

REGIONE FRIULI VENEZIA-GIULIA
Comune di Udine

Fineuro S.r.l.

VIA GINO PIERI, 29 - 33100 UDINE

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE
(FOTOVOLTAICA) DA 8,5 MW DENOMINATO "PAPAROTTI"

PROGETTO PRELIMINARE

Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA
D'INQUADRAMENTO

Elab. n. **GNR03**

Scala:

Revisioni					
1	23/05/2022	EMISSIONE		D. Croce	E. Livon
	Data		Oggetto	Redatto	Controllato



LIVON INGEGNERIA ENERGIA AMBIENTE

L.I.N.E.A. s.r.l.

Via Puintat, 2 - 33100 Udine

tel. 0432 410536 - info@lineaing.com

www.lineaing.com

I progettisti:
ing. Erika LIVON



ing. David Di Lenarda



arch. Lucia SIROCCO

Via S. Francesco d'Assisi, 4/1
33133 Trieste



Responsabile studi ambientali:

ing. Clara SAVIO

Via del Buret, 30
33010 Pagnacco

Consulente pratiche di connessione:

geol. Daniela CROCE

Via Lauzacco, 19
33100 Udine

Responsabile studi geologici:



File:
FINR01P-GNR03-RGI-00

Data Progetto
Marzo 2022

A termini di legge ci riserviamo la proprietà' di questo elaborato
con divieto di riprodurlo o copiarlo senza nostra autorizzazione

INDICE

1 - PREMESSA.....	3
2 – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	3
2.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E SUCCESSIONE STRATIGRAFICA.....	3
2.2 CARATTERISTICHE GEO-STRUTTURALI E SISMICITÀ.....	4
2.3 PROCESSI MORFOEVOLUTIVI, FENOMENI GEOMORFOLOGICI, DI EROSIONE E DI ALLUVIONAMENTO	8
2.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SITO.....	8
2.4.1 ACQUE SUPERFICIALI	8
2.4.2 ACQUE SOTTERRANEE	8
3 – MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	9
3.1 INDAGINI REPERITE	9
3.2 VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI	10
PERMEABILITÀ.....	11
3.3 AZIONE SISMICA.....	11
3.4 PARAMETRI PER LA VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA GEOTECNICO.....	12
4 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	13

Allegati al testo

- 1 Inquadramento territoriale
- 2 Corografia con ubicazione delle indagini reperite
- 3 DTM
- 4 Sezione

Documentazione fotografica

1 - PREMESSA

Il presente elaborato è stato redatto per descrivere gli aspetti morfologici, litologici, strutturali ed idrogeologici dell'area posta nella parte meridionale del comprensorio comunale di Udine in cui la società Fineuro S.r.L. prevede di realizzare un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) di potenza nominale pari a 9 MW, con potenza di immissione nella rete pubblica di M.T. pari a 8,5 MW.

denominato "Paparotti"

Per la stesura dell'elaborato, finalizzato a fornire un'adeguata modellazione geologico-geotecnica del sito e determinare la successione stratigrafica riguardante il volume significativo del sottosuolo ci si è avvalsi di osservazioni in loco e di elementi ricavati da fonti bibliografiche con particolare riferimento a:

- Carta geologica d'Italia, Foglio, 066 Udine, APAT 2008
- BERNARDIS G. e ZORZI P. (1982) *Studio geologico tecnico in prospettiva sismica del territorio comunale*
- IADAROLA F. (2014) *Studio di microzonazione sismica del Comune di Udine*

Principali riferimenti legislativi e normativi

Per la stesura della relazione si è fatto riferimento alle seguenti leggi e norme:

D.M. 17 gennaio 2018: *Norme tecniche per le costruzioni*

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.

Delibera della Giunta Regionale n. 845 del 6/5/2010: *Classificazione sismica del Territorio del Friuli Venezia Giulia*

A.G.I., 1977: *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*

2 – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1 Caratteristiche geologiche e successione stratigrafica

L'area indagata è delimitata a Nord dalla S.R. n. 676 "Tangenziale Udine Sud" che si immette nella S.R. n. 56 "di Gorizia" a Ovest dalla "S.R. n. 352 "di Grado" a Est dal Canale Santa Maria, a Sud da una zona agricola.

L'area, con destinazione urbanistica E6 "Ambito di interesse agricolo" nel PRG di Udine, è aggravata da numerose servitù pubbliche (elettrorodotti, gasdotto, viabilità) che non la rendono adeguata neppure ad un uso colturale, soprattutto per la difficoltà di realizzare un efficiente sistema irriguo nel rispetto dei vincoli imposti dalle stesse servitù.

Allo stato attuale l'area, un tempo coltivata, si presenta in stato di abbandono, con una disordinata copertura erbacea e arbustiva.



Fig. 1 Immagine satellitare dell'ambito di interesse progettuale



Fig. 2 Estratto dalla Carta geologica d'Italia, cerchiata in arancio l'area indagata

Sotto l'aspetto geomorfologico, il territorio fa parte dell'Alta Pianura friulana originatasi in seguito alla deposizione del materiale clastico trasportato dai principali corsi d'acqua che, durante l'ultimo massimo glaciale (Last Glacial Maximum *LGM*) verificatosi circa 20.000 anni fa, drenavano le acque di fusione dell'apparato glaciale del Tagliamento. Retaggio di questi corsi d'acqua sono i torrenti Cormor e Torre che racchiudono il comprensorio comunale rispettivamente ad Ovest ed a Est.

Sulla Carta geologica d'Italia, Foglio 066 Udine, redazione del 2008, la zona oggetto di indagine fa parte della Successione continentale Pliocenico-Quaternaria, Sintema di Spilimbergo, Subsintema di Remanzacco – SPB_{4b} (Bacino del F. Tagliamento e del T. Torre).

Tale successione risulta formata da "ghiaie molto 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 (argille); localmente sabbia e peliti aumentano fino a diventare prevalenti sui clasti (SPB_{4b} depositi fluvioglaciali)".

Nell'area di interesse progettuale i depositi ghiaiosi sono mascherati dall'orizzonte pedogenetico variamente limoso argilloso di colore marrone rossastro.

Cenni di pedologia

Dalla carta dei "Suoli e paesaggi del Friuli Venezia Giulia" ERSA, 2008 si evince che l'orizzonte pedogenetico è ascrivibile ai "Suoli Flaibano" riferiti alle porzioni prossimali dei conoidi e del settore sud-est del sistema tilaventino. Trattasi di suoli franchi o franco-limosi, con scheletro frequente neutri. L'approfondimento radicale è limitato tra 50 e 100 cm dalla granulometria grossolana sottostante.

2.2 Caratteristiche geo-strutturali e sismicità

Dall'analisi dei "Distretti sismici del Friuli Venezia Giulia" OGS, 2019 risulta che il comprensorio comunale di Udine è inserito nel distretto BA che si caratterizza per i seguenti elementi:

Contesto tettonico

L'assetto strutturale è caratterizzato prevalentemente da lineamenti tettonici orientati NO-SE quali pieghe e faglie inverse, quest'ultime immergenti 20-40° a NE. Tali elementi strutturali interessano le serie bacinali e torbiditiche del bacino sloveno ed il margine orientale della piattaforma friulana. Un elemento strutturale di rilievo è rappresentato dall'ampia anticlinale da rampa connessa alla Linea di Palmanova, che s'immerge verso

NO sotto la Pianura Friulana. Il distretto è inoltre interessato da faglie trascorrenti destre, sub-verticali, orientate NO-SE (andamento dinarico). Retaggio della tettonogenesi dinarica è il “Sovrascorrimento di Udine” (o faglia Udine-Buttrio) che si è originato, all’interfaccia piattaforme carbonatiche – successione torbiditiche, durante l’Eocene inferiore. Questo sovrascorrimento presenta direzione WNW-ESE e andamento relativamente rettilineo. La superficie di faglia, sempre cieca, corre lungo una superficie di scollamento poco inclinata che però si innalza nella zona di Udine consentendo l’affioramento dei conglomerati di Piasian di Prato e del colle del castello.

Dal Catalogo delle Faglie Capaci ITHACA (ITaly HAZards from CApable faults) elaborato da ISPRA – Dipartimento per il Servizio geologico d’Italia si evince come l’area oggetto di studio sia intersecata dalla faglia inversa “Udine-Buttrio”(codice 77511). Allo stato delle conoscenze, non sussistono evidenze superficiali (rigonfiamenti della superficie topografica, fratture ecc.) correlabili alla presenza di una linea tettonica ritenuta attivata negli ultimi 40.000 anni e capace di generare terremoti.

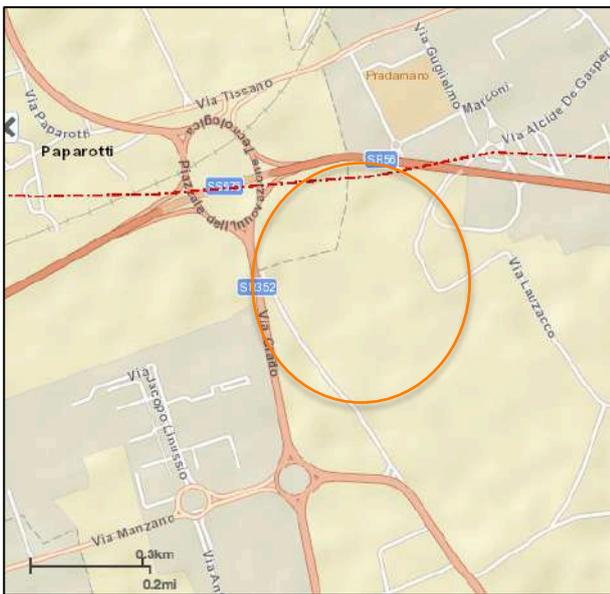


Fig. 3 Estratto dal catalogo Ithaca la linea rossa a tratteggio evidenzia la faglia inversa Udine-Buttrio (codice 77511) ritenuta attiva e capace di generare terremoti. Cerchiata in arancio la zona di interesse

Il database of Individual Seismogenic Sources (DISS versione 3) inserisce il comune di Udine all’interno della sorgente sismogenica Medea (ITCS065).

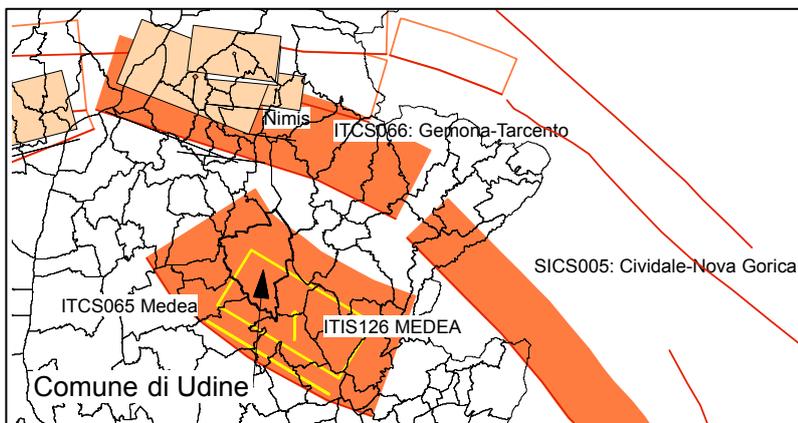
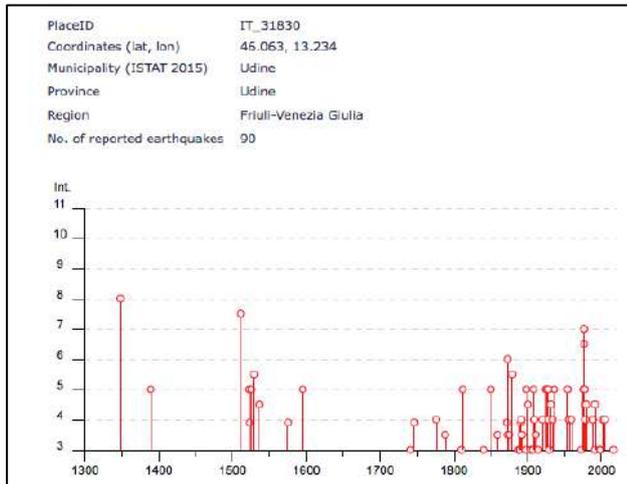


Fig. 4 Estratto dal DISS: il comune di Udine rientra nella sorgente sismogenica associata alla faglia di Medea.

Sismicità storica

Gli eventi maggiormente significativi sono avvenuti il 3 febbraio 1716 nell'area di Plave (Slovenia) ed il 20 febbraio del 1898 nel Cividalese. Per entrambi gli eventi l'intensità epicentrale è stata stimata VII con MW 5,1.

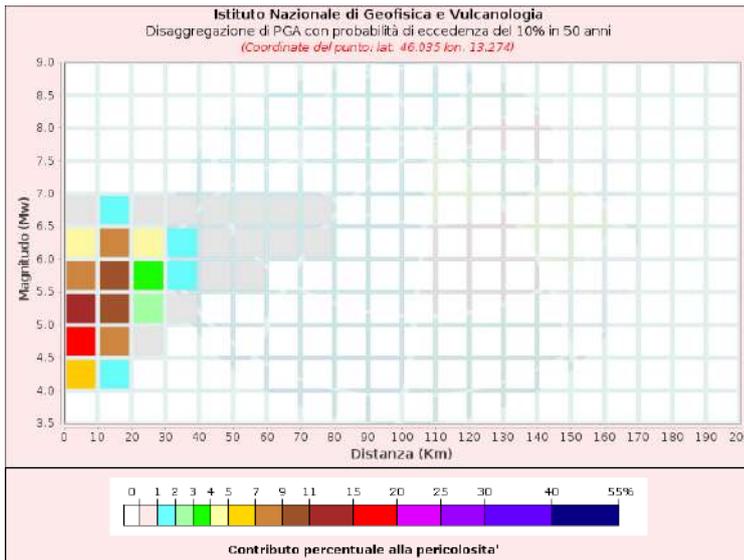
Di seguito si riporta la storia sismica con l'intensità (Int) > 3 riferita alla magnitudo del terremoto di riferimento:



Int. at place	Year	Epicentral Area	IoDef	MwDef
8	1348	Alpi Giulie	9	6,63
5	1389	Friuli	6-7	4,86
7-8	1511	Friuli-Slovenia	9	6,32
5	1522	Udine	4	3,7
5	1525	Friuli	5	4,57
5-6	1529	Friuli	5	4,16
4-5	1536	Appennino settentrionale	6-7	5,12
5	1595	Friuli	4	3,7
5	1812	Pordenonese	7-8	5,62
5	1850	Slovenia nord-occidentale	5	4,64
6	1873	Alpago Cansiglio	9-10	6,29
3-4	1873	Appennino tosco-ligure	6-7	5,26
3-4	1875	Costa romagnola	8	5,74
5-6	1879	Friuli	5-6	4,74
3-4	1892	Dolomiti Friulane	5-6	4,58
5	1898	Valli del Natisone	7	5,12
4-5	1900	Asolano	6-7	5,05
5	1908	Carnia	7-8	5,31
4	1909	Emilia Romagna orientale	6-7	5,36
3-4	1911	Carnia	5	4,26
4	1920	Carnia	6-7	5,27
5	1924	Carnia	7	5,42
5	1926	Carniola interna	7-8	5,72
5	1928	Carnia	9	6,02
4	1928	Carnia	5	4,36
4-5	1931	Friuli	7	5,25
4	1934	Adriatico settentrionale	5	5,3
5	1936	Alpago Cansiglio	9	6,06
5	1954	Friuli	6	4,76
4	1956	Carnia	6	5,04
4	1959	Carnia	7-8	5,21
5	1975	Carnia	5-6	4,51
7	1976	Friuli	9-10	6,45
6-7	1976	Friuli	7-8	5,6
7	1976	Friuli	8-9	5,95
4-5	1977	Friuli	5	4,51
5	1977	Friuli	6-7	5,26
4	1978	Dolomiti Friulane	5-6	4,35
4-5	1979	Friuli	6-7	4,66
4	1988	Friuli	6	4,62
4-5	1991	Prealpi Giulie	5-6	4,51
4	2002	Carnia	5-6	4,67
4	2004	Slovenia nord-occidentale		5,12

Int: Intensità al sito (Udine)

Io: Intensità epicentrale



Mw: Magnitudo momento

Sismicità strumentale

Il regime sismico del distretto è basso, con evento di magnitudo massima MD 3,5, verificatosi il 21 dicembre del 2009 nell'area di Cividale. L'energia sismica irradiata è distribuita prevalentemente tra 10 e 18 km. I meccanismi focali sono di vario tipo, prevalentemente di tipo inverso e subordinatamente di tipo trascorrente e di tipo normale.

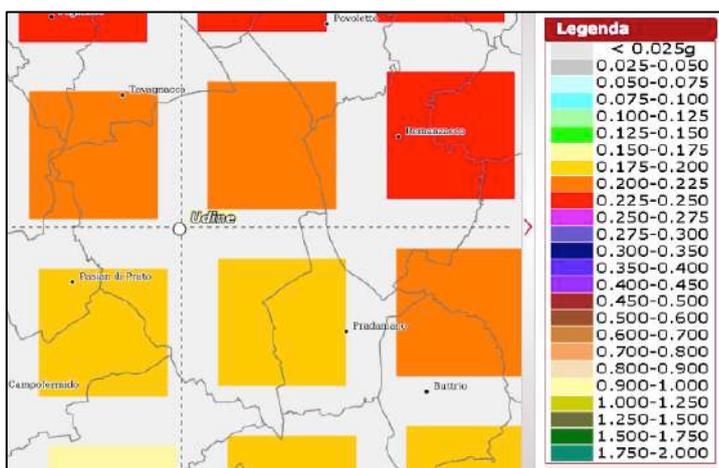
Il territorio comunale in base all'Ordinanza n. 3274 del

20/3/2003 è stato classificato "Zona sismica 2". Tale zonizzazione ("2, ad alta sismicità") è stata confermata con la Delibera della Giunta Regionale n. 845 del 6/5/2010.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica, si può fare riferimento alle mappe elaborate dall'INVG (Fig. 3) che riportano due parametri dello scuotimento: **a(g)** (accelerazione orizzontale massima del suolo, come definita dall'OPCM 3519/2006, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA) e **Se(T)** (Spettro di risposta elastico in funzione del periodo T, in accelerazione); l'unità di misura è **g**, vale a dire l'accelerazione di gravità, corrispondente a 9.8 m/sec^2 . Per i soli valori di **a(g)** è disponibile la relativa disaggregazione.

Fig. 3 Mappa di pericolosità sismica

Si è scelto di quantificare lo scuotimento in termine di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione di tipo statistico che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in M-R

fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Nel caso specifico in riferimento al punto di coordinate lat. 46.035, lon. 13.274

R= 12,09 km

M= 5,41

Lo Studio di Microzonazione sismica di 1° livello inserisce l'intero territorio comunale nelle "Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica": zone in cui il moto sismico può essere influenzato dalle caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche locali.

2.3 Processi morfoevolutivi, fenomeni geomorfologici, di erosione e di alluvionamento

L'area indagata non presenta problematiche di carattere geomorfologico. È inserita in un contesto pianeggiante un tempo utilizzato a scopo agricolo (coltivazioni cerealicole).

La restituzione del DTM (Lidar Rafvg 2017-2020) – vedasi allegato 3 - evidenzia come l'area presenti una pendenza verso Sud ben sottolineata dall'andamento delle curve di livello con equidistanza 0,50 m, la parte settentrionale si attesta ad una quota di circa 82 m s.l.m.m., la fascia meridionale a circa 80 m.

2.4 Caratteristiche idrogeologiche del sito

2.4.1 Acque superficiali

A breve distanza dal limite orientale dell'area di interesse progettuale si individua il Canale di S. Maria. Esso ha origine in località Partidor dove si diparte dal Canale Principale, che fa parte delle derivazioni d'acqua dal Fiume Tagliamento.

Il canale, che rientra nella rete gestita dal Consorzio di Bonifica Pianura Friulana, è utilizzato a scopi idroelettrici dalla centrale Enrico Menazzi.

2.4.2 Acque sotterranee

L'Alta pianura friulana, costituita essenzialmente da ghiaie più o meno addensate e localmente cementate, è sede di una falda freatica di buona potenzialità, alimentata dall'infiltrazione delle acque meteoriche e dalla dispersione in subalveo dei principali corsi d'acqua che incidono il materasso alluvionale.

La falda freatica si trova a notevole profondità dal piano di campagna (superiore a 40 m) e le oscillazioni del livello freatico possono raggiungere anche 10 - 11 metri.

In fase di piena (riferimento situazione 1977) l'area indagata viene a trovarsi tra le isofreatiche 61 e 60 m s.l.m.m. con conseguente livello idrico tra 21 e 20 m di profondità dal p.c. posto alla quota di circa 80 m s.l.m.m. (vedasi allegato 2).

3 – MODELLAZIONE GEOTECNICA

3.1 Indagini reperite

A breve distanza dall'area oggetto di analisi sono state eseguite due perforazioni per l'emungimento idrico dalla falda freatica, un sondaggio sismico a rifrazione e un sondaggio elettrico verticale. In allegato 2 viene riportata l'ubicazione delle indagini reperite e di seguito descritte:

Pozzo Zona Industriale Udinese (n. 56 fonte dati Zorzi e Bernardis,1981):

Da m	A m	Indicazioni litostratigrafiche
0,00	1,00	Terreno vegetale
1,00	27,0	Ghiaia sciolta e ciottoli
27,0	27,5	Masso di arenaria
27,5	31,5	Conglomerato compatto fresco
31,5	37,0	Ghiaia cementata sporca di argilla
37,0	57,5	Conglomerato compatto ed a strati fessurato
57,5	59,0	Conglomerato fessurato ferruginoso
59,0	59,5	Masso di arenaria
59,5	64,0	Conglomerato compatto e fessurato
64,0	68,0	Ghiaia cementata sporca di argilla
68,0	73,0	Conglomerato compatto e fessurato
73,0	80,0	Ghiaia con argilla gialla

Il pozzo è stato perforato nel 1975 (identificativo regionale UD/IPD/911) ha un diametro di 400 mm, una portata media di 12,5 l/s la posizione dei filtri è tra 36,0 e 38,4 m, tra 52,2 e 62,2 m e tra 71,7 e 75,5 m.

Pozzo n. 7 (fonte dati Catasto dei pozzi per acqua e delle perforazioni eseguite nelle alluvioni quaternarie e nei depositi sciolti del Friuli Venezia Giulia,R.A.F.V.G.,1990):

Da m	A m	Indicazioni litostratigrafiche
0,00	4,50	Ghiaia
4,50	20,0	Ghiaia compatta
20,0	25,0	Ghiaia cementata
25,0	35,5	Conglomerato compatto
35,5	40,0	Conglomerato fessurato
40,0	41,8	Conglomerato argilloso
41,8	77,0	Conglomerato compatto
77,0	78,3	Argilla
78,3	81,0	Argilla con ghiaia
81,0	85,0	Argilla

Sondaggio sismico a rifrazione (n. 11 fonte dati Zorzi e Bernardis,1981):

Da m	A m	Velocità delle onde P m/s
0,00	3,60÷2,80 (A-B)	355
3,60÷2,80 (A-B)	Profondità indefinita	1065

Sondaggio geoelettrico verticale (n. 27 fonte dati Zorzi e Bernardis,1981):

Da m	A m	Resistività ohm*m	Interpretazione stratigrafica
0,00	0,50	200	Terreno agrario
0,50	3,00	100	Ghiaia e limo
3,00	4,00	700	Ghiaia e sabbia
4,00	50,0	500	Ghiaia e sabbia

3.2 Valutazione dei parametri geotecnici

Unità litologico-tecnica 1 - Limo argilloso con scarsa ghiaia

Trattasi dell'orizzonte agrario e pedogenetico riferibile alle "terre a grana fine" (passante allo staccio 0,075 mm maggiore del 50%) secondo la classificazione U.S.C.S. (o A.G.I., 1977) classificabile come "limo argilloso con scarsa frazione ghiaiosa" (simbolo ML). Lo spessore è di circa 0,80÷1,40 m.

Per questo terreno possono essere assunti i seguenti valori dei parametri geotecnici:

peso dell'unità di volume

$$\gamma = 1,800 \text{ t/m}^3 \text{ (16,70 kN/m}^3\text{)}$$

angolo di attrito interno

$$\phi = 28^\circ$$

coesione

$$c = 0,05 \div 0,10 \text{ kg/cm}^2 \text{ (5} \div \text{10 kPa)}$$

modulo di compressibilità

$$E_c = 40 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (4,0 MPa)}$$

Porosità e permeabilità

La frazione fine limoso-argillosa riduce sensibilmente la conducibilità idraulica del terreno superficiale. Per questo terreno il coefficiente di permeabilità può essere stimato pari a $k = 10^{-7} \div 10^{-5}$ m/s.

Unità litologico-tecnica 2 – Ghiaia variamente sabbioso limosa localmente cementata

Il terreno superficiale maschera i depositi alluvionali riconducibili alle "terre a grana grossa" (passante allo staccio 0,075 mm minore del 50%) ed in particolare ad una "miscela di ghiaia, sabbia e limo" con ciottoli.

La ghiaia è eterometrica per lo più media e grossolana con ciottoli, la matrice è sabbiosa e limosa.

Fino alla profondità di circa 20 dal p.c. i depositi si presentano sciolti, successivamente i pozzi perforati nella zona riscontrano livelli cementati (conglomerato).

In generale il conglomerato (ghiaia ben cementata) che si rinviene nel sottosuolo udinese può essere assimilato ad una "roccia alterata" contraddistinta dalle seguenti proprietà:

- debole (può essere ridotta difficoltosamente in scaglie con un coltello portatile o essere scalfita con la punta di un coltello,
- tessitura grossolana (2÷6,3 mm), altamente calcarea, il materiale si disgrega, ma i singoli grani conservano la composizione originaria,
- poco stabile all'azione dell'acqua meteorica, si disgrega facilmente.

Ai depositi ghiaiosi vengono attribuiti i seguenti valori dei parametri geotecnici:

- peso di volume $\gamma = 1,9 \div 2,0 \text{ t/m}^3$ ($19 \div 20 \text{ kN/m}^3$)

valore comunemente adottato per i materiali ghiaioso-sabbiosi

- angolo d'attrito $\phi = 33^\circ$

- coesione $c = 0,01 \div 0,05 \text{ kg/cm}^2$ ($1 \div 5 \text{ kPa}$)

Il valore della coesione (apparente) varia in relazione a locali fenomeni di cementazione dovuti alla solubilizzazione e successiva ricristallizzazione del carbonato di calcio, alla presenza di materiali a granulometria minore che riempiono gli spazi tra i clasti e al grado di umidità.

- densità relativa sedimenti densi $D_r = 0,6 \div 0,8$

- modulo edometrico $E_d = 400 \text{ kg/cm}^2$ (40 MPa)

Permeabilità

I depositi fluvioglaciali ed alluvionali sono caratterizzati in genere da un buon grado di permeabilità legata alla porosità efficace intergranulare. La porosità efficace dei depositi ghiaiosi, n_e , può essere assunta pari a $0,30 \div 0,45$. Il coefficiente di permeabilità "k" è compreso tra 10^{-3} e 10^{-6} m/s. Intervallo che considera come i depositi siano ben gradati, ovvero costituiti da un ampio spettro di frazioni granulometriche, in cui i vuoti esistenti tra le particelle di maggiore diametro sono, almeno parzialmente, riempiti dalle particelle più piccole, con sostanziale riduzione ed in taluni casi occlusione degli interstizi a disposizione dell'acqua.

3.3 Azione sismica

In riferimento al D.M. 17/01/2018 vengono di seguito forniti gli elementi che concorrono alla definizione della "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Categoria di sottosuolo

I risultati dell'indagine geofisica reperita consentono di ascrivere il sottosuolo alla **categoria B** delle NTC: *Rocce tenere e depositi 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.

Fino a circa 3,0 m di profondità la velocità delle onde di taglio V_s è di circa 150 m/s al di sotto è superiore a 500 m/s, ciò consente di stimare di stimare un valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s

pari a 405 m/s.

Stabilità nei confronti della liquefazione

Il sito si presenta stabile nei confronti della liquefazione.

Le caratteristiche granulometriche dei terreni e la profondità della falda freatica (>15 m) portano ad escludere che gli stessi siano suscettibili di liquefazione e degli effetti conseguenti a tale fenomeno.

Condizioni topografiche – coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, da cui S_T assumerà valore 1,0.

3.4 Parametri per la valutazione della resistenza del sistema geotecnico

I valori caratteristici dei parametri geotecnici da utilizzarsi per la valutazione della resistenza di progetto " R_d " (fondazioni cabine di campo e di trasformazione) potranno essere così assunti:

Dalla quota del p.c. fino a 1,0 m di profondità (riporto e limo argilloso):

peso dell'unità di volume	$\gamma = 1,800 \text{ t/m}^3 \text{ (16,70 kN/m}^3\text{)}$
angolo di attrito interno	$\phi = 28^\circ$
coesione	$c = 0,05 \text{ kg/cm}^2 \text{ (5,0 kPa)}$

Da -1,0 m dal p.c. (ghiaie prevalenti):

- peso di volume del terreno	$\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3 \text{ (19 kN/m}^3\text{)}$
- angolo di attrito	$\phi_k = 33^\circ$
- coesione efficace	$c_k = 0,03 \text{ kg/cm}^2 \text{ (3,0 kPa)}$

4 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato in una zona scevra allo, stato attuale, di pericolosità naturali. La documentazione ufficiale non segnala pericolosità idrauliche e geologiche, inoltre non sussistono evidenze morfologiche quali sprofondamenti, fenditure del terreno ecc. correlabili con la segnalazione, al limite settentrionale del parco fotovoltaico, di una linea tettonica ritenuta "attiva e capace" nel catalogo ITHACA.

Il terreno superficiale limoso argilloso, avente uno spessore medio attorno al metro, è dotato di scarse peculiarità geotecniche, essendo compressibile e deformabile. La modesta permeabilità favorisce, localmente, i ristagni delle acque meteoriche. Al di sotto si riscontrano i depositi ghiaiosi dotati di buone proprietà meccaniche e discreta permeabilità.

Anche in considerazione delle caratteristiche stratigrafiche superficiali, la viabilità di servizio, costituita da una strada perimetrale e da vie interne di accesso alle cabine e agli impianti, sarà formata da un cassonetto stradale in misto stabilizzato con spessore di 30 cm su geotessuto. L'uso del geotessuto consente di sostenere il cassonetto stradale impedendo la compenetrazione della ghiaia nel terreno naturale, senza alterare la conducibilità idraulica. Medesima soluzione potrà essere adottata per migliorare il piano di posa di fondazione delle cabine di campo (container modulari, composti da struttura metallica e chiusure in pannelli sandwich) e anche della cabina di trasformazione MT/BT e consegna al distributore. Quest'ultima consta di un box prefabbricato in cemento armato tipo standard e sarà collocata in corrispondenza dell'accesso al parco fotovoltaico. Le strutture dei pannelli fotovoltaici, essendo direttamente infisse nel terreno con pali o viti, non necessitano di fondazioni in cls, rispettando una soluzione ormai consolidata per i parchi fotovoltaici su terreni agricoli.

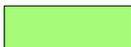
Quanto esposto fa ritenere non sussistano problematiche di carattere geologico tecnico tali da pregiudicare l'installazione dell'impianto fotovoltaico come previsto in sede progettual, in una zona, attualmente incolta, assoggettata a numerose servitù pubbliche e quindi non appetibile per altri scopi.



Area indagata

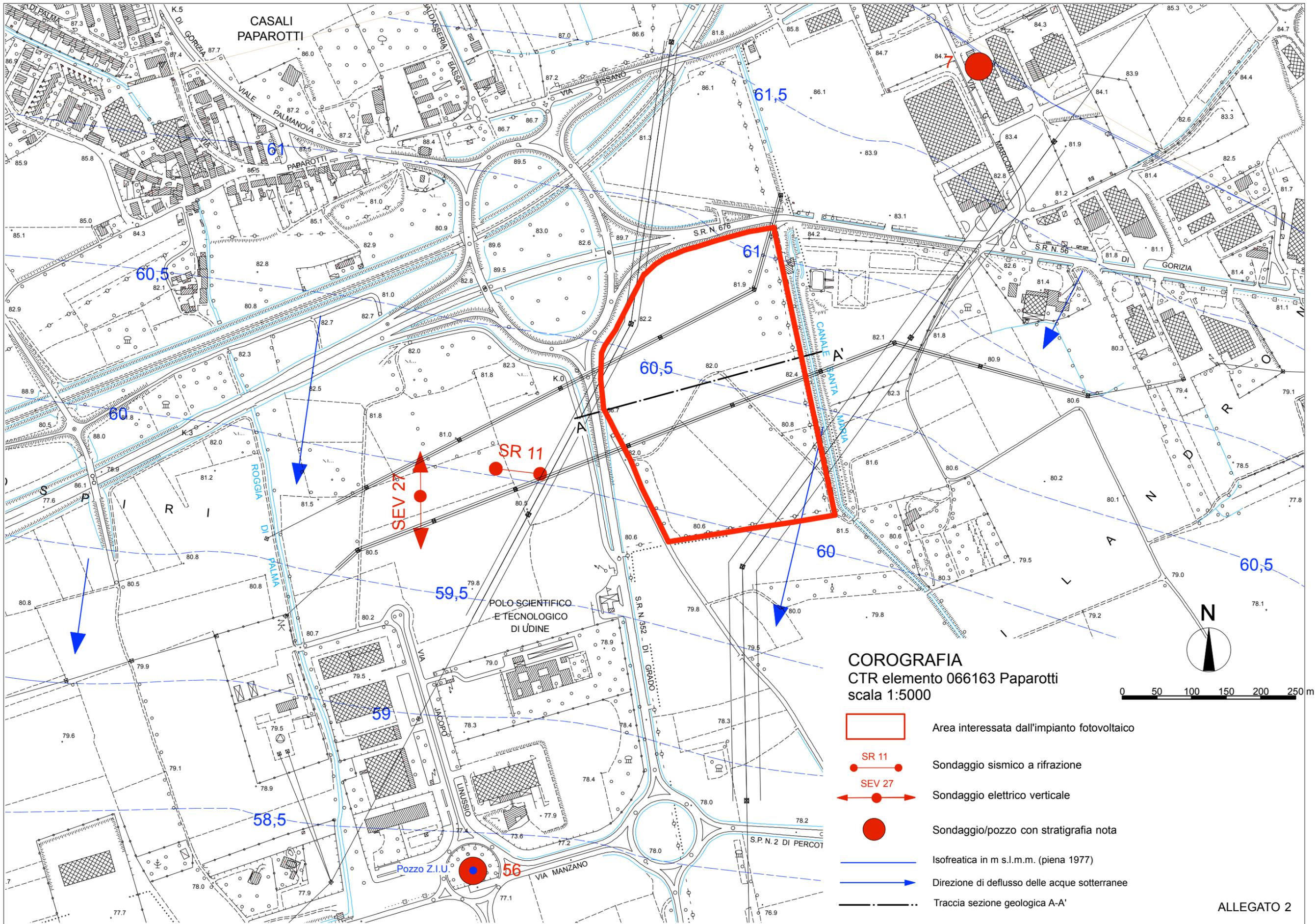
SPB4b

Subsistema di Remanzacco (Pleistocene sup.)
Ghiaie grossolane con matrice sabbiosa e debolmente limosa (depositi fluvio-glaciali)

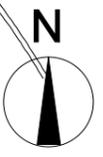


Supersistema del Friuli indistinto (Pliocene - Pleistocene sup.)
Conglomerati grossolani

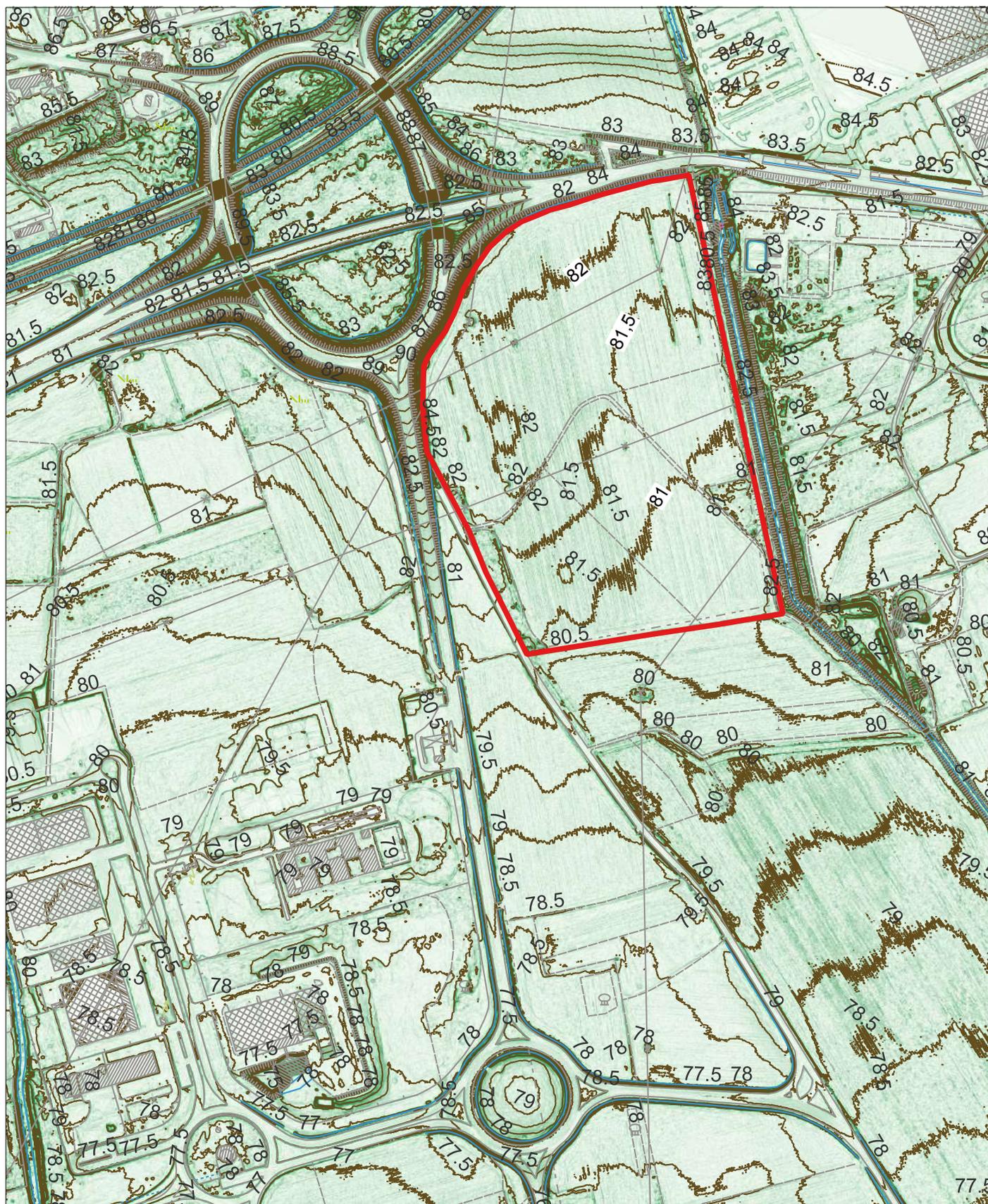
**INQUADRAMENTO TERRITORIALE
E CARTA GEOLOGICA**
CTN tavola 066 SE Udine
scala 1:25000



COROGRAFIA
CTR elemento 066163 Paparotti
scala 1:5000

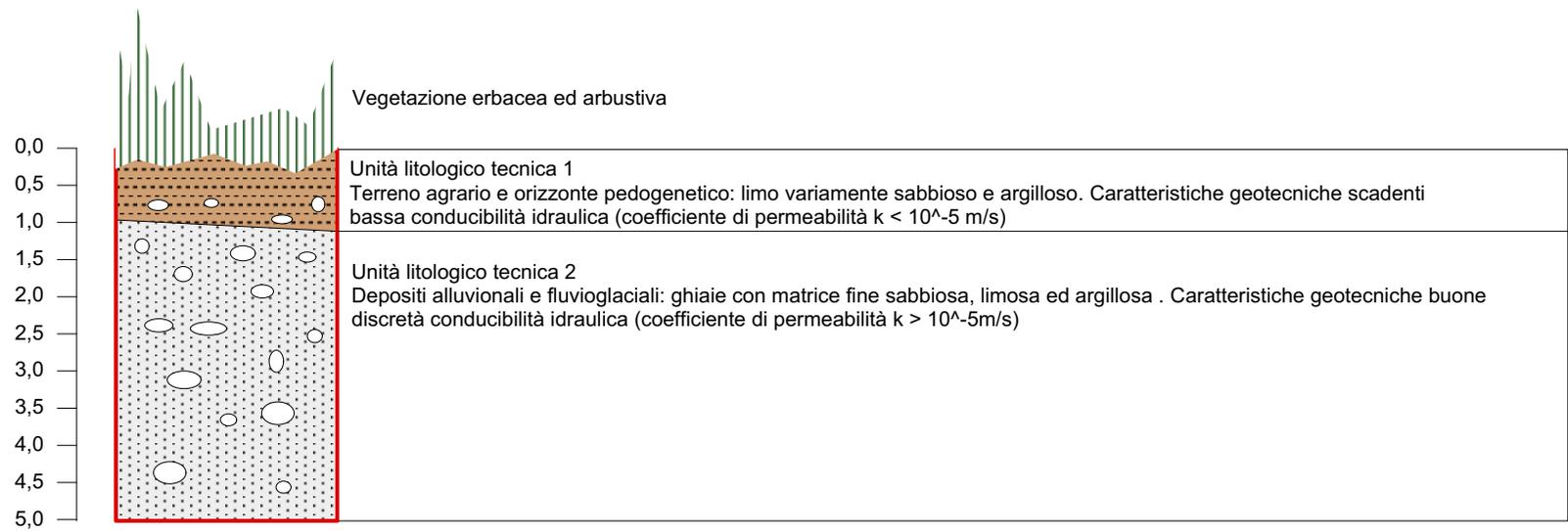
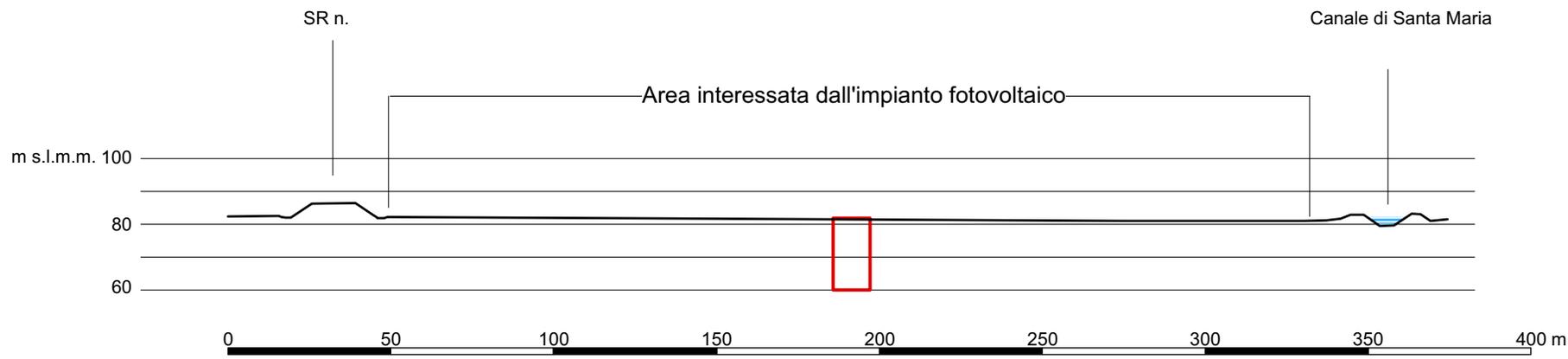


- Area interessata dall'impianto fotovoltaico
- ● Sondaggio sismico a rifrazione
- ← ● → Sondaggio elettrico verticale
- Sondaggio/pozzo con stratigrafia nota
- Isofretica in m s.l.m.m. (piena 1977)
- Direzione di deflusso delle acque sotterranee
- - - Traccia sezione geologica A-A'



Area di interesse progettuale

DTM DELLA ZONA DI UBICAZIONE DELL'IMPIANTO FOTVOLTAICO

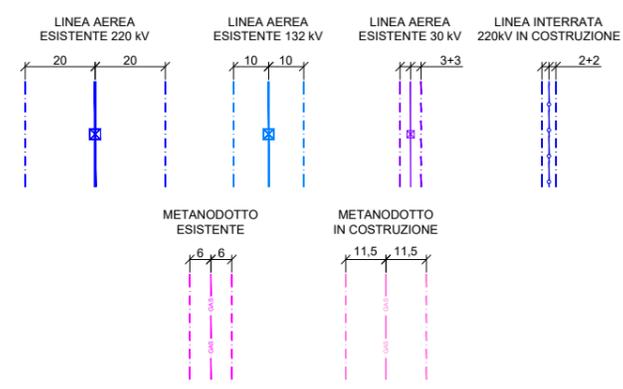


SEZIONE A-A'



MAPPA CATASTALE
COMUNE DI UDINE
FOGLIO N° 69

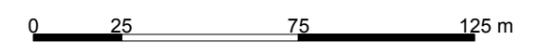
INFRASTRUTTURE ESISTENTI E RELAZIONE FASCE DI RISPETTO



LEGENDA

- | | | | |
|--|------------------------------------|--|--|
| | Struttura 4x14 pannelli | | Confine comunale Udine - Pradamano |
| | Struttura 4x7 pannelli | | Limite di proprietà Fineuro S.r.l. |
| | Struttura 4x4 pannelli | | Fascia di rispetto stradale da SR56 |
| | Struttura 4x2 pannelli | | Sostegno linea elettrica 220kV aerea esistente |
| | Cabina di trasformazione MT/BT | | Sostegno linea elettrica 132kV aerea esistente |
| | Cabina di consegna e-distribuzione | | Sostegno linea elettrica 20kV aerea esistente |
| | Area deposito e futuro storage | | Area verde |
| | | | Viabilità interna |

COMUNE DI PRADAMANO



PLANIMETRIA DI PROGETTO CON MAPPA CATASTALE



Terreno superficiale limoso argilloso



Lavori precedenti agli scavi per il posizionamento delle tubazioni del gasdotto

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

30/03/2022
01/05/2022