi diretti ed inversi a due geofoni, posti ad una distanza XY . Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto di emersione dal rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.



La funzione analisi-velocità, riferendosi alla figura sottostante, è definita dall'equazione:

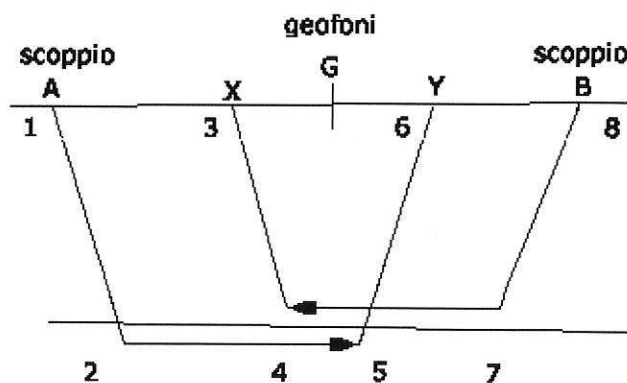
$$t = \frac{t_{AY} - t_{BX} + t_{AB}}{2}$$

$$t_{AY} = (12) + (34) + (45) + (56)$$

$$t_{BX} = (78) + (57) + (45) + (34)$$

$$t_{AB} = (12) + (24) + (45) + (57) + (78)$$

$$t = \frac{2(12) + 2(24) + (45)}{2}$$



Il valore di questa funzione è riferito al punto mediano G fra X ed Y .

Producendo i grafici dei tempi di percorso in relazione alla posizione dei geofoni è possibile derivare la velocità V_2 del rifrattore, indipendentemente dall'inclinazione e dalla topografia. Ciò che influenza il calcolo è dunque la scelta dei geofoni XY . Se la posizione di XY è scelta in modo

che il punto d'uscita sul rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

La funzione Tempo-Profondità

Il metodo GRM prevede ora la creazione di funzioni tempo-profondità per ciascun geofono. Facendo riferimento alla figura precedente la funzione generalizzata tempo-profondità è definita dall'equazione:

$$t = \frac{t_{AY} + t_{BX} - (t_{AB} + XY/V_2)}{2}$$

Calcolo del valore di XY ottimale

La valutazione della distanza XY ottimale può essere ottenuta utilizzando le velocità e gli spessori di strato precedentemente determinati: se sono noti gli spessori e le velocità di ciascuno strato, il valore XY per ogni strato può essere calcolato direttamente, quindi applicando un procedimento iterativo è possibile determinare tali valori automaticamente e con notevole precisione.

Metodo del Ray Tracing

I programmi basati su questa metodologia partono solitamente da una prima interpretazione effettuata con uno dei metodi precedentemente descritti, quindi viene calcolato il tempo di arrivo previsto ad un geofono in base ad un modello iniziale.

La complessità del calcolo aumenta in funzione del modello utilizzato. Il calcolo è eseguito in forma iterativa fino a convergenza, che nei modelli più complessi deve a volte essere forzata.

Dopo aver determinato i tempi di arrivo ai geofoni occorre correggere il modello così da far coincidere, per quanto possibile, i tempi calcolati ed i tempi osservati, quindi si procede nuovamente con il calcolo dei tempi di percorso basati sul modello corretto.

Report

ENTE COMMITTENTE : IACP

LOCALITA': Foggia (FG)

DATA E ORA : 01/08/2012 - 17.00

NOTE :

Cantiere sito in via Confalonieri 8-10-12

Geofono	Distanza (mt)	Quota (mt)
1	0.00	0.00
2	5.00	0.00
3	10.00	0.00
4	15.00	0.00
5	20.00	0.00
6	25.00	0.00
7	30.00	0.00
8	35.00	0.00
9	40.00	0.00
10	45.00	0.00
11	50.00	0.00
12	55.00	0.00
13	60.00	0.00
14	65.00	0.00
15	70.00	0.00
16	75.00	0.00
17	80.00	0.00
18	85.00	0.00
19	90.00	0.00
20	95.00	0.00
21	100.00	0.00
22	105.00	0.00
23	110.00	0.00
24	115.00	0.00

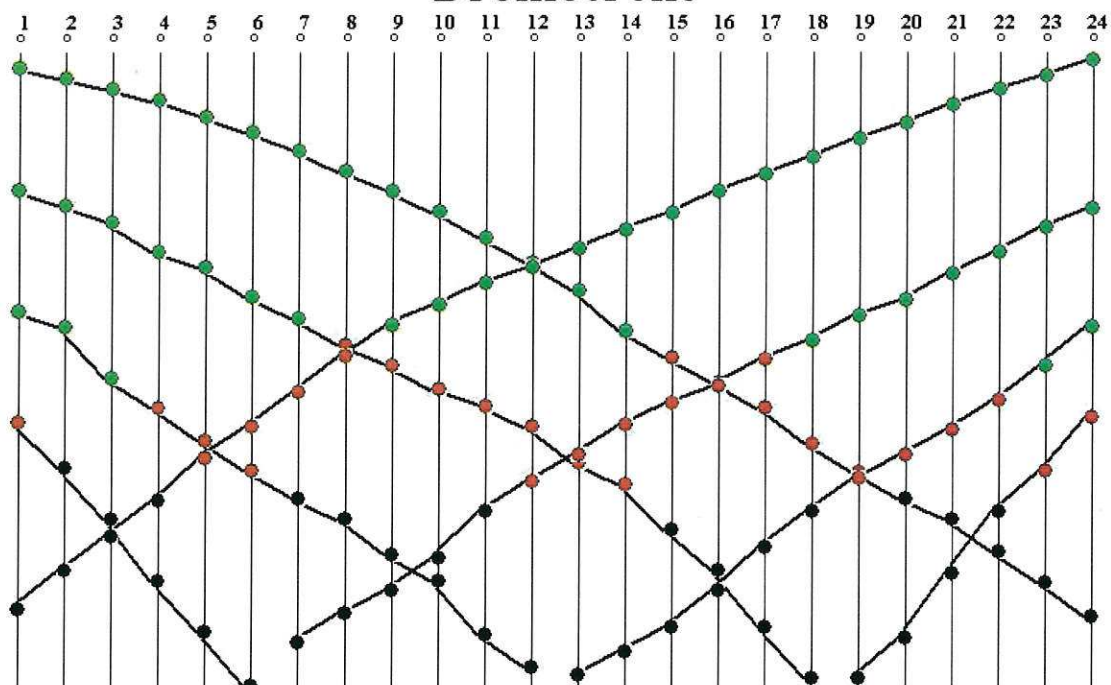
- PROFONDITA' STRATI -

Geofoni	2° strato	3° strato
1	-1.63 mt	-16.47 mt
2	-1.63 mt	-16.47 mt
3	-1.63 mt	-16.47 mt
4	-1.72 mt	-17.06 mt
5	-2.24 mt	-17.65 mt
6	-2.77 mt	-18.13 mt
7	-3.06 mt	-17.93 mt
8	-3.48 mt	-18.16 mt
9	-3.85 mt	-18.50 mt
10	-4.23 mt	-18.05 mt
11	-4.62 mt	-18.05 mt
12	-5.04 mt	-18.03 mt
13	-5.40 mt	-17.05 mt
14	-5.80 mt	-17.11 mt
15	-6.18 mt	-15.89 mt
16	-6.58 mt	-15.75 mt
17	-6.84 mt	-16.39 mt
18	-7.55 mt	-15.94 mt
19	-8.13 mt	-15.90 mt
20	-8.01 mt	-15.63 mt
21	-8.47 mt	-15.07 mt
22	-8.47 mt	-15.07 mt
23	-8.47 mt	-15.07 mt
24	-8.47 mt	-15.07 mt

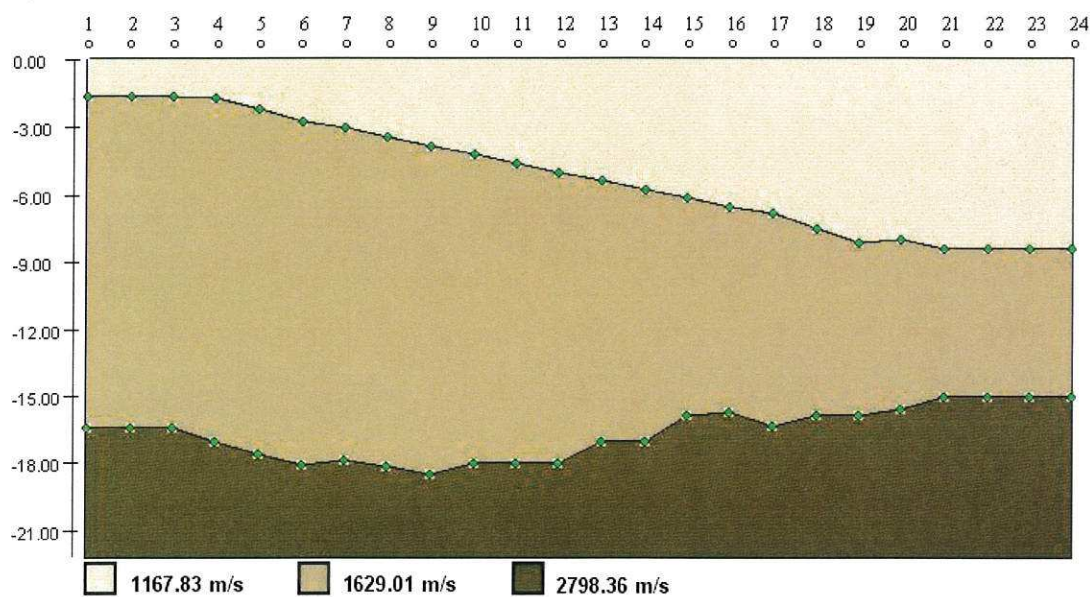
- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	1167.83 m/s
Velocità strato n.2	1629.01 m/s
Velocità strato n.3	2798.36 m/s

Dromocrone



Profondità



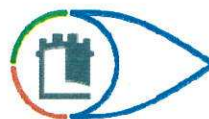
GEOSVEVA

LABORATORIO DI MECCANICA DELLE TERRE

via Scioscia n° 37/A cap - 71036 Lucera (FG)

P.I. 03062020718 - Cod. Fisc. DCRLGU81A09D643E

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it - Tel. 0881/318166 Fax
0881/318167



GeoSveva
Laboratorio di Analisi Geotecniche

COMUNE DI FOGGIA

PROVINCIA DI FOGGIA

OGGETTO: INDAGINE SISMICA MASW - CANTIERE SITO IN VIA
CONFALONIERI n.8, 10, 12

COMMITTENTE: IACP



Il metodo MASW

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza

Prospezioni sismiche basate sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera. L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a $0.92V_s$. In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e $0.92 V_s$. La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

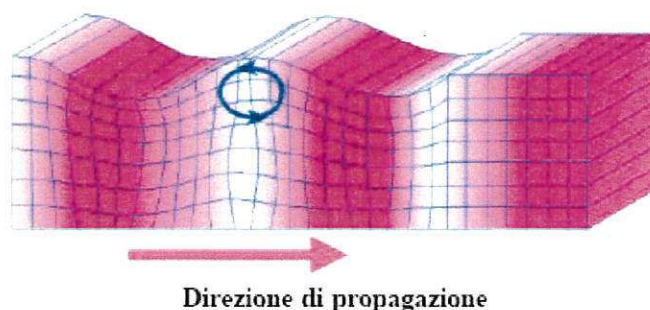
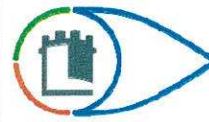


Figura 1: Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh

La determinazione della velocità delle onde di taglio V_s tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%). Inoltre l'ampiezza delle onde superficiali dipende da r e non da r come per le onde di volume.

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_s , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dall'O.P.C.M. 3274/03. Infatti, mentre la velocità delle onde P misurata in



terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati.

Analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione (Fig. 3).

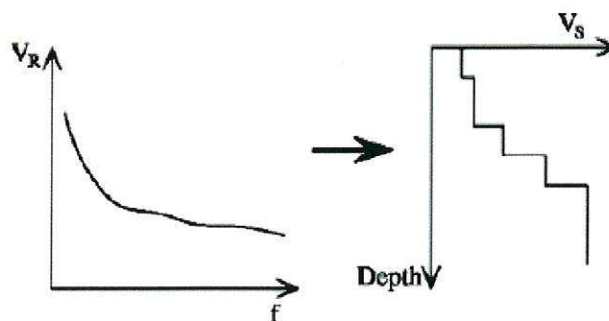


Figura 2: Velocità delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza e profilo di velocità delle onde di taglio in funzione della profondità ricavato tramite processo d'inversione.

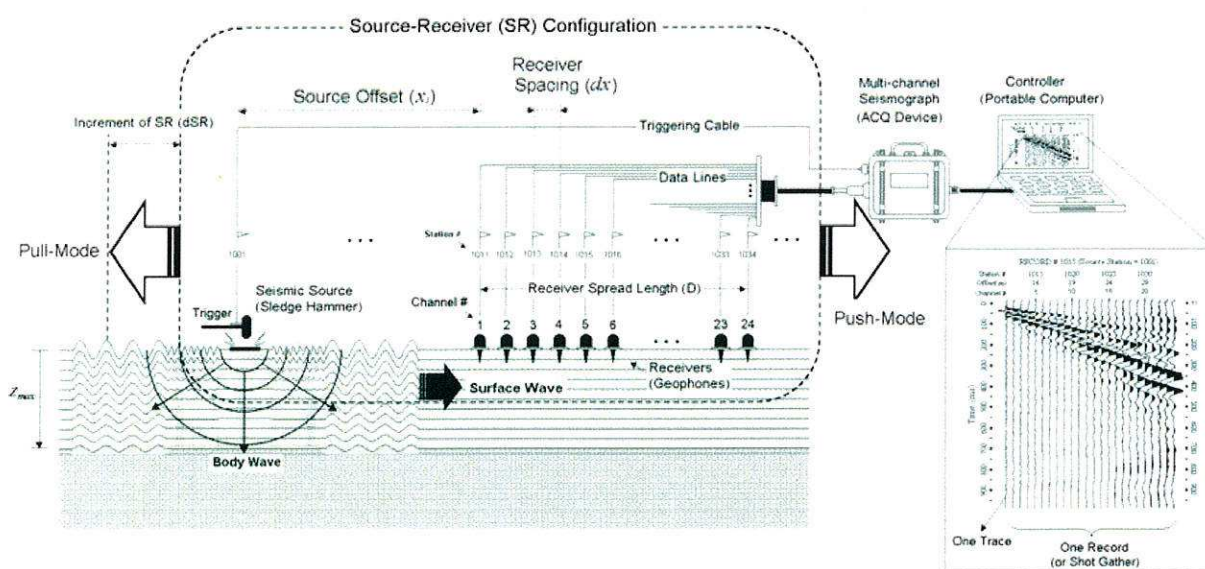
Prospezioni Sismiche Masw

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh – MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) – è un efficiente metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s .

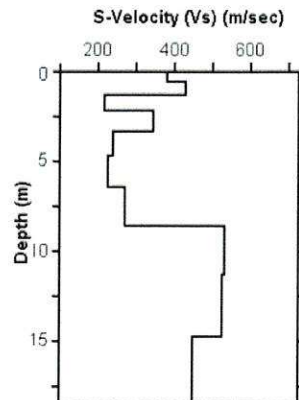
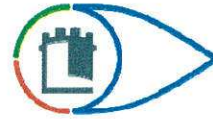
Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

L'intera procedura per una MASW consiste di 4 passi fondamentali:

1. Acquisizione multicanale di segnali sismici generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di geofoni; l'energizzazione viene condotta in prossimità di un estremo dello stendimento, ad una distanza dal primo (ultimo) geofono pari a 2-5 volte la spaziatura tra i geofoni;
2. Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione delle velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;



3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle V_s ;



4. Calcolo della V_{s30} .

Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (P e S), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni. Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali.

Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni.

Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico. Tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, noise ambientale) vengono quindi rimosse durante il processo di elaborazione.

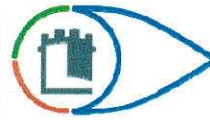
GEOSVEVA

LABORATORIO DI MECCANICA DELLE TERRE

via Scioscia n° 37/A cap - 71036 Lucera (FG)

P.I. 03062020718 - Cod. Fisc. DCRLGU81A09D643E

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it - Tel. 0881/318166 Fax
0881/318167



GeoSveva
Laboratorio di Analisi Geotecniche

Indagine eseguita

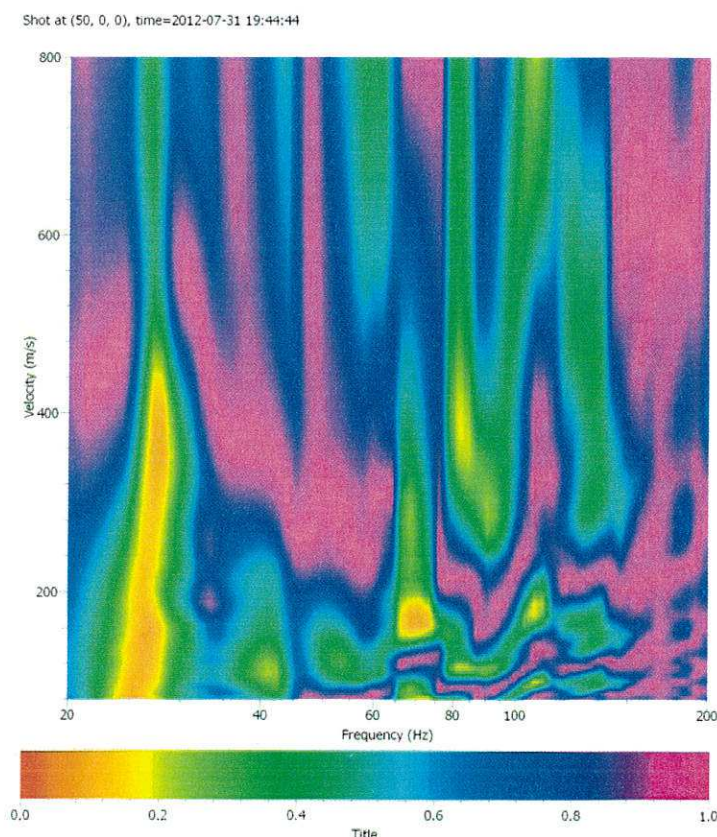
Su incarico conferito dalla IACP., è stata eseguita un'indagine sismica del tipo MASW, presso il cantiere sito in "via Confalonieri n.8, 10, 12".

L'indagine è stata condotta sulla base di n. 1 prospezione sismica MASW con uno stendimento geofonico di 46m, ubicata in una posizione ritenuta particolarmente significativa al fine di una completa individuazione delle caratteristiche del sottosuolo in area di progetto.

Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni posizionati lungo il profilo di indagine con offset di 2m (totale lunghezza stendimento = 46m).

I segnali sismici sono stati generati da una sorgente energizzante artificiale (mazza battente su piastra) posta ad un estremo (nel caso specifico geofono n.24) dello stendimento, ad una distanza dallo stesso pari a 4m.

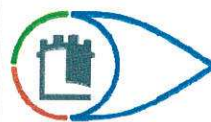
I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (GEOPSY 2.0.7) per la determinazione della curva di dispersione.



GEOSVEVA

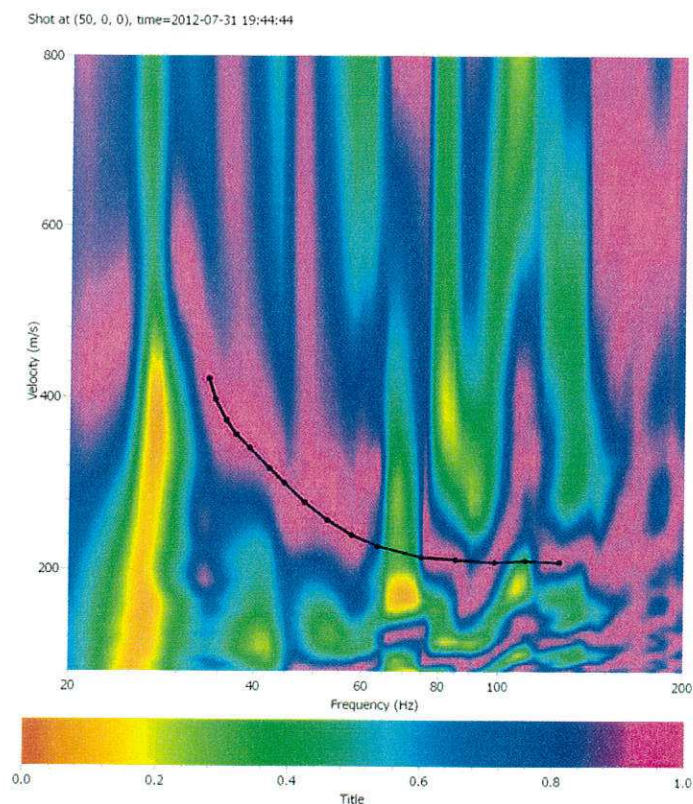
LABORATORIO DI MECCANICA DELLE TERRE

via Scioscia n° 37/A cap - 71036 Lucera (FG)
P.I. 03062020718 - Cod. Fisc. DCRLGU81A09D643E
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it - Tel. 0881/318166 Fax
0881/318167



GeoSveva
Laboratorio di Analisi Geotecniche

Si opera sulla distribuzione ottenuta effettuando l'operazione di picking:



La curva generata viene successivamente analizzata con l'ausilio di un programma specifico (DINVER), che consente l'inversione delle onde di superficie in onde di volume.

Il primo passaggio consiste nell'inversione della curva di dispersione, ottenuta con il processo di picking, funzione non più della velocità ma dell'attenuazione.

Il cui modo fondamentale è di seguito riportato:

GEOSVEVA

LABORATORIO DI MECCANICA DELLE TERRE

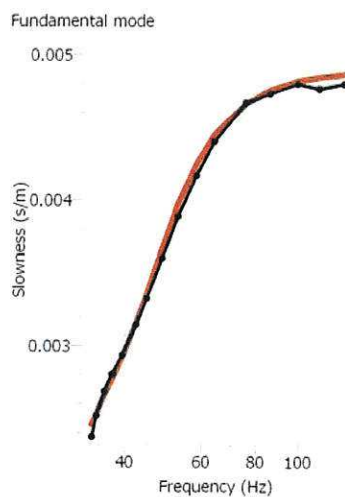
via Scioscia n° 37/A cap - 71036 Lucera (FG)

P.I. 03062020718 - Cod. Fisc. DCRLGU81A09D643E

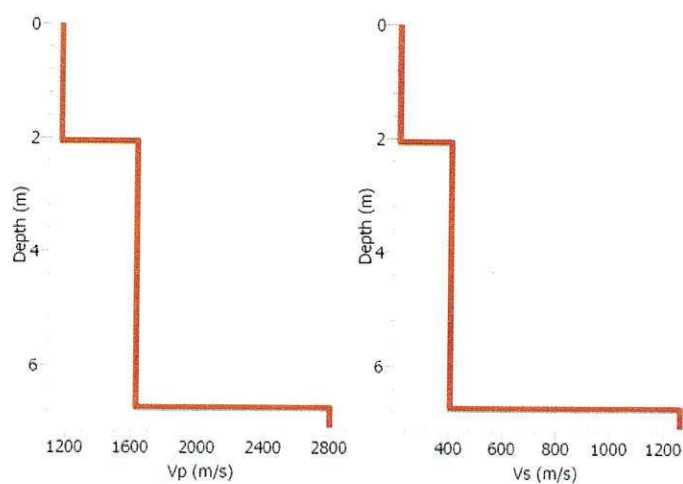
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it - Tel. 0881/318166 Fax
0881/318167



GeoSveva
Laboratorio di Analisi Geotecniche



Da tale risultato è possibile procedere all'elaborazione delle onde di volume, ed al successivo calcolo della V_{S30} .



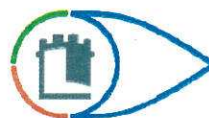
GEOSVEVA

LABORATORIO DI MECCANICA DELLE TERRE

via Scioscia n° 37/A cap - 71036 Lucera (FG)

P.I. 03062020718 - Cod. Fisc. DCRLGU81A09D643E

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it - Tel. 0881/318166 Fax
0881/318167



GeoSveva
Laboratorio di Analisi Geotecniche

Vp	Vs	Vs30
m/s	m/s	m/s
1167.83	214.6153	341.95
1629.01	405.7221	
2798.36	1261.436	
2798.36	1261.436	
2798.36	1261.436	

Tabella 2 – Categorie di sottosuolo (da nuove “Norme Tecniche per le Costruzioni”).

CLASSE	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero con valori di 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).</i>

Vs30=341.95 m/s ➔ CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C (NTC 08)

VERBALE DI ACCETTAZIONE **515** del **24/07/12**

Pag 1/1

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1

DATA PRELIEVO 23/07/12

CAMPIONE : C1

TIPO DI FUSTELLA (Busta)

PROFONDITA' : 2.00-2.30 (m)

TIPO DI CAMPIONE Rimaneggiato Q5

QUADRO RIASSUNTIVO ANALISI EFFETTUATE

Caratteristiche Generali

γ_s	=	26.402	KN/m ³
γ	=	19.277	KN/m ³
Wn	=	7.648	%
γ_{sat}	=	21.062	KN/m ³
γ_d	=	17.907	KN/m ³
e	=	0.474	
n	=	32.174	%
Sr	=	43.408	%

FOTOGRAFIA



Limiti di consistenza

LIMITE LIQUIDO	(LL) =	%
LIMITE PLASTICO	(LP) =	%
INDICE DI PLASTICITA'	(IP) =	
INDICE DI CONSISTENZA	(IC) =	
LIMITE RITIRO	(LR) =	%

Caratteristiche Meccaniche

Espansione laterale libera	
σ =	kPa
Cu =	kPa
Taglio Diretto	
c =	kPa
ϕ =	°
Taglio Residuo	
c' =	kPa
ϕ' =	°
Torsionale	kPa
	°

Caratteristiche granulometriche

ARGILLA	5.00%
LIMO	9.00%
SABBIA	20.00%
GHIAIA	66.00%
DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:	
Ghiaia sabbiosa debolmente limosa.	

Sostanze organiche

S.O. %

Contenuto di carbonati

CaCo₃ %

Compressione triassiale

UU	Cu =	kPa
CU	c _{cu} =	kPa
	ϕ_{cu} =	°
CD	c' _{cu} =	kPa
	ϕ'_{cu} =	°
	Cd =	kPa
	ϕ_{cd} =	°

Compressione Edometrica

σ_v	e	M	Cv
kPa		Mpa	cm ² /s

Permeabilità

k = m/s

Proctor

Caratteristiche All'ottimo

Y =	(KN/m ³)
Yd =	(KN/m ³)
W =	%

Numero certificato: 6501	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515	del 24/07/12	24/07/12	24/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO 23/07/12
CAMPIONE : C1	TIPO DI FUSTELLA (Busta)
PROFONDITA' : 2.00-2.30 (m)	TIPO DI CAMPIONE Rimaneggiato Q5

APERTURA CAMPIONI

Modalità di prova: ASTM D 421 / 2007

Diametro : / (cm)
Lunghezza : / (cm)

Colore : 2.5y 7/4
Consistenza : poco consistente
Plasticità : non plastico
Umidità : Medio - bassa

Resistenza

Pocket penetrometer: (KPa)

Vane test : (KPa)

Descrizione del campione : Ghiaia di piccola dimensione poligenico in matrice sabbiosa - limosa di colore giallastro

Analisi effettuate : Caratteristiche fisiche: Peso specifico dei grani, peso volume , contenuto naturale d'acqua, Granulometria.



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA Luigi Di Carlo

LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE

LUIGI DI CARLO

Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167

71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718

C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it



Numero certificato: 6502	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	30/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO 23/07/12
CAMPIONE : C1	TIPO DI FUSTELLA (Busta)
PROFONDITA' : 2.00-2.30 (m)	TIPO DI CAMPIONE Rimaneggiato Q5

PESO SPECIFICO DEI GRANI

Modalità di prova: CNR UNI 10013

Temperatura di prova : 21 °C

Capacità del picnometro: 100 ml

Disaerazione eseguita sotto vuoto e per bollitura

Peso specifico dei grani

(media delle due misure)

$$\gamma_s = 26.402 \text{ KN/m}^3$$



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA *Luigi Di Carlo*
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. e Fax 0881/318166
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it

Associazione
Laboratori
Geotecnici
Italiani

Numero certificato: 6503	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	24/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO 23/07/12
CAMPIONE : C1	TIPO DI FUSTELLA (Busta)
PROFONDITA' : 2.00-2.30 (m)	TIPO DI CAMPIONE Rimaneggiato Q5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: BS 1377 Part:2 1990

Determinazione mediante fustella tarata

Fustella n°	1	▶	γ	=	19.537	KN/m ³
Fustella n°	2	▶	γ	=	19.047	KN/m ³
Fustella n°	3	▶	γ	=	19.247	KN/m ³

Peso volume allo stato naturale

(media delle tre misure)

$\gamma =$ **19.277** KN/m³



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA *Luigi Di Carlo*

LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE

LUIGI DI CARLO

Via Scioscia, 37/A - Tel. e Fax 0881-318166

71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718

C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221270

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it

E-mail: geosvevalaboratori@mailcertifica.it



Numero certificato: 6504	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	25/07/12

COMMITTENTE: **IACP**

SITO : **Via Confalonieri, 8-10-12**

LOCALITA': **Foggia**

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE : C1	TIPO DI FUSTELLA	(Busta)
PROFONDITA' : 2.00-2.30 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Rimaneggiato Q5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216 / 2005

Temperatura di essiccazione : **110 °C**

Contenitore N°	6	▶	Wn =	7.777	%
Contenitore N°	24	▶	Wn =	7.545	%
Contenitore N°	33	▶	Wn =	7.623	%

Contenuto d'acqua allo stato naturale

(media delle tre misure)

Wn = 7.6481 %



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA dott. Luigi Di Carlo
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it



Numero certificato: 6505	Data di emissione: 03/08/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515	del 24/07/12

INIZIO PROVA	FINE PROVA
24/07/12	29/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO :	S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE :	C1	TIPO DI FUSTELLA	(Busta)
PROFONDITA' :	2.00-2.30 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Rimaneggiato Q5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422 / 2007

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
4"	101.60			100.00	101.60
3	75.00			100.00	75.00
2	50.00			100.00	50.00
1.5	37.50			100.00	37.50
1"	25.00	34.71	3.46	96.54	25.00
0.75	19.00	151.30	18.57	81.43	19.00
0.375	9.50	281.53	46.67	53.33	9.50
4	4.75	110.01	57.64	42.36	4.75
10	2.00	87.37	66.37	33.63	2.00
18	0.85	71.80	73.53	26.47	0.850
40	0.43	43.65	77.89	22.11	0.425
60	0.25	27.69	80.65	19.35	0.250
140	0.11	36.19	84.26	15.74	0.106
200	0.07	6.53	84.92	15.08	0.074
	< 0.074	151.13	15.08	passante al 200	
Somma (g)		1001.92			
Peso iniziale (g)		1003.00			
Perdita (g)		1.08			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-3.00
menisco	Cm	0.50
temperatura	intercetta	-5.00
temperatura	pendenza	0.25

caratteristiche fisiche

peso campione secco g	50.00
peso specifico KN/m³	26.402

taratura densimetro

intercetta	15.573
pendenza	-0.235

Analisi con densimetro

Tempo	Tempe_ratura	Lettura	Lettura + C _M	Correzione temperatura	Percentuale parziale
min	°C	R	R'		%
0.50	24.00	29.00	29.50	1.00	87.50
1.00	24.00	28.00	28.50	1.00	84.32
2.00	24.00	27.00	27.50	1.00	81.13
4.00	24.00	25.50	26.00	1.00	76.36
8.00	24.00	23.50	24.00	1.00	70.00
15.00	24.00	22.00	22.50	1.00	65.23
30.00	24.00	20.00	20.50	1.00	58.86
60.00	24.00	18.00	18.50	1.00	52.50
120.00	24.00	15.50	16.00	1.00	44.54
240.00	24.00	13.50	14.00	1.00	38.18
480.00	24.00	12.00	12.50	1.00	33.41
1440.00	24.00	10.00	10.50	1.00	27.04

Percentuale totale	Diametro grani
%	mm
13.20	0.05
12.72	0.05
12.24	0.04
11.52	0.02
10.56	0.01
9.84	0.01
8.88	0.01
7.92	0.01
6.72	0.00
5.76	0.00
5.04	0.00
4.08	0.00



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GeoSveva
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it



Numero certificato: **6505** Data di emissione: **03/08/2012**
VERBALE DI ACCETTAZIONE **515** del **24/07/2012**
COMMITTENTE: **IACP**

INIZIO PROVA **24/07/2012** FINE PROVA **29/07/2012**

Pag 2/2

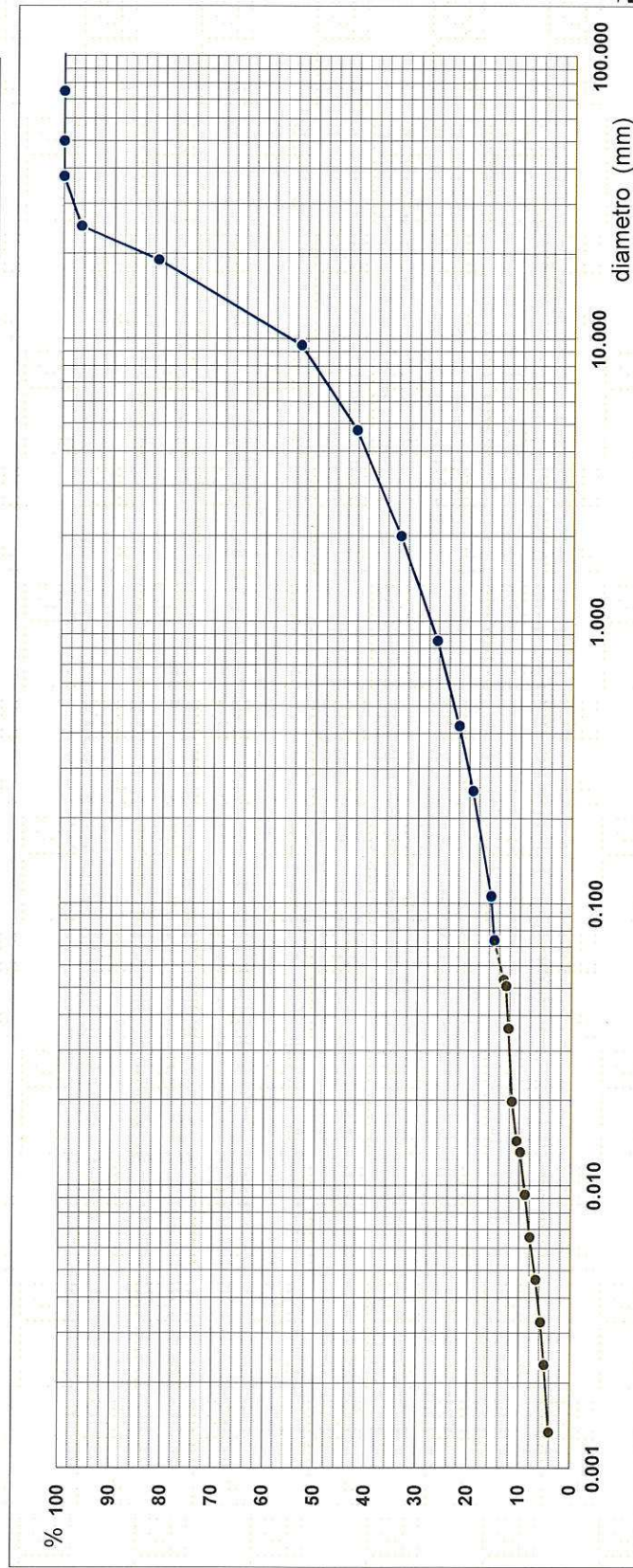
SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': **Foggia**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00-2.30** (m) DATA PRELIEVO **23/07/2012**

CURVA GRANULOMETRICA

argilla			limo			sabbia			ghiaia			ciott.
fine	medio	grosso	fine	medio	grosso	fine	medio	grosso	fine	media	grossa	



DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:		ARGILLA		5.00%	
Ghiaia sabbiosa debolmente limosa.		LIMO		9.00%	
		SABBIA		20.00%	
		GHIAIA		66.00%	
		CIOTTOLI			

LO SPERIMENTATORE
Giovanni Turco
Giovanni Turco



VERBALE DI ACCETTAZIONE **515** del **24/07/12**

Pag 1/1

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1

DATA PRELIEVO 23/07/12

CAMPIONE : C2

TIPO DI FUSTELLA (Metallo)

PROFONDITA' : 5.70-6.00 (m)

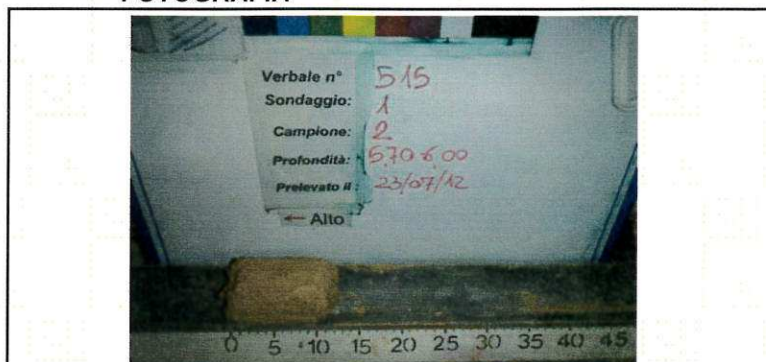
TIPO DI CAMPIONE Indisturbato Q5

QUADRO RIASSUNTIVO ANALISI EFFETTUATE

Caratteristiche Generali

γ_s	=	26.515	KN/m ³
γ	=	20.622	KN/m ³
Wn	=	10.731	%
γ_{sat}	=	21.542	KN/m ³
γ_d	=	18.624	KN/m ³
e	=	0.424	
n	=	29.76	%
Sr	=	68.478	%

FOTOGRAFIA



Limiti di consistenza

LIMITE LIQUIDO	(LL) =	20	%
LIMITE PLASTICO	(LP) =	13	%
INDICE DI PLASTICITA'	(IP) =	6.8	
INDICE DI CONSISTENZA	(IC) =	1.32	
LIMITE RITIRO	(LR) =		%

Caratteristiche Meccaniche

Espansione laterale libera

σ = kPa

Cu = kPa

Taglio Diretto

c = 0.76 kPa

ϕ = 33.78 °

Taglio Residuo

c' = kPa

ϕ' = °

Torsionale kPa
°

Caratteristiche granulometriche

ARGILLA	8.00%
LIMO	17.00%
SABBIA	32.00%
GHIAIA	43.00%
DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:	
ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa	

Sostanze organiche

S.O. %

Contenuto di carbonati

CaCo₃ %

Compressione triassiale

σ_u Cu = kPa

c_{cu} = kPa

ϕ_{cu} = °

c'_{cu} = kPa

ϕ'_{cu} = °

σ_d Cd = kPa

ϕ_{cd} = °

Compressione Edometrica

σ_v	e	M	Cv
kPa		Mpa	cm ² /s

Permeabilità

k = m/s

Proctor

Caratteristiche All'ottimo

Y = (KN/m³)
Yd = (KN/m³)
W = %

Numero certificato: 6506	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE	515 del 24/07/12	24/07/12	24/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO :	S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE :	C2	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' :	5.70-6.00 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

APERTURA CAMPIONI

Modalità di prova: ASTM D 421 / 2007

Diametro : 8.4 (cm)
Lunghezza : 10 (cm)

Colore : 2.5y 6/4
Consistenza : Poco consistente
Plasticità : Poco plastico
Umidità : Medio bassa

Resistenza

Pocket penetrometer: (KPa)

Vane test : (KPa)

Descrizione del campione : Ciottolame di medie e piccole dimensioni in abbondante matrice sabbiosa-limosa di colore giallastro con lievi fenomeni di decalcificazione

Analisi effettuate : Caratteristiche fisiche: Peso specifico dei grani, peso volume, contenuto naturale d'acqua, Granulometria, Limiti LL e LP. Caratteristiche meccaniche: Prova di taglio diretto.



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA

LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it



Numero certificato: 6507	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	29/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO 23/07/12
CAMPIONE : C2	TIPO DI FUSTELLA (Metallo)
PROFONDITA' : 5.70-6.00 (m)	TIPO DI CAMPIONE Indisturbato Q5

PESO SPECIFICO DEI GRANI

Modalità di prova: CNR UNI 10013

Temperatura di prova : 21 °C

Capacità del picnometro: 100 ml

Disaerazione eseguita sotto vuoto e per bollitura

Peso specifico dei grani

(media delle due misure)

$$\gamma_s = 26.515 \text{ KN/m}^3$$



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA *Luigi Di Carlo*

LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE

LUIGI DI CARLO

Via Scioscia, 37/A - Tel. e Fax 0881/318166

71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718

C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221270

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it

E-mail: geosvevalaboratori@mailcertifica.it



Numero certificato: 6508	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	24/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO 23/07/12
CAMPIONE : C2	TIPO DI FUSTELLA (Metallo)
PROFONDITA' : 5.70-6.00 (m)	TIPO DI CAMPIONE Indisturbato Q5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: BS 1377 Part:2 1990

Determinazione mediante fustella tarata

Fustella n°	1	▶	γ	=	20.435	KN/m ³
Fustella n°	2	▶	γ	=	20.708	KN/m ³
Fustella n°	3	▶	γ	=	20.724	KN/m ³

Peso volume allo stato naturale

(media delle tre misure)

$\gamma =$ **20.622** KN/m³



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA di Luigi Di Carlo

LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE

LUIGI DI CARLO

Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167

71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718

C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it



Numero certificato: 6509	Data di emissione: 03/08/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515	del 24/07/12

INIZIO PROVA	FINE PROVA
24/07/12	25/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO :	S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE :	C2	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' :	5.70-6.00 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216 / 2005

Temperatura di essiccazione : 110 °C

Contenitore N°	21	►	Wn =	11.481	%
Contenitore N°	77	►	Wn =	10.339	%
Contenitore N°	10	►	Wn =	10.372	%

Contenuto d'acqua allo stato naturale

(media delle tre misure)

Wn = 10.731 %



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA *Luigi Di Carlo*
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@mailcertifica.it



Numero certificato: 6510	Data di emissione: 03/08/12
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515	del 24/07/12

INIZIO PROVA	FINE PROVA
24/07/12	29/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1

DATA PRELIEVO

23/07/12

CAMPIONE : C2

TIPO DI FUSTELLA

(Metallo)

PROFONDITA' : 5.70-6.00 (m)

TIPO DI CAMPIONE

Indisturbato

Q5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422 / 2007

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
4"	101.60			100.00	101.60
3	75.00			100.00	75.00
2	50.00			100.00	50.00
1.5	37.50			100.00	37.50
1"	25.00	59.98	17.90	82.10	25.00
0.75	19.00	30.22	26.92	73.08	19.00
0.375	9.50	22.72	33.70	66.30	9.50
4	4.75	14.67	38.08	61.92	4.75
10	2.00	17.42	43.28	56.72	2.00
18	0.85	18.12	48.69	51.31	0.850
40	0.43	17.18	53.82	46.18	0.425
60	0.25	16.64	58.79	41.21	0.250
140	0.11	36.92	69.81	30.19	0.106
200	0.07	5.74	71.52	28.48	0.074
	< 0.074	95.42	28.48	passante al 200	
Somma (g)		335.04			
Peso iniziale (g)		336.05			
Perdita (g)		1.01			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-3.00
menisco	Cm	0.50
temperatura	intercetta	-5.00
temperatura	pendenza	0.25

caratteristiche fisiche

peso campione secco g	50.00
peso specifico KN/m ³	26.515

taratura densimetro

intercetta	15.573
pendenza	-0.235

Analisi con densimetro

Tempo	Temperatura	Lettura	Lettura + C _M	Correzione temperatura	Percentuale parziale
min	°C	R	R'		%
0.50	24.00	26.00	26.50	1.00	77.76
1.00	24.00	25.00	25.50	1.00	74.58
2.00	24.00	24.00	24.50	1.00	71.41
4.00	24.00	22.00	22.50	1.00	65.06
8.00	24.00	21.00	21.50	1.00	61.89
15.00	24.00	20.00	20.50	1.00	58.71
30.00	24.00	18.00	18.50	1.00	52.37
60.00	24.00	16.50	17.00	1.00	47.61
120.00	24.00	14.50	15.00	1.00	41.26
240.00	24.00	12.50	13.00	1.00	34.91
480.00	24.00	10.00	10.50	1.00	26.98
1440.00	24.00	8.50	9.00	1.00	22.22

Percentuale totale	Diametro grani
%	mm
22.15	0.06
21.24	0.05
20.34	0.04
18.53	0.02
17.63	0.01
16.72	0.01
14.91	0.01
13.56	0.01
11.75	0.00
9.94	0.00
7.68	0.00
6.33	0.00



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA di Luigi Di Carlo
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@mailcertificata.it



Numero certificato:	6510	Data di emissione:	03/08/2012
VERBALE DI ACCETTAZIONE	515	del	24/07/2012
COMMITTENTE:	IACP		

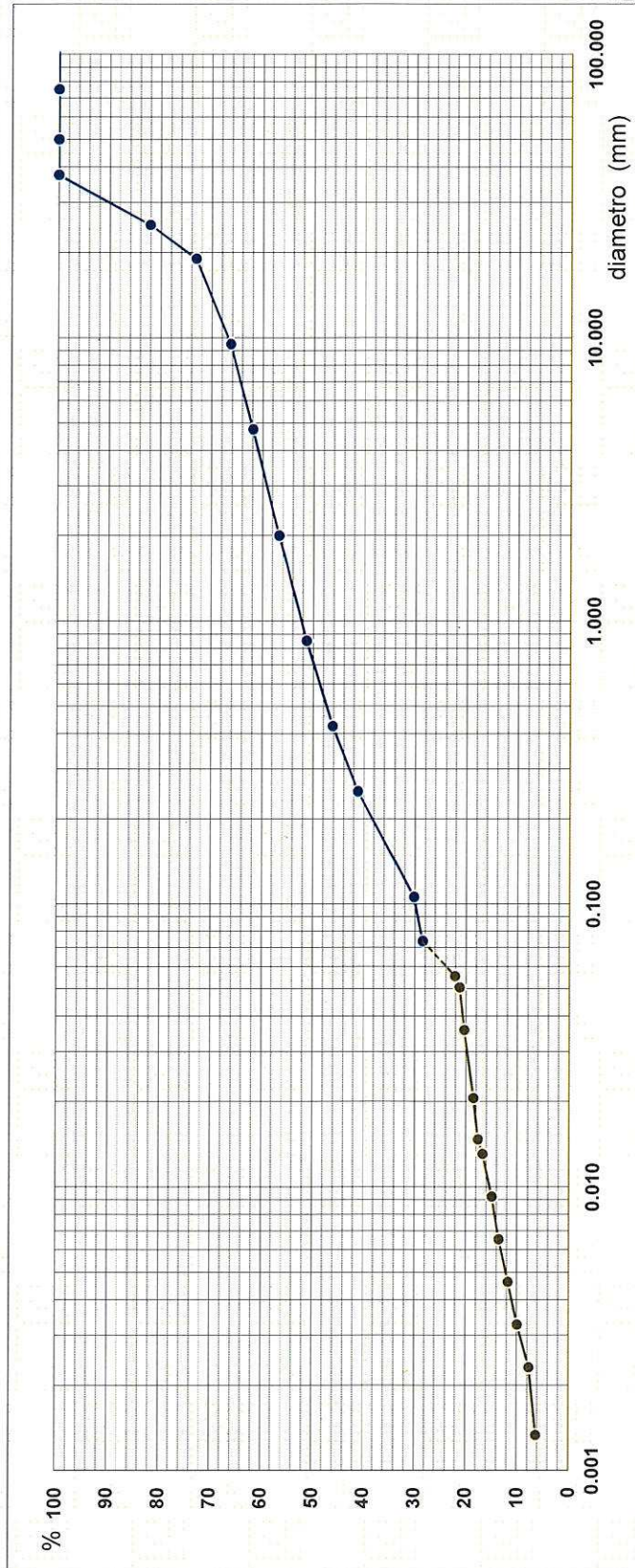
INIZIO PROVA	24/07/2012	FINE PROVA	29/07/2012
--------------	------------	------------	------------

Pag 2/2

SITO :	Via Confalonieri, 8-10-12	LOCALITA':	Foggia
SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	C2
		PROFONDITA' :	5.70-6.00 (m)
		DATA PRELIEVO	23/07/2012

CURVA GRANULOMETRICA

argilla			limo			sabbia			ghiaia			ciott.	
fine	medio	grosso	fine	medio	grosso	fine	media	grossa	fine	media	grossa		



DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:	ARGILLA	
Ghiaia con sabbia limosa debolmente argillosa.	LIMO	8.00%
	SABBIA	17.00%
	GHIAIA	32.00%
	CIOTTOLI	43.00%

LO SPERIMENTATORE
Giovanni Turco



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
GEO SVEVA LUIGI DI CARLO
LABORATORIO DI ANALISI GEOTECNICHE
Via Scioscia, 37/A - 71036 Lucera (FG)
Tel. 0881/318166 - Fax 0881/318167
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it

Numero certificato: 6511	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	29/07/12

COMMITTENTE: **IACP**

SITO : **Via Confalonieri, 8-10-12**

LOCALITA': **Foggia**

SONDAGGIO : **S1**

DATA PRELIEVO

23/07/12

CAMPIONE : **C2**

TIPO DI FUSTELLA

(Metallo)

PROFONDITA' : **5.70-6.00** (m)

TIPO DI CAMPIONE

Indisturbato

Q5

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

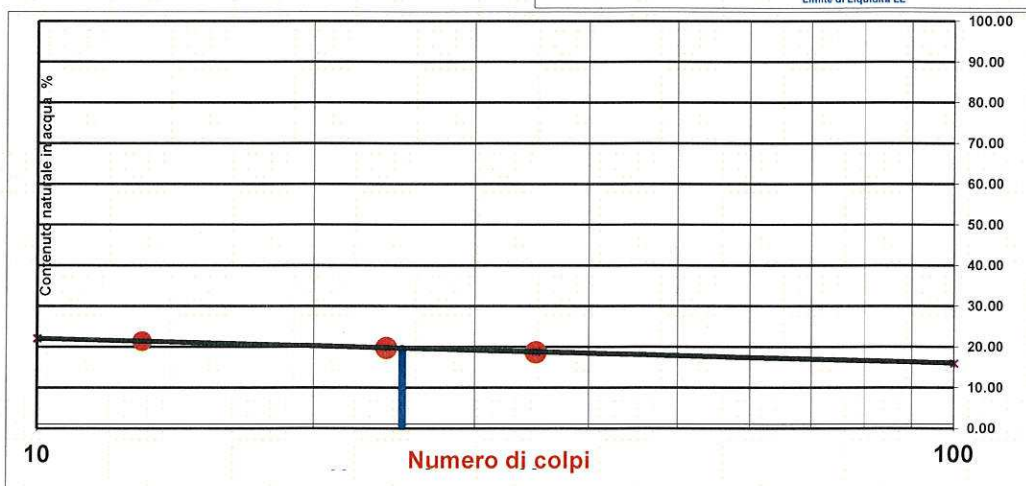
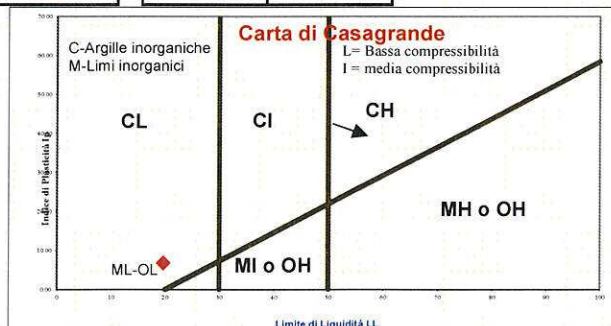
Modalità di prova: **CNR UNI 10014**

LA PROVA E' STATA ESEGUITA SULLA FRAZIONE GRANULOMETRICA PASSANTE AL SETACCIO N° 40 (0,425 mm)

PROVINO n.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
NUMERO CONTENITORE	7	3	13	74	11
NUMERO DI COLPI	13	24	35	-	-
TARA (g)	14.063	9.795	13.535	17.247	20.837
PESO UMIDO + TARA (g)	29.304	24.559	31.146	31.062	34.54
PESO SECCO + TARA (g)	26.617	22.121	28.364	29.451	33.013
CONTENUTO IN ACQUA (g)	2.687	2.438	2.782	1.611	1.527
PESO SECCO (g)	12.554	12.326	14.829	12.204	12.176
CONTENUTO IN ACQUA (%)	21.404	19.779	18.761	13.20059	12.5410644

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA = **10.73** %

RISULTATI			
LIMITE LIQUIDO	(LL) =	20	%
LIMITE PLASTICO	(LP) =	13	%
INDICE DI PLASTICITA'	(IP) =	7	
INDICE DI CONSISTENZA	(IC) =	1.316	





Numero certificato: 6512	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	30/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO :	S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE :	C2	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' :	5.70-6.00 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080 / 2004

dati generali:	Provino n°1	Provino n°2	Provino n°3
Sezione provino (cm ²)	36.00	36.00	36.00
Altezza iniziale (mm)	23.00	23.00	23.00
Altezza finale (mm)	22.60	22.40	22.30
Num tara 1	1.00	2.00	3.00
Peso tara 1 (g)	148.42	148.31	147.97
Tara + p. umido iniziale (g)	326.96	326.16	322.95
Num tara 2	39.00	37.00	6.00
Peso tara 2 (g)	57.70	53.16	56.18
Tara + p. umido finale (g)	235.20	231.31	230.86
Tara + p. provino secco (g)	213.60	210.66	211.79
Peso specifico grani (KN/m ³)			
Peso di volume iniziale (KN/m ³)	$\gamma (l)$ 2.16	2.15	2.11
Peso di volume finale (KN/m ³)	$\gamma (l)$ 2.18	2.21	2.18
Peso di volume secco (KN/m ³)	$\gamma_d (l)$ 1.88	1.90	1.88
Contenuto acqua iniziale (%)	$Wn (l)$ 14.52	12.92	12.44
Contenuto acqua finale (%)	$Wn (l)$ 13.85	13.12	12.25
Saturazione iniziale (%)	$Sr (l)$ 90.03	82.88	76.68
Saturazione finale (%)	$Sr (l)$ 91.13	92.25	83.90
Indice dei vuoti iniziale	$e (l)$ 0.44	0.42	0.44
Indice dei vuoti finale	$e (l)$ 0.41	0.38	0.39
Peso vol. secco finale (KN/m ³)	$\gamma_d (l)$ 1.92	1.95	1.94

Provino n°1

$\sigma = 100$ (Kpa)
 $\tau_r = 59.08$ (Kpa)
 $S_h = 5.90$ (mm)

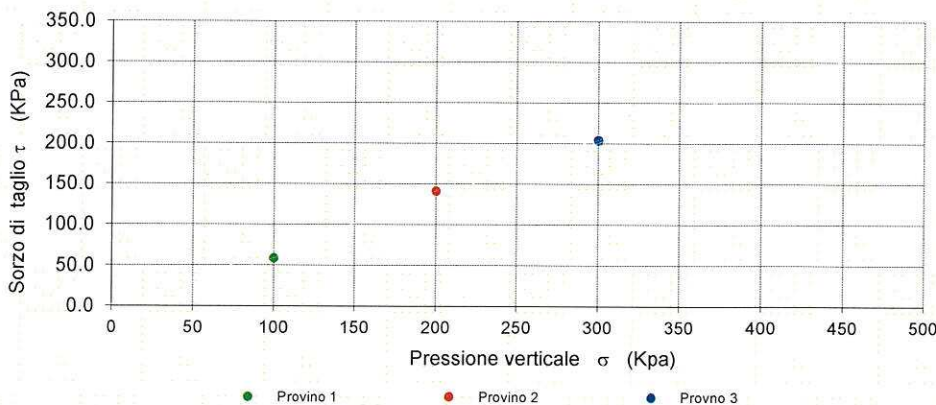
Provino n°2

$\sigma = 200$ (Kpa)
 $\tau_r = 141.47$ (Kpa)
 $S_h = 6.10$ (mm)

Provino n°3

$\sigma = 300$ (Kpa)
 $\tau_r = 205.17$ (Kpa)
 $S_h = 6.01$ (mm)

Involuppo di Rottura



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA
 LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
 LUIGI DI CARLO
 Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
 71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
 C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221270
 E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
 E-mail: geosvevalaboratori@alice.it



Numero certificato: 6512	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	30/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1

DATA PRELIEVO

23/07/12

CAMPIONE : C2

TIPO DI FUSTELLA

(Metallo)

PROFONDITA' : 5.70-6.00 (m)

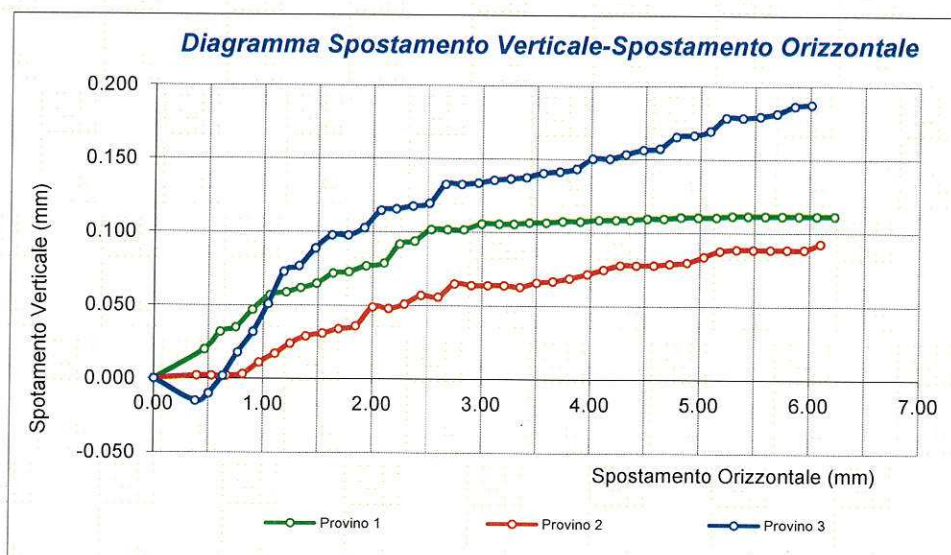
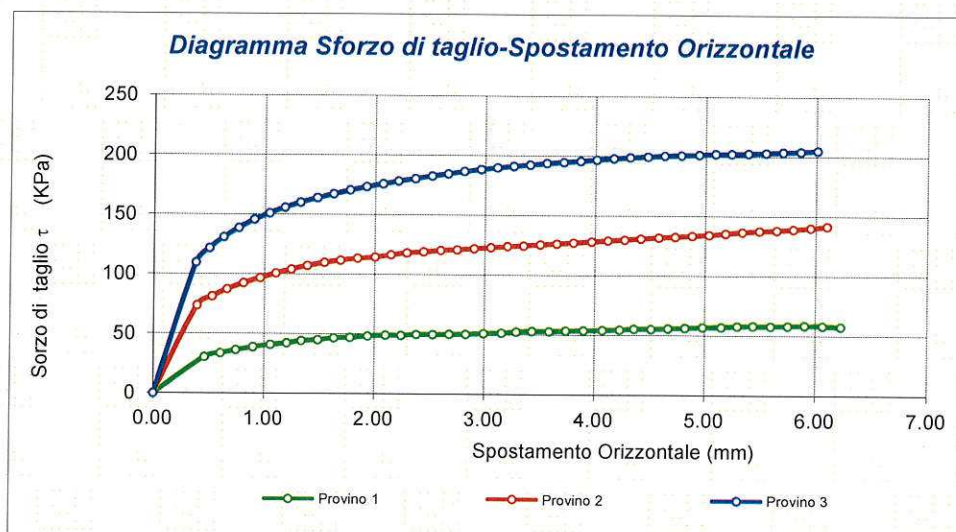
TIPO DI CAMPIONE

Indisturbato

Q5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080 / 2004



COMMITTENTE: IACP**SITO :** Via Confalonieri, 8-10-12**LOCALITA':** Foggia**SONDAGGIO :** S1**DATA PRELIEVO**

23/07/12

CAMPIONE : C2**TIPO DI FUSTELLA**

(Metallo)

PROFONDITA' : 5.70-6.00 (m)**TIPO DI CAMPIONE**

Indisturbato

Q5

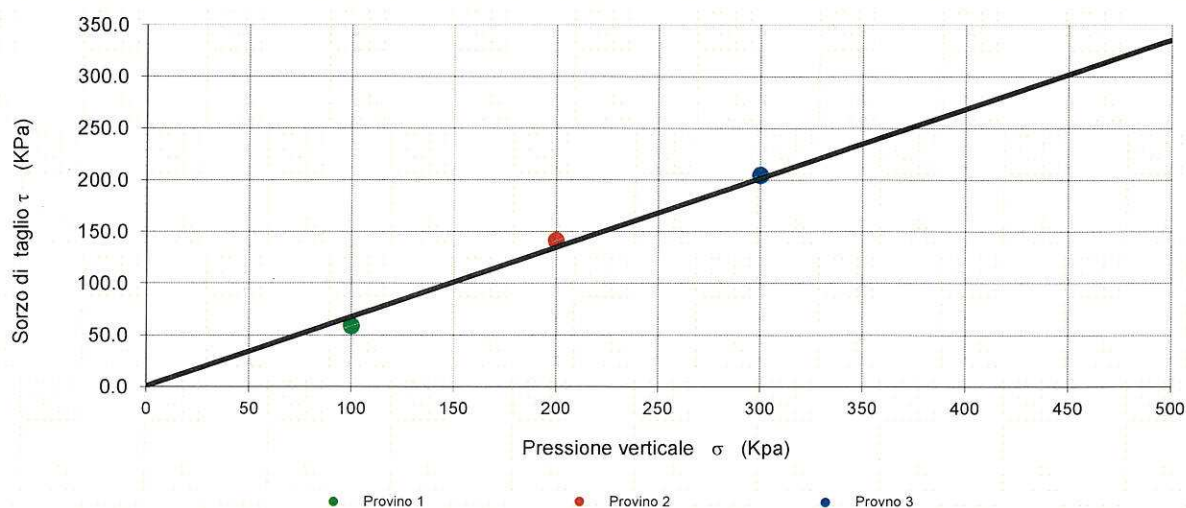
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080 / 2004

Caratteristiche dei provini:

Provino	H ₀ mm	A ₀ cm ²	γ _n KN/m ³	γ _d KN/m ³	Sr _(i) %	Sr _(f) %	Wn _(i) %	Wn _(f) %
1	23.00	36.00	21.14	18.46	90.03	91.13	14.52	13.85
2	23.00	36.00	21.06	18.43	82.88	92.25	12.92	13.12
3	23.00	36.00	20.72	18.43	76.68	83.90	12.25	12.25

Provino	Velocità mm/min	σ normale [kPa]	τ picco [kPa]	S _h mm
1	0.005	100.00	59.08	6.099
2	0.005	200.00	141.47	6.099
3	0.005	300.00	205.17	6.007

Involuppo di Rottura**c' = 0.76 (Kpa) φ = 33.78 °**

VERBALE DI ACCETTAZIONE **515** del **24/07/12**

Pag 1/1

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1

DATA PRELIEVO 23/07/12

CAMPIONE : C3

TIPO DI FUSTELLA (Metallo)

PROFONDITA' : 9.50-9.80 (m)

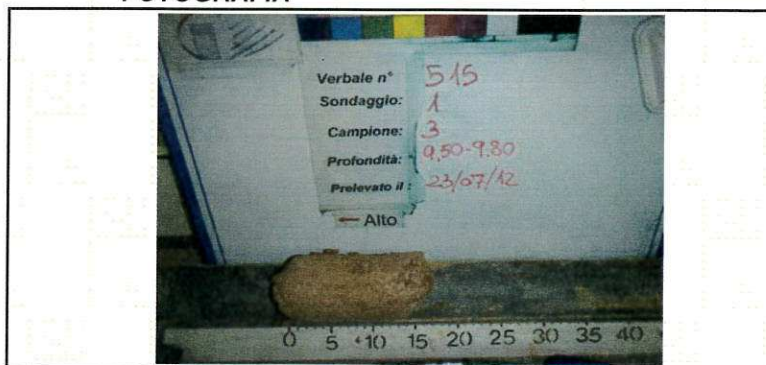
TIPO DI CAMPIONE Indisturbato Q5

QUADRO RIASSUNTIVO ANALISI EFFETTUATE

Caratteristiche Generali

γ_s	=	26.595	KN/m ³
γ	=	21.437	KN/m ³
Wn	=	8.466	%
γ_{sat}	=	22.282	KN/m ³
γ_d	=	19.764	KN/m ³
e	=	0.346	
n	=	25.686	%
Sr	=	66.423	%

FOTOGRAFIA



Limiti di consistenza

LIMITE LIQUIDO	(LL) =	%
LIMITE PLASTICO	(LP) =	%
INDICE DI PLASTICITA'	(IP) =	
INDICE DI CONSISTENZA	(IC) =	
LIMITE RITIRO	(LR) =	%

Caratteristiche Meccaniche

Espansione laterale libera

σ = kPa

Cu = kPa

Taglio Diretto

c = 1.26 kPa

ϕ = 36.90 °

Taglio Residuo

c' = kPa

ϕ' = °

Torsionale kPa
°

Caratteristiche granulometriche

ARGILLA

LIMO

SABBIA

GHIAIA

DEFINIZIONE GRANULOMETRICA:

Sostanze organiche

S.O. %

Contenuto di carbonati

CaCO₃ %

Compressione triassiale

CU Cu = kPa

c_{cu} = kPa

ϕ_{cu} = °

Cd = kPa

Permeabilità

k = m/s

c' _{cu} = kPa

ϕ' _{cu} = °

ϕ_{cd} = °

Proctor

Caratteristiche All'ottimo

Y = (KN/m³)

Yd = (KN/m³)

W = %

Compressione Edometrica

σ_v	e	M	Cv
kPa		Mpa	cm ² /s

Numero certificato: 6513	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE	515 del 24/07/12	24/07/12	24/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO :	S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE :	C3	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' :	9.50-9.80 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

APERTURA CAMPIONI

Modalità di prova: ASTM D 421 / 2007

Diametro : 8.4 (cm)
Lunghezza : 15 (cm)

Colore : 2.5y 6/6
Consistenza : Poco consistente
Plasticità : Poco plastico
Umidità : Medio - bassa

Resistenza

Pocket penetrometer: (KPa)

Vane test : (KPa)

Descrizione del campione : Ciottolame poligenico di piccole e medie dimensioni in matrice limosa - argillosa di colore giallastro

Analisi effettuate : Caratteristiche fisiche: Peso specifico dei grani, peso volume , contenuto naturale d'acqua.
Caratteristiche meccaniche : Prova di taglio diretto.



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA

LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@mailcertifica.it



Numero certificato: 6514	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	30/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO 23/07/12
CAMPIONE : C3	TIPO DI FUSTELLA (Metallo)
PROFONDITA' : 9.50-9.80 (m)	TIPO DI CAMPIONE Indisturbato Q5

PESO SPECIFICO DEI GRANI

Modalità di prova: CNR UNI 10013

Temperatura di prova : 21 °C

Capacità del picnometro: 100 ml

Disaerazione eseguita sotto vuoto e per bollitura

Peso specifico dei grani

(media delle due misure)

$$\gamma_s = 26.595 \text{ KN/m}^3$$



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA *Luigi Di Carlo*

LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE

LUIGI DI CARLO

Via Scioscia, 37/A - Tel. e Fax 0881-318166

71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718

C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it

E-mail: geosvevalaboratori@alice.it



Numero certificato: 6515	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	24/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE : C3	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' : 9.50-9.80 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: BS 1377 Part:2 1990

Determinazione mediante fustella tarata

Fustella n°	1	▶	γ	=	21.216	KN/m ³
Fustella n°	2	▶	γ	=	21.933	KN/m ³
Fustella n°	3	▶	γ	=	21.161	KN/m ³

Peso volume allo stato naturale

(media delle tre misure)

$\gamma =$ **21.437** KN/m³



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA di Luigi Di Carlo
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. e Fax 0881/318166
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@mailcertifica.it

Associazione
Laboratori
Geotecnici
Italiani

Numero certificato: 6516	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	25/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE : C3	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' : 9.50-9.80 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216 / 2005

Temperatura di essiccazione : 110 °C

Contenitore N°	3	▶	Wn =	9.386	%
Contenitore N°	76	▶	Wn =	8.295	%
Contenitore N°	14	▶	Wn =	7.716	%

Contenuto d'acqua allo stato naturale

(media delle tre misure)

Wn = 8.4658 %



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco
Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA di Luigi Di Carlo
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@mailcertificata.it

 Associazione
Laboratori
Geotecnici
Italiani



Numero certificato: 6517	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	29/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO :	S1	DATA PRELIEVO	23/07/12
CAMPIONE :	C3	TIPO DI FUSTELLA	(Metallo)
PROFONDITA' :	9.50-9.80 (m)	TIPO DI CAMPIONE	Indisturbato Q5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080 / 2004

dati generali:		Provino n°1	Provino n°2	Provino n°3
Sezione provino	(cm ²)	36.00	36.00	36.00
Altezza iniziale	(mm)	23.00	23.00	23.00
Altezza finale	(mm)	22.60	22.40	22.10
Num tara 1		1.00	2.00	3.00
Peso tara 1	(g)	145.52	146.92	139.30
Tara + p. umido iniziale	(g)	325.65	325.59	324.49
Num tara 2		12.00	37.00	42.00
Peso tara 2	(g)	69.01	53.16	55.92
Tara + p. umido finale	(g)	253.07	231.31	240.33
Tara + p. provino secco	(g)	234.85	209.26	222.21
Peso specifico grani	(KN/m ³)			
Peso di volume iniziale	(KN/m ³)	γ (l) 2.18	2.16	2.24
Peso di volume finale	(KN/m ³)	γ (l) 2.26	2.21	2.32
Peso di volume secco	(KN/m ³)	γ_d (l) 2.00	1.89	2.01
Contenuto acqua iniziale	(%)	Wn (l) 8.62	14.46	11.36
Contenuto acqua finale	(%)	Wn (l) 10.99	14.13	10.90
Saturazione iniziale	(%)	Sr (l) 66.02	89.40	87.95
Saturazione finale	(%)	Sr (l) 90.15	95.54	99.33
Indice dei vuoti iniziale		e (l) 0.35	0.44	0.35
Indice dei vuoti finale		e (l) 0.33	0.40	0.30
Peso vol. secco finale	(KN/m ³)	γ_d (l) 2.04	1.94	2.09

Provino n°1

 $\sigma = 100$ (Kpa) $\tau_r = 77.19$ (Kpa) $S_h = 6.25$ (mm)

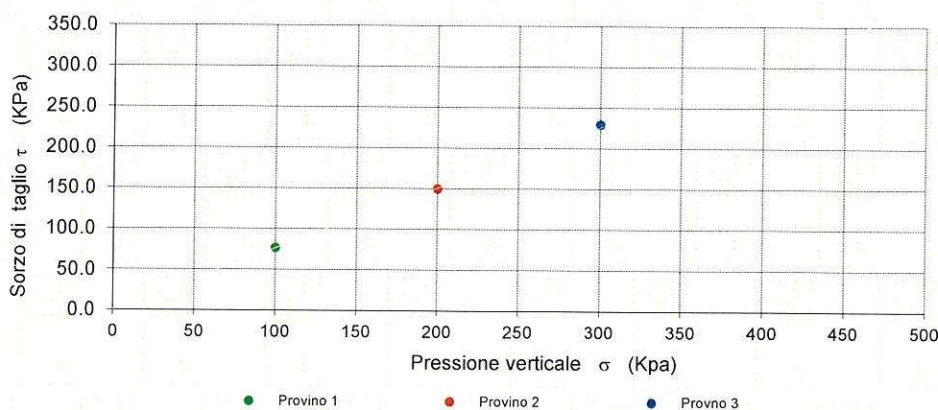
Provino n°2

 $\sigma = 200$ (Kpa) $\tau_r = 150.08$ (Kpa) $S_h = 3.06$ (mm)

Provino n°3

 $\sigma = 300$ (Kpa) $\tau_r = 230.07$ (Kpa) $S_h = 5.62$ (mm)

Involuppo di Rottura



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA di Luigi Di Carlo
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221270
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it



Numero certificato: 6517	Data di emissione: 03/08/12	INIZIO PROVA	FINE PROVA
VERBALE DI ACCETTAZIONE 515 del	24/07/12	24/07/12	29/07/12

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1

DATA PRELIEVO

23/07/12

CAMPIONE : C3

TIPO DI FUSTELLA

(Metallo)

PROFONDITA' : 9.50-9.80 (m)

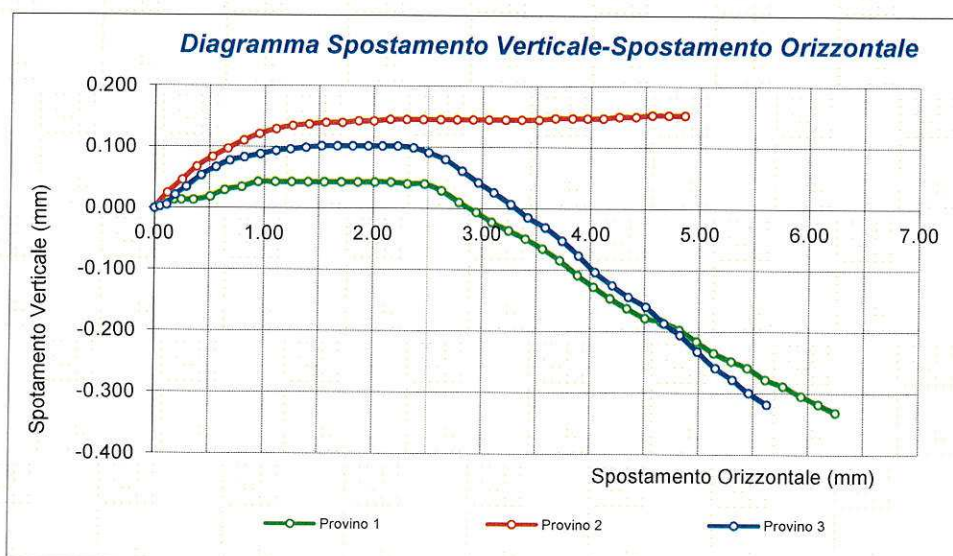
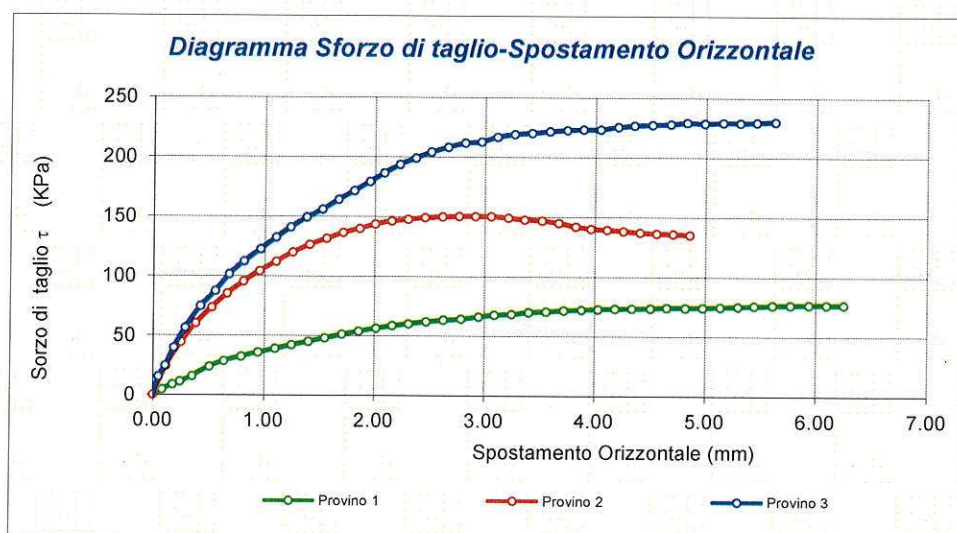
TIPO DI CAMPIONE

Indisturbato

Q5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080 / 2004



LO SPERIMENTATORE

Giovanni Turco

IL DIRETTORE del LABORATORIO

GEO SVEVA
LABORATORIO di ANALISI GEOTECNICHE
LUIGI DI CARLO
Via Scioscia, 37/A - Tel. 0881/318166 Fax 0881/318167
71036 LUCERA (FG) - P.I. 03062020718
C.F. DCRLGU81A09D643E - C.C.I.A.A. 221276
E-mail: geosvevalaboratori@alice.it
E-mail: geosvevalaboratori@mailcertificata.it



VERBALE DI ACCETTAZIONE **515** del **24/07/12**

COMMITTENTE: IACP

SITO : Via Confalonieri, 8-10-12

LOCALITA': Foggia

SONDAGGIO : S1

DATA PRELIEVO

23/07/12

CAMPIONE : C3

TIPO DI FUSTELLA

(Metallo)

PROFONDITA' : 9.50-9.80 (m)

TIPO DI CAMPIONE

Indisturbato

Q5

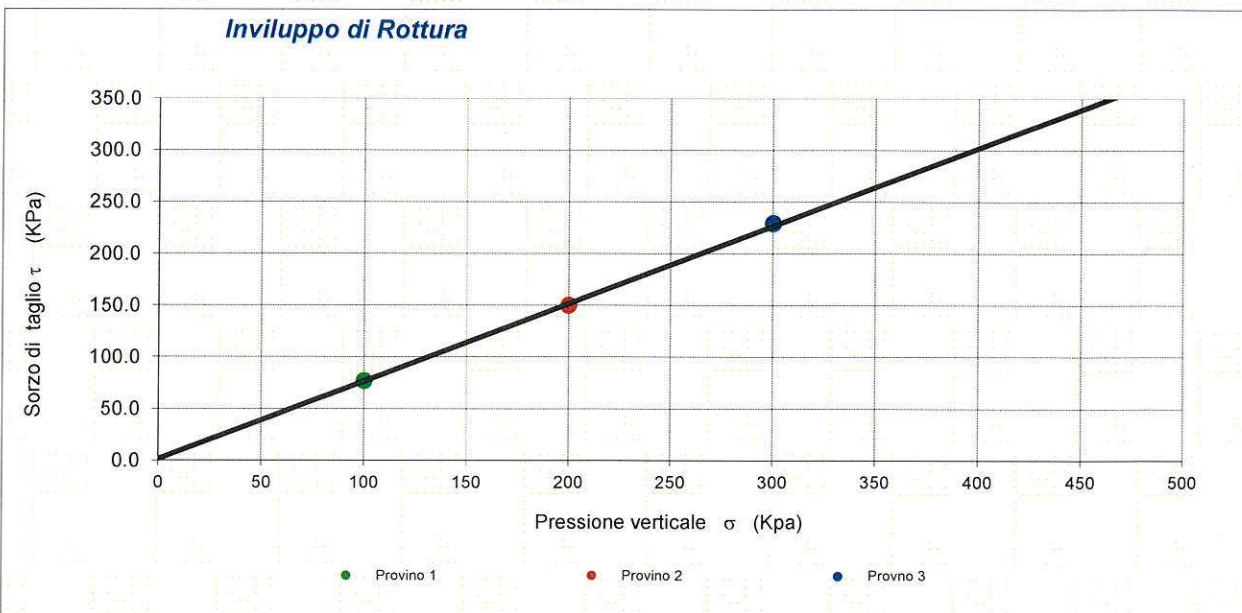
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080 / 2004

Caratteristiche dei provini:

Provino	H ₀ mm	A ₀ cm ²	γ _n KN/m ³	γ _d KN/m ³	Sr _(i) %	Sr _(f) %	Wn _(i) %	Wn _(f) %
1	23.00	36.00	21.33	19.64	66.02	90.15	8.62	10.99
2	23.00	36.00	21.16	19.69	89.40	95.54	14.46	14.13
3	23.00	36.00	21.93	19.69	87.95	99.33	10.90	10.90

Provino	Velocità mm/min	σ normale [kPa]	τ picco [kPa]	S _n mm
1	0.005	100.00	77.19	3.057564
2	0.005	200.00	150.08	3.057564
3	0.005	300.00	230.07	5.62249

Involuppo di Rottura**c' = 1.26 (Kpa) φ = 36.90 °**