

**Razionalizzazione della rete elettrica di alta tensione
nelle aree di Venezia e Padova**

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE



Storia delle revisioni

Rev.	Del	Descrizione
00	15/09/2016	Prima emissione

Elaborato	Verificato	Approvato
 M. Sandrucci	E. Marchegiani ING/SI-SAM	N. Rivabene ING/SI-SAM

m010CI-LG001-r02

Indice

1	INTRODUZIONE.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	6
3.1	Descrizione delle opere	6
3.2	Modalità costruttive e di posa	9
3.2.1	Elettrodotti aerei	9
3.2.2	Elettrodotti in cavo	30
3.2.3	Stazioni Elettriche	37
3.1	VALUTAZIONE PRELIMINARE DEI VOLUMI DI SCAVO	39
3.1.1	Valutazioni per l'Area A	39
3.1.2	Valutazioni per l'Area C	41
3.2	Dismissioni.....	44
3.3	DURATA DELL'ATTUAZIONE E CRONOPROGRAMMA	44
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	45
4.1	L'evoluzione paleogeografica nel Quaternario	45
4.2	L'evoluzione paleogeografica nel Pleistocene	46
4.3	L'evoluzione paleogeografica nell'Olocene	46
5	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE	47
6	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	49
7	SISMICITA' DELL'AEREA	50
7.1	Risposta sismica locale e profili di suolo sismico	52
8	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	57
8.1	L' Alta pianura	57
8.2	La media pianura	57
8.3	La bassa pianura	57
8.4	Modello idrogeologico di dettaglio	58
9	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI.....	59
10	STABILITA' DEGLI SCAVI E CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI	60
11	QUADRO SINOTTICO DEGLI INTERVENTI	62
11.1	Elettrodotti aerei	62
11.2	Stazioni elettriche	65
11.3	Interramenti	65
12	CONCLUSIONI	66
13	ALLEGATI	67

1 INTRODUZIONE

Terna S.p.A., con atto notarile Rep. n. 18464 del 14.03.2012, ha conferito procura a Terna Rete Italia S.p.A. (costituita con atto notarile Rep. n. 18372/8920 del 23.02.2012 e interamente controllata da Terna S.p.A.) affinché la rappresenti nelle attività di concertazione, autorizzazione, realizzazione ed esercizio della RTN.

Terna, nell'ambito dei suoi compiti istituzionali, predispone annualmente il Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Il Piano di Sviluppo edizione 2016 riporta, tra gli interventi che Terna intende realizzare per tramite della Società Terna Rete Italia S.p.A., l'intervento denominato "**Razionalizzazione 380 kV fra Venezia e Padova**".

L'intervento nasce dall'esigenza di:

- rafforzare la magliatura della rete elettrica in Veneto;
- potenziare la capacità di connessione, trasformazione e trasmissione in sicurezza della potenza prodotta nell'area di Marghera-Fusina, verso l'area di carico di Padova;
- rendere disponibile la suddetta potenza prodotta, sulla rete a 380 kV.

Inoltre, come ufficializzato dalla D.G.R. 181 del 30 gennaio 2007, Terna S.p.A. e la Regione Veneto, intendono perseguire congiuntamente l'obiettivo di rendere la rete elettrica nell'area di Fusina compatibile con i programmi di miglioramento ambientale previsti nel piano di realizzazione delle opere del Progetto Integrato Fusina (P.I.F.) approvato con D.G.R. 07/08/2006 n. 2531.

La Regione Veneto ha infatti definito un Accordo di Programma per la gestione dei fanghi derivanti dal dragaggio dei canali di grande navigazione e la riqualificazione ambientale, paesaggistica, idraulica e viabilistica dell'area Malcontenta-Marghera. Per la realizzazione delle opere per il conferimento dei fanghi è necessario lo spostamento di elettrodotti appartenenti alla RTN, interferenti con le attività di scavo e di deposito.

Nel 2011 Terna aveva già ottenuto l'autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio per l'intervento "Razionalizzazione fra Venezia e Padova", ma successivamente nel 2013 è stata annullata in conseguenza della sentenza del Consiglio di Stato n. 3205/2013.

Il presente progetto si differenzia rispetto al precedente, adattandosi alla mutata condizione infrastrutturale del territorio: in particolar modo:

- il tracciato dell'elettrodotto a 380 kV Dolo-Camin è stato modificato per essere compatibile con il nuovo progetto preliminare dell'Idrovia/Scolmatore Padova-Venezia, riprogettata in classe europea di navigazione V; inoltre, la linea è stata modificata anche nella tipologia e nella altezza dei sostegni, al fine di ridurre ulteriormente l'impatto visivo.
- relativamente alla Stazione Elettrica di Malcontenta, la sua localizzazione è stata condivisa con la Regione Veneto per addivenire ad una soluzione compatibile con gli interventi sulla rete idraulica del bacino Lusore.

L'intero progetto si sviluppa in due aree di intervento: "**Area di intervento Dolo – Camin**", tra le province di Venezia e Padova, e "**Area di intervento Fusina - Malcontenta**", nei comuni di Venezia e Mira.

La presente Relazione Geologica è redatta in conformità a quanto stabilito dal D.M. LL.PP. 11 marzo 1988: "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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" ed alla Circ. LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483 "Istruzioni 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 delle terre e delle opere di fondazione.

Per lo svolgimento del presente lavoro, inoltre, si è tenuto conto del D. Lgs n. 163 del 2006 (Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE). e del D.M. 14/01/2008 (Testo Unico- Norme tecniche per le costruzioni).

Per le aree interessate dagli interventi in oggetto, lo studio persegue il fine di fornire un panorama delle conoscenze del territorio ed effettuare una valutazione per caratterizzare i terreni interessati dalla realizzazione degli interventi previsti in progetto, unitamente ad una caratterizzazione sismica, geomorfologica ed idrogeologica delle aree di lavorazione.

Quanto di seguito riportato costituisce una prima analisi delle caratteristiche geologico-tecniche dell'area di studio, sulla base dei dati direttamente desunti nel corso di specifici sopralluoghi effettuati in situ.

Ovviamente, il carattere preliminare del lavoro, evidenziato dalla caratterizzazione litologica dei terreni non su base geognostica, quanto bibliografica, sarà superato con l'approntamento di una mirata e puntuale campagna d'indagini geognostiche e di laboratorio, da programmare ed effettuare nella successiva fase di progettazione esecutiva.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

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 paleoalvei.

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 sono i seguenti:

AREA DI INTERVENTO	PROVINCIA	COMUNE
<i>Dolo – Camin (Area A)</i>	<i>Venezia</i>	Dolo Camponogara Strà Fossò Vigonovo
	<i>Padova</i>	Legnaro Saonara Sant'Angelo di Piove di Sacco Padova
<i>Malcontenta/Fusina (Area C)</i>	<i>Venezia</i>	Venezia Mira

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

3.1 Descrizione delle opere

Gli interventi da realizzarsi, insistenti in zone diverse, sono stati per semplicità raggruppati in aree di intervento; l'“**Area di intervento Dolo – Camin**” (Area A), tra le province di Venezia e Padova, e l'“**Area di intervento Malcontenta/Fusina**” (Area C), nei comuni di Venezia e Mira.

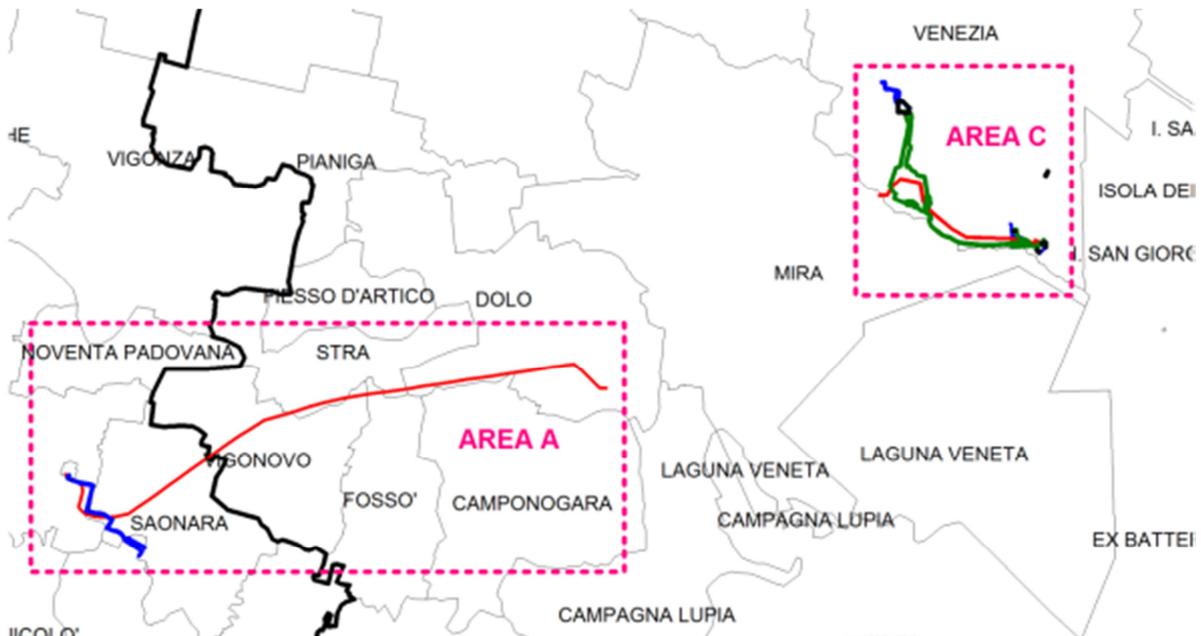


Figura 1: Localizzazione delle aree di intervento

L'“**Area di intervento A**” prevede come intervento principale la realizzazione di un nuovo collegamento a 380 kV tra le stazioni esistenti di Dolo e di Camin; tale nuovo collegamento consentirà di incrementare la sicurezza e qualità del servizio di alimentazione nell'area di carico di Padova. 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.

L'“**Area di intervento C**” prevede, invece, la definizione di un nuovo assetto rete per i poli di produzione di Marghera e Fusina al fine di incrementare la sicurezza e affidabilità di alimentazione degli stessi e diminuire la probabilità di energia non fornita. Nell'ambito del nuovo assetto di rete si prevede la razionalizzazione degli elettrodotti ad alta tensione da 132, 220 e 380 kV nel tratto dalla centrale termoelettrica Enel Palladio fino a ovest della Strada Statale Romea; le attività in programma comprendono la realizzazione di un nuovo collegamento 380 kV “Fusina 2 - Dolo”, l'interramento di alcune linee a 220 kV e 132 kV, con conseguente eliminazione di un considerevole numero di km di elettrodotti, e l'ampliamento della stazione elettrica di Fusina 2 (realizzazione di due nuove sezioni 380 e 220 kV) e il rifacimento della stazione elettrica di Malcontenta.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (lunghezza e numero di sostegni) delle opere previste, suddivise per tipologia di intervento:

NUOVI ELETTRODOTTI AEREI			
NOME ELETTRODOTTO	LUNGHEZZA LINEA [km]	N° SOSTEGNI	N° PORTATERMINALI
Intervento A1 - Elettrodotto a 380 kV in semplice terna "S.E. Dolo - S.E. Camin"	14.9	49	0
Intervento C5 - Elettrodotto aereo a 380 kV in doppia terna "S.E. Fusina 2 - S.E. Dolo". Variante nel Comune di Venezia	4.8	15	2
Intervento C8 -Elettrodotti a 220 kV in doppia terna "C.le Fusina (Gr. 1-2) - S.E. Fusina 2" e 380 kV in semplice terna "C.le Fusina (Gr. 3-4) - S.E. Fusina 2"	0.3	0	3
Intervento C9/7 -Elettrodotti a 220 kV "S.E. Malcontenta - Stazione I / S.E. Scorzè". Rifacimento dei raccordi alla nuova S.E. Malcontenta	1.2	2	2
Intervento C9/8 -Elettrodotti a 220 kV "S.E. Malcontenta - S.E. Villabona / S.E. Dolo". Rifacimento dei raccordi alla nuova S.E. Malcontenta	1.0	2	2
TOTALE	22.2	68	9

INTERRAMENTI		
NOME ELETTRODOTTO	LUNGHEZZA LINEA [km]	N. PORTATERMINALI
Intervento A2/4 -Elettrodotto a 132 kV "S.E. Camin - C.P. Rovigo P.A.". Variante in cavo interrato e raccordi all'esistente linea doppia terna	3.3	3
Intervento A2/5 - Elettrodotto a 132 kV "C.P. Camin - C.P. Conselve". Variante in cavo interrato	3.4	1
Intervento C6 - Elettrodotti in cavo interrato a 220 kV "S.E. Fusina 2 - S.E. Malcontenta", "S.E. Fusina 2 - Staz. V" e "Staz. V - S.E. Malcontenta" e a 132 kV "S.E. Fusina 2 - Alcoa"	14.4	/
Intervento C7 - Elettrodotto in cavo interrato a 220 kV "Stazione IV - S.E. Fusina 2"	0.1	/
Intervento C9/4 - Elettrodotto a 132 kV "S.E. Villabona - S.E. Azotati". Variante in cavo interrato	1.2	1
Intervento C9/6 - Elettrodotti a 132 kV in semplice terna "S.E. Fusina 2 - C.P. Fusina" e "S.E. Fusina 2 - C.P. Sacca Fisola". Varianti in cavo interrato	0.6	/
TOTALE	23	5

DEMOLIZIONI		
NOME ELETTRODOTTO	LUNGHEZZA LINEA [km]	N° SOSTEGNI
Dem 1 - Elettrodotto aereo in semplice terna a 220 kV "S.E. Dolo – S.E. Camin" (n. 22.295)	13.4	42
Dem 2 - Elettrodotto aereo in semplice terna a 132 kV "S.E. Dolo – C.P. Camin" (n. 28.772)	14.1	66
Dem 3 - Tratta di elettrodotto aereo in semplice terna "S.E. Dolo – C.P. Rovigo P.A." (n. 23.227), della lunghezza di circa 5,9 km	5.9	20
Dem 4 - Tratta di elettrodotto aereo in doppia terna a 220 kV "Camin – loc. Saonara" (n. 22.281/n. 22.282) della lunghezza di circa 4,3 km	4.3	14
Dem 5 - Tratto di elettrodotto in semplice terna a 132 kV "C.P. Camin – C.P. Conselve" (n. 28.655) della lunghezza di circa 2,6 km	2.6	11
Dem 6 - Tratto di elettrodotto in doppia terna a 220 kV già denominata "Camin – Ferrara Focomorto" (n. 22.227) / "Dolo – Camin Rossa" (n. 22.298), della lunghezza di circa 2,3 km	2.3	8

DEMOLIZIONI		
NOME ELETTRODOTTO	LUNGHEZZA LINEA [km]	N° SOSTEGNI
Dem 7 - Tratto di elettrodotto aereo in singola terna a 132 kV "S.E. Dolo – S.E. Scorzè" (n. 22.297) per circa 0,45 km	0.45	2
Dem 8 Demolizione di circa 0,45km di elettrodotto in cavo interrato a 132 kV "S.E. Dolo – S.E. Camin" (n. 23.772)	0.45	/
Dem 9 Demolizione di circa 0,40km di elettrodotto in cavo interrato a 132 kV "S.E. Camin – C.P. Conselve" (n. 23.655)	0.4	/
Dem 10 - Tratta di elettrodotto aereo in singola terna a 220 kV "S.E. Fusina 2 – S.E. Dolo" (n. 22.349) per una lunghezza di 0,5 km	0.5	4
Dem 11 -Tratta di elettrodotto aereo in doppia terna a 220 kV "S.E. Malcontenta - S.E. Dolo" (n. 22.197) e "S.E. Villabona – S.E. Malcontenta" (n. 22.258) per circa 0,4 km e tratte di elettrodotto aereo a 220 kV semplice terna "S.E. Malcontenta - S.E. Dolo" (n. 22.197) per circa 0,3 km e di elettrodotto aereo a 220 kV semplice terna "S.E. Villabona – S.E. Malcontenta" (n. 22.258) per circa 0,1 km	0.8	2
Dem 12 - Tratto di elettrodotto aereo in doppia terna a 220 kV "S.E. Scorzè – S.E. Malcontenta" (n. 22.211) e "S.E. Malcontenta - Staz. I" (n. 22.212) per una lunghezza di circa 0,4 km	0.4	2
Dem 13 - Tratto di elettrodotto aereo in doppia terna a 132 kV "S.E. Villabona – S.E. Fusina 2" / "S.E. Villabona – Stazione I – Azotati" (n. 23.727/n. 23.728) per circa 0,5 km	0.5	3
Dem 14 - Tratto di elettrodotto aereo in semplice terna a 132 kV "S.E. Villabona – S.E. Fusina 2" (n. 23.727) per circa 7,0 km	7.0	28
Dem 15 - Tratto di elettrodotto aereo in semplice terna a 132 kV "S.E. Villabona – Stazione I – Azotati" (n. 23.728) per circa 0,7 km	0.7	3
Dem 16 - Tratto di elettrodotto in cavo a 220 kV "S.E. Villabona – Stazione I – Azotati" (n. 22.284) per circa 0,03 km	0.03	/
Dem 17 - Tratto di elettrodotto in cavo a 132 kV "S.E. Villabona – Stazione I – Azotati" (n. 23.728) per circa 0,2 km	0.2	/
Dem 18 - Tratto in doppia terna dell'elettrodotto aereo a 132 kV "S.E. Villabona – S.E. Fusina 2" (n. 23.699) per una lunghezza di 4,7 km circa	4.7	20
Dem 19 - Tratto in doppia terna dell'elettrodotto aereo a 132 kV "S.E. Fusina 2 - C.P. Fusina con derivazione Alcoa" (23.712), per una lunghezza di 0,7 km circa, in semplice terna per una lunghezza di 0,6 km circa ed in semplice terna con palificata doppia terna in comune con l'elettrodotto a 132 kV semplice terna "S.E. Fusina 2 - C.P. Sacca Fisola" (n. 23.526), per una lunghezza di circa 0,25 km	1.55	8
Dem 20 - Tratto in semplice terna dell'elettrodotto aereo a 132 kV "S.E. Fusina 2 - C.P. Sacca Fisola"(n. 23.526) con palificata doppia terna in comune con l'elettrodotto a 132 kV "S.E. Fusina 2 - C.P. Fusina con derivazione Alcoa" (23.712), per una lunghezza di circa 0,3 km	0.3	2
Dem 21 - Tratto in doppia terna degli elettrodotti aerei a 380 e 220 kV "S.E. Dolo – C.le Fusina" (rispettivamente n. 21.350 e n. 22.349) per circa 3,9 km, ed in semplice terna a 220 kV "S.E. Dolo – C.le Fusina" (n. 22.349) per circa 0,4 km, e a 380 kV "S.E. Dolo – C.le Fusina" (n. 21.350) per circa 0,2 km	4.5	17
Dem 22 - Tratto di elettrodotto aereo in doppia terna a 220 kV "S.E. Malcontenta – Stazione IV – der. Stazione V" (n. 22.259/n. 22.213) per circa 6,0 km	6.0	25
Dem 23 - Tratto di elettrodotto aereo in semplice terna a 220 kV "S.E. Malcontenta – Stazione IV – der. Stazione V" (n. 22.259) per circa 0,4 km	0.4	2
Dem 24 - Demolizioni tratte di elettrodotto in cavo interrato a 220 kV "Stazione IV – Malcontenta con derivazione Stazione V" per circa 0,35 km, connesse agli interventi C6 e C7	0.35	2
TOTALE	71,83	281

Per quanto attiene le **stazioni elettriche di Fusina II** e di **Malcontenta** si riporta quanto segue:

- **Intervento C1 – Ampliamento SE Fusina II:** la realizzazione di due nuove sezioni elettriche a 220 kV e 380 kV. La sezione a 220 kV sarà realizzata nell'attuale area della stazione Terna mentre l'area interessata dalla nuova sezione a 380 kV ricadrà, in parte, anch'essa all'interno dell'attuale stazione ed, in parte, all'esterno, su una fascia di terreno con un'estensione di circa 10.540 m². Per quanto concerne, invece, l'attuale Stazione Elettrica di Fusina, essa si sviluppa in un lotto di forma triangolare che sorge di fronte alla Centrale Termoelettrica Enel Andrea Palladio, a poche centinaia di metri dal Terminal Roro di Fusina, in corrispondenza della biforcazione tra via dei Cantieri e via dell'Elettronica. La Stazione Elettrica di Fusina II, al termine dell'intervento di ampliamento, sarà quindi composta da una sezione a 380 kV, una sezione a 220 kV ed una sezione a 132 kV, tutte realizzate tramite l'impiego di apparecchiature blindate con involucro metallico isolate in SF₆ (tecnologia Gas Insulated Switchgear). Le sezioni 380 e 220 kV saranno connesse tra loro tramite n.2 autotrasformatori (ATR) 400/230 kV da 400 MVA mentre le sezioni 380 e 132 kV saranno connesse tramite n.1 ATR 400/135 kV da 250 MVA.
- **Intervento C2 – Rifacimento SE Malcontenta:** L'intervento di Malcontenta prevede, come principali attività, la realizzazione di una nuova stazione elettrica a 220 kV in una area limitrofa alla stazione esistente e la dismissione dell'attuale stazione elettrica di Malcontenta. L'area di intervento nel complesso è di circa 8,9 ettari e comprende: l'area della nuova stazione localizzata subito a nord dell'attuale e che sarà composta da una sezione a 220 kV isolata in aria, le aree dedicate agli interventi di mascheramento e l'area della stazione esistente, che sorge su di un sedime di circa 3,5 ettari posto tra il Canale Tron e lo Scolo Lusore, dove verranno dismesse le apparecchiature e demolite le parti fuori terra delle fondazioni. Si evidenzia che la localizzazione della stazione di Malcontenta è fortemente condizionata dal progetto di riassetto idraulico del bacino Lusore, e pertanto la sua localizzazione è stata preventivamente condivisa tra Terna e gli uffici della Sezione Energia- Dipartimento Lavori Pubblici e sicurezza urbana polizia locale e R.A.S.A. della Regione Veneto per rendere i due progetti compatibili tra loro.

3.2 Modalità costruttive e di posa

3.2.1 Elettrodotti aerei

In questo paragrafo si fornisce una panoramica generale circa le possibili tipologie di sostegni che potranno essere adottati. La progettazione delle opere ha previsto l'impiego di sostegni a traliccio di tipo tradizionale e sostegni tubolari monostelo (considerati di tipo "compatto"), laddove le caratteristiche tecniche relative al tracciato della linea ed orografiche del terreno ne permettessero l'impiego.

Essi saranno caratterizzati da un'altezza stabilita in base all'andamento altimetrico del terreno e delle opere attraversate. Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, in funzione degli sforzi trasmessi dal sostegno al terreno e della resistenza dello stesso.

3.2.1.1 Sostegni a traliccio

I sostegni a traliccio saranno di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali.

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

Si riportano, di seguito, con finalità puramente qualitativa, gli schematici delle varie tipologie di sostegni a traliccio.

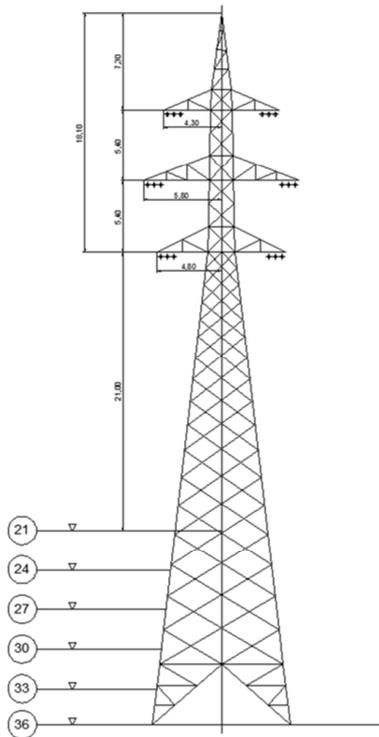


Figura 2: Schema sostegno a traliccio del tipo troncopiramidale per linea DT

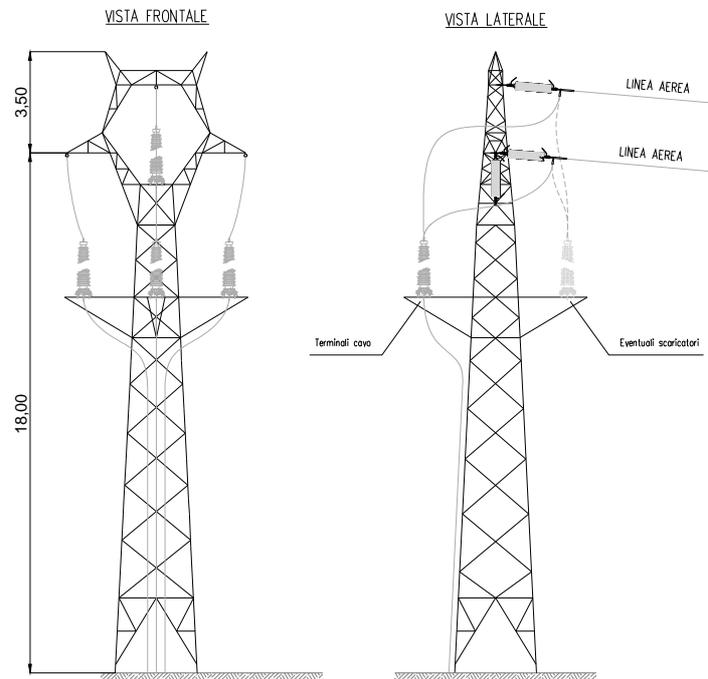


Figura 3: Schema sostegno a traliccio dotato di terminali per il passaggio aereo - cavo

3.2.1.2 Sostegni tubolari

I sostegni tubolari sono costituiti da tronchi in lamiera di acciaio saldata nel senso longitudinale a sezione trasversale poligonale; i singoli tronchi vengono uniti sul luogo di installazione con il metodo di "sovrapposizione ad incastro". La limitazione nell'uso dei sostegni tubolari è vincolata a forti restrizioni di carattere tecnico; in generale tale tipologia non può essere utilizzata:

- in presenza di campate oltre una certa lunghezza (al massimo 350-400m).
- in presenza di campate non equilibrate, cioè di lunghezza diversa avanti ed indietro al sostegno (o anche con dislivelli diversi in campata avanti ed indietro).
- nei punti dove l'asse linea presenta angoli di deviazione superiore ai 10÷12° (in particolare nel caso di sostegni per linea doppia terna).
- nei punti in cui il sostegno deve sopportare notevoli carichi verticali dovuti al carico dei conduttori gravanti sul sostegno.
- nelle zone dove le condizioni meteorologiche tendono alla formazione di accumulo di neve (o, peggio, di ghiaccio) sui conduttori: questo determina (oltre al generale aumento di carico gravante sul sostegno) nel momento di "stacco" del sovraccarico pericolosi avvicinamenti tra i conduttori, dovuto anche alla ridotta distanza tra le fasi.

Si riportano, di seguito, con finalità puramente qualitativa, gli schematici delle varie tipologie di sostegni tronco piramidali.

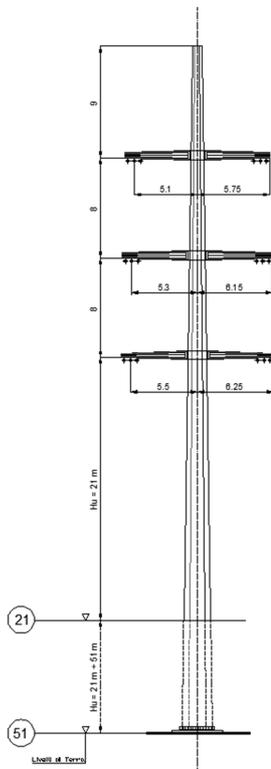


Figura 4: Schema sostegno tubolare monostelo per linea doppia terna - sostegno di amarro

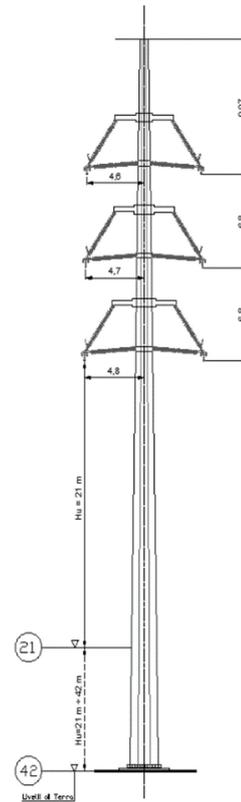


Figura 5: Schema sostegno tubolare monostelo per linea DT - sostegno di sospensione con armamento a mensole isolanti

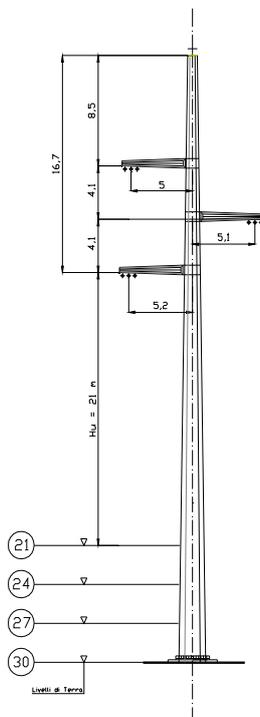


Figura 6: Schema sostegno tubolare monostelo per linea semplice terna - sostegno di amarro

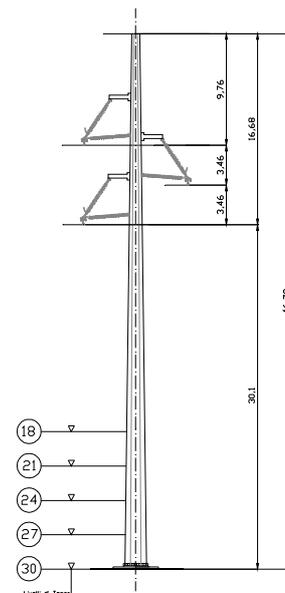


Figura 7: Schema sostegno tubolare monostelo per linea semplice terna - sostegno di sospensione con armamento a mensole isolanti

3.2.1.3 Caratteristiche dei sostegni

Si riportano le tabelle relative ai sostegni utilizzabili per le linee elettriche di progetto, specificando per ciascuno di essi l'altezza utile (altezza conduttore basso da terra), l'altezza totale, la tipologia prevista per il sostegno e la necessità di verniciatura segnaletica (oltre i 61 m). Tali indicazioni sono preliminari, ne consegue che l'effettiva altezza, posizione, tipologia e fondazione dei sostegni saranno definiti sulla base delle eventuali prescrizioni amministrative e della progettazione esecutiva.

Intervento A1 - "S.E. Dolo - S.E. Camin"					
Numero sostegno	Tipo sostegno con H utile	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
1	Tubolare s.t. 380 kV	39	17	56	
2	Tubolare s.t. 380 kV	39	17	56	
3	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
4	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
5	Tubolare s.t. 380 kV	37	17	54	
6	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
7	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
8	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
9	Tubolare s.t. 380 kV	36	17	53	
10	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
11	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
12	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
13	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
14	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
15	Tubolare s.t. 380 kV	36	17	53	
16	Tubolare s.t. 380 kV	36	17	53	
17	Tubolare s.t. 380 kV	39	17	56	
18	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
19	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
20	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
21	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
22	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
23	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
24	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
25	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
26	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
27	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
28	Tubolare s.t. 380 kV	31	14	45	
29	Tubolare s.t. 380 kV	25	14	39	
30	Tubolare s.t. 380 kV	31	17	48	
31	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
33	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
34	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
35	Tubolare s.t. 380 kV	30	17	47	
36	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	

Intervento A1 - "S.E. Dolo - S.E. Camin"					
Numero sostegno	Tipo sostegno con H utile	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
37	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
38	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
40	Tubolare s.t. 380 kV	33	17	50	
41	Tubolare s.t. 380 kV	43	17	60	
42	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
43	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
45	Tubolare s.t. 380 kV	48	17	65	X
46	Tubolare s.t. 380 kV	48	17	65	X
47	Tubolare s.t. 380 kV	36	17	53	
48	Tubolare s.t. 380 kV	36	17	53	
49	Tubolare s.t. 380 kV	36	17	53	
50	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
51	Tubolare s.t. 380 kV	42	17	59	
52	Tubolare d.t. 380 kV utilizzato come s.t. a bandiera	30	24	54	

Intervento A2/4 - "S.E. Camin - C.P. Rovigo PA". Variante in cavo interrato e raccordi all'esistente linea doppia terna					
Numero sostegno	Tipo sostegno	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
3L	Gatto con porta terminali	18	3,5	21,5	
1/1a	Traliccio d.t. 220 kV	24	18,1	42,1	
17/2a	Traliccio d.t. 220 kV	21	18,1	39,1	

Intervento A2/5 - "S.E. Camin - C.P. Conselve" Variante in cavo interrato					
Numero sostegno	Tipo sostegno	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
3P	Gatto con porta terminali H18	18	3,5	21,5	

Intervento C5 - "S.E. Dolo - S.E. Fusina 2" Variante nel Comune di Venezia					
Numero sostegno	Tipo sostegno con H utile	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
P.DolA	Port. 380 kV	21	3	24	
P.DolB	Port. 380 kV	21	3	24	
1a	Tubolare d.t. 380 kV	30	25	55	
2a	Tubolare d.t. 380 kV	30	25	55	
3a	Tubolare d.t. 380 kV	30	24	54	
4a	Tubolare d.t. 380 kV	31	24	55	
5a	Tubolare d.t. 380 kV	30	24	53	
6a	Tubolare d.t. 380 kV	29	24	53	

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

7a	Tubolare d.t. 380 kV	31	25	56	
8a	Tubolare d.t. 380 kV	31	24	54	
9a	Tubolare d.t. 380 kV	30	24	53	
10a	Tubolare d.t. 380 kV	33	25	58	
11a	Tubolare d.t. 380 kV	30	25	55	
12a	Tubolare d.t. 380 kV	36	25	61	X
13a	Tubolare d.t. 380 kV	36	25	61	X
14a	Tubolare d.t. 380 kV	36	25	61	X
15a	Tubolare d.t. 380 kV	36	25	61	X

Intervento C8 Elettrodotti a 220 kV in doppia terna "C.le Fusina (Gr. 1-2) - S.E. Fusina 2" e 380 kV in semplice terna "C.le Fusina (Gr. 3-4) - S.E. Fusina 2"

Numero sostegno	Tipo sostegno	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
P.FsnB	Port. 220 kV	16	2	18	
P.FsnC	Port. 220 kV	16	2	18	
P.FsnA	Port. 380 kV	21	3	2	

Intervento C9/4 Elettrodotta a 132 kV "S.E. Villabona - S.E. Azotati"

Numero sostegno	Tipo sostegno	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
3E	Palo gatto con porta terminali per transizione aereo-cavo	18	3,5	21,5	

Intervento C9/7 Rifacimento del raccordo "S.E. Malcontenta - Stazione I / S.E. Scorzè"

Numero sostegno	Tipo sostegno	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
302a	Traliccio d.t. 220 kV	27	18	45	
302b	Traliccio d.t. 220 kV	27	18	45	
P.Stzl	Port. 220 kV	16	2	18	
P.Sco	Port. 220 kV	16	2	18	

Intervento C9/8 Rifacimento del raccordo "Raccordi Malcontenta - Villabona/Dolo"

Numero sostegno	Tipo sostegno	H utile (m)	DH Cimino (m)	H totale sostegno (m)	Verniciatura segnaletica
288a	Traliccio d.t. 220 kV	38	18	56	
289a	Traliccio d.t. 220 kV	24	18	42	
P.Vil	Port. 220 kV	16	2	18	
P.Dol	Port. 220 kV	16	2	18	

3.2.1.4 Tipologie di fondazione

Le tipologie di fondazioni adottate per i sostegni a traliccio e per i sostegni monostelo sopra descritti, possono essere così raggruppate:

tipologia di sostegno	Fondazione	Tipologia fondazione
traliccio	superficiale	tipo CR
		Tiranti in roccia metalliche
		su pali trivellati
	profonda	micropali tipo tubfix
		Pali a spostamento laterale
monostelo	superficiale	Plinto monoblocco
	profonda	su pali trivellati
		micropali tipo tubfix
		Pali a spostamento laterale

La scelta della tipologia fondazionale viene sempre condotta in funzione dei seguenti parametri, secondo i dettami del D.M. 21 Marzo 1988:

- carichi trasmessi alla struttura di fondazione;
- modello geotecnico caratteristico dell'area sulla quale è prevista la messa in opera del sostegni;
- dinamica geomorfologica al contorno.

Si sottolinea che la scelta delle stesse e la relativa verifica saranno demandate in sede di progettazione esecutiva dell'opera, in funzione degli sforzi trasmessi dal sostegno al terreno e della resistenza dello stesso.

Fondazioni superficiali sostegni a traliccio - fondazioni a plinto con riseghe tipo CR

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni.

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore ed ha, mediamente, dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 m³ (le dimensioni effettive delle varie fondazioni saranno definite in sede di progettazione esecutiva); 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.

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procede all'aggottamento 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 casserature, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno.

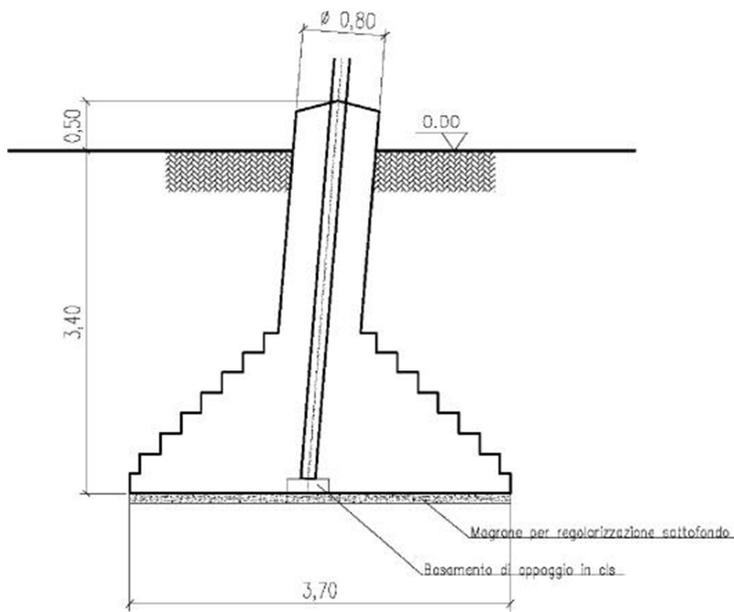


Figura 8: Esempio di realizzazione di una fondazione a plinto con riseghe. Nell'immagine di sinistra di può osservare un disegno di progetto mentre nell'immagine di destra la fase di cassetatura della fondazione



Figura 9: Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio. Nell'immagine si può osservare la fase di cassetatura



Figura 10: Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio. Nell'immagine si può osservare una fondazione CR appena "scasserata". Si possono distinguere facilmente la parte inferiore a parallelepipedo tronco piramidali ed il colonnino di raccordo con la "base" del sostegno

Fondazioni superficiali metalliche

Verranno utilizzate per sostegni ubicati in alta quota in aree caratterizzate dalla presenza di depositi detritici prive di fenomeni di dissesto.

Il moncone è realizzato tramite un'intelaiatura metallica, le cui dimensioni e la profondità d' imposta variano in funzione del carico richiesto dal sostegno.

La peculiarità della fondazione è rappresentata dalla possibilità di chiudere lo scavo di fondazione con il materiale di risulta dello stesso, evitando l'impiego del calcestruzzo. Ciò discende sia dalla difficoltà di trasportare e/o produrre calcestruzzo in aree non raggiungibili dai mezzi sia per ridurre al minimo la produzione di materiale di scarto.

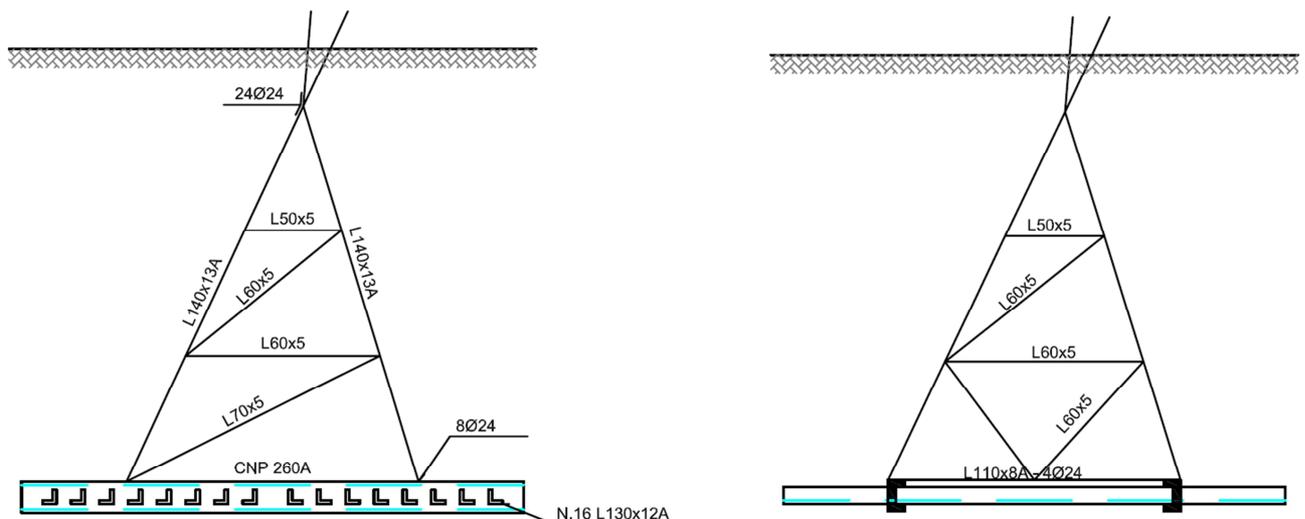


Figura 11: Schema fondazioni metalliche. Le dimensioni dei profilati metallici variano in funzione del tipo di sostegno cui è associata la fondazione

3.2.1.4.1 Tiranti in roccia

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue.

Pulizia del banco di roccia con asportazione del "cappellaccio" superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (boiacca) fino alla quota prevista;

Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassetture. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito.

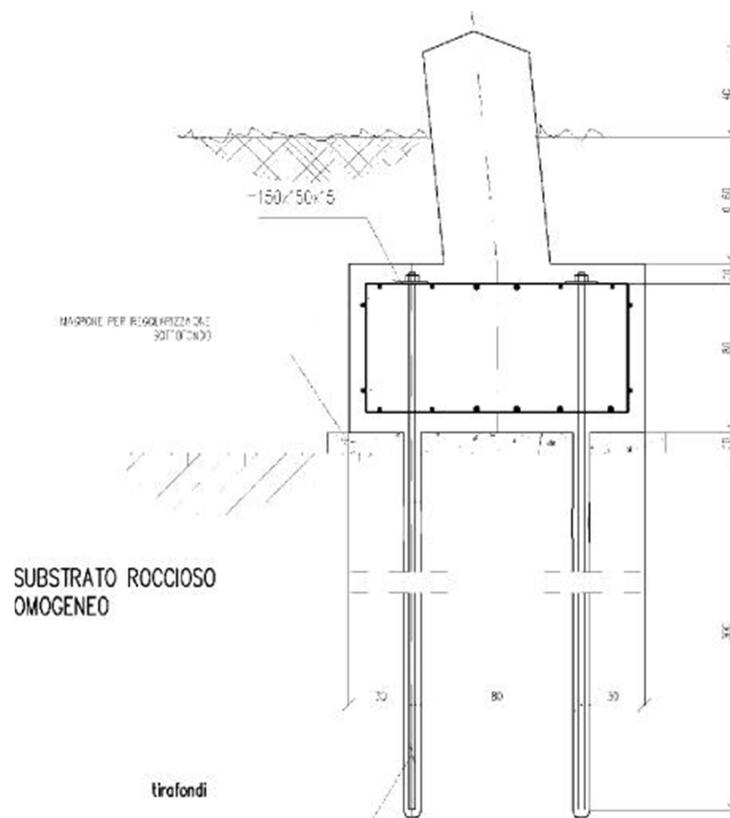


Figura 12: Esempio di fondazione con tiranti in roccia

3.2.1.4.2 Fondazioni superficiali sostegni monostelo

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni.

La buca di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore ed ha dimensioni di circa 8x8 m con una profondità non superiore generalmente a 3 m, per un volume medio di scavo pari a circa 190 m³; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla sola parte superiore della flangia di raccordo con il sostegno metallico.

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procede all'aggottamento della fossa con una pompa di esaurimento.

In seguito si procede con la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno.

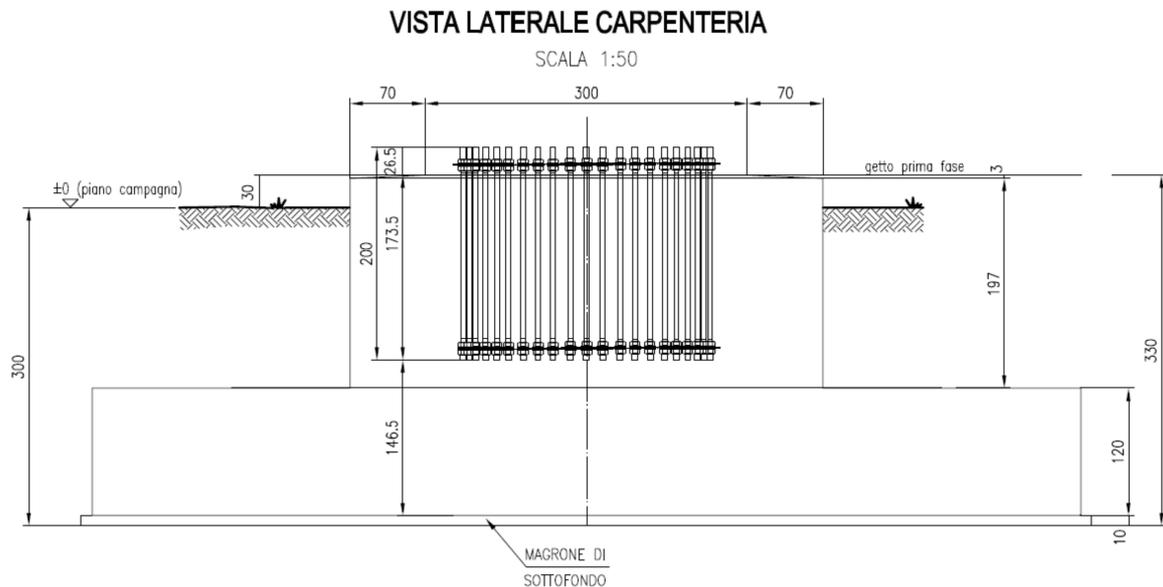


Figura 13: Disegno costruttivo di una fondazione superficiale tipo plinto a monoblocco per un sostegno monostelo



Figura 14: Realizzazione di fondazione superficiale tipo plinto a monoblocco per un sostegno monostelo.

Nell'immagine si può osservare la fase di cassetatura



Figura 15: Realizzazione di fondazioni superficiali tipo plinto a monoblocco per un sostegno monostelo.

Nell'immagine si può osservare una fondazione appena realizzata. Si può distinguere facilmente la flangia metallica dotata di tirafondi di raccordo con la parte in elevazione

3.2.1.4.3 Fondazioni profonde

In caso di terreni con scarse caratteristiche geotecniche, instabili o in presenza di falda, è generalmente necessario utilizzare fondazioni profonde (pali trivellati e/o micropali tipo tubfix).

La descrizione di tali tipologie fondazionali viene affrontata indipendentemente dal sostegno (a traliccio o monostelo) per il quale vengono progettate poiché la metodologia di realizzazione di tali fondazioni risulta indipendente e simile in entrambi i casi (traliccio e monostelo). Possiamo infatti immaginare i micropali tubfix ed i pali trivellati generalmente come semplici elementi strutturali e geotecnici di "raccordo" alla fondazione superficiale.

Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione dello scavo 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 (gabbia metallica); getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del sostegno.

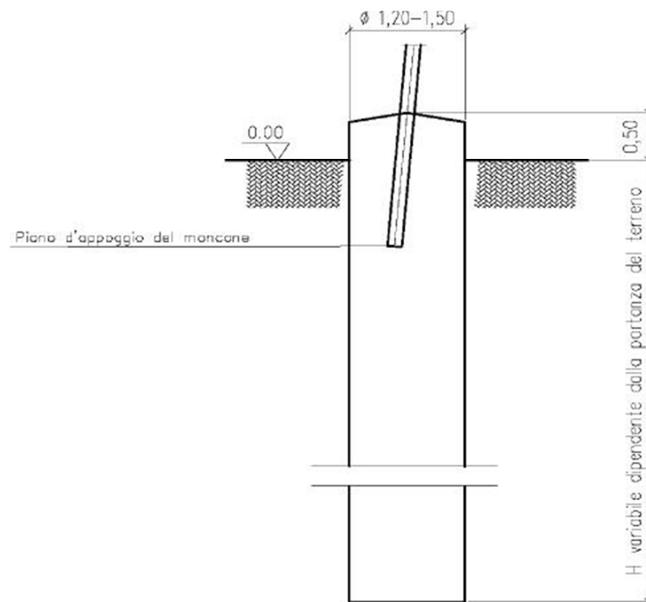


Figura 16: Disegno costruttivo di un palo trivellato



Figura 17: Esempio di realizzazione di una fondazione su pali trivellati.



Figura 18: Macchina operatrice per la realizzazione di pali trivellati



Figura 19: Macchina operatrice per la realizzazione di pali trivellati. Particolare del “carotiere”



Figura 20: Realizzazione di una fondazione su pali trivellati per un sostegno monostelo.

Nell'immagine si può osservare una fondazione in fase di realizzazione. Si possono distinguere facilmente due pali trivellati in realizzazione (si osservano le "riprese" delle gabbie metalliche)



Figura 21: Realizzazione di una fondazione su pali trivellati per un sostegno monostelo. Nell'immagine si può osservare una fondazione in fase di realizzazione. Si possono distinguere facilmente i quattro pali trivellati già realizzati e gettati (si osservano le "riprese" delle quattro gabbie metalliche) ed il piano di "magrone" sul quale impostare il monoblocco in cls

Uso fanghi bentonitici

Durante la fase di realizzazione dei pali trivellati di grosso diametro può essere fatto uso di fanghi bentonitici, utilizzati generalmente al fine di impedire il crollo delle pareti del foro, aiutare la risalita del materiale di scavo verso la superficie, lubrificare e raffreddare la testa tagliente, impedire che la colonna di aste si incastrino durante il fermo scavo ed infine impedire, laddove esistenti, il contatto tra falde acquifere compartimentale e/o sospese.

Preparazione dei fanghi bentonitici

I fanghi sono ottenuti per idratazione della bentonite in acqua chiara di cantiere con eventuale impiego di additivi non flocculanti.

L'impianto di preparazione del fango è generalmente costituito da:

- dosatori;
- mescolatori automatici;
- silos di stoccaggio della bentonite in polvere;
- vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto;
- relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi;
- vasche di recupero;
- dissabbiatori e/o vibrovagli;
- vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.

Il fango viene attenuato miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua dolce di cantiere
- bentonite in polvere
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone...)

Dopo la miscelazione la sospensione viene immessa nelle apposite vasche di "maturazione" del fango, nelle quali essa deve rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata per la perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore.

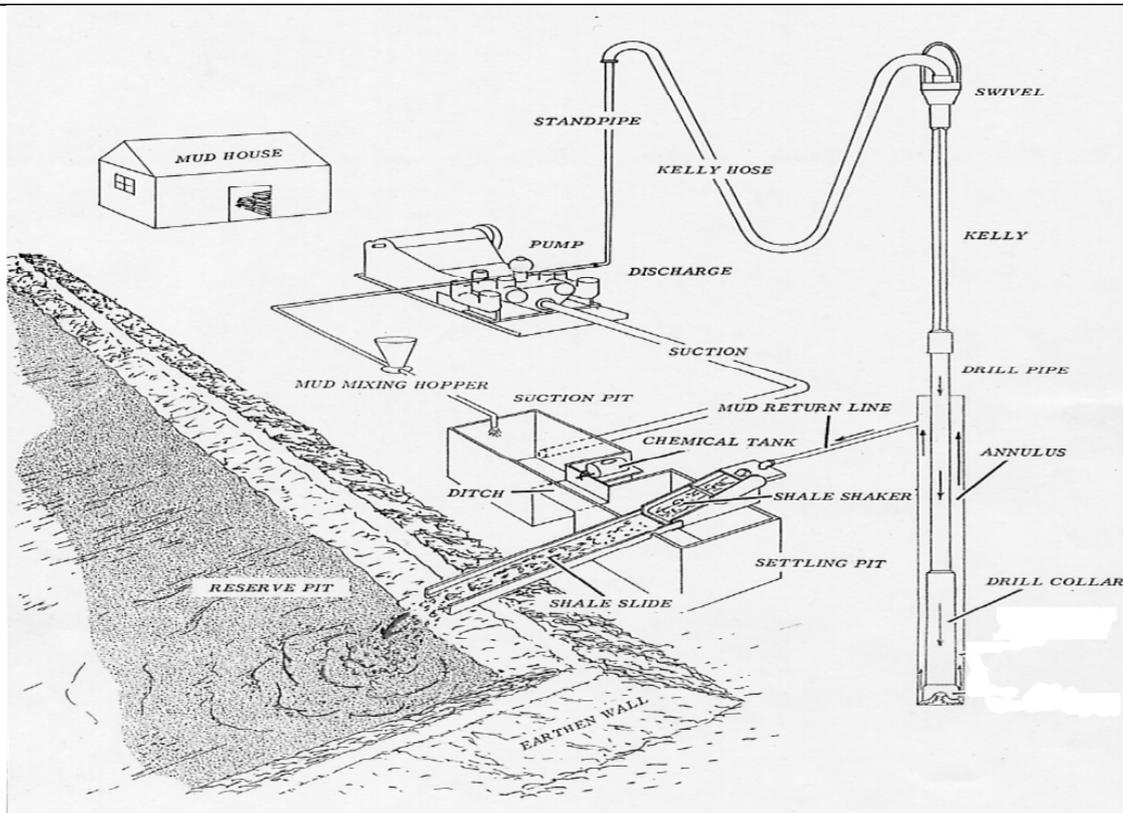


Figura 22: Schema tipologico di un impianto di perforazione con l'utilizzo di fango bentonitico a circuito chiuso. Il fango bentonitico, iniettato a fondo foro per circolazione diretta mediante una pompa, risale lungo l'intercapedine tra le pareti dello scavo e la batteria delle aste trasportando in superficie il terreno dello scavo stesso; attraverso l'utilizzo di vibrovagli il materiale di scavo viene separato dal fango bentonitico il quale può essere pertanto riutilizzato, così come il materiale scavato.

Uso di tubo camicia

Alternativamente all'utilizzo dei fanghi bentonitici è possibile infiggere, prima della realizzazione dello scavo di fondazione, una o più tubazioni costituite da elementi di grosso spessore a tenuta d'acqua giuntati tra loro in modo da formare una colonna della lunghezza voluta.

L'infissione degli elementi suddetti può avvenire per percussione, per rotazione con morsa oscillante o per vibroinfissione e può essere realizzata giuntando i tronchi di tubo mano a mano che lo scavo viene approfondito o infiggendo l'intera colonna della lunghezza prevista.

Il successivo scavo sarà fatto con benna a valve, sonda a valvola o con utensili di tipo chiuso (tipo bucket). Una volta realizzato il palo di fondazione si può procedere all'estrazione della camicia (in casi particolari è possibile mantenere la camicia infissa nel terreno; in questi casi essa costituirà parte della fondazione e sarà compresa nei relativi calcoli progettuali).



Figura 23: Allestimento di un impianto a circuito chiuso per la realizzazione di pali trivellati mediante l'utilizzo di fanghi bentonitici. In questa immagine si osservano la vasca impermeabilizzata per la decantazione del fango, la pompa di rilancio del fango verso il foro e l'area di deposito dei sacchi contenenti la bentonite



Figura 24: Allestimento di un impianto a circuito chiuso per la realizzazione di pali trivellati mediante l'utilizzo di fanghi bentonitici.

In questa immagine si osservano la vasca prefabbricata per la decantazione del fango e la pompa di rilancio del fango verso il foro

Micropali

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell'armatura tubolare metallica; iniezione malta cementizia.

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.

La realizzazione dei micropali tipo tubfix non prevede mai l'utilizzo di fanghi bentonitici; lo scavo viene generalmente eseguito per rotopercolazione "a secco" oppure con il solo utilizzo di acqua.

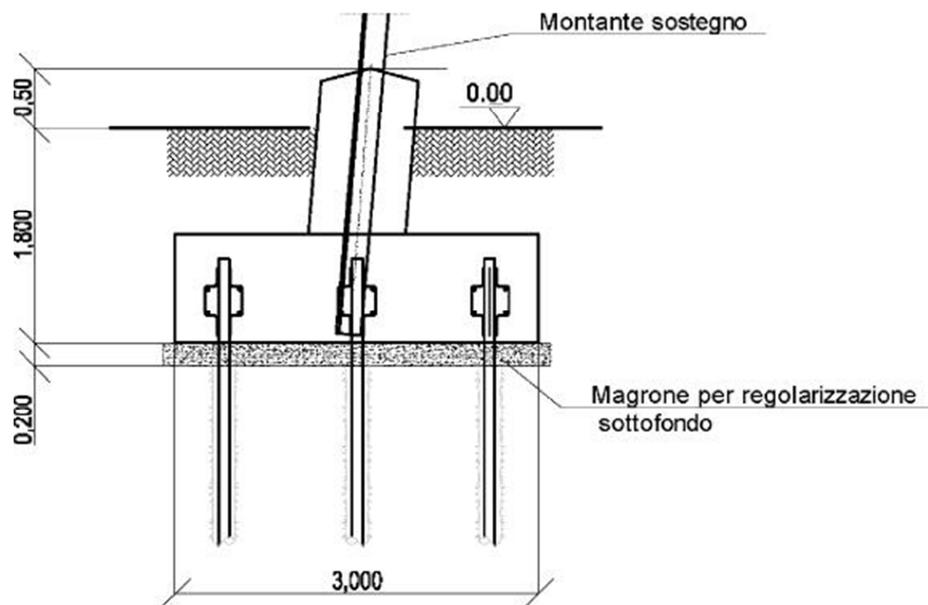


Figura 25: Esempio di realizzazione di una fondazione su micropali tipo tubfix. Nell'immagine di destra si può notare il particolare del raccordo tra i tubolari metallici dei micropali con l'armatura del plinto di fondazione; al centro del plinto si nota il moncone del sostegno (elemento di raccordo tra il sostegno e la fondazione) il quale viene annegato nella fondazione stessa



Figura 26: Macchina operatrice per la realizzazione di micropali tubfix; sistema di scavo a rotopercussione



Figura 27: Macchina operatrice per la realizzazione di micropali tubfix; sistema di scavo mediante trivella elicoidale



Figura 28: Cantiere per la realizzazione di micropali tipo tubfix; si può osservare sulla sinistra la zona di deposito dei tubolari metallici i quali costituiranno l'armatura dei micropali e sulla destra il miscelatore per la preparazione della boiaccia di cemento per l'iniezione a gravità dei micropali



Figura 29: Realizzazione di micropali tipo tubfix per un sostegno a traliccio; si possono osservare i 9 micropali già realizzati ed iniettati; in questa fase, prima dell'armatura e cassetatura del plinto di fondazione, si sta eseguendo una prova di tenuta del micropalo allo strappamento, al fine di verificare la corretta progettazione e realizzazione dello stesso

Pali a spostamento laterale

I pali a spostamento laterale (dal termine inglese Full Displacement Piles - FDP) sono eseguiti mediante rotazione e spinta di un apposito utensile collegato ad un'asta fatta ruotare da una testa di rotazione e spinti nel terreno da un'asta di tipo Kelly.

L'utensile FDP, rappresentato nella figura di cui sotto, è costituito da una robusta asta centrale sulla quale sono applicati gli elementi di perforazione nella parte inferiore e di compattazione in quella superiore; il

calcestruzzo è convogliato attraverso l'asta fino alla punta. Le porzioni di perforazione e compattazione dell'utensile possono essere realizzate con diverse lunghezze per meglio rispondere alle condizioni del terreno. La lunghezza dell'utensile può variare da un minimo di circa 3 m ad un massimo standard di circa 6-7 m.



Figura 30: Corpo dislocante del sistema FDP

I diametri possono essere differenti; il più frequente è di 620 mm, altri diametri spesso utilizzati sono 360, 420, 510 mm ed oltre.

La procedura di esecuzione, mostrata in figura, prevede le seguenti operazioni principali:

1. Posizionamento dell'attrezzatura da perforazione;
2. Inizio scavo con l'utensile in rotazione continua ed avanzamento. Il suolo viene così reso "sciolto" dall'elica rotante e costipato all'intorno del foro dall'apposito "displacement body" (corpo dislocante);
3. Attraverso una asta Kelly si può estendere lo scavo ad elevate profondità (si può arrivare a 40 m, in funzione della tipologia di macchina impiegata e delle caratteristiche del terreno);
4. Una volta raggiunta la profondità finale, l'utensile viene estratto e, contemporaneamente, il calcestruzzo viene pompato attraverso l'interno delle aste cave, uscendo dall'apposito ugello posto in prossimità della punta;
5. Ad utensile estratto si installa, se richiesto, la gabbia di rinforzo nel calcestruzzo (eventualmente tramite l'ausilio di un apposito vibratore) o si introducono per gravità idonee gabbie o profilati in acciaio.

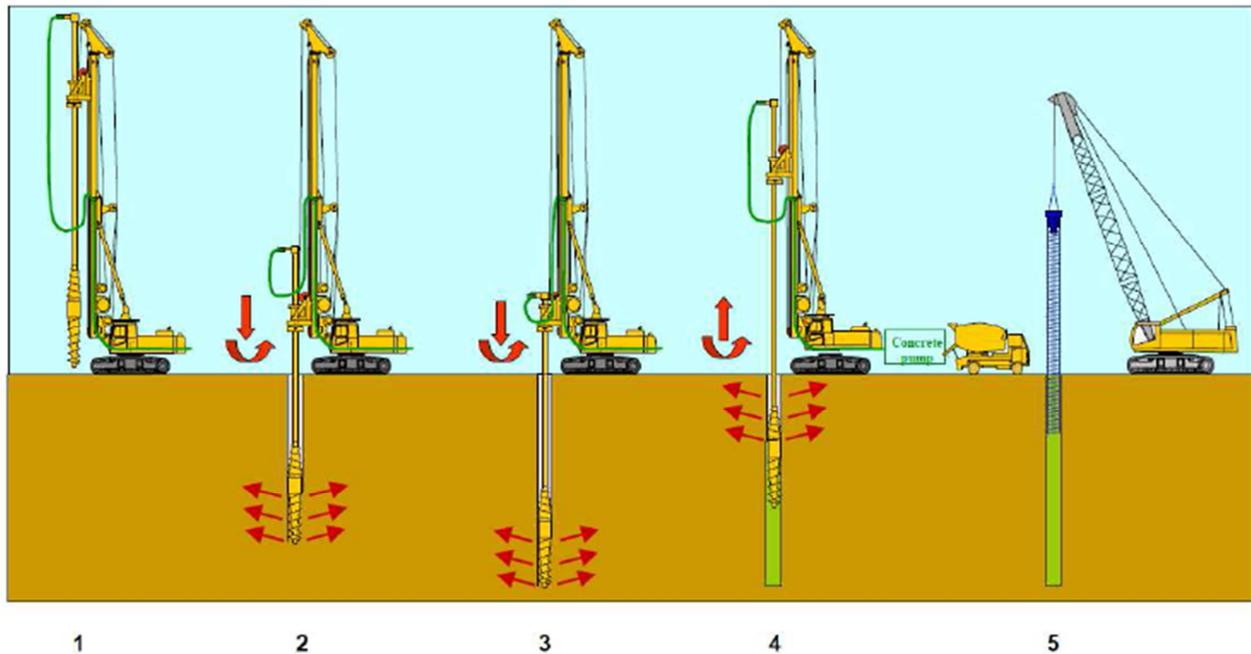


Figura 31: Procedura di esecuzione FDP

L'effetto della compattazione e della dislocazione del terreno produce mediamente lungo la verticale del palo un miglioramento delle caratteristiche meccaniche del terreno relativo prevalentemente all'attrito laterale, determinando complessivamente un incremento della portanza del palo.

Inoltre, l'utilizzo di una tecnologia di questo tipo garantisce le seguenti peculiarità:

- produzione di materiale di risulta contenuta entro il 5%÷20% del volume teorico di scavo (caratteristica di assoluta rilevanza in presenza di terreni potenzialmente contaminati);
- sostegni alle pareti di scavo non necessarie;
- assenza di vibrazioni od urti verso le strutture adiacenti al sito di lavoro.

Infine, la possibilità di utilizzare i parametri di scavo (coppia, penetrazione, etc.) consente di eseguire indagini di consistenza del terreno in tempo reale ed ottimizzare di conseguenza la lavorazione.

3.2.2 Elettrodotti in cavo

Sono previsti i seguenti elettrodotti in cavo interrato:

Intervento A2/4	Elettrodotto a 132 kV "S.E. Camin - C.P. Rovigo P.A.". Variante in cavo interrato e raccordi all'esistente linea doppia terna
Intervento A2/5	Elettrodotto a 132 kV "C.P. Camin - C.P. Conselve". Variante in cavo interrato
Intervento C6	Elettrodotti in cavo interrato a 220 kV "S.E. Fusina 2 - S.E. Malcontenta", "S.E. Fusina 2 - Staz. V" e "Staz. V - S.E. Malcontenta" e a 132 kV "S.E. Fusina 2 - Alcoa"
Intervento C7	Elettrodotto in cavo interrato a 220 kV "Stazione IV - S.E. Fusina 2"
Intervento C9/4	Elettrodotto a 132 kV "S.E. Villabona - S.E. Azotati". Variante in cavo interrato
Intervento C9/6	Elettrodotti a 132 kV in semplice terna "S.E. Fusina 2 - C.P. Fusina" e "S.E. Fusina 2 - C.P. Sacca Fisola". Varianti in cavo interrato

Complessivamente il cavo, in relazione alla tensione di esercizio, ha un diametro compreso tra i cm 10 e 15. Il cavo così composto viene prodotto in pezzature che, al fine di consentirne il trasporto senza ricorrere a trasporti eccezionali, non superano di norma la lunghezza di m 400 – 800. 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.

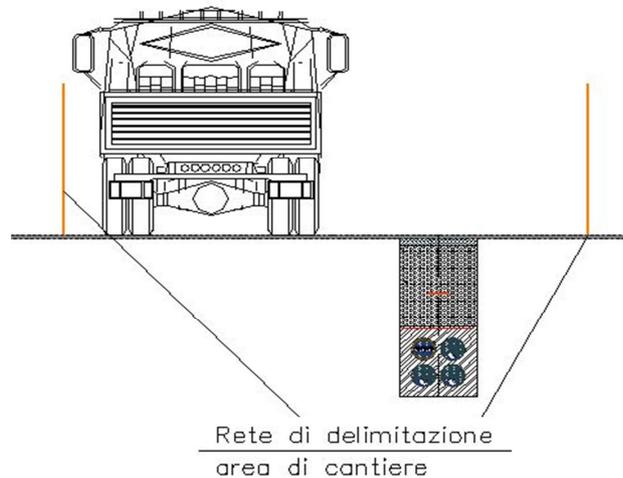


Figura 32: Sezione tipo area cavidotto

In generale, per una terna di cavi, indicativamente, tale trincea sarà larga circa 0.70 m per una profondità tipica di 1,5-1.6 m circa, prevalentemente su sedime stradale (tali dimensioni sono indicative; le dimensioni reali dipendono dal progetto e saranno definite in fase di progettazione esecutiva).

I tre cavi relativi alle tre fasi della linea elettrica vengono posati nella medesima trincea e vengono protetti meccanicamente da lastre di cemento armato poste sia ai fianchi che sulla sommità.

All'interno della stessa trincea vengono posati anche i cavi dielettrici incorporanti fibre ottiche necessarie al monitoraggio e alla protezione della linea elettrica.

Le varie pezzature di cavo vengono tra loro connesse tramite delle giunzioni confezionate in opera e poste all'interno di buche aventi dimensioni di circa m 10 x 2,5 x 2,1.

Il tracciato della linea in cavo interrato viene di norma individuato all'interno della viabilità pubblica, anche se presenta una maggiore difficoltà realizzativa per la presenza di sottoservizi e per l'intralcio alla viabilità in fase di realizzazione, ove è maggiormente garantita la sorveglianza della pubblica amministrazione rispetto ad attività lavorative che vengono svolte in prossimità della linea interrata, quali escavazioni e lavori sul sottosuolo; vengono pertanto evitati, per quanto possibile, tracciati in aree agricole o boschive ove potrebbero essere svolte attività di escavazione senza il controllo della pubblica amministrazione e quindi potenzialmente a rischio per rotture accidentali del cavo.

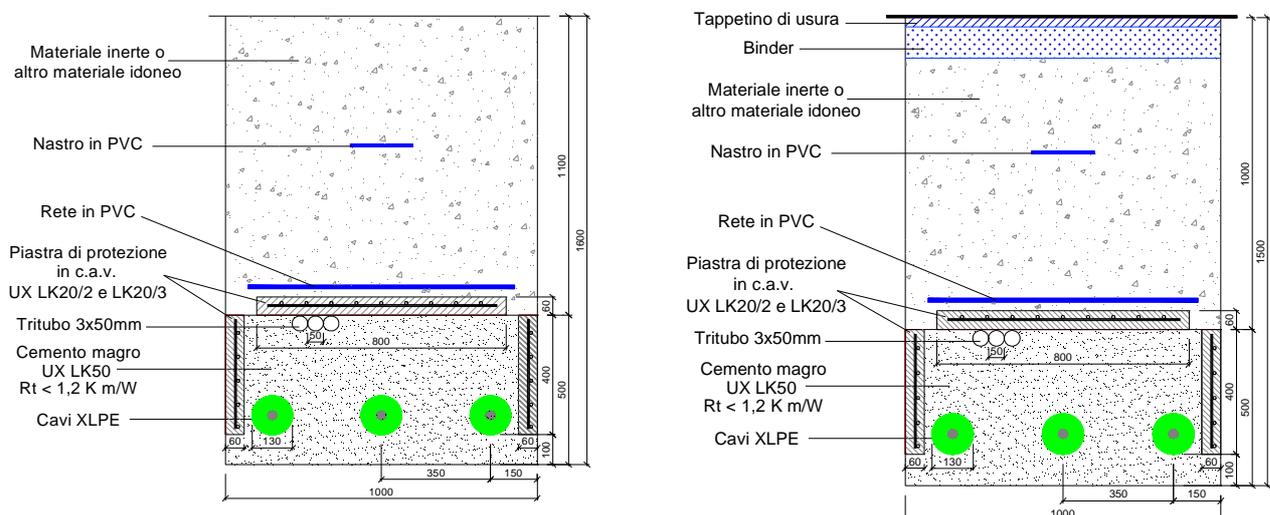


Figura 33: Esempio di posa in piano in terreno agricolo e su sede stradale per cavo 220 kV

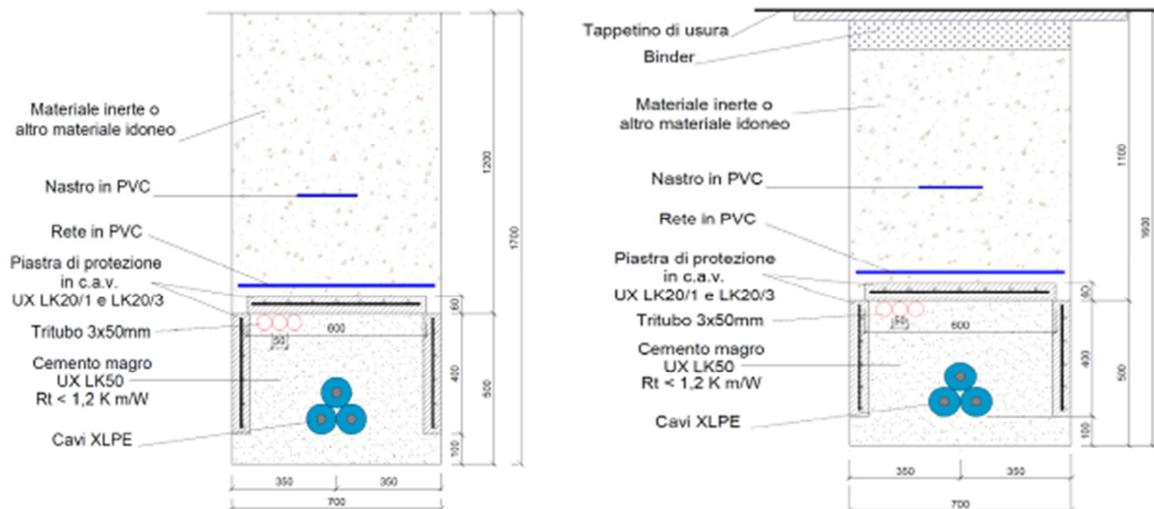


Figura 34: Esempio di posa a trifoglio in terreno agricolo e su sede stradale per cavo 132 kV

Le principali fasi necessarie per la realizzazione di un elettrodotto in cavo interrato, che si ripetono per ciascuna tratta di collegamento compresa tra due buche giunti consecutive, sono le seguenti:

- attività preliminari;
- esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo ed esecuzione di eventuali perforazioni orizzontali (TOC, spingitubo o microtunnel);
- stenditura e posa del cavo;
- riempimento dello scavo fino a piano campagna con materiale idoneo;
- realizzazione delle buche giunti;
- realizzazione di eventuale getto in conglomerato bituminoso per il rifacimento del manto stradale.

Solo la seconda e la quarta fase comportano movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Le tratte di cantiere corrispondono con quelle comprese tra due buche giunti consecutive, normalmente della lunghezza media di circa 500 m, e hanno una durata di lavorazione di circa 4 settimane.

Si descrive di seguito, anche se in forma sintetica, quali sono le caratteristiche, le modalità di posa e le problematiche da affrontare sia per la realizzazione che per il successivo esercizio delle linee elettriche AT realizzate con conduttori isolati con materiale estruso ed interrati.

Attività preliminari

Le attività preliminari sono distinguibili come segue:

- tracciamento del percorso del cavo e delle buche giunti;
- segregazione delle aree di lavoro con idonea recinzione;
- preparazione dell'area di lavoro (sfalcio vegetazione e rimozione ostacoli superficiali);
- saggi per verificare l'esatta posizione dei sottoservizi interferenti, già censiti nel progetto esecutivo..

Esecuzione degli scavi

Le attività di scavo sono suddivise nelle seguenti fasi operative principali:

- taglio dell'eventuale strato di asfaltatura;
- scavo della trincea di posa ed stabilizzazione delle pareti di scavo con opportune sbatacchiature.

In condizioni normali gli scavi restano aperti fino alla posa completa di tutta la tratta (circa 500 m); nel caso di interferenza con passi carrai gli scavi vengono protetti con opportune piastre d'acciaio, che consentono il passaggio dei mezzi, e nel caso di attraversamenti stradali sonopredisposti tubi camicia in PEAD e lo scavo viene subito richiuso.



Figura 35: Taglio dell'asfaltatura e scavo aperto

Posa del cavo

La posa del cavo viene effettuata per tutta la lunghezza di ciascuna tratta di cantiere compresa tra due buche giunti consecutive (circa 500 m), corrispondente alle pezzature contenute nelle bobine di trasporto, secondo la seguente procedura:

- posizionamento dell'argano e della bobina contenente il cavo agli opposti estremi della tratta;
- posizionamento di rulli metallici nella trincea per consentire lo scorrimento del cavo senza strisciamenti;
- stendimento di una fune traente in acciaio che collega l'argano di tiro alla testa del cavo contenuto nella bobina;
- stendimento del cavo mediante il recupero della fune traente ad opera dell'argano di tiro.

La fase viene costantemente seguita dal personale dislocato lungo tutto il tracciato e in special modo nei punti critici (curvature, sottopassi, tubiere ecc.).

L'operazione viene ripetuta per ciascun cavo di fase (cioè 3 volte) ed eventualmente per i cavi di rame per l'equipotenzialità e per i tritubi destinati a contenere i cavi in fibra ottica.



Figura 36: Posa rulli lungo lo scavo e stendimento del cavo

Rinterri e ripristini

I cavi posati in trincea vengono successivamente inglobati in uno strato di cemento magro di circa 0,5 m di altezza; a protezione dei cavi vengono posate delle piastre in cls sui bordi laterali e sopra al getto di cemento magro.

Al fine di segnalare il cavidotto, sono posate una rete ed un nastro in PVC: la restante parte superiore della trincea viene ricoperta con materiale inerte di risulta dello scavo (se idoneo) o altro materiale idoneo.

Infine, nel caso in cui lo scavo insista sulla sede stradale, dopo il riempimento della trincea viene ripristinato il manto di asfalto e il tappetino d'usura.



Figura 37: Rinterro con posa delle piastre di protezione e rete in PVC

Esecuzioni delle giunzioni

Terminata la posa di almeno due tratte consecutive sono realizzate le giunzioni, che consistono nelle fasi seguenti:

- scavo della buca giunti;
- allestimento della copertura a protezione dagli agenti atmosferici;
- preparazione del cavo, taglio delle testate a misura;
- messa in continuità della parte conduttrice e via via di tutti gli stati componenti (isolante, schermatura, guaina);
- chiusura del giunto con una muffola riempita di resine a protezione dagli agenti chimici e dall'umidità del terreno;
- realizzazione dei muretti di contenimento e separazione delle fasi a creare camere di contenimento del singolo giunto;
- riempimento delle camere con materiale di adeguata conducibilità termica e ricopertura con lastredi protezione in cls.

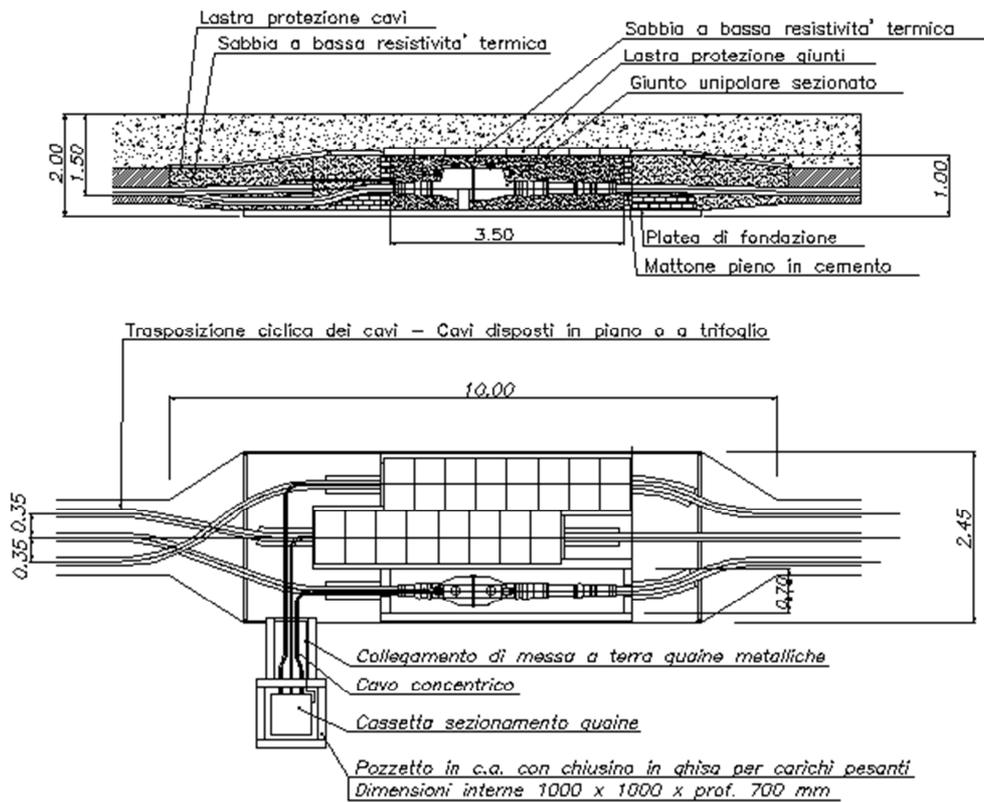


Figura 38: Esecuzione giunto esempio di buca giunti

Attraversamenti

Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, fiumi, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato o con microtunnel, come descritto nei disegni sottostanti:

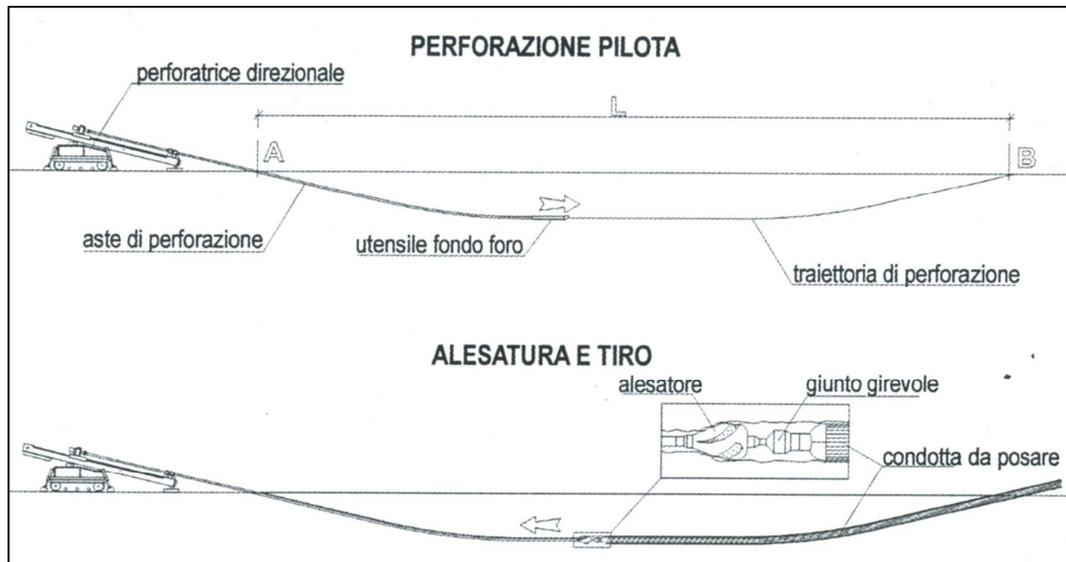


Figura 39: Attraversamento con perforazione teleguidata

ATTRAVERSAMENTO CON MICROTUNNELING

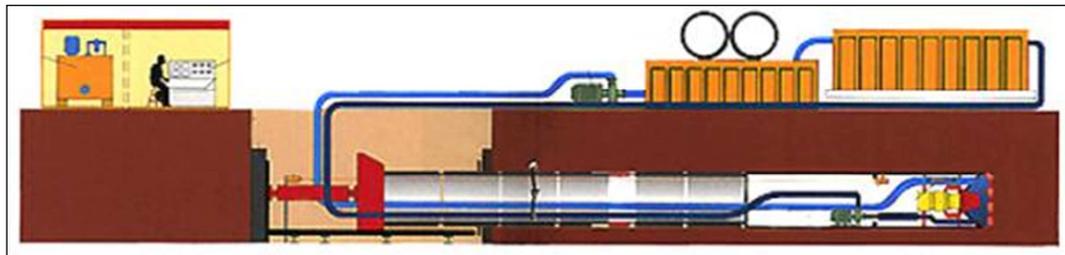


Figura 40: Attraversamento con microtunneling

3.2.3 Stazioni Elettriche

I nuovi impianti saranno realizzati secondo progetto unificato TERNA e corrispondenti alle Norme CEI-EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata" e CEI-EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione >1 kv in corrente alternata".

Come già specificato l'intervento in oggetto prevede l'ampliamento della SE di Fusina e la realizzazione della nuova SE di Malcontenta. Il cantiere della stazione elettrica di Fusina coinvolgerà anche l'area della stazione attuale pertanto dovrà tener conto di tutte le interferenze con le opere esistenti al fine di garantire la funzionalità di quanto già realizzato al fine di evitare, o ridurre al minimo, i fuori servizio sulla RTN esistente.

Il cantiere della stazione di Malcontenta si svilupperà invece al di fuori della stazione elettrica 220 kV ex Edison. In tale attività si dovranno considerare le interferenze con le opere presenti in sito (gasdotto SNAM, cavidotto TERNA, cavidotti Enel) e si dovranno programmare le attività di attestazione delle linee elettriche alla sezione 220 kV della nuova stazione e la RTN così da minimizzare, anche in questo caso, i fuori servizio della rete elettrica locale.

La costruzione di una Stazione Elettrica è un'attività che riveste aspetti particolari legati essenzialmente alla tipologia delle opere civili e delle apparecchiature funzionali all'esercizio, il cui sviluppo impone spostamenti circoscritti delle risorse e dei mezzi meccanici utilizzati all'interno di una determinata area di cantiere limitrofa a quella su cui sorgeranno le Stazioni stesse.

La realizzazione di una stazione elettrica è suddivisibile nelle seguenti fasi operative principali:

- organizzazione logistica e allestimento del cantiere;
- realizzazione opere civili, apparecchiature elettriche, edifici e cavidotti di stazione;
- montaggi elettromeccanici delle apparecchiature elettriche;
- montaggi dei servizi ausiliari e generali;
- montaggi del SPCC (sistema di protezione, comando e controllo) e telecontrollo;
- rimozione del cantiere.

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

Utilizzo delle risorse

I movimenti di terra per la realizzazione o l'ampliamento di una Stazione Elettrica consistono in:

- lavori civili di preparazione del terreno;
- scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni, macchinario, torri faro, ecc.).

I lavori civili di preparazione consistiranno in un eventuale sbancamento/riporto al fine di ottenere un piano a circa -0,80m rispetto alla quota del piazzale di stazione. L'intervento principale e, in ordine di esecuzione, primario per la realizzazione delle SS.EE. sarà lo scavo dell'intera area per uno spessore di circa 0,4 m, in maniera da eliminare la porzione di terreno con presenza degli apparati radicali della vegetazione e per questo non ritenuta idonea alla posa degli elementi strutturali di fondazione dei manufatti che andranno ad insistere sull'area.

Si passerà quindi alla posa in opera del manto di geotessile ed allo stendimento di uno strato di misto naturale di cava stabilizzato ottenendo un piano di posa delle opere ad una quota costante di circa -0,80m rispetto al piano finito di stazione.

Con particolare riferimento alle aree di intervento della stazione elettrica di Fusina e Malcontenta, prima di procedere alla realizzazione del rilevato di stazione, sarà necessario eseguire una stabilizzazione/compattazione del terreno locale (limoso/sabbioso con presenza di falda alta) tramite l'esecuzione di colonne di jet-grouting profonde mediamente 8m e localizzate al di sotto delle fondazioni di ciascuna nuova opera di stazione.

Successivamente alla realizzazione delle opere (fondazioni, cunicoli, vie cavo, drenaggi ecc.), si procede al reinterro dell'area con materiale misto stabilizzato di cava e riutilizzo del terreno scavato in precedenza nelle zone non interessate dalle apparecchiature elettromeccaniche e dalla viabilità interna di stazione.

Si procederà poi allo spianamento della stessa area, eseguito con il criterio della compensazione dei volumi di sterro e di riporto venendo così a creare un piano perfettamente regolare ed alla quota ideale per poter procedere fin da subito alla realizzazione delle opere di fondazione della recinzione esterna e dei nuovi

fabbricati previsti in progetto. Il successivo terreno di apporto potrà essere di qualità differenziata a seconda che la zona ospiti i sottofondi stradali e le opere civili o le aree finite a verde.

Il materiale di risulta dello scotico superficiale verrà opportunamente accatastato in apposite aree di stoccaggio temporanee in attesa di caratterizzazione e di conferimento alla destinazione finale ossia al recupero tramite stesura all'interno delle aree destinate a verde opportunamente individuate/smaltimento presso impianto autorizzato.

Per l'espletamento del servizio, saranno predisposte una o più piazzole interne al perimetro di cantiere ovvero ad esso asservite, di dimensioni e caratteristiche adeguate al transito, allo stazionamento dei mezzi d'opera e realizzate in numero proporzionato al quantitativo di materiale da movimentare, alle caratteristiche dei mezzi d'opera, all'organizzazione delle attività di caratterizzazione ed alla programmazione delle concomitanti opere civili del cantiere.

Fabbisogno nel campo dei trasporti, della viabilità e delle reti infrastrutturali

L'organizzazione di cantiere prevede la scelta di un suolo adeguato per il deposito dei materiali ed il ricovero dei mezzi occorrenti alla costruzione. I materiali verranno approvvigionati per fasi lavorative ed in tempi successivi, in modo da limitare al minimo le dimensioni dell'area e da evitare stoccaggi per lunghi periodi ed, in genere, posizionati su lati estremi dell'area di cantiere stessa.

Per le fasi relative alle opere civili ed elettromeccaniche nel cantiere potranno essere impiegate mediamente circa 20 persone in contemporanea. Lo stesso cantiere sarà organizzato per squadre specializzate nelle varie fasi di attività (opere di sottofondazione, apparecchiature ed edifici prefabbricati), che svolgeranno il loro lavoro in successione sulle piazzole di realizzazione.

In generale, si avrà una minima sovrapposizione tra i lavori relativi alle opere civili e di montaggio delle apparecchiature elettromeccaniche.

Indicativamente per una stazione elettrica, è previsto l'utilizzo dei seguenti macchinari:

- n.3 autocarri pesanti da trasporto;
- n.3 escavatori;
- n.2 o 3 betoniere;
- n.2 autogru gommate;
- n.2 macchine per jet grouting.

Tutte le macchine e le attrezzature impiegate, oltre a rispettare le norme vigenti in materia di igiene e sicurezza, saranno utilizzate e mantenute in sicurezza secondo le norme di buona tecnica.

L'elenco delle macchine e delle attrezzature che complessivamente potranno essere utilizzate è il seguente:

- autocarro con o senza gru;
- betoniere;
- escavatore;
- cannello;
- compressori;
- flessibili;
- martelli demolitori;
- saldatrice;
- scale;
- trapani elettrici;
- argani.

3.1 VALUTAZIONE PRELIMINARE DEI VOLUMI DI SCAVO

La valutazione preliminare dei volumi di scavo è stata effettuata sulla base degli elementi dimensionali delineati nei capitoli precedenti e delle caratterizzazioni attualmente disponibili, nonché sugli esiti di studi pregressi già convalidati dagli Enti competenti, Per ulteriori approfondimenti si rimanda al doc. n. RGCR10100BSA00602 Rev 00.

3.1.1 Valutazioni per l'Area A

Sulla base dei dati di progetto, risulta che i volumi di scavo per le linee interrate (Tracciati A2/4 e A2/5) sono in totale 8.008 m³.

I dati pregressi indicano la possibilità di riutilizzare il terreno in situ per il rinterro degli scavi. Questa modalità di riutilizzo potrà riguardare indicativamente il 60 % circa del volume scavato. Il terreno eccedente le necessità di rinterro sarà inviato a impianto di recupero/smaltimento. Per i tratti attualmente non caratterizzati l'applicabilità di tale criterio dovrà essere confermata a seguito delle indagini integrative).

I volumi di scavo associati alla messa in opera delle fondazioni dei sostegni previsti per il tracciato A1 e per i tracciati A2/4 (sostegni 3L, 17/2a e 1/1a) e A2/5 (sostegno 3P), ammontano a 10.428 m³ di cui c.a. il 60% di scavo superficiale e il 40% di scavo profondo. Nella tabella seguente è riportato il dettaglio dei volumi di scavo di progetto.

Tabella 1: Area A. Volumi di scavo previsti per la realizzazione dei sostegni

Tipologia sostegno	num.	Trivellato	Dado	Tot
		m ³	m ³	m ³
(A1) 380 kV Dolo - Camin				
380kV st Tubolare - Amarro	1	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	2	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	3	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	4	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	5	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	6	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	7	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	8	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	9	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	10	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	11	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	12	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	13	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	14	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	15	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	16	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	17	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	18	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	19	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	20	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	21	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	22	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	23	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	24	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	25	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	26	94	203	297

Tipologia sostegno	num.	Trivellato	Dado	Tot
		m ³	m ³	m ³
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	27	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	28	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	29	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	30	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	31	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	33	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	34	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	36	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	37	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	38	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	39	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	40	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	41	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	42	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	43	68	79	147
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	45	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	46	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	47	94	203	297
380kV st Tubolare - Mens. Isol.	48	68	79	147
380kV st Tubolare - Amarro	49	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	50	94	203	297
380kV st Tubolare - Amarro	51	94	203	297
380kV dt Tubolare utilizzo st bandiera - Mens. Isol.	52	68	79	147
(A2/4) 132 kV Camin - Rovigo PA				
132kV st Traliccio	3L	47	0	47
220kV dt Traliccio	17/2a	68		68
220kV dt Traliccio	1/1a	68		68
(A2/5) 132 kV Camin - Conselve				
132kV st Traliccio	3P	47	0	47
Totale sostegni	53			
Scavo profondo m³		4.081		
Scavo superficiale m³			6.347	
Scavo Totale m³				10.428

Per i terreni derivanti da scavi superficiali, i dati pregressi indicano la possibilità di riutilizzare il terreno in situ per il rinterro, eccettuati 2 sostegni (n. 10 e 19).

Per quanto riguarda la stima del riutilizzo in situ dei terreni derivanti dagli scavi superficiali dei sostegni, in considerazione delle caratteristiche delle opere di fondazione si prevede che solo tra il 20 e il 30 % potrà essere riutilizzato per il rinterro.

Il terreno eccedente le necessità di rinterro, e il terreno associato allo scavo delle fondazioni dei 2 sostegni sopra indicati, sarà inviato a impianto di recupero/smaltimento.

Per i terreni derivanti da scavi profondi, prodotti dalle trivellazioni dei pali di fondazione, si prevede l'invio a impianto di riutilizzo/smaltimento in funzione degli esiti della caratterizzazione in cumulo.

3.1.2 Valutazioni per l'Area C

3.1.2.1 Linee elettriche

La tabella che segue riporta i volumi di scavo previsti per le fondazioni dei sostegni nei tratti in aereo; in tal caso il volume totale di scavo previsto è di 4.497 m³ di cui il 25% circa (1.125 m³) riguarda l'area SIN.

La tabella successiva fornisce un'indicazione preliminare dei volumi di scavo per i tratti in cavo, che ammontano complessivamente a circa 23.602 m³ di cui il 15% circa (3.483 m³) riguarda l'area SIN.

Tabella 2: Area C. Volumi di scavo previsti per la realizzazione dei sostegni

Tipologia sostegno		Trivellato	Dado	Totale
	num.	m ³	m ³	m ³
(C5) 380 kV Fusina2 - Dolo				
380kV dt Tubolare amarro	1a	135,648	270	405,648
380kV dt Tubolare amarro	2a	135,648	220	355,648
380kV dt Tubolare mens. Isol.	3a	47,1	123,75	170,85
380kV dt Tubolare mens. Isol. + palancole provv.	4a	47,1	107,8	154,9
380kV dt Tubolare mens. Isol. + palancole provv.	5a	47,1	107,8	154,9
380kV dt Tubolare mens. Isol. + palancole provv.	6a	47,1	107,8	154,9
380kV dt Tubolare amarro + palancole provv.	7a	94,2	270	364,2
380kV dt Tubolare mens. Isol. + palancole provv.	8a	47,1	123,75	170,85
380kV dt Tubolare mens. Isol. + palancole provv.	9a	47,1	107,8	154,9
380kV dt Tubolare amarro	10a	94,2	202,5	296,7
380kV dt Tubolare amarro	11a	94,2	270	364,2
380kV dt Tubolare amarro	12a	135,648	220	355,648
380kV dt Tubolare amarro	13a	135,648	220	355,648
380kV dt Tubolare amarro	14a	94,2	270	364,2
380kV dt Tubolare amarro	15a	135,648	220	355,648
(C9/4) 132 kV Villabona-Azotati				
132kV st Traliccio	3E	47,1	0	47,1
(C9/7) 220 kV Malcontenta-Staz.I/Scorzé				
220kV dt Traliccio	302a	67,824	0	67,824
220kV dt Traliccio	302b	67,824	0	67,824
(C9/8) 220 kV Malcontenta-Villabona/Dolo				
220kV dt Traliccio	288a	67,824	0	67,824
220kV dt Traliccio	289a	67,824	0	67,824
Totale sostegni				
	20			
Scavo profondo mc		1.656,036		
Scavo superficiale mc			2.841,2	
Scavo Totale				4.497,236
Totale TRS SIN				1.125,496
Totale TRS ex SIN				3.371,74

Tabella 3: Area C. Volumi di scavo previsti per i tratti in cavo

Tipo di posa	Tot m ³	Opere in progetto - Area C							
		C6 (220 Fu2-Mal) m ³	C6 (220 Fu2-StV) m ³	C6 (220 StV-Mal) m ³	C6 (132 Fu2-Alc) m ³	C7 (220 StV-Fu2) m ³	C9/4 (132 VII-Az) m ³	C9/6 (132 Fu2-CPF) m ³	C9/6 (132 Fu2-SFi) m ³
Cunicolo	2.131	830	0	885	0	0	416	0	0
TOC	674	205	0	208	116	0	69	37	39
Terreno agricolo	13.968	5.475	176	6.333	758	176	674	102	114
Stradale	4.995	3.209	0	1.787	0	0	0	0	0
Attr. Stradale	128	25	0	77	27	0	0	0	0
Buche Giunti	1705	706	59	647	118	59	118	0	0
Scavo Totale (m³) di cui:	23.602	10.609	235	9.935	1.019	235	1.276	140	153
Totale TRS SIN (m³)	3.483	232	235	1.925	646	235	0	108	102
Totale TRS ex SIN (m³)	20.118	10.377	0	8.010	372	0	1.276	32	51

Sulla base della caratterizzazione chimica pregressa (cfr doc. n. RGCR10100BSA00602 Rev 00) e delle dimensioni degli interventi in progetto sono state formulate valutazioni circa le modalità di gestione delle terre da scavo ed è possibile ipotizzare una percentuale di riutilizzo senza ulteriori analisi dei materiali scavati superiore al 50 %, riutilizzo che potrebbe raggiungere anche l'80-90% dopo analisi in cumulo. Si tratta di una valutazione di massima ottenuta sulla base delle conoscenze sia progettuali che di caratterizzazione dei terreni fin qui a disposizione; la valutazione dovrà essere affinata sulla base dell'esatta posizione e lunghezza dei diversi tipi di posa, che saranno definiti nelle successive fasi di progettazione.

3.1.2.2 Stazioni

STAZIONE ELETTRICA FUSINA

Poiché, come risulta dalle analisi disponibili sia per l'area Terna sia per l'area di ampliamento non risulta alcun superamento di colonna B, le terre saranno riutilizzate per rinterri in base alle necessità progettuali.

La tabella successiva riporta la sintesi dei volumi di scavo previsti e dei volumi di terra necessari per i riporti di approntamento dell'area di ampliamento.

Tabella 4: Volumi di scavo e fabbisogni per i riporti nell'ambito del progetto di ampliamento SE Fusina II

Operazione	Quantità [m ³]	Volume da riutilizzare [m ³]	Volume da smaltire (entro colonna B) [m ³]	Volume da smaltire (oltre colonna B) [m ³]
Terreno risultante dall'attività di scotico	13.000	-	13.000	0
Terreno risultante dall'attività di scavo	8.000	2.300	5.700	0
Volume complessivo Scavo	21.000	2.300	18.700	0
Operazione				
	Quantità [m³]	Volume da riutilizzo [m³]	Volume da recuperare presso cave [m³]	
Volume terreno di riporto	10.100	2.300	7.800	

Sulla base dei dati riportati in tabella, il volume di scavo direttamente utilizzabile in situ è pari a c.a. l'11% del totale; il restante 89% è da riutilizzare in aree industriali (concentrazioni limite entro Colonna B) o da smaltire in apposito impianto di scarica, secondo la normativa di settore.

STAZIONE ELETTRICA MALCONTENTA

Per la Stazione Elettrica Malcontenta le indagini disponibili indicano alcuni superamenti, per cui il riutilizzo del terreno scavato sarà possibile previa analisi in cumulo. La tabella successiva riporta la sintesi dei volumi di scavo previsti e dei volumi necessari per i riporti di approntamento dell'area di ampliamento.

Tabella 5: Volumi di scavo e fabbisogni per i riporti nell'ambito del progetto di ampliamento SE Malcontenta

Operazione	Quantità [m ³]	Volume da riutilizzare [m ³]	Volume da smaltire (entro colonna B) [m ³]	Volume da smaltire (oltre colonna B) [m ³]
Volume complessivo Scavo	6.000	6.000	0	0
Operazione				
	Quantità [m³]	Volume da riutilizzo [m³]	Volume da recuperare presso cave [m³]	
Volume terreno di riporto	54.000	6.000	48.000	

Sulla base dei dati riportati in tabella, il volume di scavo può venire utilizzato tutto in situ, previa analisi in cumulo. Qualora i terreni avessero concentrazioni entro colonna B potranno essere riutilizzati in situ, oltre la recinzione per la realizzazione del bacino di laminazione e sistemazione del sito, mentre qualora ci fossero terreni oltre colonna B, questi dovranno essere conferiti in discarica.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

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.

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.

4.1 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.

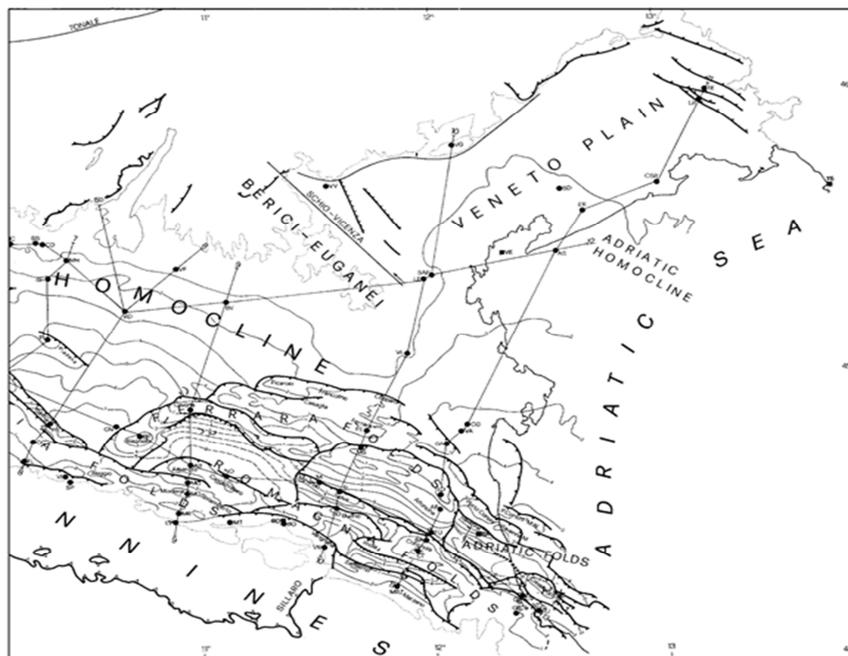


Figura 4.1 - Mappa strutturale semplificata della sequenza Pliocene-Quaternario nella Pianura veneta (Estratto da AGIP'S contribution to oil exploration technology – subsurface geological structure of the Po plain, Italy, Pieri & Groppi, 1996)

4.2 L'evoluzione paleogeografica nel 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 durata da 9.000 a 12.000 anni a seconda della morfologia rispettivamente depressa o rilevata - alti morfologici - rispettivamente.

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.

4.3 L'evoluzione paleogeografica nell'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 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. Questo strato si presenta generalmente a struttura caotica, con breccie 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 nerastrati 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.

5 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE

La **tavola DGCR10100BSA00598_01** allegata alla presente relazione riporta la caratterizzazione geologica e geomorfologica dell'ambito di studio del progetto, corrispondente ad un buffer di 1 km dagli interventi in esame (linee aeree e cavidotti, interventi sulle stazioni elettriche e demolizioni delle linee esistenti).

Dal punto di vista litologico l'area d'intervento è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine alluvionale depositati dai principali corsi d'acqua in prossimità della zona di sbocco in laguna.

L'assetto litostratigrafico derivante da questa facies deposizionale risulta complessivamente costituito da livelli limoso-sabbiosi e limoso-argillosi in eteropia verticale e orizzontale con livelli costituiti più marcatamente da limi e argille.

A livello di area vasta, tutto il comparto territoriale è quindi caratterizzato dalla presenza di tre litologie alluvionali, tra loro differenziabili in base al relativo assetto granulometrico :

- depositi a tessitura prevalentemente sabbiosa
- depositi a tessitura prevalentemente limo-argillosa
- depositi a tessitura prevalentemente limosa e argillosa

La tessitura prevalente che identifica ognuna delle 3 classi litologiche corrispondenti alla litologia presente in misura maggiore del 50% in spessore nei primi metri dell'affioramento. L'identificazione di queste classi litologiche presenta una diretta ricaduta anche in termini di differenziazione (con evidente semplificazione) tra materiali coesivi e incoerenti, aventi comportamenti idraulici e geotecnici molto diversi ai fini di del progetto in esame.

Localmente tali litologie alluvionali sono coperte da una coltre più o meno potente di depositi francamente di origine antropica, costituiti da materiale di riporto eterogeneo, comprese le casse di colmata e le aree intensamente urbanizzate.

Diverse porzioni dell'area d'indagine sono inoltre caratterizzate dalla presenza di numerosi corpi litologici prevalentemente sabbiosi corrispondenti agli alvei di corpi idrici ormai inattivi e sepolti. Si tratta di paleoalvei la cui importanza, dal punto di vista della loro possibile significatività progettuale, dipende essenzialmente dalla larghezza e dalla potenza di tali corpi litologici, la cui importanza è più che altro di natura idrogeologica.

Sovente queste tracce idrografiche relitte sono costituite da terreni più francamente sabbiosi di genesi alluvionale di colore marrone-oliva, appartenenti alla fascia di esondazione dei corsi d'acqua (attuali ed estinti) presentano un certo risalto morfologico rispetto ai terreni circostanti.

In carta è inoltre riportata una finestra in cui si evidenzia la granulometria dei terreni presenti entro i primi 4 metri di profondità. Si tratta di dati tratti dallo "Studio Geoambientale del territorio provinciale di Venezia - parte centrale" a cura della Provincia di Venezia, Assessorato alla Protezione Civile, basati sull'analisi dei numerosi dati stratigrafici presenti nella banca dati informatizzata delle prove geognostiche della Provincia di Venezia.

Area di intervento Dolo-Camin

Partendo dal comune di Dolo, l'assetto litologico generale è caratterizzato dalla presenza di terreni sabbiosi e sabbioso-limosi legati alla presenza dei vari paleoalvei, anche se nella zona della centrale e dei primi sostegni a partire da tale sedime i terreni mostrano una componente maggiormente argilloso-limosa con numerose intercalazioni laterali più francamente limo-sabbiose. La frazione più francamente argillosa scompare pressoché del tutto nella parte più occidentale del territorio comunale interessato dal progetto. A partire da profondità dell'ordine di 3-4 m dal p.c. le serie stratigrafiche locali evidenziano sempre a presenza di argilla debolmente limosa.

In tutta l'area si riscontra, infine, la presenza di una coltre superficiale di terreno vegetale limoso-sabbioso, di spessore variabile da circa 50 a 100 cm, con gli spessori maggiori localizzati nella porzione più occidentale del comune.

Proseguendo verso W, il tracciato della linea a 380 kV attraversa in successione i comuni di Fiesso d'Artico, Fosso e Vigonovo, caratterizzati da un assetto litologico impostato su terreni sabbioso-limosi miscelati in varie proporzioni con la componente più fine (limi e argille), che risulta maggiormente presente sia in superficie che nei primi metri di sottosuolo. Livelli più francamente sabbiosi si individuano a partire da profondità prossime ai 4 m dal p.c.

All'interno del comune di Strà il substrato litologico è caratterizzato dalla presenza di terreni sabbioso-limosi miscelati in diverse proporzioni, sottostanti poco meno di 50 cm di suolo vegetale a prevalente frazione argillosa.

La porzione di progetto 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, nel comune di Strà, l'area d'interesse progettuale è caratterizzata da terreni humici superficiali (con spessori dell'ordine di 50-100 cm) a copertura di litologie prevalentemente sabbiose, definibili come "medio impasto sabbioso" (localmente chiamate "dosane"). A partire da profondità dell'ordine dei 2 m dal p.c. prevalgono eteropicamente terreni argilloso-limosi fino a circa 6 m dal p.c., quota a partire dalla quale diventa prevalente la presenza di sabbie, inizialmente limose e poi (a partire da circa 15 m dal p.c.) più franche.

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.

Nel comune di Saonara l'assetto geologico è caratterizzato dalla presenza di terreni di natura prevalentemente sabbioso-limosa, caratterizzati da una frazione sabbiosa variabile tra il 40 e il 75% e da una frazione argillosa tra lo 0 e il 20%. Localmente sono presenti lenti con frazione sabbiosa superiore al 70%.

La porzione di progetto che si sviluppa all'interno del comune di Padova è caratterizzata 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.

Area di intervento di Malcontenta-Fusina 2

L'assetto litologico di questa area di intervento 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 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 subordinate, 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%.

6 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

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).

Infatti, le antiche forme del territorio, legate prevalentemente all'evoluzione dell'idrografia, non sono quasi più riconoscibili in quanto obliterate dall'urbanizzazione dei luoghi o modificate dagli interventi di regimazione della rete fluviale.

Ne consegue che l'identificazione dei paleoalvei dei dossi fluviali caratteristici di queste aree di bassa pianura sono di fatto basate sulle variazioni litologiche, collocandoli in corrispondenza di affioramenti di litotipi sabbiosi presenti in corrispondenza degli assi fluviali sepolti, mentre allontanandosi da tale asse si registra un progressivo aumento di litologie a granulometria più fine, a causa della 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 questi dossi naturali, legati agli antichi tracciati dei corsi d'acqua principali (Brenta principalmente), talora ripresi e rimodellati da corsi d'acqua minori e di risorgiva, questi sono prevalentemente caratterizzati da uno sviluppo in direzione Est – Ovest.

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.

Nella parte più interna dell'area di studio, dove l'acclività del terreno sale leggermente, sono presenti anche forme diverse, ma sempre riconducibili al sistema idrografico, quali i conoidi di deiezioni presenti in corrispondenza delle sezioni di sbocco in pianura dei retrostanti corsi d'acqua.

Arginature fluviali e un'area depressa, sempre nel settore interno, completano il set di morfotipi individuati nell'intorno significativo del progetto.

7 SISMICITA' DELL'AEREA

Il Nord-Est italiano, dal punto di vista sismico, è contornato da molte aree sismogenetiche come si evince dalla Figura 1 nella quale viene riportato l'insieme delle aree sismogenetiche italiane (zonazione sismogenetica a cura del Gruppo Nazionale Difesa Terremoti).

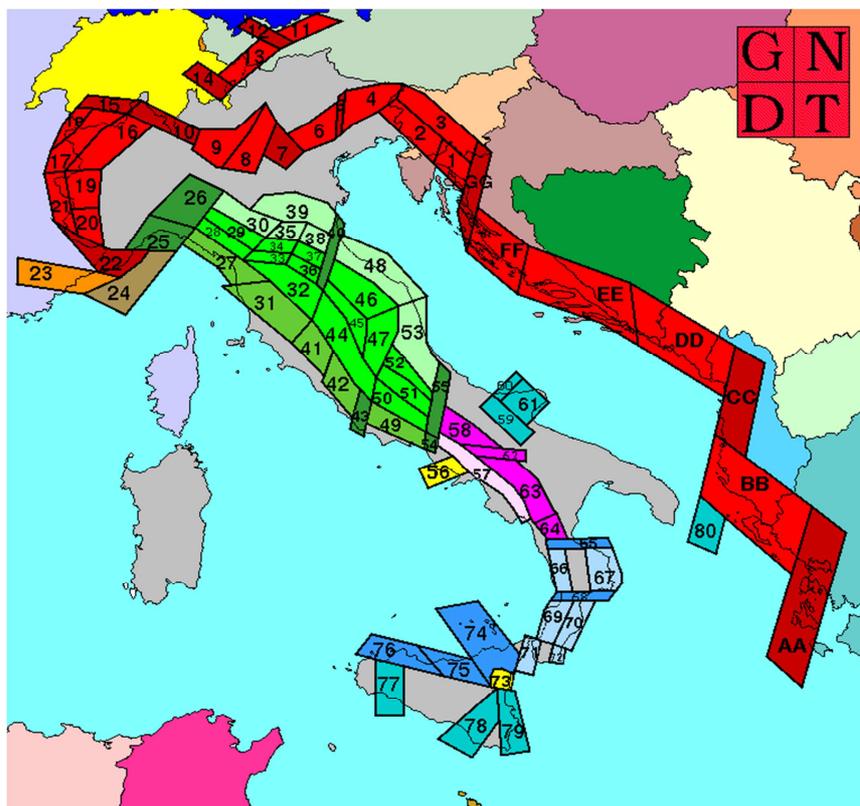


Figura 7.1 - Zonazione sismogenetica ZS.4

Come si evince direttamente dalla zonazione sismogenetica riportata in figura, l'area veneziana non è interessata da nessuna struttura sismogenetica, ma può comunque risentire di eventi tellurici generati nei territori limitrofi. Di seguito si riportano le classi sismiche dei comuni direttamente interessati dalle opere in progetto.

Regione	Provincia	REG	PROCOM	Denominazione	Classificazione 2014
Veneto	Padova	05	28044	Legnaro	4
Veneto	Padova	05	28060	Padova	4
Veneto	Padova	05	28082	Sant'Angelo di Piove di Sacco	4
Veneto	Padova	05	28085	Saonara	4
Veneto	Venezia	05	27002	Campagna Lupia	4
Veneto	Venezia	05	27004	Camponogara	4
Veneto	Venezia	05	27012	Dolo	4
Veneto	Venezia	05	27017	Fossò	4
Veneto	Venezia	05	27039	Stra	4
Veneto	Venezia	05	27043	Vigonovo	4

Tabella 7.1 - Classificazione sismica dei comuni d'interesse progettuale

Come si evince dalla tabella, tutti i comuni nei cui territori si sviluppa il progetto in esame rientrano nella classe 4 a minore pericolosità sismica.

ZONA	VALORE DI a_g
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g

La bassa propensione sismica del territorio sotteso dal progetto regionale è confermata dall'esame della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (rif. Ordinanza PCM del 28 Aprile 2005, n.3519, All.1b) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi ($V_{s30}>800$ m/s, cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005), nella quale tutti i comuni interessati presentano valori di a_g inferiori a 0.025.

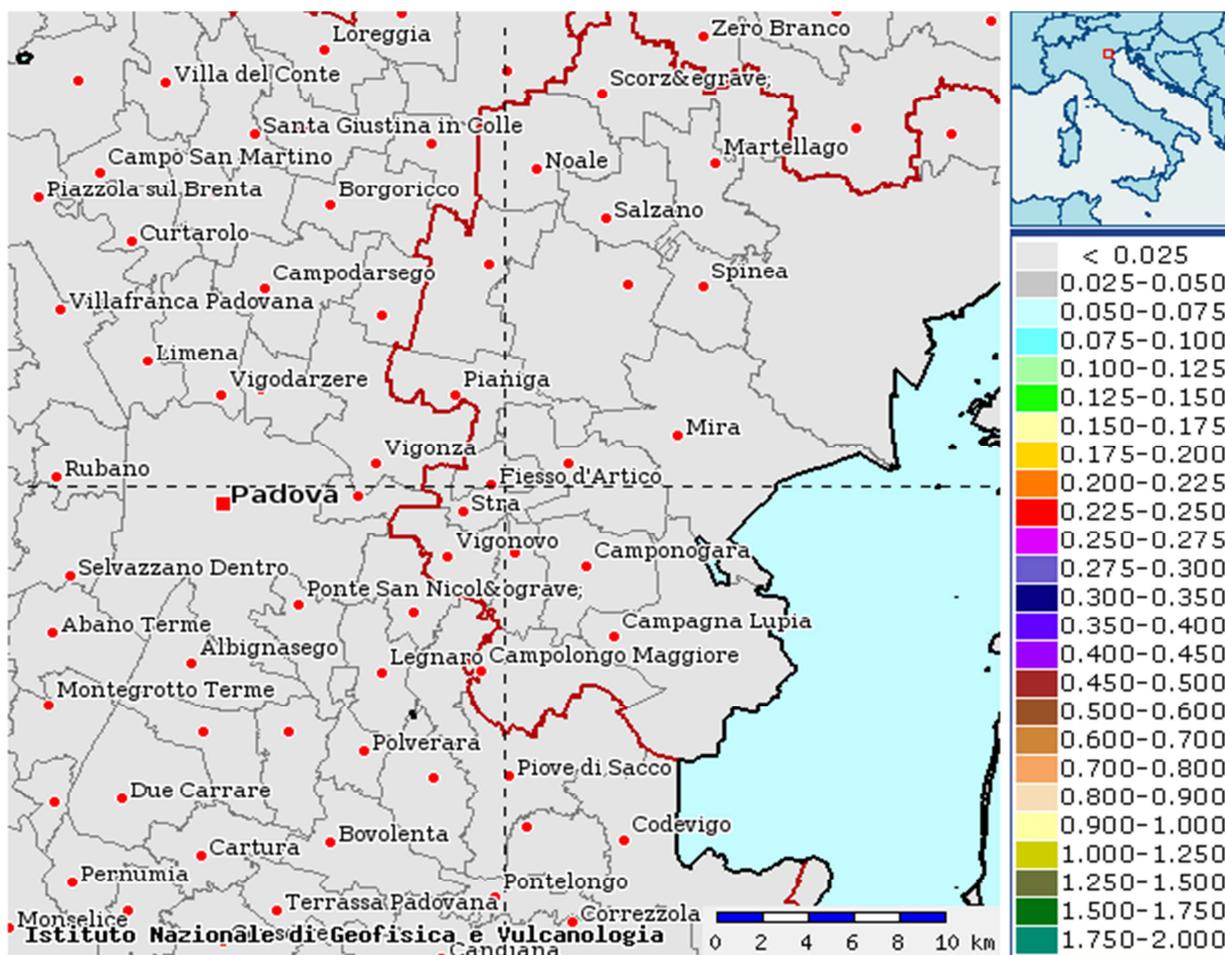


Figura 7.2 - Pericolosità sismica della zona d'intervento (Fonte: INGV)

Dal punto di vista dei terremoti storici, la ricerca bibliografica condotta non ha evidenziato prove di rilevanti eventi sismici successivi all'anno 1000. Allargando la ricerca ai comuni limitrofi è stato possibile identificare i seguenti eventi:

COMUNE	ANNO	INTENSITÀ (SCALA MERCALLI)
Venezia	1284	7°
Venezia	1512	6°
Venezia	1516	6°
Venezia	1717	6°

7.1 Risposta sismica locale e profili di suolo sismico

Le caratteristiche e gli effetti di un evento sismico sono fortemente dipendenti, oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, anche da fattori di risposta locale che risultano in grado di influenzare in maniera significativa la composizione spettrale del sisma. Tale influenza sullo spettro sismico si manifesta come fattore di smorzamento o al contrario di amplificazione e si configura come l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

I due principali fattori locali che possono condizionare la risposta sismica locale sono:

- i fattori morfologici del sito (valle stretta, cresta, pendio etc.)
- la natura dei depositi sollecitati dalla vibrazione sismica (possono amplificare l'accelerazione massima in superficie rispetto a quella che ricevono alla base, agendo al contempo da filtro del moto sismico, diminuendone l'energia complessiva ma modificandone la composizione con accentuazione di alcune frequenze e smorzamento di altre)

Dal punto di vista dei condizionamenti morfologici, la posizione degli interventi in progetto consente di mantenere ridotto il rischio che la presenza di creste e singolarità morfologiche possano indurre fenomeni di amplificazione sismica sui sostegni, questo alla luce della morfologia pianiziale dei territori attraversati.

Per quanto riguarda invece gli aspetti connessi alla natura e alla tipologia del substrato litologico, riferendosi alla definizione del profilo di suolo sismico introdotto dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20.03.2003, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

- A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m
- B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica N SPT > 50, o coesione non drenata cu > 250 kPa)
- C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < N SPT < 50, 70 < cu < 250 kPa).
- D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (N SPT < 15, cu < 70 kPa).
- E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.

In aggiunta a queste categorie, per le quali vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s (10 < cu < 20 kPa)
- S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

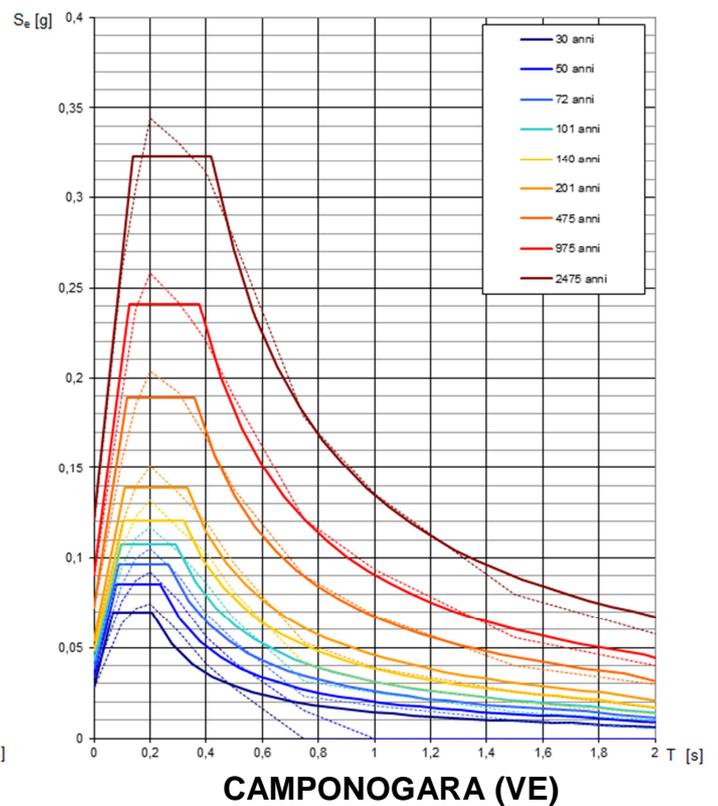
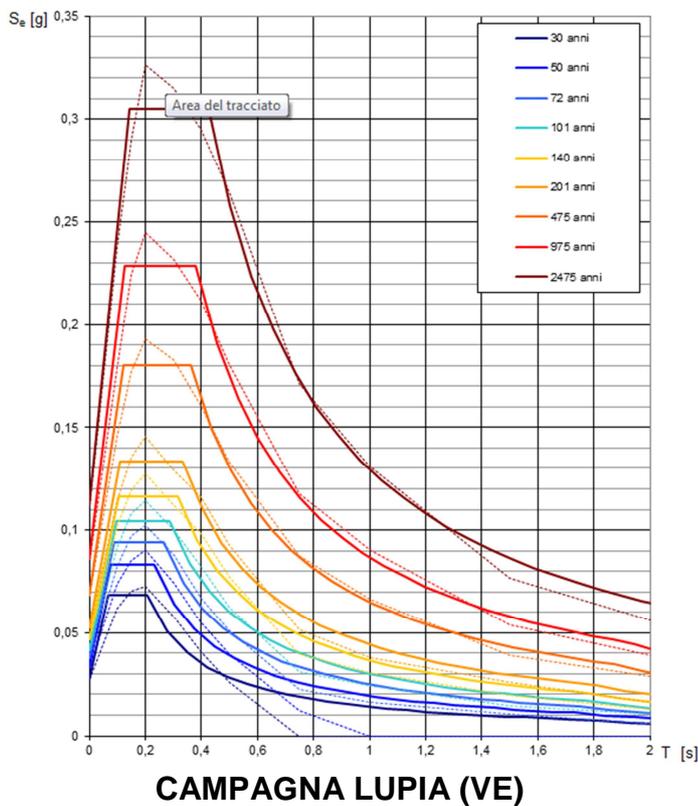
Nelle definizioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

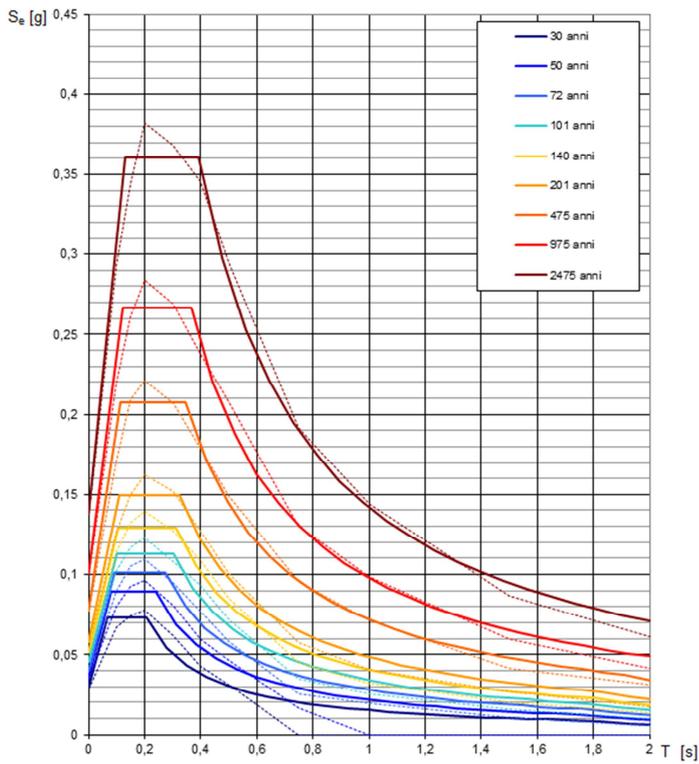
$$V_{S30} = \frac{H}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di a_g pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e pianeggianti, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante T^*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. attraverso le coordinate geografiche del sito.

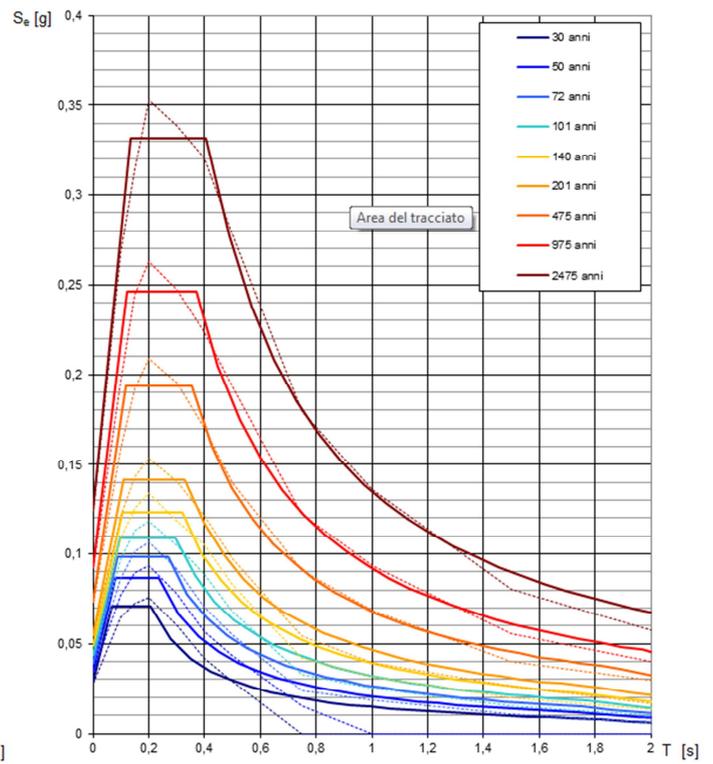
Una prima sommaria valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 14 gennaio 2008, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Di seguito si riporta il grafico dello spettro di risposta elastica corrispondente ai comuni di Venezia e di Mira, direttamente interessati dalle opere in progetto, nel quale la linea continua si riferisce agli spettri di Normativa, mentre la linea tratteggiata rappresenta gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

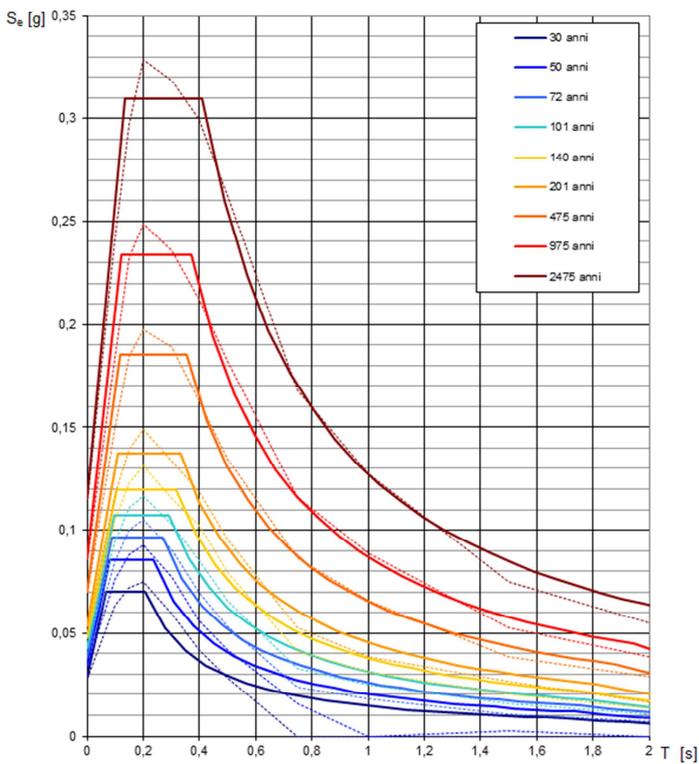




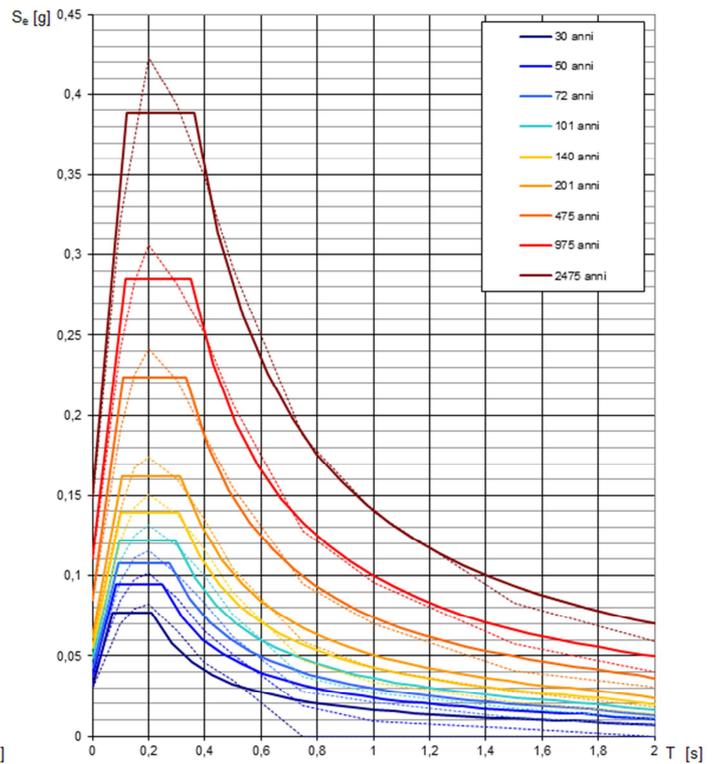
DOLO (VE)



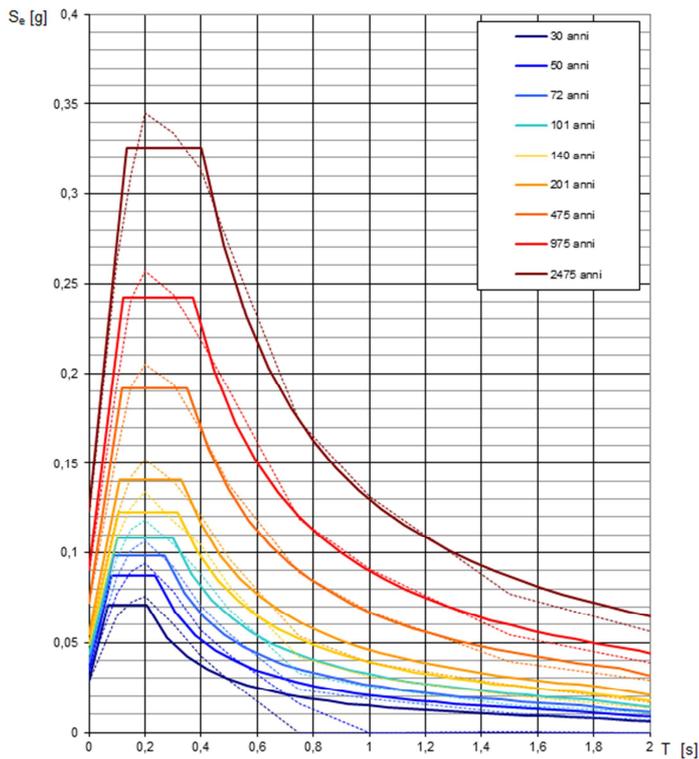
FOSSO' (VE)



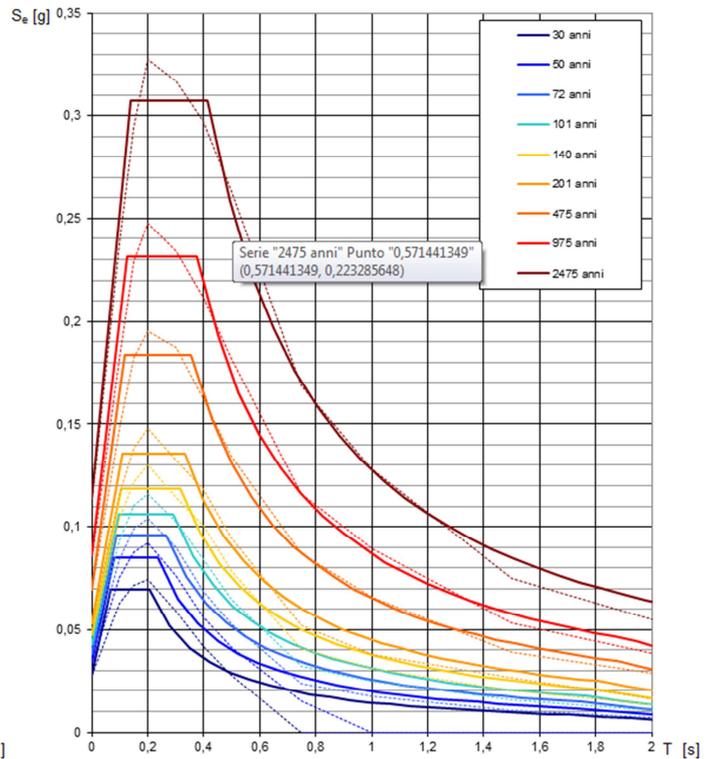
LEGNARO (PD)



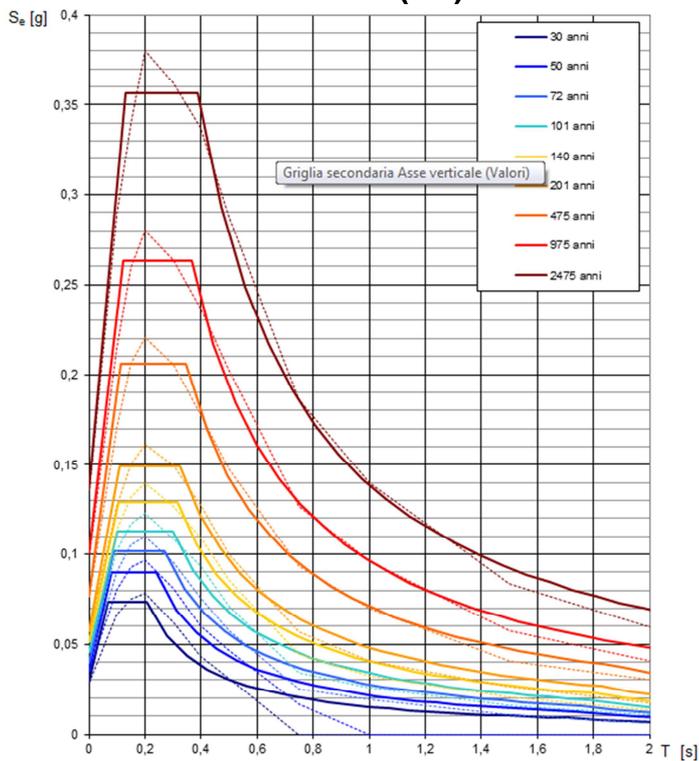
PADOVA (PD)



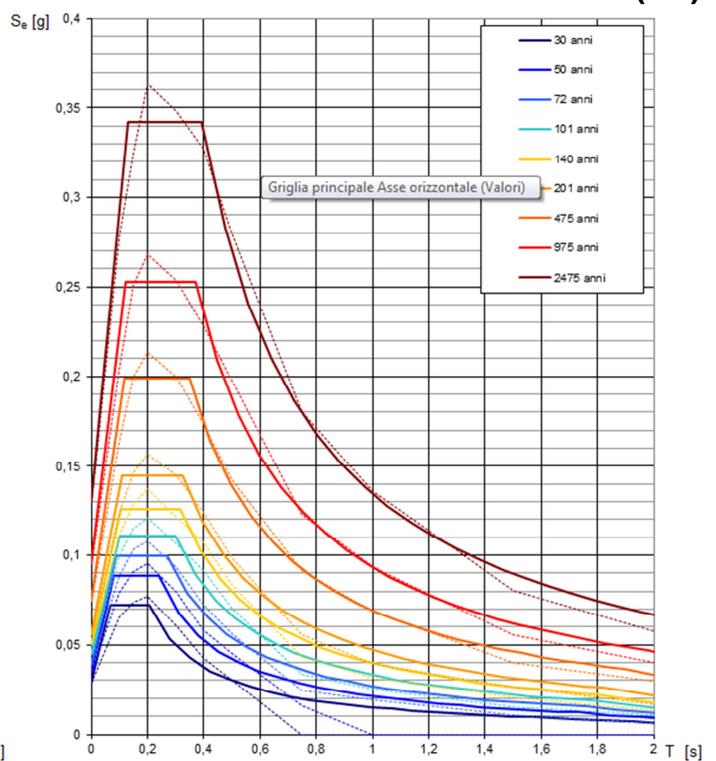
SAONARA (PD)



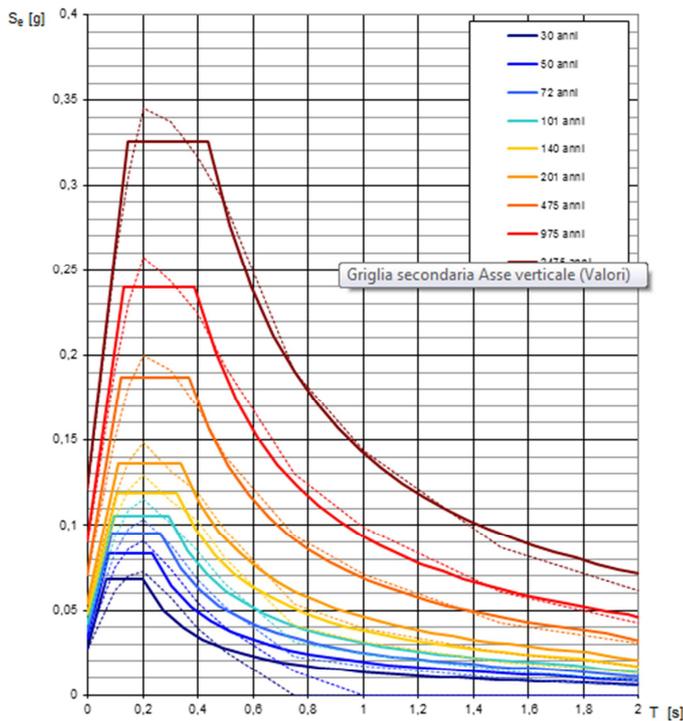
SANT'ANGELO DI PIOVE DI SACCO (PD)



STRA (VE)



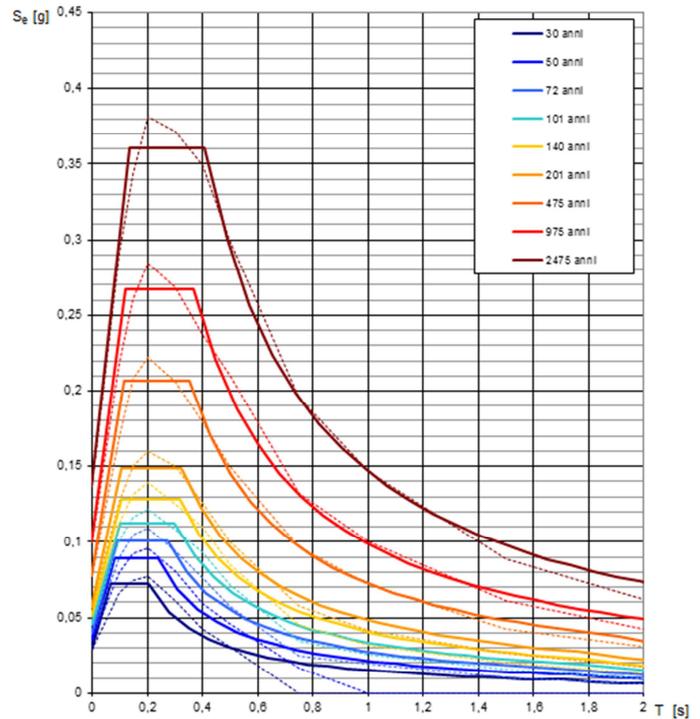
VIGONOVO (VE)



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

VENEZIA (VE)



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

MIRA (VE)

In via presuntiva, nelle more delle specifiche verifiche strumentali (prove MASW) da eseguire nel corso delle successive fasi di approfondimento progettuale, si ritiene che la distribuzione delle categorie di suolo interessanti le diverse porzioni progettuali possa essere schematizzata come "Tipo C o D", in funzione del substrato costituito da terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti.

Il rimando ad una modellizzazione geologica e geofisica di dettaglio con il supporto di prove MASW, ancorché previsto dalla normativa, si rende evidentemente inderogabile e irrinunciabile anche dal puro punto di vista tecnico.

Infine, stante l'assetto sub-orizzontale delle aree direttamente interessate dalla realizzazione dei due cavidotti terrestri, la categoria topografica delle aree è omogeneamente pari a T1, valida per superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

8 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

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.

8.1 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.

8.2 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.

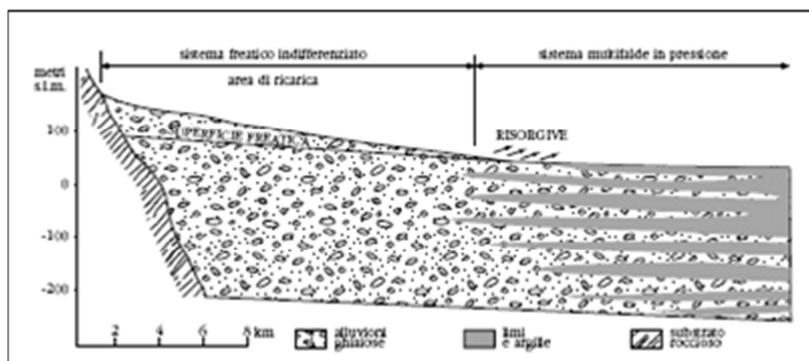


Figura 8.1 - Modello idrogeologico della pianura veneta. La figura rappresenta una sezione con direzione nord-sud.

8.3 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 paleoalvei 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 dell'ordine di un 1 m (e anche meno), idraulicamente in continuità con le acque superficiali ed è caratterizzata da oscillazioni stagionali ovviamente contenute.

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, risalienza, soprattutto dove la litologia di superficie è prevalentemente argillosa.

8.4 Modello idrogeologico di dettaglio

La **tavola DGCR10100BSA00598_02** allegata alla presente relazione riporta la caratterizzazione idrogeologica dell'ambito di studio del progetto, corrispondente ad un buffer di 1 km dagli interventi in esame (linee aeree e cavidotti, interventi sulle stazioni elettriche e demolizioni delle linee esistenti).

Il potente materasso alluvionale quaternario che ricopre la media e bassa pianura, dove si distribuiscono specificatamente le opere in progetto, è costituito dall'accumulo di sedimenti trasportati dai corsi d'acqua nel corso della loro dinamica evolutiva. Si tratta di limi ed argille con locali intercalazioni torbose a cui si alternano corpi sabbiosi posti prevalentemente in corrispondenza degli antichi percorsi fluviali.

Inserite in questo contesto sono presenti nel sottosuolo falde acquifere poste a vari livelli, in pressione e non, spesso non in diretta comunicazione tra loro.

Da un punto di vista idrogeologico si configura un'alternanza di materiali limo – argillosi poco permeabili e livelli di materiali sabbiosi a permeabilità da media a elevata, nei quali hanno sede le falde acquifere. L'alimentazione di tali falde va individuata principalmente nella dispersione che si verifica lungo gli alvei dei principali corsi d'acqua, nelle zone pedemontane di transizione tra l'ambiente montano e quello di pianura.

In corrispondenza dell'area in esame, ubicata nel pieno della bassa pianura, fino alla linea di costa della laguna, l'alimentazione delle falde superficiali è operata dall'acquifero indifferenziato che trae origine dall'Alta Pianura, dall'apporto dei corsi d'acqua, dalle infiltrazioni dovute alle precipitazioni e, secondariamente, dall'irrigazione.

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 della classi di permeabilità dei suoli a cui è stato associato (con importanza solo indicativa) un valore di permeabilità.

SISTEMA LITOLOGICO	VALORI DI PERMEABILITÀ	CLASSE DI PERMEABILITÀ
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

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 dell'intervento A1, le misurazioni indicano una profondità compresa tra 1 e 2 m dal piano campagna. In particolare, le misurazioni disponibili mostrano i seguenti valori:

Nel territorio comunale di Strà, la falda superficiale è mediamente riscontrabile tra 1.0 e 3.0 m dal piano campagna.

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.

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.

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.

Area di intervento di Malcontenta-Fusina 2

Il livello di falda freatica risulta pressoché ovunque posto a profondità estremamente superficiali, con valori di soggiacenza minimi proprio nella zona costiera, dove raggiungono valori di appena 1-2 m dal p.c.

Proprio questa porzione più costiera dell'area d'intervento rientra appieno nella fascia costiera (per una larghezza pari a circa 3-4 km) dove si registrano fenomeni d'intrusione di acqua salata nelle falde, come diretta conseguenza della differente densità dell'acqua marina salata rispetto alla acqua di falda dolce, in quanto l'acqua salata, più densa, tende a penetrare al di sotto della falda dolce, creando una interfaccia inclinata a forma di cuneo. Dal momento che l'acqua salata e l'acqua dolce non sono sostanze immiscibili, l'interfaccia tra il cuneo salino e la falda soprastante non è netta, ma origina una zona di transizione in cui si registra il graduale passaggio tra acqua dolce e acqua salata. Nella naturale condizione di equilibrio, è possibile individuare un'interfaccia stabile, al di sopra della quale l'acqua dolce scorre in direzione del mare. La posizione di tale interfaccia dipende esclusivamente dalle variazioni stagionali del livello di falda e, nel lungo periodo, dalle variazioni eustatiche del livello del mare.

9 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI

Come si evince dalla trattazione dell'assetto litologico locale e dall'esame della cartografia allegata, la quasi totalità dell'area di studio e, cosa ancora più importante, tutte le aree d'imposta delle opere in progetto interessano, come terreni di scavo e d'impostazione, inizialmente quella coltre eterogenea di origine antropica che copra, con spessori variabili, sostanzialmente depositi alluvionali limo-argillosi, stante la ridotta energia che caratterizza i cicli sedimentari di questo ambito lagunare.

L'eterogeneità di tali materiali, presente e rilevante sia come spessori che come natura e comportamento geotecnico non consente di definire con sufficiente attendibilità quelle che sono le caratteristiche geotecniche di tali materiali; questo ovviamente in assenza di prove e indagini geognostiche.

Pertanto, la finalità e la valenza preliminare del presente documento non consentono certamente di mettere a punto e illustrare un dettaglio geotecnico a valenza puntuale, dovendo necessariamente rimandare tale fase al progetto esecutivo, debitamente corredato di una campagna geognostica idonea.

Nel 2012 è già stata effettuata una prima campagna geognostica lungo tracciati degli elettrodotti che sostanzialmente sono molto simili rispetto a quelli dell'attuale versione progettuale, che ha portato ad eseguire 45 prove penetrometriche dinamiche SCPT in corrispondenza 47 di tutti i tralacci raggiungibili dai mezzi d'opera e sui quali era consentita l'accessibilità dai proprietari.

Tali prove penetrometriche dinamiche SCPT sono state eseguite con penetrometro dinamico pesante PAGANI modello TG 73/TG63, montato su automezzo a 6 ruote a trazione integrale (6 x 6) i cui componenti sono rigorosamente conformi alle norme geotecniche in materia. In particolare il penetrometro impiegato per la campagna geognostica del 2012 può essere descritto come penetrometro classe DPSH tipo "Meardi" o "Terzaghi modificato" o "superpesante" o "STANDARD CONE PENETRATION TEST".

I risultati di tali indagini hanno indirettamente, in base al numero di colpi rilevati, permesso di definire il "range" di variabilità dei principali parametri geotecnici per un substrato che, nella sua variabilità eteropica verticale, è sempre stato definito come limo-sabbioso, distinguendone però tre diversi stati d'addensamento : sciolto, sciolto- compatto e compatto.

terreno	addensamento	Dr	γ_n	γ'	Cu	φ	Eu
Limo sabbioso	sciolto	15-30	1,65-1,70	1,15-1,20	0	26-29	40-60
Limo sabbioso	sciolto compatto	25-45	1,70-1,75	1,20-1,25	0	28-31	60-80
Limo sabbioso	compatto	45-55	1,75-1,80	1,25-1,30	0	32-34	120-140

Si tratta chiaramente di una prima schematizzazione di massima, che dovrà essere meglio e più puntualmente dettagliata nel corso dei successivi approfondimenti progettuali.

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.

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.

10 STABILITA' DEGLI SCAVI E CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

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.

Come si evince dalla trattazione sugli aspetti litologici del territorio complessivamente sotteso dalle opere in progetto, in corrispondenza delle diverse parti del progetto si riscontrano situazione geotecniche e idrogeologiche variabili, cui corrispondono situazioni di criticità tra loro assai variegata.

A livello generale, rimandando necessariamente il dettaglio alla fase esecutiva corredata delle opportune e necessarie indagini geognostiche, in base ai dati attualmente disponibili è possibile individuare il seguente schema relazionale, in funzione delle specifiche situazioni litologiche e idrogeologiche individuate lungo lo sviluppo delle diverse parti del progetto.

Terreni prevalenti	Soggiacenza falda freatica	Stabilità tendenziale degli scavi	Criticità geologica
sabbiosi	Ridotta (1-2 m dal p.c)	discreta	bassa
sabbiosi	Media (2-4 m dal p.c)	discreta	bassa
sabbiosi	Alta (>4 m dal p.c)	buona	bassa
limosi e argillosi con elevato contenuto organico	Estremamente ridotta (<1 m dal p.c)	scadente	molto alta
limosi e argillosi	Ridotta (1-2 m dal p.c)	scadente	alta
limosi e argillosi	Media (2-4 m dal p.c)	scadente	alta
limosi e argillosi	Elevata (>4 m dal p.c)	mediocre	media

Come si evince dalla precedente tabella sinottica, in corrispondenza delle aree caratterizzate da un substrato litologico limoso-argilloso o francamente argilloso, soprattutto con soggiacenze ridotte della falda e, come ulteriore aggravante, con significativa presenza di frazione organica (soprattutto nell'area di Fusina) è possibile ipotizzare l'insorgenza di situazioni di scavo caratterizzate da livelli di stabilità scadenti. In tutte queste situazioni, stante il comportamento scadente di tali terreni, anche in funzione della loro elevata variabilità sia nello spazio, che sulla verticale 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, procedendo 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 di falda (qui sub-affiorante) ed anche 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.

Pur trattandosi di scavi di altezza modesta, le condizioni idrogeologiche e geotecniche sono tali da non poter escludere la necessità, almeno per alcuni tratti, di ricorrere ad uno scavo a sezione obbligatoria all'interno di palancole infisse o sostenute tramite aste perpendicolari di controspinta.

Pertanto, si può affermare che una significativa percentuale degli scavi in progetto sia affetta da una propensione alla stabilità non sempre garantita, da perseguire attraverso l'adozione di scarpate opportunamente inclinate e, almeno per i tratti meno favorevoli, attraverso il ricorso ad opere provvisorie da dimensionare in funzione degli esiti delle indagini in situ condotte nel corso delle successive fasi di progettazione.

In particolare, in sede di progetto esecutivo si dovrà provvedere a definire la scarpa delle superfici di scavo attraverso un programma di calcolo con l'inserimento dei parametri ottenuti da indagini in situ. In particolare, l'effettuazione di tali verifiche di stabilità sarà condotta non solo per verificare le condizioni di ante e post-operam, ma anche quelle relative alla presenza di scavi e sbancamenti durante il cantiere e prima del loro rinterro. Il tutto secondo quanto stabilito dalla vigente normativa in merito alle azioni sismiche.

Ovviamente le problematiche sopra illustrate sono significative soprattutto per i tratti di cavidotto da realizzare e per gli scavi per le fondazioni dei sostegni delle nuove linee aeree, mentre la dismissione dei sostegni non ha alcuna rilevanza sull'assetto geologico-geotecnico.

Per quanto riguarda invece le due stazioni elettriche inserite in progetto, quella nuova di Malcontenta e l'ampliamento di Fusina 2, queste insistono su substrati litologici differenti; il sedime della SE di Fusina 2 ricade infatti all'interno dell'ampio settore verso la costa caratterizzato dalla prevalenza di terreni di origine antropica, spiccatamente eterogenei, mentre il sedime della SE di Malcontenta interessa i depositi alluvionali a tessitura prevalentemente limosa e argillosa.

Tenendo conto delle azioni di scavo che andranno ad interessare soprattutto la realizzazione delle fondazioni degli edifici di stazione e dei basamenti degli impianti, si ritiene che l'entità degli stessi non risulti critica, anche se nel caso dell'apertura di scavi all'interno dei depositi di origine antropica sarà opportuno adottare palancole provvisorie qualora gli stessi scavi dovessero puntualmente approfondirsi oltre un metro circa dal p.c.

11 QUADRO SINOTTICO DEGLI INTERVENTI

11.1 Elettrodotti aerei

Nella tabella che segue si riporta la descrizione dei nuovi **elettrodotti aerei** dal punto di vista degli elementi geologici, geomorfologici e idrogeologici interessati.

Tabella 2: Tabella sinottica degli elementi geologici e morfologici lungo le nuove linee aeree

Numero sostegno	Tipo sostegno	ELEMENTI GEOLOGICI				ELEMENTI GEOMORFOLOGICI			CLASSI DI PERMEABILITÀ			
		DEPOSITI ALLUVIONALI, A TESSITURA PREVALENTEMENTE LIMOSO-SABBIOSA CON SUBORDINATA PRESENZA DI SABBIE LIMOSE	DEPOSITI ALLUVIONALI, A TESSITURA PREVALENTEMENTE SABBIOSA CON SUBORDINATA PRESENZA DI SABBIE LIMOSE	DEPOSITI ALLUVIONALI, A TESSITURA PREVALENTEMENTE LIMOSA E ARGILLOSA CON LOCALIZZATA PRESENZA IN SUPERFICIE DI SABBIE MEDIO-FINI CON VARIABILI PERCENTUALI DI LIMO, RAPPRESENTATIVE DI FACIES DI CANALE ATTIVO	DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA COSTITUITI DA MATERIALE DI RIPORTO ETEROGENEO	TRACCIA DI PALEO ALVEO	DOSSO FLUVIALE	AREA DEPRESSA IN PIANURA ALLUVIONALE/ CONCA DI DECANTAZIONE	MEDIAMENTE PERMEABILE $10^{-4} < K < 10^{-2}$ CM/S	POCO PERMEABILE $10^{-6} < K < 10^{-4}$ CM/S	IMPERMEABILE $K < 10^{-6}$ CM/S	ZONE URBANE
Intervento A1 - Elettrodotta a 380 kV in semplice terna "S.E. Dolo - S.E. Camin".												
1	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
2	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
3	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
4	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
5	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
6	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
7	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
8	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
9	Tubolare s.t. 380 kV			X							X	
10	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
11	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
12	Tubolare s.t. 380 kV		X			X			X			
13	Tubolare s.t. 380 kV		X						X			
14	Tubolare s.t. 380 kV	X	X						X	X		
15	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
16	Tubolare s.t. 380 kV		X			X			X			
17	Tubolare s.t. 380 kV		X						X			
18	Tubolare s.t. 380 kV	X	X						X	X		
19	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
20	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
21	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
22	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
23	Tubolare s.t. 380 kV		X							X		
24	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
25	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
26	Tubolare s.t. 380 kV	X					X			X		
27	Tubolare s.t. 380 kV	X					X			X		
28	Tubolare s.t. 380 kV	X					X			X		
29	Tubolare s.t. 380 kV	X					X			X		
30	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		

Numero sostegno	Tipo sostegno	ELEMENTI GEOLOGICI				ELEMENTI GEOMORFOLOGICI			CLASSI DI PERMEABILITÀ			
		DEPOSITI ALLUVIONALI, A TESSITURA PREVALENTEMENTE LIMOSO-SABBIOSA CON SUBORDINATA PRESENZA DI SABBIE LIMOSE	DEPOSITI ALLUVIONALI, A TESSITURA PREVALENTEMENTE SABBIOSA CON SUBORDINATA PRESENZA DI SABBIE LIMOSE	DEPOSITI ALLUVIONALI, A TESSITURA PREVALENTEMENTE LIMOSA E ARGILLOSA CON LOCALIZZATA PRESENZA IN SUPERFICIE DI SABBIE MEDIO-FINI CON VARIABILI PERCENTUALI DI LIMO, RAPPRESENTATIVE DI FACIES DI CANALE ATTIVO	DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA COSTITUITI DA MATERIALE DI RIPORTO ETEROGENEO	TRACCIA DI PALEO ALVEO	DOSSO FLUVIALE	AREA DEPRESSA IN PIANURA ALLUVIONALE/ CONCA DI DECANTAZIONE	MEDIAMENTE PERMEABILE $10^{-4} < K < 10^{-2}$ CM/S	POCO PERMEABILE $10^{-6} < K < 10^{-4}$ CM/S	IMPERMEABILE $K < 10^{-6}$ CM/S	ZONE URBANE
31	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
33	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
34	Tubolare s.t. 380 kV		X						X			
35	Tubolare s.t. 380 kV		X						X			
36	Tubolare s.t. 380 kV	X	X						X	X		
37	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
38	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
40	Tubolare s.t. 380 kV		X						X			
41	Tubolare s.t. 380 kV		X				X		X			
42	Tubolare s.t. 380 kV		X				X		X			
43	Tubolare s.t. 380 kV		X						X			
45	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
46	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
47	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
48	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
49	Tubolare s.t. 380 kV	X								X		
50	Tubolare s.t. 380 kV		X						X			
51	Tubolare s.t. 380 kV		X						X			
52	Tubolare d.t. 380 kV utilizzato come s.t. a bandiera		X						X			
Intervento A2/4 - Elettrodotto a 132 kV "S.E. Camin - C.P. Rovigo P.A.". Variante in cavo interrato e raccordi all'esistente linea doppia terna.												
3L	Palo gatto con porta terminali per transizione aereo-cavo	X				X				X		
1/1a	Traliccio d.t. 220 kV	X					X			X		
17/2a	Traliccio d.t. 220 kV		X					X		X		
Intervento A2/5 - Elettrodotto a 132 kV "C.P. Camin - C.P. Conselve". Variante in cavo interrato.												
3P	Palo gatto con porta terminali per transizione aereo-cavo	X								X		
Intervento C5 - Elettrodotto aereo a 380 kV in doppia terna "S.E. Fusina 2 - S.E. Dolo". Variante nel Comune di Venezia.												
PA	Port. 380 kV				X							X
PB	Port. 380 kV				X							X
1a	Tubolare d.t. 380 kV				X							X
2a	Tubolare d.t. 380 kV				X							X
3a	Tubolare d.t. 380 kV				X							X
4a	Tubolare d.t. 380 kV				X							X

11.2 Stazioni elettriche

Per quanto riguarda gli elementi geologici, per l'ampliamento della Stazione Elettrica di Fusina si segnala l'interferenza con **depositi di origine antropica costituiti da materiale di riporto eterogeneo**.

La nuova Stazione Elettrica di Malcontenta interessa invece **depositi alluvionali, a tessitura prevalentemente limosa e argillosa, con localizzata presenza in superficie di sabbie medio-fini con variabili percentuali di limo, rappresentative di facies di canale attivo**. Da un punto di vista della permeabilità del substrato si tratta di terreni impermeabili ($k < 10^{-6}$ cm/s).

11.3 Interramenti

I due interventi interrati previsti per l'ambito Dolo-Camin (Interventi A2/4 e A2/5) interferiscono in parte con **depositi alluvionali, a tessitura prevalentemente limoso-sabbiosa e con subordinata presenza di sabbie limose**, e in parte con **depositi alluvionali, a tessitura prevalentemente sabbiosa, con subordinata presenza di sabbie limose**. I cavidotti in progetto interesseranno anche elementi geomorfologici quali un dosso fluviale, individuato in corrispondenza del limite tra i due Comuni di Saonara e Legnaro, e la traccia di un paleo alveo, identificata in corrispondenza della parte terminale dello stesso tracciato. Il tracciato dei due interventi è stato localizzato per la maggior parte al di sotto della viabilità esistente per cui non si segnalano in questi tratti interferenze con tali elementi geomorfologici.

Gli interventi interrati di maggiore estensione previsti per l'ambito Fusina-Malcontenta (interventi **C6 "S.E. Fusina 2 - S.E. Malcontenta"** e **"Staz. V - S.E. Malcontenta"**) interferiscono con le quattro tipologie geologiche individuate nell'area di studio, incrociando inoltre un dosso fluviale, la cui presenza è in parte segnalata nei pressi dell'area del Vallone Moranzani, e tracce di paleo alveo. Anche in questo caso i cavidotti sono localizzati per la maggior parte del loro tracciato al di sotto della viabilità, con limitate interferenze con elementi geomorfologici.

Gli altri interventi interrati previsti nei pressi della stazione elettrica di Fusina interferiscono prevalentemente con depositi di origine antropica costituiti da materiale di riporto eterogeneo.

I cavidotti previsti nei pressi della stazione elettrica di Malcontenta interessano invece depositi alluvionali, a tessitura prevalentemente limosa e argillosa con localizzata presenza in superficie di sabbie medio-fini con variabili percentuali di limo, rappresentative di facies di canale attivo, nel caso degli interramenti previsti.

12 CONCLUSIONI

Nel presente documento sono state illustrate le principali caratteristiche di natura geologico-tecnica del territorio interessato dalle opere in progetto, al fine di fornire un panorama delle conoscenze delle aree ed effettuare una valutazione, sotto il profilo progettuale, per caratterizzare i terreni interessati dalle opere in progetto.

Tale prima analisi delle caratteristiche geologico-tecniche delle diverse aree progettuali è stata condotta partendo da un insieme di dati bibliografici e cartografici, per quanto possibile, vista l'elevata antropizzazione industriale dell'area, verificati in campo nel corso di sopralluoghi e rilievi effettuati nelle aree d'interesse progettuale e nelle relative vicinanze.

Tali dati tuttavia, dovranno essere necessariamente integrati dagli esiti di un'accurata e puntuale campagna d'indagini, da programmare ed effettuare nella successiva fase di progettazione.

In ordine a quanto esposto nei precedenti capitoli e sulla scorta dei rilievi geologico-geomorfologici di dettaglio eseguiti lungo i tracciati in progetto e in corrispondenza delle opere da demolire (in cavo e in aereo), nonché dalla consultazione di dati geognostici pregressi desunti da lavori e pubblicazioni strettamente riferite all'area di studio, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

- i terreni interessati dagli scavi sono riconducibili a depositi alluvionali estremamente variabili sia in senso laterale che verticale, andando da livelli francamente sabbiosi fino a orizzonti argillosi
- dal punto di vista geotecnico, in assenza di indagini geognostiche puntuali, questa elevatissima variabilità litologica non è univocamente caratterizzabile, anche se l'estrema superficialità della falda freatica e la prevalenza di granulometrie sottili consentono di attribuire agli stessi una prevalente scadente qualità geotecnica
- la falda superficiale, come sopra anticipato, presenta soggiacenze minime, anche inferiori al metro nella zona costiera
- dal punto di vista sismico, il territorio di tutti i comuni interessati dalle opere in progetto è classificato in zona 4 (sismicità molto bassa); a livello di risposta sismica locale si individuano, in prima approssimazione, suoli di "Tipo C o D", con categoria topografica certamente T1, essendo le superfici d'imposta di tutte le opere e i manufatti costantemente pianeggianti
- dal punto di vista della stabilità degli scavi, nonostante le favorevoli caratteristiche geomorfologiche e clinometriche, la concomitanza tra substrato da limoso ad argilloso e ridotti valori di soggiacenza della falda freatica (con valori minimi inferiori al metro nella parte costiera) rendono le condizioni di stabilità degli scavi non sempre buone, imponendo localmente il ricorso ad opere provvisorie di stabilizzazione degli scavi stessi
- la natura fortemente eterogenea e la scarsa qualità geotecnica che caratterizza i depositi di origine antropica su cui poggia la SE di Fusina 2 determinano una scadente stabilità degli scavi, soprattutto a partire da profondità maggiori di 1 m dal p.c., che dovranno essere realizzati all'interno del sedime di stazione. La natura alluvionale del sedime dell'altra SE di progetto, quella di Malcontenta, non determina invece particolari situazioni di instabilità.

13 ALLEGATI

Gli allegati al presente documento sono i seguenti:

- **DGCR10100BSA00598_01 - Carta Geologica e Geomorfologica 1:10.000**
- **DGCR10100BSA00598_02 - Carta Idrogeologica 1:10.000**