

RELAZIONE GEOLOGICA**Razionalizzazione rete AT area Venezia e Padova****RELAZIONE GEOLOGICA****Storia delle revisioni**

| | | |
|---------|--------------|--|
| Rev. 00 | del 07/12/07 | |
|---------|--------------|--|

| Elaborato | Redatto | Verificato | Approvato |
|---|----------------|--------------|-----------|
|  | Geol.D.Culatti | S. Lorenzini | A. Motawi |

m010CI-LG001-r02

Indice

| | |
|---|----------|
| ALLEGATI | 2 |
| 1 Introduzione..... | 3 |
| 2 Caratteristiche dell'area in esame..... | 4 |
| 3 Descrizione dei tracciati e delle opere | 5 |
| 3.1 Area di intervento Dolo-Camin | 5 |
| 3.2 Area di intervento di Mirano..... | 6 |
| 3.3 Area di intervento Malcontenta – Fusina 2..... | 6 |
| 4 Idrografia superficiale | 8 |
| 5 Inquadramento geologico-strutturale generale | 9 |
| 5.1 L'evoluzione paleogeografica nel Quaternario..... | 9 |
| 5.1.1 Il Pleistocene..... | 10 |
| 5.1.2 L'Olocene | 11 |
| 6 Caratteristiche geomorfologiche principali..... | 13 |
| 7 Commento alla carta geologica e unità litologiche..... | 14 |
| 7.1 Classi tessiturali presenti sul territorio | 15 |
| 7.2 Classi granulometriche presenti sul territorio..... | 15 |
| 8 Modello geologico di dettaglio | 17 |
| 8.1 Area di intervento Dolo-Camin | 17 |
| 8.2 Area di intervento di Mirano..... | 19 |
| 8.3 Area di intervento di Malcontenta-Fusina 2..... | 20 |
| 9 Inquadramento idrogeologico generale | 22 |
| 9.1 L' Alta pianura..... | 22 |
| 9.2 La media pianura..... | 22 |
| 9.3 La bassa pianura | 22 |
| 10 Modello idrogeologico di dettaglio | 24 |
| 10.1 Area di intervento Dolo-Camin..... | 25 |
| 10.2 Area di intervento di Mirano | 25 |
| 10.3 Area di intervento di Malcontenta-Fusina 2 | 26 |
| 11 Sismicità dell'area | 27 |
| 12 Considerazioni geotecniche | 28 |
| 13 Criteri progettuali delle strutture di fondazione..... | 31 |
| 13.1 Elettrodotti aerei | 31 |
| 13.2 Elettrodotti in cavo interrato..... | 32 |
| 13.3 Stazioni elettriche..... | 32 |
| 14 Stabilità degli scavi..... | 33 |
| 15 Bibliografia | 34 |

ALLEGATI

Tavola 1 – Carta Geologica

Tavola 2 – Carta Idrogeologica

1 Introduzione

La presente relazione è volta a sviluppare gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici dei nuovi tracciati di elettrodotto che la società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. intende realizzare a cavallo delle province di Padova e Venezia.

Le aree interessate dagli interventi sono state suddivise come segue:

1. **Area di intervento Dolo - Camin:** prevede la realizzazione di un nuovo collegamento a 380 kV tra le stazioni 380/220/132 kV di Dolo (VE) e Camin (PD). In correlazione con tale elettrodotto verranno realizzati alcuni interventi di razionalizzazione dell'area a cavallo delle province di Padova e Venezia finalizzati a combinare le esigenze di sviluppo della RTN con quelle di salvaguardia del territorio.
2. **Area di intervento Malcontenta-Mirano:** al fine di garantire un ulteriore via (oltre quella costituita dall'elettrodotto a 380 kV "Fusina 2 – Dolo") per il trasporto della potenza prodotta nell'area di Marghera, verrà realizzato un nuovo elettrodotto a 380 kV tra Malcontenta ed una nuova stazione elettrica ubicata in Comune di Mirano alla quale verrà raccordata la rete 380 kV e quella da 220 kV esistente, procedendo contestualmente al riassetto della rete AT insistente nell'area di Mirano.
3. **Area di intervento Malcontenta-Fusina 2:** in relazione alla possibilità di realizzare un'ampia razionalizzazione della rete AAT/AT interessata dal trasporto delle produzioni dei poli di Marghera (Edison) e Fusina (ENEL Produzione), Terna ha previsto lo sviluppo e razionalizzazione degli elettrodotti ad alta tensione da 132, 220 e 380 kV nel tratto dalla centrale termoelettrica Enel Palladio fino a ovest della strada Romea; le attività in programma comprendono il riclassamento e interrimento a 380 kV di alcune linee a 220 kV con conseguente eliminazione di un considerevole numero di km di elettrodotti e la realizzazione di due nuove stazioni blindate: una 380/132kV in area Fusina, funzionale a raccogliere sulla rete a 380 kV la produzione delle centrali di ENEL Produzione e Edison e ad alimentare in sicurezza gli impianti industriali connessi alla rete AAT; l'altra 380/220kV in area Romea in prossimità degli esistenti impianti Edison per smistare la produzione proveniente dall'area di Marghera verso i nodi di carico di Dolo, Scorzé e Dugale; da un ulteriore nodo di connessione ubicato fra la statale Romea e l'area Malcontenta C avrà origine il collegamento all'esistente linea aerea a 380 kV diretta a Dolo.

Per una descrizione più dettagliata di tutti gli interventi si rimanda al successivo Capitolo 3 i cui dati sono stati ricavati dalla Relazione Tecnica Generale di TERNA.

Infine, TERNA ha ritenuto opportuno rafforzare la rete AT dell'area lagunare procedendo, mediante separato procedimento autorizzativo, alla realizzazione di nuovi collegamenti in cavo marino e sostituzione di esistenti linee aeree che hanno un significativo impatto sul sistema lagunare fra Fusina e Sacca Fisola e tra Sacca Serenella e Cavallino Treporti.

Nell'ambito dell'attuale fase progettuale, si è proceduto all'esecuzione di una campagna di rilievi, a sopralluoghi in sito ed allo studio della letteratura esistente circa le aree in questione, col fine di definire il contesto geologico, morfologico e idrogeologico del territorio interessato dalla costruzione delle nuove linee. Sono state inoltre consultate le documentazioni geologiche e geotecniche (quando disponibili) relative ai P.R.G.C. di destinazione d'uso del territorio dei vari comuni interessati dall'intervento. Nel seguito della relazione verrà specificata la fonte delle informazioni a cui si fa riferimento.

È opportuno evidenziare fin dall'introduzione al presente documento che, stante da un lato l'importanza strategica dell'opera e dall'altro la complessità del tessuto territoriale in cui si inserisce, si è cercato di esaminare con la massima attenzione tutti gli aspetti geologici del progetto cercando, ad esempio, di fornire descrizioni quanto più dettagliate possibile dei terreni sede dei futuri scavi, in attesa della realizzazione delle indagini geognostiche necessarie per una definizione univoca dei caratteri litologici delle aree interessate.

Il contenuto della presente è conforme a quanto prescritto dal D.M. 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno sulle terre e delle opere di fondazione".

Ai rilievi di terreno, alla redazione di questa relazione e a tutti gli aspetti decisionali, ha collaborato la geol. Claudia Borgarello.

2 Caratteristiche dell'area in esame

L'area in esame appartiene fisicamente alla bassa pianura veneta costituita, almeno nella sua parte più recente, dalle alluvioni del fiume Brenta.

Le quote del territorio variano da +20 m s.l.m. (a Nord di Dolo) a -1 m s.l.m. (nelle zone perilagunari più settentrionale e meridionale e all'interno della laguna), procedendo da WNW a ESE con un pendenza media che non supera 1 per mille circa.

Il territorio appare quindi sostanzialmente pianeggiante, sebbene un'analisi al microrilievo possa evidenziare la presenza di una morfologia caratterizzata da dossi e depressioni collegati ad antichi percorsi fluviali dai quali è possibile risalire all'andamento dei vecchi paleovalvei.

Si tratta di un'area fortemente urbanizzata, in cui le principali infrastrutture sono rappresentate dall'autostrada A27 "Milano Venezia" e dall'omonima linea ferroviaria che scorrono subparallele attraversando il territorio da W ad E. Inoltre, la forte antropizzazione ha modificato sostanzialmente l'assetto idraulico dell'area con la bonifica, con la costruzione di numerosi rilevati arginali (tendenti anche a rettificare i corsi d'acqua naturalmente meandriformi, oltre che a controllarne le piene) ma soprattutto con imponenti opere di canalizzazione e di deviazione dei corsi d'acqua.

Dal punto di vista amministrativo, i comuni interessati da tutte le opere in progetto, andando da E verso W, sono i seguenti:

| AREA DI INTERVENTO | PROVINCIA | COMUNE |
|-----------------------------|-----------|-------------|
| Dolo-Camin | Venezia | Dolo |
| | | Camponogara |
| | | Strà |
| | | Fosso |
| | | Vigonovo |
| | Padova | Saonara |
| | | Padova |
| Mirano | Venezia | Venezia |
| | | Mira |
| | | Mirano |
| | | Spinea |
| Malcontenta-Fusina 2 | Venezia | Venezia |
| | | Mira |

Dal punto di vista cartografico, le aree in esame sono cartografate sulle tavole della C.T.R. regionale a scala 1:10.000 n°: 126120;126160;127070;127080;127090;127100;127110;127120;127130;127140;127150;127160; 147040;147080; 148010;148020;148030;148040;148050;148060;148070.

3 Descrizione dei tracciati e delle opere

Come anticipato in precedenza, gli interventi da realizzarsi, insistenti in zone diverse, sono stati per semplicità raggruppati in aree di intervento; tra le possibili soluzioni, per ogni elettrodotto è stato individuato il tracciato più funzionale, che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

In particolare, per il nuovo elettrodotto a 380 kV "Dolo – Camin", in uscita dalla S.E. di Camin (area industriale di Padova) si è progettato il tracciato in modo da affiancarlo al tratto esistente e alla fascia individuata per il completamento dell'idrovia "Padova – Venezia", evitando quindi di gravare di servitù aree maggiormente antropizzate.

Si è inoltre provveduto a progettare il suddetto elettrodotto in modo da rendere compatibile un futuro affiancamento allo stesso di una eventuale nuova infrastruttura viaria.

Con riferimento all'"Area di intervento Mirano", il tracciato dell'elettrodotto 380 kV è stato individuato con la finalità di evitare l'interessamento di aree densamente urbanizzate, in una fascia essenzialmente libera da edifici ed in ogni caso migliorando il percorso attuale dell'esistente elettrodotto a 220 kV, di futura dismissione.

Relativamente alla stazioni elettriche di **Malcontenta** e **Fusina 2**, il criterio di progetto adottato è stato quello di contenere gli spazi necessari per il posizionamento delle nuove sezioni a 380 kV, adottando per le apparecchiature 380 kV soluzioni compatte in blindato (GIS – Gas Insulated Switchgear), isolate in SF6. Inoltre si è privilegiata la realizzazione delle nuove sezioni in aree adiacenti alle esistenti stazioni elettriche, in modo da contenere il più possibile gli spazi necessari ed evitando di interessare nuove aree.

I cavi saranno installati su tracciati e/o piste resi disponibili dalla Regione Veneto.

Nel seguito si riporta un elenco succinto degli interventi previsti con particolare riferimento a quelli sui quali gli aspetti geologici del territorio producono una forte influenza (realizzazione e/o sostituzione dei sostegni). Inoltre si è posta specifica attenzione all'andamento dei tracciati in funzione delle informazioni di tipo geologico e idrogeologico reperite presso i comuni interessati in modo da poter fornire un quadro dettagliato delle particolarità geologiche all'interno dei vari comuni.

Non vengono considerate le demolizioni dell'esistente.

Per una descrizione completa degli interventi si rimanda alla Relazione Tecnica Generale di Terna.

3.1 Area di intervento Dolo-Camin

Gli interventi associati a tale area sono individuati mediante il codice identificativo **A**:

(A1) nuova linea aerea in semplice terna sdoppiata e ottimizzata a 380 kV tra le stazioni elettriche di Dolo (VE) e Camin (PD) della lunghezza di circa 15 km; la linea interesserà i Comuni di Dolo, Camponogara, Strà, Fossò e Vigonovo, in provincia di Venezia, ed i Comuni di Saonara e Padova, in Provincia di Padova.

La linea si sviluppa con andamento all'incirca W-E dapprima parallelamente all'idrovia Padova-Venezia e successivamente mantenendo uno sviluppo quasi rettilineo fino alla centrale di Dolo. La linea prevede la realizzazione di 51 nuovi tralicci posizionati da principio lungo l'idrovia Padova-Venezia e successivamente, con andamento all'incirca W-E fino alla stazione di Dolo.

Per la realizzazione del suddetto elettrodotto sarà necessario apportare una serie di modifiche sugli elettrodotti interferenti tra cui quelle che includono la realizzazione di nuovi sostegni sono:

- nel Comune di Dolo (PD) verranno infissi, tra i sostegni 6/2 e 7/2, due nuovi sostegni in semplice terna e, lungo la campata 7/2 – 8/2, un nuovo sostegno in doppia terna;
- verrà sostituito, nel Comune di Strà (VE), il sostegno n. 110 bis (di tipo troncopiramidale) della linea a 132 kV "Dolo – C.P. Piove di Sacco" (n. 28.580) con uno di tipo a delta in modo da permettere il sovrappasso del nuovo elettrodotto a 380 kV in corrispondenza della campata 16-17;
- verrà infisso, nel Comune di Padova (PD), un nuovo sostegno fuori l'asse linea della campata 1 - 2 della linea in semplice terna a 220 kV "Camin – Acciaierie Venete" per permettere il sovrappasso del nuovo elettrodotto a 380 kV in corrispondenza della campata 49-50.

(A2) si procederà al riassetto della rete a 220 e 132 kV dell'area in questione mediante una serie di interventi i principali dei quali sono descritti nel seguito:

RELAZIONE GEOLOGICA

- (A2/1) verrà realizzata una nuova linea in semplice terna a 220 kV denominata “Dolo – Camin” (in sostituzione dell'esistente che verrà demolita a valle del completamento delle attività previste in (A3));
- (A2/2) verrà realizzata una variante all'elettrodotto in semplice terna a 220 kV “S.E. Dolo – Scorzè” (n. 22.297), della lunghezza di circa 0,8 km (nei Comuni di Vigonovo e Strà), dal nuovo sostegno in doppia terna infisso lungo la campata 2/1 – 3/1 della linea ad un ulteriore nuovo sostegno infisso lungo la campata 60-61, con conseguente successiva demolizione del tratto di linea inutilizzato per circa 1 km;
- (A2/3) l'esistente linea a 132 kV “S.E. Dolo - C.P. Rovigo” (n. 28.227) verrà raccordata alla S.E. di Camin

(A3) nelle stazioni di Dolo e Camin si effettueranno una serie di interventi volti ad ottimizzare i collegamenti tra i futuri elettrodotti e l'esistente, comprendendo anche la realizzazione di nuovi sostegni.

3.2 Area di intervento di Mirano

Gli interventi associati a tale area sono individuati mediante il codice identificativo **B**:

(B1) nuova stazione elettrica in aria a 380 kV di Mirano (VE);

(B2) nuovo elettrodotto in doppia terna ottimizzata a 380 kV tra la S.E. di Malcontenta e la nuova S.E. di Mirano della lunghezza di circa 7,4 km, che attraverserà in provincia di Venezia i Comuni di Venezia, Spinea, Mira e Mirano; la linea si sviluppa con andamento all'incirca W-ESE fino alla stazione elettrica di Malcontenta, di nuova realizzazione e prevede la realizzazione di 25 nuovi tralicci.

(B3) due nuovi raccordi, nel Comune di Mirano (VE);

(B4) riassetto della rete a 220 e 132 kV dell'area in questione mediante una serie di interventi i principali dei quali sono descritti nel seguito:

- (B4/1) realizzazione di una nuova linea a 132 kV denominata “S.E. Mirano – C.P. Camposampiero”;
- (B4/2) realizzazione di un raccordo, nel Comune di Mirano, in corrispondenza dell'incrocio tra gli elettrodotti 220 kV “S.E. Dugale – S.E. Stazione I” (n. 22.209) e “S.E. Dolo – S.E. Malcontenta” (n. 22.197) in modo da realizzare un collegamento diretto “S.E. Dolo – S.E. Dugale”

3.3 Area di intervento Malcontenta – Fusina 2

Gli interventi associati a tale area sono individuati mediante il codice identificativo **C**:

(C1) nuova sezione a 380 kV in blindato nella esistente stazione elettrica di Fusina 2 ubicata nel Comune di Venezia (VE);

(C2) nuova sezione a 380 kV in blindato e rifacimento della sezione a 220 kV in aria nella esistente stazione elettrica di Malcontenta ubicata nel Comune di Venezia (VE);

(C3) nuova stazione elettrica di transizione aereo/cavo a 380 kV denominata “Romea” ubicata nel Comune di Venezia (VE);

(C4) realizzazione dei seguenti elettrodotti nel Comune di Venezia (VE):

- elettrodotto in cavo a 380 kV “S.E. Fusina 2 – S.E. Malcontenta” della lunghezza di circa 6,7 km;
- tratto di elettrodotto in cavo a 380 kV, della lunghezza di circa 4,2 km, dalla stazione di transizione Romea alla S.E. Fusina 2 del futuro elettrodotto misto aereo/cavo a 380 kV “S.E. Dolo – Romea - S.E. Fusina 2”;
- tratto di elettrodotto in cavo a 380 kV, della lunghezza di circa 2,5 km, dalla stazione di transizione Romea alla S.E. Malcontenta del futuro elettrodotto misto aereo/cavo a 380 kV “S.E. Malcontenta – Romea – S.E. Dolo”;

(C5) raccordi aerei a 380 kV da un nuovo sostegno in doppia terna posto lungo la campata 18-19 dell'esistente elettrodotto a 380 kV “S.E. Dolo – Centrale Fusina” (n. 21.349/n. 21.250) alla stazione di transizione Romea;

(C6) realizzazione dei seguenti elettrodotti nel Comune di Venezia (VE):

- elettrodotto in cavo a 380 kV “S.E. Fusina 2 – S.E. Malcontenta” della lunghezza di 6 km circa;
- elettrodotto in cavo a 220 kV “Stazione V – S.E. Malcontenta” della lunghezza di 5,4 km circa;

RELAZIONE GEOLOGICA

- elettrodotto in cavo a 132 kV "S.E. Fusina 2 - Alcoa" della lunghezza di 1,3 km circa;

(C7) realizzazione dei seguenti elettrodotti nel Comune di Venezia (VE):

- elettrodotto in cavo a 380 kV "Stazione IV - S.E. Fusina 2" della lunghezza di 2,2 km circa;
- elettrodotto in cavo interrato a 220 kV "Stazione IV – Stazione V " della lunghezza di 2 km circa;

(C8) realizzazione degli elettrodotti in semplice terna a 380 kV "S.E. Fusina 2 – Centrale Fusina (Gruppi 1 e 2)" (lunghezza 0,1 km circa) e "S.E. Fusina 2 – Centrale Fusina (Gruppi 3 e 4)" (lunghezza 0,15 km circa);

(C9) riassetto della rete a 220 e 132 kV dell'area in questione come descritto nel seguito:

- (C9/1) nuovo collegamento in semplice terna a 220 kV denominato "S.E. Scorzè – S.E. Malcontenta";
- (C9/2) variante in semplice terna in ingresso alla S.E. Malcontenta, della lunghezza di circa 0,86 km ed interamente localizzata nel Comune di Venezia, dell'elettrodotto a 220 kV "S.E. Dolo – S.E. Villabona" (n. 22.257);
- (C9/3) variante in doppia terna in ingresso alla S.E. Malcontenta, della lunghezza di circa 0,5 km ed interamente localizzata nel Comune di Venezia, dell'elettrodotto a 220 kV "S.E. Malcontenta - Stazione I" (n. 22.209/n. 22.212);
- (C9/4) variante in cavo, della lunghezza di circa 1,1 km ed interamente localizzata nel Comune di Venezia, dell'elettrodotto a 132 kV "S.E. Villabona – S.E. Azotati" (n. 23.728);
- (C9/5) variante della linea in semplice terna a 132 kV "S.E. Fusina 2 – S.E. Villabona" (n. 23.699).

Per la stessa linea sarà anche realizzata in ingresso alla S.E. Fusina 2 una variante in semplice terna, della lunghezza di 0,5 km nei Comuni di Mira e Venezia.

4 Idrografia superficiale

Il territorio indagato è attraversato da una fitta rete di corsi d'acqua naturali ed artificiali tutti scolanti nel corpo idrico di maggiore entità dell'area: la laguna di Venezia.

I corsi d'acqua hanno avuto nel tempo varie funzioni, quali vie di comunicazione, fonti di vita per l'uomo (irrigazione, pesca, prelievo d'acqua per il consumo umano, ecc.). Tali corsi d'acqua rappresentano però anche potenziale fonte di rischio in questo territorio sia in ordine a problemi di allagamento (rischio idraulico) sia in ordine al trasporto di sedimenti e di inquinanti in laguna. Sono quindi stati oggetto nei secoli di importanti interventi: arginature, diversioni, regimazioni, ecc.

I principali corsi d'acqua che attraversano l'area sono prevalentemente compresi tra i fiumi Brenta, a sud, e Sile, a nord, e appartengono all'area tributaria della Laguna di Venezia.

I corsi d'acqua principali di origine naturale sono i fiumi Brenta, Sile, Dese, Zero, Musonello- Marzenego, Musone Vecchio e Naviglio Brenta, di cui tuttavia solo il Brenta interessa direttamente il tracciato compreso tra le centrali di Dolo e Camin.

La rete idrografica minore è molto fitta ed estesa; essa è legata essenzialmente alla bonifica, che presuppone tutta una serie di canali (di vario ordine e dimensione) per lo scolo, naturale e artificiale delle acque e per l'irrigazione. Tra tutti i canali presenti, quelli che interessano direttamente i tracciati analizzati sono:

- l'idrovia Padova-Venezia e lo scolo Brenton che interessano il tracciato Dolo-Camin;
- canale Tron e scolo Lusore che interessano il tracciato Mirano-Venezia.

In genere i canali artificiali hanno un andamento rettilineo e non sono direttamente correlabili con l'andamento topografico. I canali con andamento tortuoso che seguono di più le pendenze sono in genere impostati su letti naturali.

5 Inquadramento geologico-strutturale generale

L'area in studio fa parte della Pianura Veneta, compresa cioè tra il bordo alpino, la dorsale lessino-berico-euganea e la linea di costa tra la foce del Po e dell'Isonzo. Essa appartiene all'avampaese subalpino-appenninico con ad est il fronte delle Dinaridi esterne, a nord il fronte del Subalpino e ad ovest la linea Schio-Vicenza.

In corrispondenza dell'area è presente in profondità un substrato mesozoico di natura calcarea, rigido, modellato a monoclinale immersa mediamente verso sud, a partire dall'allineamento Padova-Treviso-Udine. Questa coltre mesozoica giace su un basamento più antico che nel pozzo AGIP "Assunta 1" al largo del Cavallino (1,13 km da Venezia) è stato individuato ad oltre 4.700 m di profondità: si tratta di unità filladiche e gneissiche a metamorfismo ercinico o preercinico, i cui litotipi originari, sedimentari o vulcanici, sono di età cambriana superiore e caradociano-siluriana. Esso è intruso da granitoidi di età ordoviciana superiore o permiana (Fig.1).

Sul substrato mesozoico si è deposta, durante il Paleocene, una serie di marne talora arenacee con episodi calcarei anche di notevole consistenza che ha colmato i principali dislivelli legati alla orogenesi, cosicché dal Miocene in poi tutta la pianura veneta ha costituito un'area di piattaforma con mare poco profondo, soggetta ad una relativamente limitata subsidenza compensata dalla sedimentazione e alternata a fasi di emersioni locali. In quest'ultimo periodo la zona marina manteneva i caratteri di una blanda monoclinale, già impostata nel Mesozoico.

La separazione tra la piattaforma recente e la monoclinale sembra essere localizzata poco a sud del parallelo di Venezia: l'area cittadina dovrebbe quindi ancora fare parte del bordo meridionale della piattaforma recente. A sud di Chioggia la periclinale veneta accentua la sua pendenza e si congiunge al fianco nord orientale della Fossa Padano-Adriatica, dove si è avuto durante il Pliocene ed il Quaternario il massimo di subsidenza con deposizione di una serie con spessori massimi di oltre 4000 m. Un'importante trasgressione marina invase infatti le regioni mediterranee all'inizio del Pliocene accompagnata da notevoli deposizioni e da un'importante attività tettonica che determinarono successive regressioni ed il sollevamento di intere regioni. (LEONARDI et al., 1973; KENT et al., 2002).

5.1 L'evoluzione paleogeografica nel Quaternario

Nel Pleistocene medio-Olocene, la Pianura Padana p.p. e la bassa pianura veneto-friulana sono caratterizzate da una continua subsidenza, che risulta più marcata verso l'asse padano e verso la fascia costiera. Nella bassa pianura veneto friulana è in evoluzione il sistema scledense, in particolare per quanta riguarda gli elementi del settore ad oriente della linea Schio-Vicenza che si prolungano nell'alta pianura e, in parte, nella zona prealpina. In base ai dati del sottosuolo i movimenti risultano per lo più a componente verticale ma è probabile che esista anche una componente orizzontale destrorsa, documentata per le faglie affioranti del sistema (ZANFERRARI, 1982) (Fig.2).

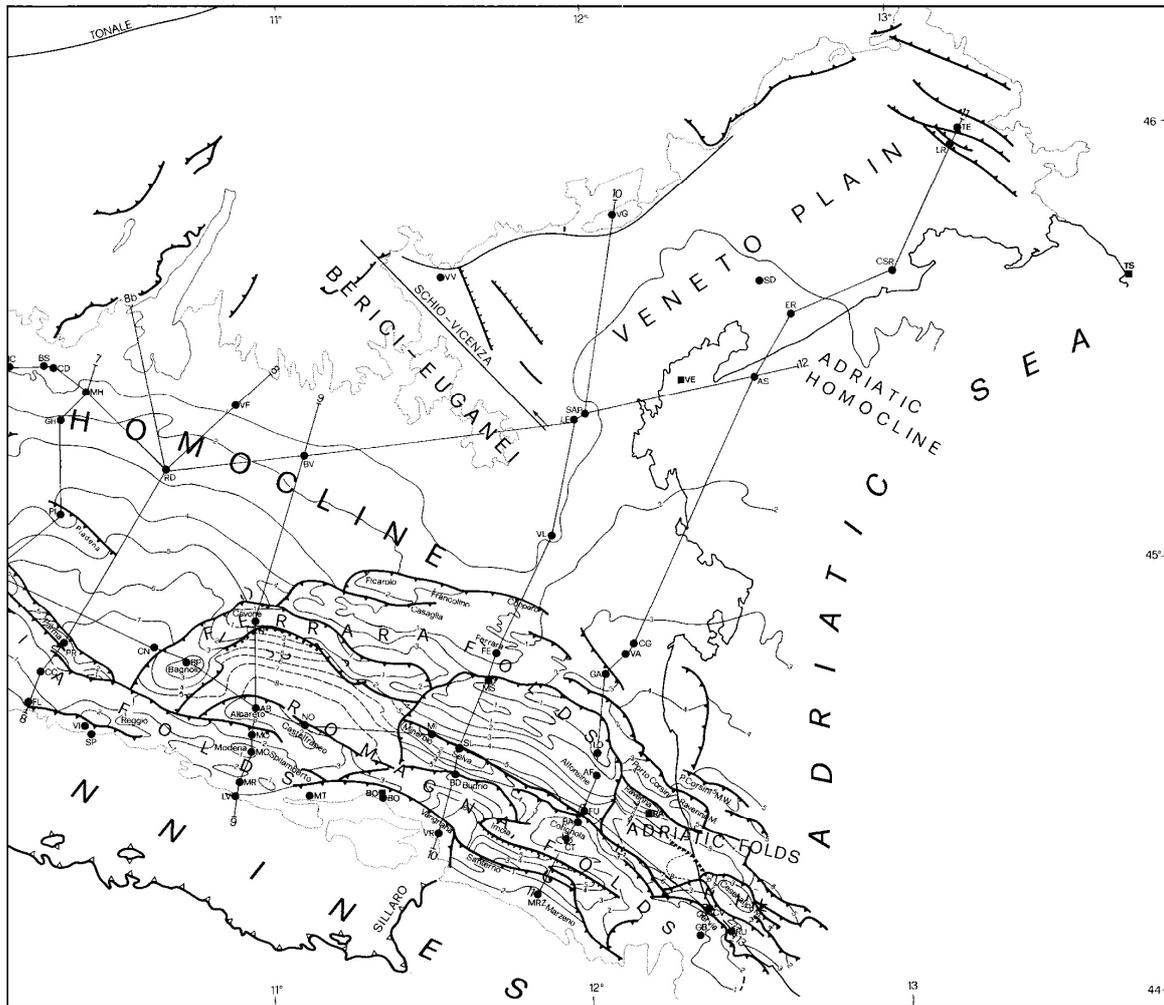


Figura 1 - Mappa strutturale semplificata delle sequenze Pliocene-Quaternario nella Pianura veneta (Estratto da AGIP'S contribution to oil exploration technology – subsurface geological structure of the Po plain, Italy, Pieri & Groppi, 1996)

5.1.1 Il Pleistocene

Con la trasgressione marina che si era verificata durante il Quaternario inferiore, nella regione adriatica si estendeva un vasto dominio marino da cui emergevano l'orogeno alpino e quello appenninico. L'attuale pianura veneta risultava completamente sommersa creando un profondo golfo tra le due catene montuose.

Molti autori descrivono successivamente una lunga fase di intenso apporto sedimentario regolamentata dalle variazioni eustatiche connesse con le varie fasi glaciali che ha compensato il continuo abbassamento del substrato della pianura ed ha portato al progressivo riempimento del bacino marino. In questa fase le strutture geologiche sepolte hanno certamente svolto un loro ruolo importante, ma l'evoluzione paleogeografia è stata determinata soprattutto dagli apporti sedimentari e dalle vicende climatiche. Durante la glaciazione würmiana la linea di costa era spostata molto più sud e l'area era quindi interessata da apporti solidi di origine fluviale: le esondazioni e le rotte formarono depositi sabbiosi a geometria principalmente lentiforme, passanti lateralmente ad argille limose ed a limi più o meno torbosi, intercalati verticalmente a livelli più continui di torbe, argille e limi.

La deposizione pleistocenica termina in una lacuna stratigrafica (BORTOLAMI et al., 1984) durata da 9.000 a 12.000 anni a seconda della morfologia rispettivamente depressa o rilevata - alti morfologici - rispettivamente (TOSI, 1994). Durante tale lacuna, a causa del clima arido che comportò l'abbassamento del livello di base, la maggior parte degli ultimi strati argillosi di deposizione pleistocenica furono sottoposti ad un processo di sovraconsolidazione (GATTO & PREVIATELLO, 1974; TOSI, 1993, 1994).

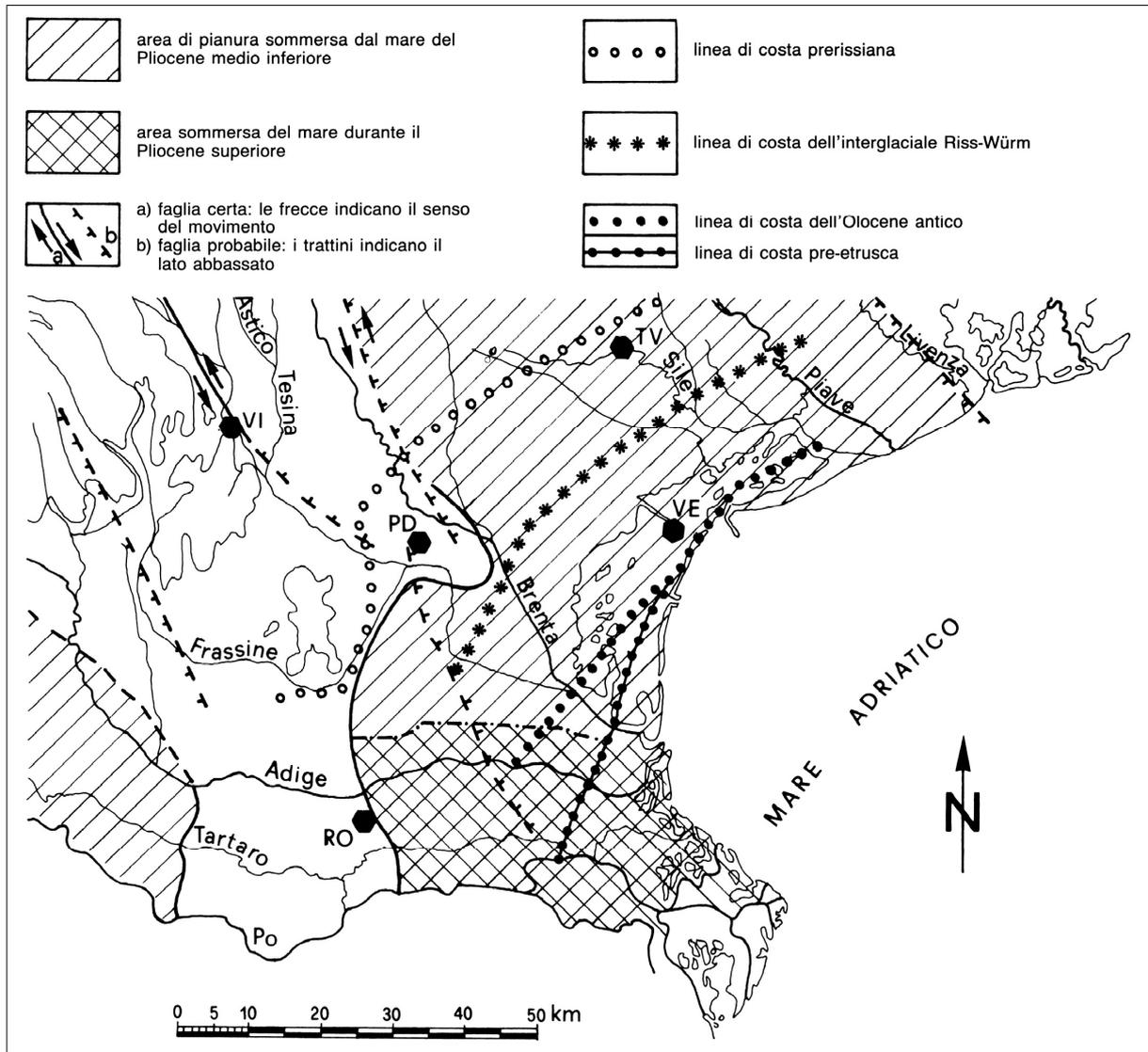


Figura 2 - Contesto geologico dell'area in esame (estratto da "Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale - V. Bassan et al., 1994 - inedito)

Queste argille sovraconsolidate, localmente chiamate "caranto" (interpretato come un paleosuolo), anche se discontinue, sono considerate un livello guida del limite Pleistocene/Olocene. Infatti la loro tipica colorazione giallastro-bruna e le caratteristiche fisiche, meccaniche e mineralogiche (BONARDI & TOSI, 1994) ne facilitano l'individuazione. La distribuzione del caranto è subordinata sia a cause primarie, come condizioni morfologiche preesistenti (zone depresse ed alti morfologici), sia a processi erosivi secondari, probabilmente dovuti alla divagazione del Brenta (GATTO, PREVIATELLO, 1974); oggi il caranto si presenta come un piastrone più o meno continuo, che tende ad affiorare in terraferma e si affossa gradualmente verso i litorali sotto una coltre olocenica di oltre 13 metri di spessore; si immerge quindi verso ESE con una pendenza media superiore a quella della bassa pianura veneta. Verso la terraferma, infatti, il caranto ha subito un più intenso processo di essiccamento rispetto alle zone più esterne, in quanto il periodo di emersione è stato maggiore (per avanzamento della laguna verso la terraferma in epoca più recente e per tasso di subsidenza inferiore).

5.1.2 L'Olocene

Con lo scioglimento dei ghiacciai continentali che causò l'innalzamento eustatico, la linea di costa iniziò a migrare verso nord e la paleopianura continentale venne via via sommersa dal mare. Lungo le coste dell'Adriatico

RELAZIONE GEOLOGICA

settentrionale la posizione raggiunta dalla linea di costa durante il periodo Atlantico, poco più di 6.000 anni or sono, varia da zona a zona, modellandosi sulle morfologie ereditate dall'ambiente continentale preesistente e dalle modificazioni che via via subiva la fascia di pianura retrostante la linea di spiaggia in continuo spostamento.

Nell'area veneziana la serie trasgressiva olocenica inizia talora con un livello discontinuo di limi argillosi e sabbiosi continentali originati da esondazioni e rotte fluviali a seguito dell'innalzamento del livello di base durante la fase cataglaciale (GATTO, 1980). Questo strato si presenta generalmente a struttura caotica, con brecce e clasti intraformazionali delle argille continentali sottostanti o rimaneggiato con i sedimenti marino - lagunari sovrastanti.

In altre situazioni, invece, i depositi trasgressivi iniziano con sabbie conchigliifere grossolane, più o meno limose, di ambiente marino – lagunare nella parte più orientale (litorale) della laguna e con argille grigio scure conchigliifere deposte sopra il caranto cui seguono argille e limi nerastri con molto materiale organico e torboso nella parte più interna.

La sequenza verticale dei sedimenti olocenici continua quindi con l'alternanza di depositi di ambiente marino o lagunare a volte intercalati da sedimenti di tipo continentale o da depositi che hanno subito una esposizione subaerea che evidenziano delle fasi regressive secondarie. In generale si deve distinguere la serie del versante lagunare, in cui predominano i sedimenti argillosi e torbosi, da quella sul lato a mare dove prevalgono i terreni sabbiosi legati alla genesi litoranea o a un regime lagunare sensibile alla vicinanza delle aperture a mare.

6 Caratteristiche geomorfologiche principali

Il microrilievo del territorio, che ad una prima analisi può sembrare sostanzialmente pianeggiante, evidenzia invece una delle strutture morfologiche tipiche dell'area, nonostante i notevoli rimaneggiamenti antropici: è stata infatti riscontrata la presenza di dossi naturali allungati e di dossi di origine fluviale (arginature naturali di vecchi percorsi di corsi d'acqua oramai estinti).

In generale un dosso fluviale è caratteristico di queste aree di bassa pianura; esso è costituito da litotipi sabbiosi, in corrispondenza del suo asse, e da litotipi a granulometria via via più fine allontanandosi da tale asse; ciò è dovuto alla perdita di energia dell'esondazioni man mano che ci si allontana dal corso d'acqua, con la conseguente perdita di capacità di trasporto. Essendo i litotipi sabbiosi e limoso-sabbiosi meno costipabili delle argille e dei limi laterali, viene anche ad accentuarsi l'originario risalto morfologico.

Per quanto riguarda i dossi naturali allungati, essi sono legati agli antichi tracciati dei corsi d'acqua principali (Brenta principalmente), talora ripresi e rimodellati da corsi d'acqua minori e di risorgiva.

Si riconoscono nella pianura perché costituiscono forme a dosso allungato nella direzione di flusso, dossi che rappresentano le fasce di esondazione e le arginature naturali dei corsi d'acqua stessi, con risalto morfologico più accentuato procedendo da monte verso valle; in alcuni casi rimangono le tracce dei paleoalvei di detti corsi d'acqua.

Questi lineamenti hanno tendenzialmente direzione da WNW ad ESE nell'area del Miranese, mentre vanno da ovest ad est nelle zone del Veneziano e della Riviera del Brenta. Non mancano però dossi allungati in direzione assolutamente diversa (nord – sud) dal gradiente topografico naturale: ciò è legato alle vicende della laguna di Venezia che con gli apporti sedimentari fluviali rischiava di rimanere interrata con sicura conseguente compromissione degli interessi economici che riguardavano la Serenissima.

Il microrilievo evidenzia inoltre alcune aree depresse: alcune sono allungate ed interposte tra i dossi sopra citati e sono scelte come vie preferenziali di corsi d'acqua minori, prevalentemente di risorgiva; talora le depressioni risultano intercluse, con deflusso superficiale ostacolato.

La presenza inoltre di rilevati artificiali di importanti dimensioni (altezza e lunghezza) quali quelli autostradale e ferroviario, pressochè perpendicolari alla pendenza, ostacolano fortemente il deflusso naturale delle acque superficiali.

7 Commento alla carta geologica e unità litologiche

Poiché la peculiarità dell'area in esame è rappresentata dalla tessitura dei terreni in esame, si è optato per la realizzazione di una Carta Geologica (Tavola n°1a - Area di intervento Dolo-Camin e Tavola n°1b - Area di intervento Mirano-Malcontenta-Fusina a scala 1:10.000) che riportasse i sistemi litologici con le caratteristiche litologico-tessiturali dei terreni di copertura fino a 1-2 m di profondità in rapporto al sistema deposizionale di appartenenza.

Tale carta è stata redatta sulla base delle indicazioni reperite in letteratura validate dal rilevamento di terreno svolto nelle aree in esame. In particolare ci si è basati sullo "Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia - parte centrale" a cura della Provincia di Venezia, Assessorato alla Protezione Civile.

In legenda i sistemi litologici sono raggruppati secondo quanto segue:

- Depositi alluvionali - tra cui vengono inclusi anche i depositi alluvionali ed i rimaneggiamenti dei corsi d'acqua di risorgiva.
- Depositi lagunari e lagune costiere - aree lagunari e paludi costiere antiche (più estese verso l'entroterra, riconoscibili per tracce di canali di marea, drenaggio difficoltoso, presenza di depositi di ambiente salmastro caratterizzati dalla presenza di conchiglie e salinità, per soggiacenza al livello mare) o bonificate nel corso dei tempi storici (come nel caso precedente ma anche visibili dal confronto con carte storiche). Vengono qui inclusi pure i depositi di alcune zone lagunari emerse, corrispondenti a isole lagunari nelle quali non è prevalente l'urbanizzazione. Inoltre, sono stati inseriti in questa classe le zone di transizione tra ambiente lagunare e litorale presenti sul lato interno dei lidi e del Cavallino. Infine, sono state riportate anche aree palustri lagunari (ex valli da pesca di S. Erasmo). Non sono invece stati indicati i depositi lagunari attuali, sommersi o appartenenti a velme e barene, coerentemente con gli analoghi studi relativi alle altre parti del territorio provinciale.
- Depositi litorali - si tratta di sedimenti trasportati a mare dai corsi d'acqua e depositi lungo la fascia costiera dopo essere stati rielaborati dalle correnti marine e dal moto ondoso. Si ricorda che nell'area centrale sono presenti ampie fasce di transizione tra l'ambiente litorale e quello lagunare, testimoniate dalla fitta e superficiale interdigitazione dei sedimenti appartenenti ai due sistemi considerati.
- Depositi di origine antropica - terreni di riporto di varia natura e a vario titolo, casse di colmata ed aree intensamente urbanizzate.

In linea generale, l'entroterra è stato oggetto di depositi prevalentemente alluvionali. Le aree lagunare, perilagunare e litorale rappresentano l'apparato deltizio dei principali corsi d'acqua dove gli ambienti deposizionali variano di posizione nel tempo e si interfacciano non sempre in maniera netta. In queste aree di transizione tra l'ambiente marino e quello continentale, la principale fonte di sedimentazione è data dai fiumi. Nel caso specifico si tratta di un'area di sedimentazione interdeltizia il cui modello è quello "spiaggia-barriera-laguna" (RICCILUCCHI, 1980), la cui tendenza può essere regressiva (avanzamento della terraferma), trasgressiva (arretramento della linea di costa) o stazionaria, in relazione al bilancio sedimentario. È noto che la laguna è stato il bacino recettore dei sedimenti principalmente del Brenta, il quale è stato estromesso a forza proprio per preservare l'ambiente lagunare dall'interramento e l'equilibrio sedimentario lagunare e litorale è attualmente mantenuto artificialmente.

I sistemi litologici individuati nel territorio indagato sono 6, di cui 2 di tipo sabbioso, 2 con limo e argilla prevalenti, 2 con limo prevalente ma misto a sabbia e argilla in varie proporzioni e con varie modalità. Sono state evidenziate le aree fortemente urbanizzate, dove il rilevamento non è stato possibile per l'alta percentuale di cementificazione.

I sistemi non sempre sono del tutto omogenei su tutto il territorio, in quanto sono stati accorpati tra loro litotipi molto ma non del tutto simili per evitare un'eccessiva frammentazione, dannosa per vari motivi e non utile allo scopo.

È da notare inoltre che le lavorazioni agronomiche rimescolano i depositi generalmente nel primo metro e disturbano i rapporti di intersezione tra i vari sistemi litologici, risultando spesso difficile l'interpretazione della successione temporale dei depositi stessi.

Le caratteristiche descrittive del sistema litologico, riportate in legenda, sono relative alla tessitura prevalente con la corrispondenza indicativa della classe tessiturale e della classe granulometrica U.S.D.A. Per una migliore comprensione di questi aspetti si riporta di seguito il significato delle sigle riportate in legenda per quanto riguarda i due aspetti sopraccitati.

7.1 Classi tessiturali presenti sul territorio

La classe tessiturale è la combinazione quantitativa specifica di sabbia, limo e argilla di un campione di suolo, riferita alla classificazione U.S.D.A. (U.S.D.A.,1973) della tessitura che definisce limiti per ogni classe di particelle minerali di diametro equivalente < 2 mm. Le classi tessiturali possono essere modificate dall'aggiunta di aggettivi idonei se lo scheletro supera il 15% in volume. Anche il contenuto in sostanza organica può giustificare l'uso di aggettivi modificatori per la classe tessiturale. Le classi citate nella legenda della carta per l'area in esame sono le seguenti:

- **A** argilla 40% o più di argilla, 45 % o meno di sabbia e meno del 40% di limo;
- **AL** argilla limosa 40% o più di argilla e 40 % o più di limo;
- **FLA** franco limoso argillosa Dal 27% (compreso) al 40 % (escluso) di argilla e 20% o meno di sabbia;
- **FA** franco argillosa Dal 27% (compreso) al 40 % (escluso) di argilla e dal 20% (escluso) al 45 % (compreso) di sabbia;
- **FSA** franco sabbioso argillosa Dal 20 % (compreso) al 35 % (escluso) di argille, meno del 28 % di limo e più del 45 % di sabbia;
- **FL** franco limosa 50% o più di limo e dal 12 % (compreso) al 27 % (escluso) di argilla , o dal 50 % al 80 % (escluso) di limo e meno del 12 % di argilla;
- **F** franca Dal 7 % (compreso) al 27 % (escluso) di argilla, dal 28 % (compreso) al 50 % (escluso) di limo e 52 % o meno di sabbia;
- **FS** franco sabbiose Dal 7 al 20 % di argilla, più del 52% di sabbia, e % di limo più 2 volte % di argilla è maggiore o uguale di 30; o meno del 7% di argilla, meno del 50 % di limo e più del 43% di sabbia;
- **SF** sabbie franche Tra il 70 e il 91 % di sabbia e % di limo più 1,5 volte % di argilla è uguale o maggiore di 15; e % di limo più 2 volte % di argilla è minore di 30;
- **S** sabbie Più dell' 85% di sabbia e % di limo più 1,5 volte % di argilla è minore di 15.

7.2 Classi granulometriche presenti sul territorio

La granulometria è il diametro di una particella minerale di suolo così come misurato da metodi di sedimentazione, setacciamento e micrometrici, dopo eliminazione della sostanza organica, e dei sali di calcio e solubilizzazione degli ossidi e idrossidi di ferro e alluminio. Influenza il comportamento fisico del suolo ed è importante per le interpretazioni agronomiche e ingegneristiche, per la determinazione delle qualità idrologiche del suolo e per la sua classificazione. Dà indicazioni sul comportamento geomeccanico prevalente (coesivo o frizionale); e sulla permeabilità di un suolo. Le classi citate nella legenda della carta per l'area in esame, ripartite secondo la classificazione U.S.D.A. (U.S.A.D,1973), appartengono tutte a terreni con scheletro (frammenti di roccia con diametro ≥ 2 mm) $< 35\%$ e sono le seguenti:

- **SAB** sabbiosa la terra fine è una sabbia più grossa della sabbia molto fine o una sabbia franca più grossa della sabbia molto fine franca
- **FRA** franca la terra fine è una sabbia molto fine franca, una sabbia molto fine o una tessitura più fine; l' argilla è inferiore al 35%
- **FGR** franco grossolana il 15% o più delle particelle è costituito da sabbia fine (0.100-0.250) o più grossolana compresi i frammenti di roccia fino a 75 mm; nella terra fine l'argilla è $< 18\%$
- **FFI** franco fine il 15% o più delle particelle è costituito da sabbia fine (0.100- 0.250) o più grossolana compresi i frammenti di roccia fino a 75 mm; nella terra fine l'argilla è $> 18\%$ e $<35\%$
- **LGR** limosa grossolana meno del 15% delle particelle è costituito da sabbia fine (0.100-0.250) o più grossolana compresi i frammenti di roccia fino a 75 mm; nella terra fine l'argilla è $< 18\%$
- **LFI** limosa fine meno del 15% delle particelle è costituito da sabbia fine (0.100-0.250) o più grossolana compresi i frammenti di roccia fino a 75 mm; nella terra fine l'argilla è $> 18\%$ e $<35\%$
- **ARG** argillosa la terra fine contiene il 35% o più di argilla
- **AFI** fine la terra fine contiene dal 35 al 59% di argilla

Inoltre in carta è riportata una finestra in cui si evidenzia la granulometria dei terreni presenti entro i primi 4 metri di profondità dell'area in esame. I dati utilizzati derivano dallo "Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia

RELAZIONE GEOLOGICA

- parte centrale" a cura della Provincia di Venezia, Assessorato alla Protezione Civile e si basano sull'analisi di dei numerosi dati stratigrafici presenti nella banca dati informatizzata delle prove geognostiche della Provincia di Venezia. Per l'area di intervento di Dolo-Camin, tale studio riguarda solo una parte dell'area interessata dal progetto, ragion per cui per la zona occidentale dell'area in esame non è stato possibile definire l'assetto granulometrico a tale profondità. Infatti, le informazioni reperite direttamente presso i comuni interessati non sono state sufficienti a fornire un quadro dettagliato dello schema granulometrico dei primi 4 m di profondità in quanto indicazioni troppo puntuali per poter essere estese ad un ambito più vasto.

Per l'area di intervento di Mirano e di Fusina i dati dello studio coprono interamente il territorio in esame.

Le litologie identificate nella Carta Geologica principale sono state assemblate in 3 classi litologiche corrispondenti quindi alla litologia prevalente (maggiore del 50% in spessore) fino alla profondità stabilita:

- **ARGILLE e LIMI** prevalenti comprendenti argille, argille limose, argille sabbiose, limi, limi argillosi, limi argilloso-sabbiosi, argille limoso-sabbiose;
- **LIMI SABBIOSI** prevalenti comprendenti limi sabbiosi;
- **SABBIE** prevalenti comprendenti sabbie e sabbie limose.

Con ciò si è inteso sostanzialmente differenziare (con notevole semplificazione) i materiali coesivi da quelli incoerenti, aventi comportamenti idraulici e geotecnici molto diversi ai fini di del progetto in esame.

8 Modello geologico di dettaglio

Si fornisce di seguito un modello geologico specifico delle varie tratte dell'opera analizzate. In attesa delle indagini in sito che permetteranno una definizione univoca dei caratteri litologici delle aree interessate, i dati utilizzati per la stesura di questo capitolo provengono dal materiale geologico allegato ai P.R.G.C. reperito presso i comuni interessati dal progetto.

Tuttavia, poiché alcuni comuni presentavano una documentazione geologica incompleta e/o mancante, le informazioni per completare lo scenario geologico sono state integrate con quelle provenienti dallo "Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia - parte centrale" a cura della Provincia di Venezia, Assessorato alla Protezione Civile.

Tutte le informazioni reperite sono state verificate sul terreno mediante rilevamento diretto. In particolare, nel tratto padovano del tracciato Dolo-Camin la carta geologica è stata completata quasi esclusivamente con i dati reperiti in campo. Per contro, non è stato possibile completare le due cartine riassuntive della granulometria nei primi quattro metri e della conseguente qualità geostrutturale per mancanza di dati oggettivi provenienti da sondaggi e prove penetrometriche.

In conseguenza di ciò, il grado di approfondimento dell'analisi potrà risultare differente sia tra le diverse tratte che all'interno di ciascuna di esse.

Nell'analisi si è posta particolare attenzione alle zone in cui verranno realizzati i futuri tralicci delle varie tipologie di linea in modo da fornire un assetto geologico dettagliato delle aree di scavo.

Per tutte le tratte, l'analisi è stata eseguita da E verso W seguendo il tracciato e facendo riferimento al numero dei tralicci della linea a 380 kV riportato in corografia in modo da poter individuare immediatamente l'area di cui si tratta.

Le informazioni di tipo geologico sono riportate nella Carta Geologica a scala 1:10.000 (Tavole n°1a e n°1b) allegata alla relazione.

8.1 Area di intervento Dolo-Camin

Le considerazioni geologiche di seguito riportate valgono per tutte le tipologie di linea (aerea e interrata, da 380 kV a 132 kV) che il progetto, prevede sebbene i riferimenti ai sostegni e a specifiche zone del tracciato siano riferiti essenzialmente alla linea a 380 kV.

In corrispondenza del comune di Dolo il progetto prevede, per la linea da 380 kV, la realizzazione di 15 nuovi sostegni per una lunghezza complessiva di circa 5 Km, in direzione dapprima SSW fino al sostegno n°4 e poi con senso all'incirca rettilineo E-W. Il brevissimo tratto in cui il tracciato della linea da 380 kV attraversa il comune di Camponogara è stato accorpato al territorio comunale di Dolo in quanto, dal punto di vista litologico, non si hanno differenze nella natura dei terreni attraversati.

Inoltre il progetto prevede, complessivamente, l'infissione di tre nuovi sostegni per la linea da 132 kV, semplice e doppia terna, per consentire il sovrappasso del nuovo elettrodotto da 380 kV in corrispondenza della campata tra i sostegni n°10 e n°11 di quest'ultimo.

L'assetto litologico generale è caratterizzato dalla presenza di terreni sabbiosi e sabbioso-limosi legati alla presenza dei vari paleolavei. Nella zona della centrale e dei primi sostegni (n°1-4) i terreni passano ad una componente maggiormente argilloso-limosa con numerose intercalazioni laterali.

La sequenza stratigrafia di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| <i>Comune di Dolo (sostegni n°1-9)</i> | <i>Comune di Dolo (sostegni n°10-12)</i> | <i>Comune di Dolo – (sostegni n°13-15)</i> |
|--|--|--|
| 0 – 0.50 m: coltre limoso-argillosa; 0.50 – 1.10 m: argilla limosa con vene di sabbia; 1.10 – 2.55 m: argilla debolmente limosa; 2.55 – 3.10 m: limo argilloso-sabbioso; 3.10 – 5.0 m: argilla debolmente limosa | 0 – 0.50 m: coltre limoso-argillosa; 0.50 – 2.40 m: argilla compatta; 2.40 – 3.40 m: argilla grigia; 3.40 – 4.20 m: sabbia medio-grossa; 4.20 – 5.0 m: argilla debolmente limosa | 0 – 0.90 m: terreno vegetale limoso-sabbioso passante a sabbia fine limosa; 0.90 – 1.30 m: limo sabbioso marrone; 1.30 – 1.50 m: sabbia fine limosa con livelletti di limo marrone; 1.50 – 1.65 m: limo molto sabbioso; 1.65 – 2.35 m: sabbia fine debolmente limosa; 2.35 – 2.50 m: limo argilloso, plastico, saturo d'acqua; 2.50 – 2.60 m: sabbia fine debolmente limosa; 2.60 – 2.80 m: limo argilloso; |

RELAZIONE GEOLOGICA

 2.80 – 3.0 m; argilla morbosa;
 3.0 – 3.5 m: sabbia medio fine in falda

Proseguendo verso W, il tracciato della linea da 380 kV attraversa in successione i comuni di Fiesso d'Artico, Fosso e Vigonovo, tutti con lunghezze inferiori al chilometro (estensione lineare complessiva di circa 1.3 Km) con la realizzazione di 3 nuovi sostegni (n°16-18), sebbene il n°19, già nel comune di Strà possa fare riferimento, litologicamente, all'inquadramento di seguito proposto. Inoltre in questa porzione del comune di Strà è prevista la realizzazione di un nuovo sostegno per la linea a 132 kV in corrispondenza della campata tra i sostegni n°16 e n°17 della linea a 380 kV.

L'assetto litologico generale è caratterizzato dalla presenza di terreni sabbioso-limosi miscelati in varie proporzioni con la componente fine (limi e argille) maggiormente presente sia in superficie che nei primi metri di sottosuolo.

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| <i>Zona centrale – Strà (sostegno n°16-17) e zona W – Fosso (sostegno n°18)</i> | <i>Zona W - Vigonovo (sostegno n°19)</i> |
|---|--|
| 0 – 0.40 m: limo sabbioso marrone; 0.40 – 1.10 m: argilla marrone grigia; 1.10 – 1.80 m: limo sabbioso marrone; 1.80 – 3.70 m: limo argilloso grigio; 3.70 – 6.20 m: sabbia fine grigia | 0 – 0.40 m: argilla marrone; 0.40 – 1.30 m: argilla grigio marrone; 1.30 – 2.0 m: limo sabbioso marrone; 2.0 – 4.20 m: argilla limosa marrone grigio; 4.20 – 6.0 m: sabbia fine grigia |

La porzione di tracciato di elettrodotto da 380 kV che si sviluppa all'interno del comune di Strà (lunghezza 1.5 Km - 6 nuovi sostegni) presenta un andamento abbastanza rettilineo in direzione W-E. All'interno del comune il progetto prevede inoltre la realizzazione di due nuovi sostegni di cui permette alla linea da 132 kV il sovrappasso di quella da 380 kV mentre il secondo funge da terminale per un raccordo della linea da 220 kV in semplice terna da realizzarsi a cavallo dei comuni di Strà e Vigonovo.

L'assetto geologico è caratterizzato dalla presenza di terreni sabbioso-limosi miscelati in varie proporzioni.

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| <i>Comune di Strà (sostegni n°20-21)</i> | <i>Comune di Strà (sostegni n°22-23)</i> | <i>Comune di Strà (sostegni n°24-25)</i> |
|---|---|---|
| 0 – 0.40 m: coltre erbosa con argilla marrone; 0.40 – 1.40 m: sabbia fine marrone; 1.40 – 3.60 m: argilla limosa grigio marrone; 3.60 – 6.10 m: argilla grigia | 0 – 0.40 m: coltre erbosa e argilla marrone; 0.40 – 1.60 m: argilla limosa marrone; 1.60 – 3.30 m: argilla grigio marrone; 3.30 – 3.90 m: limo argilloso grigio marrone; 3.90 – 4.60 m: argilla grigia; 4.60 – 6.10 m: limo argilloso grigio | 0 – 1.70 m: argilla marrone; 1.70 – 2.90 m: limo sabbioso marrone; 2.90 – 5.0 m: limo sabbioso grigio; 5.0 – 7.2 m: argilla grigia |

La porzione di tracciato di elettrodotto da 380 kV che si sviluppa all'interno del comune di Vigonovo presenta una lunghezza di 2.04 Km e prevede la realizzazione di 7 nuovi sostegni. All'interno del territorio comunale, il tracciato attraversa il fiume Brenta.

In sponda orografica sinistra del Brenta, l'area è caratterizzata da terreni superficiali (suolo 50-100 cm) con presenza di sabbia definibili come "medio impasto sabbioso" (localmente chiamate "dosane"). Al di sotto del primo metro di sottosuolo prevalgono terreni argilloso-limosi mentre verso i 15 m si nota la presenza di sabbie.

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| <i>Zona al confine con il comune di Strà (tralicci n°26-27)</i> |
|--|
| 0 – 0.40 m: coltre erbosa; 0.40 – 1.70 m: limo sabbioso marrone; 1.70 – 4.20 m: argilla marrone con materiale organico; 4.20 – 6.20 m: argilla grigio scuro; 6.20 – 9.50 m: sabbia limosa grigia |

Proseguendo verso W, l'assetto geologico è caratterizzato dalla presenza di terreni limoso-sabbiosi o sabbiosi con limo prevalente che si sviluppano per almeno 3-6 m di profondità. Questi litotipi presentano sempre una variabilità laterale molto elevata a causa del loro carattere lentiforme e non si presentano quasi mai in termini puri. A profondità

di 2-3 m esistono consistenti livelli sabbiosi diffuse però in maniera casuale in superficie, a causa dell'intensa attività di esondazione del fiume Brenta negli anni.

La sequenza stratigrafica presente in corrispondenza dell'idrovia Padova-Venezia è la seguente:

| <i>Comune di Vigonovo (sostegni n°25-27)</i> | <i>Comune di Vigonovo (sostegni n°27-30)</i> | <i>Comune di Vigonovo (sostegni n°31-32)</i> |
|---|---|---|
| 0 – 0.90 m: terreno vegetale; 0.90 – 3.20 m: limo argilloso-sabbioso marrone; 3.20 – 4.80 m: argilla grigio-marrone; 4.80 – 9.80 m: sabbia fine grigia | 0 – 1.4 m: terreno coltivo limoso sabbioso; 1.4 – 3.8 m: limo argilloso grigio con lenti di limo sabbioso; 3.8 – 9.30 m: sabbia fine grigia | 0 – 0.50 m: coltre erbosa e limo sabbioso marrone; 0.50 – 2.30 m: limo sabbioso marrone; 2.30 – 6.0 m: sabbia fine grigia |

La porzione di tracciato di elettrodotto da 380 kV che si sviluppa all'interno del comune di Saonara (lunghezza 3.6 Km - 16 nuovi tralicci) presenta un certo parallelismo con l'idrovia Padova-Venezia che scavalca in un punto.

L'assetto geologico è caratterizzato dalla presenza di terreni di natura prevalentemente sabbioso-limoso, caratterizzati da una frazione sabbiosa variabile tra il 40 e il 75% e da una frazione argillosa tra lo 0 e il 20%. In corrispondenza dell'area di futura realizzazione dei tralicci n°38 -41 non si esclude la presenza di lenti con frazione sabbiosa superiore al 70%.

La sequenza stratigrafica presente in corrispondenza dell'idrovia Padova-Venezia è la seguente:

| <i>Comune di Saonara (sostegni n°32-36)</i> | <i>Comune di Saonara (sostegni n°37-44)</i> |
|--|--|
| 0 – 3.0 m: terreno vegetale; 3.0 – 10.0 m: argilla; 10.0 – 15.0 m: sabbia; 15.0 – 16.0 m: torba | 0 – 2.0 m: terreno vegetale; 2.0 – 5.0 m: argilla; 5.0 – 12.0 m: sabbia; 12.0 – 15.0 m: argilla |

La porzione di tracciato di elettrodotto da 380 kV che si sviluppa all'interno del comune di Padova (lunghezza 1.3 Km - 7 nuovi tralicci) nonché l'area della centrale di Camin si presenta parallelo all'idrovia Padova-Venezia per poi piegare verso N in corrispondenza dell'autostrada A13 Bologna-Padova e giungere a Camin. Sempre all'interno del comune il progetto prevede la realizzazione di un nuovo sostegno per la linea in semplice terna da 220 kV per permettere il sovrappasso di quella da 380 kV in corrispondenza della campata 49-50 di quest'ultima. Inoltre anche all'interno della stazione di Camin è prevista la realizzazione di almeno tre nuovi sostegni, per provvedere ad ottimizzare l'andamento delle nuove linee con quelle vecchie.

L'assetto geologico, valevole per tutti gli interventi dell'area, è caratterizzato da una successione di terreni alluvionali di natura sabbioso-limoso-argillosa alquanto interdigerati. Si tratta di essenzialmente di limi e limi sabbioso-argillosi con subordinate sabbie limoso-argillose e argille sabbiose.

Data l'estrema urbanizzazione dell'area in esame e i rimaneggiamenti a cui i terreni sono stati sottoposti negli anni, la probabilità di una miscela tra le varie litologie è quasi certa.

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| |
|--|
| <i>Comune di Padova (stazione di Camin e sostegni n°45-51)</i> |
| 0 – 4.0 m: argille e limi |

8.2 Area di intervento di Mirano

Le considerazioni geologiche di seguito riportate valgono per tutte le tipologie di linea (aerea e interrata, da 380 kV a 132 kV) che il progetto prevede sebbene i riferimenti ai sostegni e a specifiche zone del tracciato siano riferiti essenzialmente alla linea a 380 kV.

In corrispondenza del comune di Venezia il progetto prevede la riqualificazione dell'area di Malcontenta-Fusina (vedi paragrafo 8.3) e lo sviluppo di nuove linee di cui la principale è quella dell'elettrodotto aereo da 380 kV tra Malcontenta e la nuova stazione di Mirano. Lo sviluppo lineare del tracciato all'interno del comune è di 2.7 km mentre i nuovi sostegni previsti sono 10.

L'assetto litologico generale è caratterizzato da una grande variabilità di terreni dovuti alla vicina presenza del mare e legati alla deposizione di acque non incanalate che frequentemente esondavano l'intera area del conoide del Brenta. In generale la parte di entroterra considerato è stata oggetto di depositi prevalentemente alluvionali che mostrano, a seconda delle zone, una forte variabilità nella componente litologica. In quest'area prevalgono i limi, limi sabbioso-

RELAZIONE GEOLOGICA

argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose alluvionali di colore marrone-oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali ed i catini interfluviali, già descritti in precedenza.

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| |
|--|
| <i>Comune di Venezia (sostegni n°1-10)</i> |
| 0 – 4.0 m: argille e limi |

Successivamente il tracciato entra nel comune di Spinea (sostegni n°11-12) per poi rientrare in quello di Mira (sostegno n°13) e nuovamente in quello di Spinea (traliccio n°14-16) per una lunghezza complessiva di 2.1 Km. L'assetto litologico generale può essere considerato analogo a quello già descritto in precedenza con predominanza di limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose alluvionali di colore marrone-oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali ed i catini interfluviali.

Si tratta di terreni a tessitura molto variabile (limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose) con colori pure variabile ma rientranti sempre nel campo del marrone-oliva. In pratica presentano generalmente contenuti in sabbia fino al 50% con contenuto in argilla inferiore al 30% e contenuto in limo superiore al 30%. Con contenuti in limo inferiori al 30%, il contenuto in sabbia può arrivare anche al 70% (spesso si tratta di sabbia fine o molto fine) e contenuto in argilla sempre superiore al 20%.

Il litotipo assume significati e caratteristiche lievemente diversi da zona a zona. Questo perché esso deriva dal rimescolamento di più strati in successione verticale (sono frequenti i casi di sabbia ricoperta di sedimenti fini limosi o argillosi, il tutto rimescolato in superficie) o in eteropia laterale (rimescolamento di sabbie con limi e argille laterali).

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| |
|---|
| <i>Comuni di Spinea e Mira (sostegni n°11-16)</i> |
| 0 – 4.0 m: argille e limi |

La porzione di tracciato presente all'interno del comune di Mira (lunghezza 1.9 Km - 8 nuovi sostegni) si sviluppa in direzione W con andamento abbastanza rettilineo. L'assetto litologico generale è caratterizzato dalla presenza di terreni a carattere argilloso prevalenti intercalati da fasce di terreni perlopiù sabbioso-limosi sparsi.

Si tratta di limi argillosi, argille limose, limi e argille di origine alluvionale di colore marrone-oliva in cui l'argilla supera il 30%, con un relativamente elevato contenuto in sabbia (fino al 40% circa – generalmente si tratta di sabbia fine o molto fine). Alternativamente il litotipo presenta contenuti in sabbia inferiori al 15-20% (sabbia fine o molto fine) e contenuto in limo superiore al 40 - 50%.

La tessitura prevalente è costituita quindi da argilla o limo che in campagna non si distinguono sempre con sufficiente oggettività: spesso nelle descrizioni dei sondaggi si legge "limo argilloso" o "argilla limosa". Zone con maggiori contenuti di argilla sono identificabili localmente: si tratta in pratica di fessurazioni nel suolo (con profondità anche dell'ordine del metro), che avvengono per ritiro dei minerali argillosi in condizioni di siccità.

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| |
|--|
| <i>Comune di Mira (sostegni n°17-23)</i> |
| 0 – 4.0 m: argille e limi |

L'area della futura stazione elettrica di Mirano presenta un assetto litologico generale caratterizzato dalla presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi con percentuale equivalente di limo e argilla. All'interno del territorio comunale è prevista la realizzazione di un solo nuovo traliccio per la linea da 380 kV (sostegno n°24) poco a E della stazione stessa, mentre in prossimità della stazione sono previsti due nuovi raccordi e un nuovo sostegno in prossimità del sostegno n°266 della linea a 220 kV.

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| |
|--|
| <i>Comune di Mirano - Zona della nuova S.E di Mirano e sostegno n°24</i> |
| 0 – 2.0 m: argilla limosa grigia, asciutta, sovraconsolidata |
| 2.0 – 12.0 m: sabbia |

8.3 Area di intervento di Malcontenta-Fusina 2

Le stazioni di Malcontenta e Fusina 2 si trovano sul territorio del comune di Venezia. In corrispondenza di entrambe sono previsti una serie di interventi volti a migliorare e/o ottimizzare il trasporto di energia elettrica per l'area in esame.

RELAZIONE GEOLOGICA

In generale gli interventi riguardano sia la costruzione di nuovi raccordi e/o varianti di linee all'interno delle stazioni, sia la realizzazione di nuovi tratti di elettrodotto in cavo. In particolare, è prevista la realizzazione di un elettrodotto in cavo da 380 kV tra le due stazioni per una lunghezza complessiva di circa 6.7 Km e quella di un elettrodotto in cavo da 132 kV tra la Malcontenta e la Stazione V (a ovest di Fusina 2). Inoltre è prevista la realizzazione di una nuova stazione elettrica di transito aereo/cavo a 380 kV denominata "Romea".

Tralasciando di fare specifici riferimenti agli interventi nei vari siti, le considerazioni che seguono sono relative sia ai nuovi sostegni che verranno realizzati nei raccordi all'interno delle stazioni sia agli scavi per la posa dei cavi tra le stesse.

L'assetto litologico generale è caratterizzato da una grande variabilità di terreni dovuti alla vicina presenza del mare e legati alla deposizione di acque non incanalate che frequentemente esondavano l'intera area del conoide del Brenta. In generale la parte di entroterra considerato è stata oggetto di depositi prevalentemente alluvionali che mostrano, a seconda delle zone, una forte variabilità nella componente litologica. In quest'area prevalgono i limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose alluvionali di colore marrone-oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali ed i catini interfluviali, già descritti in precedenza.

A Sud della stazione di Malcontenta, il tracciato si presenta interrato fino alla centrale di Fusina 2. I terreni attraversanti concordano con quelli già descritti in precedenza sebbene a Sud del canale industriale e in corrispondenza della stazione di Fusina 2 possano riscontrarsi, nell'ordine, limi sabbiosi e, in subordine, sabbie limose alluvionali di colore marrone-oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali ed i catini interfluviali e sabbie limose e limi sabbiosi alluvionali di colore marrone-oliva, appartenenti alla fascia di esondazione dei corsi d'acqua (attuali ed estinti) e costituenti le arginature naturali, con risalto morfologico rispetto ai terreni circostanti.

Il primo sistema litologico presenta, generalmente, contenuti in sabbia fino al 65 – 70%, contenuto in argilla inferiore al 17% e contenuto in limo inferiore al 50%. Il secondo sistema litologico è in prevalenza costituito da sabbie limose e limi sabbiosi di origine alluvionale; in superficie sono spesso rimescolati dalle lavorazioni e presentano termini più misti, mentre più in profondità aumenta la percentuale sabbiosa. In pratica presentano generalmente contenuti in sabbia oltre il 65 – 70% e contenuto in argilla e in limo inferiore al 30%.

La sequenza stratigrafica di riferimento più vicina alle aree in esame è la seguente:

| |
|---|
| <i>Comune di Venezia – Stazione di Malcontenta e stazione Romea</i> |
| 0 – 4.0 m: argille e limi |

| |
|---|
| <i>Comune di Venezia – Stazione di Fusina 2</i> |
| 0 – 4.0 m: sabbie |

9 Inquadramento idrogeologico generale

Il territorio della pianura tra Padova e Venezia può essere suddiviso in tre zone principali legate alla loro posizione rispetto alla catena alpina e ai corsi d'acqua che le bagnano.

9.1 L' Alta pianura

L'alta pianura contiene una falda freatica con superficie del pelo d'acqua libera, posta a una profondità che decresce andando dal piede dei rilievi verso valle. L'alimentazione di questa falda deriva soprattutto dalle dispersioni dei fiumi (Adige, Astico, Leogra, Brenta, Piave): una porzione della loro acqua si infiltra negli spazi tra le ghiaie e le sabbie e penetra in profondità, fino ad arrivare alle falde.

9.2 La media pianura

La media pianura è caratterizzata da una progressiva diminuzione delle ghiaie, che vengono suddivise in diversi strati separati da livelli di materiali fini limoso-argillosi (quindi a permeabilità bassissima). Di conseguenza la falda presente nell'alta pianura si suddivide in più falde sovrapposte e in pressione. La media pianura è caratterizzata dall'esistenza di pozzi artesiani, attraverso i quali l'acqua fuoriesce per pressione naturale, senza l'ausilio di pompe. In questa zona la superficie freatica, nel suo progressivo innalzamento verso il piano campagna, emerge in superficie, creando una fascia di caratteristiche sorgenti di pianura, dette risorgive.

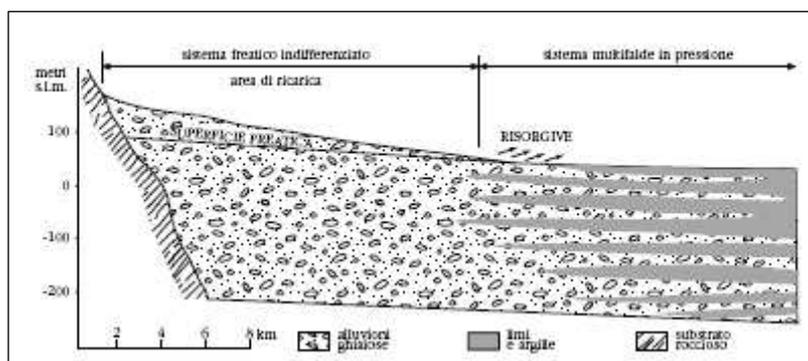


Figura 3 - Modello idrogeologico della pianura veneta. La figura rappresenta una sezione con direzione nord-sud.

9.3 La bassa pianura

Nella bassa pianura il sottosuolo è costituito in prevalenza da limi e argille, entro cui si intercalano livelli sabbiosi (legati ad esempio a paleovalle e a dune sepolte). I corpi acquiferi presenti sono in genere costituiti da falde in sabbia e non molto estese nel sottosuolo.

L'alimentazione delle falde è attribuibile principalmente a tre fattori:

- la dispersione dei corsi d'acqua;
- l'infiltrazione delle piogge;
- l'infiltrazione a valle delle acque di ruscellamento di versante, cioè quelle acque che scorrono lungo i versanti delle montagne e, una volta giunte a valle, si infiltrano nel sottosuolo andando ad alimentare le falde.

Per quanto riguarda gli esigui corpi acquiferi liberi superficiali, la loro alimentazione è affidata ad apporti esclusivamente locali, quali gli afflussi meteorici e la dispersione di acqua utilizzata per irrigazioni.

In questo territorio, la falda freatica ha superficie posta a debole profondità compresa tra 1 m (e anche meno) a 4 m; in alcune limitate zone è anche più profonda e spesso si trova in relazione con le acque superficiali ed è caratterizzata da oscillazioni stagionali contenute (dell'ordine di 1 - 2 m).

RELAZIONE GEOLOGICA

La superficie freatica è libera (in equilibrio con la pressione atmosferica) in corrispondenza delle zone più permeabili (dossi sabbiosi principali e zone sabbiose litorali); nella restante parte del territorio essa presenta una più o meno accentuata pressione e, quindi, risalianza, soprattutto dove la litologia di superficie è prevalentemente argillosa.

10 Modello idrogeologico di dettaglio

Si fornisce di seguito un modello idrogeologico specifico delle varie tratte dell'opera analizzate. In attesa delle indagini in sito che permetteranno una definizione univoca dei caratteri litologici e idrogeologici delle aree interessate, i dati utilizzati per la stesura di questo capitolo provengono dal materiale geologico allegato ai P.R.G.C. reperito presso i comuni interessati dal progetto.

Tuttavia, poiché alcuni comuni presentavano una documentazione geologica incompleta e/o mancante, le informazioni per completare lo scenario idrogeologico sono state integrate con quelle provenienti dallo "Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia - parte centrale" a cura della Provincia di Venezia, Assessorato alla Protezione Civile.

In conseguenza di ciò, il grado di approfondimento dell'analisi potrà risultare differente sia tra le diverse tratte che all'interno di ciascuna di esse.

Nell'analisi si è posta particolare attenzione alle zone in cui verranno realizzati i futuri tralicci delle varie tipologie di linea in modo da fornire un assetto geologico dettagliato delle aree di scavo.

Per tutte le tratte, l'analisi è stata eseguita da E verso W seguendo il tracciato e facendo riferimento al numero dei tralicci della linea a 380 kV riportato in corografia in modo da poter individuare immediatamente l'area di cui si tratta.

Si sottolinea come tutte le misurazioni di seguito riportate e relative alla soggiacenza della falda siano state effettuate nel corso degli ultimi 20 anni all'interno degli studi per i P.R.G.C., in periodi dell'anno e condizioni climatiche alquanto differenti, e che non sempre tali valori possono corrispondere a precisi valori attuali della soggiacenza della falda.

Al fine di raffigurare l'andamento della superficie piezometrica nell'area in esame, è stata realizzata una Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità della Falda superficiale (Tavola n°2a - Area di intervento Dolo-Camin e Tavola n°2b - Area di intervento Mirano-Malcontenta-Fusina a scala 1:10.000) in cui sono riportate le isopieze che interessano il territorio in esame e che evidenziano la presenza della falda più superficiale entro i primi 6 m di profondità. I dati per la realizzazione di tale carta derivano in parte dalle informazioni reperite direttamente presso i comuni interessati dal progetto, in parte dalla Carta piezometrica a scala 1:250.000 della Regione Veneto, e in parte dallo "Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia - parte centrale" a cura della Provincia di Venezia, Assessorato alla Protezione Civile.

Inoltre, i terreni interessati dal progetto sono stati suddivisi secondo le seguenti classi di permeabilità relativamente ai primi 1-2 m di sottosuolo. Le dimensioni dei granuli componenti un certo litotipo condizionano, insieme ad altri fattori (morfologia, grado di saturazione, ecc.), la capacità dei terreni di assorbire, trattenere o far passare l'acqua. In terreni di bassa pianura, quali quelli in esame, la granulometria diventa il fattore più importante; in prima approssimazione, quindi, si può identificare la permeabilità dei terreni in base alle caratteristiche granulometriche dei vari litotipi individuati.

Sulla base delle litologie definite precedentemente, sono state identificate delle classi di permeabilità dei suoli a cui è stato associato (con importanza solo indicativa) un valore di permeabilità.

| <i>Sistema litologico</i> | <i>Valori di permeabilità</i> | <i>Classe di permeabilità</i> |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Sabbie | $10^{-4} < K < 10^{-2}$ cm/s | Mediamente permeabile |
| Sabbie limose e/o argillose | $10^{-6} < K < 10^{-4}$ cm/s | Poco permeabile |
| Limi e argille | $K < 10^{-6}$ cm/s | Praticamente impermeabile |

Sempre all'interno della Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità della Falda superficiale è riportata l'indicazione della vulnerabilità intrinseca del primo acquifero che tiene conto delle caratteristiche di permeabilità del suolo, delle caratteristiche litologiche e di permeabilità dell'acquifero, delle caratteristiche della zona non satura, della soggiacenza della falda, delle capacità di depurazione del suolo, dell'infiltrazione efficace e della pendenza (ricavata da "Vulnerabilità intrinseca del primo acquifero nel territorio provinciale di Venezia, parte centrale" - P. ZANGHERI, 1999, inedito)

Il rischio di inquinamento della falda superficiale è generalmente molto elevato in tutto il territorio provinciale, in quanto in molte aree lo strato non-saturo è assente o di spessore di pochissimi metri (alla base del suolo è spesso presente la falda freatica). Si tratta di un rischio che non comporta, normalmente, conseguenze per l'approvvigionamento idropotabile, ma che va comunque tenuto debitamente presente per le conseguenze che può avere sull'ambiente (inquinamento del suolo, inquinamento della rete idrica superficiale interconnessa con la falda...) e su alcune attività produttive (agricoltura in primis).

10.1 Area di intervento Dolo-Camin

Nel territorio comunale di Dolo, l'andamento del deflusso idrico superficiale è diretto principalmente NW verso SE. La falda superficiale è mediamente riscontrabile tra 1.0 e 5.0 m dal piano campagna sebbene quest'ultimo valore si riscontri esclusivamente nella parte alta del comune. In corrispondenza del tracciato in esame, le misurazioni indicano una profondità compresa tra 1 e 2 m dal piano campagna. In particolare, le misurazioni disponibili mostrano i seguenti valori:

| | | |
|---|--|--|
| <i>Comune di Dolo (sostegni n°1-3 e centrale)</i> | <i>Comune di Dolo (sostegni n°10-12)</i> | <i>Comune di Dolo (sostegni n°13-15)</i> |
| Soggiacenza: - 1.20 m | Soggiacenza: - 1.60 m | Soggiacenza: - 1.40 m |

Nel territorio comunale di Strà, la falda superficiale è mediamente riscontrabile tra 1.0 e 3.0 m dal piano campagna. In particolare, le misurazioni disponibili mostrano i seguenti valori:

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| <i>Comune di Strà (sostegno n°16)</i> | <i>Comune di Strà (sostegni n°20-22)</i> | <i>Comune di Strà (sostegni n°24-25)</i> |
| Soggiacenza: - 1.20 m | Soggiacenza: - 0.85 m | Soggiacenza: - 1.77 m |

Nel territorio comunale di Vigonovo, la falda superficiale è mediamente riscontrabile tra 1.0 e 4.0 m di profondità, contenuta in acquiferi prevalentemente sabbiosi, ma talvolta anche in livelli a bassa permeabilità. La variabilità nella composizione litologica dei terreni, sia lateralmente che verticalmente, determina condizioni diverse di permeabilità. In corrispondenza dell'idrovia Padova-Venezia, le misurazioni indicano una profondità compresa tra 1 e 2 m dal piano campagna. Gli stessi valori rappresentano l'oscillazione della falda tra la fase di piena e quella di magra. In particolare, le misurazioni disponibili mostrano i seguenti valori:

| | |
|--|--|
| <i>Comune di Vigonovo (sostegni n°28-30)</i> | <i>Comune di Vigonovo (sostegni n°25-27)</i> |
| Soggiacenza: - -1.62 m | Soggiacenza : - 1.65 m |

Nel territorio comunale di Saonara, l'andamento del deflusso idrico sotterraneo è diretto principalmente da NW verso SE. La falda superficiale è mediamente riscontrabile tra 4.50 m da p.c. e 7.50 m da p.c. (presumibilmente in condizioni di piena). Nell'area in cui è previsto lo sviluppo del tracciato, la profondità della falda è molto variabile a causa principalmente della presenza dell'idrovia Padova-Venezia che contiene acqua di falda e che si comporta come un dreno di notevoli dimensioni, mettendo altresì in comunicazione falde originariamente non interconnesse.

Nell'area circostante l'idrovia la falda si trova a profondità comprese tra 1 e 2 m dal piano campagna. In particolare, le misurazioni disponibili mostrano i seguenti valori:

| | | |
|---|---|---|
| <i>Comune di Saonara (sostegni n°32-35)</i> | <i>Comune di Saonara (sostegni n°36-38)</i> | <i>Comune di Saonara (sostegni n°40-43)</i> |
| Soggiacenza: - 1.6 m | Soggiacenza: - 3.4 m | Soggiacenza: - 2.23 m |

Nel territorio comunale di Padova, l'area in esame ricade all'interno delle isopieze 5 m e 6 m sul livello del mare. Non sono disponibili altri dati che permettano una migliore definizione della soggiacenza della falda.

10.2 Area di intervento di Mirano

Nel territorio comunale di Venezia, l'area ricade all'interno delle isopieze 1 m e 3 m sul livello del mare. Non sono disponibili altri dati che permettano una migliore definizione della soggiacenza della falda.

Nel territorio comunale di Mirano, la falda superficiale è mediamente riscontrabile tra 1.0 m da p.c. e 3.5 m da p.c.. In particolare, le misurazioni disponibili mostrano i seguenti valori:

| |
|---|
| <i>Comune di Mirano - Zona della nuova S.E. di Mirano e sostegno n°24</i> |
| Soggiacenza: -1.1 m |

Nel territorio comunale di Mira, l'andamento delle linee isofreatiche evidenzia un generale deflusso da NW verso SE ed una fascia a morfologia più complessa ed articolata nell'area centrossettentrionale del territorio. L'area del comune interessata dal progetto in esame ricade all'interno delle isopieze 2 m e 4 m sul livello del mare. Non sono disponibili altri dati che permettano una migliore definizione della soggiacenza della falda.

10.3 Area di intervento di Malcontenta-Fusina 2

Nel territorio comunale di Venezia, l'area ricade all'interno delle isopieze 1m e 3 m sul livello del mare. Non sono disponibili altri dati che permettano una migliore definizione della soggiacenza della falda.

11 Sismicità dell'area

Secondo la nota esplicativa dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n.105 del 8/5/2003), ultima referenza per ciò che riguarda le aree sismiche, i comuni su cui si sviluppano i tracciati ricadono tutti in zona IV definita come "non classificata" dal punto di vista sismico.

Comuni sismici secondo la D.C.R. n°67 del 3 dicembre 2003

| Comune | Zona sismica |
|-----------------|---------------------|
| Dolo | 4 |
| Fiesso d'Artico | 4 |
| Camponogara | 4 |
| Fossò | 4 |
| Strà | 4 |
| Vigonovo | 4 |
| Saonara | 4 |
| Padova | 4 |
| Mira | 4 |
| Mirano | 4 |
| Spinea | 4 |
| Venezia | 4 |

12 Considerazioni geotecniche

Si fornisce di seguito una caratterizzazione geotecnica generale sui terreni interessati dalla realizzazione del progetto.

In attesa delle indagini in sito che permetteranno una definizione univoca dei caratteri litologici delle aree interessate, i dati utilizzati per la stesura di questo capitolo provengono dal materiale geologico allegato ai P.R.G.C. reperito presso i comuni interessati dal progetto.

Tuttavia, poiché alcuni comuni presentavano una documentazione geologica incompleta e/o mancante, le informazioni per completare lo scenario geotecnico sono state integrate con quelle provenienti dallo "Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia - parte centrale" a cura della Provincia di Venezia, Assessorato alla Protezione Civile.

Nonostante ciò, tuttavia, non è stato possibile definire un inquadramento geotecnico di dettaglio al pari di quello geologico e idrogeologico riportati precedentemente in quanto le informazioni erano troppo generalizzate e non riferibili a situazioni puntuali.

Infatti, la variabilità delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni può essere considerata assai elevata in considerazione delle dimensioni dell'area di indagine, tanto più che essa comprende zone con alluvioni antiche e recenti, isole lagunari e cordoni litorali. Sostanzialmente si tratta di terreni con qualità meccaniche raramente ottime, in alcune zone buone (soprattutto nelle fasce litorali e nei sedimenti più antichi), per lo più variabili da discrete a scadenti, in alcuni casi pessime. Si fornisco di seguito i parametri caratteristici assegnabili ai terreni interessati dalle opere, precisando che i dati definitivi saranno disponibili una volta effettuate le indagini geognostiche propedeutiche al progetto.

| <i>Sabbie</i> | <i>Limi e argille</i> |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $\Phi = 28^{\circ}\text{-}36^{\circ}$ | $\Phi = 25^{\circ}\text{-}30^{\circ}$ |
| $C_u = 250 \text{ KPa}$ | $C_u = 30 \text{ KPa}$ |

Inoltre in carta è riportata una finestra in cui si evidenzia la classe geostrutturale dei terreni presenti entro i primi 4 metri di profondità dell'area in esame. I dati utilizzati derivano dallo "Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia - parte centrale" a cura della Provincia di Venezia, Assessorato alla Protezione Civile e si basano sull'analisi di dei numerosi dati stratigrafici presenti nella banca dati informatizzata delle prove geognostiche della Provincia di Venezia.

Per l'area di intervento di Dolo-Camin, tale studio riguarda solo una parte dell'area interessata dal progetto, ragion per cui per la zona occidentale del territorio in esame non è stato possibile definire l'assetto granulometrico in profondità. Infatti, le informazioni reperite direttamente presso i comuni interessati non sono state sufficienti a fornire un quadro dettagliato dello schema granulometrico dei primi 4 m di profondità in quanto informazioni troppo puntuali per poter essere estese ad un ambito più vasto.

Per l'area di intervento di Mirano e per quella di Malcontenta-Fusina 2 i dati dello studio coprono quasi interamente il territorio in esame, lasciando scoperte solo alcune zone attualmente già fortemente urbanizzate, il cui assetto geologico non è definibile (zona a Nord del Naviglio del Brenta).

Tale zonizzazione è stata riferita ad una profondità di circa 4-6 m in quanto le prove penetrometriche reperite arrivano quasi sempre a profondità di almeno 10 m, mentre i dati di sondaggi disponibili sono diffusi solo per i primi 4 m. Inoltre la profondità considerata è quella in cui normalmente vengono distribuiti i carichi di opere di modeste dimensioni quali i sostegni per tralicci elettrici. La zonazione è stata fatta in maniera del tutto generale, volta semplicemente a fornire elementi preliminari per la progettazione delle opere di sostegno.

Di conseguenza è possibile definire le caratteristiche geomeccaniche dei terreni dell'area in esame come segue:

| | |
|---|--|
| <i>Caratteristiche geotecniche BUONE</i> | Le zone sabbiose con consistenza da dura a molto dura e una resistenza alla punta compresa tra 50 e 100 kg/cm ² |
| <i>Caratteristiche geotecniche DISCRETE</i> | I limi argillosi e le argille limose asciutte con caranto e i limi sabbiosi e le sabbie limose con una consistenza media e una resistenza alla punta compresa tra 20 e 50 kg/cm ² |
| <i>Caratteristiche geotecniche MEDIOCRI</i> | I terreni sabbiosi a percentuale fine variabile con una consistenza media e una resistenza alla punta compresa tra 10 e 20 kg/cm ² |
| <i>Caratteristiche geotecniche SCADENTI</i> | I limi argillosi e le argille limose di fondo lagunare e palustre con una consistenza da variabile a molto molle e una resistenza alla punta compresa tra 5 e 10 kg/cm ² |
| <i>Caratteristiche geotecniche PESSIME</i> | I terreni torbosi con una consistenza nulla e una resistenza alla punta compresa < 5 kg/cm ² |

RELAZIONE GEOLOGICA

Sulla base di questi dati si è cercato di definire una tabella di sintesi che evidenziasse il grado di criticità dei terreni interessati in funzione dei sostegni e delle future stazioni.

Si sottolinea come questa tabella sia, ad oggi, puramente qualitativa e non quantitativa; essa, infatti, non fornisce valori di parametri geotecnici ma solamente indicazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere e sul grado di criticità che si andrà ad affrontare. Inoltre tali considerazioni sono valide solo per l'apertura degli scavi delle opere i fondazione in quanto nessuna valutazione è stata ancora fatta sulle fondazioni stesse e/o sui cedimenti a cui esse potranno andare incontro.

| Area di intervento Dolo-Camin | Elementi di sensibilità | Criticità geologica |
|---|--|----------------------------|
| Stazione di Dolo | Terreni sabbiosi, falda freatica a -1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi discreta | criticità bassa |
| Linea 380 kV - Sostegni n°1 - 6 | Terreni sabbiosi, falda freatica a -1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi discreta | criticità bassa |
| Linea 380 kV - Sostegno n°7 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a -1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Linea 380 kV - Sostegni n°8 - 13 | Terreni sabbiosi, falda freatica compresa tra -1.0 m e -2.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi discreta | criticità bassa |
| Linea 380 kV - Sostegni n°14 - 16 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica tra -1.0 m e -2.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Linea 380 kV - Sostegno n°17 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a -1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Linea 380 kV - Sostegni n°18 - 20 | Terreni sabbiosi, falda freatica a -1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi discreta | criticità bassa |
| Linea 380 kV - Sostegni n°21 - 23 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a -1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Linea 380 kV - Sostegni n°24 - 25 | Terreni sabbiosi, falda freatica a -2.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi discreta | criticità bassa |
| Linea 380 kV - Sostegni n°26 - 28 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica tra -1.5 m e -2.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Linea 380 kV - Sostegni n°29 - 30 | Terreni sabbiosi, falda freatica tra -1.5 m e 2.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi mediocre | criticità media |
| Linea 380 kV - Sostegni n°31 - 32 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a -1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Linea 380 kV - Sostegni n°33 - 44 | Terreni sabbiosi, falda freatica tra -1.0 m e -3.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi discreta | criticità bassa |
| Linea 380 kV - Sostegni n°45 - 51 e stazione di Camin | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a -5.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi mediocre | criticità media |

RELAZIONE GEOLOGICA

| Area di intervento Mirano | Elementi di sensibilità | Criticità geologica |
|--|--|----------------------------|
| Stazione di Malcontenta | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a - 1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente/pessima | criticità alta-molto alta |
| Linea 380 kV - Sostegni n°1 - 3 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a - 1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Linea 380 kV - Sostegni n°4 - 15 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica tra - 1.5 m e 2.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi mediocre | criticità media |
| Linea 380 kV - Sostegno n°16 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a - 1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Linea 380 kV - Sostegni n°17 - 23 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica tra - 1.0 m e 2.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi mediocre | criticità media |
| Linea 380 kV - Sostegni n°24 - 25 e stazione di Mirano | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a quasi superficiale = stabilità degli scavi pessima | criticità alta-molto alta |

| Area di intervento Malcontenta-Fusina 2 | Elementi di sensibilità | Criticità geologica |
|--|--|----------------------------|
| Stazione di Malcontenta | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a - 1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente/pessima | criticità alta-molto alta |
| Area tra Malcontenta e Romea | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a - 1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |
| Area tra Romea e Fusina 2 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a - 1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadenti | criticità alta |
| Stazione di Fusina 2 | Terreni limosi e argillosi, falda freatica a - 1.0 m dal p.c. = stabilità degli scavi scadente | criticità alta |

13 Criteri progettuali delle strutture di fondazione

13.1 Elettrodotti 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 di terra.

Per sostegni ubicati su terreni dalle buone/discrete caratteristiche geotecniche, le fondazioni di ogni sostegno saranno di tipo diretto e caratterizzate dalla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati).

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 m³; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m.

Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggettamento della fossa con una pompa di esaurimento.

In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle cassature, il getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

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 reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente.

In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono 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, vale a dire nelle 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.

Per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono da considerare fondazioni speciali (pali trivellati e micropali), che verranno definite sulla base di apposite indagini geotecniche.

In questo caso le opzioni possibili comprendono la realizzazione di pali trivellati o micropali a seconda delle caratteristiche del terreno. Nel primo caso, gli scavi riguarderanno la realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 m³ circa per ogni fondazione, posa dell'armatura e getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio. Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge.

Nel secondo caso, verranno realizzati una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista. Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 m³. Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato.

In considerazione della bassa soggiacenza della falda, la quasi totalità dei sostegni del tracciato Dolo-Camin avranno le fondazioni sotto la superficie media della falda, oppure verranno interessati dalle oscillazioni stagionali. Per evitare fenomeni di cedimento, dove possibile, sarà sempre opportuno posare il piano di fondazione al di sotto della linea di minima escursione della falda, in modo che la fondazione rimanga sempre "a mollo" e non sia soggetta alle

oscillazioni piezometriche; per evitare il veloce deterioramento delle caratteristiche strutturali del calcestruzzo, a causa dell'aggressione chimico-fisica dell'acqua di falda, occorrerà che abbia una resistenza caratteristica $R_{CK} \geq 350$ kg/cm² (≥ 35 N/mm²) e una classe di esposizione ambientale almeno XA2.

13.2 Elettrodotti in cavo interrato

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

- esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
- stenditura e posa del cavo;
- reinterro dello scavo fino a piano campagna.

Solo la prima e la terza fase comportano movimenti di terra

L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga circa 1 m per una profondità di 1.5 m, prevalentemente su sedime stradale.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, 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.

Il materiale di riempimento potrà essere miscelato con sabbia vagliata o con cemento 'mortar' al fine di mantenere la resistività termica del terreno al valore di progetto.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono 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.

13.3 Stazioni elettriche

I movimenti di terra per la realizzazione o l'ampliamento di una stazione elettrica consistono nei lavori civili di preparazione del terreno e negli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni macchinario, torri faro, etc).

L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita essenzialmente dall'area su cui insisterà l'impianto.

I lavori civili di preparazione consisteranno in un eventuale sbancamento/riporto al fine di ottenere un piano a circa - 600÷800 mm rispetto alla quota del piazzale di stazione; 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 delle 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 sono 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.

14 Stabilità degli scavi

In fase di esecuzione delle opere sarà necessario prevedere uno scavo di sbancamento per raggiungere il piano fondazionale: si pone quindi il problema della stabilità delle scarpate di scavo.

Occorrerà garantire la massima sicurezza in fase di scavo, per evitare l'innescarsi di superfici di scivolamento all'interno dei fronti di scavo. Sarà quindi opportuno procedere gradatamente, fino ad arrivare all'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 tecnici particolarmente lunghi, occorrerà provvedere alla copertura dei fronti di scavo con teli, partendo da almeno 2 m dal ciglio della scarpata, per evitare eccessive infiltrazioni dell'acqua piovana.

Trattandosi di scavi di altezza modesta (4 m), si omette una verifica analitica tramite metodi di calcolo affinati; si ritiene infatti che una scarpa avente un rapporto tra lunghezza e altezza pari a $3/2$ sia più che sufficiente a garantire la sicurezza delle maestranze al lavoro nello scavo. Al contrario, nel caso di scavi verticali, sarà sufficiente utilizzare delle palancolate infisse o sostenute tramite aste perpendicolari di contropinta.

15 Bibliografia

- BASSAN V. (1997) - "Relazione geologica delle isole lagunari" - Comune di Venezia - Estratto dal P.R.G. di Venezia.
- BASSAN V. (1998) - "Piano Territoriale Provinciale di Venezia - Studio geologico per la versione definitiva del Piano" - Provincia di Venezia - Inedito.
- BASSAN V., VITTURI A. (2003) - "Lo studio geoambientale della provincia di Venezia, parte centrale" - Atti del "4th European Congress on Regional geoscientific Cartography and Information Systems" (Sessione Poster), Bologna.
- BONARDI M., TOSI L. (1994) - "Studio granulometrico mediante Image Analysis (I.A.) delle sabbie tardo quaternarie del cordone litoraneo della laguna di Venezia" - C.N.R. Progetto Sistema Lagunare, Venezia.
- BONARDI M., TOSI L. (1995) - "Caratterizzazione e differenziazione mineralogica dei livelli sabbiosi tardo-quaternario del litorale veneziano" - Il Quaternario, 8 (2).
- BORTOLAMI G. et al. (1984) - "Natural subsidence in the lagoon of Venice" - In "Land subsidence" - IAHS n. 151, Proc. 3rd Int. Symp. on Land Subsidence.
- GATTO P. "Il sottosuolo del litorale veneziano" - CNR - ISDGM - TR 108 (1980).
- GATTO P., PREVIATELLO P. (1974) - "Significato stratigrafico, comportamento meccanico e distribuzione nella laguna di Venezia di una argilla sovraconsolidata nota come "caranto" - Università di Padova (Facoltà di Ingegneria - Istituto di Costruzioni Marittime e di Geotecnica).
- KENT V. et al. (2002) - "Emergence of Venice during the Pleistocene" - Quaternary Science Review.
- LEOPARDI P. et al. (1973) - Sintesi geologica e geofisica riguardante l'area veneziana e le zone limitrofe. Servizio geologico d'Italia, Roma
- PROVINCIA DI VENEZIA (2003) - Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia, parte centrale. 112 pp.
- TOSI L. (1993) - "Caratteristiche geotecniche del sottosuolo del litorale veneziano" - C.N.R. Progetto Sistema Lagunare, Venezia.
- TOSI L. (1994) - "I sedimenti tardo-quaternari dell'area litorale veneziana: analisi delle caratteristiche fisico-meccaniche" - Estratto da "Geologia Tecnica & Ambientale n. 2.
- TOSI L. (1994) - "L'evoluzione paleoambientale tardoquaternaria del litorale veneziano nelle attuali conoscenze" - Il Quaternario, 7(2).
- REGIONE VENETO (2005) - Carta piezometrica della Regione Veneto a scala 1:250.000.
- RICCI LUCCHI F. 1980. Sedimentologia. Universitaria Ed.. Bologna, parte III, pp. 276-284.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, USDA (1973) - U.S.D.A Soil Taxonomy
- ZANFERRARI A. et al. "Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale" - Mem. Scienze Geol. XXXV, Padova (1982).