

**REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA  
PROVINCIA DI UDINE**

**COMUNE DI UDINE**

**“INDAGINE GEOGNOSTICA E RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA  
PER IL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE PER I  
DIPARTIMENTI SCIENTIFICI PRESSO IL POLO SCIENTIFICO DEI  
RIZZI”**

**Committente: “UNIVERSITA’ DEGLI STUDI DI UDINE”**

**Ripartizione Tecnica**

**Via Cosattini n° 29**

**33100 Udine.**



*Umberto Stefanel*

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

contiene:

1.0	PREMESSA.....	3
2.0	LINEAMENTI DI GEOLOGIA.....	4
2.1	Inquadramento Geografico.....	4
2.2	Morfologia.....	4
2.3	Litologia.....	5
2.4	Zonizzazione.....	6
2.5	Pedologia.....	6
2.6	Idrologia ed Idrogeologia.....	7
2.7	Pericolosità Naturali.....	8
2.8	Sismicità.....	8
3.0	INDAGINI REPERITE.....	10
3.1	Sondaggi meccanici a carotaggio continuo.....	10
4.0	INDAGINE GEOGNOSTICA.....	11
4.1	Profilo Sismico "M.A.S.W." 1.....	11
5.0	GEOLOGIA TECNICA.....	14
5.1	Caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione.....	14
5.2	Analisi dei parametri sismici.....	15
6.0	CONCLUSIONI.....	16

**1.0 PREMESSA.**

Su incarico dell' **"Università degli Studi di Udine – Ripartizione Tecnica"** e' stato elaborato uno studio geologico – tecnico per il progetto di realizzazione della Nuova Sede per i Dipartimenti Scientifici presso il **"Polo Scientifico dei Rizzi – Campus Universitario"** .

Per la redazione del presente rapporto sono stati utilizzati i dati ricavati sia dalla bibliografia geologica del territorio (in particolare: **"Studio Geologico – Tecnico in prospettiva sismica del territorio comunale di Udine"** Dott. G. Bernardis, Dott. P. Zorzi, 1981) che da precedenti interventi ed indagini effettuati nel comprensorio tra cui: "Indagine Geognostica per la costruzione della nuova sede dell' Università di Udine", Impresa U. Stefanel, Anno 1984).

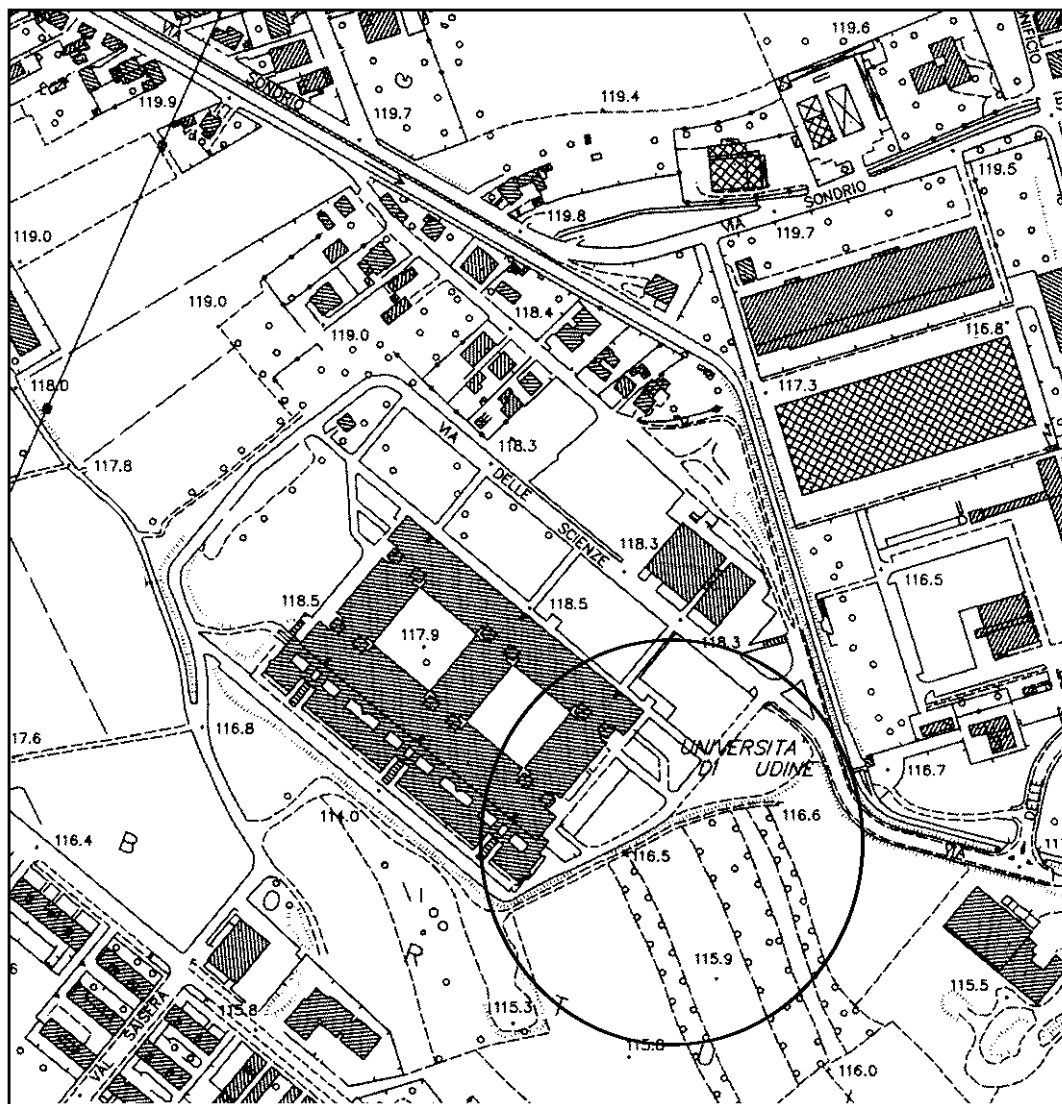
E' stata inoltre eseguita una indagine geognostica consistente in n° 1 Profilo sismico "M.A.S.W." (*"Multichannel Analysis of Surface Waves"*) per la definizione del profilo verticale delle onde di taglio Vs30 (come previsto dall' Ordinanza 3274 e dalle Nuove Norme Tecniche) e condotto un sopralluogo tecnico nell' area con osservazioni dirette su scavi e sbancamenti presenti nelle immediate vicinanze del sito, il tutto in osservanza al D.M. 11/03/1988.

## 2.0 LINEAMENTI DI GEOLOGIA.

### 2.1 Inquadramento Geografico.

L' area oggetto di intervento è localizzata presso il "Polo Universitario" dei Rizzi, a Nord del Centro Storico di Udine e risulta compresa tra Via delle Scienze (a Nord e ad Est) ed il nuovo asse viario (Viale Pier Paolo Pasolini) che collega Viale Martignacco (intersezione con il sovrappasso di Via Gino Pieri – Viale Cadore su Viale Martignacco) con Viale dell' Emigrazione in Località Rizzi ("Corografia Scala 1:5.000").

L' area è compresa nella Carta Tecnica Regionale CTR Elemento 066111 "Paderno".



**COROGRAFIA** Scala 1:5.000 (da CTR Elemento 066111 "Paderno").

### 2.2 Morfologia.

L' assetto generale della zona risulta pianeggiante, uniforme ed indifferenziato, localmente movimentato da interventi antropici per la realizzazione di edifici di civile abitazione, fabbricati, strade e servizi con conseguenti scavi e locali riporti di materiale. La quota media del terreno risulta, sulla base del CTR, variabile da 117-116 m.l.m.

Le quote aumentano gradualmente procedendo verso Nord, mentre decrescono, pure molto gradatamente, man mano che ci si sposta verso Sud; le quote inoltre degradano verso Ovest., localmente con terrazzi talora obliterati dalle attività agricole.

Considerando una direttrice meridiana la pendenza media del terreno si aggira intorno allo 0.3 %, valore che rientra tra quelli medi di tale porzione dell' Alta Pianura Friulana.

### 2.3 Litologia.

Il territorio che racchiude l' area oggetto di intervento appartiene alla cosiddetta "Alta Pianura Friulana" che è costituita da un potente materasso alluvionale fluvio glaciale quaternario, formatosi tramite il trasporto di materiali fluitati dai corsi d' acqua (Torrente Cormor) con alterne vicende ed in tempi diversi, specialmente durante l' ultimo periodo glaciale (würmiano).

In base alla Cartografia Geologica ufficiale ("**Carta Geologica d' Italia**" Foglio n° 066 "Udine", Scala 1:50.000, Anno 2005) il sito di intervento rientra in una porzione di territorio omogeneo dal punto di vista geologico e litologico definito come: "**Subsistema di Remanzacco (Bacino del F. Tagliamento e del T. Torre)**" Pleistocene Sup. – Attuale costituito da: "*Ghiaie grossolane subangolose – arrotondate, stratificazione orizzontale e inclinata, matrice sabbiosa debolmente limosa, tessitura da parzialmente aperta a supporto di matrice, con livelli, lenti e lingue di sabbia e peliti; localmente sabbia e peliti aumentano fino a diventare prevalenti sui clasti (depositi fluvioglaciali SPB<sub>4b</sub>).*

Poco a Nord è resente una lingua allungata con direzione meridiana (da Reana – Tavagnacco a Udine Nord) appartenente al "**Subsistema di Canodusso (Bacino del F. Tagliamento)**" Pleistocene Sup. – Attuale costituito da: "*Ghiaie molto grossolane subarrotondate e ghiaie sabbiose debolmente limose, massive o con stratificazione da orizzontale ad inclinata, matrice sabbiosa, tessitura da supporto di clasti a parzialmente aperta, con livelli, lenti e lingue di sabbia (depositi fluvioglaciali SPB<sub>3b</sub>).*

Sondaggi e perforazioni per ricerca idrica eseguiti nel comprensorio ("Studio Geologico Tecnico in Prospettiva Sismica del Territorio Comunale") hanno permesso di definire una certa omogeneità litologica sia orizzontale che verticale della coltre alluvionale che risulta costituita, per notevoli spessori, da una successione di materiali grossolani (ghiaie e ciottoli) di natura prevalentemente calcareo dolomitica con sabbia e con variabili ma comunque subordinate frazioni di materiali fini (limo e argilla).

Le alluvioni incoerenti grossolane risultano localmente cementate sino a dar luogo a livelli continui di conglomerato compatto a partire da profondità maggiori di 20 - 30 metri come risulta dalla stratigrafia di un pozzo perforato a poca distanza dal sito (Pozzo n° 16 del "Catasto Regionale").

<b>Profondità:</b>	<b>Descrizione terreni:</b>
Da 0.0 a 1.0 metri:	Terreno vegetale
Da 1.0 a 8.0 metri:	Ghiaia grossolana
Da 8.0 a 22.5 metri:	Ghiaia
Da 22.5 a 24.5 metri:	Conglomerato
Da 24.5 a 27.5 metri:	Ghiaia
Da 27.5 a 30.0metri:	Conglomerato
Da 30.0 a 35.0 metri:	Ghiaia

Da 35.0 a 55.5 metri:	Conglomerato
Da 55.5 a 57.0 metri:	Argilla
Da 57.0 a 94.0 metri:	Conglomerato

Una serie di sondaggi meccanici eseguiti presso il Polo Universitario dall' "Impresa U. Stefanel" (Anno 1984) spinti sino a 30 metri di profondità hanno permesso di verificare la presenza, al di sotto di una copertura di 70 cm, di terreni ghiaioso sabbiosi (ghiaia con sabbia limosa e ghiaia sabbioso limosa con ciottoli e talora trovanti); da 10 a 15 metri circa è stato inoltre individuato un livello ghiaioso argilloso e argilloso limo sabbioso con ghiaia (probabile antico "ferretto").

#### 2.4 Zonizzazione.

La facies litologica affiorante nella zona è ascrivibile al termine **C7** ("*Sedimenti sabbioso ghiaiosi, limosi, densi  $N_{SPT}=30-40$* "). Il valore della rigidità sismica R è compreso tra 0.8 e 1.0 e nella Zonizzazione geologico – Tecnica in prospettiva sismica l' area ricade tra quelle classificate **Z2**.

E' stata inoltre individuata, dallo "Studio Geologico – Tecnico in prospettiva sismica del territorio comunale di Udine", una fascia classificata come **Z4** per la presenza di terreni limo sabbiosi profondi.

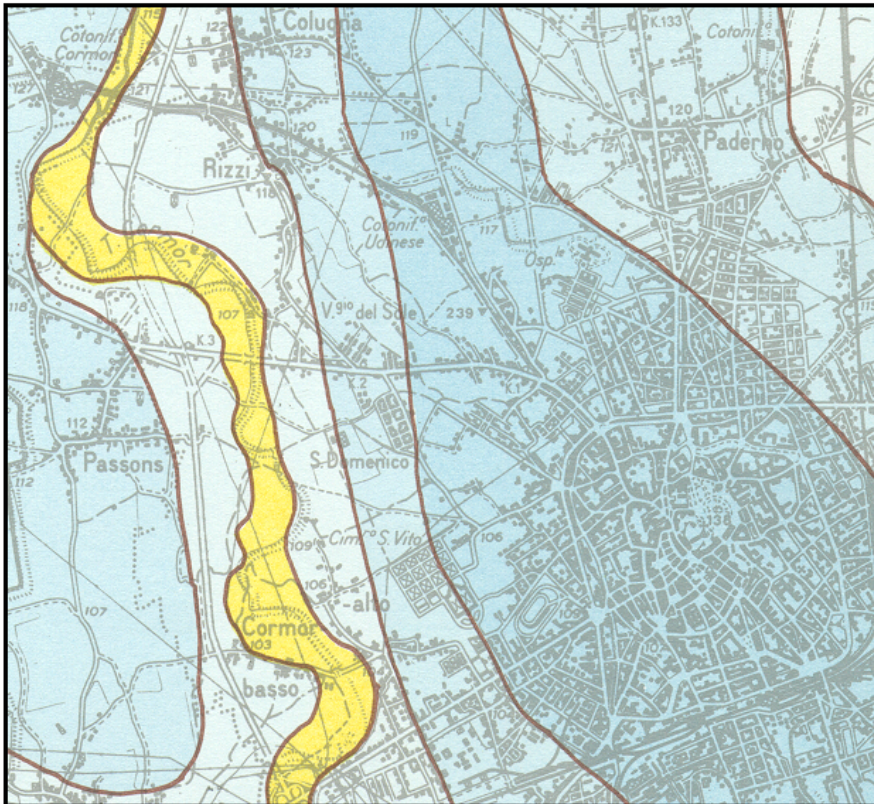
#### 2.5 Pedologia.

Il materiale alluvionale, in prevalenza più o meno grossolano, ha subito un' intensa alterazione superficiale ad opera degli agenti esogeni ("*ferrettizzazione*") con formazione di una coltre di "terreno agrario" di colore marrone, bruno rossiccio, ricco di frazione fine con qualche elemento ghiaioso, dello spessore generalmente variabile.





La formazione dei suoli e dei terreni più superficiali è determinata dalla copertura dei substrati ghiaiosi e dal riempimento di incisioni relitte con materiali fini sabbioso limosi ad opera delle più recenti correnti fluviali e torrentizie oltre che dai normali processi di alterazione.

In base alla "**Carta Pedologica della Pianura Friulana e del connesso Anfiteatro morenico del Tagliamento**" (A. Comel et alii, Scala 1:50.000, anno 1982), l' area del "Polo Universitario dei Rizzi" è caratterizzata da spessori della coltre di alterazione variabili da 40÷70 cm ("**Substrati ghiaiosi ricoperti o misti ad uno strato terroso di alterazione di spessore compreso per lo più tra cm 40 e 70**") a oltre un metro ("**Substrati ghiaiosi ricoperti o misti ad uno strato di materiale terroso alterato di spessore medio superiore a cm 70 e talora anche oltre un metro**").

Ad Ovest sono presenti terreni con scarsa alterazione e alluvioni attuali e recenti ghiaioso sabbiose del Torrente Cormor.

**CARTA GEOLITOLOGICA Scala 1:50.000**

da: "Carta Pedologica della Pianura Friulana e del connesso Anfiteatro Morenico del Tagliamento" (A. Comel, 1982).

-  Ghiaie e sabbie di recente alluvione fluviale.
-  Substrati ghiaiosi ricoperti o misti ad uno strato terroso di alterazione di spessore in media non superiore a cm 30-40.
-  Substrati ghiaiosi ricoperti o misti ad uno strato terroso di alterazione di spessore compreso per lo più tra cm 40 e 70.
-  Substrati ghiaiosi ricoperti o misti ad uno strato terroso di alterazione di spessore medio superiore a cm 70 e talora anche un metro.

**2.6 Idrologia ed Idrogeologia.**

In zona non sono presenti corsi d'acqua naturali ma solamente canali artificiali: il Canale Ledra scorre poco a e ad Est dell'area attraversando il Campus Universitario.

L'area non è inclusa tra quelle esondabili.

Il grado di permeabilità medio dei terreni, sulla base di dati ricavati da precedenti indagini risulta:

a) Coltre superficiale di terreno agrario limo sabbioso ed argilloso con scheletro più o meno ghiaioso: poco permeabile per la presenza di abbondanti frazioni fini;

b) Materasso alluvionale ghiaioso sabbioso e ciottoloso sciolto: permeabile e molto permeabile con variazioni locali dovute al grado di contaminazione coesiva (permeabilità media:  $10^{-3} < K < 10^{-1}$  cm/s);

Per quanto riguarda le acque sotterranee queste si posizionano ad una profondità media di circa 60 - 80 metri, come ricavato dalla misurazioni in pozzi adiacenti.

Il deflusso prevalente delle acque sotterranee risulta possedere una componente principale NNE-SSW.

Non sono segnalati in zona adunamenti acquiferi superficiali ad eccezione di modeste falde sospese a carattere temporaneo per la presenza di livelli di limo e argilla con ghiaia (antico "ferretto") presenti a 8-10 metri di profondità circa.

## 2.7 Pericolosità Naturali.

L' area non è inclusa tra le aree soggette a pericoli naturali quali erosioni accelerate, avvallamenti, sprofondamenti, franamenti etc. come risulta dalla "Carta di sintesi delle pericolosità naturali" (in: "Gli aspetti fisici del territorio Regionale" a cura della Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia Direzione Regionale della Pianificazione Territoriale, Trieste 1996).

## 2.8 Sismicità.

Il territorio comunale di Udine è stato inserito tra le località dichiarate sismiche di II categoria (S=9) con D.M. 15/09/1976; sono inoltre prevedibili, da uno studio dell' O.G.S., terremoti con intensità compresa tra il VII e VIII grado della scala Mercalli con un periodo di ritorno di 1000 anni e con una accelerazione orizzontale massima compresa tra 0.15 e 0.20 g, prevista con probabilità di non superamento del 70% in 100 anni con leggi di attenuazione anisotrope (RISK4A).

Con l' "Ordinanza" n° 3274 del 20 Marzo 2003 della "Presidenza del Consiglio dei Ministri" sono state emanate le norme che definiscono i criteri generali per l' individuazione delle zone sismiche ai sensi dell' Art. n° 93, 1g) del Decreto Legislativo 112/1998 ai fini della formazione e dell' aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone da parte delle Regioni, ai sensi dell' Art. 94, 2a) del medesimo decreto.

L' "Ordinanza Ministeriale" è stata recepita con "Deliberazione della Giunta Regionale" n° 2325 del 01/08/2003.

Sulla base di tale "Deliberazione" il Comune di Udine è inserito nella **Zona Sismica 2**:

Codice ISTAT 2001	Denominazione:	Categoria sismica secondo la Classificazione precedente:	Zona ai sensi dell' Ordinanza n° 3274 e ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n° 2325.
06030129	UDINE	II (S=9)	<b>2</b>

Ogni "Zona sismica" è contrassegnata da valori di  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo di Categoria A; il valore di  $a_g$  espresso come frazione dell' accelerazione di gravità "g" da adottare nella Zona Sismica 2 risulta pari a **0.25g**.



Ogni "Zona sismica" è contrassegnata da valori di  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo di Categoria A; il valore di  $a_g$  espresso come frazione dell' accelerazione di gravità "g" da adottare nella Zona Sismica 2 è pari a 0.25g.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove "**Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni**" il profilo stratigrafico dei terreni permette di classificare le zone oggetto di indagine come appartenenti a differenti categorie sismiche.

Si distinguono le seguenti Categorie:

- **Categoria A:** ossia a formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori  $V_{S30}$  superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 metri;
- **Categoria B:** ossia a depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da  $V_{S30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT} > 50$ , o  $c_u > 250$  kPa);
- **Categoria C:** ossia a depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori  $V_{S30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT} < 50$ , oppure  $70 < c_u < 250$  kPa);
- **Categoria D:** ossia a depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori  $V_{S30} < 180$  m/s ( $N_{SPT} < 15$ , oppure  $c_u < 70$  kPa);
- **Categoria E:** ossia a profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $V_{S30}$  simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{S30} > 800$  m/s.

**3.0 INDAGINI REPERITE.****3.1 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo.**

Per il progetto di realizzazione della Nuova Sede dell' Università di Udine, l' "Impresa U. Stefanel" di Pasi di Prato (UD) ha eseguito, nell' Anno 1984, n° 9 sondaggi meccanici a carotaggio continuo, spinti sino a 30 metri dal p.c., completi di prove S.P.T. in foro (Standard Penetration Test) per la determinazione del grado di addensamento e/o consistenza dei terreni, con analisi di laboratorio su campioni significativi.

L' ubicazione dei sondaggi è riportata nella allegata "Planimetria Scala 1:2.000".

I risultati dell' Indagine (Sondaggi **S2**, **S3** e **S9** più prossimi al sito oggetto di intervento) possono essere così sintetizzati:

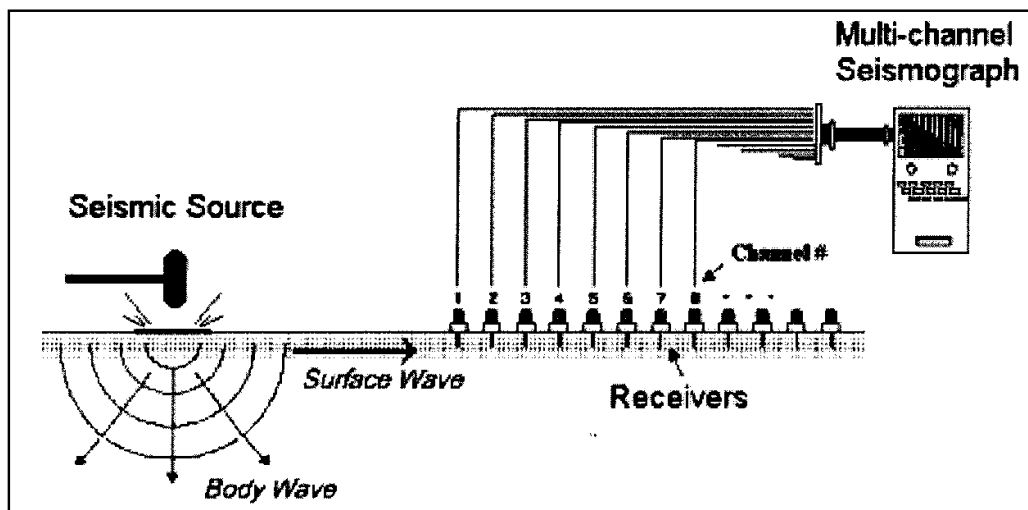
Profondità Strati:	Descrizione Litologica / Prove in Sito e Laboratorio:
0.0 – 0.7 / 1.3 metri:	Terreno vegetale ghiaioso argilloso.
0.7 / 1.3 – 7.8 / 9.5 metri:	Ghiaia con sabbia limosa e ghiaia con sabbia e limo color nocciola (locale presenza di trovanti). N <sub>SPT</sub> > 35-50 Ghiaia: 55-66%; Sabbia: 17-28%; Limo e Argilla: 14-20%.
7.8 / 9.5 – 11.8 / 12.9 metri:	Argilla limosa color marrone scuro rossastra inglobante elementi ghiaiosi; ghiaia con limo argilloso. Ghiaia: 8-30%; Sabbia: 15-20%; Limo e Argilla: 40-70%. N <sub>SPT</sub> > 35 Pocket Penetrometer: 1.6 – 2.7 Kg/cmq; Tor Vane: 0.85 – 1.1 Kg/cmq Peso di Volume: 1.80 – 1.85 gr/cmc Contenuto naturale d' acqua: w=36-41% Limite Liquido: 36-43%; Limite Plastico: 81-114%; Indice di Plasticità: 45-71
1.8 / 12.9 – 30.0 metri:	Ghiaia con sabbia limosa e ghiaia con limo sabbioso color nocciola; locale presenza di trovanti. N <sub>SPT</sub> > 40-50 Ghiaia: 45-65%; Sabbia: 15-30%; Limo e Argilla: 20%.

#### 4.0 INDAGINE GEOGNOSTICA.

##### 4.1 Profilo Sismico "M.A.S.W." 1.

Per la classificazione dei terreni secondo quanto imposto dalla Nuova Normativa antisismica (Ordinanza n° 3274 e Nuove Norme Tecniche per le costruzioni) è stato eseguita una linea sismica (L1) finalizzata alla determinazione del profilo verticale di velocità delle Onde di taglio (Onde S) mediante la metodologia MASW ("Multichannel Analysis of Surface Waves").

Tale metodologia sismica permette, tramite l'acquisizione di registrazioni multicanale delle onde superficiali di Rayleigh generate da masse battenti, di generare un profilo  $V_s$  in funzione della profondità.



L'intero processo comprende tre passi successivi:

- acquisizione dei dati di campo delle onde superficiali ("ground roll") mediante idonea strumentazione sismica;
- costruzione di una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità.

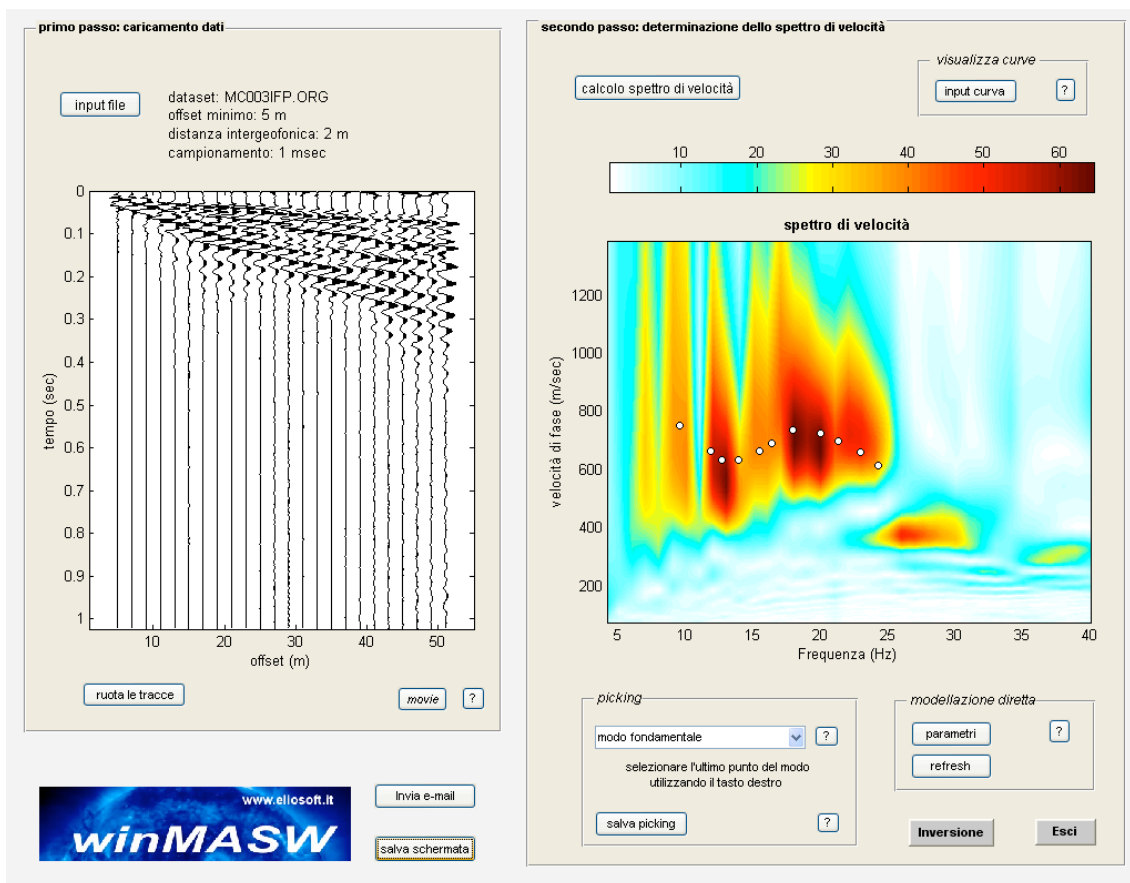
Per ottenere un profilo  $V_s$  è necessario produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

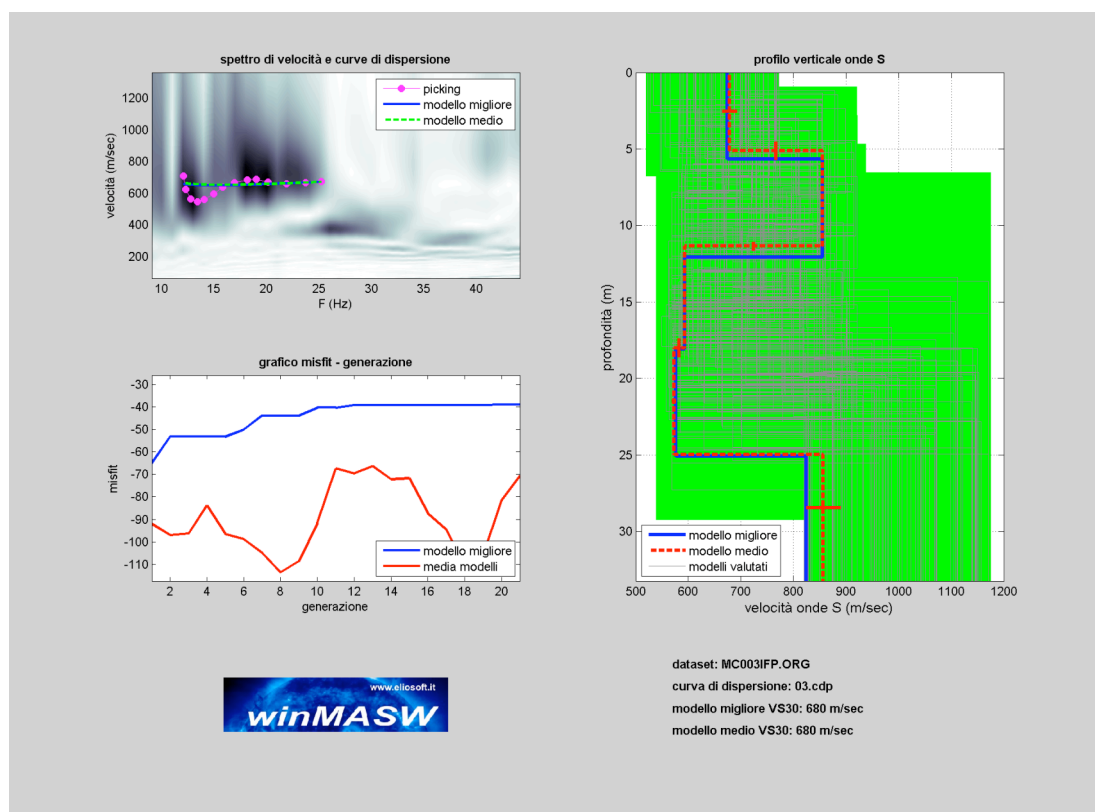
L'inversione della curva di dispersione viene successivamente realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura dei minimi quadrati.

L'acquisizione di campagna è stata condotta mediante il sismografo OYO a 24 bit, con geofoni verticali a 4,5 Hz spazati di 2 m, campionamento pari a 1 ms e durata di registrazione pari a 1,0 s.

Come sorgente sismica è stata utilizzata una massa battente da 15 kg.

Il processing dei dati acquisiti è stato eseguito con software WinMASW.





Il profilo verticale delle Onde S ricavato mediante elaborazione dei dati di campagna, utilizzando adeguato software di interpretazione è risultato il seguente:

STRATO:	Profondità:	Vs (m/s)
1	5.10	678
2	6.20	855
3	6.70	593
4	7.00	573
5	Infinito	857

L'indagine geofisica ha individuato n° 5 strati a differenti valori di velocità delle Onde di Taglio (Vs); il primo strato a velocità  $Vs_1=678$  m/s e di spessore pari a 5.1 metri è rappresentato dal substrato ghiaioso sabbioso "addensato" subaffiorante e ricoperto da materiale di riporto mentre le successive velocità (superiori a 400-500 m/s) rappresentano livelli costituiti da un alluvioni "addensate" (compreso il livello argilloso ghiaioso "molto consistente").

Le velocità superiori a 800-850 m/s relative agli strati n° 2 (profondità compresa tra 5.10 e 11.3 metri circa) e n° 5 (profondità superiore a 25 metri) potrebbero essere associate a livelli o lenti di ghiaie cementate e/o legate (livello n° 2) e a livelli conglomeratici compatti (strato n° 5).

La velocità media di propagazione delle Onde di taglio entro i 30 metri di profondità (Vs30) è calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Il profilo **M.A.S.W. 1** indica una  $V_{s30}$  pari a **680 m/s**.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove **“Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni”** il profilo stratigrafico dei terreni coinvolti nel progetto permette di classificare il sito come appartenente alla **Categoria B** (**“Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate, o di argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{SPT} > 50$  o coesione non drenata  $c_u > 250$  KPa)**).

Il programma di calcolo ha fornito inoltre, mediante correlazioni empiriche e sperimentali, la seguente stima dei principali parametri:

Strato n°	Vs (m/s)	Spessore Strati (m)	Densità (t/mc)	Modulo di Poisson	Modulo di taglio (MPa)	Modulo di compressione (MPa)	Modulo di Young (MPa)
1	678	5.10	2.27	0.46	1044	12024	3043
2	855	6.20	2.44	0.48	1786	56945	5302
3	593	6.70	2.27	0.47	799	12701	2349
4	573	7.00	2.23	0.46	732	8418	2134
5	857	Infinito	2.23	0.39	1635	6994	4550

## 5.0 GEOLOGIA TECNICA.

### 5.1 Caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione.

Al di sotto dei livelli pedogenetici a consistenza terrosa (spessore variabile in zona da 0.5 a 1.3 metri circa) e di alterazione superficiale (ghiaie alterate e parzialmente alterate) e/o dei livelli rimaneggiati e di riporto il sottosuolo è costituito da ghiaie sabbioso limose con ciottoli e con locali livelli di ghiaie con sabbia.

Al terreno incoerente alluvionale, non rimaneggiato, che si estende al di sotto dello strato superficiale di alterazione pedogenetica e/o di rimaneggiamento antropico, si possono attribuire i seguenti valori medi dei principali parametri geotecnici (tali valori sono quelli usualmente utilizzati per tale compagine litologica e derivano dalle numerose prove in sito eseguite per precedenti interventi):

Litologia prevalente:	Ghiaia con sabbia limosa e debolmente limosa.
Dati ricavati da Sondaggi: $N_{SPT}$ medio:	> 35 - 50
Peso di volume: -allo stato secco:	1.90 – 2.10 t/mc
Angolo medio di attrito interno:	38° – 40°
Coesione:	0.00 t/mq
Densità relativa:	60 – 80%
Modulo di compressibilità (Schultze):	700 – 1000 Kg/cmq

Classe:	Terre ghiaio-sabbiose (passante allo staccio di mm 0,075 < 35%).
Gruppo:	A 1
Sottogruppo:	A1a (passante a mm 2.0 < 50%)
Indice di plasticità:	< 6
Indice di gruppo:	0
Materiali più comuni:	Ghiaia o breccia ev. con sabbia.
Qualità portanti quale terreno di sottofondo (in assenza di gelo):	Da eccellente a buono.
Azione del gelo:	Nessuna o lieve.
Ritiro o rigonfiamento:	Nullo.
Permeabilità:	Alta e Medio Alta (in media pari a $10^{-2}$ - $10^{-4}$ m/s).
Identificazione in sito:	Palesi (Incoerenti allo stato secco, aspri al tatto).

## 5.2 Analisi dei parametri sismici.

Sulla base delle recenti disposizioni previste dalle **“Norme Tecniche per le Costruzioni”** (anno 2008) si definiscono, per l' opera in progetto, i seguenti parametri sismici:

Coordinate Geografiche della località in esame				
Longitudine:		13°12'46.21"		
Latitudine:		46°4'48.19"		
Coordinate Geografiche dei 4 punti del reticolo				
ID	LON	LAT	DIST (°)	Km
8542	13.128	46.384	0.017	1.884
8541	13.056	46.384	0.047	5.226
8320	13.128	46.434	0.034	3.834
8319	13.055	46.434	0.056	6.261
VITA DELLA STRUTTURA				
Vita nominale dell' opera:		$V_N = 50$ anni		
Classe d' uso:		III (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi)		
Coefficiente d' uso:		$C_U = 1.5$		
Periodo di riferimento per le azioni sismiche strutturali:		$V_R = V_N \times C_U = 75$		
CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO				
Topografia:		T1		
Coefficiente Topografico:		$S_T = 1.0$		
Categoria Suolo:		B		

	SL	P <sub>VR</sub>	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> *	S	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>D</sub>	F <sub>v</sub>
slc	<b>Operatività</b>	81%	45	<b>0.790</b>	<b>2.47</b>	<b>0.25</b>	1.00	0.12	0.37	4.76	0.94
slc	<b>Danno</b>	63%	75	<b>1.038</b>	<b>2.44</b>	<b>0.27</b>	1.20	0.13	0.39	2.02	1.06
slu	<b>Salv. Vita</b>	10%	712	<b>2.865</b>	<b>2.41</b>	<b>0.34</b>	1.12	0.16	0.47	2.75	1.74
slu	<b>Collasso</b>	5%	1462	<b>3.822</b>	<b>2.41</b>	<b>0.36</b>	1.03	0.16	0.49	3.13	2.01

**SL** = Stato Limite considerato; **P<sub>VR</sub>** = Probabilità di superamento dello Stato Limite considerato; **T<sub>R</sub>** = Tempo di ritorno (anni); **a<sub>g</sub>** = Accelerazione orizzontale massima al sito; **F<sub>o</sub>** = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; **T<sub>c</sub>\*** = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale; **S** = Fattore profilo stratigrafico; **T<sub>b</sub>**; **T<sub>c</sub>**; **T<sub>D</sub>** = parametri dello spettro di risposta elastico; **F<sub>v</sub>** = Fattore di amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno **a<sub>g</sub>** su sito di riferimento rigido orizzontale.

## 6.0 CONCLUSIONI.

Lo studio geologico tecnico del sito oggetto di intervento eseguito sulla base dei dati stratigrafici in possesso derivanti da precedenti interventi in loco (sondaggi, scavi esplorativi, prove penetrometriche etc.) integrato da un rilievo superficiale, e da una indagine geognostica (Profilo Sismico "M.A.S.W.") ha permesso di definire le condizioni morfologiche, litologiche ed idrogeologiche dell' area ed in particolare si osserva quanto segue:

- L' area interessata dal progetto di costruzione della Nuova Sede per i Dipartimenti Scientifici è localizzata presso il "Polo Scientifico" dell' Università degli Studi di Udine, ed occupa una zona a morfologia pianeggiante appartenente all' "Alta Pianura Friulana", formata da alluvioni incoerenti ghiaioso sabbiose e ciottolose del "megafan" del Cormor.
- La morfologia dell' area è a prevalente componente pianeggiante; il terreno risulta lontano da cigli di scarpata instabili, in una zona non soggetta a pericolosità geologiche e/o idrauliche.
- Non sono qui in atto scortecciamenti, erosioni accelerate, sprofondamenti, avvallamenti, smottamenti o fenomeni di instabilità geostatica in genere. Per caratteristiche litologiche e profondità della falda si esclude l' insorgere del pericolo di liquefazione del suolo in condizioni sismiche.
- Le numerose indagini eseguite in zona (tra cui n° 9 sondaggi profondi per la realizzazione della Nuova Sede) hanno evidenziato la presenza di ghiaie addensate e molto addensate (con ciottoli e talora con massi) riposanti al di sotto di strati di alterazione di natura limo argillosa e ghiaiosa ("ferretto") di spessore in genere inferiori a 1.5 metri circa; nelle aree a forte impatto antropico tale livello superficiale è sostituito da materiali di riporto di varia natura.



- Ad una profondità compresa tra 8 e 13 metri è presente un livello piuttosto continuo di argilla “molto consistente” con ghiaia e/o di ghiaia in abbondante matrice limo argillosa (probabile antico “ferretto”); tale livello è stato rinvenuto anche più a Nord della zona oggetto di intervento (ponte sull’ asse viario).
- La facies litologica affiorante nella zona è ascrivibile al termine C7 (Sedimenti sabbioso ghiaiosi, limosi, densi  $N_{SPT} = 30-40$ ). Il valore della rigidità sismica R è compreso tra 0.8 e 1.0 e nella Zonizzazione geologico – Tecnica in prospettiva sismica l’ area ricade tra quelle classificate Z2.
- Il substrato ghiaioso sabbioso è dotato di un buone caratteristiche geotecniche e di un buon grado di permeabilità ( $10^{-2} - 10^{-4}$  m/s).
- La falda freatica si attesta a profondità maggiore di 50 metri; sono segnalati ristagni di acqua negli scantinati dei fabbricati adiacenti per la presenza di un livello continuo a bassa permeabilità compreso tra 8 e 13 metri di profondità.
- Il Comune di Udine è stato inserito, ai sensi dell’ Ordinanza n° 3274 e ai sensi della “Deliberazione della Giunta Regionale” n° 2325 del 01/08/2003, tra le località sismiche appartenenti alla Zona 2.
- L’ indagine sismica eseguita (“M.A.S.W.”) ai sensi delle nuove “Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni” ha permesso di classificare il sito come appartenente alla Categoria B.
- L’ accelerazione orizzontale massima prevista è pari a 0.25g.
- Le fondazioni del fabbricato in progetto dovranno essere impostate al di sotto del terreno di alterazione, sul sottostante deposito “addensato” ghiaioso sabbioso con ciottoli che è caratterizzato da buone proprietà geotecniche.
- Qualora durante le operazioni di scavo per l’ imposta delle opere di fondazione venissero intercettati accumuli di materiali di alterazione di natura limo argillosa sabbiosa, questi dovranno essere rimossi ed eventualmente sostituiti con idoneo materiale e/o con un getto di magrone.

Si rende comunque necessario, in fase di avanzamento delle opere di scavo, effettuare un sopralluogo tecnico per un’ ulteriore verifica riguardo la natura dei terreni.



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Umberto Stefanel", written over the bottom part of the professional stamp.