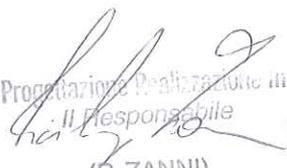


Linea a 220 kV a Semplice Terna
Cesano – Tavazzano Est
T. 223

Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°15 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa.

Progetto di massima

Relazione Tecnico Illustrativa

Unità Progettazione e Realizzazione impianti
Il Responsabile

(P. ZANNI)

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 26/01/2009	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Uso Pubblico

Elaborato	Verificato	Approvato
V. Petitto MAN-AOT MI-PRI-LIN	F. Pedrinazzi MAN-AOT MI-PRI-LIN	P. Zanni MAN-AOT MI-PRI

m0510001SQ-r00

INDICE

Oggetto	3
Motivazioni dell'opera	3
Ubicazione dell'intervento ed opere attraversate	3
Descrizione delle opere	4
Cronoprogramma	6
Caratteristiche tecniche dell' opera	7
Rumore	13
Campi elettrici e magnetici	13
Normativa di riferimento	13
Fasce di rispetto	15
Principi fondamentali per il calcolo delle linee elettriche aeree AT	16
Attività di costruzione	19
Elenco documenti	21

Oggetto

La presente relazione tecnica descrive l'intervento previsto per la modifica di un tratto della linea elettrica a 220 kV T. 223 "Cesano – Tavazzano Est", nel comune di Vanzago in Provincia di Milano ed i criteri di progettazione di base e di realizzazione dell'impianto.

Attualmente la linea, della lunghezza complessiva di circa 60,698 km, collega la stazione elettrica di Cesano e la stazione elettrica di Tavazzano Est.

La linea fa parte della Rete di Trasmissione Nazionale (R.T.N.) ed è di proprietà della Società Terna S.p.A..

Motivazioni dell'opera

Il Comune di Vanzago ha in programma lavori di riqualificazione di un' area residenziale fortemente urbanizzata.

La stessa però risulta attraversata dalla linea a 220 kV T. 223 Cesano – Tavazzano Est di proprietà della Società Terna S.p.A. nel tratto compreso tra il sostegno n. 11 al sostegno n. 15.

In relazione a quanto sopra il Comune di Vanzago ha inoltrato, con lettera prot. TEAOTMI/A2007004044 del 07/09/2007, una richiesta per l'elaborazione di un progetto di modifica del tracciato e relativa quantificazione economica dei lavori.

Ubicazione dell'intervento ed opere attraversate

L'intervento in oggetto si colloca all'interno del Comune di Vanzago, nella zona Sud del territorio comunale al confine con quello di Pregnana Milanese e nelle vicinanze della località Isola Maddalena.

Il nuovo tratto di linea in progetto attraverserà aree completamente pianeggianti, a destinazione agricola ed incluse nel Parco Regionale Agricolo Sud Milano.

I principali attraversamenti che interferiranno con il nuovo elettrodotto in conduttore aereo saranno:

- Strada Provinciale n° 229
- Strada Comunale "via Garibaldi"

- Linea elettrica aerea a media tensione.

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 realizzazione di una variante in conduttore aereo all'elettrodotto a 220kV esistente per una percorrenza complessiva di 1175 metri.

L'intervento consisterà nella modifica dell' elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n. 11 ed il sostegno n. 15 con la realizzazione di quattro nuovi sostegni e la demolizione di tre vecchi sostegni esistenti.

Lo stesso si svilupperà a partire dal nuovo sostegno n. 14, collocato nelle adiacenza dell' attuale, per poi percorrere un' area non urbanizzata verso est e successivamente verso nord per poi ricongiungersi al nuovo sostegno n. 12.

In particolare la variante prevede la sostituzione degli attuali sostegni n. 12, n. 13 e n. 14 a semplice terna rispettivamente tipo F23, F20 ed F23 con quattro nuovi sostegni a semplice terna serie 220 kV tipo N, C ed E.

Il conduttore attualmente presente sulla linea elettrica risulta essere di Alluminio-Acciaio del diametro di 26,9 mm che sarà utilizzato anche sul nuovo tratto in progetto in quanto rappresenta un conduttore di tipo unificato per le linee di Terna S.p.A..

I sostegni saranno del tipo tronco-piramidale a semplice terna e saranno realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati che verranno infissi in fondazioni a piedini separati di cemento armato.

Le porzioni di terreno interessate dai nuovi sostegni riguardano un'area di circa 20,0 mq per ognuno dei nuovi sostegni n. 12, n. 13A, n. 13B e n. 14.

Tali porzioni di terreno ed il nuovo tracciato dell' elettrodotto interesseranno aree private e pertanto si dovranno costituire servitù di elettrodotto inamovibile e permanente a favore di Terna S.p.A.

A lavori ultimati si provvederà al recupero degli attuali sostegni n. 12, n. 13 e n. 14 e contestualmente saranno recuperati i conduttori nel tratto dismesso, demoliti i relativi sostegni con i blocchi di fondazione fino alla quota di -1,50 m dal piano campagna.

Il progetto di variante presentato non richiede la Valutazione di Impatto Ambientale in quanto per sua natura non risulta assoggettabile a quanto previsto dal D. Lgs. n° 4 del 16 gennaio 2008 “ *Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006 n° 152, recante norme in materia ambientale*” art. 6 e precisamente:

- Allegato II

.... 4) Elettrodotti aerei con tensione nominale di esercizio superiore a 150 kV e con tracciato di lunghezza superiore a 15 km ed elettrodotti in cavo interrato in corrente alternata, con tracciato di lunghezza superiore a 40 chilometri.

- Allegato III

.... z) Elettrodotti per il trasporto di energia elettrica con tensione nominale superiore 100 kV con tracciato di lunghezza superiore a 10 km.

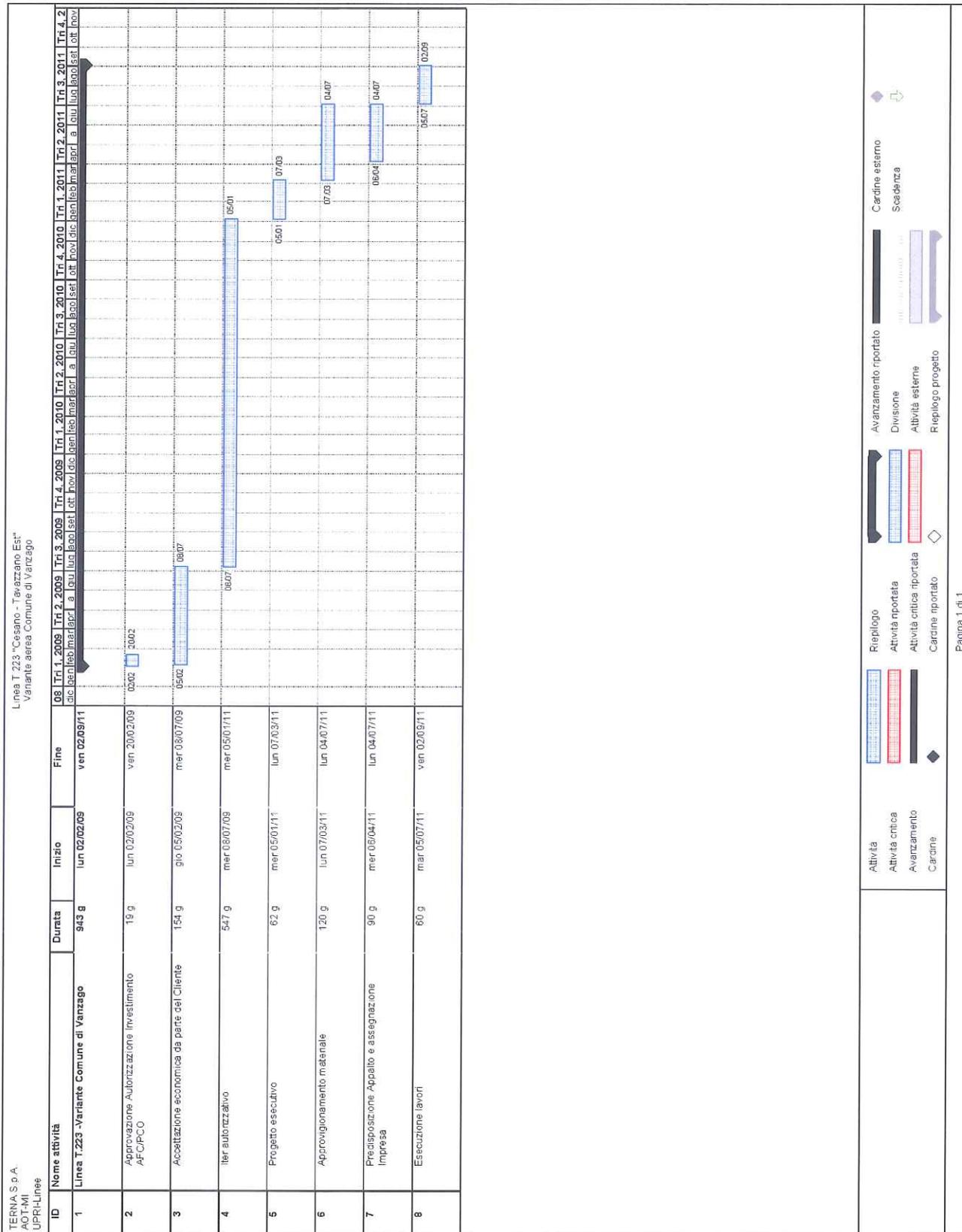
- Allegato IV

7. Progetti di infrastrutture

z) elettrodotti aerei esterni per il trasporto di energia elettrica con tensione nominale superiore a 100 kV e con tracciato di lunghezza superiore a 3 km.

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

Cronoprogramma



Caratteristiche tecniche dell' opera

Conduttori

Il conduttore attualmente installato sulla linea aerea esistente è del tipo in Alluminio-Acciaio del diametro di 26,9 mm che sarà installato anche tra i nuovi sostegni n. 11 e n. 15 in quanto 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 26,9 mm calcolata secondo quanto previsto dalle norme CEI 11-60 risulta pari a **558 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 di 11,50 mm.

La stessa sarà installata anche sul tratto di linea oggetto di variante in quanto rappresenta un tipo standardizzato per gli impianti della Rete di Trasmissione Nazionale di proprietà Terna S.p.A..

Sostegno

I nuovi sostegni a semplice terna saranno del tipo N, C ed E, a traliccio costruiti con profilati ad L in acciaio, zincati a caldo ed imbullonati, con fondazioni in calcestruzzo armato a piedini separati.

Gli stessi avranno un'altezza utile di 33 metri, i conduttori saranno fissati alle mensole con armamenti di amarro sui sostegni n. 12, n. 13B e n. 14, mentre saranno fissati alle mensole con armamenti di sospensione sul sostegno n. 13A.

Per quanto riguarda la verifica, nella zona interessata, non esistono condizioni particolari di verifica con sovraccarichi eccezionali.

La costruzione delle linee elettriche aeree esterne è regolata dalla legge 28 giugno 1986 n. 339 e dal suo regolamento di esecuzione D.M. LL.PP. 21 marzo 1988 e successivi aggiornamenti apportati con D.M. 16 gennaio 1991 e 5 agosto 1998. Le suddette leggi sono state recepite dalla Norma CEI 11-4 (V° ed. del 1998).

Le prescrizioni tecniche sono relative alle ipotesi di carico da considerare, alle prestazioni dei componenti la linea (sostegni, conduttori, morsetteria, ecc...), alle distanze di rispetto dei sostegni e dei conduttori da altre opere vicine od attraversate, (in funzione delle ipotesi di carico suddette) dal suolo e dalla vegetazione.

L'assetto e le sollecitazioni del conduttore devono essere calcolati nelle ipotesi indicate nella tabella seguente.

Condiz.	Temper.	Vento tras.	Sp. Ghiac.	Prescrizioni per linee 3° classe
EDS	15°C	0	0	Tiro max < del 25% carico rottura
MSA	-5°C	130 km/h	0	Tiro max < del 50% carico rottura
MSB	-20°C	65 km/h	12 mm	Tiro max < del 50% carico rottura
MFA	55°C	0	0	Rispetto franchi sul terreno ecc.
MFB	40°C	0	0	Rispetto franchi sul terreno ecc

Legenda:

EDS sollecitazione di ogni giorno (every day stress)
 MSA massima sollecitazione in zona A
 MSB massima sollecitazione in zona B
 MFA massima freccia in zona A
 MFB massima freccia in zona B

Le prescrizioni relative al rispetto dei franchi e delle distanze da altre opere sono riassunte nelle tabelle seguenti:

Ipotesi di calcolo ai fini dell' applicazione delle distanze di rispetto per i conduttori (DM 21-03-1988 art. 2.2.04)

Condizione di calcolo	Temperatura	Vento	Ghiaccio
MFB	40	0	0

Distanze di rispetto dei conduttori (DM 21-03-1988 art. 2.1.05 e 2.1.06)

Condizione di calcolo	Distanza da	Valori di legge
MFB	autostrade, strade statali e provinciali, ferrovie	10,30 m
MFB	linee elettriche AT o di contatto ferroviarie	4,80 m
MFB	terreno e acque non navigabili	6,82 m

Distanze di rispetto dei sostegni (DM 21-03-1988 art. 2.1.07)

Condizione di calcolo	Distanza da	Valori di legge
-	Limite zona di occupazione di autostrada	25.00 m
-	Confine strada statale	15.00 m
-	Confine strada provinciale	7.00 m
-	Confine strada comunale	3.00 m

Angoli di incrocio (DM 88 – 2.1.10)

Angolo di incrocio della linea	Valore di legge minimo
con ferrovie, strade statali, autostrade	15°

In fase di progetto esecutivo, se necessario, verranno eseguite indagini geotecniche penetrometriche e sismiche nei siti dove sorgeranno i nuovi sostegni, al fine di verificare le fondazioni sulla base della legislazione vigente in materia (Norme Tecniche di cui al Decreto Min. LL.PP. del 21/3/1988 e il voto del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 457/98 reso in data 17.12.1998).

Isolatori

L'isolamento dell'elettrodotto, previsto per una tensione di 220 kV, è stato dimensionato per una tensione massima di esercizio di 245 kV.

Gli isolatori utilizzati sono del tipo a cappa e perno in vetro temperato con carico di rottura di 120 kN in doppie catene di almeno 14 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 220 kV sono stati unificati tenendo presente il quadro più generale costituito da tutte le linee a tensione superiore a 100 kV.

Nel documento RE22223E1BBX00002 rev. 00 sono riportate le tabelle di combinazione di elementi di morsetteria e di isolatori a formare gli *armamenti* per l'amarro dei conduttori, gli *armamenti* per l'amarro della corda di guardia.

Fondazioni

Le fondazioni utilizzate saranno del tipo a piedini separati di cemento armato del tipo unificato.

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini, strutture interrato atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Ciascun pilotto di fondazione è composto di due parti:

- un piedino a sezione quadrata, di calcestruzzo armato;

- un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell’angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Le fondazioni, se necessarie, saranno oggetto di specifico calcolo in sede di progetto esecutivo.

La progettazione e le successive verifiche sono state eseguite in conformità alla Normativa vigente, tenendo in debito conto le prescrizioni sui carichi e sovraccarichi.

Le verifiche di resistenza strutturale sono state effettuate:

- per le condizioni di carico dettate dalla Norma Linee, secondo il metodo delle tensioni ammissibili;
- per le condizioni di carico che prevedono l’azione sismica, con il metodo dello stato limite ultimo (S.L.U.).

Le analisi effettuate prevedono:

- le combinazioni di carico così come previsto dalle “Norme Tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee aeree esterne” par. 2.4.04 – *Ipotesi di carico*;
- le combinazioni di carico con l’azione sismica, in accordo alla OPCM 3274, 3316 e 3431, allegato 2;

I criteri di analisi e di calcolo adottati sono funzionali al grado di definizione delle opere e dei carichi in gioco; le elaborazioni sono state effettuate secondo gli ordinari metodi della Scienza delle costruzioni e le tecniche convenzionali normalmente impiegate per tali opere.

I dimensionamenti e le verifiche sono state condotte considerando per la tipologia del sostegno individuata quella con condizioni di carico maggiormente penalizzante.

Terre e rocce da scavo (art. 186 D.Lgs. 152/06)

In relazione all’articolo citato, di seguito vengono descritte le modalità di trattamento dei materiali di scavo.

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

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

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

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite "tabelle delle corrispondenze" tra sostegni, monconi e fondazioni.

Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia), sulla base di apposite indagini geotecniche.

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 infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun "microcantiere" e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente.

In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e le terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

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.

Per tutte le tipologie di fondazioni, l'operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, ove possibile sollevando con una gru elementi premontati a terra a tronchi, a fiancate o anche ad aste sciolte.

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.

Di seguito sono descritte le principali attività delle fondazioni che verranno utilizzate.

La realizzazione delle fondazioni a piedini separati avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante lo scavo fino alla quota prevista in funzione della tipologia del terreno desunta dalle prove geognostiche; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.
- A fine stagionatura del calcestruzzo della fondazione si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al piedino; ed infine al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

Gli elaborati grafici esplicativi dei componenti tecnici dell' opera sono contenuti nel documento RE22223E1BBX00002 rev. 00.

Rumore

In relazione al rumore si precisa che il nuovo tracciato si inserisce in un contesto agricolo limitrofo ad un' area urbana.

Si ritiene trascurabile un leggero effetto "Corona" che potrebbe essere presente in particolari condizioni atmosferiche e di ionizzazione dell'aria.

Campi elettrici e magnetici

Sono stati calcolati i campi elettrico e magnetico sull' impianto in progetto, facendo riferimento alla legislazione vigente in materia.

Per l'esecuzione delle analisi del campo elettromagnetico generato dagli elettrodotti è stato utilizzato il software "EMF versione 4.08", programma per il calcolo dei campi elettromagnetici a 50 Hz generati da linee elettriche aeree ed in cavo, sviluppato da CESI S.p.A.

Il tutto è stato realizzato come risulta dall'elaborato allegato documento RE22223E1BBX00003 Rev. 00 - "Relazione dei campi Elettrico e Magnetico".

Normativa di riferimento

La progettazione elettrica e l'esecuzione dell'opera terrà conto della seguente legislazione e normativa tecnica:

- C.E.I. 11-17, per i cavi elettrici in AT;
- C.E.I. 11-1;
- C.E.I. 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, la norma CEI 211-4 e Guida CEI 103-8;
- CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8.7.2003 (art.6) –parte1. Linee aeree e in cavo;
- D.M. 29 maggio 2008 (Supplemento ordinario n° 160 alla Gazzetta Ufficiale serie generale n° 156 del 05/07/2008);

Per la progettazione delle linee elettriche aeree:

- Legge 28-06-1986, n. 339 Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne
- Decreto Min. LL.PP. del 21/3/1988
- 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, nonche' 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 cavo dettate da Terna azienda certificata ISO 9001.

Fasce di rispetto

Per quanto riguarda la definizione delle fasce di rispetto si è fatto riferimento a quanto previsto nel D.M. 29/05/2008 (Supplemento Ordinario n° 160 alla Gazzetta Ufficiale – serie generale – n° 156 del 05/07/2008).

Il suddetto riferimento normativo ha definito la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto, al fine di applicare l'obbiettivo di qualità nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Nel caso specifico, tenuto conto dei parametri di calcolo richiamati dalla nota stessa, si determina una distanza di prima approssimazione (Dpa) sul terreno di 21,00 metri per parte dall'asse dell'elettrodotto.

Principi fondamentali per il calcolo delle linee elettriche aeree AT

EQUAZIONE DELLA CATENARIA

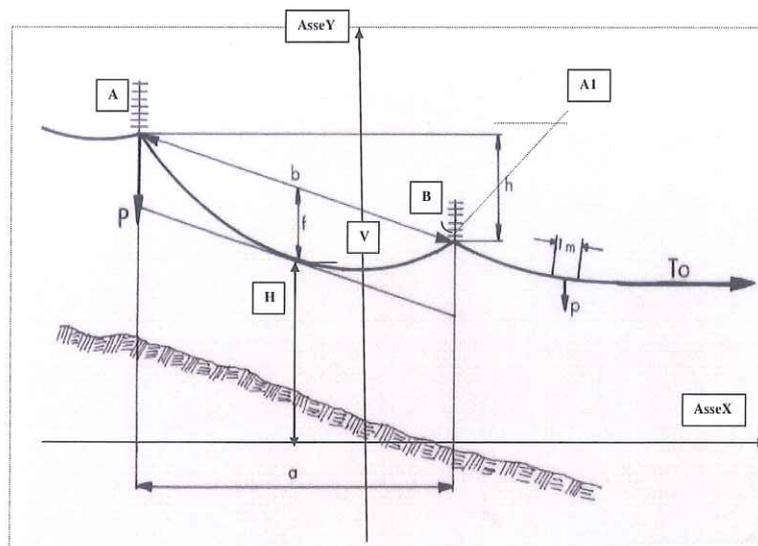
Il conduttore di una linea elettrica si dispone secondo l'arco della catenaria, la cui espressione,

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:

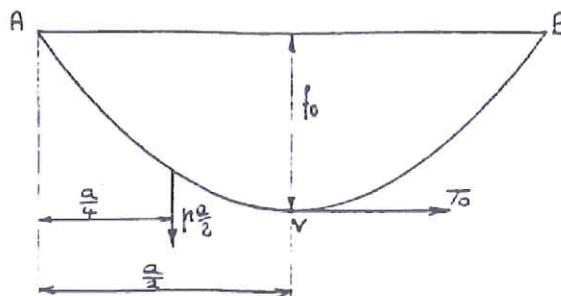
$$H = T_0/p$$

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 mezzieria della campata.

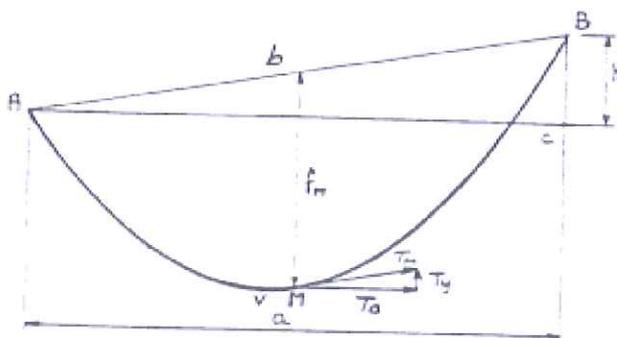


Il massimo valore di freccia nella campata f_0 , si ha proprio in corrispondenza del vertice e la sua espressione è:

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

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

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

nella quale:

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

T_M = 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
$$K_1 = \frac{\text{dislivello1}}{\text{campata1}}, K_2 = \frac{\text{dislivello2}}{\text{campata2}}$$

C_m =campata media (m)

δ =angolo di deviazione linea

T_0 =tiro orizzontale riferito alla campata equivalente della tratta (daN o Kgf)

T_{01}, T_{02} =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 $v \cdot C_m$ se in sospensione o 10% di $v \cdot C_m$ se sostegno in amarro

p' = peso della catena (daN o Kgf)

Attività di costruzione

I lavori di realizzazione si svolgeranno secondo tre macro attività legate all'indisponibilità elettrica della linea.

Attività per le quali non è richiesto il fuori servizio elettrico della linea sono:

- la realizzazione delle fondazioni a piedini separati dei nuovi sostegni n.12, 13A, 13B e 14;
- Posa della messa a terra dei nuovi sostegni;
- Reinterro;
- Montaggio in opera della carpenteria metallica dei nuovi sostegni n. 13A, 13B e 14;
- Montaggio in opera della carpenteria della parte bassa del nuovo sostegno n. 12;
- Stendimento tesatura e regolazione conduttore e fune di guardia tra i sostegni n. 13B e 14.

Attività da eseguire durante il fuori servizio elettrico della linea sono:

- il completamento del montaggio del nuovo sostegno n. 12;
- la demolizione della parte superiore dei sostegni n. 12 e 14 esistenti;
- Traslazione dei conduttori e della fune di guardia dal p.12 esistente al nuovo p.12;
- Traslazione dei conduttori e della fune di guardia dal p.14 esistente al nuovo p.14
- Stendimento, tesatura e regolazione dei conduttori e della fune di guardia dal sostegno n. 13B al n. 12.

Attività da eseguire dopo il rientro in servizio dell' elettrodotto sono:

- la demolizione parti inferiori dei sostegni n. 12, 13 e 14 esistenti;
- demolizione dei blocchi di fondazione esistenti.

Le attività si possono sinteticamente riassumere secondo il seguente ordine cronologico:

- Trasporto a pie' di pali degli angolari componenti i sostegni;
- Realizzazione fondazioni;
- Posa delle messe a terra dei sostegni;
- Montaggio dei nuovi sostegni;
- Reinterro;
- Montaggio degli armamenti sui sostegni;
- Trasferimento, tesatura e regolazione dei conduttori e della fune di guardia dai sostegni esistenti ai nuovi sostegni;
- Demolizione sostegni esistenti.
- Attivazioni e messa in servizio dell'impianto.

I mezzi d'opera utilizzati riguarderanno betoniere, macchine per la movimentazione della terra, demolitore, il trasporto dei materiali e una gru di altezza utile congrua.

Le attrezzature saranno composte da motoargani di tesatura, freni motore, presse per giunti, ponti e falconi per operazioni di montaggio dei sostegni e movimentazione conduttori.

La realizzazione impiegherà mediamente 10 addetti per una durata approssimativa di 45 giorni lavorativi.

Elenco documenti

Sigla documento	Descrizione	Rev	Data revisione
RE22223E1BBX00001	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°15 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Relazione Tecnico Illustrativa	00	26/01/2009
RE22223E1BBX00002	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°14 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Elementi Tecnici dell'impianto	00	26/01/2009
RE22223E1BBX00003	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°14 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Relazione dei campi Elettrico e Magnetico	00	26/01/2009
DE22223E1BBX00001	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°14 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Corografia	00	26/01/2009
DE22223E1BBX00002	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°14 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Ortofotocarta	00	26/01/2009
DE22223E1BBX00003	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°14 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Aerofotogrammetria	00	26/01/2009
DE22223E1BBX00004	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°14 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Simulazione di impatto dei campi E/M sul territorio	00	26/01/2009
DE22223E1BBX00005	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°14 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Planimetria catastale	00	26/01/2009
DE22223E1BBX00006	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°15 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Tavola di azionamento PRG	00	26/01/2009
LE22223E1BBX00001	Progetto di modifica all'elettrodotto nel tratto compreso tra il sostegno n°11 ed il n°14 in territorio Comunale di Vanzago, in Provincia di Milano, su richiesta dell'Amministrazione Comunale stessa. Progetto di massima Profilo altimetrico	00	26/01/2009