



**Salvetti Graneroli**  
engineering

# IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO "SPINETTA MARENGO SOLAR 1"

Progetto

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA SITO NEL COMUNE DI ALESSANDRIA (AL)

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione  
e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica  
alimentati da fonti rinnovabili ai sensi degli artt. 23, 24-24bis e  
25 del D.Lgs.152/2006

## PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

E - IMPIANTO DI RETE LATO UTENTE  
Relazione tecnica

Aggiornamenti

Rev.	Data	Descrizione
0	02/12/2022	Emissione

Committente

ELLOMAY SOLAR ITALY THIRTEEN S.r.l  
Via Sebastian Altmann, 9 - Bolzano (BZ)

Data	Scala	Tavola
02/12/2022	-	E.01_00

Progettista



SONDRIO L. Mallero Cadorna, 49  
T 0342.211625  
F 0342.519070  
E info@salvettigraneroli.com  
C.F./P.IVA 01013400146

LANZADA via Palù, 414  
T 0342.556372  
F 0342.556372  
E info@studiosalvetti.com  
P.IVA 00737360149

# SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO .....	3
3	COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA .....	6
3.1	LINEA ELETTRICA MT INTERRATA .....	6
4	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ IN PROGETTO .....	7
5	LINEA ELETTRICA IN MEDIA TENSIONE 15KV .....	8
5.1	CAVI .....	8
5.2	GIUNTI E CONNETTORI .....	8
5.3	TERMINALI E CAPICORDA .....	9
5.4	CANALIZZAZIONI.....	10
5.5	ATTEVERSAMENTO FIUME BORMIDA.....	12
5.6	PROTEZIONE E SEGNALAZIONE DEI CAVI .....	14
5.7	MODALITA' DI POSA .....	14
5.8	DISTANZA DEI CAVIDOTTI MT-BT DA ALTRE OPERE .....	14
5.8.1	Incrocio e parallelismo tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione interrati .....	15
5.8.2	Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate.....	15
5.8.3	Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate .....	16
5.8.4	Incroci e parallelismi tra cavi di energia in tubazione e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenate con pressione massima di esercizio >5 Bar .....	17
5.8.5	Incroci e parallelismi tra cavi di energia in tubazione e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenate con pressione massima di esercizio 5 Bar .....	18
5.9	CONTROLLI E VERIFICHE .....	19
5.10	IMPRESE ESECUTRICI .....	20
6	ALTERNATIVA PROGETTUALE IN T.O.C.....	20
6.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA DI PERFORAZIONE ORIZZONTALE GUIDATA (HDD) .....	21
6.1.1	DESCRIZIONE DEI LAVORI .....	21
6.1.2	INDAGINE DEL SITO E ANALISI DEI SOTTOSERVIZI ESISTENTI.....	22
6.1.3	REALIZZAZIONE DEL FORO PILOTA .....	22
6.1.4	ALLARGAMENTO DEL FORO PILOTA .....	22
6.1.5	POSA IN OPERA DEL TUBO CAMICIA .....	23
6.1.6	RICOPERTURA E RIPRISTINI.....	24



---

## INDICE DELLE FIGURE

---

FIGURA 1. CURVE DI LIVELLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA GENERATA DA CAVI CORDATI AD ELICA – CALCOLI EFFETTUATI CON IL MODELLO TRIDIMENSIONALE "ELICO" DELLA PIATTAFORMA "EMF TOOLS", CHE TIENE CONTO DEL PASSO D'ELICA. ....	7
FIGURA 2. ORTOFOTO IMPIANTO DI RETE .....	8
FIGURA 3. SEZIONE TIPO POSA LINEA ELETTRICA .....	11
FIGURA 4. PONTE SUL FIUME BORMIDA.....	13
FIGURA 5. SEZIONE TIPO ATTRAVERSAMENTO TORRENTE.....	13
FIGURA 6. TRACCIATO ALTERNATIVO.....	20

---

# 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione tecnica generale delle opere di connessione in progetto necessarie per l'allaccio di un nuovo parco fotovoltaico, da realizzarsi in Comune di Alessandria, in Frazione Spinetta Marengo, alla linea elettrica nazionale.

In particolare viene descritta la linea elettrica MT lato utente che collegherà l'impianto fotovoltaico alla nuova cabina di consegna che verrà realizzata in Via Giovanni de Negri.

---

# 2 NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI 0-16 + V1 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI 11-20 + V1 e V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI EN 50110-1 CEI (11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 CEI (8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 Kv
- Norma CEI 0-14 "Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativa alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria"



- Norma CEI 11-46 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa”
- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa”
- Norma CEI 11-61 “Guida all’inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche”
- Norma CEI 11-62 “Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria”
- Norma CEI 11-63 “Cabine Primarie”
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”
- Norma CEI EN 50086 2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81 - “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
- D.M. 12 Settembre 1959 “Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro”
- Testo Unico di Leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/1933);
- Norme per l’esecuzione delle linee aeree esterne (R.D. n. 1969 del 25/11/1940) e successivi aggiornamenti (D.P.R. n. 1062 del 21/6/1968 e D.M. n. 449 del 21/3/1988);
- “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l’esecuzione e l’esercizio delle linee aeree esterne” (D.M. n. 449 del 21/03/1988);
- “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne” (D.M. 16/01/1991) e successivi aggiornamenti (D.M. 05/08/1998);

- Codice Civile (relativamente alla stipula degli atti di costituzione di servitù);
- “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz)” (D.P.C.M del 8/07/2003);
- “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8” (D.M. 24.11.1984 e s.m.i.);
- Codice della strada (D.Lgs. n. 285/92) e successive modificazioni;
- Leggi regionali e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti, qualora presenti ed in vigore.

Per quanto riguarda, invece, l’attività di costruzione delle cabine elettriche, essa è subordinata all’ottenimento della concessione (o autorizzazione) edilizia, ed al rispetto delle seguenti norme di legge:

- “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” e successive modificazioni (Legge n. 1086 del 5/11/1971);
- “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” e successive modificazioni - Legge n. 64 del 2/02/1974;
- “Edificabilità dei suoli” (Legge n. 10 del 28/01/1977);
- “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada” (D.P.R. n. 495 del 16/12/1992);
- “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8” (D.M. 24.11.1984 e s.m.i.);
- “Norme di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione (D.M. 24.5.2002);
- “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l’installazione e l’esercizio dei depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup> e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5000 kg (D.M. 13.10.1994);

- “Norme di sicurezza per la progettazione, la costruzione, l’installazione e l’esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva superiore a 5m<sup>3</sup> (D.M. 31.3.1984)
- “Circolare n. 10 del Ministero dell’Interno Direzione Generale dei Servizi Antincendio e della Protezione civile” del 10.2.1969.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

---

## 3 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Ai fini della protezione della popolazione dall’esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l’obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all’esposizione nelle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l’introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell’obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T del campo magnetico.

### 3.1 LINEA ELETTRICA MT INTERRATA

---

Si precisa che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all’art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree - Figura 1);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

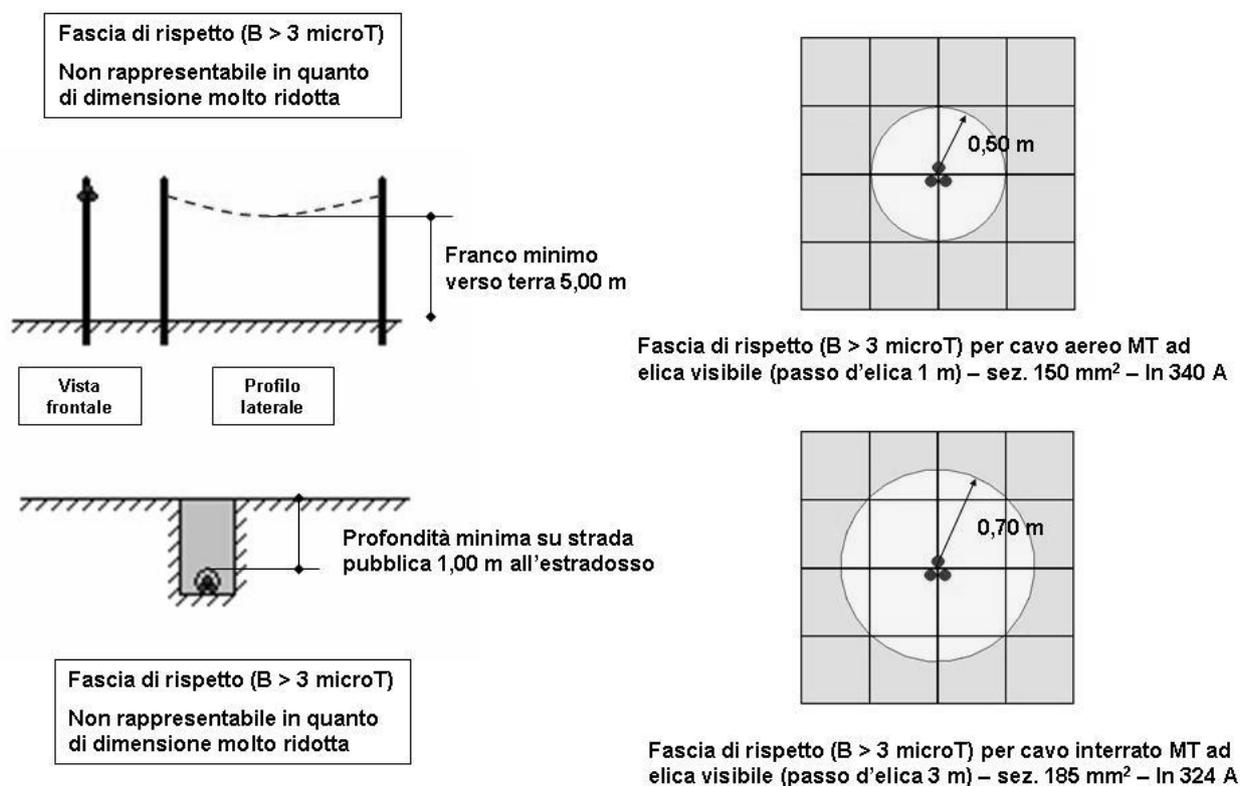


Figura 1. Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale "Elico" della piattaforma "EMF Tools", che tiene conto del passo d'elica.

## 4 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ IN PROGETTO

Per il collegamento dell'impianto fotovoltaico con la nuova cabina di consegna sarà realizzata una nuova linea elettrica MT 15 kV in cavo interrato avente una lunghezza pari a 12'146 m, suddivisa nei seguenti tratti:

1. Posa su strada vicinale sterrata per una lunghezza pari a circa 515 m;
2. Posa su strada comunale "Via Duomo" per una lunghezza pari a circa 2'255 m;
3. Posa su strada comunale "Via S. Giuliano Nuovo" per una lunghezza pari a circa 1'545 m;
4. Posa su Strada Provinciale "SP.82" per una lunghezza pari a circa 50 m;
5. Posa su percorso ciclopedonale adiacente alla SP.82 per una lunghezza pari a circa 185 m;
6. Posa su strada comunale "Castelceriolo" per una lunghezza pari a circa 2'780 m;
7. Posa su Strada Regionale "SR.10" per una lunghezza pari a circa 3'430 m compreso l'attraversamento del Fiume Bormida;

8. Posa su strada comunale per una lunghezza pari a circa 570 m;
9. Posa su strada comunale "Via Piave" per una lunghezza pari a circa 208 m;
10. Posa su strada comunale "Via Sardegna" per una lunghezza pari a circa 300 m;
11. Posa su strada comunale "Via S. Giovanni Bosco" per una lunghezza pari a circa 268 m;
12. Posa su strada comunale "Via Giovanni de Negri" per una lunghezza pari a circa 40 m.



Figura 2. Ortofoto impianto di rete

---

## 5 LINEA ELETTRICA IN MEDIA TENSIONE 15KV

### 5.1 CAVI

---

Il cavo di media tensione avrà le seguenti caratteristiche:

- Codice cavo: ARE4H5EX 12/20, in alluminio ad elica visibile
- Formazione e sezione: 3x1x185 Al mm<sup>2</sup>

### 5.2 GIUNTI E CONNETTORI

---

I giunti servono a collegare tra loro due pezzature contigue di cavo e devono provvedere:

- Alla connessione dei conduttori di due pezzature di cavo mediante manicotti metallici chiamati connettori;
- All'isolamento del conduttore e al ripristino dei vari elementi del cavo;

- A controllare la distribuzione del campo elettrico, per evitare concentrazioni localizzate che possono provocare in breve tempo alla perforazione del giunto;
- Al mantenimento della continuità elettrica tra gli schermi metallici dei cavi;
- Alla protezione dall'ambiente nel quale il giunto è posato.

Nel caso in esame non è previsto l'utilizzo di giunti di collegamento.

Nelle giunzioni fra cavi, i connettori sono i componenti deputati alla sola continuità elettrica; essi sono installati sui conduttori dei cavi mediante compressione eseguita con presse idrauliche e con le rispettive matrici a corredo.

Per l'installazione dei connettori sui cavi MT in alluminio, particolarmente sensibili all'ossidazione, a differenza del rame dove si produce una pellicola di ossido protettivo, e dove la presenza di aria nei trefoli genera un processo corrosivo irreversibile, sono previste compressioni (punzonature) molto profonde per realizzare una deformazione omogenea dei due componenti assiemati.

I connettori si distinguono per materiali costituenti e foggia, secondo l'impiego a cui sono destinati.

Di seguito sono riportate le tabelle dei connettori MT da utilizzare per gli impianti ENEL:

- DM 4322: "Connettori a compressione diritti per cavi MT con conduttori in alluminio".
- DM 4323: "Connettori a compressione diritti di riduzione per cavi MT con conduttori in alluminio o rame".

### 5.3 TERMINALI E CAPICORDA

---

I terminali, che costituiscono generalmente le estremità di una linea in cavo, nonché gli elementi di connessione alle apparecchiature, devono consentire:

- La connessione del conduttore, mediante capocorda;
- La sigillatura del cavo contro il possibile ingresso di acqua o umidità;
- La protezione dell'isolante dalle radiazioni UV, dagli agenti atmosferici e comunque dall'ambiente circostante;
- Per i cavi MT il controllo della distribuzione del campo elettrico.

Nello specifico le tipologie unificate di terminali per cavi mt sono le seguenti:

- Terminali per interno;

- Terminali per esterno, generalmente utilizzati all'aperto, con esposizione diretta agli agenti atmosferici.

Di seguito sono riportate le tabelle dei terminali MT utilizzati negli impianti ENEL:

- DJ4456 Terminali unipolari per interno per cavi MT a campo radiale con isolamento estruso.

Per realizzare le connessioni dei conduttori dei cavi si utilizzano capicorda, che possono essere con attacco ad occhiello o a codolo.

Per i cavi MT i capicorda sono parte integrante dei terminali, per i cavi in alluminio dovranno essere di tipo bimetallico alluminio-rame, accoppiati per frizione, allo scopo di evitare corrosioni. La compressione sul conduttore viene eseguita sulla parte in alluminio, mentre la connessione esterna avviene sulla parte in rame. La tabella di unificazione è la DM 4431 per i capocorda con attacco ad occhiello e la DM 4433 per quello con attacco a codolo.

## 5.4 CANALIZZAZIONI

---

Le tipologie di canalizzazioni ammesse, con specifico riferimento alla posa delle tubazioni affiancate o sovrapposte, sono indicate nella tabella "TIPOLOGIA DI CANALIZZAZIONI" di seguito riportata.

Sono previsti i seguenti tipi di canalizzazioni:

- tipo A: profondità da 0,60 a 1,00 metri;
- tipo B: profondità da 1,00 a 1,40 metri.
- ad altezza ridotta: profondità da 0,40 a 0,50 m.

La canalizzazione di tipo B è normalmente prevista per le strade di uso pubblico, per le quali il Nuovo Codice della Strada fissa una profondità minima di 1 metro dall'estradosso della protezione.

La canalizzazione di tipo A è invece prevista per le strade di uso privato e per tutti gli altri suoli, dove valgono le profondità minime stabilite dalle Norme CEI 11-17.

La canalizzazione ad altezza ridotta è prevista solo in casi eccezionali concordati con E-Distribuzione.

Il riempimento della trincea e il ripristino della superficie devono essere effettuati secondo le specifiche prescrizioni imposte dal proprietario del suolo.

Nel caso in esame si prevede l'utilizzo della canalizzazione di tipo B oppure solo in casi particolari la profondità ridotta con protezione aggiuntiva (tubo acciaio-bauletto cls-piastre ecc..).

Lungo il tracciato della linea elettrica è previsto la posa di tre cavidotti del diametro di 160 mm, all'interno dei quali verranno posizionati i cavi.

Prima della posa dei cavidotti verrà realizzato il letto di appoggio con materiale fine e successivamente alla posa dei cavidotti verrà effettuato il rinfiacco in sabbia (o altro materiali fine); di seguito sarà effettuato il ripristino dello stato dei luoghi. All'interno dello scavo sarà inoltre posizionato il nastro di segnalazione per l'indicazione della presenza di cavi elettrici interrati.

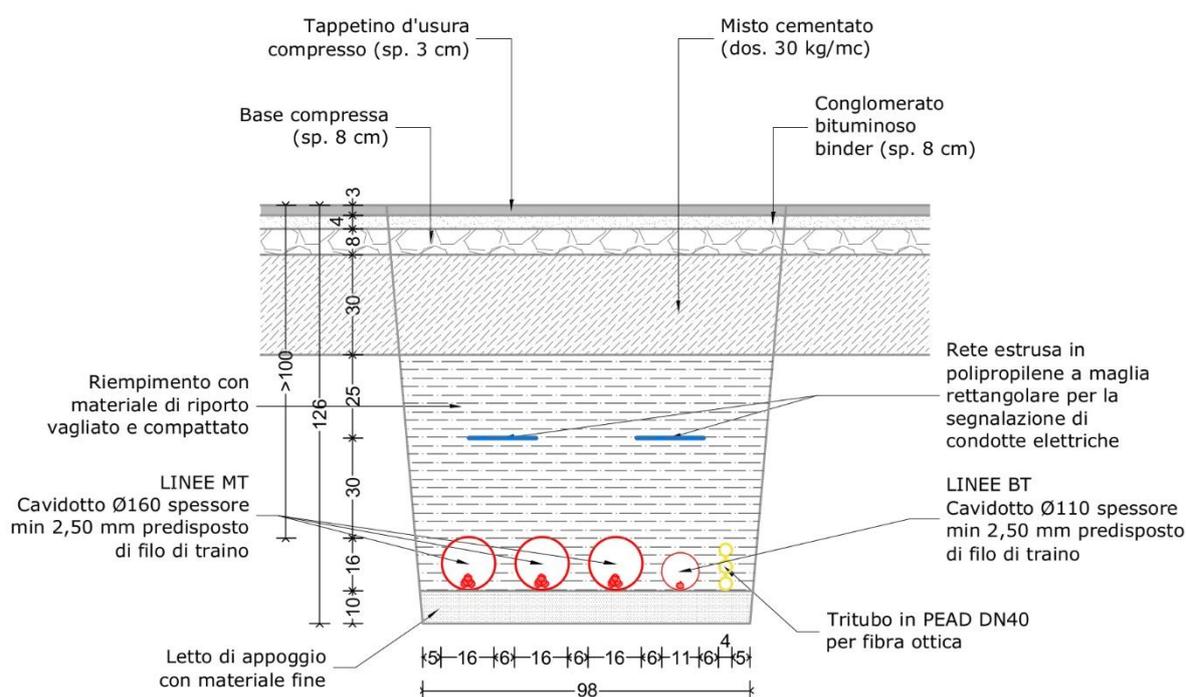


Figura 3. Sezione tipo posa linea elettrica

Per la posa delle linee è prevista la realizzazione di un modesto cassonetto di scavo avente sezione di circa 1,37 mq e profondità massima di 1,30 m all'interno del quale saranno posizionati in ordine cronologico di profondità:

- a) letto di appoggio con materiale fine
- b) n.3 Cavidotti in PVC Ø 160 mm per la linea MT
- c) n.1 Cavidotto in PVC Ø 110 mm per la linea BT
- d) n.1 tritubo in PEAD per fibra ottica
- e) rinfiacco in sabbia (o altro materiale fine)
- f) nastro di segnalazione cavi elettrici
- g) ripristino stato dei luoghi.

Lo scavo per la posa della linea elettrica verrà effettuato prevalentemente a cielo aperto. In ogni caso, sarà necessario analizzare tutte le preesistenze di impianti sull'intero tracciato e per superare le eventuali interferenze e/o attraversamenti potrà essere impiegata la TOC/spingitubo/microtunneling o lo scavo a sezione ridotta.

Per l'attraversamento di fossi e canali, qualora non sia possibile utilizzare lo scavo a sezione ridotta, verranno studiate in fase di progetto esecutivo tecniche di attraversamento in sovrappasso quali passerelle e/o staffaggio a strutture esistenti.

## 5.5 ATTREVERSAMENTO FIUME BORMIDA

---

Prima di raggiungere la città di Alessandria è previsto l'attraversamento del Fiume Bormida. Per la realizzazione di tale attraversamento è previsto lo staffaggio, alla struttura del ponte, delle tubazioni in acciaio inox all'interno delle quali verranno posati le linee elettriche e la fibra ottica. Tali tubazioni saranno sorrette da mensole in acciaio opportunamente ancorate alla struttura del ponte; tali tubazioni verranno posate sul paramento di monte del ponte in quanto il paramento di valle risulta essere occupato da altre tubazioni.

Si precisa che tale soluzione non comporta la riduzione della sezione idraulica, come meglio evidenziato negli elaborati, e inoltre non modifica la stabilità del suddetto ponte. All'inizio ed alla fine dell'attraversamento verranno posati dei pozzetti prefabbricati in cls (100x100 cm) completi di chiusino in ghisa carrabile.



Figura 4. Ponte sul Fiume Bormida

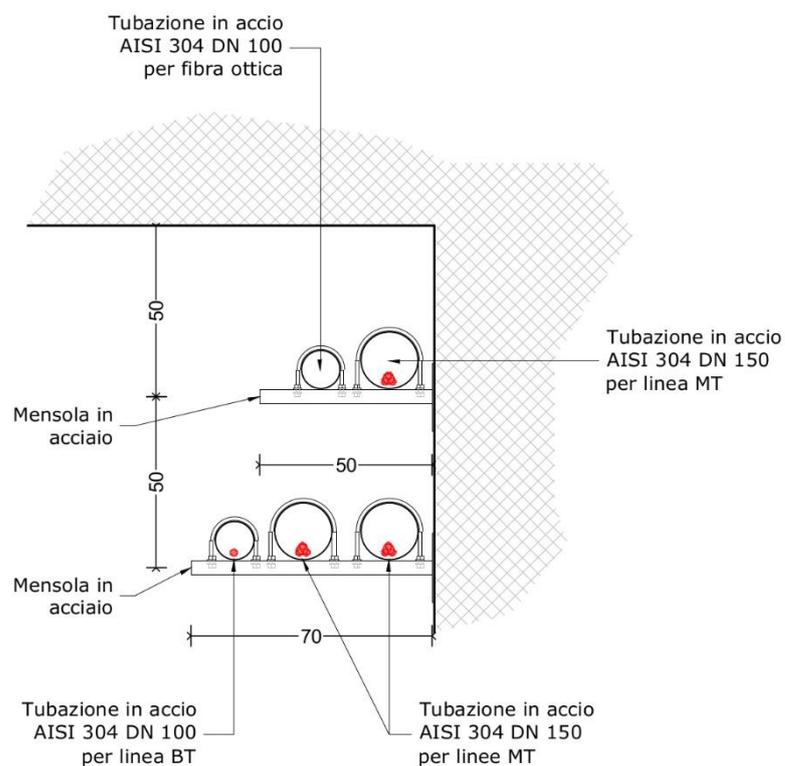


Figura 5. Sezione tipo attraversamento torrente

In alternativa allo staffaggio delle tubazioni alla spalla del ponte potrebbe essere utilizzata, se possibile, la canalizzazione ad altezza ridotta.

## 5.6 PROTEZIONE E SEGNALAZIONE DEI CAVI

---

Per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso in esame sarà utilizzato una protezione meccanica mediante utilizzo di cavidotto in tubo flessibile (corrugato) rispondente ai requisiti ENEL secondo la tabella di unificazione DS4247 con resistenza all'urto (CEI 23-46) di tipo N (normale). Sarà previsto superiormente il nastro di segnalazione di cui alla tabella DS4285 posato ad almeno 20 cm dalla protezione del cavo. Il diametro nominale interno del tubo sarà maggiore di 1,4 volte il diametro del cavo, ovvero diametro 160 mm.

## 5.7 MODALITA' DI POSA

---

Per evitare danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa, si dovrà tenere conto dello sforzo massimo del cavo (tiro massimo sul conduttore del cavo MT 3x1x185 Al mm<sup>2</sup>: 27.750 N) e del raggio di curvatura minimo (0,9m).

In caso di presenza di acqua occorrerà prestare particolare attenzione per evitare che possa entrare acqua o umidità alle estremità dei cavi: dovrà essere effettuata la spelatura del cavo per 30 cm, la sigillatura mediante coni di fissaggio in corrispondenza dell'inizio dell'isolante e la sigillatura mediante calotte termorestringenti in caso di interrimento del cavo prima della realizzazione di giunzioni o terminazioni.

La profondità minima di posa dei tubi, deve essere tale da garantire almeno 1 m, misurato dall'estradosso superiore del tubo. Profondità di interrimento e tipologia di riempimento degli scavi sono indicate nei particolari costruttivi, in allegato al presente elaborato.

## 5.8 DISTANZA DEI CAVIDOTTI MT-BT DA ALTRE OPERE

---

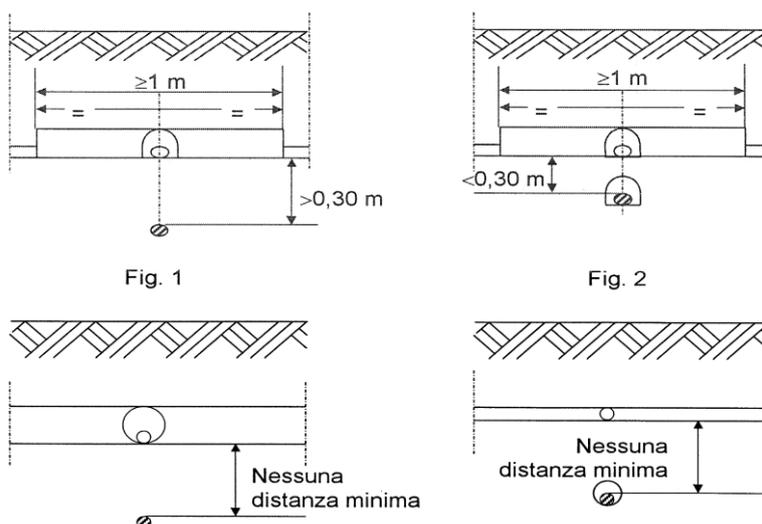
Le prescrizioni in merito alla coesistenza tra i cavidotti MT-BT e le condutture degli altri servizi del sottosuolo derivano principalmente dalle seguenti norme:

- Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo";
- DM 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

Eventuali prescrizioni aggiuntive saranno comunicate dai vari enti a cui sarà richiesto il coordinamento dei sottoservizi.

### 5.8.1 INCROCIO E PARALLELISMO TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI TELECOMUNICAZIONE INTERRATI

Nell'eseguire l'incrocio o il parallelismo tra due cavi direttamente interrati, la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,3 m. Quando almeno uno dei due cavi è posto dentro manufatti di protezione meccanica (tubazioni, cunicoli, ecc.) che ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare alcuna distanza minima.



### 5.8.2 INCROCI TRA CAVI DI ENERGIA E TUBAZIONI METALLICHE INTERRATE

L'incrocio fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi [acquedotti, gasdotti, oleodotti e simili] o a servizi di posta pneumatica, non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse.

I cavi di energia non devono presentare giunzioni se non a distanze  $\geq 1$  m dal punto di incrocio con le tubazioni a meno che non siano attuati i provvedimenti scritti nel seguito.

Nei riguardi delle protezioni meccaniche, non viene data nessuna particolare prescrizione nel caso in cui la distanza minima misurata fra le superfici esterne dei cavi di energia e delle tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m [Fig. 8a e 8b].

Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m nel caso in cui una delle strutture di incrocio è contenuta in un manufatto di protezione non metallico prolungato almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura [Fig. 9].

Un'altra soluzione, per ridurre la distanza di incrocio fino ad un minimo di 0,30 m è quella di interporre tra cavi energia e tubazioni metalliche un elemento separatore non metallico [come ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido]; questo elemento deve poter coprire, oltre la superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0.30 m di larghezza ad essa periferica [Fig. 10].

I manufatti di protezione e gli elementi separatori in calcestruzzo armato sono da considerarsi strutture non metalliche. Come manufatto di protezione di singole strutture con sezione circolare possono essere utilizzati collari di materiale isolante fissati ad esse.

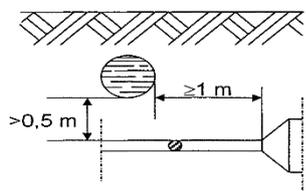


Fig. 8a

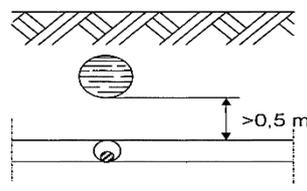


Fig. 8b

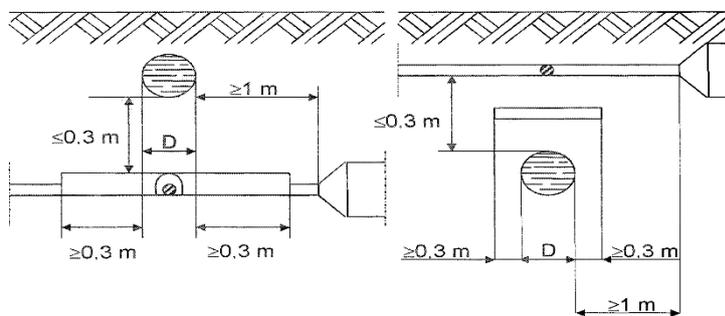


Fig. 9

Fig. 10

### 5.8.3 PARALLELISMI TRA CAVI DI ENERGIA E TUBAZIONI METALLICHE INTERRATE

In nessun tratto la distanza misurata in proiezione orizzontale fra le due superfici esterne di eventuali altri manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,3 m.



#### 5.8.4 INCROCI E PARALLELISMI TRA CAVI DI ENERGIA IN TUBAZIONE E TUBAZIONI DI GAS CON DENSITÀ NON SUPERIORE A 0,8 NON DRENATE CON PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO >5 BAR

Nei casi di sopra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenate, la distanza misurata in senso verticale fra le due superfici affacciate deve essere  $\geq 1,50$  m [Fig. 16a e 16b].

Qualora non sia possibile osservare tale distanza, la tubazione del gas deve essere collocata entro un tubo di protezione che deve essere prolungato da una parte e dall'altra dell'incrocio per almeno 1 m nei sottopassi e 3 m nei sovrappassi; le distanze vanno misurate a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne della canalizzazione [Fig. 17 e 18]; in ogni caso deve essere evitato il contatto metallico tra le superfici affacciate.

Nei parallelismi tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenate, la distanza minima tra le due superfici affacciate non deve essere inferiore alla profondità di interramento della condotta del gas [Fig. 19], salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione [Fig. 20].

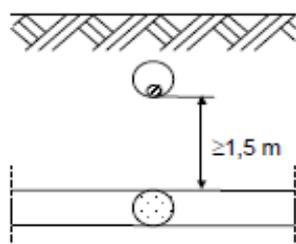


Fig. 16a

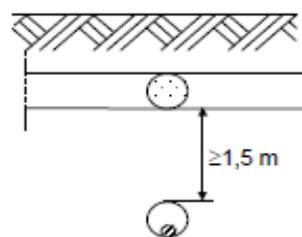


Fig. 16b

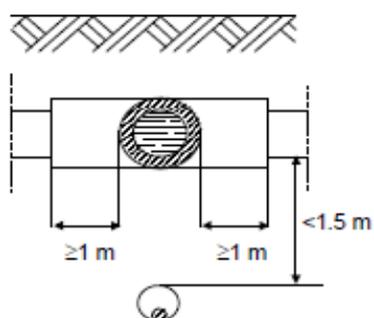


Fig. 17

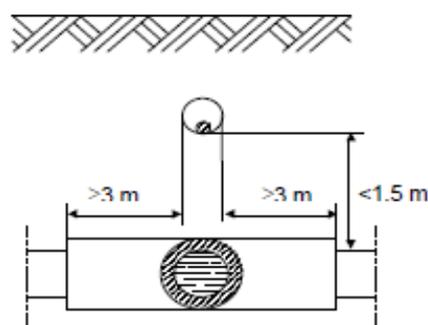


Fig. 18

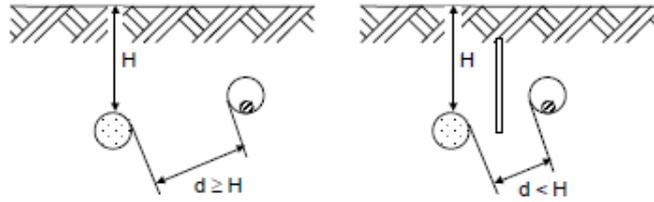


Fig. 19

Fig. 20

#### 5.8.5 INCROCI E PARALLELISMI TRA CAVI DI ENERGIA IN TUBAZIONE E TUBAZIONI DI GAS CON DENSITÀ NON SUPERIORE A 0,8 NON DRENATE CON PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO 5 BAR

Nel caso di sopra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni del gas la distanza misurata tra le due superfici affacciate deve essere:

- per condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> Specie: <sup>3</sup>0,50 m [Fig. 21a e 21b];
- per condotte di 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> Specie: tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

Qualora per le condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> Specie, non sia possibile osservare la distanza minima di 0,5 m, la condotta del gas deve essere collocata entro un manufatto o altra tubazione di protezione e detta protezione deve essere prolungata da una parte e dall'altra dell'incrocio stesso per almeno 3 m nei sovrappassi [Fig. 22] e 1 m nei sottopassi [Fig. 23], misurati a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne dell'altra canalizzazione.

Nei casi di percorsi paralleli tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni del gas la distanza misurata tra le due superfici affacciate deve essere:

- per condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie: <sup>3</sup> 0,50 m [Fig. 24];
- per condotte di 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

Qualora per le condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie non sia possibile osservare la distanza minima di 0,50 m, la tubazione dei gas deve essere collocata entro un manufatto o altra tubazione [Fig. 25]; nei casi in cui il parallelismo abbia lunghezza superiore a 150 m la condotta dovrà essere contenuta in tubi o manufatti speciali chiusi, in muratura o cemento, lungo i quali devono essere disposti diaframmi a distanza opportuna e dispositivi di sfiato verso l'esterno. Detti dispositivi di sfiato devono essere costruiti con tubi di diametro interno non inferiore a 20mm e devono essere posti alla distanza massima tra loro di 150m e protetti contro l'intasamento.

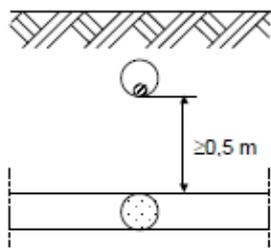


Fig. 21a

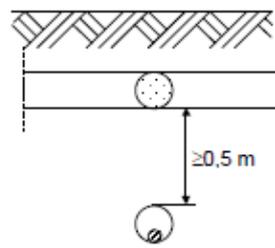


Fig. 21b

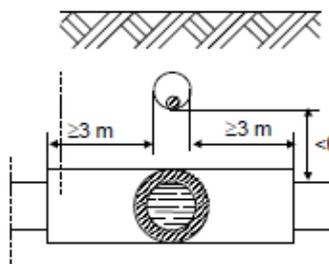


Fig. 22

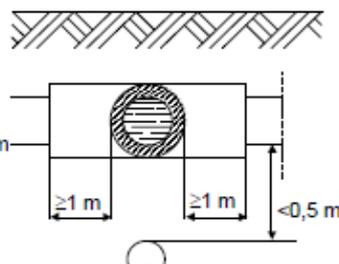


Fig. 23

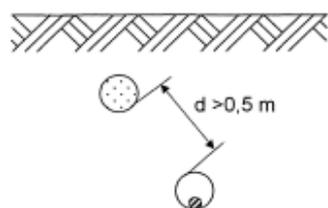


Fig. 24

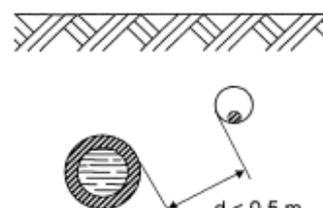


Fig. 25

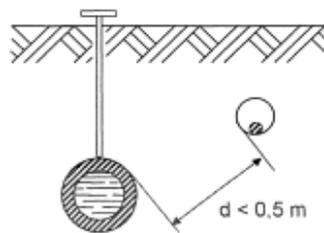


Fig. 26

## 5.9 CONTROLLI E VERIFICHE

Le verifiche da effettuare saranno di due tipologie:

- controlli in corso d'opera;
- controlli ai fini del collaudo comprese le verifiche elettriche.

Per quanto riguarda la prova di tensione applicata sui cavi della rete a 15 kV, se espressamente richiesto, sarà effettuata la prova alla tensione a Norma CEI di  $3U_0$  (efficaci) ed alla frequenza di 0,1 Hz applicata tra conduttore e lo schermo metallico per la durata di 15 minuti.

## 5.10 IMPRESE ESECUTRICI

Tutto il lavoro di costruzione della linea in cavo MT interrato sarà eseguito da ditta da definire, in possesso di tutte le certificazioni ed abilitazioni per lavorare su reti elettriche MT e BT.

## 6 ALTERNATIVA PROGETTUALE IN T.O.C.

Lungo il tracciato della linea elettrica è previsto l'attraversamento del Fiume Bormida. Per il superamento di tale interferenza, qualora in fase esecutiva non sia realizzabile lo staffaggio al ponte oppure l'utilizzo della canalizzazione ad altezza ridotta, viene proposta come alternativa l'attraversamento subalveo del Fiume Bormida mediante la TOC (Trivellazione orizzontale controllata) o HDD (Horizontal Directional Drilling).



Figura 6. Tracciato alternativo

Tale tecnica consentirà di effettuare l'attraversamento senza eseguire scavi superficiali nell'area occupata dalla ferrovia. Più avanti si procederà a descrivere nel dettaglio tale tecnica.

Per esigenze tecniche tale tipo di perforazione prevede l'esecuzione di "fori pilota" di ingresso e di uscita la cui distanza dall'asse mediano, corrispondente con il punto di massima profondità, è dettata dalla profondità stessa che deve essere raggiunta e dall'angolo operativo di perforazione. A tale scopo i due parametri, profondità e distanza dall'asse mediano verranno determinati in base a quanto indicato nel Decreto del 4 Aprile 2014:

- la profondità di posa delle tubazioni, non deve essere inferiore a 2m tra il piano del ferro e la generatrice superiore dei tubi;
- il tubo di protezione deve essere posato ad una distanza minima di 10m a partire dalla più vicina rotaia; contemporaneamente dovrà essere rispettata la distanza di 3m dal piede del rilevato o 5m dal ciglio delle trincee, anche se ciò comporta un aumento della sopraindicata distanza minima di 10m.

In particolare le due sezioni dell'elettrodotta saranno collegate tra di loro da una polifora per il passaggio di cavi elettrici costituita da:

- tubo in PEAD (Polietilene ad Alta Densità) di diametro esterno 400 mm, con spessore pari a circa 25 mm, la cui lunghezza dipenderà dal posizionamento dei fori pilota;
- tre corrugati del diametro di 160 mm, di cui uno per il passaggio dei cavi ed uno per il passaggio della fibra ottica;
- cavo (3\*(1\*240 mm<sup>2</sup>).

## 6.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA DI PERFORAZIONE ORIZZONTALE GUIDATA (HDD)

---

### 6.1.1 DESCRIZIONE DEI LAVORI

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

### 6.1.2 INDAGINE DEL SITO E ANALISI DEI SOTTOSERVIZI ESISTENTI

L'indagine del sito e l'attenta analisi dell'eventuale presenza di sottoservizi e/o qualsiasi impedimento alla realizzazione della perforazione, è una fase fondamentale per la corretta progettazione di una perforazione orizzontale.

### 6.1.3 REALIZZAZIONE DEL FORO PILOTA

La prima vera e propria fase della perforazione è la realizzazione del "foro pilota", in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia "pilotata". La "sonda radio" montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui quali si può interagire sono:

- Altezza;
- Inclinazione;
- Direzione;
- Posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare. La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche.

All'interno delle aste viene fatta scorrere dell'aria ad alta pressione ed eventualmente dell'acqua. L'acqua contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l'aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello "fondo-foro".

Generalmente la macchina teleguidata viene posizionata sul piano di campagna ed il foro pilota emette geometricamente una "corda molla" per evitare l'intercettazione dei sottoservizi esistenti.

### 6.1.4 ALLARGAMENTO DEL FORO PILOTA

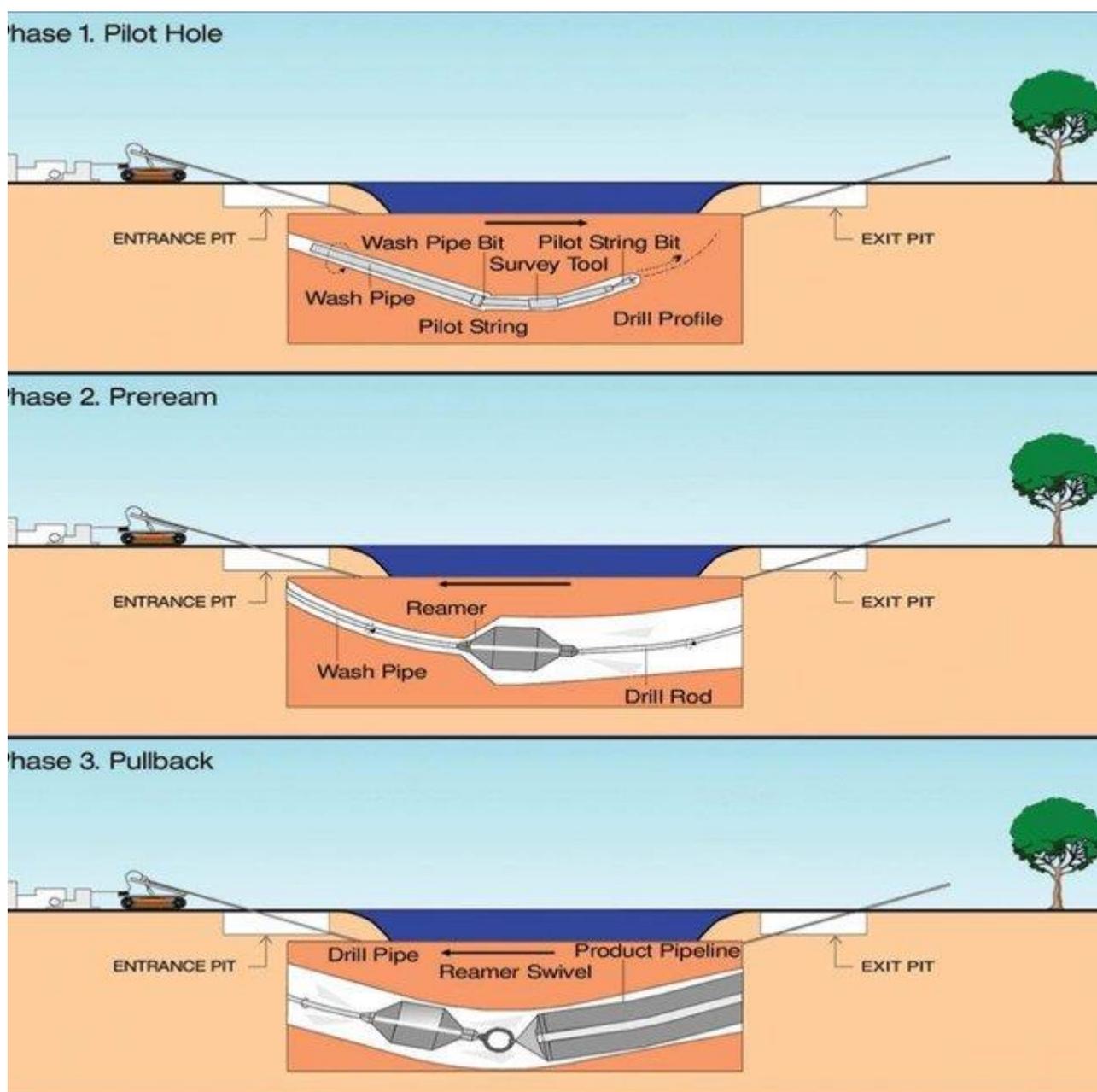
La seconda fase della perforazione teleguidata è l'allargamento del "foro pilota", che permette di posare all'interno del foro, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

L'allargamento del foro pilota avviene attraverso l'ausilio di strumenti chiamati "Alesatori" che sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce

dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l'aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.

### 6.1.5 POSA IN OPERA DEL TUBO CAMICIA

La terza ed ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporaneamente a quella di "alesaggio", è l'infilaggio del tubo camicia all'interno del foro alesato.



La tubazione camicia in PEAD, poiché di diametro superiore ai 110 mm, viene saldata a caldo preventivamente, e ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all'asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche "girella", evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all'interno del foro insieme alle aste di perforazione.

#### 6.1.6 RICOPERTURA E RIPRISTINI

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.