

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA E IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO PRELIMINARE

NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE TRATTA AEROPORTO MARCO POLO – PORTOGRUARO

LINEE PRIMARIE

RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

L 3 4 5 0 0 R 1 8 R O L P 0 0 0 1 0 0 2 A

| Rev | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|-----|----------------------|---------|------|------------|---------|-----------|---------|---------------------------|
| A | Emissione Definitiva | | | CASTAGNA | 11/2010 | FOCHESATO | 11/2010 | G.G. Buffarini 11/2010 |

File: XXXX00X00XXXX0000000X.doc

n. Elab.: X 436



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

INDICE

| | | |
|-----|--|--|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | SCOPO DEL DOCUMENTO | 3 |
| 3 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 3.1 | DOCUMENTI CORRELATI | 4 |
| 3.2 | DOCUMENTI DI PROGETTO | 5 |
| 4 | ALLEGATI | 5 |
| 5 | METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO..... | 5 |
| 5.1 | PORTATA DI CORRENTE IN SERVIZIO NORMALE | 6 |
| 5.2 | CONDUTTORI E TREFOLI..... | 7 |
| 5.3 | SOSTEGNI | 7 |
| 5.4 | CAVO 132kV..... | ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO. |
| 6 | DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA..... | 9 |



LINEA AV/AC

PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Aeroporto M. Polo – Portogruaro

Relazione Campi Elettromagnetici

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| L345 | 00 | R 18 RO | LP 00 01 002 | A | 3 di 10 |

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la determinazione, previo studio del campo elettromagnetico, delle fasce di rispetto e DPA relativi agli elettrodotti necessari per l'elettrificazione del tratto di linea ferroviaria AC/AV a doppio binario compresa tra l' Aeroporto Marco Polo e Portogruaro.

Tale tratta verrà elettrificata in una prima fase (denominata in seguito "fase funzionale 3c") con standard a 3kV, predisposta per il 25kV, per poi passare, successivamente alla realizzazione della tratta seguente Portogruaro-Ronchi (fase funzionale 5), allo standard a 25kV previsto per le linee AV.

L'alimentazione degli impianti fissi di elettrificazione verrà effettuata con nuove linee di alta tensione a 132kV per le quali dovrà essere eseguita la verifica degli obiettivi di qualità del campo elettromagnetico.

Tale verifica è regolata dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell' 8 Luglio 2003 che fissa i limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la protezione della popolazione.

L' articolo 4 del decreto, che riguarda la progettazione di nuovi elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, stabilisce come obiettivo di qualità, che deve essere rispettato nella progettazione, il valore di 3uT. Contemporaneamente l'articolo 6 dello stesso decreto stabilisce che la corrente con cui si deve calcolare il campo magnetico e la relativa fascia di rispetto generata dalla stessa, dovrà essere quella definita dalle norme CEI 11-60 come " Portata in corrente in servizio normale ".

Il decreto 29 maggio 2008 e la Norma CEI 106-11, prevedono una metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

A tali normative si farà in seguito riferimento per la determinazione delle suddette fasce e delle DPA relative, sia per le linee aeree che per quelle in cavo del cavo, per la verifica dell'*obiettivo di qualità* di quei ricettori che sono a considerarsi più critici ai fini dell'esposizione ai campi magnetici.

Non verrà eseguita la verifica del campo elettrico in quanto per elettrodotti alimentati con tensione minore o uguale a 150kV, non vengono superati i limiti di esposizione per la popolazione di 5kV/m stabilito dal decreto di cui sopra.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del seguente documento è quello di illustrare la metodologia adoperata per la determinazione dell'ampiezza delle fasce di rispetto e delle DPA, previste dal DPCM 8 luglio 2003, relative al campo magnetico creato dagli elettrodotti che alimentano le sottostazioni elettriche della tratta in questione.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Documenti Correlati

L'analisi delle problematiche di cui trattasi viene fatta conformemente alle vigenti Norme tecniche e legislative di cui si elencano qui di seguito le principali:

- D.M. n°449 del 21.03.1988 “Approvazione delle Norme Tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”, e successive integrazioni e modifiche.
- Norma CEI 11.4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne" Ed. 5/1989 e successive Varianti v1, v2, v3 e v4.
- Norma CEI 11.60 “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV”.
- D.M. 16/1/1991 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne”.
- Raccomandazione tecnica DI / TC.TE / DMA.IM / MO LP / ETE 012 – "Linee guida per il piano regolatore del sistema A.T. FS e delle alimentazioni di SSE".
- Guida CEI 211.4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".
- Guida CEI 211.6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana.
- Legge 22 febbraio 2001, n°36; “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- DPCM 8 luglio 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".
- Decreto 29 maggio 2008 – “Approvazione metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Norma CEI 106-11- “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art.6) Parte I”.

3.2 Documenti di progetto

La presente relazione fa riferimento a sottoelencati elaborati di progetto

| | |
|---|---|
| Corografia TAV.1 | L 3 4 5 0 0 R 1 8 C 3 L P 0 0 0 1 0 0 1 A |
| Corografia TAV.2 | L 3 4 5 0 0 R 1 8 C 3 L P 0 0 0 1 0 0 2 A |
| Planimetria Linea primaria LP01 | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 5 L P 0 0 0 1 0 0 5 A |
| Planimetria Linea primaria LP02 | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 6 L P 0 0 0 1 0 0 8 A |
| Planimetria Linea primaria LP03 | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 6 L P 0 0 0 1 0 0 9 A |
| Planimetria Linea primaria LP04 | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 6 L P 0 0 0 1 0 1 0 A |
| Planimetria LP01 delle Dpa TAV.1 | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 6 L P 0 0 0 1 0 1 2 A |
| Planimetria LP01 delle Dpa TAV.2 | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 6 L P 0 0 0 1 0 1 6 A |
| Planimetria LP02 delle Dpa | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 7 L P 0 0 0 1 0 1 3 A |
| Planimetria LP03 delle Dpa | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 7 L P 0 0 0 1 0 1 4 A |
| Planimetria LP04 delle Dpa | L 3 4 5 0 0 R 1 8 P 7 L P 0 0 0 1 0 1 5 A |

4 ALLEGATI

Il documento è corredato dai seguenti allegati: **Calcolo delle Fasce di rispetto e DPA.**

5 METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Di seguito viene riportata la metodologia adoperata per la determinazione delle fasce di rispetto/DPA degli elettrodotti di alimentazione degli impianti elettrici della tratta ferroviaria in questione. Per la simulazione dei campi elettromagnetici si è utilizzato un software dedicato appositamente ricavato e che fa riferimento alla norma CEI 211-4, estesa al tridimensionale, e che considera la catenaria in modo approssimato con una serie di pochi segmenti disposti in cascata e i cui estremi sono punti della catenaria stessa.

Sulla base delle caratteristiche elettriche e meccaniche dei conduttori e dei sostegni utilizzati, nonché della portata di corrente in servizio normale previsto dalla Norma CEI 11-60, tenuto conto delle varie configurazioni delle correnti nei conduttori, si è proceduto con l'ausilio di un programma di simulazione dedicato, che tiene conto, in modo approssimato, della geometria della catenaria dei conduttori, alla determinazione delle **fasce di rispetto imperturbate** (così come definite dal Decreto 29 maggio 2008) per le diverse tipologie di linee utilizzate.

Si sono quindi determinate, campata per campata, le DPA e le APA relative tenendo conto di quanto successivamente indicato.

Nei casi di parallelismo con altri elettrodotti o nel caso di cambio di direzione delle diverse campate della linea, nonché in corrispondenza delle derivazioni, si è aumentata la estensione delle fasce/DPA imperturbate innanzi determinate, seguendo i criteri e le procedure inserite nell'allegato al decreto 29 maggio 2008.

Di seguito sono riportate le caratteristiche elettriche e meccaniche dei conduttori e dei sostegni utilizzati per i vari elettrodotti.

5.1 Portata di Corrente in servizio normale

In base a quanto previsto dal decreto 8 luglio 2003, il calcolo del campo elettromagnetico viene effettuato, per i nuovi elettrodotti, considerando la portata di corrente nei conduttori fornita dalla Norma CEI 11-60.

Nelle tabelle di seguito riportate, viene illustrato il calcolo eseguito secondo tale Norma della portata relativa al conduttore in alluminio acciaio da 22.8mm previsto per gli elettrodotti in questione.

Come si nota la corrente di calcolo ricavata è stata di 445A.

| Portate di Corrente del conduttore di riferimento I_0 (A) | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tensione Nominale di Linea (KV) | Periodo C | Periodo F | Periodo C | Periodo F |
| 380 | 740 | 985 | 680 | 770 |
| 220 | 665 | 905 | 610 | 710 |
| 130-150 | 620 | 870 | 575 | 675 |

| NORMA 11-60 -PORTATA DI CORRENTE | | | |
|----------------------------------|----------|-----------------------------|--|
| Tensione | 132 | kV | $\Phi_0 = 31,5$ mm |
| Tiro Orizzontale | 1800 | kN | $T_0 = 1800$ daN |
| Peso Conduttore | 1,05 | kg/m | $p_0 = 1,05$ daN/m |
| Zona | B | | $a_0 = 1714,3$ m |
| Periodo | F | | $\alpha_0 = 1,94E-05$ °C-1 |
| Conduttore Utilizzato | | | |
| I_0 | 675 | A | $A = 961,0152$ mmq |
| Φ conduttore | 22,8 | mm | $m_0 = 8$ |
| A | 308 | mm ² | $\rho_0 = 0,02826$ Ω mm ² /m |
| Rapp. Al-Ac : m | 6,80 | | |
| ρ | 0,02826 | Ω mm ² /m | |
| α | 1,90E-05 | °C-1 | |
| a | 1714,3 | m | |
| I_r | 448,89 | A | |
| ϵ | 0,16 | | |

| | |
|---------------------------|------------|
| k1 | 0,990338 |
| k2 | 0,990338 |
| k3 | 1,064202 |
| ka | 1 |
| PORTATA DI CALCOLO | |
| Ir k1 ka | 445 |

5.2 Conduttori e trefoli

a) Conduttore

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| ➤ Diametro | $\varnothing = 22,8 \text{ mm};$ |
| ➤ Sezione teorica: | $S = 307.7 \text{ mm}^2$ |
| ➤ Materiale: | Alluminio/Acciaio |
| ➤ Formazione (n° x mm) | 26 x 3.6 + 7 x 2.8 |
| ➤ Sezione Alluminio | $S_{al} = 264.4 \text{ mm}^2$ |
| ➤ Sezione Acciaio | $S_{acc} = 43.1 \text{ mm}^2$ |

b) Trefolo di guardia

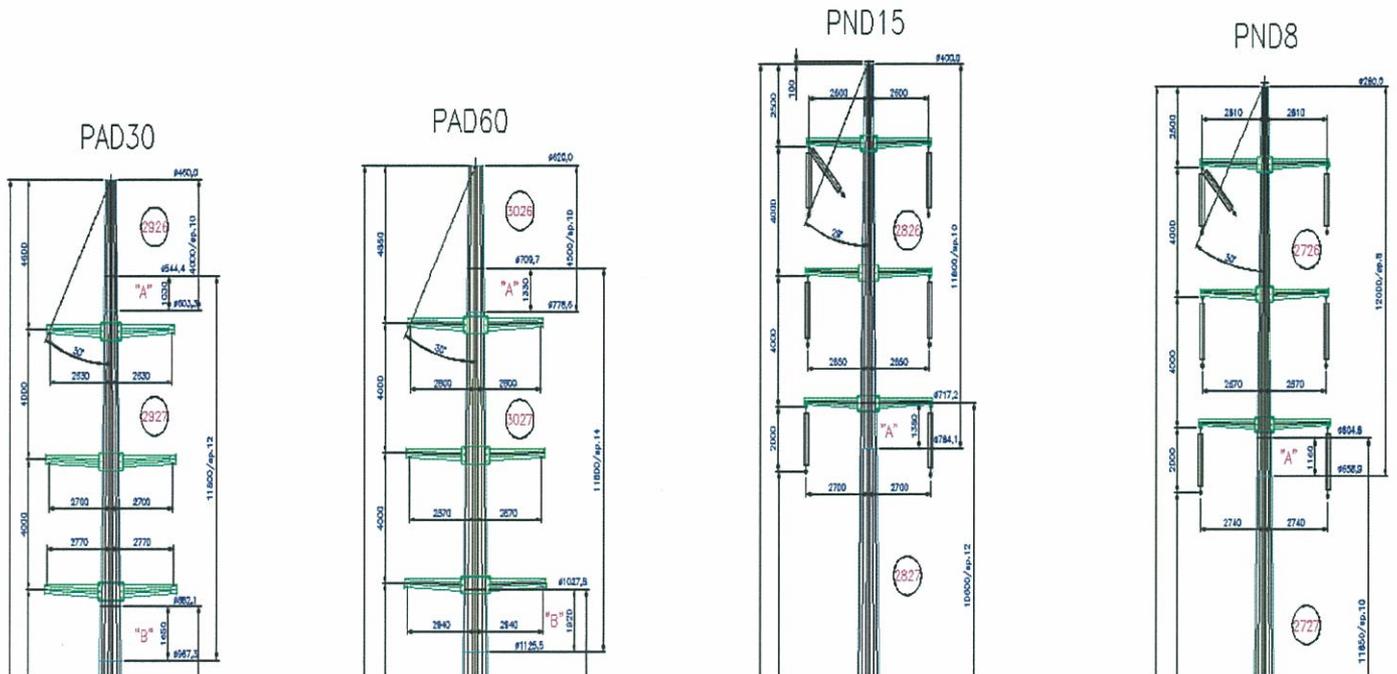
Le caratteristiche del trefolo di guardia sono le seguenti:

- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| ➤ Diametro | $\varnothing = 10.5 \text{ mm};$ |
| ➤ Sezione teorica: | $S = 65.81 \text{ mm}^2$ |
| ➤ Materiale: | Acciaio |
| ➤ Formazione (n° x mm) | 19 x 2.1 |
| ➤ Massa propria teorica | $p = 0.503 \text{ kg/m}$ |

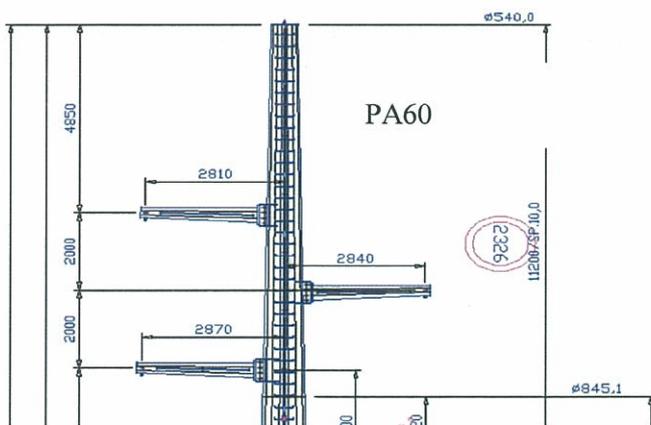
5.3 Sostegni

Di seguito sono riportate le teste dei principali sostegni utilizzati per la realizzazione delle varie linee primarie a 132kV previste in progetto.

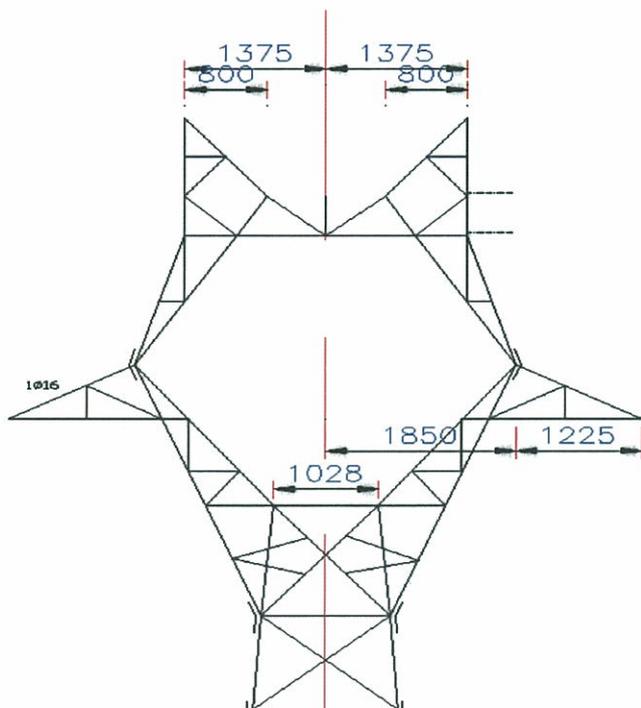
Tipologici teste dei sostegni in doppia terna con fusto poligonale



Tipologico teste dei sostegni in semplice terna con fusto poligonale



Tipologico teste dei sostegni in semplice terna in sottostazione



Si può notare come per le linee aeree è stata scelta la tipologia di **sostegno poligonale a basso impatto ambientale**, mentre per i cavi si è scelta la configurazione di tre cavi unipolari disposti a trifoglio. Entrambe le tipologie garantiscono valori fasce di rispetto più limitate rispetto ai sostegni tradizionali a traliccio delle linee aeree e alla configurazione piana dei cavi.

6 DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA

Negli elaborati elencati al punto 3.2 precedente, sono riportati gli stralci planimetrici delle varie DPA e relative APA ricavate con i criteri illustrati precedentemente.

La loro determinazione è stata effettuata così, come previsto dal decreto 29 maggio 2008, sulla base delle distanze cosiddette **indisturbate** (vedi allegato alla presente relazione) che sono riportate sinteticamente nella tabella seguente e che riguardano le sottoriportate tipologie di linea:

- Doppia terna compatta fig. 1a , 1b
- Semplice terna destra fig 2a ,2b

DPA INDISTURBATE

| Elettrodotto | Conduttore | Portata di calcolo | DPAsx | DPAdx |
|-----------------------------------|------------|--------------------|-------|-------|
| Doppia Terna Compatta Ottimizzata | 22.8 mm | 445 | 15 | 15 |
| Semplice Terna Compatta dx | 22.8 mm | 445 | 14 | 15 |

Si fa notare che le DPAe le APA della doppia terna compatta sono state ricavate facendo riferimento a una configurazione delle correnti **ottimizzata**.

Come si può constatare nelle planimetrie di progetto delle DPA allegate, in alcuni punti del tracciato relativi alla linea primaria LP01, l'area di prima approssimazione è molto vicina (ma non intercetta) ricettori limitrofi. In queste zone, qualora richiesto, potrà essere effettuata un indagine più accurata della valutazione del campo, utilizzando software più sofisticati, al fine di consentire una più reale valutazione dell'ampiezza delle fasce.