
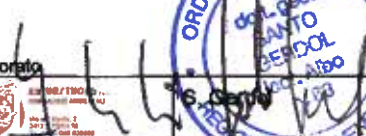


**Elettrodotto a 380 kV in DT "Udine Ovest – Redipuglia"  
RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

**Storia delle revisioni**

Rev. 00 del 18/09/08

Elaborato	Verificato	Approvato
 	S.Lorenzini PSR-AMB	A.Motawi PSR-AMB

m010CI-LG001-r02

## Indice

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO.....	4
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	5
3.1	L'elettrodotto.....	5
3.2	La stazione elettrica.....	6
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....	8
4.1	Assetto geologico .....	9
4.2	Assetto litostratigrafico del sottosuolo della Pianura .....	12
4.3	Morfologia e idrografia.....	13
4.4	Idrogeologia.....	16
5	SISMICITÀ.....	18
6	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE LUNGO IL TRACCIATO.....	22
6.1	Caratteristiche litologiche dei depositi superficiali .....	22
6.2	Caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo .....	22
6.3	Caratteristiche idrogeologiche .....	23
6.4	Caratteristiche morfologiche.....	25
7	LE CARATTERISTICHE GEOLOGICO TECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE .....	26
8	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEI DEPOSITI .....	30
9	INDICAZIONI PROGETTUALI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	31
10	STABILITÀ DEGLI SCAVI .....	34
11	VERIFICA DEI CARICHI AMMISSIBILI .....	35
12	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	40

## 1 PREMESSA

La presente relazione geologica riguarda il progetto della nuova linea elettrica a 380 kV in doppia terna, di connessione tra le esistenti stazioni elettriche di Udine Ovest (UD) e Redipuglia (GO), tracciato tutto compreso nella Regione Friuli Venezia Giulia, per buona parte sviluppato all'interno della provincia di Udine e in parte minore (a Sud Est) in provincia di Gorizia. Lungo il tracciato è prevista la realizzazione di una nuova stazione elettrica 380/220 kV intermedia tra quelle esistenti di Udine Ovest e di Redipuglia, denominata Udine Sud e posta tra i Comuni di Santa Maria la Longa e Pavia di Udine (Fig. 1).

Nella presente relazione vengono definiti, seppur a livello di progetto preliminare, gli aspetti prettamente geologico-tecnici con le caratteristiche indicative dei terreni interessati dal tracciato e dalla stazione elettrica Udine Sud e l'assetto litostratigrafico e idrogeologico indicativo dei tratti omogenei di tracciato.

E' opportuno precisare che fanno parte del progetto in esame anche due brevi varianti agli esistenti elettrodotti a 380 kV: "Planais – Udine Ovest" e "Udine Ovest – Redipuglia". Tali varianti verranno realizzate praticamente in affiancamento al nuovo elettrodotto, pertanto per i relativi aspetti geologico – tecnici si rimanda a quanto verrà detto per il tracciato del nuovo elettrodotto.

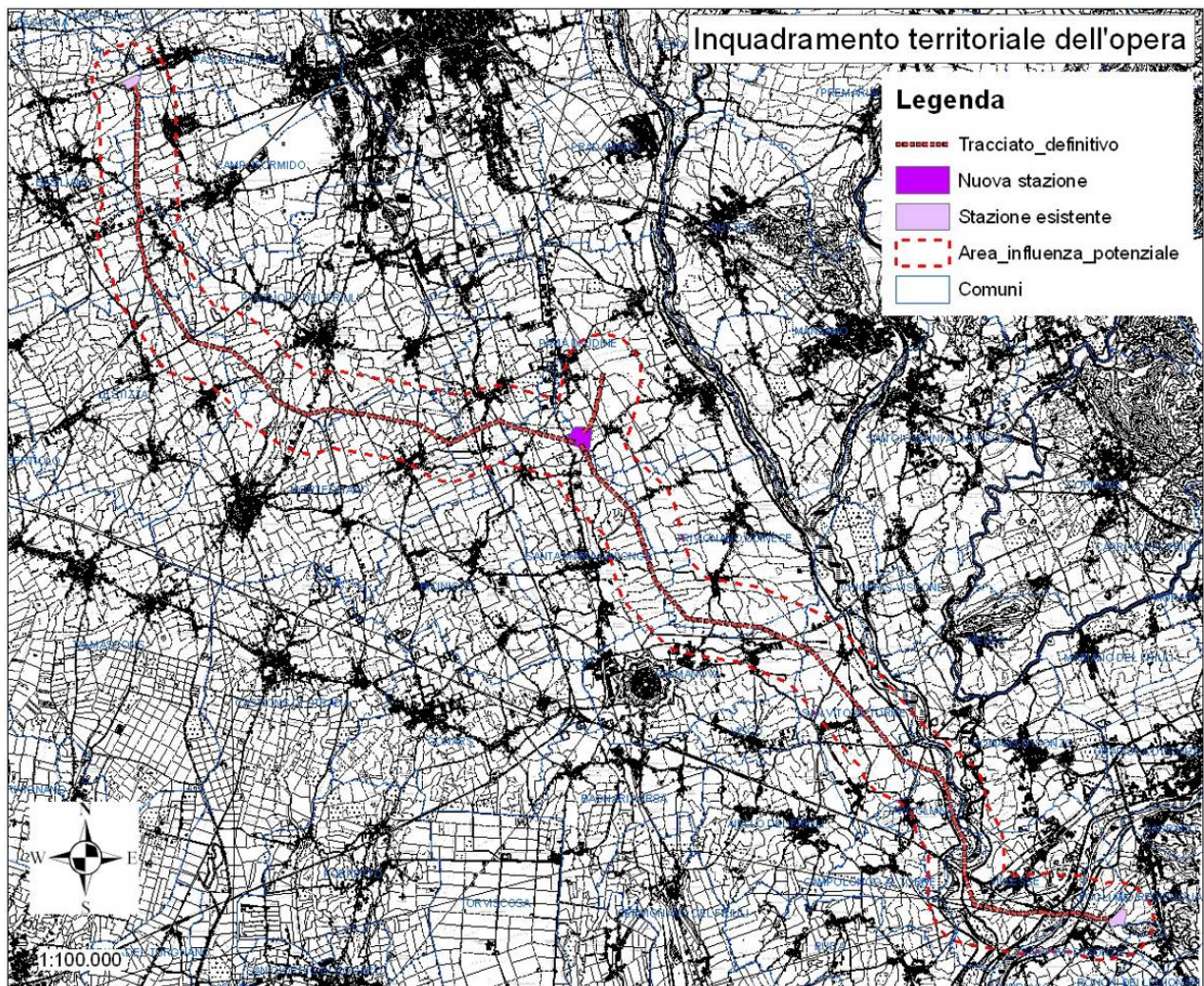


Fig. 1 Inquadramento territoriale dell'opera

## 2 INQUADRAMENTO

Il tracciato della nuova linea elettrica si sviluppa lungo poco più di 39 chilometri e interessa i territori dei Comuni di:

Basiliano (tale Comune viene interessato anche dalla variante alla linea 380 kV "Planais – Udine Ovest")

Campoformido

Pozzuolo del Friuli

Lestizza

Mortegliano

Pavia di Udine

Santa Maria la Longa

Trivignano Udinese

Palmanova

San Vito al Torre

Tapogliano

Villesse (tale Comune viene interessato anche dalla variante alla linea 380 kV "Udine Ovest - Redipuglia")

S. Pier d'Isonzo (tale Comune viene interessato anche dalla variante alla linea 380 kV "Udine Ovest - Redipuglia")

E' previsto, inoltre, l'inserimento in "entra-esce" di una nuova stazione (Udine Sud) a 380 kV a cavallo dei Comuni di Pavia di Udine e Santa Maria la Longa nella parte centrale del tracciato.

L'area interessata dalle opere è essenzialmente pianeggiante con quote comprese, lungo il tracciato, tra 14 e 93 m slmm.

### 3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La nuova opera da realizzare consiste in una direttrice a 380 kV in doppia terna congiungente le esistenti stazioni elettriche di Redipuglia e Udine Ovest. La direttrice sarà costituita da un elettrodotto a due tratte, la prima tra la stazione di Redipuglia e una nuova stazione a 380 kV denominata "Udine Sud", la seconda tra quest'ultima e la stazione di Udine Ovest.

La nuova stazione elettrica di Udine Sud, posizionata nella zona a sud di Udine in area idonea, garantirà, mediante un trasformatore installato in stazione ed un breve raccordo (1,8 km) l'allacciamento alla linea 220 kV "Udine Nord-Est – Redipuglia – derivazione A.B.S." (n. 292).

La realizzazione della nuova direttrice a 380 kV consentirà inoltre la demolizione della linea 220 kV "Udine Nord-Est – Redipuglia – derivazione A.B.S." (n. 292) nel tratto tra la stazione elettrica di Redipuglia e l'allacciamento alla nuova stazione di Udine Sud.

La demolizione del tratto di linea 220 kV potrà essere eseguita successivamente al completamento della nuova direttrice a 380 kV e della nuova stazione di Udine Sud.

Verranno altresì realizzate due varianti alle linee in semplice terna "380 kV Planais – Udine Ovest" (2,1 km) e "Planais – Redipuglia" (1,9 km) rispettivamente nel Comune di Basiliano e nei Comuni di Villesse e San Pier d'Isonzo. Infine, è prevista una variante mista aereo/cavo (1,1 km + 1,8 km) della linea in semplice terna 132 kV "Schiavetti-Redipuglia" nei Comuni di Villesse e San Pier D'Isonzo.

#### 3.1 L'elettrodotto

Per la tipologia dei sostegni da utilizzare si farà riferimento in generale al progetto unificato Terna.

Il tracciato è stato studiato per poter ricorrere per quanto possibile a sostegni del tipo a doppia terna con mensole isolanti di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Ove le prestazioni meccaniche richieste risultino non idonee al loro impiego (per esempio in corrispondenza degli amari) si utilizzeranno sostegni a doppia terna a basi strette di tipo tradizionale.

L'eventuale utilizzo di sostegni di tipologia tubolare potrà essere valutato in funzione delle prestazioni meccaniche richieste.

Relativamente alle varianti alle linee 380 kV "Planais – Udine Ovest" e "Udine Ovest – Redipuglia", queste saranno realizzate con tralicci tradizionali a basi strette a causa del tracciato non rettilineo che non consente l'utilizzo di tipologie monostelo.

L'altezza dei sostegni sarà generalmente contenuta entro i 60 m, al fine di evitare, per quanto possibile, la colorazione bianco-rossa del terzo sommitale, eccetto nei casi in cui venga richiesto anche per altezze inferiori (es. in prossimità di aeroporti).

Per quanto riguarda i conduttori costituenti ciascuna fase, si è previsto l'impiego di fasci trinati di conduttori in alluminio acciaio da 31.5 mm di diametro.

Preliminarmente, si prevede che le fondazioni dei nuovi sostegni saranno del tipo tradizionale: costituite da quattro piedini separati in calcestruzzo armato per ciascun sostegno a traliccio e da un blocco unico per gli eventuali sostegni monostelo.

Ad ogni modo in fase di progettazione esecutiva verrà eseguita una campagna di indagini geotecniche, per acquisire tutte le informazioni necessarie per la scelta finale e il calcolo di verifica del tipo di fondazione da impiegare in corrispondenza di ciascun sostegno.

Per la realizzazione sono previsti, da progetto, 115 sostegni (tralicci tradizionali ed a mensole isolanti) posti a distanze variabili tra un minimo di 135 e un massimo di 464 m. La distanza tra i sostegni in gran parte dei casi è compresa tra i 300 e i 400 metri.

### **3.2 La stazione elettrica**

La nuova stazione elettrica denominata Udine Sud è posta ai margini dei territori comunali di Pavia di Udine e Santa Maria la Longa, a Sud Est della località Lauzacco; si sviluppa su un territorio marginale, non edificato, situato ad una quota di circa 50 m slm. Il territorio individuato è sufficientemente ampio per ospitare la futura SE, tale che sia possibile garantire la costruzione in sicurezza dei nuovi raccordi alla stazione. Il territorio risulta pianeggiante, fiancheggiato ad Est dal Canale di Santa Maria, caratterizzato da portate mediamente non considerevoli e, sempre ad Est, dalla S.P. n.78 di Mortegliano; la destinazione dei terreni è prevalentemente agricola.

Lo schema adottato, del tipo unificato Terna, per la nuova stazione elettrica a 380/220 kV di Udine Sud è quello a doppia sbarra con isolamento in aria con congiuntore, che si è da tempo affermato come soluzione ottimale, sotto il profilo tecnico-economico nel contesto della struttura delle reti 380-220 kV.

Sono previsti 4 stalli linea a 380 kV (2 per la doppia terna verso Redipuglia e 2 per quella verso Udine Ovest) oltre a un autotrasformatore 380/220 kV con una potenza di 400 MVA necessario per alimentare la linea 220 kV "Udine Nord-Est – Redipuglia – derivazione A.B.S." (codice n. 292).

La stazione interesserà un'area di circa 290x230 m (66000 mq) che verrà interamente recintata e sarà resa accessibile (mediante idonea viabilità ed apposito cancello carrabile) unicamente al personale di servizio. L'area prevista tiene conto degli spazi necessari per un possibile futuro ampliamento del sistema di sbarre e dell'inserimento di nuove apparecchiature.

L'area recintata verrà interamente munita di una rete di terra, progettata in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1, alla quale tutte le apparecchiature saranno opportunamente collegate.

All'interno dell'area di stazione saranno previsti i seguenti fabbricati:

- un edificio comandi destinato a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione; (23x12 m ca. h:4,2 m, sup. cop.: ca. 300 mq e volume di progetto 1250 mc)
- un edificio servizi ausiliari destinato ad ospitare batterie, i quadri in media tensione (M.T.) e bassa tensione (B.T.) in

corrente continua ed alternata per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza; (16,00x16,40 m ca. h:4,2 m, sup. cop.: ca. 300 mq e volume di progetto 1200 mc)

- un edificio (prefabbricato) per punti di consegna destinato ad ospitare i quadri M.T. dove si attesteranno le due linee a media tensione di alimentazione dei servizi ausiliari della stazione e le consegne dei sistemi di telecomunicazioni (15,00x3,0 m ca. h:3,2 m, sup. cop.: ca. 40 mq e volume di progetto 138 mc)
- un edificio magazzino a pianta rettangolare, con dimensioni di circa 15,00 x 10,00 m ed altezza fuori terra di 4,50 m. Nel magazzino si terranno apparecchiature di scorta e attrezzature.

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area di studio, si colloca nella porzione centrale dell'Alta Pianura Friulana che occupa il settore meridionale del territorio della Regione Friuli Venezia Giulia e, in parte minore, nella Bassa Pianura. Marginali e subordinate sono da considerarsi le porzioni rientranti, a nord-est nel lembo meridionale delle prealpi Giulie e ad est nel Carso.



Fig. 2 Le unità orografiche del Friuli Venezia Giulia – (da G.B. Carulli, 2007)

L'Alta Pianura, delimitata verso Sud dalla fascia delle Risorgive e verso Nord dai rilievi dell'Anfiteatro morenico e dai rilievi pedemontani delle Prealpi Carniche, é costituita dagli apporti fluvioglaciali e alluvionali dei principali corsi d'acqua della regione quali, da Ovest verso Est, i Torrenti Cellina e Meduna, il Fiume Tagliamento, i Torrenti Torre e Natisone e il Fiume Isonzo.

Prevalgono qui depositi eminentemente grossolani, corrispondenti alle parti apicali e mediane dei conoidi di deiezione dei diversi corsi d'acqua che dai rilievi sboccavano in pianura. In essi si incuneano sedimenti fluvioglaciali meno grossolani legati agli scaricatori degli apparati morenici terminali. Tutti questi depositi sono sede di una falda freatica superficiale continua e di alcune altre falde profonde a debole artesianità.

Come Bassa Pianura si considera tutta la vasta area planiziale posta a valle della fascia delle Risorgive. Qui si sviluppano sia arealmente che in senso verticale, depositi prevalentemente fini (argillo-limosi), con intercalazioni di lenti e orizzonti ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi, sede di acquiferi artesiani.



## 4.1 Assetto geologico

Per l'analisi geologica a grande scala si fa riferimento alla recente - Carta geologica del Friuli Venezia Giulia (scala 1:150.000 - 2007) a cura di G.B.Carulli - Reg. A. Friuli Venezia Giulia (Dir. Centrale Ambiente e Lavori Pubblici) che consente di delineare l'assetto geologico strutturale generale del territorio alla luce delle più recenti ricerche scientifiche.

In particolare nella Carta Geologica che viene riportata per il tratto in esame alla scala 1:100.000 (Fig. 3), il motivo caratterizzante di gran parte del territorio è dato dalla diffusa presenza di depositi delle coperture del Quaternario.

Sono presenti:

- "Sedimenti fluvioglaciali ed alluvionali della pianura" (24) del Pleistocene sup.; occupano estesamente le parti centrale e nord occidentale.
- "Sedimenti alluvionali" più recenti (26) riferibili agli apporti del sistema Isonzo-Torre-Natisone; occupano il settore sud-orientale.
- "Conglomerati alluvionali poligenici ed eterometrici ad abbondante matrice e cemento carbonatico (21); affiorano in limitati lembi in corrispondenza di alcuni modesti rilievi che si elevano dalla Pianura a Pasion di Prato, Pozzuolo, Orgnano, Variano, Carpenedo.

Le aree di affioramento delle formazioni litoidi sono limitate, esterne al corridoio d'influenza potenziale e poste, in genere, in posizione marginale nella porzione orientale dell'area vasta. Le compagini litoidi che affiorano nell'area vasta dalla più antica alla più recente sono:

- Calcari bioclastici biancastri, massicci con abbondanti rudiste, talora con intercalazioni di calcari micritici. Cretacico sup. Sono presenti nella porzione occidentale del Carso e sul colle di Medea. (17)
- Calcari grigi e nocciola a stratificazione metrica o indistinta molto fossiliferi (Miliolidi, Alveoline, Nummuliti).Paleocene-Eocene inf. Sono presenti nella zona nord-occidentale del Carso e alla base del colle di Medea. (18)
- Alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici. Paleocene-Eocene medio. Formano i rilievi collinari nord-orientali che costituiscono le propaggini meridionali delle prealpi Giulie. (19b)
- Breccie calcaree e conglomerati, calcareniti grossolane, siltiti e arenarie grigie ecc. Oligocene sup – Miocene. Affiorano in un piccolissimo ma significativo areale nei pressi di Pozzuolo (20)

Come accennato in precedenza la pianura è, in massima parte, occupata da potenti coperture quaternarie che si sovrappongono al basamento prequaternario. Dalla carta del sottosuolo della Pianura Friulana di Nicolich – Della Vedova & Giustiniani (2004), ripresa in Carulli (2006), la profondità del basamento risulta in genere variabile tra 100 e 350 metri dal p.c. con locali risalite che trovano riscontro oltre che nelle risultanze delle indagini sul sottosuolo, dagli affioramenti del colle di Medea (Cretacico) e di Pozzuolo (Miocene).

L'assetto geostrutturale del substrato è particolarmente complesso in quanto questa fascia della regione si trova in prossimità della convergenza tra due distinti sistemi strutturali: quello alpino e quello dinarico.

Le strutture tettoniche presentano andamento NW-SE con vergenza verso SW tipiche del sistema dinarico. Esso risulta particolarmente evidente nelle aree calcaree orientali ed è stato rilevato da rilievi geofisici anche nella pianura friulana ove strutture tettoniche dinariche sepolte interessano il basamento prequaternario e, talora, i sovrastanti depositi alluvionali del Quaternario antico.


In particolare nel sottosuolo, il substrato è interessato da una serie di importanti sovrascorrimenti a carattere regionale che complicano notevolmente la geometria del basamento. Le strutture più importanti sono le linee di Palmanova, Medea, Udine e Pozzuolo.


La presenza di questi importanti lineamenti, comporta brusche variazioni nella geometria del basamento.


Fig. 3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

LEGENDA


Litotipi affioranti con riferimento all'area vasta


- 


26 Sedimenti alluvionali del settore montano, della pianura e litoranei. *Mountain, plain and littoral alluvial sediments. Olocene - Attuale*
- 


24 Sedimenti fluvio-glaciali ed alluvionali della pianura. *Fluvioglacial and alluvial sediments of the alluvial plain. Pleistocene sup.*
- 


21 Conglomerati alluvionali poligenici ed eterometrici ad abbondante matrice e cemento carbonatico (Conglomerato del Tagliamento ed altri depositi del Supersintema del Friuli). *Polygenic and heterometric alluvial conglomerates with abundant carbonate matrix and cement. Pleistocene inf. e medio*
- 


20a Breccie calcaree e conglomerati (Breccie di Peonis); calcareniti grossolane, siltiti e arenarie grigie con resti fossili; locali livelli conglomeratici a ciottoli carbonatici, selciferi e metamorfici (Arenaria di Preplans, fm. di Val Tremugna); areniti glauconitiche grossolane verdastre a pettinidi (Marna di Bolago, Gruppo di Cavanella); alternanze di areniti glauconitiche e siltiti arenacee (Arenaria di S. Gregorio); peliti con resti di molluschi e coralli (Marna di Monturmo); areniti glauconitiche e biocalciriti (fm. del M. Baldo); depositi molassici marini di piattaforma e deltizi. *Calcareous breccias, megabreccias and conglomerates; coarse calcarenites, siltstones and grey sandstones with plant remains; locally conglomerates with carbonate, siliceous and metamorphic pebbles coarse, green glauconitic sandstones with pectinids; interbedded glauconitic sandstones and sandy siltstones; shales with mollusks and corals; glauconitic sandstones and biocalciritides: marine platform and deltaic Molasse. Oligocené sup.-Miocene medio*
- 

19b Alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici (Fylsch del Grivo: a - Megastrato del M. Ioanaz; b - M. di Vernasso; Fylsch di Claut); alternanze di areniti e/o siltiti con marne calcareo-silicee a clasti di quarzo e selce (Fylsch di Cormons, Fylsch di Clauzetto, "Fylsch di Trieste"); depositi di bacino. *Interbedded shales and sandstones with calcirudites and calcarenites, sometimes in thick carbonate beds (a, b); alternation of sandstones and/or siltstones with calcareous-siliceous marls with quartz and silica clasts: basinal deposits. Paleocene p.p. - Eocene medio.*
- 


19a Calcisiltiti grigio-nerastre con banchi di breccia ed areniti nella parte superiore (Membro di Drenchia, Fylsch di Ucoea); calcareniti con breccie e calcilutiti (Fylsch di Clodig, Fylsch di M. Brieka); alternanze arenaceo-pelitiche, con spessi orizzonti di breccia (Fylsch dello Iudrio) e peliti rossastre ad arenarie grigie intercalate (Fylsch di Calla); arenarie con orizzonti calciclastici (Fylsch di Masarolis); depositi di bacino. *Grey-blackish calcisiltites, with breccia beds and sandstones intercalations towards the top; calcarenites with breccias and mudstones; sandstone-shale alternations, with frequent breccia beds and reddish shales with interbedded grey sandstones; sandstones with calcareous clastic beds: basinal deposits. Cretacico sup. - Paleocene p.p.*
- 


18 Calcarei grigi e nocciola a stratificazione metrica o indistinta molto fossiliferi (Calcarei a Milloldi, Calcarei a Nummuliti ed Alveoline, Mb. di M. te Grisa e Opicina, Liburnico: Vreme e Cosina); brecciole carbonatiche e marne debolmente arenacee con nummuliti; depositi di piattaforma. *Grey and dark brown fossiliferous limestones in m-thick beds or massive; carbonate breccias and sandy marls with nummulites: platform deposits. Paleocene - Eocene inf.*
- 


17c Calcarei bioclastici biancastri, massicci con abbondanti rudiste, talora con intercalazioni di calcari micritici (Calcarei di M. Cavallo, Calcareni del Molassa, Calcarei di Aurisina, Fm. dei Calcarei del Carso triestino p.p. Calcarei di Monte San Michele); depositi di piattaforma aperta. *Whitish bioclastic limestones, massive, with abundant rudists, sometimes with interbedded micritic limestones: carbonate platform deposits. Cretacico sup.*
- 


17b Breccie con clasti dolomitici, compatte, di colore grigio; dolomie grigio chiare e grigio scure, con laminazioni nerastre (scisti di Comeno), dolomie nere saccaroidi; lenti di breccie e calcari dal rosso mattone al giallastro; calcari grigi a rudiste (Fm. di Monrupino, Mb. di Rupingrande); depositi di piattaforma. *Grey breccias with dolomitic clasts; light grey sparitic dolostones, dark grey dolostones with blackish laminations; breccia lenses and brick red-yellowish limestones: carbonate platform deposits. Cretacico inf. - sup. p.p.*
- 


17a Marne e calcari marnosi rossastri e grigi a frattura scagliosa, debolmente nodulari, a stratificazione cm-dm; locali breccie ed olistoliti carbonatici (Scaglia rossa, selciferi e variegata); depositi di bacino. Talora, alla base, breccie in bancate massicce con clasti calcarei a frammenti di rudiste (Breccie di Grignes, Calcare di Volzana, Calcare del Fadalto, Calcarei di Andreis); depositi di scarpata. *Reddish and grey marls and marly limestones, slightly nodular, in cm-dm-thick beds; locally, carbonate olistoliths and breccias are found: basinal deposits. Sometimes at the base, massive calcareous breccias with clasts of rudist-bearing limestones occur. Cretacico inf. - Eocene inf.*


- 


Giacitura: suborizzontale, subverticale, inclinata 10°-45°, inclinata 45°-80°, rovesciata  
*Bedding: subhorizontal, subvertical, inclined, overturned*
- 


Asse di anticlinale *Anticline Axial plane trace*
- 


Asse di sinclinale *Syncline Axial plane trace*
- 


Chiusura di piega *Fold closure*
- 


Faglia diretta *Normal fault*  
 a - Sepolta o presunta *Buried or Inferred*
- 


Faglia inversa *Reverse fault*  
 a - Sepolta o presunta *Buried or Inferred*
- 


Faglia verticale e/o trascorrente *Vertical and/or Strike-slip fault*  
 a - Sepolta o presunta *Buried or Inferred*
- 

Sovrascorrimento principale *Main overthrust*  
 a - Sepolto o presunto *Buried or Inferred*
- 

Sovrascorrimento secondario o faglia inversa *Minor overthrust or Reverse fault*  
 a - Sepolto o presunto *Buried or Inferred*
- 

Orlo di terrazzo *Alluvial terrace*  
 a - con scarpata alta più di 20 m *with a scarp higher than 20 m*
- 

Cava attiva: A pietre ornamentali, B calcari (per cementi, carbonato di Ca...); C gessi; D ghiaie e sabbie; E sabbie e/o argille  
*Active quarry: A ornamental stones; B limestones; C gypsum; D sands and gravels; E sands and/or clays*
- 

Pozzo per ricerca di idrocarburi *Exploration well for hydrocarbon*
- 

Linea delle risorgive *Northern limit of spring line*

Tessiture del dominio continentale *Continental domain textures*

- 

Sedimenti limoso-argillosi talora con sabbie e ghiaie subordinate  
*Silts and clays, sometimes with sands and gravels*
- 

Sedimenti sabbioso-limosi talora con ghiaie subordinate  
*Sands and silts, sometimes with gravels*
- 

Sedimenti sabbiosi talora con ghiaie e limi subordinati  
*Sands, sometimes with gravels and silts*
- 

Sedimenti ghiaioso-sabbiosi talora con limi subordinati  
*Sands and gravels, sometimes with silts*
- 

Sedimenti ghiaiosi talora con sabbie e limi subordinati  
*Gravels, sometimes with sands and silts*
- 

Sedimenti ghiaiosi, con sabbie e limi in percentuali varie, spesso inglobanti blocchi  
*Heterogeneous sediments, mainly gravels, sometimes with sands and silts, often incorporating blocks*
- 

Area di Studio
- 

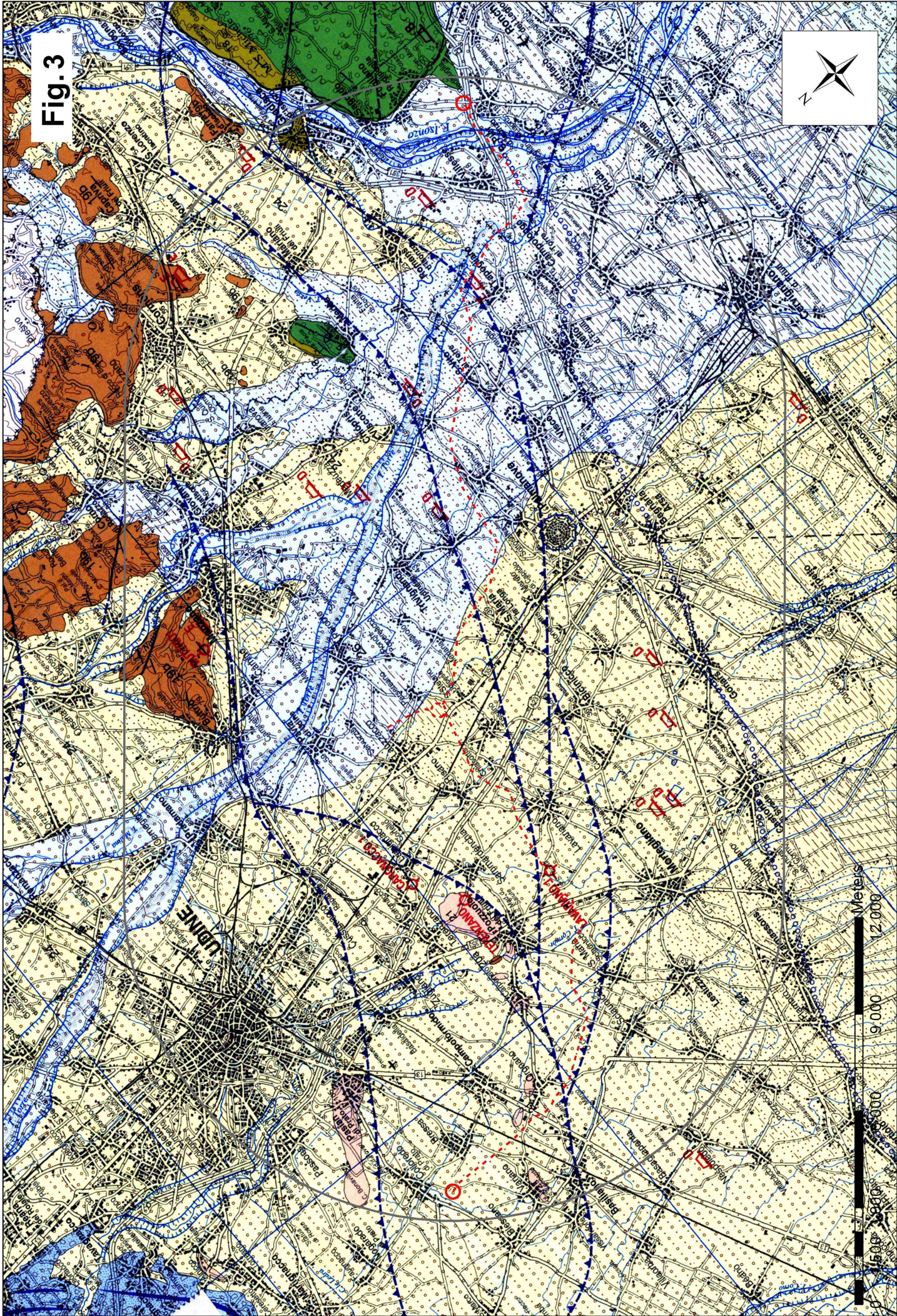
Tracciato
- 

Ubicazione stazione elettrica Udine Sud
- 

Ubicazione stazioni elettriche esistenti

tratto da:  
 Carulli G. B. (2006), "Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia" edita da Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici - Servizio Geologico

Fig. 3



## 4.2 Assetto litostratigrafico del sottosuolo della Pianura

La Pianura friulana rappresenta, in linea generale, il lembo orientale della Pianura Padana, ma per le sue caratteristiche deve essere considerata semi-indipendente dalle vicissitudini di quest'ultima essendo caratterizzata da maggiore acclività e da sedimenti, in genere, più grossolani. Il tracciato, in particolare, rientra nell'Alta Pianura.

La pianura è costituita da un potente pacco di depositi fluvio-glaciali, fluviali e marini che presentano caratteristiche granulometriche diverse procedendo da monte al mare. Le alluvioni che costituiscono l'Alta pianura, sono grossolane con prevalenza di ghiaie, ghiaie e sabbie e, meno frequenti, conglomerati. Man mano che si scende verso sud la granulometria, mediamente, diminuisce ed i sedimenti sono via via meno permeabili. Le alluvioni della Bassa pianura (la parte di pianura posta a sud della Linea delle risorgive) sono infatti costituite da frazioni granulometriche più fini (sabbie argillose, limi ed argille) raramente intercalate a sedimenti ghiaioso-sabbiosi spesso limosi.

### Alta Pianura

Immediatamente a valle dell'Anfiteatro morenico del Tagliamento si sviluppano con continuità gli imponenti depositi alluvionali dell'Alta Pianura. Si tratta di sedimenti prevalentemente ghiaiosi, talvolta ghiaioso-sabbiosi, più o meno cementati.

In sinistra Tagliamento, nella provincia di Udine, essi formano un potente materasso frutto di successive azioni di deposito dei fiumi Tagliamento, Torre, Natisone e dei corsi minori.

Talora, si rinvencono a breve profondità (a volte inferiore a 5 metri) conglomerati attribuibili al fluvio-glaciale wurmiano che costituiscono un orizzonte abbastanza continuo, potente anche un centinaio di metri, su cui giacciono depositi sciolti (ghiaie e sabbie).

A tale riguardo, S. Stefanini & F. Cucchi (1977) in "Le ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta ad oriente del F. Piave" indicano per i primi 60 metri di sottosuolo, nel tratto grosso modo interessato dal tracciato, una distribuzione indicativa delle ghiaie comunque superiore al 70%, quasi sempre maggiore a 80% e talvolta vicina al 100%.

I depositi sciolti e spesso quelli cementati sono interessati dalla presenza di una falda freatica continua.

### Linea delle risorgive e Bassa pianura

Verso valle, nella zona della Linea delle risorgive, le intercalazioni argillose diventano via via più frequenti, più estese e soprattutto aumentano di spessore.

A valle della fascia della Linea delle risorgive si sviluppano i potenti depositi della Bassa friulana che, procedendo da nord verso sud, in sinistra Tagliamento presentano tanto orizzontalmente quanto verticalmente una diminuzione della frazione grossolana, diminuiscono gli orizzonti ghiaioso-sabbiosi a favore dei depositi a granulometria decisamente fina (sabbie, limi e argille).

Orizzonti ghiaiosi, relativamente grossolani e permeabili, presenti nel sottosuolo nella zona a oriente di Cervignano del Friuli, sono dovuti alla dispersione delle antiche alluvioni dell'Isonzo e del Natisone. Il paleoalveo dell'Isonzo risulta essersi, nel suo ultimo tratto in pianura, inizialmente impostato più a ovest del tratto attuale, tanto da sfociare in prossimità di Belvedere e di Grado.

### 4.3 Morfologia e idrografia

L'area vasta occupa una parte dell'Alta Pianura compresa tra i corsi dei fiumi Tagliamento e Isonzo (Fig. 4 - Assetto idrografico-idrogeologico) In particolare l'ambito preso in considerazione è posto ad una distanza di circa 13 km dall'argine in sinistra Tagliamento (Basiliano-Pasian di Prato); si sviluppa con direzione NW-SE fino all'altezza di Redipuglia poco meno di un chilometro a oriente dell'argine sinistro del F.Isonzo.

Le quote della pianura, rilievi marginali esclusi, sono comprese tra 14-20 m slmm. nella parte sud-orientale e 95 –100 m slmm in quella nord-occidentale. La pendenza della pianura è dell'ordine del 5 per mille.

L'Alta Pianura, è costituita dagli apporti fluvio-glaciali e alluvionali del Fiume Tagliamento, dei Torrenti Torre e Natisone e del Fiume Isonzo. Si tratta di alluvioni grossolane accumulate nella fase di decrescita delle piene di fiumi e torrenti che sboccavano, in periodi successivi, nella pianura. Su questa superficie si è impostato l'attuale reticolo idrografico superficiale.



Foto 1: L'abituale situazione con alveo asciutto del T. Torre; sullo sfondo le Alpi Giulie

Le forme morfologiche caratterizzanti questa fascia di alta pianura, per quanto abbondantemente modificate dall'intensa trasformazione del territorio, sono pertanto riconducibili all'azione dei corsi d'acqua. Nella zona settentrionale sono presenti alcune elevazioni morfologiche nella zona di Pozzuolo, Orgnano, Variano ecc.

L'assetto morfologico attuale è caratterizzato come detto dall'abbondante trasformazione antropica del territorio con la presenza, al di là degli abitati, di insediamenti produttivi, infrastrutture produttive, reti di trasporto, 3 aeroporti, e numerose cave, in gran parte inattive e molto spesso trasformate in discariche.

I due elementi idrografici che maggiormente caratterizzano l'ambiente fisico sono i bacini dell'Isonzo e del Cormor.

A oriente si sviluppa estesamente, il bacino dell'Isonzo con il suo tributario Torre e, nella zona centrale, il bacino di secondo ordine del Cormor. Si tratta di corsi asciutti gran parte del tempo per l'elevata permeabilità dei materiali, con i

corsi d'acqua morfologicamente caratterizzati da una distesa di alluvioni solcate da una rete di canali appena incisi che costituiscono il letto di magra.

In questa parte di pianura i corsi dell'Isonzo, del Torre e del suo affluente Judrio sono completamente arginati, mentre il t. Cormor risulta incanalato a valle di Mortegliano.

La parte settentrionale della fascia d'interferenza potenziale è invece attraversata da una rete idrografica minore, in gran parte artificiale, costituita da una serie rogge e canali, tra cui il Canale Ledra, le cui portate dipendono in gran parte da acque derivate, per scopi idroelettrici, nei pressi di Gemona, e restituite a valle dell'anfiteatro morenico per scopi irrigui. Anche nella zona tra il Cormor e il Torre è presente un sistema di canali in gran parte artificiale. In questa rete idrografica, definita minore, confluiscono, tra l'altro, anche i sistemi di raccolta delle acque meteoriche. Non di rado, soprattutto in occasione di precipitazioni intense, di breve durata, per una progressiva riduzione delle superfici filtranti (nuove edificazioni, piazzali...), per l'aumento dei consumi idrici procapite ed anche per le frequenti carenze nella manutenzione delle opere, si determinano situazioni di sofferenza idraulica, con rigurgiti e allagamenti in varie zone.

Essendo interessata solo marginalmente, nella porzione più meridionale, dalla "linea delle risorgive", nella fascia d'interferenza potenziale, non ci sono si emersioni copiose e continue delle acque della falda freatica.

Il fiume Isonzo rientra tra i corsi d'acqua di rilevanza nazionale; sul bacino è stato sviluppato dall'Autorità di bacino dei Fiumi Piave, Brenta, Bacchiglione, Livenza, Tagliamento e Isonzo (2004) e adottato, il Piano Stralcio (PAI) con perimetrazione delle zone a pericolosità geologica e idraulica (PAI). Il Cormor è corso d'acqua d'interesse regionale e sottoposto alla Autorità di Bacino regionale. Le problematiche sulla sicurezza idraulica, i vincoli relativi e gli aspetti normativi sono trattati nello Studio d'Impatto Ambientale.

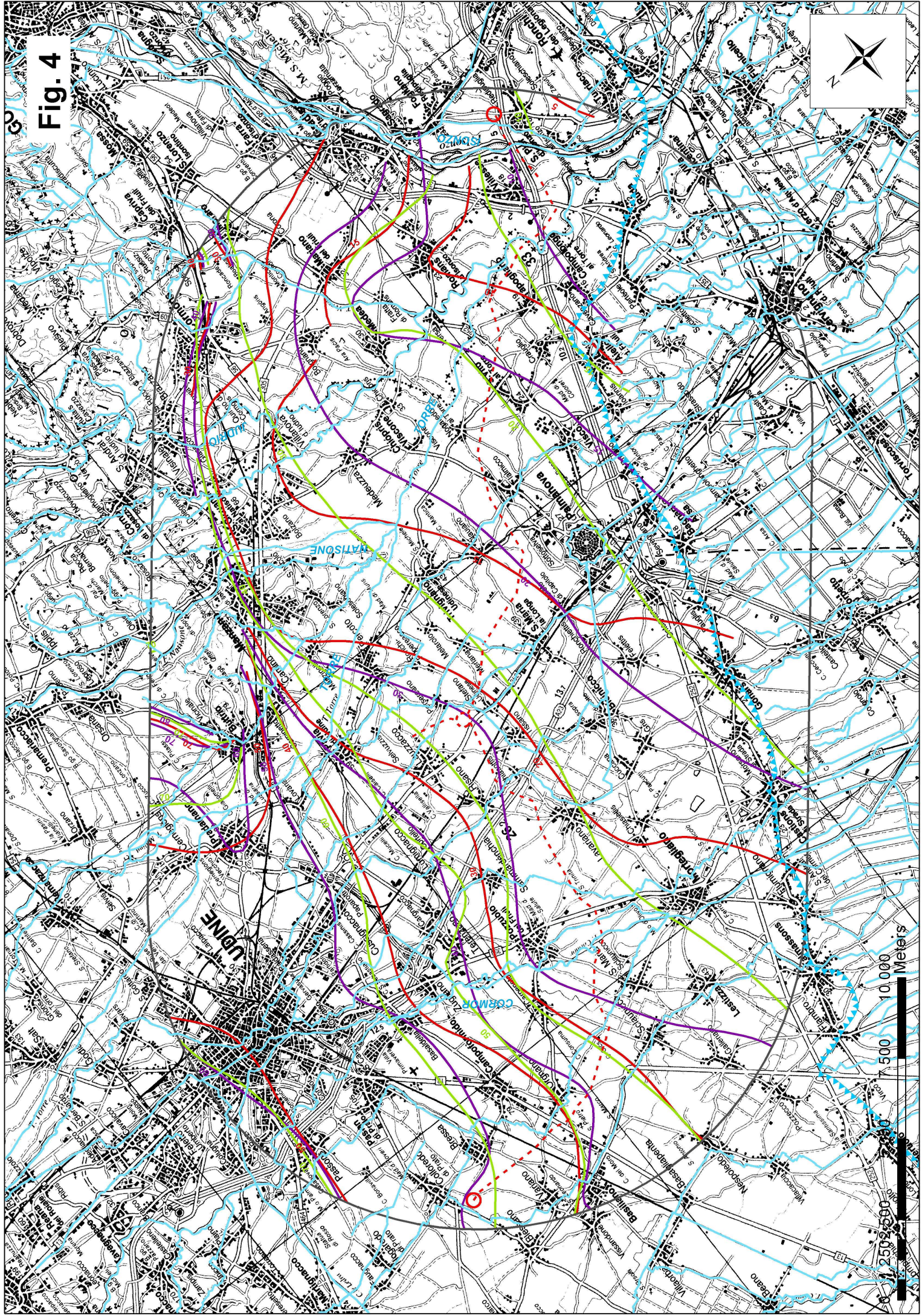
## **Fig. 4 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO - IDROGEOLOGICO**

### **LEGENDA**

- Area di studio
- - - - - Tracciato
- Ubicazione stazione elettrica Udine Sud
- Ubicazione stazioni elettriche esistenti
- Isofreatiche del livello massimo (in metri sul livello del mare)
- Isofreatiche del livello medio (in metri sul livello del mare)
- Isofreatiche del livello minimo (in metri sul livello del mare)
- Corsi d'acqua
- \*\*\*\*\* Linea delle risorgive



Fig. 4



#### 4.4 Idrogeologia

Nell'area oggetto di studio si sviluppano come detto depositi alluvionali e fluvioglaciali riferibili in gran parte al Tagliamento e al sistema Torre-Natisone-Isonzo.

L'Alta Pianura, in sinistra Tagliamento, è costituita, in genere da potenti depositi ghiaioso-sabbiosi altamente permeabili. I depositi in genere sono caratterizzati da permeabilità elevata. Alcuni dati seppur indicativi, derivati dagli studi geologici dei PRGC, nella porzione centro meridionale del tracciato, evidenziano valori attorno a  $10^{-3}$  cm/s per prove effettuate tra 1 e 3 m di profondità.

La parte centro - occidentale della piana alluvionale è sede di una falda freatica che già in corrispondenza della fascia meridionale dell'Anfiteatro Morenico, presenta profondità di 60-80 metri (Fig. 4 - Assetto idrografico-idrogeologico). L'alimentazione di questa ricca e potente falda è dovuta alle precipitazioni atmosferiche, alle dispersioni dei corsi d'acqua e in misura minore ai deflussi sotterranei dall'Anfiteatro Morenico.

Riprendendo quanto riportato da Stefanini & Giorgetti (1996) l'area direttamente soggetta alle dispersioni del Tagliamento, in sinistra, occupa circa 1/3 dell'intera Alta Pianura estendendosi a oriente, all'incirca da Codroipo a Gonars. La provenienza tilaventina è dimostrata dalla presenza, nelle acque di falda, dei solfati derivanti dalla dissoluzione dei "gessi" presenti esclusivamente nel bacino montano del Tagliamento.

Nella porzione centrale, progressivamente da nord verso sud diminuiscono gli apporti del Tagliamento. La falda è alimentata dalle precipitazioni, dai deflussi sotterranei dall'Anfiteatro Morenico e in subordine dalle dispersioni dei corsi minori. In questa zona tra Variano, Campoformido e Pozzuolo, la presenza di locali orizzonti conglomeratici permeabili poggianti su litotipi miocenici impermeabili ha determinato una sorta di dorsale freatica.

Spostandosi verso oriente, a valle dell'allineamento Pradamano-Buttrio, le acque sotterranee trovano alimentazione sia dalle dispersioni del T. Torre, sia dagli apporti dei rilievi orientali tra Buttrio e Cormons.

Ad oriente dell'allineamento Cormons-Villesse è riconoscibile una provenienza degli afflussi freatici dalla alture tra Cormons e Gorizia, mentre il F. Isonzo, almeno durante la fase di altezza media della falda risulta drenante a nord di Savogna e in equilibrio più a sud.

Man mano che si scende verso meridione, la superficie freatica si avvicina al piano di campagna fino a venire a giorno, dando origine alla fascia delle risorgive. Da questa fascia iniziano a svilupparsi sia arealmente che in senso verticale, depositi prevalentemente fini (argillo-limosi), con intercalazioni di lenti e orizzonti ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi, sede di acquiferi artesiani.

Si tratta del sistema artesiano multifalda della Bassa Pianura. Per diverse centinaia di metri nel sottosuolo, è presente un sistema di falde molto spesso variamente suddivise. Queste falde traggono alimentazione sotterranea dalle acque freatiche dall'Alta Pianura.

Studi recenti hanno dimostrato un generale abbassamento del livello di falda, nel tempo, più cospicuo nella zona settentrionale della pianura, laddove anche la variazione tra escursioni massime e minime è più elevata. Nella parte meridionale la tendenza all'abbassamento è meno marcata .

Per quanto concerne la direzione di deflusso delle acque freatiche si evidenzia un generale deflusso da Nord verso Sud con locali deviazioni evidenziate nella cartografia allegata.

La falda freatica contenuta nei depositi incoerenti dell'Alta Pianura é caratterizzata da velocità di percolazione che si aggirano mediamente tra 1 e 2 m/h.

## 5 SISMICITÀ

La regione Friuli Venezia Giulia è interessata da una sismicità concentrata per lo più nella zona prealpina, in corrispondenza delle aree a massima deformazione recente. Il centro sismico più attivo è l'area compresa tra Gemona e Tolmezzo, caratterizzato da una sismicità elevata e periodo di ritorno inferiore al secolo per sismi distruttivi come nel caso del terremoto del 1976.

Il territorio in esame è monitorato costantemente dalla Rete Sismometrica del Friuli Venezia-Giulia. La rete è stata inaugurata il 6 maggio 1977, ad un anno esatto dal terremoto del 1976, ed è attualmente composta da una ventina di stazioni ubicate prevalentemente nell'area montana e pedemontana del Friuli.

La sismicità nel settore della catena alpina in esame, molto frequente negli ultimi anni, ha carattere compressivo (terremoti generalmente con meccanismo inverso o trascorrente) ed è causata dalla spinta verso nord della placca adriatica al di sotto delle Alpi orientali.

La classificazione, istituita dall'ordinanza 3274 del P.C.M. del 2003, si articola in 4 zone; le prime tre corrispondono, dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74, alle zone di sismicità alta (S=12), media (S=9) e bassa (S=6), mentre per la zona 4, si rimanda facoltà alle regioni di imporre l'obbligo di progettazione antisismica.

Decreti fino al 1984	GdL SSN 1998	SSN 2003
S=12	Prima categoria	Zona 1
S=9	Seconda categoria	Zona 2
S=6	Terza categoria	Zona 3
N.C.*	N.C.*	Zona 4

Legenda: N.C. – Non Classificato; Fonte: Servizio Sismico Nazionale.

### *Tabella Confronto tra le Classificazioni Sismiche del Territorio Italiano*

A seguito dell'Ordinanza, la regione Friuli Venezia Giulia con D.G.R. 2325 del 2003 ha definito la zonizzazione del territorio regionale (Fig. 5)

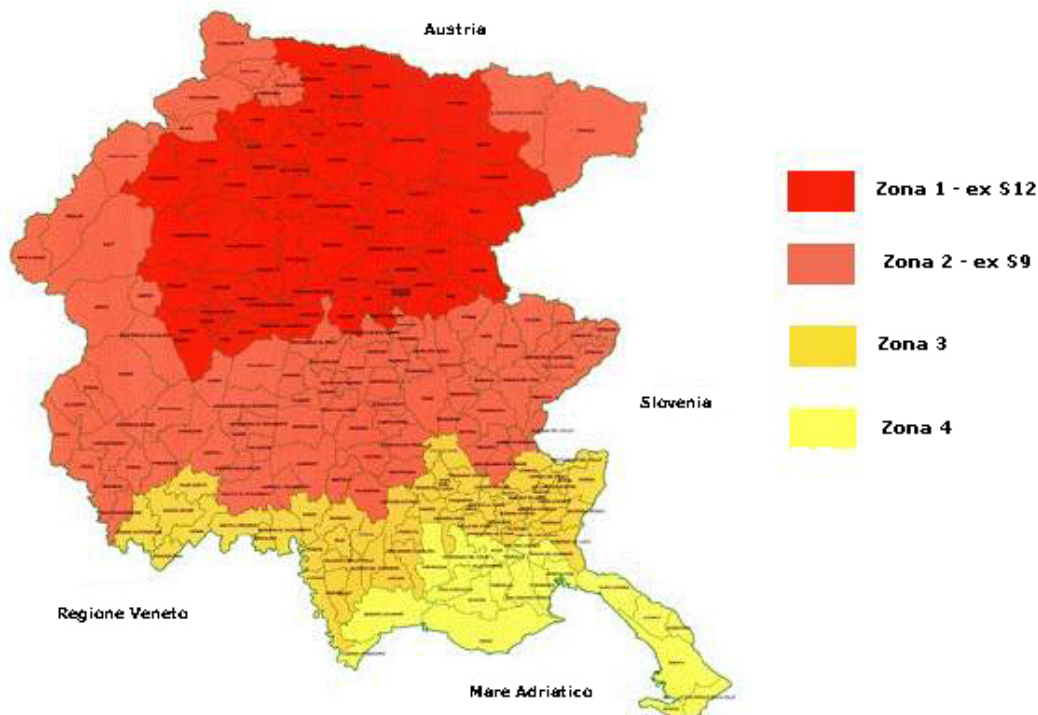


Fig. 5: Zonizzazione sismica della Regione Friuli Venezia Giulia

Con il D.M. 14 gennaio 2008 sono in vigore del Nuove norme tecniche per le costruzioni che sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005.

Con la legge 28 febbraio 2008 n. 31, recante "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 31 dicembre 2007" n. 248, detto decreto "Milleproroghe" viene prorogato il regime transitorio dal 31 dicembre 2007 al 30 giugno 2009. Fino a tale data, fatte salve le opere che rivestono particolare rilevanza sia nei confronti della funzione che svolgono, sia nei confronti del danno che esse possono procurare in caso di calamità, si può far riferimento alla normativa precedente.

Il decreto del Presidente della Giunta n 204 del 29/6/2006 in merito alle infrastrutture energetiche, in precedenza individuate come opere rilevanti o strategiche nell'Ordinanza ministeriale e così recepita dalla precedente normativa regionale, stabilisce che non sono da ritenersi strategiche ai sensi dell'applicazione della normativa antisismica le reti di trasporto e distribuzione dell'energia ma esclusivamente quelle di produzione di energia.

A seguito del Decr. P.G.R. del 2006, il nuovo elettrodotto non rientra nelle opere strategiche e quindi è possibile, fino al 30.06.09, applicare la precedente Normativa che per la regione fa riferimento al D.G.R. 2325 d.d. 1.8.03.

Comuni entro i quali rientra il tracciato individuato:

	Ord. 3274 2003	Acc. Prev. Prob. Sup. 10%
Basiliano	2	0,15 - 0,25 g
Campoformido	2	0,15 - 0,25 g
Pozzuolo del Friuli	2	0,15 - 0,25 g
Lestizza	2	0,15 - 0,25 g
Mortegliano	2	0,15 - 0,25 g
Pavia di Udine	3	0,05 - 0,15 g
Santa Maria la Longa	3	0,05 - 0,15 g
Trivignano Udinese	3	0,05 - 0,15 g
Palmanova	3	0,05 - 0,15 g
San Vito al Torre	3	0,05 - 0,15 g
Tapogliano	3	0,05 - 0,15 g
Villesse	3	0,05 - 0,15 g
S. Pier d'Isonzo	4	inf. 0,05 g

Il D.M. 14 gennaio 2008 definisce la nuova classificazione sismica sul territorio nazionale e definisce i criteri di applicazione sulla base della Mappa di Pericolosità sismica elaborata dall'INGV (Fig. 6).

Con riferimento alla Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale redatta a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (allegata) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Vs magg. di 800 m/sec; Cat. A), fermo restando che per la determinazione delle accelerazioni sismiche di progetto si renderebbero necessarie articolate operazioni di interpolazione per ogni sito d'intervento dai valori definiti sulla maglia con reticolo 10 km, si riporta la mappa con i valori di riferimento.

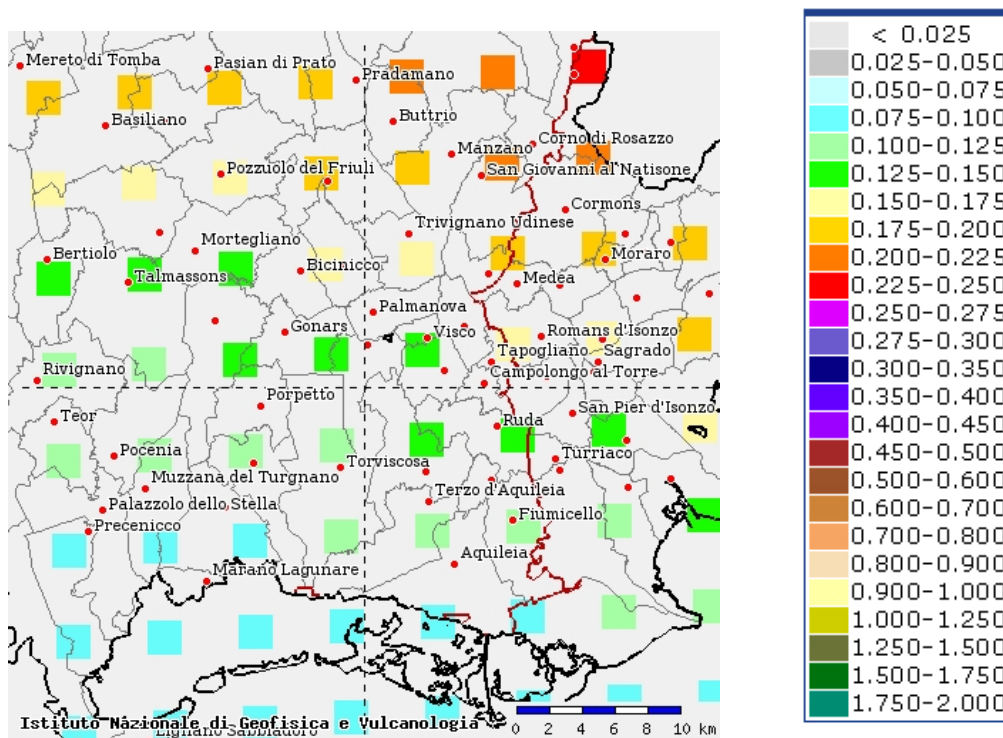


Fig. 6: Mappa di pericolosità sismica relativa al territorio della Regione Friuli Venezia Giulia

Il tracciato è compreso tra “nodi” caratterizzati da valori di 0,175-0,200 g nella porzione settentrionale, da valori di 0,125-0,150 g all'estremità sud-orientale, mentre la massima parte del tracciato si sviluppa tra i nodi caratterizzati da valori di 0,150-0,175 g.

Visto che con il D.M. 14 gennaio 2008 sono in vigore le “Nuove norme tecniche per le costruzioni” e che le opere già realizzate dovranno essere sottoposte, nel tempo, a verifica sismica, si suggerisce durante la fase successiva, quando verranno effettuate le indagini geognostiche per la definizione puntuale delle caratteristiche geotecniche dei terreni, di provvedere all'acquisizione, almeno su aree campione, dei dati indispensabili per le future verifiche sismiche.

## **6 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE LUNGO IL TRACCIATO**

Per una definizione, seppur di massima, delle caratteristiche geologico tecniche del sottosuolo lungo un tracciato di circa 40 km si è ritenuto opportuno riprendere due tematismi (Carta Litostratigrafica e Carta della litologia superficiale) della Carta Geologico Tecnica della regione Friuli Venezia Giulia che a marzo 2008 copre circa il 70% del tracciato, nella parte centrale e meridionale. In particolare è stata prodotta la carta litostratigrafica del sottosuolo (primi 10 metri) derivata nella porzione centrale e meridionale dall'esistente CGT della Regione e nella porzione settentrionale da un'elaborazione originale effettuata (con i medesimi criteri) sulla base della documentazione tecnica reperita nei vari PRGC. A scala minore viene riportata la Carta litologica superficiale.

### **6.1 Caratteristiche litologiche dei depositi superficiali**

Mentre nel paragrafo dell'inquadramento, riprendendo la recente (2007) Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia, a cura di G.B. Carulli, per la descrizione dei depositi di copertura del Quaternario è stato seguito il consueto criterio in uso per le carte geologiche (età-genesi), nella Carta Litologica superficiale (derivante dalla CGT) le suddivisioni tra le varie classi derivano dalle percentuali delle diverse componenti (G/ghiaie; S/sabbie; M/limi e argille) nei depositi, dalla presenza di eventuali depositieri cementati (conglomerati) e dalle principali aree occupate da riporti.

La delimitazione delle aree si riferisce pertanto alla situazione litologico-tecnica nei primi metri di sottosuolo così come risulta dalla documentazione tecnica disponibile.

Va sottolineato che lungo il tracciato, i sedimenti quaternari rappresentano la totalità delle litofacies affioranti

Nel primo tratto, più meridionale, la litofacies prevalente è quella ghiaiosa e/o sabbioso-ghiaiosa (sostegni 1-8). Spostandosi verso occidente aumenta la frazione fina con diffusione in superficie di un orizzonte limoso-sabbioso (sostegni 9-51). Tra i sostegni 52 e 57 in superficie sono presenti depositi sabbioso-ghiaiosi in abbondante matrice limosa. Spostandosi verso NW segue una fascia (sostegni 58-64 e area Stazione Elettrica) caratterizzata dalla prevalenza di depositi coesivi con limi argillosi e limi sabbiosi. Proseguendo verso NW (sostegni 65-108), nei depositi superficiali, prevale nettamente la componente granulare (ghiaia e sabbia) mentre la frazione fina compare, a livello di matrice, in proporzioni decisamente subordinate. Tra i sostegni 109 e 114 sono presenti depositi in prevalenza sabbioso-limosi con frazione ghiaiosa subordinata. La porzione terminale del tracciato (sostegni 115-117) è caratterizzata da depositi essenzialmente ghiaioso-sabbiosi.

### **6.2 Caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo**

Come evidenziato nel paragrafo di inquadramento generale l'Alta pianura, è costituita da un potente materasso di depositi fluvio-glaciali e alluvionali. Si tratta di depositi solitamente grossolani con prevalenza di ghiaie, ghiaie e sabbie e, talvolta, conglomerati.

La carta litostratigrafica dei primi 10 metri di sottosuolo riprende, per la parte già completata, la CGT della Regione. Tale Carta evidenzia lo spessore complessivo, in percentuale, dei livelli di materiali fini (limi sabbiosi e/o argillosi) rispetto ai materiali granulari ghiaioso-sabbiosi.



Lungo il tracciato l'esame della Carta litostratigrafica evidenzia una classe, decisamente più diffusa, ove lo spessore dei materiali fini (coesivi) risulta essere inferiore al 10%. Si tratta di depositi costituiti da ghiaie e sabbie frammisti in diversa percentuale, con frazione fina (limi e argille) decisamente subordinate anche nell'ambito della matrice. In alcune limitate fasce (sostegni 90; 69-70; 57-60; 4-8) compare la campitura che individua zone ove lo spessore degli orizzonti di materiale fino (coesivi) risulta essere compresa tra il 10% e il 30%. In tal caso sono presenti da 1 a 3 metri di orizzonti prevalentemente limosi nei primi 10 metri di sottosuolo costituito comunque da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi.

Gli altri areali riportati in carta sono esterni al tracciato.

### **6.3 Caratteristiche idrogeologiche**

Come indicato in precedenza il sottosuolo della pianura, nella fascia di interferenza potenziale del tracciato, è sede di una falda freatica, abbondante e potente, tipica dell'Alta Pianura. Solo in corrispondenza della porzione meridionale (comune di Villesse), la superficie freatica si avvicina al piano di campagna fino a venire, localmente e occasionalmente, a giorno. In sinistra Isonzo la fascia delle risorgive si abbassa verso sud e, quindi, la zona d'interferenza (San Pier d'Isonzo) rimane esterna.

Facendo riferimento all'area di studio, dall'esame dei dati disponibili dalla rete regionale di monitoraggio delle falde (serie storiche), risulta che spostandosi da NW verso SE le profondità del livello freatico dal piano campagna in fase di piena e di magra in metri sono comprese tra 35 e 52 metri nella fascia nord-occidentale, tra 10 e 25 m della zona centrale e tra 3 e 9 nella zona sud-orientale.

Nella carta litostratigrafica del sottosuolo sono state riportate le isofreatiche in fase di piena e di magra (in m slmm). Facendo riferimento alle quote del p.c. in corrispondenza dei sostegni è possibile ricavare la profondità nelle diverse situazioni d'impinguamento.

Nella porzione più meridionale del tracciato, dove la presenza dell'apparato fluviale del sistema Isonzo-Torre, la vicinanza del livello freatico al piano campagna per la prossimità della linea delle risorgive oltre alla scala determina qualche difficoltà nell'individuazione della situazione di soggiacenza della falda. In tale situazione sulla base dei dati dei piani regolatori è stato deciso di indicare con apposito sovrassegno un'area, in comune di Villesse ove in caso di massimo impinguamento la profondità della falda può essere minore di 1 metro dal p.c.

Nel tratto più meridionale, fino al T. Torre, le quote della superficie topografica sono comprese tra 14 e 19 m slmm. Nella zona più meridionale si è in presenza della fascia ove la superficie freatica si avvicina al piano di campagna fino ad essere, localmente (sostegni tra 104 e 106) e solo in caso di eventi molto rari a meno di 1 m dal p.c.

Nel Comune di Villesse e nella parte meridionale di Tapogliano confrontando i livelli freatici di massimo impinguamento (10-15 metri sul medio mare) ed anche il livello freatico medio con le quote del piano campagna, risulta evidente che si è in presenza di una falda freatica posta a profondità di 2,5 - 4 metri dal p.c. Tale situazione idrogeologica trova puntuale riscontro nella presenza di numerosi "laghetti" in corrispondenza di ex cave di ghiaia con livello prossimo al piano campagna. In sinistra Isonzo nel Comune di San Pier d'Isonzo la falda si approfondisce leggermente.

Il tratto successivo, ad andamento longitudinale, segue (a partire dal sostegno 100) il corso del T. Torre in destra orografica fino a NE di Tapogliano (sostegno 93). Le quote della superficie topografica sono comprese tra 18,2 e 22,6 m slmm. La profondità della falda in fase di massimo impinguamento è compresa tra 3 e 5 metri dal p.c. Tra il sostegno 92 e il sostegno 80 il tracciato prosegue con la stessa direzione parallela al F. Torre con quote comprese tra 21,6 e 31,5 e profondità minima del livello freatico tra 5 e 10 m dal p.c.

Segue un tratto, ad orientazione NW-SE, fino alla Stazione Elettrica/SE (sostegni 79-55). Le quote della superficie topografica sono comprese all'incirca tra 31,6 m nei pressi di Sottoselva-Ialmicco, a meridione, e 52,4 m a settentrione (Persereano).

Il livello freatico con il massimo impinguamento varia da 20-25 ( a sud) a 30-45 (a nord); il livello minimo varia da 10-15 ( a sud) a 20-30 a nord; la media varia da 15-20 a 25-35 m slmm. Tra Clauiano e Sottoselva, in prossimità dell'asse del tracciato la profondità della falda con situazione di massimo impinguamento, viene a trovarsi a 10 metri di profondità , più a nord tra S. Maria la Longa e Trivignano la falda con situazione di massimo impinguamento viene a trovarsi a 14 metri di profondità, e in corrispondenza della S.E. ad una profondità minima di 15-16 m dal p.c.

In particolare, per quanto riguarda la stazione di servizio, va sottolineato che la presenza del personale sarà saltuaria. Anche l'utilizzazione dei servizi igienici sarà limitata e discontinua. Riprendendo altri interventi di Terna nel resto d'Italia, in situazione di assenza di rete pubblica di fognatura, è prevista la raccolta delle acque di scarico in un idoneo contenitore che periodicamente verrà svuotato e smaltito secondo normativa. Le acque dei pluviali verranno disperse a terra.

Le opere edili previste in progetto, per superficie occupata rispetto alla superficie complessiva, e per volumetrie sono decisamente contenute. Pertanto eventuali interferenze con l'assetto idrografico ed idrogeologico sono da considerarsi irrilevanti.

Il tracciato prosegue con andamento prevalente E-W (sostegni 54 – 30) giungendo all'incirca fino a S. Maria di Sclaunico a occidente del T. Cormor. Lungo tale fascia, le quote del piano campagna all'incirca, sono comprese tra 52 m, a oriente, e 55 m a occidente.

Il livello freatico, in situazione di massimo impinguamento varia da 30-40 (a sud-est) a 35-45 (a nord-oves); il livello minimo varia da 20-30 a sud a 25-35; la medie variano da 20 a 35 m slmm. Tra Lavariano e Sammardenchia, la profondità la falda con situazione di massimo impinguamento viene a trovarsi a 17 metri di profondità mentre in media è posta a 22 metri di profondità e in magra a 26,5 m .

Nel tratto terminale, fino a Colloredo di Prato (sostegni 29 - 1), il tracciato assume decisamente una direzione N-S. Le quote, all'incirca, sono comprese tra 55 m, a Sud e 92,3 m slmm a Nord.

Il livello freatico con il massimo impinguamento varia da 35-45 m ( a sud) a 60 m (a nord); il livello minimo varia da 25-35 a sud a 45 m a nord ; la medie variano da 30 e 50 m slmm. In questo tratto, pertanto, la profondità dal piano campagna del livello freatico è compresa tra 20 e 30 m nella zona di Carpenedo, mentre varia tra 35 e 50 m nell'area settentrionale di Bressa – Colloredo di Prato.

## 6.4 Caratteristiche morfologiche

L'assetto morfologico attuale è caratterizzato come detto da un elevato grado di trasformazione antropica del territorio con la presenza, al di là degli abitati, di insediamenti produttivi, reti di trasporto, 1 aeroporto, numerose cave, in gran parte inattive e molto spesso trasformate in discariche. Inoltre vanno menzionate le opere idrauliche (argini, soglie, ecc.) e le escavazioni in golena che pur non essendo cave sotto l'aspetto autorizzativo, concorrono a definire la morfologia della zona d'interferenza potenziale.

Le quote del terreno nella fascia di pianura corrispondente all'area d'influenza potenziale, sono comprese tra 13-18 m slmm., nella parte sud-orientale, e 95 –100 m, in quella nord-occidentale. La pendenza dell'Alta pianura tra Colloredo di Prato (vertice NW del tracciato) e la Linea delle Risorgive (Talmassons) lungo un allineamento N-S è circa del 5,7 per mille.

Gli aspetti specifici e gli approfondimenti in merito all'assetto morfologico, sono illustrati nello Studio di Valutazione d'Impatto Ambientale.

## **7 LE CARATTERISTICHE GEOLOGICO TECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

Per la definizione, ancorché a livello preliminare, delle caratteristiche dei depositi ove saranno approfondite le strutture di fondazione, sono stati presi in considerazione i dati derivanti dalla Carta Geologico Tecnica della Regione Friuli Venezia Giulia (per gli elementi attualmente disponibili) e i dati contenuti negli studi geologici effettuati nell'ambito dei Piani Urbanistici dei diversi Comuni.

Studi geologici dei Piani Regolatori Generali Comunali consultati:

Beltrame S. (2000) : Basiliano

Cuttini M. (1996 ) Palmanova

Floreni P. (1996): Lestizza

Genero G. (1996): Pozzuolo del Friuli

Grego B.(1996) S. Pier d'Isonzo

Grego B. (2001): Mortegliano

Masutto A. (1997): San Vito al Torre

Masutto A. (1998) Trivignano Udinese

Masutto A.( 1998): Tapogliano

Menchini G. (1992): Pavia di Udine

Paviz D. (1996) :Villesse

Pivetta M. (1994): Campoformido

Topazzini M. (1995) : Santa Maria la Longa

In particolare è stata prodotta la carta litostratigrafica del sottosuolo (primi 10 metri) derivata nella porzione centrale e meridionale dall'esistente CGT della Regione e nella porzione settentrionale da un'elaborazione originale effettuata (con i medesimi criteri) sulla base della documentazione tecnica reperita nei vari PRGC.

Va sottolineato come in Friuli Venezia Giulia gli Studi Geologici dei PRGC, pur nella specificità dei singoli lavori e delle relative normative d'utilizzo del territorio, viene utilizzata una "zonizzazione" che fa riferimento a "Criteri e metodologie di studio per indagini geologico-tecniche in prospettiva sismica nelle zone terremotate del Friuli" redatto nel 1977 a cura dell'Università di Trieste.

La zonizzazione geologico-tecnica di massima del territorio si basa su una classificazione tecnica delle "litofacies" più comunemente ricorrenti legata alla rigidità dei terreni (densità media del terreno in sito x velocità onde sismiche longitudinali). Nella "Guida" sono state definite 11 Classi litologiche (vedasi tabella allegata) che consentono di individuare i limiti di 6 Zone (da Z1 a Z6), nell'ambito delle quali si verifica una decrescenza delle proprietà fisico-meccaniche e di risposta dinamica (incremento sismico) dei terreni. In generale, fino alla Z4 i terreni sono da considerarsi stabili, mentre alle zone Z5 e Z6 corrispondono terreni caratterizzati da condizioni locali o avanzate d'instabilità.

L'esistenza di questo tipo di documentazione geologico-tecnica sul territorio regionale ha consentito una prima analisi con criteri omogenei sui terreni interessati dal tracciato di quasi 40 km.

Dall'analisi dei vari studi geologici, le porzioni di territorio attraversate dal tracciato rientrano in genere in zone Z2-3, Z3 e Z3-4. Solo in un caso (comune di Tapogliano) in vicinanza sostegno 92 si è in presenza di Z4. Tali Zone derivano, in prevalenza, dalla presenza di classi litologiche C7e C8 e più raramente delle classi C6 e C9.

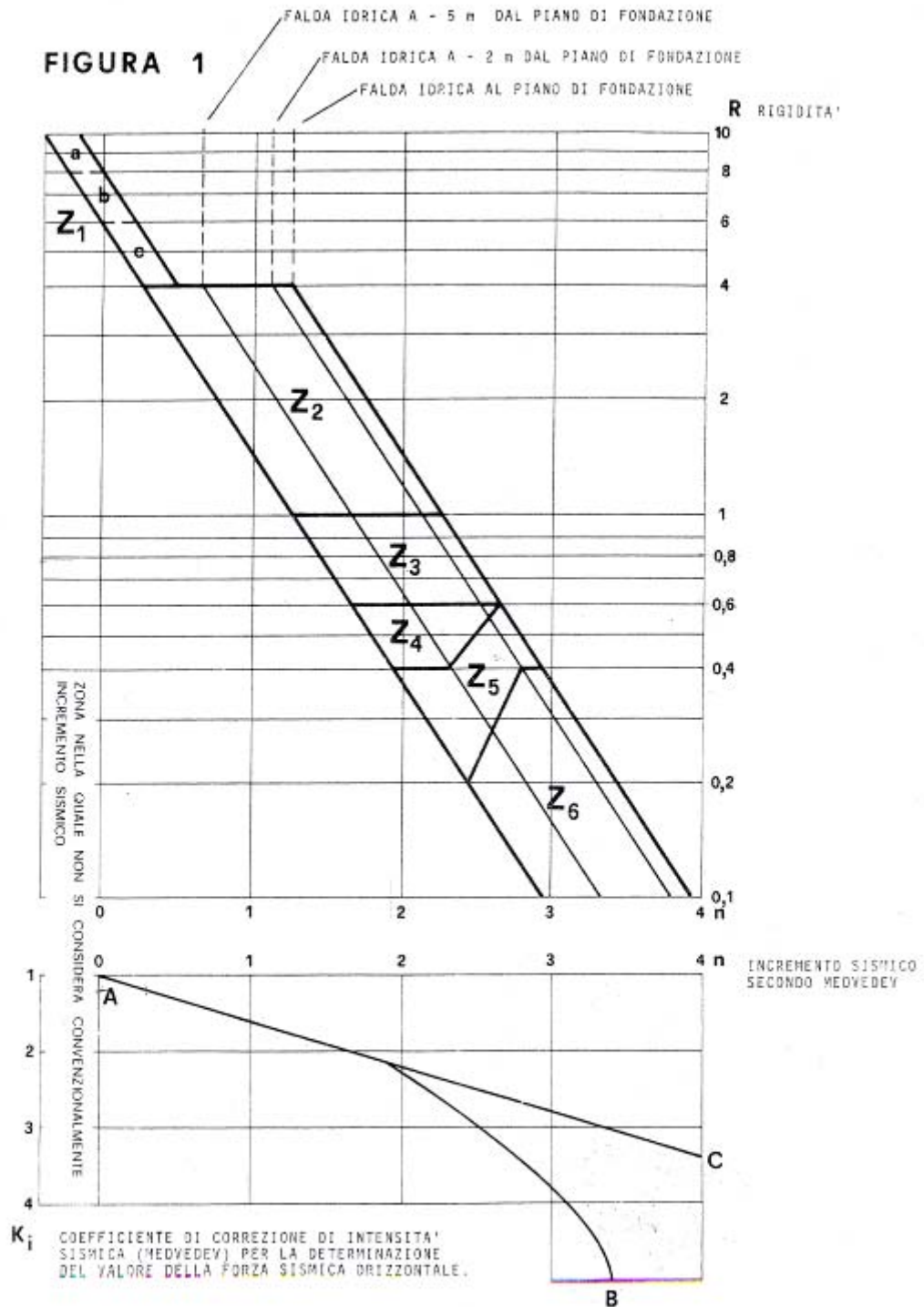
Come evidenziato dalla tabella 1 allegata i terreni corrispondenti alle classi C7 e C8 (quelle in assoluto più diffuse) corrispondono a depositi ghiaioso-sabbiosi con percentuali variabili di materiali più fini (limo e argilla) da addensati a mediamente addensati.

**TABELLA 1**

DEFINIZIONE DELLA «FACIES LITOLOGICA»	CLASSE	VALORI ORIENTATIVI		
		$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	$v_{(t)}$ Km/sec	R
<ul style="list-style-type: none"> <li>MASSE ROCCIOSE CARBONATICHE MASSICCE, MOLTO COMPATTE, SCARSAMENTE FRATTURATE.</li> <li>MASSE ROCCIOSE STRATIFICATE, COMPATTE, SCARSAMENTE FRATTURATE.</li> </ul>	C1	2,5	5,0 3,8	$\geq 10$
<ul style="list-style-type: none"> <li>MASSE ROCCIOSE CARBONATICHE STRATIFICATE, MEDIAMENTE FRATTURATE.</li> <li>MASSE ROCCIOSE CARBONATICHE NETTAMENTE STRATIFICATE, MEDIAMENTE FRATTURATE.</li> </ul>	C2	2,5	3,8 3,0	10 8
<ul style="list-style-type: none"> <li>MASSE ROCCIOSE CARBONATICHE E ARENARIE SOTTILMENTE STRATIFICATE E MOLTO FRATTURATE.</li> <li>ARENARIE E MARNE (flysch) IN STRATI DI MEDIA POTENZA, GENERALMENTE POCO SUDDIVISE.</li> <li>MARNE E MARNE - CALCAREE COMPATTE, MASSICCE.</li> </ul>	C3	2,5	3,0 2,5	8 6
<ul style="list-style-type: none"> <li>MASSE ROCCIOSE CARBONATICHE MOLTO FRATTURATE.</li> <li>ARENARIE E MARNE (flysch), IN FACIES PREVALENTEMENTE MARNOSA, FITTAMENTE STRATIFICATE E SUDDIVISE.</li> <li>MASSE ROCCIOSE EVAPORITICHE IN STRATI MEDI E SOTTILI.</li> <li>CONGLOMERATI E BRECCIE BEN CEMENTATI, POCO FRATTURATI.</li> </ul>	C4	2,4	2,5 1,75	6 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>MASSE ROCCIOSE ESTREMAMENTE FRATTURATE (FINO A CATACLASTICHE).</li> <li>CONGLOMERATI SCARSAMENTE CEMENTATI, LOCALMENTE O PARZIALMENTE DEGRADATI, PIU' O MENO FRATTURATI.</li> <li>ARENARIE POCO COMPATTE.</li> <li>MARNE POCO COMPATTE E MARNE ARGILLOSE.</li> <li>MASSE ROCCIOSE EVAPORITICHE MOLTO SUDDIVISE.</li> <li>ARGILLE SOVRACONSOLIDATE.</li> <li>DEPOSITI DETRITICI SABBIOSO-GHIAIOSI LEGGERMENTE CEMENTATI.</li> </ul>	C5	2,3 2,2	1,75 0,3	4 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>MARNE MOLTO ARGILLOSE, ARGILLE MARNOSE, ARGILLE MOLTO CONSOLIDATE E CONSOLIDATE (N SPT &gt; 30; Ic 0,75 <math>\geq</math> 1,0 Cu 1 <math>\geq</math> 2 Kg/cmq).</li> <li>SEDIMENTI SABBIOSO-GHIAIOSI SCARSAMENTE LIMOSI, MOLTO DENSII (N SPT &gt; 40; Dr &gt; 0,7). LOCALMENTE LEGGERMENTE CEMENTATI O LEGATI.</li> </ul>	C6	2,2 2,0	0,9 0,5	2 1
<ul style="list-style-type: none"> <li>ARGILLE DURE (N SPT = 15; Ic = 0,75; Cu = 1,0 Kg/cmq).</li> <li>SEDIMENTI SABBIOSO-GHIAIOSI, LIMOSI, DENSII (N SPT = 30 <math>\pm</math> 40).</li> <li>SEDIMENTI SABBIOSI GROSSOLANI (Dr = 0,6 <math>\pm</math> 0,7).</li> </ul>	C7	2,1 2,0	0,5 0,4	1 0,8
<ul style="list-style-type: none"> <li>SEDIMENTI SABBIOSO-GHIAIOSI CON LIMO, DENSII (N SPT = 25 - 30), CON PRESENZA LOCALE DI LENTI O STRATI LIMOSI O LIMO-ARGILLOSI DI LIMITATA POTENZA CON CIOTTOLI ED INCLUSI GROSSOLANI (ad es. sedimenti localmente scarsamente omogenei con massi, morene ghiaiose, ecc.).</li> <li>SEDIMENTI SABBIOSO-LIMOSI MEDIAMENTE DENSII (N SPT = 10 <math>\pm</math> 25; Dr = 0,4 <math>\pm</math> 0,6).</li> <li>ARGILLE DURE (N SPT = 10 <math>\pm</math> 15; Ic = 0,5 <math>\pm</math> 0,75; Cu = 0,5 <math>\pm</math> 1,0 Kg/cmq).</li> </ul>	C8	2,0 1,9	0,4 0,3	0,8 0,5
<ul style="list-style-type: none"> <li>SEDIMENTI SABBIOSO-GHIAIOSI CON MOLTO LIMO, MEDIAMENTE DENSII (N SPT = 10 - 25) CON LENTI E STRATI LIMOSO-ARGILLOSI, CON INCLUSI LAPIDEI ANCHE GROSSOLANI (ad es. morene limo-argillose).</li> <li>SEDIMENTI SABBIOSI (CON GHIAIETTO) E SABBIOSO-LIMOSI, SCIOLTI (N SPT = 4 <math>\pm</math> 10; Dr = 0,2 <math>\pm</math> 0,4).</li> <li>SEDIMENTI LIMOSI SCIOLTI, ARGILLE PLASTICHE (N SPT = 5 <math>\pm</math> 10; Ic = 0,4 <math>\pm</math> 0,5; Cu = 0,25 <math>\pm</math> 0,5 Kg/cmq).</li> </ul>	C9	1,9 1,7	0,3 0,25	0,6 0,4
<ul style="list-style-type: none"> <li>SEDIMENTI SABBIOSO-ARGILLOSI CON FRAZIONI GHIAIOSE, MOLTO SCIOLTI (N SPT &lt; 5; Dr &lt; 0,2) CON LENTI LIMOSE OD ORIZZONTI ARGILLOSI PLASTICI O SOFFICI (N SPT = 2 <math>\pm</math> 5; Ic = 0,25 <math>\pm</math> 0,4; Cu = 0,1 <math>\pm</math> 0,25 Kg/cmq).</li> <li>SEDIMENTI SABBIOSI FINI, OMOGENEI.</li> <li>RIPORTI DETRITICI RECENTI.</li> </ul>	C10	1,7 1,6	0,25 0,15	0,4 0,2
<ul style="list-style-type: none"> <li>SEDIMENTI ARGILLOSI MOLTO SOFFICI (N SPT &lt; 2; Ic = 0; Cu = 0,1 kg/cmq).</li> <li>SEDIMENTI LIMOSI MOLTO SCIOLTI (N SPT = 0 <math>\pm</math> 5).</li> <li>ARGILLE MOLTO SOFFICI ORGANICHE.</li> <li>SEDIMENTI TORBOSI SOFFICI, TORBE MOLTO SOFFICI.</li> <li>RIPORTI RECENTI INCONSISTENTI.</li> </ul>	C11	1,6 1,2	0,15 1,0	0,2 0,1

N = numero dei colpi nella prova SPT  
 Dr = densità relativa  
 Ic = indice di consistenza  
 Cu = coesione non drenata

$\gamma$  = densità media  
 $v_{(t)}$  = velocità onde sismiche  
 R = rigidità dello strato superficiale



## **8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEI DEPOSITI**

In questa fase, in attesa di una caratterizzazione dei dettagli dei materiali di fondazione, la quale verrà svolta tramite una campagna di indagini geognostiche nella successiva fase progettuale, viene prodotta una caratterizzazione geotecnica preliminare dei depositi sciolti interessati dalle opere. I dati di parametrizzazione assunti, derivano in parte da usuali correlazioni sulla base dei dati delle indagini contenute nella documentazione esaminata e, in parte, da correlazioni tra "classi litologiche" e parametri indicativi di caratterizzazione.

Come illustrato in precedenza, facendo riferimento all'assetto litostratigrafico del sottosuolo, nell'ambito dei depositi sciolti (esterni al tracciato compaiono anche depositi conglomerati e un lembo calcareo) da 0 a 10 m di profondità vengono distinte 3 situazioni differenti. Si riferiscono allo spessore complessivo, in percentuale, di livelli di materiali fini (limi sabbiosi e/o argillosi) rispetto ai materiali ghiaioso-sabbiosi granulari.

La Carta litostratigrafica evidenzia una classe, decisamente più diffusa, ove lo spessore dei materiali fini (coesivi) risulta essere inferiore al 10%. In alcune limitate fasce compare la campitura che individua zone ove lo spessore dei materiali fini (coesivi) risulta essere compresa tra il 10% e il 30%. Sono presenti solo poche e limitate zone, peraltro ben all'esterno del tracciato, caratterizzate da spessori dei materiali fini (coesivi) compresi tra il 30% e il 70%.

Nella necessità di adottare parametri di caratterizzazione rappresentativi per una lunga fascia di territorio, senza proporre troppe "situazioni tipo", sono state effettuate alcune semplificazioni adottando, per ogni situazione tipo individuata, i parametri di caratterizzazione meno favorevoli.

In relazione alle tipologie di fondazioni previste per i sostegni (plinti di considerevoli dimensioni approfonditi per 3-4 m), tali semplificazioni trovano ancor più giustificazione in quanto, anche con i parametri più cautelativi, i carichi ammissibili massimi ottenuti sono di gran lunga inferiori ai carichi previsti in progetto.



## **9 INDICAZIONI PROGETTUALI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE**

### *Elettrodotto aerei*

La realizzazione di un elettrodotto aereo è suddivisibile in tre fasi principali:

- esecuzione delle fondazioni dei sostegni
- montaggio dei sostegni
- messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia

Solo la prima fase comporta movimenti terra.

I sostegni sono ubicati su terreni dalle buone caratteristiche geotecniche; le fondazioni potranno essere di tipo diretto. Le tipologie di fondazione indicate in progetto come soluzioni tipo, sono date dalla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati) e di un plinto unico in caso di palo monostelo.

In presenza di traliccio verranno scavate, mediante escavatore quattro buche di alloggiamento della fondazione; ognuna avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità di circa 4 m, per un volume geometrico di scavo di circa 40 mc.

In presenza del palo monostelo la fossa di fondazione avrà dimensione di 8,20x8,20 m e profondità 3,20 m, con un volume geometrico di scavo di circa 220 mc.

Per quanto riguarda la presenza della falda si sottolinea come tra il sostegno 115 e il sostegno 111 e tra il sostegno 97 e il sostegno 1 il livello della falda sia, in ogni caso, inferiore al piano d'imposta della fondazione.

Nel caso della limitata area nella zona meridionale (sostegni 106 -104), con falda superficiale, si procederà eventualmente con il pompaggio in fase di cantiere.

Negli altri casi (sostegni da 110 - 107, da 104 - 98) potrà essere sufficiente accertarsi di non effettuare le operazioni di scavo e getto in fase di piena della falda.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procederà al disarmo delle cassetture. Si eseguirà quindi il reinterro con il materiale derivante dagli scavi, se ritenuto idoneo, risistemando l'andamento naturale dei terreni senza determinare significative variazioni alle morfologie esistenti. Il materiale derivanti dagli scavi di fondazioni verrà, quindi, in gran parte utilizzato in loco per la sistemazione dei siti e l'eventuale eccedenza sarà smaltita in discarica o comunque secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo reinterro e costipamento.

Durante la realizzazione delle opere il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun "microcantiere" e, successivamente, il suo utilizzo per il rinterro e la risistemazione dell'area, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per l'utilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà conferito ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con l'impiego di prodotti tali da contaminare i terreni, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuta a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo all'utilizzo in sito.

Qualora nelle aree esondabili di golena, per motivi di sicurezza idraulica, che non potranno che derivare da specifiche verifiche idrauliche proprie della fase successiva della progettazione, si decidesse di optare per fondazioni profonde, andranno effettuate specifiche indagini geognostiche in merito. Comunque, in linea generale, le buone/ottime caratteristiche dei depositi in profondità consentono di affermare che, anche in tal caso, non possono insorgere problemi legati alle caratteristiche dei terreni.

Come detto, solo in corrispondenza di alcuni sostegni (106 - 104), in considerazione della bassa soggiacenza della falda, si avranno le fondazioni sotto la superficie media della falda. In alcuni altri casi, le maggiori oscillazioni del livello di falda possono giungere circa 1 metro sopra il piano della fondazione. Tra i sostegni 115 e 94 di ciò si deve tener conto nella scelta delle caratteristiche dei calcestruzzi.

#### *Stazione elettrica*

I movimenti di terra per la realizzazione della nuova Stazione Elettrica consisteranno nei lavori civili di preparazione del terreno e negli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni macchinario e apparecchiature, torri faro, etc). L'area di cantiere sarà costituita essenzialmente dall'area su cui insisterà l'impianto.

I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche planoaltimetriche del terreno, consisteranno in un eventuale sbancamento/riporto al fine di ottenere un piano a circa 60÷80 cm rispetto alla quota del piazzale di stazione. Vista la tipologia degli edifici in progetto (per le loro dimensioni con h max. 4,20 m non possono comportare carichi significativi) si possono prevedere le usuali fondazioni continue dirette di tipo nastriforme.

Come evidenziato in precedenza l'area della stazione elettrica è caratterizzata da un orizzonte superficiale, di alcuni metri, ove abbonda la frazione limosa. Nella fase successiva della progettazione andranno effettuate indagini geotecniche specifiche per definire puntualmente le caratteristiche e lo spessore del livello, visto che dalla verifica preliminare, non potendo che adottare parametri "prudenziali", si ricavano carichi ammissibili di poco superiori a 100 kPa per la situazione fondazionale ipotizzata (continua nastriforme). I dati derivanti dalle indagini successive potrebbero da un lato individuare parametri più favorevoli dall'altro confermare il dato adottato prudenzialmente in questa fase. Nel primo caso nella progettazione definitiva/esecutiva si otterranno carichi ammissibili sensibilmente maggiori di quelli riportati in questa fase, nel secondo potrà essere definita nel dettaglio la geometria e la tipologia di fondazione per garantire comunque il rispetto dei coefficienti di sicurezza previsti dalla vigente normativa.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono

assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

L'eventuale terreno rimosso in eccesso sarà conferito in discarica nel rispetto della normativa vigente.

## 10 STABILITÀ DEGLI SCAVI

In fase di esecuzione delle opere, per quanto riguarda i plinti di fondazione dei sostegni, sarà necessario prevedere le opere di scavo per raggiungere il piano fondazionale, tra 3 e 4 metri di profondità, in condizioni di sicurezza per le maestranze.

Occorrerà garantire la massima sicurezza in fase di scavo, per evitare l'innescarsi di superfici di distacco lungo i fronti di scavo. Sarà quindi opportuno procedere gradatamente, fino al raggiungimento dell'angolo di scarpa di progetto, per consentire il rilascio delle forze tensionali dei materiali portati a giorno.

Sarà inoltre opportuno che tutte le operazioni di scavo vengano effettuate adottando le massime precauzioni contro le infiltrazioni di acque meteoriche o altre cause di possibile deterioramento delle caratteristiche di resistenza dei materiali. In particolare nel caso di fermi cantiere prolungati, occorrerà provvedere alla copertura dei fronti di scavo con teli, partendo da almeno 2 metri dal ciglio, ad evitare eccessive infiltrazioni di acque meteoriche. Si dovrà inoltre aver cura di evitare lo stazionamento dei mezzi e il posizionamento di carichi sul ciglio della scarpata al fine di non compromettere la stabilità degli stessi.

Come riportato in precedenza le caratteristiche geologico-tecniche dei materiali del sottosuolo possono, in generale, definirsi buone se non molto buone. Va tuttavia precisato che, soprattutto lo strato più superficiale, quello interessato dalle pareti di scavo può presentare variazioni anche sensibili nelle percentuali delle varie frazioni granulometriche presenti.

Nella verifica dei carichi ammissibili per i plinti di fondazione, in presenza di terreni essenzialmente granulari (ghiaie e sabbie), a favore della sicurezza, la coesione è stata considerata assente. Nelle condizioni più sfavorevoli, in tali casi è stato assunto angolo d'attrito di 32-33°.

Nella realtà, anche se in assenza di parametri derivati da prove è impossibile, seppur indicativamente, darne una quantificazione, la frazione fina presente nell'ambito della matrice, anche in deboli percentuali, determina una coesione apparente.

Visto che lo scavo è da considerare provvisorio e rimane aperto per breve tempo e che la coesione entra in gioco nella stabilità dei fronti, si può affermare che un angolo di scarpa di 33° (3/2 rapporto lunghezza/altezza) è sufficiente, in linea di massima, a garantire le condizioni di sicurezza agli operatori. Va comunque sottolineato che le geometrie delle scarpate saranno definite sulla base delle successive indagini di dettaglio. In ogni caso qualora in corso d'opera ci si venisse a trovare in presenza di depositi granulari sciolti, "puliti", sarà indispensabile adottare opere provvisorie di sostegno e/o effettuare una gradonatura nella scarpata.

Riguardo le condizioni di sicurezza operativa si ricorda che solo nella limitata area nella zona meridionale (sostegni 106 - 104), la falda è decisamente superficiale. Come detto si procederà eventualmente con il pompaggio in fase di cantiere.

Negli altri casi (sostegni da 110 -107 e da 104 a 98) sarà sufficiente, ma necessario, accertarsi di non effettuare le operazioni di scavo e getto in presenza di eventi notevoli di impinguamento della falda che con il momentaneo innalzamento può causare una modificazione nella situazione di equilibrio lungo fronti scavo.

## 11 VERIFICA DEI CARICHI AMMISSIBILI

Sulla base delle indicazioni di progetto, di seguito, si riportano le verifiche effettuate nelle diverse situazioni tipo.

Fondazioni :

**traliccio**                      4 plinti di lato 3 x 3 m    prof. D = 4 m

**palo monostelo** plinto di lato 8,20 m    prof. D = 3,20 m

### Situazione A

Litologia nei primi 10 metri di sottosuolo: Ghiaie e sabbie frammiste in diversa percentuale con frazione limoso-argillosa subordinata (inferiore al 15-20%). Spessore complessivo dei livelli limoso-argillosi inferiore al 10%.

Comuni: Basiliano, Campoformido, Pozzuolo, Lestizza, Mortegliano, Pavia di Udine.

(Z2-3, Z3, Z3-4 Classi litol C6, C7 e C8)

Sostegni 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 ed inoltre sostegni 55a, 56b, 56bis, 57a, 58a, 59a e 59bis.

falda :	assente
peso di volume	18,50 KN/mc
ang. attrito	34° (fino a 2m : 32°)
coesione	0
Modello di calcolo	Terzaghi – Meyerhof – Brinch Hansen – Vesic
Fattore di sicurezza	3

Capacità portante ammissibile n.1 Plinto /traliccio

Terzaghi	kPa	1275
Meyerhof	kPa	1717
Brinch Hansen	kPa	1736
Vesic	kPa	1739

Capacità portante ammissibile Plinto /palo monostelo

Terzaghi	kPa	1744
Meyerhof	kPa	1988
Brinch Hansen	kPa	2272
Vesic	kPa	1695

### Situazione B

Litologia nei primi 10 metri di sottosuolo: Sabbie limose e limi sabbiosi nei primi metri. Al di sotto ghiaie e sabbie frammiste in diversa percentuale con frazione limoso-argillosa subordinata (inferiore al 15-20%). Spessore complessivo dei livelli limoso-argillosi compreso tra il 10 e 30%.

Comuni: Campoformido, S.ta Maria la Longa, Trivignano

(Z3-4 – Classi litol C7-C8)

Sostegni 5, 6, 7, 8, 9, 60, 59, 58, 57, 70, 69

falda :	assente
peso di volume	18,50 KN/mc
ang. attrito	33° (fino a 4 m : 28°)
coesione	fino a 4 m : 10 kPa
Modello di calcolo	Terzaghi – Meyerhof – Brinch Hansen – Vesic
Fattore di sicurezza	3

Capacità portante ammissibile n.1 Plinto /traliccio

Terzaghi	kPa	1114
Meyerhof	kPa	1477
Brinch Hansen	kPa	1513
Vesic	kPa	1522

Capacità portante ammissibile Plinto /palo monostelo

Terzaghi	kPa	1481
Meyerhof	kPa	1617
Brinch Hansen	kPa	1826
Vesic	kPa	1535

**Situazione C**

Litologia nei primi 10 metri di sottosuolo: Nei primi 2-3 metri sabbie più o meno limose. Al si sotto, ghiaie e sabbie frammiste in diversa percentuale con frazione limoso-argillosa subordinata (inferiore al 15-20%). Spessore complessivo dei livelli limoso-argillosi inferiore al 10%.

Comuni: Pavia di Udine, S.ta Maria la Longa, Trivignano, Palmanova

(Z3 – Classi litol C7 e C8) (livello limoso sup.)

Sostegni 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78

Falda:	assente
peso di volume	18,50 KN/mc
ang. attrito	33° (fino a 3 m : 27°)
coesione	(fino a 3 m : 10 kPa)
Modello di calcolo	Terzaghi – Meyerhof – Brinch Hansen – Vesic
Fattore di sicurezza	3

Capacità portante ammissibile n.1 Plinto /traliccio

Terzaghi	kPa	1114
Meyerhof	kPa	1477
Brinch Hansen	kPa	1513
Vesic	kPa	1522

Capacità portante ammissibile Plinto /palo monostelo

Terzaghi	kPa	1509
Meyerhof	kPa	1689
Brinch Hansen	kPa	1953
Vesic	kPa	1472

**Situazione D**

Litologia nei primi 10 metri di sottosuolo: Nei primi 2-3 metri sabbie più o meno limose. Al si sotto, ghiaie e sabbie frammiste in diversa percentuale con frazione limoso-argillosa subordinata (inferiore al 20%). Spessore complessivo dei livelli limosi inferiore al 10%.

Comuni: Palmanova, San Vito al Torre, Tapogliano  
 (Z3 – Classi litol C7 e C8) (livello limoso sup.)

Sostegni 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

falda :	tra 4 e 9 m di prof. (max impinguamento)
peso di volume	18,50 KN/mc
ang. attrito	34° (fino a 2 m : 27°)
coesione	(fino a 3 m : 10 kPa)
Modello di calcolo	Terzaghi – Meyerhof – Brinch Hansen – Vesic
Fattore di sicurezza	3

Capacità portante ammissibile n.1 Plinto /traliccio

Terzaghi	kPa	1076
Meyerhof	kPa	1459
Brinch Hansen	kPa	1464
Vesic	kPa	1619

Capacità portante ammissibile Plinto /palo monostelo

Terzaghi	kPa	1472
Meyerhof	kPa	1685
Brinch Hansen	kPa	1900
Vesic	kPa	1530

**Situazione E**

Litologia nei primi 10 metri di sottosuolo: Nei primi 2-3 metri sabbie più o meno limose. Al si sotto, ghiaie e sabbie frammiste in diversa percentuale con frazione limoso-argillosa subordinata (inferiore al 20%). Spessore complessivo dei livelli limosi inferiore al 10%.

Comuni: Tapogliano, Villesse  
 (Z3 – Classi litol C7 e C8) (livello limoso sup)

Sostegni 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 108, 109, 110 ed inoltre sostegni 184a, 185a.

falda :	- 2 dal p.c (max impinguamento)
peso di volume	18,50 KN/mc
ang. attrito	33° (fino a 2 m : 27°)
coesione	(fino a 2 m : 10 kPa)
Modello di calcolo	Terzaghi – Meyerhof – Brinch Hansen – Vesic
Fattore di sicurezza	3

Capacità portante ammissibile n.1 Plinto /traliccio

Terzaghi	kPa	734
Meyerhof	kPa	979
Brinch Hansen	kPa	996
Vesic	kPa	1067

Capacità portante ammissibile Plinto /palo monostelo

Terzaghi	kPa	920
----------	-----	-----

Meyerhof	kPa	1038
Brinch Hansen	kPa	1170
Vesic	kPa	1003

**Situazione F**

Litologia nei primi 10 metri di sottosuolo: Ghiaie e sabbie frammiste in diversa percentuale con frazione limoso-argillosa subordinata (inferiore al 15-20%). Spessore complessivo dei livelli limosi inferiore al 10%.

Comuni: S. Pier d'Isonzo

(Z2 – Classi litol C7 )

Sostegni 115, 114, 113, 112, 111 ed inoltre sostegni 186a, 187a, 188a.

falda :	- 4 dal p.c (max impinguamento)
peso di volume	18,50 KN/mc
ang. attrito	34°
coesione	0
Modello di calcolo	Terzaghi – Meyerhof – Brinch Hansen – Vesic
Fattore di sicurezza	3

Capacità portante ammissibile n.1 Plinto /traliccio

Terzaghi	kPa	1076
Meyerhof	kPa	1459
Brinch Hansen	kPa	1464
Vesic	kPa	1619

Capacità portante ammissibile Plinto /palo monostelo

Terzaghi	kPa	1472
Meyerhof	kPa	1584
Brinch Hansen	kPa	1776
Vesic	kPa	1475

**Situazione L**

Litologia nei primi 10 metri di sottosuolo: Nei primi 2-3 metri sabbie più o meno limose. Al si sotto, ghiaie e sabbie frammiste in diversa percentuale con frazione limoso-argillosa subordinata (inferiore al 20%). Spessore complessivo dei livelli limosi inferiore al 10%.

Comuni: Villesse

( Z3-4 – Classi litol C7 e C8)

Sostegni 106, 105, 104

falda :	- 0,5 m dal p.c (max impinguamento)
peso di volume	18,50 KN/mc
ang. attrito	33° (fino a 3,5 m : 27°)
coesione	fino a 3,5 m : 10 kPa
Modello di calcolo	Terzaghi – Meyerhof – Brinch Hansen – Vesic
Fattore di sicurezza	3

Capacità portante ammissibile n.1 Plinto /traliccio

Terzaghi	kPa	576
Meyerhof	kPa	765



Brinch Hansen	kPa	782
Vesic	kPa	803

Capacità portante ammissibile Plinto /palo monostelo

Terzaghi	kPa	583
Meyerhof	kPa	692
Brinch Hansen	kPa	799
Vesic	kPa	654

*Stazione elettrica*

Litologia nei primi 10 metri di sottosuolo: Nei primi 3 limi e limi-sabbiosi. Al si sotto, ghiaie e sabbie frammiste in diversa percentuale con frazione limoso-argillosa subordinata (inferiore al 20%). Spessore complessivo dei livelli limosi tra il 10% e il 30%.

Comuni: Pavia di Udine e Santa Maria la Longa

Fondazione nastriforme

Larghezza B ipotizzata : 0,80 m

profondità D : 0,60

falda : assente

peso di volume 18,50 KN/mc

ang. attrito fino a 3 m : 0° (da 3 m : 33°)

coesione fino a 3 m : 50 kPa (da 3 m : 0)

Modello di calcolo Terzaghi – Meyerhof – Brinch Hansen – Vesic

Fattore di sicurezza 3

Capacità portante ammissibile

Terzaghi	kPa	99
Meyerhof	kPa	102
Brinch Hansen	kPa	133
Vesic	kPa	129

## 12 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BRAMBATI A et Al. (1996) Gli aspetti fisici del territorio regionale. Reg. Aut. Friuli Venezia Giulia. Direz. Reg. Pianificazione Territoriale.
- CARULLI G.B. (a cura di) - Carta geologica del Friuli Venezia Giulia (scala 1:150.000) (2007) - Reg. A. Friuli Venezia Giulia (Dir. Centrale Ambiente e Lavori Pubblici)
- CUCCHI F, MARINETTI E., MASSARI G., OBERTI S., PIANO C., ZINI L. / 1999 / Carta della vulnerabilità intrinseca della pianura friulana / Atti del 3° Convegno Nazionale sulla Protezione e gestione delle acque sotterranee per il III millennio, Quaderni di geologia applicata, Pitagora Editrice Bologna.
- GIORGETTI F. & STEFANINI S. (1996)-I potenziali inquinamenti delle falde freatiche nell'Alta Pianura Friulana ad opera delle discariche, DISGAM Univ. di Trieste
- ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (2008) Mappa di pericolosità sismica. [www.mi.ingv.it](http://www.mi.ingv.it)
- MARTINIS B. et Al. (1977) Studio geologico dell'area maggiormente colpita dal terremoto Friulano del 1976. Riv. Ital. Di Paleontologia e Stratigrafia. Vol. 83, n. 2. Milano
- MOSETTI F. (1983) Sintesi sull'idrologia del Friuli Venezia Giulia. Quaderni ETP. Riv. di Limnologia, n. 6. Udine
- NICOLICH R., DELLA VEDOVA B., GIUSTINIANI M. & FANTONI R. (2004): *Carta del sottosuolo della Pianura friulana*, Reg. Auton. Friuli Venezia Giulia, Direz. Centr. Ambiente e Lavori Pubblici, Servizio geologico, L.A.C., Firenze.
- PROVINCIA DI UDINE (2003) Vulnerabilità intrinseca delle falde contenute nelle aree di pianura della Provincia di Udine. a cura di DISGAM Univ. di Trieste.
- REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA (1990) "Catasto regionale dei pozzi per acqua e delle perforazioni eseguite nelle alluvioni quaternarie e nei depositi sciolti del Friuli Venezia Giulia. A cura di: Geos snc - Reg. A. FVG (Dir. Reg. Ambiente)
- REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA (2006): Elementi vari della *Carta geologico-tecnica*. a cura di Università degli Studi di Trieste e di Udine.
- STEFANINI S. / 1972 / Le acque freatiche fra il F. Livenza e il Torre. (Friuli Venezia Giulia). Mem. Soc. Geol. Ital. , vol. 11, Roma
- STEFANINI S. / 1978 / La falda freatica dell'alta pianura friulana. C.N.R. Ist. di Ric. Sulla Acque. Quad. 34, Roma
- STEFANINI S. & CUCCHI F. / 1976 / Gli acquiferi del sottosuolo della Provincia di Gorizia (Friuli Venezia Giulia). C.N.R. Ist. di Ric. Sulla Acque. Quad. 28, n.13, Roma
- S. STEFANINI & F. CUCCHI (1977) in " Le ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta ad oriente del F. Piave". C.N.R. Ist. di Ric. Sulla Acque. Quad. 34 (3) Roma
- ZANFERRARI A. (2005) - a cura di - "Foglio Udine" della Carta geologica d'Italia , scala 1:50.000 APAT

**Studi geologici dei Piani Regolatori Generali Comunali consultati:**

*Beltrame S. (2000) : Basiliano*

*Cuttini M. (1996 ) Palmanova*

*Florenani P. (1996): Lestizza*

*Genero G. (1996): Pozzuolo del Friuli*

*Graziani G. e De Faveri S. (2000): Fogliano Redipuglia*

*Grego B.(1996) S. Pier d'Isonzo*

*Grego B. (2001): Mortegliano*

*laiza G. (1997) :Pasian di Prato*

*Masutto A. (1997): San Vito al Torre*

*Masutto (1997 ) A. :Campolongo al Torre*

*Masutto A. (1998) Trivignano Udinese*

*Masutto A.( 1998): Tapogliano*

*Menchini G. (1992): Pavia di Udine*

*Paviz D. (1996) :Villesse*

*Pivetta M. (1994): Campoformido*

*Tentor A. (1996) : Romans d'Isonzo*

*Topazzini M. (1995) : Santa Maria la Longa*