



INDICE

INDICE.....	1
1. Aree di cantiere.....	2
1.1 Posa in trincea su strada	2
1.2 Posa in Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)	4
2. Azioni di progetto	6
3. Durata dell’attuazione e cronoprogramma	13
4. Utilizzo delle risorse.....	14
5. Fabbisogno nel campo dei trasporti, della viabilità e delle reti infrastrutturali	14
6. Emissioni, scarichi, rifiuti, rumori, inquinamento luminoso	14
7. Alterazioni dirette e indirette sulle componenti ambientali aria, acqua, suolo.....	15



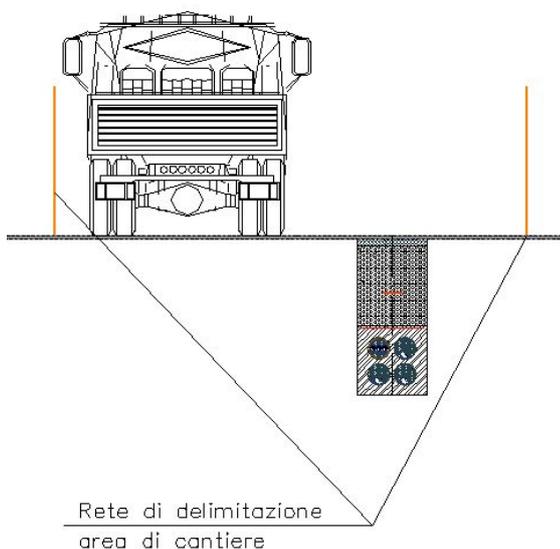
1. Aree di cantiere

Lo schema di posa dell'elettrodotto in oggetto prevede uno scavo in trincea alternato con Trivellazione Orizzontale Controllata, con schema di posa in tubazioni corrugate in polietilene D200/250 mm secondo quanto previsto in progetto. Nello stesso scavo sarà posato un cavo con fibre ottiche per trasmissione dati e un monotubo per il sistema di monitoraggio.

Le aree di cantiere sono quindi costituite essenzialmente da due tipologie di posa del cavo. *Posa in trincea su strada asfaltata e posa in perforazione orizzontale controllata o "teleguidata" (TOC).*

1.1 Posa in trincea su strada

Le due trincee saranno larghe circa 0.70 m per una profondità tipica di 1.60 m circa, prevalentemente su sedime stradale, e in alcuni tratti in aree sottese della stessa. Le attività sono suddivise per tratta della lunghezza da 450 a 600 m corrispondente alla pezzatura del cavo fornito e la fascia di cantiere in condizioni normali ha una larghezza di circa 4 m



sezione tipo area cavidotto – posa in trincea

Complessivamente il cavo, avente una sezione del conduttore di 1600 mm² in alluminio, ha un diametro esterno pari a 110mm. 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 650.

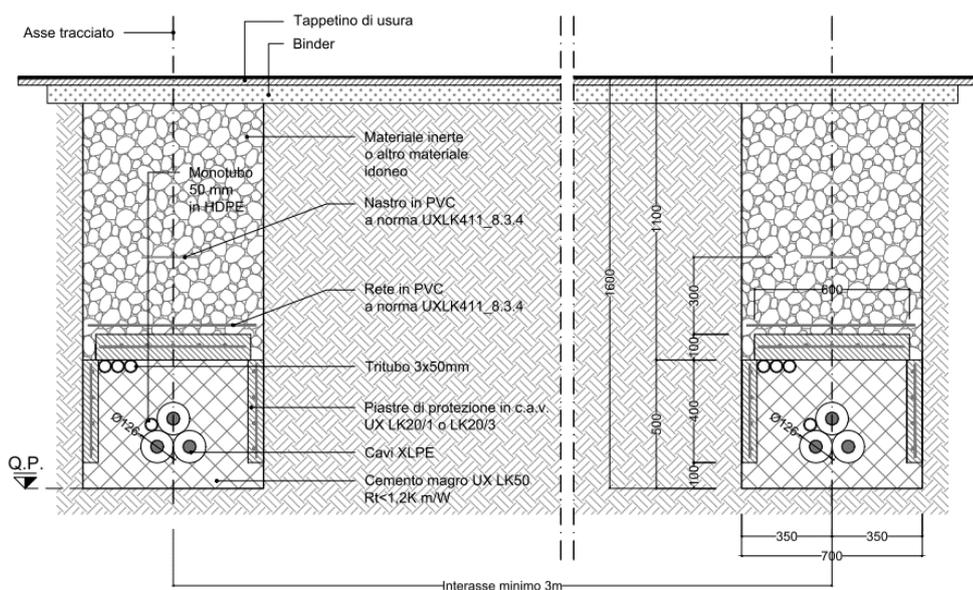
I tre cavi relativi alla singola terna vengono posati nella medesima trincea di norma alla profondità di circa m 1,6 e vengono protetti meccanicamente da lastre di cemento armato poste sia ai fianchi che sulla sommità, oppure da un bauletto in cls dell'altezza di circa 70cm. All'interno della stessa



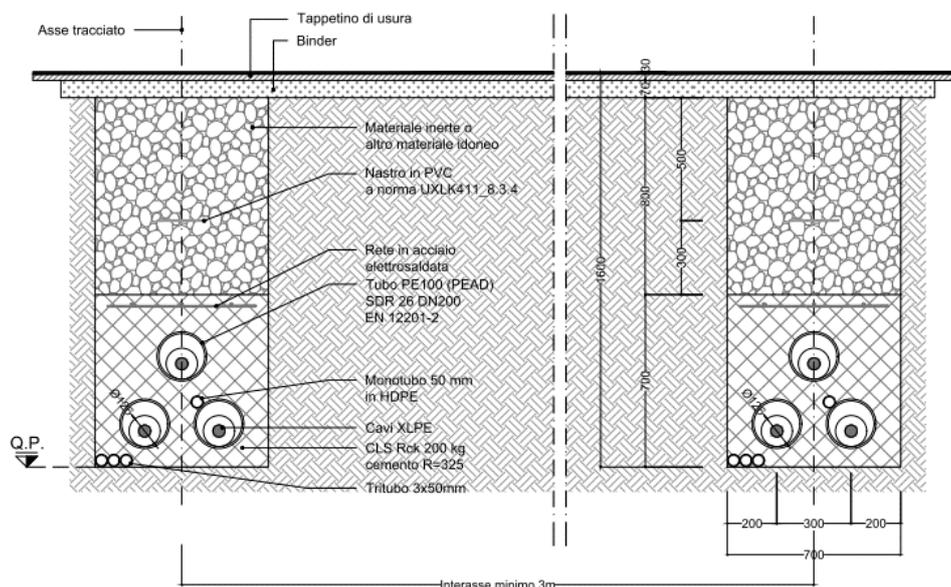
trincea vengono posati anche i cavi dielettrici incorporanti fibre ottiche necessarie al monitoraggio e alla protezione della linea elettrica.

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.

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; vengono pertanto evitati, per quanto possibile, tracciati in aree agricole o boschive ove vengono svolte attività potenzialmente a rischio (aratura, piantumazione ecc.) effettuate senza il controllo della pubblica amministrazione.



posa a trifoglio su sede stradale

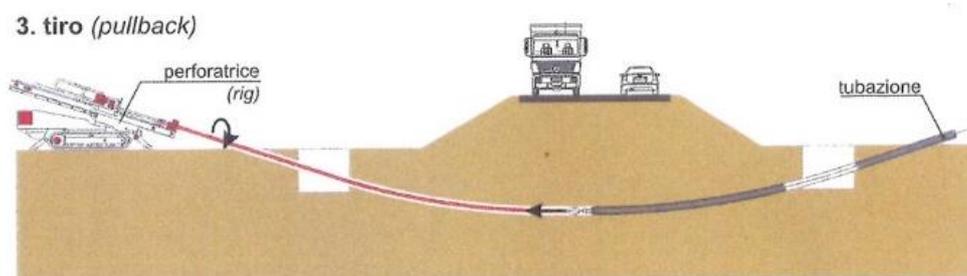


posa in tubiera su sede stradale

1.2 Posa in Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

La tipologia di posa tramite Trivellazione Orizzontale Controllata viene adottata in situazioni ritenute convenienti dal punto di vista realizzativo, al fine di creare una minor interferenza con i sottoservizi esistenti, un minor impatto viario durante la fase dei lavori ed al contempo consentire il mantenimento della pavimentazione stradale esistente.

La posa in TOC verrà effettuata mediante un'unica perforazione pilota e successivamente, mediante l'utilizzo di allargatori, in una o più passate di alesature, si traina la tubazione all'interno dei percorsi in precedenza creati. Infine viene posato e tirato il cavo nelle tubiere passacavi



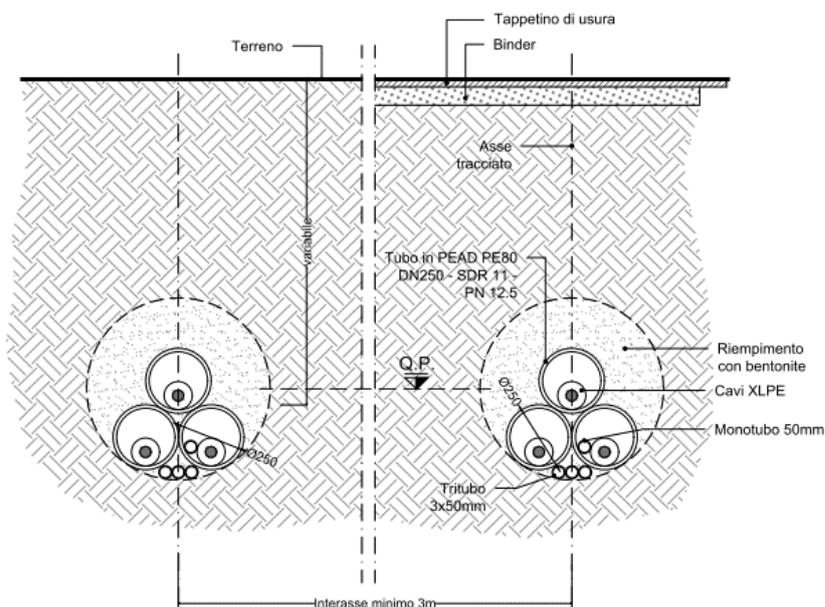
sezione tipo area cavidotto – posa in TOC

Horizontal Directional Drilling (HDD) nota anche, specie in Italia, come Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) o Trivellazione Orizzontale Teleguidata, è una tecnologia di perforazione con controllo attivo della traiettoria.



In altri termini attraverso l'uso combinato di un sistema di guida e di utensili fondo foro direzionabili è possibile realizzare fori nel sottosuolo guidando la perforazione secondo percorsi prestabiliti contenenti anche curve piano-altimetriche.

Nell'interramento di tubazioni interrato, la principale caratteristica del HDD (comune ad altre tecnologie così dette *no-dig* o *trenchless*) è quella di ridurre drasticamente gli scavi a cielo aperto, permettendo di realizzare intere linee semplicemente incrociando in opportuni punti o vertici una serie di tronchi.



Sezione tipo di posa in TOC



2. Azioni di progetto

Si descrivono 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:

1. attività preliminari;
2. esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo ed esecuzione di eventuali perforazioni orizzontali (TOC, spingitubo o microtunneling);
3. stenditura e posa del cavo;
4. riempimento dello scavo fino a piano campagna con materiale idoneo;
5. realizzazione delle buche giunti;
6. realizzazione del 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.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale viene destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

In condizioni normali gli scavi restano aperti fino alla posa completa di tutta la tratta (circa 500-600 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 sono predisposti tubi camicia in PEAD e lo scavo viene subito chiuso.



Taglio dell'asfaltatura e scavo aperto

➤ Esecuzione delle TOC

Come già accennato, mediante HDD l'interramento di ciascun tronco di tubazione viene realizzato senza scavi a cielo aperto, seguendo tre fasi caratteristiche:

- perforazione pilota (*pilot bore*); in questa fase seguendo una traiettoria prestabilita che può anche contenere curve plano-altimetriche, si realizza una perforazione in genere di piccolo diametro (4"- 8" ovvero 100-200 mm);
- alesatura (*backreaming*); terminata la perforazione pilota si disconnettono gli utensili di perforazione e si monta un allargatore di foro detto *back-reamer* o *alesatore*, che viene tirato a ritroso nel foro pilota; se il foro finale è di grande diametro i passaggi di alesatura sono più d'uno, con aumento progressivo del diametro dell'alesatore, in funzione delle caratteristiche del terreno e dell'impianto;

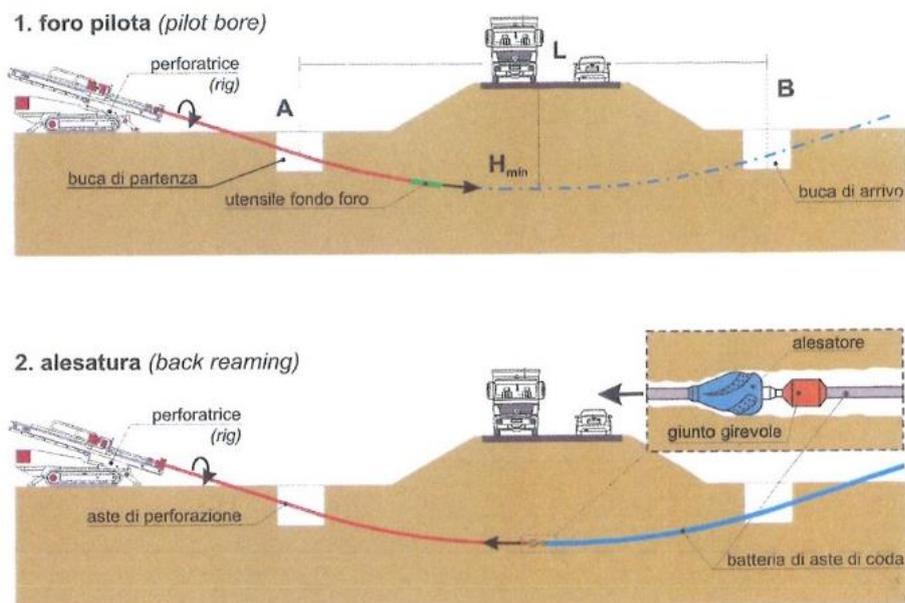


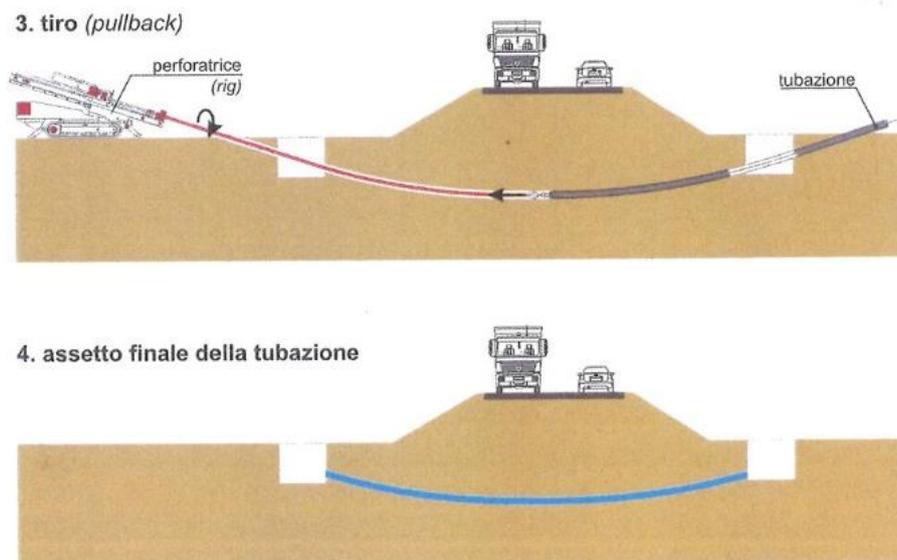
- tiro (*pullback*); terminata l'alesatura si procede al tiro della tubazione da installare entro il foro così allargato. Se la tubazione è di piccolo diametro (non superiore a 10" ÷ 12" ovvero 250÷300 mm), la lunghezza di tiro contenuta (entro i 100 m), ed il terreno favorevole, alesatura e tiro possono essere condotti in un'unica fase.



Fase di perforazione pilota - buca di partenza e buca di arrivo

Nella figura sottostante sono schematizzate le fasi generali sinteticamente descritte.





schema di lavoro HHD - (da R. Chirulli - Manuale di ingegneria No-Dig - ed. ott-2016)

➤ **Posa del cavo**

La posa del cavo viene effettuata per tutta la lunghezza di ciascuna tratta di cantiere compresa tra due buche giunti consecutive, 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.



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 0.70 m di altezza. In alternativa 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.



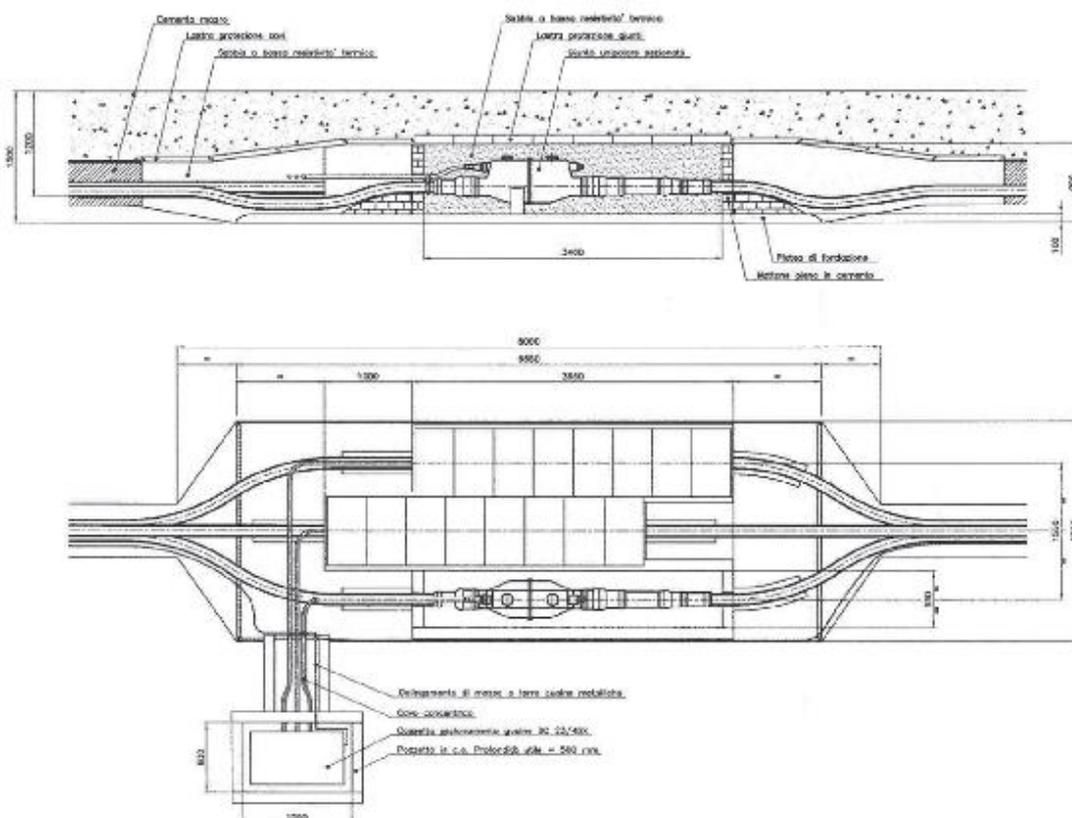
Rinterro con posa delle piastre di protezione e rete in PVC



➤ 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 lastre di protezione in cls.





esecuzione giunto esempio di buca giunti



3. Durata dell'attuazione e cronoprogramma

La durata delle attività è riassunta nella seguente tabella.

Area cavidotto		
Attività svolta	Macchinari e Automezzi	Durata media attività – ore/g di funzionamento macchinari
Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, pulizia		g 1
Scavo trincea	Escavatore; Elettropompe (eventuale) Demolitore (eventuale) Autocarro	g 20
Microtunneling (eventuale)	Fresa, martinetti idraulici Elettropompe (eventuale)	m/g 10
Trivellazione orizzontale controllata (eventuale)	Trivella Elettropompe (eventuale)	m/g 30 x ogni fase
Posa cavo	Argano Autogru/autocarro	g 3 g 1 ore 2
Reinterro	Escavatore Autocarro	g 5
Esecuzione giunzioni	Escavatore Elettropompe (eventuale) Gruppo elettrogeno	g 2 - ore 4 g 5

Durata stimata della fase di esercizio



La durata della vita tecnica dell'opera in oggetto, poiché un elettrodotto è sottoposto ad una continua ed efficiente manutenzione, risulta essere ben superiore alla sua vita economica, fissata, ai fini dei programmi di ammortamento, in 40 anni.

4. Utilizzo delle risorse

Le risorse utilizzate per la realizzazione dei cavi interrati sono costituite principalmente da:

- conduttore, costituito da una fune di alluminio di sezione 1600 mm²; i cavi sono trasportati per tratte della lunghezza da m 400 a 600 corrispondenti alle pezzature contenute nelle bobine di trasporto;
- un rivestimento con materiale semiconduttore con la funzione di uniformare il gradiente di potenziale;
- il rivestimento isolante in polietilene reticolato (XLPE) che, in relazione alla tensione di esercizio del cavo ha uno spessore variabile tra cm 2,5 e 4;
- un rivestimento metallico con la funzione di controllo del campo elettrico e di protezione dello strato isolante;
- una guaina esterna isolante;
- Cemento : i cavi posati in trincea sono ricoperti da cemento magro per uno strato di m 0,7; in alternativa a protezione dei cavidotti sono inserite delle piastre di protezione dello spessore di mm 60 in c.a.v.

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

Il tracciato della linea in cavo interrato viene individuato all'interno della viabilità pubblica, pertanto raggiungibile tramite la viabilità ordinaria.

6. Emissioni, scarichi, rifiuti, rumori, inquinamento luminoso

Il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.



7. Alterazioni dirette e indirette sulle componenti ambientali aria, acqua, suolo

Anche i collegamenti in cavo hanno un impatto sull'ambiente che va tenuto in debito conto. Si ricordano, a titolo esemplificativo, i seguenti problemi:

- la posa dei cavi comporta l'asservimento, per tutto il loro percorso, di una fascia di terreno larga 5m, sulla quale è interdetta qualsiasi coltivazione arborea, le cui radici potrebbero danneggiare i cavi stessi;
- il cavo è posato in pezzature la cui lunghezza è determinata dalla possibilità di trasporto delle bobine in relazione al diametro del cavo stesso (mediamente m 500-650), quindi si rende necessario eseguire la giunzione delle varie pezzature realizzate nelle buche giunti sopra descritte.

Il collegamento a linee aeree e l'installazione delle apparecchiature di compensazione, necessarie per l'esercizio di lunghi collegamenti, richiede la realizzazione di stazioni ad intervalli regolari, con le indispensabili apparecchiature di manovra e di protezione.

Il tracciato deve essere chiaramente segnalato con paline e placche, per impedire ogni tipo di costruzione nella fascia di asservimento, e per impedire l'attività agricola e quant'altro (arature, scavi, perforazioni, ecc.) a profondità maggiore di m 0,5.

➤ Aria

In fase di costruzione i potenziali impatti sulla qualità dell'aria sono determinati dalle attività di cantiere che possono comportare problemi d'immissione di polveri nei bassi strati dell'atmosfera e di deposizione al suolo. Le azioni di progetto maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- la movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento ai mezzi pesanti;
- le operazioni di scavo;
- le attività dei mezzi d'opera nel cantiere.

Tali perturbazioni sono completamente reversibili, essendo associate alla fase di costruzione, limitate nel tempo e nello spazio e di entità contenuta. L'area soggetta all'aumento della concentrazione di polveri ed inquinanti in atmosfera è di fatto circoscritta a quella di cantiere e al suo immediato intorno e le attività di cantiere si svolgono in un arco di tempo che, riferito agli



intervalli temporali usualmente considerati per valutare le alterazioni sulla qualità dell'aria, costituisce un breve periodo (dell'ordine di poche decine di giorni).

Il traffico di mezzi d'opera con origine/destinazione dalle/alle aree di cantiere e di deposito lungo gli itinerari di cantiere e sulla viabilità ordinaria sarà limitato e pertanto non si prevedono alterazioni significative degli inquinanti primari e secondari da traffico. Inoltre i gas di scarico dei motori diesel estensivamente impiegati sui mezzi di cantiere, rispetto a quelli dei motori a benzina, sono caratterizzati da livelli più bassi di sostanze inquinanti gassose, in particolare modo quelle di ossido di carbonio.

Al trasporto dei materiali, così come al funzionamento delle principali macchine di cantiere, è associata un'immissione di rumore. Si tratta, in ogni caso, di attività di breve durata nel tempo.

Queste stesse attività, dato che comportano contenuti movimenti di terra, possono produrre polverosità, ma sempre di limitatissima durata nel tempo.

➤ **Acqua**

Non si prevede una alterazione della componente acqua in quanto le fasi di cantiere non comporteranno lo sversamento di reflui in corsi d'acqua.

A tal proposito, si segnala che i fontanili e i canali presenti lungo la S.P. 172 verranno sottopassati abbassando la quota di posa del cavo, mentre quelli lungo la via Reiss Romoli vengono sottopassati adottando il metodo di posa in teleguidato. In ogni caso, tutti gli attraversamenti vengono effettuati in corrispondenza della sede stradale, ove i corsi d'acqua (fontanili, canali ecc...) risultano intubati.

➤ **Suolo**

Gli impatti in fase di costruzione sono fondamentalmente riferibili alle opere di escavazione e movimento terra e all'occupazione di suolo per la posa dei cavi interrati.