

Orig x deposit

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

PROVINCIA DI UDINE

COMUNE DI UDINE

RELAZIONE GEOLOGICA e GEOLOGICO-TECNICA

**per la realizzazione di un soppalco interno alla palestra dell'Università degli studi di Udine
presso il polo scientifico dei Rizzi, in via delle Scienze a Udine.**

**Committente: Ufficio Ripartizione Tecnica dell'Università degli Studi di Udine
Dati catastali: foglio 20, mappale 2536 comune di Udine**

STUDIO TECNICO

**dott. geol. Stefano della Rovere
via dei Castelli 5
33050 Pozzuolo del Friuli UD
stefanodellarovere@libero.it**

PREMESSA

L'Ufficio Ripartizione Tecnica dell'Università degli Studi di Udine, conferiva allo scrivente l'incarico di redigere uno studio geologico-tecnico per realizzare un soppalco all'interno della palestra dell'Università in via Delle Scienze presso il "Polo Scientifico dei Rizzi" a Udine.

L'opera in progetto, interna alla palestra già esistente, ma strutturalmente indipendente da essa, consiste in un soppalco di forma rettangolare e superficie di 49 mq realizzato in acciaio, con un solaio del tipo HI-BOND con lamiera grecata in acciaio zincato e cappa collaborante in c.a.; occuperà la parte superiore dell'ingresso del pubblico (ora a doppia altezza) e sarà adibito a sala attrezzata per ginnastica a corpo libero o con macchine. Per il nuovo locale verranno realizzati impianto di riscaldamento e raffrescamento e impianto elettrico. Il pavimento sarà del tipo prefinito in legno.

Scopo della presente indagine era accertare la situazione geomorfologica dell'area, ricostruire la litostratigrafia del sottosuolo, definire la situazione idrogeologica per la corretta caratterizzazione del sito, fissare i parametri geotecnici fondamentali, utili al calcolo della portanza del piano di fondazione nonché valutare l'idoneità geologica dell'area, secondo quanto previsto dalle normative nazionali e regionali vigenti in materia ed in particolare quelle sotto riportate con le successive modifiche ed integrazioni.

Riferimenti normativi principali

- L.R. del 31 maggio 2002, n. 14 e relativo regolamento di attuazione: "Disciplina organica dei lavori pubblici".
- O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Decreto del Ministero delle infrastrutture del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.)" totalmente operativa dal 30 giugno 2009.
- Circ. del Ministero delle Infrastrutture del 02 febbraio 2009, n. 617: "Istruzioni per l'approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- L. del 24 giugno 2009, n. 77: "Cessazione regime transitorio per l'operatività delle revisioni delle norme tecniche per le costruzioni".
- L.R. del 11 agosto 2009, n. 16: "Norme per la costruzione in zona sismica e per la tutela fisica del territorio". Prevede, all'art. 3, comma 2, lettera a, la definizione della classificazione sismica regionale e della indicazione delle aree di alta e bassa sismicità ai fini di cui agli articoli 6 e 7 della legge regionale medesima.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006, n. 3519 resa operativa con la recente delibera della Giunta Regionale F.V.G. del 06 maggio 2010, n. 845: "Nuova classificazione sismica del Friuli Venezia Giulia".

I rilievi di superficie, condotti su un'area significativamente estesa, sono stati integrati con l'esame dei dati forniti da studi precedenti sulla zona ed in particolare da quelli ricavabili dallo "Studio geologico-tecnico in prospettiva sismica del territorio comunale di Udine" (1981), redatto dai geologi G. Bernardis e P. Zorzi e dalla riedizione della "Carta Geologica d'Italia, Foglio 066 – Udine" (2008) a cura di vari Autori.

Per quanto riguarda le indagini geognostiche ai fini della conoscenza del suolo e sottosuolo, si ritiene sufficiente fare riferimento ai dati già noti allo scrivente tratti da studi e lavori precedentemente svolti nelle vicinanze del sito come previsto anche dalle N.T.C. § 6.2.2, p.194: *"Nel caso di costruzioni di modesta rilevanza che ricadono in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali"*.

Quindi, valutati l'entità dell'intervento edilizio ed i dati geotecnici in possesso, si è ritenuto opportuno limitare l'indagine nei termini qui proposti ed attuati.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, TOPOGRAFICO, CATASTALE DEL SITO

L'area d'interesse si trova a circa 2 km a NE del centro di Udine in zona urbanizzata da decenni e circondata da pochi fondi agricoli ancora ineditati (Figura 1). Attualmente dietro la palestra sono in costruzione tre edifici che formano il "Nuovo Studentato ERDISU" (non rappresentati in Figura 1 e Figura 2).

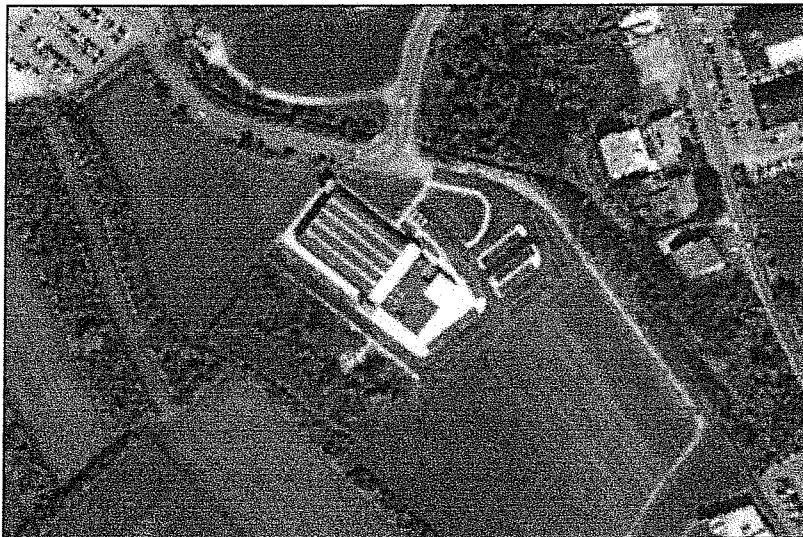


Figura 1 - Vista dall'alto dell'area d'interesse con al centro la palestra già edificata. (da Google Earth; immagine del 28 aprile 2005 da un'altezza di 115 m).

La zona è rappresentata cartograficamente nell'elemento 066111-PADERNO della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000. La quota media del p.c. intorno all'edificio risulta, sulla base della C.T.R., pari a circa 116 m s.l.m.. (Figura 2).

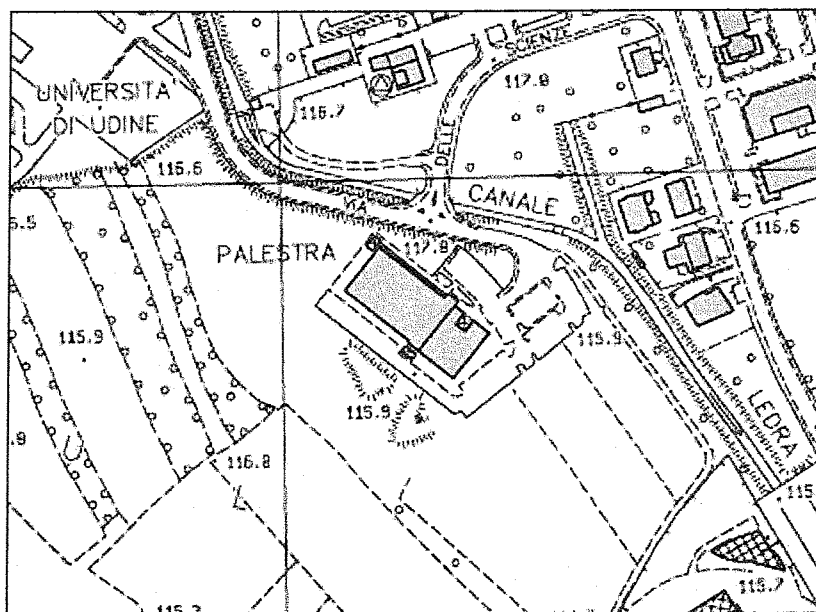


Figura 2 - Corografia dell'area con al centro la palestra già edificata (estratto da C.T.R. 1:5.000 elemento 066111-PADERNO).

Le coordinate Gauss-Boaga del sito espresse in metri sono latitudine 5104422 m N, longitudine 2382075 m E. Le stesse, ma espresse in gradi sessagesimali, sono latitudine 46°04'59" N, longitudine 13°12'59" E.

La superficie catastale del terreno oggetto della presente relazione è individuata al N.C.T. (Nuovo Catasto Terreni) al foglio 20, mappale 2536 del comune di Udine.

Relazione geologica

1. GEOMORFOLOGIA

L'area studiata si colloca nella parte centrale dell'Alta Pianura Friulana, a 5 km a S del margine meridionale dell'Anfiteatro Morenico del Tagliamento.

La zona è generalmente pianeggiante con debole acclività da NE verso SW di circa 0.5 % - 0.6 % e movimentata da qualche modesto dislivello creato da interventi antropici di vario tipo come le arginature di contenimento del canale artificiale Ledra e la recente viabilità.

La morfologia della superficie originaria, completamente rimaneggiata, risulta quindi illeggibile.

Originariamente la piana doveva presentarsi leggermente ondulata, modellata da qualche terrazzo fluviale testimone del divagare ed operare sul piano dei corsi d'acqua che attraversavano il territorio.

Questo assetto geomorfologico ed i rapporti con la pianura circostante sono parzialmente ricostruibili attraverso l'andamento delle quote topografiche, riscontrando in tal modo la continuità della superficie con il sistema proglaciale rielaborato dagli scaricatori tardoglaciali oggi riconoscibili nei torrenti Torre e Cormor.

2. LITOSTRATIGRAFIA

Dalla bibliografia ("CARTA LITOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI SUPERFICIALI" Allegati 1, 1a, 1b) e dalle stratigrafie relative ai pozzi idrici n. 27 e n. 46 e ai sondaggi meccanici n. 27 e n. 28 eseguiti nelle vicinanze del sito in oggetto ("CARTA DEI PUNTI D'INDAGINE" Allegati 2, 2a, 2b, 2c, 2d) si osserva quanto segue.

Suolo. L'orizzonte superiore, o suolo agrario, è composto da terreno d'alterazione (ferretto) variamente decalcificato, in prevalenza sabbioso argilloso con frazione ghiaiosa scarsa e misto a pochi ciottoli di dimensioni massime intorno al decimetro. Lo strato ha spessore variabile tra 0.4 m e 1.0 m, colore marrone - rosso scuro, è scarsamente addensato e fortemente rimaneggiato per azione antropica di rimescolamento e riporto anche recenti.

Il grado d'alterazione, di questo suolo è confrontabile con quello che si riscontra nel resto dell'alta pianura friulana orientale formatasi tra la fine del Pleistocene e l'Olocene al termine dell'ultima glaciazione (Wurmiana).

Sottosuolo (fino a 3 m di profondità). Il sottosuolo risulta composto da materiali fluviali e fluvioglaciali, i cui bacini di provenienza sono sostanzialmente quelli del fiume Tagliamento ed in subordine quelli del torrente Torre, in base alla composizione in prevalenza calcarea dei clasti ed alla morfologia arrotondata dei depositi. Questi sono formati da "*ghiaie e sabbie limo argillose*" (Allegati 1a, 1b), mediamente classate, incoerenti, talora parzialmente cementate. Le ghiaie sono grossolane, subangolose-arrotondate a matrice sabbiosa debolmente limosa, con tessitura variabile da clasto-sostenuta a matrice-sostenuta con ciottoli frequenti e presenza di trovanti.

La stratificazione si presenta orizzontale o suborizzontale, con livelli, lenti e lingue di sabbia e peliti; localmente sabbia e peliti aumentano fino a diventare prevalenti sui clasti (depositi fluvioglaciali).

Le variazioni nell'assortimento granulometrico sono state prodotte dal succedersi di differenti episodi di deposito alluvionale.

Strato profondo (oltre 3 m di profondità). Formato da alluvioni di età ancora precedente consistenti in ghiaia con ciottoli di grandi dimensioni (fino a 15 cm) in depositi più grossolani e più omogenei in senso sia orizzontale sia verticale. Il grado di compattazione aumenta con la profondità fino ad incontrare i primi livelli parzialmente cementati, per lo più in cemento carbonatico, dai 10 m sotto il p.c.. Le alluvioni inglobano blocchi (o trovanti) di diametro massimo compreso tra 1 m e 2 m, comunemente rinvenuti negli scavi di fondazione della zona, ad esempio durante lo scavo del piano interrato della vicina sede d'ingegneria. Il trasporto e deposito dei trovanti è glaciale o fluvioglaciale.

3. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Acque superficiali

Il torrente Cormor scorre a circa 2 km ad W incassato entro scarpate profonde (da 2 m a 10 m sotto il p.c.) e le basse pendenze della pianura di Udine declinano verso l'alveo stesso.

Il torrente Torre si trova 5,5 km ad E, è provvisto di arginature artificiali rilevate rispetto al p.c. e di ampie zone golenali di espansione delle piene, nonché di un letto largo qualche decina di metri.

Questi fiumi sono normalmente asciutti per l'alta permeabilità dei terreni che assorbono quasi completamente le loro portate di magra.

A circa 30 m a N e NE dalla palestra scorre il Ledra, un canale artificiale a portata costante (circa 4,5 mc/s) regimata all'origine. Perciò anche se il canale scorre per un tratto, più in alto del p.c. della palestra, ciò non comporta rischio d'esondazione.

Questi caratteri idrologici ed idraulici, nel caso di rialzo dei livelli idrometrici, rendono il rischio di esondazione, per i corsi d'acqua considerati, molto basso; la "CARTA IDROGEOLOGICA" (Allegati 3, 3a, 3b), illustra infatti che la zona d'intervento non ricade tra le aree soggette ad esondazione.

Acque sotterranee

La struttura idrogeologica del sottosuolo della zona è quella tipica dell'alta pianura friulana ovvero costituita da un'unica vasta falda di tipo freatico (non in pressione) più o meno profonda ed ovunque presente.

La falda è alimentata, grazie all'elevata permeabilità dei depositi, da nord dalle infiltrazioni provenienti dal ruscellamento superficiale dell'Anfiteatro Morenico, da nord-ovest dalle perdite di subalveo del torrente Cormor, da nord-est dalle perdite di subalveo del torrente Torre ed in generale dalla facile infiltrazione delle acque meteoriche attraverso il suolo della pianura.

L'andamento delle isofreatiche indica uno scorrimento sotterraneo da N-NW a S-SE con pendenze medie intorno a 0.4% - 0.5% localmente variabili per emungimenti operati dai pozzi idrici in funzione nella zona.

La bibliografia evidenzia profondità della falda freatica, anche in fase di massima piena, sempre superiore a 10 m di profondità dal p.c.; la minima profondità della falda dal p.c. si è registrata nell'anno 1977 con - 44.2 m sotto il p.c. (pozzo Birreria Dormisch). Negli anni successivi, a causa dell'aumento delle estrazioni d'acqua la falda si è abbassata fino a profondità di - 55 m sotto il p.c..

Le escursioni freatiche tra periodo di magra e periodo di piena si aggirano intorno ai 3 m.

Nella zona in esame, lo studio di G. Bernardis e P. Zorzi, "CARTA IDROGEOLOGICA" (Allegato 3, 3a, 3b), evidenzia profondità della falda freatica oltre i -50 m dal p.c..

Rischio idrogeologico

Per quanto riportato sopra, l'area d'edificazione risulta priva di pericolo idrogeologico, cioè non è soggetta ad esondazioni, non vi è falda affiorante o subaffiorante né è soggetta a ristagni per drenaggio difficoltoso o bassa permeabilità.

4. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO

La recente delibera della Giunta Regionale F.V.G. del 06 maggio 2010, n. 845, classifica il territorio del comune di Udine come zona sismica 2 (area ad alta sismicità) a cui corrispondono valori convenzionali di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa al sito, il parametro più indicativo per la pericolosità sismica) compresi tra valori maggiori di $a_g = 0,175 \cdot g$ [m/s^2] e minori o uguali ad $a_g = 0,25 \cdot g$ [m/s^2] dove g rappresenta l'accelerazione di gravità ($g = 9.81 m/s^2$).

Tuttavia ai fini del calcolo, per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, si fa riferimento a valori di a_g più dettagliati, variabili con le coordinate geografiche (longitudine e latitudine) del sito e con il tempo di ritorno previsto dell'evento sismico.

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, le coordinate del sito oggetto dell'intervento sono le seguenti:

Latitudine: $\phi_{ED50} 46^\circ 04' 59''$ N

Longitudine: $\lambda_{ED50} 13^\circ 12' 59''$ E

La sigla ED50 si riferisce all'ellissoide di riferimento adottato per la carta di pericolosità dell'INGV.

Questi valori "operativi" di a_g sono riportati alla Tabella 1, allegata alle N.T.C., e riferiti a condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale e sottosuolo di categoria A (Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m).

La mappa sismotettonica regionale indica come prevedibili, per un periodo di ritorno di cento anni, terremoti compresi tra il VII e l'VIII grado della scala M.C.S. ed accelerazioni orizzontali massime comprese tra $0.08 \cdot g$ [m/s^2] e $0.10 \cdot g$ [m/s^2] (cfr. Giorgetti ed altri, Seismic risk of region Friuli-Venezia Giulia, Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, 1978).

L'intervento in oggetto ricade, secondo la più datata zonazione, in zona omogenea Z2 ("CARTA DELLA ZONIZZAZIONE" Allegati 4, 4a, 4b) che attraverso le indagini effettuate ha messo in luce una litofacies sabbiosa-ghiaiosa con limo e densità relativa maggiore di 0,7 e peso di volume $\gamma = 1.8 t/m^3$, cui corrisponde la classe litologica C8.

Tale litofacies rientra nella categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione B – *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, aventi valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s e $N_{STP} > 50$.

Viste le granulometrie presenti ed il grado di addensamento dei sedimenti, non risultano probabili fenomeni di liquefazione delle argille in caso di sollecitazioni sismiche.

I dati ricavabili dalle misure freaticometriche fanno escludere, in accordo con la teoria di Medvedev, l'influenza delle falda idrica sull'incremento sismico.

L'area di studio non è interessata da alcuna struttura tettonica rilevante.

Analisi 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°12'56.49"

Latitudine: 46°4'43.87"

Coordinate Geografiche dei 4 punti del reticolo di riferimento

ID	Longitudine	Latitudine	Distanza (°)	km
9875	13.202	46.085	0.016	1.780
9876	13.274	46.085	0.047	5.212
10097	13.202	46.035	0.035	3.944
10098	13.274	46.035	0.057	6.294

Vita della struttura

Vita nominale dell'opera: VN = 50 anni

Classe d'uso: III (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi)

Coefficiente d'uso: CU = 1.5

Periodo di riferimento per le azioni sismiche strutturali: VR = VN × CU = 75

Caratteristiche sismiche del sito

Topografia: T1

Coefficiente Topografico: ST = 1.0

Categoria Suolo: B

	SL	PVR	TR	ag	Fo	TC*	S	Tb	TC	TD	Fv
Sle	Operatività	81%	45	0.698	2.48	0.26	1.00	0.12	0.37	4.39	0.88
Sle	Danno	63%	75	0.906	2.46	0.27	1.20	0.13	0.39	1.96	1.00
Slu	Salv.vita	10%	712	2.422	2.47	0.34	1.16	0.16	0.47	2.57	1.64
Slu	Collasso	5%	1462	3.208	2.47	0.36	1.08	0.16	0.48	2.88	1.89

SL = Stato Limite considerato; PVR = Probabilità di superamento dello Stato Limite considerato; TR = Tempo di ritorno (anni); ag = Accelerazione orizzontale massima al sito; Fo = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; TC* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale; S = Fattore profilo stratigrafico; Tb; Tc; TD = parametri dello spettro di risposta elastico; Fv = Fattore di amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale.

Relazione geotecnica

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

L'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 richiede la caratterizzazione geotecnica del suolo di fondazione. A tale scopo si fa riferimento a quanto prescritto dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" del 14 gennaio 2008.

Categoria di sottosuolo

Come previsto dalle N.T.C. 06/12/2007, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza di specifiche analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, individuando la categoria di sottosuolo utilizzando la tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo.

Si assegna la categoria di sottosuolo B: "*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 V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)*".

Condizioni topografiche

Come previsto dalle N.T.C. 06/12/2007, ai fini della definizione delle condizioni topografiche, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione di tabella 3.2.IV – Categorie topografiche.

Si assegna la categoria topografica T1: "*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* ". Coefficiente Topografico $S_T = 1.0$.

Classe litologica

L'intervento in oggetto ricade, secondo la più datata zonazione, in zona omogenea Z2, cui corrisponde la classe litologica C7 ("*Sedimenti sabbioso ghiaiosi, limosi, densi $NSPT = 30-40$* "). Il valore della rigidità sismica R è compreso tra 0.8 e 1.0.

Caratteristiche geotecniche del terreno

L'analisi dei dati ricavabili da studi per terreni aventi le stesse caratteristiche consentono di attribuire al terreno su cui andranno a poggiare le fondazioni, i seguenti parametri geotecnici che potranno essere utilizzati per definire la tipologia e le dimensioni delle opere di fondazione.

Densità media del terreno	γ	=	1.9 t/m ³
Velocità delle onde sismiche	$V_{(1)}$	=	0.4 km/s
Rigidità	R	=	1
Incremento sismico	n	=	1.3
Coefficiente di correzione sismica	K_i	=	1.7
Peso di volume del terreno	d_1, d_2	=	1.9 t/m ³
Angolo di attrito interno	φ	=	37°
Angolo di attrito interno ridotto	φ'	=	23°
Coesione non drenata del terreno	c	=	0.20 kg/cm ²
Modulo di deformazione	E	=	80 ÷ 150 kg/cm ²

Capacità portante

Per una valutazione di massima della capacità portante unitaria del terreno, si è fatto uso della formula del Terzaghi, che fornisce la pressione di rottura del terreno per fondazioni dirette di tipo

nastriforme, a trave rovescia (nell'ipotesi approfondite di 0.60 m rispetto al p.c., ed ipotizzando una larghezza di 0.80 m):

$$P_{ult.} = c \times N'_c + d_1 \times t \times N'_q + d_2 \times b/2 \times N'_\gamma$$

dove:

c	Coesione	=	0.20 kg/cm ²
N' _c	Coefficiente di portanza in funzione di φ'	=	18.05
N' _q	Coefficiente di portanza in funzione di φ'	=	8.66
N' _γ	Coefficiente di portanza in funzione di φ'	=	8.20
d ₁ , d ₂	Peso di volume	=	1.9 t/m ³
t	Profondità delle fondazioni	=	0.60 m
b	Larghezza delle fondazioni	=	0.80 m

Sostituendo alle lettere i valori corrispondenti otteniamo:

$$P_{ult.} = 0.20 \times 18.05 + 1.9/1000 \times 60 \times 8.66 + 1.9/1000 \times 80/2 \times 8.20 = 5.22 \text{ kg/cm}^2$$

Adottando un fattore di sicurezza $K = 3$ risulta un carico unitario di sicurezza o pressione massima ammissibile:

$$P_{amm.} = 1.74 \text{ kg/cm}^2$$

I valori dei coefficienti di portanza N'_c , N'_q ed N'_γ sono stati calcolati rispetto all'angolo di attrito interno del terreno ridotto di una quantità F^I , ipotizzando che in condizioni sismiche, nei casi più gravosi, si abbia una variazione della resistenza al taglio del terreno. L'accelerazione orizzontale dovuta ad un evento sismico è espressa in frazioni di g , dove g è l'accelerazione di gravità.

Il Comune di Udine presenta caratteristiche sismiche per cui è prevista un'accelerazione orizzontale massima di $K = 0.25 \text{ g}$ [m/s²]. Pertanto la quantità $F^I = \arctg K$ ha nel caso in esame un valore di 14.0° . Da cui ne deriva che l'angolo di attrito interno ridotto (φ') è uguale all'angolo di attrito interno (φ) meno 14° ; cioè $\varphi' = \varphi - 14^\circ = 37^\circ - 14^\circ = 23^\circ$.

6. CONCLUSIONI E NULLA OSTA

A seguito dell'indagine svolta e dai risultati ottenuti, si rileva quanto segue:

- l'area non presenta vincoli idrogeologici particolari e non è soggetta a fenomeni d'allagamento per straripamento di corsi d'acqua;
- il sottosuolo è dotato di buona permeabilità da consentire la percolazione naturale attraverso il terreno delle acque meteoriche; si raccomanda in ogni caso un efficace allontanamento delle stesse onde evitare infiltrazioni sul piano di fondazione;
- la falda freatica si trova, anche in fase di massima piena, a profondità superiori ai 10 metri dal p.c.;
- considerata l'assenza di significativi adunamenti acquiferi a profondità d'interesse progettuale, la composizione granulometrica ed il grado d'addensamento delle alluvioni, si esclude la possibilità che insorgano, in condizioni sismiche, fenomeni di liquefazione;
- il sottosuolo non presenta significative variazioni litostratigrafiche in senso orizzontale e verticale;
- in fase esecutiva sarà opportuno verificare il grado d'addensamento effettivo del materiale esteso a tutta l'area di fondazione e, se si dovessero intercettare livelli o sacche di materiale fine e molto compressibile, sarà necessario procedere con accorgimenti di bonifica;
- la portanza del terreno, relativo alla costruzione del manufatto in oggetto, è calcolabile in 1.74 kg/cm^2 per fondazioni continue impostate a - 0,60 m dal p.c.;
- le caratteristiche geotecniche del sottosuolo e l'entità delle sollecitazioni dovute all'edificio in progetto fanno escludere la possibilità di cedimenti differenziati e quelli assoluti, calcolati per carichi unitari di 1.74 kg/cm^2 , sono stati molto contenuti;
- i terreni esaminati non pongono, sotto il profilo litologico-tecnico, dei particolari problemi per quanto concerne il loro utilizzo per scopi insediativi o delle limitazioni di fattibilità dal punto di vista fondazionale.

Da quanto sopra si evince che l'area, sotto il profilo geologico e geotecnico, è idonea agli interventi progettati e non si rilevano ostacoli alla realizzazione dell'opera in progetto.

Pozzuolo del Friuli, 05 maggio 2011

IL RELATORE

dott. geol.

Stefano della Rovere



STUDIO TECNICO dott. geol. Stefano della Rovere

via Dei Castelli 5 - 33050 Pozzuolo Del Friuli UD

e-mail: stefanodellarovere@libero.it - tel. 331.1216846



LEGENDA



CONGLOMERATI DELLE SPONDE DEL T. CORMOR



GHIAIE, SABBIE E LIMI DEGLI ALVEI ATTUALI DEL T. TORRE E DEL T. CORMOR

GHIAIE E SABBIE LIMO-ARGILLOSE

GHIAIE E SABBIE LIMO-ARGILLOSE RIMANEGGiate DEL CENTRO STORICO



GHIAIE E SABBIE LIMO-ARGILLOSE RIMANEGGiate DEL COLLE



ARGILLE SABBIOSE TALVOLTA CON LIVELLI DI GHIAIA



ARGILLE GHIAIO-SABBIOSE, TALVOLTA CON GROSSI MASSI (FERRETTO)



MATERIALI DI RIEMPIMENTO DEL FOSSATO CITTADINO

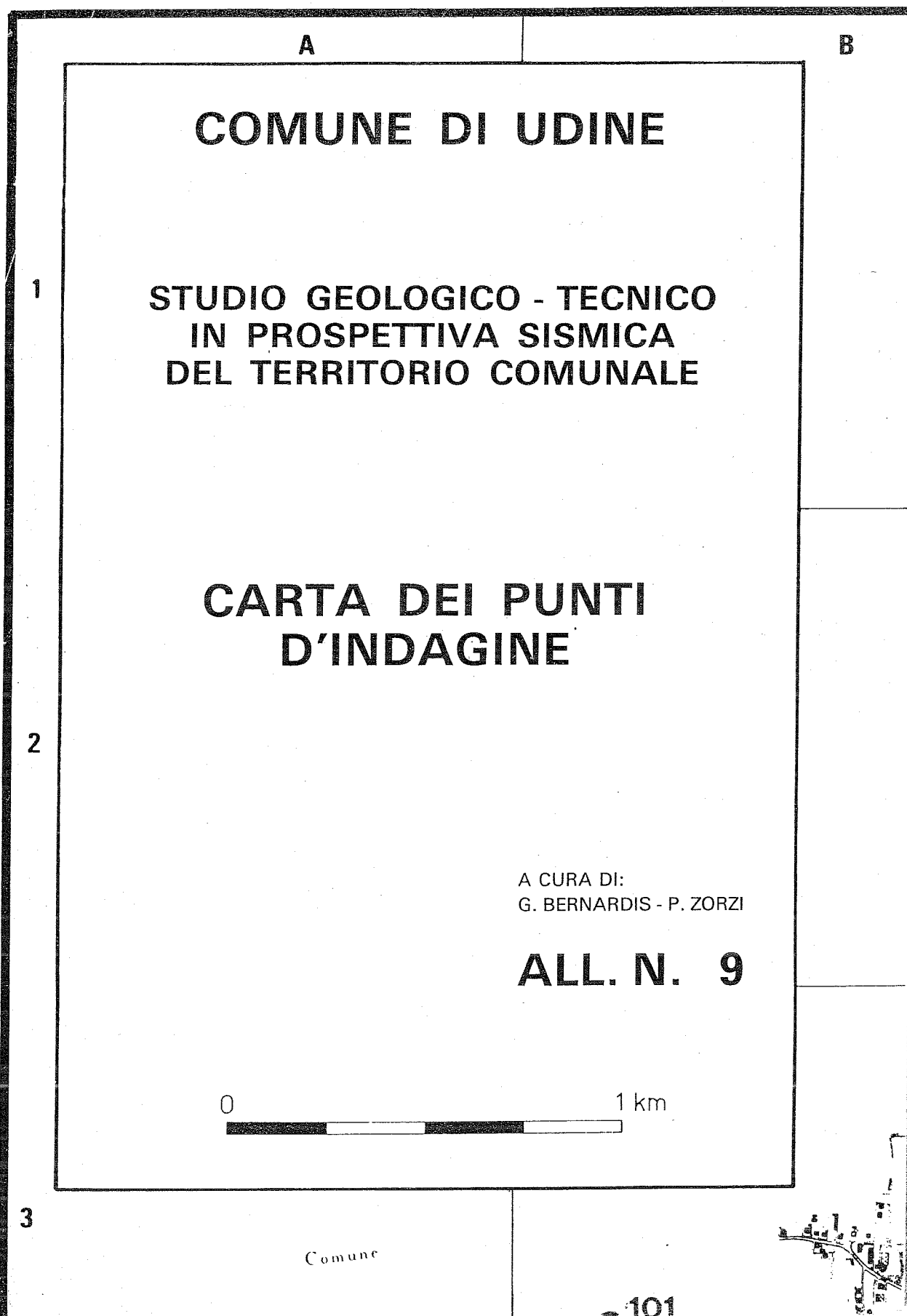


ORLO DI TERRAZZI



PROIEZIONE IN SUPERFICIE DEL SOVRASCORRIMENTO DINARICO





8

9

10

LEGENDA



5 POZZO IDRICO



9 SONDAGGIO MECCANICO



2 SCAVO



24 PROVA PENETROMETRICA

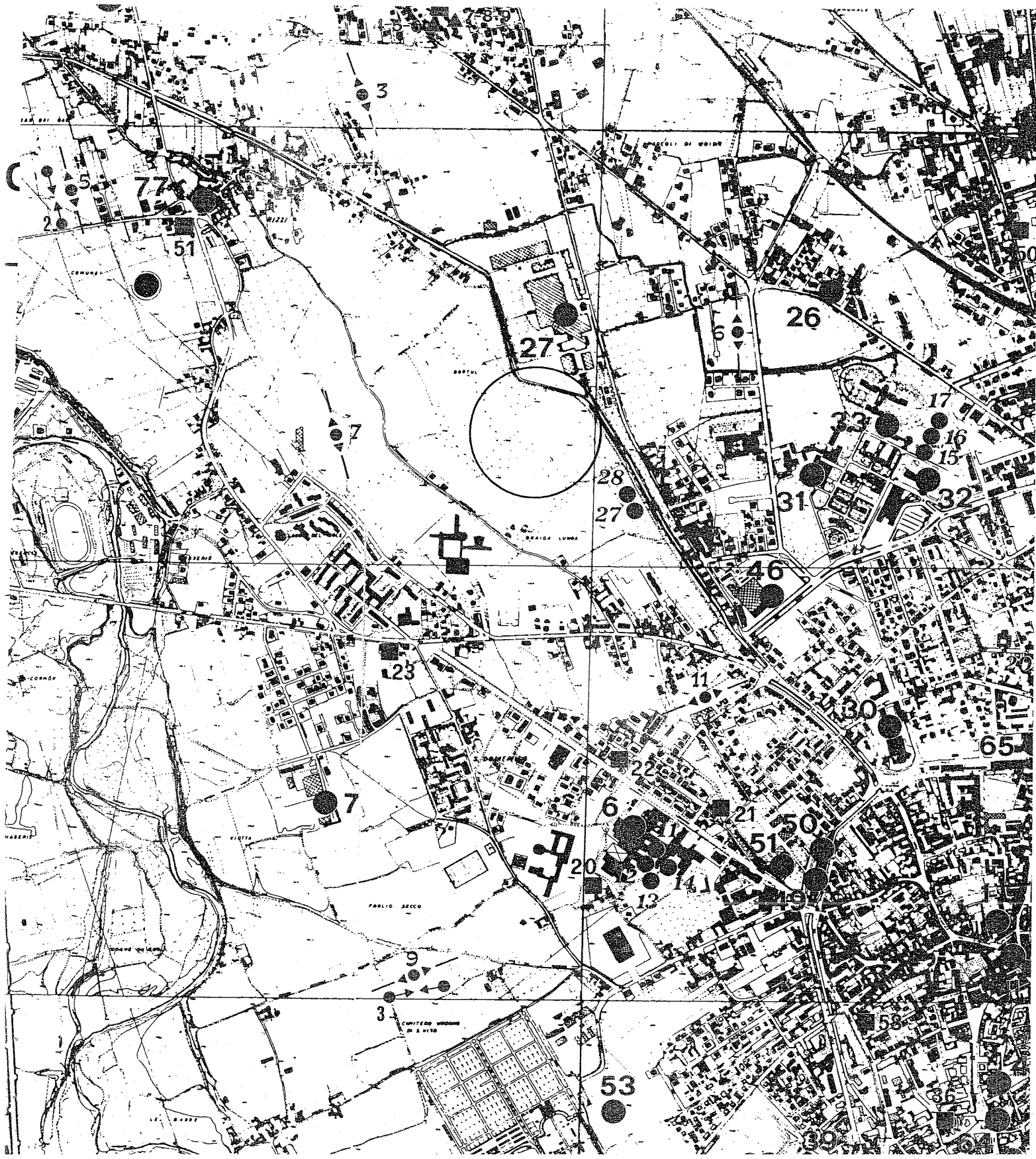


43 SONDAGGIO ELETTRICO



8 BASE SISMICA

NOTA: I PUNTI D'INDAGINE UBICATI FUORI DEL TERRITORIO
COMUNALE SONO NUMERATI A PARTIRE DA 101



Allegato 2c

Pozzo N. 27

Ubicazione: *via del Cotonificio - Cotonificio Udinese*
 Posizione: *4 B*
 Fonte: *Ing. A. Magini - Udine*
 Condizione: *in esercizio*
 Piano campagna: *117 m s.l.m.*
 Livello statico: *57 m p.c.*

Successione dei terreni:

0.0 m	-	1.3 m	terreno vegetale
1.3	-	3.2	argilla giallastra
3.2	-	9.0	ghiaia asciutta
9.0	-	10.7	argilla giallastra
10.7	-	12.4	ghiaia mista ad argilla
12.4	-	19.0	conglomerato fessurato
19.0	-	28.0	conglomerato fessurato
28.0	-	31.0	ghiaia cementata
31.0	-	32.2	ghiaia senza acqua
32.2	-	38.7	conglomerato compatto
38.7	-	40.3	ghiaia senza acqua
40.3	-	63.5	conglomerato compatto
63.5	-	68.3	conglomerato fessurato acquoso
68.3	-	75.0	conglomerato compatto
75.0	-	80.4	conglomerato fessurato acquoso
80.4	-	82.0	conglomerato compatto
82.0	-	84.6	conglomerato fessurato acquoso
84.6	-	88.0	ghiaia cementata acquosa
88.0	-	93.5	conglomerato compatto
93.5	-	97.0	conglomerato fessurato acquoso
97.0	-	100.0	conglomerato compatto

Pozzo N. 46

Ubicazione: *via G. Pieri 29 - stabilimento Solari*
 Posizione: *5 C*
 Fonte: *F.lli Costa - Fidenza*
 Condizione: *in esercizio*
 Piano campagna: *115 m s.l.m.*
 Diametro: *508 - 355 mm*
 Livello statico: *57 m p.c.*

Successione dei terreni:

0.0 m	-	0.5 m	terreno di colture
0.5	-	9.5	ghiaia sporca con trovanti grossi
9.5	-	13.5	argilla e ghiaia cementata
13.5	-	18.5	conglomerato e ghiaia cementata
18.5	-	21.0	ghiaietto misto ad argilla
21.0	-	34.0	conglomerato
34.0	-	36.0	ghiaia un poco attaccata
36.0	-	37.5	argilla mista a ghiaia cementata
37.5	-	44.5	ghiaia cementata
44.5	-	56.0	conglomerato compatto con argilla
56.0	-	58.0	conglomerato compatto molto duro
58.0	-	63.5	conglomerato fessurato
63.5	-	68.0	conglomerato compatto e strati di ghiaia cementata
68.0	-	69.5	argilla color marrone
69.5	-	97.0	conglomerato fessurato con qualche strato compatto
97.0	-	100.0	conglomerato compatto molto duro

Sondaggio N. 27

Ubicazione: *via Fagagna - serbatoio pensile acquedotto*
 Posizione: *4 C*
 Fonte: *A.M.G.A. - Udine*
 Prove eseguite: *analisi granulometriche*
 Vedi all. n.: *4/6*

Successione dei terreni:

<i>0.0 m</i>	<i>-</i>	<i>1.2 m</i>	<i>terreno vegetale; limo con ghiaietto</i>
<i>1.2</i>	<i>-</i>	<i>2.0</i>	<i>ghiaia con sabbia e limo</i>
<i>2.0</i>	<i>-</i>	<i>3.9</i>	<i>ghiaia con sabbia</i>
<i>3.9</i>	<i>-</i>	<i>4.5</i>	<i>ghiaia grossa</i>
<i>4.5</i>	<i>-</i>	<i>7.0</i>	<i>ciottoli con ghiaia</i>

Standard Penetration Test

Profondità (m)	N
<i>2.9</i>	<i>45</i>
<i>5.1</i>	<i>60</i>

Sondaggio N. 28

Ubicazione: *via Fagagna - serbatoio pensile acquedotto*
 Posizione: *4 C*
 Fonte: *A.M.G.A. - Udine*
 Prove eseguite: *analisi granulometriche*
 Vedi all. n.: *4/7*

Successione dei terreni:

<i>0.0 m</i>	<i>-</i>	<i>1.2 m</i>	<i>argilla mista a ghiaietto</i>
<i>1.2</i>	<i>-</i>	<i>2.5</i>	<i>ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa</i>
<i>2.5</i>	<i>-</i>	<i>6.0</i>	<i>ghiaia con sabbia e ciottoli</i>
<i>6.0</i>	<i>-</i>	<i>10.0</i>	<i>ghiaia molto grossa</i>

A

B

COMUNE DI UDINE

1
STUDIO GEOLOGICO - TECNICO
IN PROSPETTIVA SISMICA
DEL TERRITORIO COMUNALE

CARTA IDROGEOLOGICA

2

A CURA DI:
G. BERNARDIS - P. ZORZI

ALL. N. 12

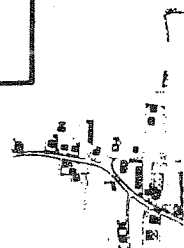
0

1 km



3

Comune



Atl. P. 3a

Comune

Allegato 3a

Camp.

8

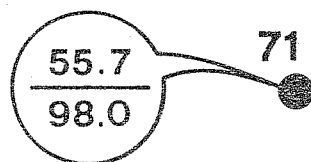
9

10

LEGENDA

5 ●

POZZO IDRICO



PUNTO DI MISURA OVE:
altezza falda in m s.l.m.
quota punto lettura in m s.l.m.



ISOFREATICA IN m s.l.m.



ISOFREATICA PRESUNTA



SPARTIACQUE SOTTERRANEO



DIREZIONE PRINCIPALE DEI
DEFLUSSI SOTTERRANEI

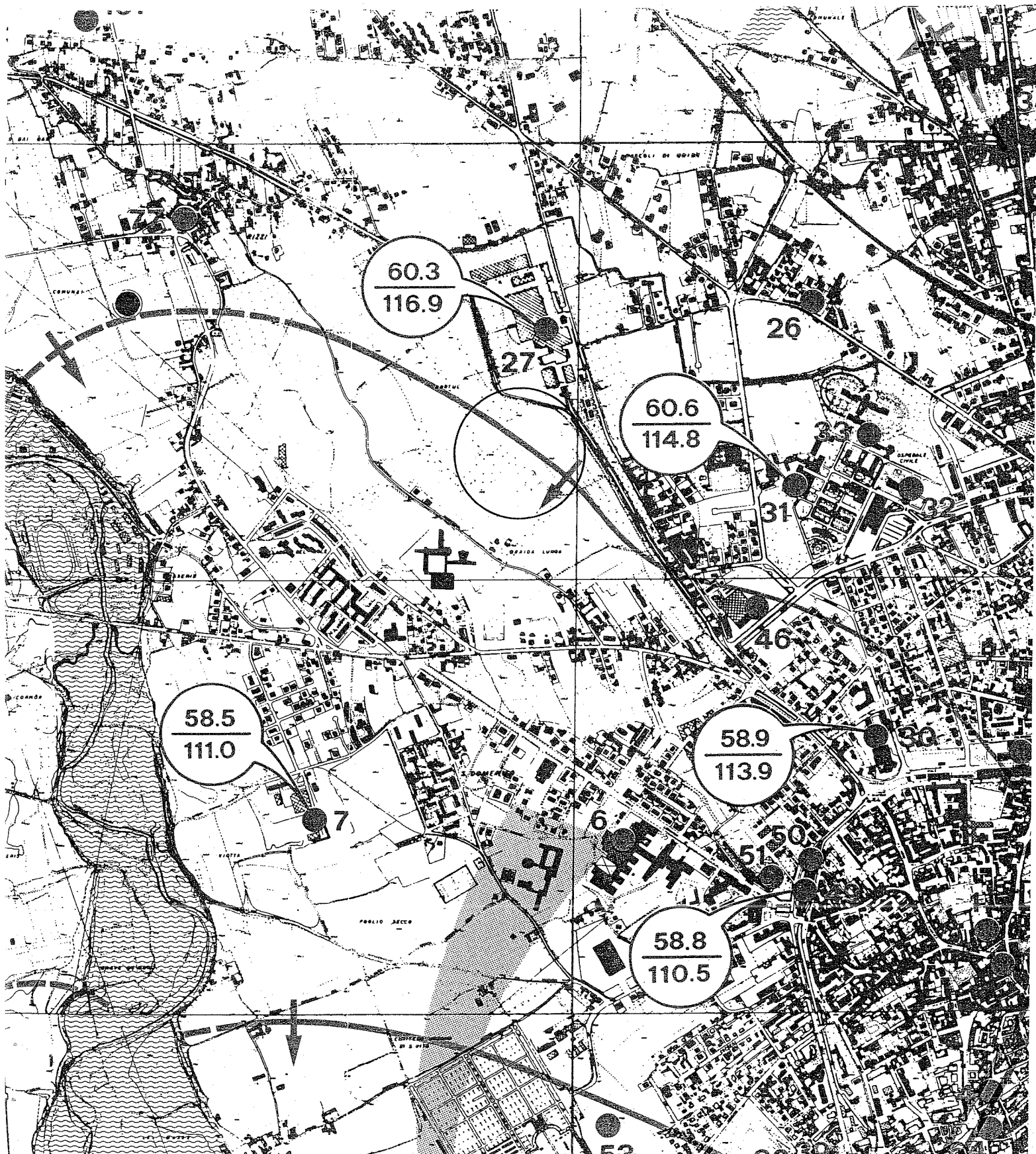


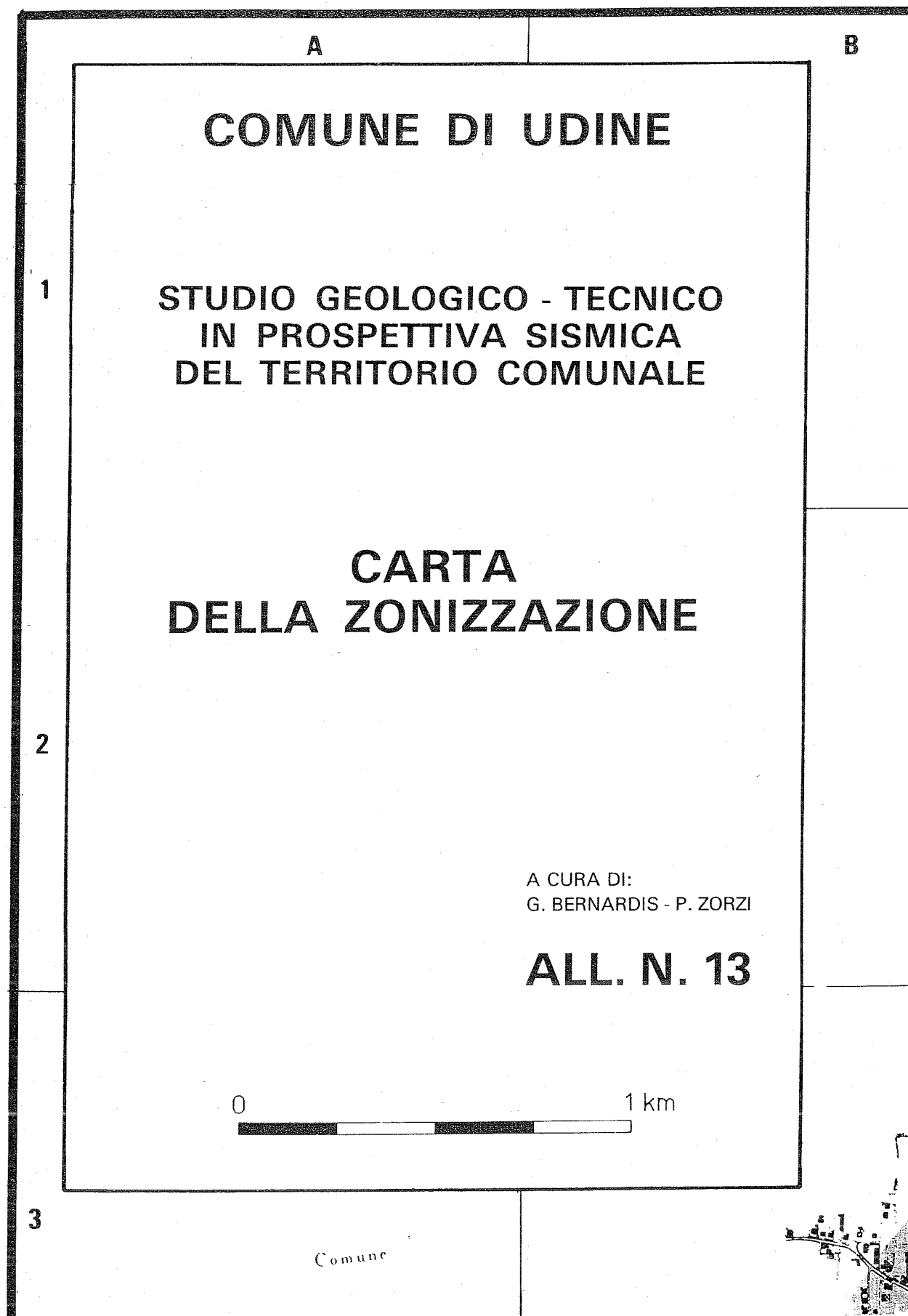
DIREZIONE SECONDARIA DEI
DEFLUSSI SOTTERRANEI



AREE ESONDATE NEL 1920

NOTA: LE MISURE FREATIMETRICHE SI RIFERISCONO AL PERIODO
16 - 19 LUGLIO 1979





LEGENDA

Z_2

Z_{2-3}

Z_4

Z_5



AREE ESONDATE NEL 1920



ZONE DI TERRAZZO

