

Linee a 132 kV a Semplice Terna

“Pessina – FS Cremona” T. 657
“Pessina – Canneto sull’Oglio” T. 181
“Asola – Canneto sull’Oglio” T. 184

Progetto di razionalizzazione delle linee aeree a 132 kV
nell’area ad est di Cremona, previsto dal Piano di Sviluppo
della rete di trasmissione nazionale,
in provincia di Cremona e di Mantova

Progetto definitivo

Piano Tecnico delle Opere

Relazione Tecnico Illustrativa

GEOLINE
MEASUREMENTS

Via Solferino, 8 - 26012 Castelleone (CR)
Tel. 0374 57988 - Fax 0374 358358
C.F.: DND SNT 58R16 C153N - P.IVA: 01485420192
geoline.castelleone@gmail.com

Unità Progettazione Realizzazione Impianti
Il Responsabile
(P. ZANNI)

Storia delle revisioni

Rev. 00	Del 30/09/2019	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Uso Pubblico

Elaborato	Verificato	Approvato
Geoline	F. Pedrinazzi NO-PRI LIN	P. Zanni NO-PRI

Indice

Indice	2
Oggetto	3
Motivazioni dell’opera	3
Ubicazione dell’intervento ed opere attraversate	4
Descrizione delle opere	8
Cronoprogramma	9
Attività realizzative	10
Caratteristiche tecniche dell’opera	11
Indagine geologica preliminare	16
Terre e rocce da scavo	17
Indagine archeologica preliminare	18
Rumore	19
Valutazione interferenze con opere minerarie	19
Valutazione ostacoli e pericoli per la navigazione aerea	21
Campo elettrico e magnetico	23
Fasce di rispetto	25
Aree impegnate	27
Normativa di riferimento	28
Principali formule utilizzate nei calcoli	31
Sicurezza sui cantieri	34
Collaudo impianti	34
Manutenzione	35
Elenco documenti	36

Oggetto

La presente relazione tecnica descrive le scelte progettuali adottate e gli interventi previsti per l'adeguamento degli elettrodotti a 132 kV a Semplice Terna T. 657 denominato "Pessina – FS Cremona", T. 181 "Pessina – Canneto sull'Oglio" e T. 184 "Asola – Canneto sull'Oglio". Attualmente, la T. 657 collega la Cabina di Sezionamento FS Cremona alla cabina primaria di Pessina Cremonese per una percorrenza di circa 18,6 km; la T.181 collega la cabina primaria di Pessina Cremonese con la cabina di sezionamento di Canneto sull'Oglio, per una percorrenza di circa 12,5 km mentre la T. 184 collega la cabina di sezionamento di Canneto sull'Oglio con la cabina primaria di Asola per una percorrenza di circa 7,6 km. Il collegamento citato è parte integrante della Rete di Trasmissione Nazionale (R.T.N.) ed è di proprietà della società Terna S.p.A..

Motivazioni dell'opera

A seguito di un'attenta valutazione del tracciato in oggetto, considerata la tipologia dei sostegni e dei conduttori attuali, nonché il loro stato di usura, è emersa la necessità di procedere alla sostituzione di parte delle linee T. 657, T. 181 e T. 184.

Ubicazione dell'intervento ed opere attraversate

L'intervento si colloca, prevalentemente in un'area pianeggiante adibita a terreno agricolo, nei comuni di Cremona, Persico Dosimo, Gadesco Pieve Delmona, Vescovato, Cicognolo, Pescarolo ed Uniti, Pessina Cremonese e Isola Dovarese in provincia di Cremona, Casalromano e Asola in provincia di Mantova.

Il nuovo tracciato si svilupperà:

- per una lunghezza di 12,193 km (31 sostegni), completamente in asse linea al tracciato esistente della linea T.657 tra il p. 136 esistente, ubicato nel territorio di Cremona (CR), e il p. 999 esistente nella cabina Primaria di Pessina Cremonese (CR), ad eccezione del tratto tra i sostegni attuali p.140 e p.153, nel territorio del comune di Gadesco Pieve Delmona (CR), nell'intento di allontanarsi dai fabbricati esistenti, dal locale cimitero e dalla strada comunale con relativa pista ciclabile, oltre che per dare un percorso più lineare al nuovo elettrodotto e nel tratto tra i sostegni attuali p.184 e p.190, nel territorio del comune di Cicognolo (CR), per rendere possibile la realizzazione delle fondazioni dei nuovi sostegni a sufficiente distanza dalla scarpata naturale esistente, oltre che per allontanare la nuova linea da alcuni fabbricati agricoli;
- per una lunghezza di circa 10,039 km (26 sostegni), completamente in asse linea al tracciato esistente della linea T.181 tra il p. 000 esistente nella cabina Primaria di Pessina Cremonese (CR) e il p. 205 esistente, nel territorio del comune di Casalromano (MN), ad eccezione del tratto tra i sostegni attuali p.56 e p.66, nel territorio del comune di Pessina Cremonese (CR), con lo scopo di razionalizzare e favorire un ottimale utilizzo dei terreni agricoli interessati dalla porzione di tracciato in progetto;
- per una lunghezza di circa 3,610 km (10 sostegni), completamente in asse linea al tracciato esistente della linea T.184 tra il p. 205 precedentemente citato e il p. 126 esistente, nel territorio del comune di Asola (MN), mentre si discosterà dal tracciato attuale nell'ultimo tratto per giungere al p.999 nella cabina primaria di Asola (MN) in quanto procederà in cavo interrato per una lunghezza di circa 1,789 km (2 buche giunti) seguendo un percorso dettato dalle strade in corrispondenza dell'abitato del comune di Asola (MN).

In ragione di quanto detto, il nuovo tracciato avrà una lunghezza complessiva di circa 25,842 km in conduttore aereo e di circa 1,789 km in cavo interrato.

Contestualmente, si porteranno a demolizione i seguenti tratti di elettrodotto aereo esistente:

- linea T.657: tra il p. 136 esistente, ubicato nel territorio di Cremona (CR), e il p. 999 esistente nella cabina Primaria di Pessina Cremonese (CR), per una lunghezza di circa 12,214 km (61 sostegni);
- linea T.181: tra il p. 000 esistente nella cabina Primaria di Pessina Cremonese (CR) e il p. 205 esistente, nel territorio del comune di Casalromano (MN), per una lunghezza di circa 10,019 km (55 sostegni);
- linea T.184: tra il p. 205 precedentemente citato e il p. 999 esistente nella cabina primaria di Asola (MN) per una lunghezza di circa 5,114 km (28 sostegni).

Ciò considerato, il tratto in demolizione complessivamente ammonterà a 27,347 km di linea aerea.

L'intervento di posa dei sostegni interesserà per la maggior parte aree private e pubbliche già gravate da servitù di elettrodotto inamovibile e permanente a favore di Terna S.p.A. I principali attraversamenti che interferiranno con la movimentazione dei conduttori nelle campate adiacenti i nuovi sostegni saranno:

- Gasdotto SNAM;
- Roggia Botta;
- Roggia Mainolda;
- Strada comunale "Persichello-Ardole San Marino";
- Strada comunale "via Tersilio Volta";
- Roggia Baldocca;
- Roggia Ambrosina;
- Roggia Delmoncello;
- Roggia Schizza;
- Roggia Alietta;
- Roggia Alia;
- S.P.n.26 "Brazzuoli-Pieve d'Olmi" (km 13+554);
- Canale Delmona;
- Linea elettrica a Bassa Tensione;
- Strada comunale di Ca' dei Mainardi;
- Roggia Gazzana;
- Fosso di Vescovato;
- Roggia Silvellino Magia;

- Linea elettrica a Bassa Tensione;
- Roggia Cavalletta;
- S.P.n. 3 "Montanara-Gabbioneta" (km 0+326);
- Colatore Malanotte – Fontanone;
- Strada comunale "via Vittorio Veneto";
- Roggia Pessa;
- Roggia Ciria;

- S.P.n.33 "Seniga-Isola Pescaroli" (km 8+610);
- Strada comunale "Pescarolo - Cicognolo";
- Roggia Bolla;
- Strada comunale "via Dante Alighieri";
- Linea elettrica a Bassa Tensione;
- S.P.n.28 "Gabbioneta-Derovere" (Km 4+066);
- Strada comunale "via delle Barricate";
- Roggia Seriolazza;
- Roggia Cadolina;
- Strada comunale "via Dei monaci Olivetani";
- Strada comunale "via VIII Maggio";
- Fiume Oglio;
- Strada comunale "via D.B. Grazioli";
- S.P.n.2 "Asola-Isola Dovarese" (km 9+360);
- Strada comunale "via San Donnino";
- S.P. n 2 "Asola-Isola Dovarese" (Km 7+350);
- Linea elettrica a Media Tensione;
- Strada vicinale Della Pradellata;
- Strada vicinale Del Gesso;
- Roggia Mansareda;
- Roggia Cerano;
- Linea elettrica a Bassa Tensione;
- Strada vicinale Rondenino;
- S.P.n.4 "Canneto - Cadimarco" (Km 5+530);
- Canale Naviglio;
- Strada vicinale del Borgo;
- Roggia Gambarà;

- Strada vicinale Conta;
- Vaso Turca;
- Linea elettrica a Bassa Tensione interrata;
- Strada vicinale di Masona;
- Fossa Asolana;
- Strada vicinale Malpasciuto Mantovano;
- Linea Telefonica;
- Linea elettrica a Bassa Tensione interrata;
- Strada comunale "via Rosetta Mangera";
- Strada comunale "via San P. Carminate";
- S.P.n.2 "Asola-Isola Dovarese" (Km 2+400);
- Strada comunale "via Toscana";
- Scolo Palpice;
- Linea RFI "Brescia - Parma" (km 51+171).

Descrizione delle opere

La scelta del tracciato e la soluzione proposta sono quelle che garantiscono il giusto compromesso tra i seguenti vincoli:

- ridurre al minimo l'occupazione di nuovo territorio;
- mantenere il più possibile le attuali percorrenze e fasce asservite;
- minimizzare i costi di realizzazione.

Il progetto prevede, come già anticipato, la sostituzione degli attuali sostegni dal n° 137 (T. 657) al n° 133 (T. 184) con altri di tipo standardizzato, serie 132 kV Semplice Terna tubolare monostelo tipo M27, P27, C27, C33, E24, E27, PPT21 e con un tratto di linea in cavo interrato, ad esclusione del p. 999 (T.657), del p. 000 (T.181) e del p. 205 (T.181 + T.184).

I nuovi pali, dal p. 137N (T. 657) al p. 139N (T. 657) saranno installati in asse linea.

Dal p. 141N al p.146N il tracciato si sposterà verso nord compiendo un arco che raggiungerà una distanza massima di 19,70 m.

Dal p.146 N il nuovo tracciato tornerà in linea col precedente fino al p.160N.

I sostegni p.161N e 162N saranno realizzati a nord del tracciato esistente e parallelamente a questo, ad una distanza pari a 19 m.

Dal p.163N fino al p.53N il nuovo tracciato sarà in linea col precedente.

Dal p.53N al p.57N il tracciato si discosterà ancora dai sostegni esistenti per portarsi in direzione nord, descrivendo un piccolo arco la cui distanza massima dalla linea esistente, in corrispondenza del sostegno p.56N, sarà pari a circa m 9,40.

Dal p. 57N fino al p. 84N il tracciato seguirà l'andamento esistente.

Dal sostegno porta-terminali p. 84N fino al p.999 esistente nella CP di Asola il tracciato verrà interrato.

A miglior comprensione del progetto proposto si rinvia agli elaborati di progetto.

L'opera è soggetta a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA): si rinvia a tal proposito allo Studio di Impatto Ambientale (SIA), di cui si allega al presente progetto la "*Relazione Paesaggistica*" e lo "*Studio di compatibilità idraulica*".

Attività realizzative

Conduttore aereo

- formazione cantiere;
- esecuzione degli scavi di fondazione;
- montaggio delle basi dei nuovi sostegni;
- posa delle messe a terra dei nuovi sostegni;
- completamento montaggio parti superiori dei nuovi sostegni;
- esecuzione tesatura/traslazione di conduttori e fune di guardia;
- esecuzione dei collegamenti ottici;
- recupero dei sostegni esistenti;
- demolizione fondazioni esistenti e ripristino dei luoghi.

Cavo interrato

- formazione cantiere;
- esecuzione della fondazione del sostegno portaterminali;
- messa in opera dello scavo per la posa della tubiera del cavo AT e successiva copertura con ripristino asfalti;
- esecuzione della TOC/spingitubo;
- inserimento cavi AT all'interno della tubiera;
- realizzazione dei giunti per cavi AT;
- montaggio sostegno portaterminali e del terminale aereo-cavo;
- esecuzione dei tralicetti portaterminali in CP, montaggio dei tralicetti portaterminali e realizzazione delle connessioni cavo AT – stallo CP;
- ripristino dei luoghi.

Caratteristiche tecniche dell'opera

Sezione conduttore aereo

❖ **Conduttori**

Il conduttore attualmente installato nelle linee aeree esistenti è del tipo in Alluminio-Acciaio del diametro di 26,9 mm.

Nella tratta in sostituzione verrà utilizzato un conduttore di tipo in Alluminio-Acciaio del diametro di 31,5 mm standardizzato per gli impianti della Rete di Trasmissione Nazionale di proprietà Terna S.p.A.

❖ **Capacità di trasporto**

La capacità di trasporto del conduttore aereo in Alluminio-Acciaio \varnothing 31,5 mm calcolata secondo quanto previsto dalle norme CEI 11-60 risulta pari a 675 A.

❖ **Fune di guardia**

La fune di guardia, necessaria a garantire la protezione dei conduttori dalle scariche atmosferiche, attualmente presente su tutta la dorsale dell'elettrodotto risulta essere del tipo in Acciaio del diametro nominale di 10,5 mm.

Nella tratta oggetto di sostituzione verrà installata una fune di guardia di tipo in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 11,5 mm a 48 fibre ottiche.

❖ **Isolatori**

L'isolamento dell'elettrodotto, previsto per una tensione di 132 kV, è stato dimensionato per una tensione massima di esercizio di 170 kV.

Gli isolatori utilizzati sono del tipo a cappa e perno in vetro temprato con carico di rottura di 120 kN in catene di almeno 9 elementi ciascuna.

Le caratteristiche geometriche degli isolatori sono sufficienti a garantire il desiderato comportamento delle catene a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

❖ **Morsetteria**

Gli elementi di morsetteria per le linee a 132 kV sono stati unificati tenendo presente il quadro più generale costituito da tutte le linee a tensione superiore a 100 kV.

Nel documento "*Elementi Tecnici d'Impianto*" sono riportate le tabelle di combinazione di elementi di morsetteria e di amarro.

❖ **Sostegni**

Si intende per sostegno la struttura fuori terra atta a "sostenere" i conduttori e le corde di guardia.

I nuovi sostegni, serie 132 kV a semplice terna, saranno del tipo M27, C27, P27, C27, C33, E24, E27, PPT21, del tipo monostelo tubolare, costruiti con lamiera di acciaio pressopiegata e zincata a caldo.

Ciascun sostegno si può considerare composto dagli elementi strutturali: mensole, tronco di punta, intermedio, di base e tirafondi. Alle prime sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Al secondo, è ormeggiata la corda di guardia. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Avranno un'altezza utile pari a 21, 24, 27 e 33 m tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà inferiore a 61 m in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota.

Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature sono stati eseguiti conformemente a quanto disposto dal D.M. LL.PP. 21 marzo 1988 e successivi aggiornamenti apportati con D.M. 16 gennaio 1991 e 5 agosto 1998 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B".

Per quanto concerne detti sostegni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche dettate da esigenze tecniche ed economiche.

❖ **Fondazioni**

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Ciascun sostegno tubolare monostelo attraverso una flangia metallica fissata ai tirafondi annegati nel cls sarà ancorato alla fondazione, la quale sarà del tipo comune a platea. L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato in funzione della tipologia di sostegno, dell'altezza utile e della pressione ammissibile del terreno.

Fondazioni comuni a platea (o blocco unico)

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo della fondazione: un plinto di calcestruzzo armato centrato sull' asse del sostegno.

La buca di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore ed ha dimensioni tra circa 6x6-9x9 mq con una profondità tra circa 3-3,5 m, per un volume medio di scavo tra circa 100-300 mc (a fondazione ed a seconda della tipologia).

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'aggettamento 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, o con materiale differente, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno.

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. L'operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, sollevando con una gru gli elementi premontati a terra.

Per il calcolo di dimensionamento sono state osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M. prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

Le fondazioni unificate a platea sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto in fase di progetto esecutivo, dovranno essere svolte le opportune indagini geotecniche penetrometriche e sismiche nei siti dove sorgeranno i nuovi sostegni: su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, si procederà con fondazioni particolari (es. pali trivellati o micropali) progettate ad hoc, di volta in volta.

Sezione cavo interrato

❖ **Conduttori**

Il collegamento in cavo interrato sarà del tipo standardizzato per gli impianti della Rete di Trasmissione Nazionale di proprietà Terna S.p.A.

Lo strato conduttore del cavo unipolare è costituito da una corda rotonda rigida e compatta in Alluminio.

L'isolante è costituito da una gomma sintetica, mentre all'esterno è presente uno schermo metallico costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale.

Tra il conduttore e l'isolante e tra l'isolante e lo schermo metallico sono interposti strati di semiconduttore elastomerico.

Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in polietilene.

Nello specifico si utilizzerà un cavo tipo XLPE con sezione portante in Alluminio del diametro di 1600 mm².

❖ **Capacità di trasporto**

La capacità di trasporto è pari alla portata nominale del cavo interrato, pari a **1000 A**.

❖ **Tipologia di collegamento**

Al fine di limitare la produzione di tensioni indotte dagli schermi metallici di protezione il collegamento sarà realizzato con la predisposizione dei cavi "a trifoglio".

Per ridurre invece l'effetto Joule (determinante perdite aggiuntive nei collegamenti e limitazioni di esercizio del cavo) sarà realizzato il sistema di giunzione cross-bonding, con passo pari a tre pezzature, che opera la trasposizione incrociata sia dei conduttori che degli schermi protettivi, in corrispondenza dei giunti, simmettizzando i parametri elettrici dei singoli cavi e quindi minimizzando l'effetto risultante.

❖ **Giunti sezionabili**

I giunti sono costituiti da un connettore a compressione di giunzione del conduttore, da un corpo prestampato in gomma, da un anello di sezionamento, dai relativi morsetti di connessione e da un involucro esterno avente funzioni di isolamento e protezione anticorrosiva.

Dagli stessi partiranno i cavi concentrici per i collegamenti incrociati sezionabili dei rivestimenti metallici.

Il tutto sarà contenuto in appositi pozzetti denominati buche giunti realizzate in cls e coperte con chiusini carrabili.

❖ ***Terminali per esterno***

Alle estremità del collegamento saranno “attestati” al cavo i terminali, elementi di collegamento tra il cavo unipolare e le apparecchiature di stazione/cabina AT.

Il terminale è costituito essenzialmente da un isolatore in materiale composito, da un deflettore in gomma stampata, da un capocorda e da un basamento tralicciato di sostegno, scaricatori e sistemi di messe a terra.

❖ ***Cassetta unipolare per il sezionamento della schermatura del cavo (terminali) con messa a terra diretta.***

Agli estremi del collegamento, in prossimità dei terminali, saranno applicate le cassette di tipo unipolare per la cortocircuitazione e la messa a terra degli schermi metallici.

Sono costituite da una cassa metallica di contegno contenente le barrette di sezionamento e di connessione.

❖ ***Cassetta tripolare per il sezionamento della schermatura del cavo con messa a terra diretta.***

Si tratta di cassetta di tipo tripolare per la cortocircuitazione e messa a terra degli schermi metallici in corrispondenza dei giunti sezionati e sono essenzialmente costituite da una cassetta metallica contenente le barrette di sezionamento e connessione oltre al dispositivo di messa a terra.

❖ ***Cassetta tripolare per il sezionamento della schermatura del cavo con trasposizione delle connessioni rigide e messa a terra indiretta (scaricatori)***

Si tratta di cassetta di tipo tripolare per la messa a terra, tramite scaricatori, e la trasposizione degli schermi metallici in corrispondenza dei giunti sezionati e sono essenzialmente costituite da una cassa metallica contenente le barrette di sezionamento e connessione, gli scaricatori a protezione degli schermi ed il dispositivo di messa a terra.

❖ **Termosonda**

Ai fini del monitoraggio della temperatura del cavo vengono inseriti dispositivi per il controllo della temperatura composti da termoresistenza applicata alla guaina del cavo, presa stagna e strumento portatile di misura.

❖ **Paline di segnalazione del cavo**

Per una corretta segnalazione del cavidotto, lungo il tracciato, saranno installate delle paline di segnalazione o delle placchette segna-cavo con passo 50 metri.

Le prime saranno collocate in aree aperte, mentre le seconde lungo le arterie stradali, marciapiedi o in tutte quelle situazioni ove non sia possibile/idoneo collocare le paline.

Indagine geologica preliminare

L'area in esame è stata caratterizzata sia sotto l'aspetto geologico idrogeologico che sismico, analizzando i dati raccolti.

Il tracciato si sviluppa in gran parte entro il Livello Fondamentale della Pianura (depositi fluviali o fluvioglaciali) ed in subordine nelle valli alluvionali dell'Olocene recente o attuale.

In quest' ultimo settore la soggiacenza della falda è compresa tra -1.00 m a -5.00 m da p.c., con flusso della falda superficiale da NNO a SSE nel territorio cremonese, mentre in territorio mantovano tende a verticalizzarsi ed ha orientarsi maggiormente con direzione N-S, risentendo maggiormente dell'azione drenante del fiume Oglio.

I dati geofisici analizzati associano i terreni in esame al suolo sismico C (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti* – $180 < V_{s30} < 360$ m/s). Le aree in esame sono in zona sismica 3 (bassa sismicità), soggette a possibili amplificazioni litologiche e geometriche (zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi, scenario Z4a della classificazione di Regione Lombardia e nelle valli alluvionali oloceniche e recenti, sono soggette a possibili fenomeni di liquefazioni o cedimenti, oltre allo scenario sismico Z2 (cedimenti e/o liquefazione) in corrispondenza della Valle alluvionale del Fiume Oglio e del Fiume Chiese.

In fase esecutiva si indagheranno in modo puntuale i terreni di fondazione dei sostegni dell'elettrodotto predisponendo appropriate indagini geognostiche e sismiche.

In particolare, per **palo 65N**, ricadente in fascia A del PAI, si dovrà eseguire, oltre alla verifica alla liquefazione, anche una prova sismica MASW, con analisi di secondo livello e 2 prove penetrometriche di almeno -15.00 m di profondità per caratterizzare il sottosuolo di fondazione, non escludendo la necessità di adottare fondazioni profonde per scongiurare erosione al piede.

Si rimanda all'elaborato "*Relazione geologica geotecnica*" per approfondimenti.

Terre e rocce da scavo

In relazione alla normativa vigente, di seguito vengono descritte sommariamente le modalità di trattamento dei materiali di scavo (vedere anche l'elaborato denominato ("*Piano Preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo*").

Elettrodotto aereo:

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

1. esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
2. montaggio dei sostegni;
3. messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia;

dove solamente la prima fase comporta dei movimenti di terra.

La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "microcantieri" relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno.

Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed per ultimo al montaggio dei sostegni sollevando con una gru gli elementi premontati a terra. Oltre a quello di fondazione vero e proprio saranno realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo reinterro e costipamento. Ove richiesto, si procede alla verniciatura dei sostegni. Infine, una volta realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione dei "microcantieri", previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione o ripristino del manto erboso. In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.

Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

Elettrodotto in cavo interrato:

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

1. esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
2. stenditura e posa del cavo;
3. rinterro dello scavo fino a piano campagna.

dove la prima e la terza fase comportano movimenti di terra.

L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga circa 0,7 m per una profondità di 1.5 m, prevalentemente su aree agricole/ urbane. Il materiale di riempimento potrà essere miscelato con sabbia vagliata o con cemento 'mortar' al fine di mantenere la resistività termica del terreno al valore di progetto.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun "microcantiere" e successivamente il suo utilizzo per il rinterro 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, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato a idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Indagine archeologica preliminare

L'esame dei dati d'archivio ha permesso di stabilire che l'intera area interessata dal progetto è soggetta a un rischio alto d'interferenza con giacimenti archeologici. In particolare, nell'area della Provincia cremonese sembra alta la probabilità d'intercettare siti o tracce di frequentazione di età romana, poiché l'area era capillarmente antropizzata in forme di abitato rustico.

Per la sezione della Provincia di Mantova, invece, la vicinanza con l'area di Fontanella Grazioli (Casalromano, MN) e la diffusa presenza di siti pre e protostorici induce a temere interferenze con giacimenti archeologici di questa datazione.

Sono comunque diffusamente numerosi i rinvenimenti passati di età preistorica e protostorica, mentre più rare sono le segnalazioni di età medievale e post medievale.

A causa della generalizzata antropizzazione dell'area in tempi recenti, dell'uso agricolo del terreno e delle opere di canalizzazione, la ricognizione di superficie e l'esame della fotografia aerea si sono rivelate inconcludenti, non permettendo, d'altro canto, di escludere il rischio di interferenza con giacimenti archeologici delle lavorazioni previste dal progetto in oggetto.

Si ipotizza, infatti, che eventuali presenze archeologiche si trovino al di sotto dell'attuale livello agricolo, ma, comunque a profondità che saranno raggiunte sia dagli scassi per la demolizione dei tralicci da dismettere, sia, a maggior ragione, da quelli destinati alla posa in opera di quelli nuovi.

Se per eventuali presenze di età romana ci si può aspettare, sulla scorta delle segnalazioni recensite, la presenza di materiale da costruzione o addirittura di strutture in situ più labili e necessitanti della massima attenzione sono le testimonianze di età preistorica e protostorica, indiziate da stratigrafie di vissuto e dalla presenza di reperti mobili anche di dimensioni molto minute.

Stabilendo quindi un livello di rischio assoluto ALTO, si rimanda alla carta allegata per le valutazioni relative ai singoli piloni.

Si rimanda all'elaborato "*Relazione archeologica preliminare*" per approfondimenti.

Rumore

In relazione al rumore, si precisa che l'elettrodotto aereo si inserisce in un contesto quasi esclusivamente agricolo.

Si ritiene pertanto trascurabile un leggero effetto "corona" dell'elettrodotto che potrebbe essere presente in particolari condizioni atmosferiche e di ionizzazione dell'aria. Per quanto riguarda il cavo interrato, date le caratteristiche intrinseche, non produce rumore di alcun tipo.

Valutazione interferenze con opere minerarie

Ai sensi dell'articolo 120 del Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 è previsto il nulla osta dell'autorità mineraria in merito alla verifica della non interferenza con titoli minerari per la produzione di idrocarburi e lo stoccaggio di gas naturale di nuove linee elettriche di collegamento e relativi impianti. La Direttiva Direttoriale 11 giugno 2012 ha previsto la semplificazione delle procedure per il rilascio del Nulla Osta e

che il proponente per la realizzazione di linee elettriche, sia da fonti rinnovabili che ordinarie, verifichi direttamente la sussistenza di interferenze con le aree delle concessioni vigenti utilizzando i dati disponibili nel sito del Ministero dello Sviluppo Economico.

Ciò detto, la verifica dell'eventuale interferenza è stata eseguita utilizzando i file in formato .kml, scaricati il 30/09/2019 dal sito <http://unmig.mise.gov.it>: nell'immagine seguente, si riporta uno screenshot del software Google Earth utilizzato per la lettura degli stessi file con indicazione dell'elettrodotto in progetto.



Carta dei titoli minerari

(dal sito <https://unmig.mise.gov.it/index.php/it/dati/altre-attivita/nulla-osta-minerario-per-linee-elettriche-e-impianti>)

Si è evidenziata, in seguito all'accertamento, un'interferenza del progetto, in corrispondenza del tratto tra i sostegni p.151N e p.156N nel Comune di Vescovato, con un'attività estrattiva, concessione di coltivazione denominata "VESCOVATO", di cui: il titolare è la SOCIETA' PADANA ENERGIA S.p.a.; la scadenza è fissata il 01/01/2017; impianti (centrali di raccolta e trattamento, pozzi produttivi non eroganti) PIADENA OVEST.

Si è proceduto, secondo normativa, ad eseguire specifico sopralluogo, dal quale si è stato riscontrato che le aree di interesse progettuale risultano prive di impianti minerari riconducibili alla concessione di cui sopra: escludendo, di fatto, l'interferenza.

In conformità alla Direttiva Direttoriale 11 giugno 2012, si è concluso lo studio con la stesura della "DICHIARAZIONE DI NON INTERFERENZA CON OPERE MINERARIE" corredata della comunicazione alla sezione UNMIG territorialmente competente, la quale secondo quanto previsto dal D.Lgs n. 28/2011, art. 12, co. 3, equivale a pronuncia positiva da parte dell'Autorità Mineraria.

Valutazione ostacoli e pericoli per la navigazione aerea

La valutazione compatibilità ostacoli e pericoli per la navigazione aerea è stata eseguita in accordo con i dettami del Comunicato Stampa n°16/2015 ENAC-ENAV. Secondo procedura, si è provveduto ad esaminare se sussistano le condizioni per l'avvio dell'iter valutativo per il rilascio dell'autorizzazione ENAC seguendo le prescrizioni del par. 1 dell'allegato "Verifica Preliminare":

1. Interferenza con aeroporti civili con procedure strumentali.

Secondo i dati estrapolati dal sito <https://www.enac.gov.it/aeroporti/infrastrutture-aeroportuali/ostacoli-e-pericoli-per-la-navigazione-aerea/verifica-preliminare/dati-tecnici/aeroporti-strumentali> risulta che gli elettrodotti in progetto sono collocati ad una distanza:

- a) tra 22 e 34 km circa rispetto all'aeroporto di Brescia;
- b) tra 38 e 44 km circa rispetto all'aeroporto di Parma;
- c) oltre 45 km rispetto agli aeroporti dell'elenco ENAC.

Considerando quanto detto nel par. 2.a. punto 5 del doc. "Verifiche Preliminari" e che il progetto non presenta manufatti con AGL superiore a 45 m, si desume che non c'è interferenza con il settore 5 e che pertanto non ci sono le condizioni per l'avvio dell'iter valutativo ENAC.

2. Interferenza con aeroporti civili privi di procedure strumentali.

Prendendo come riferimento il sito <https://www.enac.gov.it/aeroporti/infrastrutture-aeroportuali/ostacoli-e-pericoli-per-la-navigazione-aerea/verifica-preliminare/dati-tecnici/aeroporti-non-strumentali> risulta che gli elettrodotti in progetto:

- a) non sono situati in prossimità di aeroporti privi di procedure strumentali di competenza ENAV SpA;

b) sono ad una distanza minima di circa 5,5 km dall'aeroporto civile CREMONA/Migliaro. Secondo il par. 2.b. del doc. "Verifiche Preliminari", essendo stato assegnato all'aeroporto di CREMONA/Migliaro il codice ICAO n°1, non ricade nell'area circolare di interesse per iter ENAC.

3. Interferenza con avio ed elisuperfici di pubblico interesse.

Consultando la mappa delle avio-eli-idrosuperfici si ricava che in provincia di Cremona e Mantova:

a) ricadono le aviosuperfici denominate Dovera, Punto volo torlino, Ceresara, Citta' di curtatone, San martino di ceresara; tutte considerate, la distanza minima rispetto al tracciato di progetto risulta approssimativamente pari a 15 km. Seguendo dunque il par. 2.c. del doc. "Verifiche Preliminari" e di rimando il D.M. Infrastrutture e Trasporti 01/02/2006 "Norme di attuazione della L. 2 aprile 1968, n.518, concernente la liberalizzazione delle aree di atterraggio", all'ultima pagina dello stesso, si deduce comparando la situazione in esame che non sussistono le condizioni per l'avvio dell'iter autorizzativo ENAC.

b) sono presenti le seguenti eliosuperfici così denominate:

- Aero club di cremona: distanza minima 5,5 km circa dalle opere in progetto;
- Ospedale di cremona: distanza minima 3,3 km circa dalle opere in progetto;
- Ospedale oglio po: distanza minima 26 km circa dalle opere in progetto;
- Ristorante dal pescatore: distanza minima 3 km circa dalle opere in progetto.

Confrontando i dati suddetti con l'area rettangolare (4000 m x 300 m) con centro elisuperficie indicata nel par. 2.c. del doc. "Verifiche Preliminari", si giunge alla conclusione che sono rispettate le ipotesi per il non avvio dell'iter ENAC.

4. Manufatti di altezza uguale o superiore ai 100 m dal suolo o 45 m sull'acqua.

Come da "*Planimetria con indicazioni delle coordinate geografiche*" si evince che l'altezza dei sostegni e della fune di guardia (elemento più alto in campata) è sempre inferiore a 100 m sul terreno e 45 m sull'acqua.

5. Interferenza con le aree di protezione degli apparati COM/NAV/RADAR (CNR).

Si esclude interferenza tra gli elementi del presente studio e gli apparati CNR.

Si conclude affermando che il pre-screening ha dato esito positivo: sussistono, quindi, già in questa fase preliminare, le condizioni di compatibilità con il volo aereo.

Campo elettrico e magnetico

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti) ed aggiornate nel dicembre 2010 nel metodo e nei limiti indicati (oggi meno restrittivi per il campo magnetico).

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP del 1998. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato all'UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivo di qualità, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003 “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) generati dagli elettrodotti.”, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l’induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μT , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 μT . È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell’arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali e ancora più bassi se si considera il raffronto con le nuove Linee Guida ICNIRP.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell’intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l’illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione.

Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico si è considerata un’altezza dei conduttori dal suolo pari a 6,30 m, corrispondente cioè all’approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 1991 per le linee aeree. Tale ipotesi è

conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. Come si evince dalle simulazioni riportate nella “*Relazione del campo elettrico e magnetico*”, i valori di campo elettrico sono sempre inferiori i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa; e pertanto, l’obiettivo di qualità fissato dal D.P.C.M. 08.07.2003. risulta rispettato.

Lo studio del campo magnetico verrà approfondito nel seguente paragrafo.

Fasce di rispetto

Per “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all’interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l’APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l’approvazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Il calcolo delle fasce di rispetto, tramite l’applicazione della suddetta metodologia di calcolo, è stato delineato nella “*Relazione del campo elettrico e magnetico*” (elaborati RE23657B1BBX00203, RE23181B1BBX00203 e RE23184B1BBX00203) e la loro rappresentazione grafica è riportata nella tavola “*Planimetria catastale con fascia DPA*” (DE23181B1BBX00208).

Di seguito si riassume la metodologia adoperata e un estratto delle conclusioni.

Per la determinazione delle fasce di rispetto, la corrente di calcolo è corrispondente:

- nel tratto in conduttore aereo alluminio-acciaio Ø 31,5, alla portata in servizio normale della linea definita dalla norma CEI 11-60, pari a 675 A per il periodo freddo.
- nel tratto in cavo interrato alluminio XLPE 1600 mmq, alla portata nominale, pari a 1000 A.

Seguendo i dettami del Decreto 29 Maggio 2008, si è proceduto dapprima al calcolo di prima approssimazione, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

a) Per il tratto in conduttore aereo, ai fini del calcolo della Dpa si è applicata l'ipotesi più cautelativa considerando una sezione trasversale in corrispondenza del sostegno della serie unificata TERNA tubolare monostelo tipo E, in cui i conduttori presentano la massima distanza orizzontale fase-fase.

Il risultato finale ha evidenziato il seguente valore di DpA: 18,7 metri arrotondata a destra e sinistra dell'asse del sostegno.

b) Per il tratto in cavo interrato, si è eseguito il calcolo della fascia DpA prendendo in esame le diverse configurazioni di posa previste in questa fase progettuale, di seguito sottoelencate:

b1) Linea in cavo interrato semplice terna a 132 kV - posa a trifoglio in tubiera: DpA: 4,10 metri a destra e sinistra dell'asse del cavidotto;

b2) Linea in cavo interrato semplice terna a 132 kV - posa a trifoglio in tubiera con dispositivo schermante: DpA: 1,60 metri a destra e sinistra dell'asse del cavidotto;

b3) Linea in cavo interrato semplice terna a 132 kV - posa in buca giunti: DpA: 9,05 metri a destra e sinistra dell'asse del cavidotto;

b4) Linea in cavo interrato a 132 kV semplice terna in cavo interrato - posa in TOC/Spingitubo: DpA: 4,90 metri a destra e sinistra dell'asse del cavidotto.

In seconda fase, si è proceduto con la verifica dell'eventuale presenza, all'interno della fascia DpA, di luoghi sensibili (aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore) ai fini della normativa sull'esposizione al campo elettrico e magnetico, tramite indagini cartografiche, catastali e rilievi sul posto; quando ciò si è riscontrato, si è eseguito il calcolo puntuale della fascia di rispetto.

L'esito è stato positivo per gli elettrodotti T.657 e T.181 evidenziando un'interferenza della fascia DpA con edifici sensibili e non, mentre è stato negativo per l'elettrodotto T.184. Si è giunti a valle degli approfondimenti prescritti dalla normativa in argomento alla seguente conclusione: l'obiettivo di qualità fissato dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 risulta rispettato in quanto o gli edifici interferenti con la DpA sono non sensibili o se sensibili non intersecano la fascia di rispetto.

Aree impegnate

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare le "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), cioè le aree su cui sarà apposto il vincolo preordinato all'esproprio, la cui stensione sarà di circa:

- 15 m dall'asse linea per parte per l'elettrodotto aereo a 132 kV;
- 6 m (o variabile) dall'asse linea per l'elettrodotto in cavo interrato a 132 kV.

L'elaborato "*Planimetria catastale delle aree potenzialmente impegnate*", riporta l'asse del tracciato dell'elettrodotto aereo con il relativo posizionamento dei sostegni o della linea elettrica in cavo interrato, con indicazione delle aree potenzialmente impegnate.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riassunti nel "*Piano particellare*", come desunti dal catasto.

Normativa di riferimento

Per la progettazione elettrica e l'esecuzione dell'opera:

- ✓ Norma C.E.I. 11-17, per i cavi elettrici in AT;
- ✓ Norma C.E.I. 11-1;
- ✓ Norma CEI 11-27: "Lavori su impianti elettrici".

Per le prescrizioni relative ai limiti di esposizione e alla misurazione dei campi elettromagnetici:

- ✓ Legge n° 36 del 2001;
- ✓ D.P.C.M. 8 Luglio 2003;
- ✓ Norma CEI 211-4;
- ✓ Guida CEI 103-8;
- ✓ Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (art.6), parte1: Linee aeree e in cavo";
- ✓ supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale serie generale n° 160 del 5 Luglio 2008.

Per la progettazione elettrica e l'esecuzione dell'opera:

- ✓ Norma C.E.I. 11-17, per i cavi elettrici in AT;
- ✓ Norma C.E.I. 11-1;
- ✓ Norma CEI 11-27: "Lavori su impianti elettrici".

Per le prescrizioni relative ai limiti di esposizione e alla misurazione dei campi elettromagnetici:

- ✓ Legge n° 36 del 2001;
- ✓ D.P.C.M. 8 Luglio 2003;
- ✓ Norma CEI 211-4;
- ✓ Guida CEI 103-8;
- ✓ Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (art.6), parte1: Linee aeree e in cavo";
- ✓ supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale serie generale n° 160 del 5 Luglio 2008.

Per la progettazione delle linee elettriche aeree:

- ✓ Legge 28 Giugno 1986, n° 339: “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”;
- ✓ Decreto Ministeriale 5 Agosto 1998 (in Gazz. Uff., 8 settembre, n. 209): “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;
- ✓ Voto del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 457/98, reso in data 17.12.1998;
- ✓ REGIO DECRETO 11 Dicembre 1933, n° 1775: “Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”;
- ✓ D.L. 29 Agosto 2003, n° 239, convertito, con modificazioni, dalla Legge 27 Ottobre 2003, n° 290 e Legge 23 Agosto 2004, n° 239: “Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia”, art. 1, comma 26;
- ✓ D.P.R. 8 Giugno 2001, n° 327: “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità”;
- ✓ D.Lgs. 27 Dicembre 2002, n° 302 e D.Lgs. 27 Dicembre 2004, n° 330: "Integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 Giugno 2001, n° 327, in materia di espropriazione per la realizzazione di infrastrutture lineari energetiche”;
- ✓ D.Lgs 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni di cui al D.Lgs. 4/2008.
- ✓ Sono state tenute in debito conto anche le procedure operative previste dal Sistema di Gestione per la Qualità per quanto concerne le linee guida dei progetti in conduttore aereo dettate da T.E.R.NA. azienda certificata ISO 9001.

Principali formule utilizzate nei calcoli

Equazione della catenaria

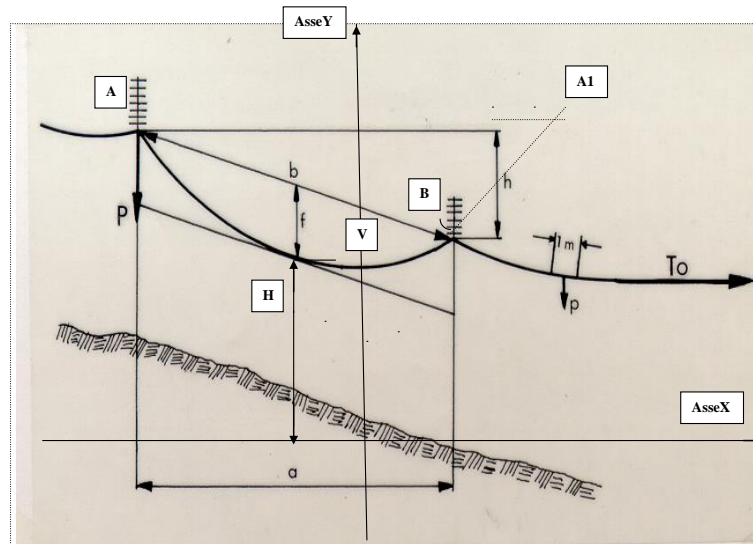
Il conduttore di una linea elettrica si dispone secondo l'arco della catenaria, la cui espressione, con il

sistema di assi cartesiani usato in figura, è : $y = Hch \frac{x}{H}$ (ch coseno iperbolico)

Dove H è una costante, detta "parametro della catenaria" che dipende dallo stato di tensione del conduttore e dal suo peso unitario p, ed è data dall'espressione:

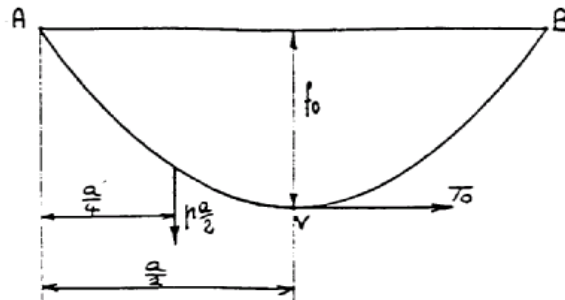
$$H = T_0/p$$

In cui T_0 rappresenta la componente orizzontale del tiro nel conduttore (costante lungo la campata come si dimostrerà nel seguito). Misurando T_0 in daN e p in daN/m, H risulta espresso in metri.



Freccia massima in una campata

Quando gli appoggi A e B sono alla stessa quota, la campata si dice a livello. In tal caso il vertice V è reale e cade nella mezzeria della campata.

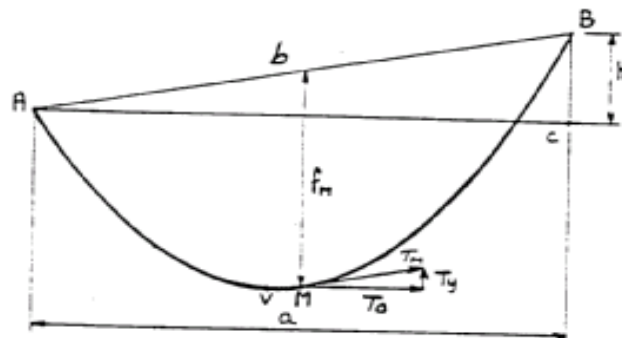


Il massimo valore di freccia nella campata f_0 , si ha proprio in corrispondenza del vertice e la sua espressione è:

$$f_0 = p \cdot a^2 / 8 \cdot T_0$$

Per ottenere il valore della freccia massima nel caso di campate a dislivello si definisce il "tiro medio" T_m , come tiro nel punto della catenaria in cui la tangente è parallela alla corda; si può dimostrare che detto tiro è in pratica coincidente col tiro nel punto medio m della catenaria.

$$f_M = \frac{ab}{8H}$$



Equazione del cambiamento di stato del conduttore

$$\frac{1}{24} \left[\left(\frac{p' a}{T_M'} \right)^2 - \left(\frac{p a}{T_M} \right)^2 \right] - \frac{1}{ES} (T_M' - T_M) - \alpha (\theta' - \theta) = 0$$

nella quale:

Tm'= tiro medio incognito nella condizione finale o derivata (kg)

Tm= tiro medio noto nella condizione iniziale o base (kg)

P'= carico risultante per unità di lunghezza nella condizione finale (kg/m)

P = carico risultante per unità di lunghezza nella condizione iniziale (kg/m)

E = modulo di elasticità (kg/mm²)

S = sezione del conduttore (mm²)

a = lunghezza della campata (m)

α= coefficiente di dilatazione termica lineare (1/°C)

θ'= temperatura nella condizione finale (°C)

θ= temperatura nella condizione iniziale (°C)

Carichi agenti sui sostegni

Azione trasversale esercitata dal conduttore: $T = v \cdot C_m + (T_{01} + T_{02}) \operatorname{sen} \frac{\delta}{2} + t'$

Azione longitudinale esercitata dal conduttore: $L = (T_{01} - T_{02}) \cdot \cos \frac{\delta}{2}$

Azione verticale esercitata dal conduttore: $V = p \cdot C_m + K_1 T_{01} + K_2 T_{02} + p'$

Dove:

v=spinta del vento per metro di conduttore (daN/m o Kgf/m)

p=peso del conduttore per metro (daN/m o Kgf/m)

K=costante altimetrica del palo considerato

$K_1, K_2 =$ costanti altimetriche distinte per campata $K_1 = \frac{\text{dislivello}_1}{\text{campata}_1}, K_2 = \frac{\text{dislivello}_2}{\text{campata}_2}$

Cm=campata media (m)

δ =angolo di deviazione linea

To=tiro orizzontale riferito alla campata equivalente della tratta (daN o Kgf)

T₀₁, T₀₂=tiri orizzontali delle due tratte nel caso di sostegno con squilibrio (daN o Kgf)

t'= spinta del vento sulla catena (daN o Kgf), 5% di v·Cm se in sospensione o 10% di v·Cm se sostegno in amarro

p'= peso della catena (daN o Kgf)

Sicurezza sui cantieri

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia ovvero secondo il Testo unico Sicurezza approvato con Decreto legislativo n. 9 aprile 2008, n.81 e dalle relative disposizioni correttive, ovvero dal Decreto legislativo 3 agosto 2009 n. 106 e da successivi ulteriori decreti.

Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione Terna Rete Italia provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

Collaudo impianti

Nella realizzazione di tutti i propri impianti, Terna, in conformità alla propria certificazione ISO 9001 ed alle proprie procedure interne di qualità svolge appositi interventi di sorveglianza dalle fabbriche di produzione dei materiali ai collaudi post realizzazione.

Per quanto concerne tutti i materiali da costruzione, gli stessi, sono prodotti da aziende qualificate secondo le procedure Terna a valle dell' approvazione di un Piano di Controllo Qualità sottoposto e verificato da Terna stessa.

Tuttavia i collaudi di fabbrica vengono eseguiti alla presenza di un incaricato della funzione Controlli e Collaudi di Terna e certificati dal fornitore stesso.

I collaudi post realizzazione sono eseguiti sulla scorta di una check list prevista dalla procedura interna e definiti in base al tipo di impianto realizzato.

Per quanto riguarda gli elettrodotti i più importanti sono:

- Prove di rottura su provini di calcestruzzo (riferimento Terna LF10012 ed. 7 del Aprile 1990 "Prescrizioni per il collaudo delle fondazioni dei sostegni di linee elettriche");
- Prova di resistenza dei ferri di fondazione (riferimento Terna LF10012 ed. 7 del Aprile 1990 "Prescrizioni per il collaudo delle fondazioni dei sostegni di linee elettriche");
- Controrevisione dei sostegni montati in opera (riferimento Terna " Procedure per l'esecuzione di lavori sulle linee elettriche aeree A.T. Cap. 9 par 12").

Manutenzione

A corredo di tutti gli impianti realizzati viene allegato il “Fascicolo” previsto all’art. 9, comma 1, lettera b D. Lgs. 81 del 09/04/2008 al fine di indirizzare le scelte per le attività di manutenzione successive alla chiusura del cantiere.

Tuttavia i controlli e la manutenzione dell’opera saranno effettuati secondo le procedure operative unificate da Terna, in vigore al momento dell’intervento e descritte nel volume “Procedure per l’esecuzione di lavori sulle linee elettriche AT” Dicembre 1999 e suoi successivi aggiornamenti.

In particolare, considerando la certificazione ISO 9001 di Terna, sono state redatte ed entrate in vigore una serie di Istruzioni Operative di preciso indirizzo alle attività di manutenzione degli elettrodotti le cui versioni attualmente in vigore sono:

- ❖ IO008MN rev. 00 Manutenzioni Stazioni e Linee AT
- ❖ IO100MN rev. 01 Controlli e Ispezioni Linee
- ❖ IO101MN rev. 01 Ispezione ordinaria a vista da terra
- ❖ IO102MN rev. 00 Controlli con telecamera a raggi infrarossi
- ❖ IO103MN rev. 01 Controlli con telecamera a raggi ultravioletti

- ❖ IO105MN rev. 01 Criteri di controllo e manutenzione degli isolatori di linea:
Inquinamento
- ❖ IO106MN rev. 00 Criteri di controllo e manutenzione dei conduttori e delle corde di guardia
- ❖ IO107MN rev. 01 Criteri di controllo e manutenzione dei sostegni di linea:
Pitturazione
- ❖ IO108MN rev. 01 Criteri di controllo e manutenzione dei sostegni di linea:
Impianti di terra.

A miglior comprensione, di seguito, uno stralcio delle principali attività di manutenzione ordinaria più ricorrente su elettrodotti:

❖ **Interventi sulle fondazioni**

Ripristino per conservazione in stato ottimale dei punti di contatto tra il calcestruzzo e la carpenteria onde evitare ristagni di umidità.

Pulizia e sgombero della fondazione da vegetazione o depositi di materiali.

Ripristino dei collegamenti di terra dei sostegni.

❖ **Interventi sui sostegni**

Sostituzione di ridotti quantitativi di carpenteria metallica per la sostituzione di semplici elementi eventualmente deformati o mancanti.

Sostituzione o ripristino di targhe monitorie o identificative dei sostegni.

Manutenzione ordinaria dei sezionatori installati sui sostegni (pulizia/ripristino/sostituzione di parti mobili e fisse, contatti).

Manutenzione delle segnalazioni luminose.

❖ **Interventi sugli isolatori**

Comprendono la sostituzione di isolatori ed equipaggiamenti rotti e/o danneggiati. La sostituzione è relativa a tutti le tipologie di isolatori, di qualunque materiale siano composti, compresi quelli rigidi e quelli portanti dei sezionatori montati sui sostegni.

Gli isolatori cappa e perno in porcellana, in caso di rottura o danneggiamento, saranno sostituiti con equivalenti in vetro.

❖ **Interventi sulla morsetteria**

Comprende la sostituzione dei morsetti danneggiati o il loro ripristino.

❖ **Interventi su conduttori e funi di guardia**

Riparazione di tutte le anomalie, a mezzo di giunti, preformed o manicotti, eventuale inserimento di spezzoni di conduttori e/o di fune di guardia.

❖ **Taglio piante**

Deramificazione e taglio delle piante secondo le prescrizioni dei regolamenti di Polizia Forestale o degli Enti Competenti, finalizzato al mantenimento delle distanze di sicurezza dei conduttori dell'elettrodotto per il regolare esercizio, nel rispetto di quanto riportato al punto h) dell'art. 2.1.06 "DISTANZE DI RISPETTO PER I CONDUTTORI" del D.M. 21/3/88.

❖ **Pulizia dei sentieri di ispezione.**

Elenco documenti

Costituisce parte integrante della seguente relazione la documentazione contenuta all'interno dell' "*Elenco Elaborati*".