

UNIVERSITA DEGLI STUDI PADOVA
FACOLTA' DI INGEGNERIA
CORSO LAUREA IN INGEGNERIA ELETTROROTECNICA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Tesi di Laurea
Progettazione di una variante aerea dell'elettrodotto
a 380 kV Camin – Dugale (T.21.346) presso l'azienda Terna S.p.A.

Relatore Prof. Renato Gobbo

Laureando Andrea Manganaro

Anno accademico 2011/2012

**Risoluzione dell'interferenza con la nuova
bretella di collegamento stradale tra la SR47 di
"Altichiero" e la SP 2 "Romana Aponense"**

Tesina laurea triennale in ingegneria elettrotecnica D.M. 509/99

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	6
1.1	Chi è Terna	6
1.2	Storia.....	6
1.2.1	Cronologia.....	7
1.3	Organigramma di Terna aggiornato a novembre 2011	9
1.3.1	Organigramma dell'area operativa trasmissione di Padova (AOT PD).....	10
2	SCOPO ELABORATO	10
3	NORMATIVA TECNICA E VINCOLI	10
3.1	Norma CEI 11-4.....	10
3.2	Norma CEI 11-60.....	11
3.3	Norma CEI 106-11.....	11
3.4	Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137	12
3.5	Vincoli aeroportuali –Codice ICAO (International Civil Aviation Organization)	12
3.6	Circolare 28 marzo 2001 emanata dallo stato maggiore del comando delle squadre aeree dell'aeronautica	12
3.7	Vincoli urbanistici.....	12
4	Progettazione variante	12
5	Risoluzione dell'interferenza con la nuova bretella di collegamento stradale tra la SR47 di "Altichiero" e la SP 2 "Romana Aponense"	12
5.1	PREMESSA	12
6	CARATTERISTICHE AMBIENTALE E RISCHI CONNESSI CON L'AMBIENTE ESTERNO	13
6.1.1	Caratteristiche dell'aerea	13
6.1.2	Caratteristiche geologiche, morfologiche, chimico fisiche e sismiche del terreno	14
6.1.3	Idrologia e meteorologia territoriale e locale.....	15
6.1.4	Linee elettriche aeree, impianti, apparecchiature, cavi elettrici in tensione e conduttore e sotterranee, scariche atmosferiche.....	15
6.2	DOCMUNETAZIONE FOTOGRAFICA.....	16
6.3	Caratteristiche tecniche dell' elettrodotto.....	19
6.3.1	Distanza tra i sostegni	19
6.3.2	Conduttori e corde di guardia.....	19
6.3.3	Stato di tensione meccanica.....	19
6.3.4	Sostegno.....	20
6.3.5	Isolamento	20
6.3.6	Morsetteria ed armamenti.....	21
6.3.7	Fondazioni	21
6.4	STUDIO DI FATTIBILITA'	21
6.4.1	Modalità operative.....	22
7	SOLUZIONE TECNICA ADOTTATA	26
7.1	Verifiche Elettriche.....	27
7.2	Verifiche meccaniche.....	27
7.2.1	Norma CEI 11-4 – 2.4.08 Prescrizioni particolari per la verifica di stabilità dei sostegni di attraversamento ferroviario.....	27
7.2.2	Confronto.....	27
7.2.3	Norma CEI 11-4 2.4.04 Ipotesi di Calcolo.....	29
7.2.4	Calcolo dei TPL.....	29
7.2.5	Calcolo del sostegno e fondazione	33
7.3	Conclusioni.....	34

8	RUMORE	34
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	35
9.1	Richiami normativi	35
9.2	Campi elettrici.....	36
9.3	Campo di induzione magnetica e fascia di rispetto	38
9.3.1	Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto	39
9.3.2	Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa).....	39
10	MODALITA ESECUTIVE DELL'INTERVENTO.....	40
11	SICUREZZA CANTIERE.....	40
12	PONTEGGIO DI PROTEZIONE E SUE MODALITA' ESECUTIVE	41
13	CRONOPROGRAMMA.....	44
14	COLLAUDO MORSE	45
15	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE VARIE FASI DELL'ESECUZIONE LAVORO	47
15.1	MESSA A TERRA LINEA M.T. DA PARTE DI ENEL DISTRIBUZIONE	47
15.2	Montaggio del ponteggio di protezione per la ferrovia.....	48
15.3	Messa a terra della linea a 380 kV	49
15.4	Messa a terra della linea ferroviaria	50
15.5	Esecuzione del lavoro.....	51
16	Bibliografia	54

1 INTRODUZIONE

1.1 Chi è Terna

Terna è un grande operatore di reti per la trasmissione dell'energia elettrica, guidato da Flavio Cattaneo, Amministratore Delegato, e presieduto da Luigi Roth.

Il Gruppo Terna, primo operatore indipendente in Europa e settimo al mondo per chilometri di linee gestiti, è il proprietario della Rete di Trasmissione Nazionale di energia elettrica con oltre 63.500 km di linee in Alta tensione su tutto il territorio italiano. Ha la responsabilità, 365 giorni l'anno, 24 ore su 24, della trasmissione e del dispacciamento dell'energia e quindi della gestione in sicurezza dell'equilibrio tra la domanda e l'offerta di energia elettrica in Italia.

Il Gruppo Terna è una realtà di eccellenza italiana, con oltre 3500 professionisti impegnati quotidianamente nella sicurezza del sistema elettrico nazionale. La Società è responsabile della programmazione, sviluppo e manutenzione della Rete, coniugando competenze, tecnologie e innovazione in linea con le best practices internazionali.

Il Gruppo Terna costituisce un esempio di eccellenza come Gestore di rete di trasmissione indipendente, in linea con il modello di "separazione proprietaria" previsto dal 3° pacchetto energia dell'Unione Europea

1.2 Storia

Il 16 marzo 1999 viene emanato il Decreto Legislativo, n.79 (noto come Decreto Bersani) "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica" che pone le basi per la riforma del mercato elettrico in Italia: determina la suddivisione dell'Enel S.p.A. in società distinte in base alle attività svolte. In particolare per quanto riguarda la trasmissione, il processo di liberalizzazione poneva l'esigenza di un gestore della rete indipendente dall'influenza di singoli operatori del settore, e a maggior ragione dal controllo dell'operatore dominante. Il decreto legislativo 79 del 1999, cosiddetto "Decreto Bersani", individuò la soluzione da percorrere nella costituzione da parte dell'Enel, del gestore della rete di Trasmissione nazionale, società per azioni cui proprietà veniva conferita al ministero dell'Economia.

Al GRTN erano affidati in concessione dallo Stato le attività di trasmissione e dispacciamento; spettava inoltre al GRTN la pianificazione dello sviluppo della rete elettrica. Sempre nel 1999 venne costituita Terna, come società del gruppo Enel proprietaria di oltre il 90% della rete di trasmissione Nazionale. Il nuovo assetto della trasmissione, con la gestione della rete affidata al GRTN sotto il diretto controllo pubblico e la proprietà della rete in capo all'Enel, realizzava i requisiti indispensabili per l'avvio della liberalizzazione in un quadro di gradualità.

Nel corso degli anni successivi, conclusi i primi passi fondamentali della liberalizzazione, è emersa l'esigenza di riunificare proprietà e gestione della rete in capo a un unico soggetto, per ottenere maggiore efficienza dei processi aziendali, migliorare la capacità di pianificazione e realizzazione degli investimenti, avviare la parziale privatizzazione di un soggetto unificato con dimensioni operative comparabili ad altri grandi operatori di sistema europei. La Legge 290 del 2003 e il seguente DPCM dell'11 maggio del 2004 hanno disposto lo scenario e i tempi dell'unificazione, ribadendo i principi di neutralità e imparzialità della gestione aziendale e chiarendo anche le condizioni di assetto proprietario e di governance per assicurare alla società unificata garanzie di indipendenza e terzietà.

Da novembre 2005 nasce Terna come è oggi, che ricompone in un diverso contesto di settore e con garanzie d'indipendenza la filiera professionale delle originarie attività di trasmissione.

1.2.1 Cronologia

27 aprile 1999

viene costituito il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN), un soggetto pubblico controllato dal Ministero dell'economia e delle finanze, cui il Decreto Bersani affida la gestione delle attività di trasmissione e dispacciamento dell'energia

31 maggio 1999

viene costituita all'interno del Gruppo ENEL, la società Terna, responsabile delle attività di esercizio e manutenzione degli impianti ENEL in alta tensione facenti parte della rete di trasmissione nazionale, nonché dello sviluppo della rete in base alle direttive impartite dal Gestore, regolamentate da una apposita convenzione

1 ottobre 1999

diventa operativa la società Terna, che si avvale di 3.262 addetti e dispone di asset pari a 33.436 km di linee elettriche in AAT-AT e 248 stazioni di trasformazione, nonché di una capacità di trasformazione pari a 96.000 MVA

1 marzo 2000

Terna diventa operativa anche nella vendita di servizi a clienti industriali ed altre società elettriche operanti sull'alta tensione

1 aprile 2000

il GRTN diventa operativo

30 gennaio 2001

Terna è certificata ISO9001.

27 ottobre 2003

viene emanata la legge n.290 che dispone l'unificazione della proprietà e della gestione della rete di trasmissione nazionale

11 maggio 2004

viene emanato il DPCM che definisce criteri, modalità e condizioni relative all'unificazione tra proprietà e gestione della rete di trasmissione nazionale nonché il sistema di Corporate Governance

23 giugno 2004

Terna viene quotata sul mercato telematico di Borsa Italiana. Il collocamento riguarda il 50% del capitale azionario

31 marzo 2005

Enel cede a investitori istituzionali una quota pari al 13,86% del capitale sociale di Terna in suo possesso

20 aprile 2005

il ministero delle Attività Produttive rilascia la nuova Concessione per lo svolgimento delle attività di trasmissione e dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale

24 maggio 2005

entra in vigore il nuovo Codice di Rete, che definisce l'insieme delle regole che disciplinano i rapporti fra soggetto integrato ed utenti della RTN

8 agosto 2005

Terna e Acea SpA firmano il contratto per l'acquisto da parte di Terna dell'intero capitale di Acea Trasmissione SpA (Acea Trasmissione)

15 settembre 2005

Enel cede a Cassa Depositi e Prestiti il 29,99% del capitale sociale di Terna: l'azionariato della società assume l'assetto attuale

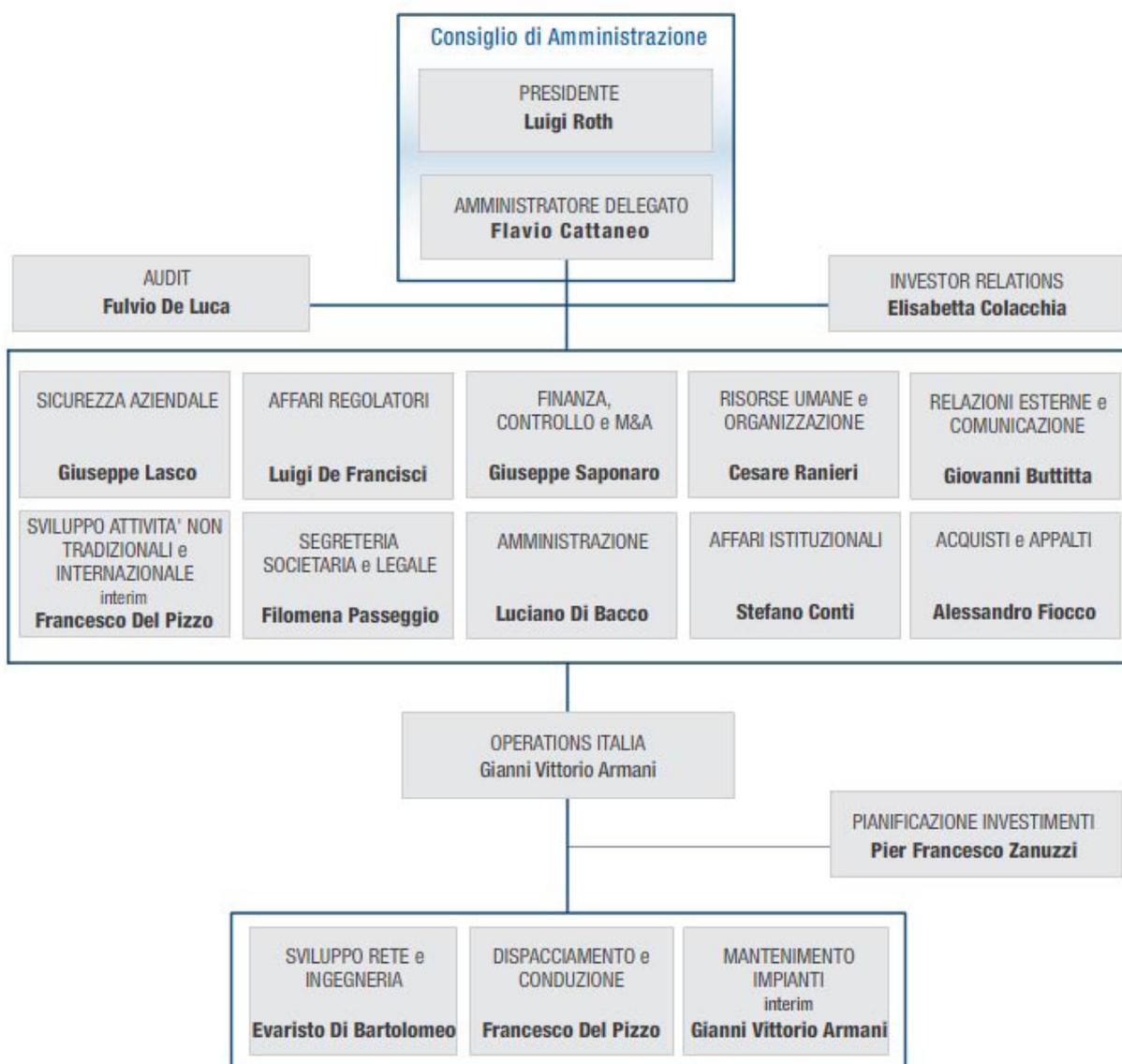
1 Novembre 2005

diviene operativa l'unificazione tra proprietà e gestione della rete di trasmissione e nasce Terna – Rete Elettrica Nazionale SpA

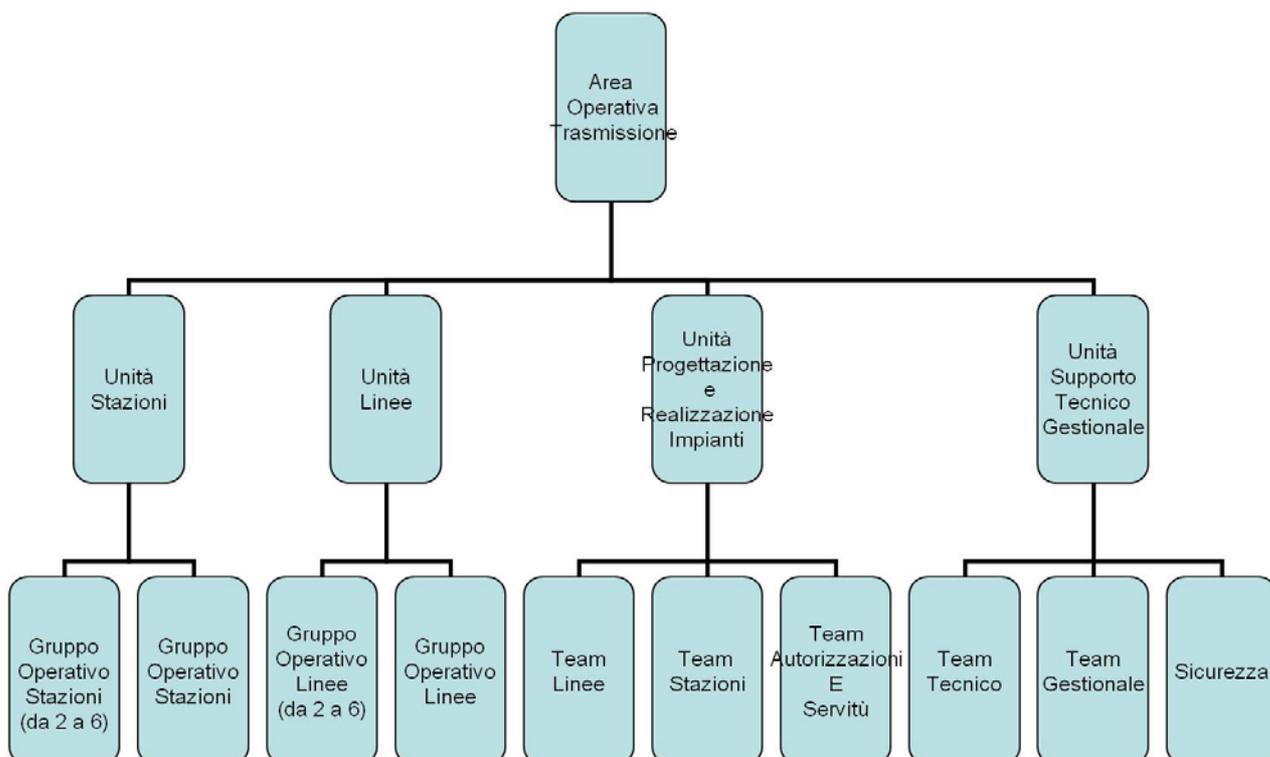
2 novembre 2005

l'Assemblea degli Azionisti nomina il nuovo Consiglio di Amministrazione di Terna per il triennio 2005–2007; Luigi Roth e Flavio Cattaneo sono rispettivamente Presidente e Amministratore Delegato

1.3 Organigramma di Terna aggiornato a novembre 2011



1.3.1 Organigramma dell'area operativa trasmissione di Padova (AOT PD)



Le competenze territoriali dell'AOT di Padova coprono le regioni di Veneto, Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia.

I principali compiti del team linee dell'AOT di Padova sono l'esercizio il mantenimento, il potenziamento e la ricostruzione degli elettrodotti in A.T. e ATT

2 SCOPO ELABORATO

L'elaborato ha lo scopo di evidenziare tutte le fasi di progettazione e le varie problematiche tecniche affrontate alla variante della linea elettrica aerea a 380 kV Camin – Dugale (T.21.346)

3 NORMATIVA TECNICA E VINCOLI

Qui di seguito viene riportata la normativa tecnica e le prescrizioni paesaggistiche e aeronautiche che in fase di progettazione si deve rispettare da rispettare

3.1 Norma CEI 11-4

La presente Norma è stata pubblicata come regolamento di esecuzione della legge 28 giugno 1986 n. 339 con DM 21/03/88, sul supplemento della Gazzetta ufficiale n.79 del 5 Aprile 1988, ed ha lo scopo di fissare le prescrizioni fondamentali che devono essere osservate nel progetto e nella costruzioni delle linee elettriche aeree.

Tali prescrizioni riguardano l'intero percorso della linea compresi gli attraversamenti di opere, quali ad esempio ferrovie, tranvie, filovie, funicolari, strade, linee elettriche o di telecomunicazione.

3.2 Norma CEI 11-60

La presente Norma ha per oggetto la prescrizione delle portate in corrente al limite termico delle linee elettriche aeree esterne che costituiscono la rete elettrica italiana a tensione maggiore di 100 kV e che sono progettate in accordo con il DM 21 marzo 1988 n.449 e successive varianti recanti norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne proposte dal CEI (Norma CEI 11-4).

La presente Norma ha per scopo la definizione delle portate in corrente al limite termico delle linee elettriche aeree esterne, in relazione alla tipologia di linee, alla loro posizione nel territorio nazionale e alla condizioni di funzionamento sia in termini di livello di carico in corrente che di periodo stagionale.

3.3 Norma CEI 106-11

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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." (pubblicato su GU n. 200 del 29-8-2003) stabilisce all'Articolo 6 "Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" che:

1. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.
2. L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

Scopo della presente Norma è quello di fornire una metodologia generale per il calcolo dell'ampiezza delle fasce di rispetto con riferimento a valori prefissati di induzione magnetica e di portata in corrente della linea.

In considerazione dell'applicazione del DPCM sopra citato le esemplificazioni riportate nella Guida sono soprattutto sviluppate con riferimento ad un valore di induzione magnetica pari all'obiettivo di qualità di 3 μ T (valore efficace) di cui all'art. 4 del DPCM stesso, considerando la portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto dichiarata dal gestore (Articolo 6 del DPCM) in forma parametrica come "corrente di riferimento".

3.4 Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137

La presente norma fornisce tutte le prescrizioni sui vincoli ambientali, i quali possono essere di tipo archeologico, paesaggistico e architettonico e sulle distanze di rispetto dai corsi d'acqua "ex legge Galasso 431/85"

3.5 Vincoli aeroportuali –Codice ICAO (International Civil Aviation Organization)

La presente norma fornisce le distanze di rispetto delle linee elettriche aeree dagli aeroporti

3.6 Circolare 28 marzo 2001 emanata dallo stato maggiore del comando delle squadre aeree dell'aeronautica

La presente norma fornisce le disposizioni in merito alle opere costituenti ostacolo alla navigazione aerea a bassa quota.

3.7 Vincoli urbanistici

Queste norme sono la conseguenza della zonizzazione del territorio le quali vengono regolate dai P.R.G. comunali.

4 Progettazione variante

Per le diverse problematiche affrontate e per l'applicazione di alcune fra le norme sopracitate, si è preso come progetto un'interferenza su una linea elettrica a 380 kV.

5 Risoluzione dell'interferenza con la nuova bretella di collegamento stradale tra la SR47 di "Altichiero" e la SP 2 "Romana Aponense"

5.1 PREMESSA

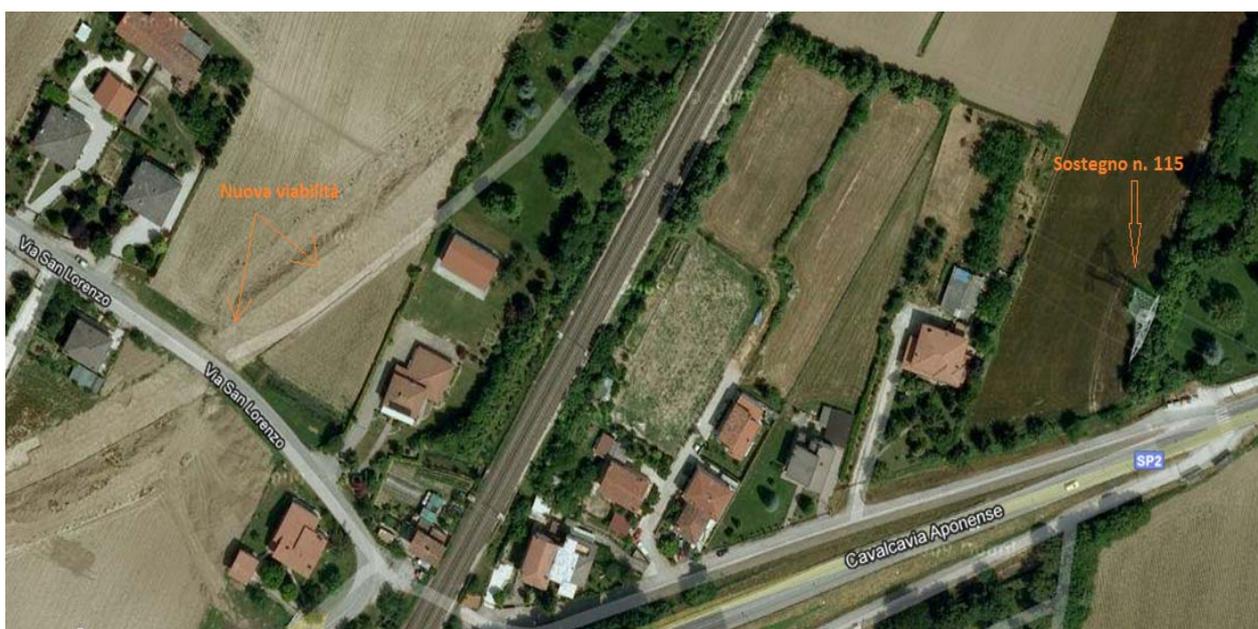
La società Veneto Strade ha predisposto il progetto di una nuova bretella stradale di collegamento tra SR 47 di Altichiero con la SP 2 "Romana Aponense".

Tale opera viaria interferisce con l'elettrodotto in semplice traliccio a 380 kV denominato "Dugale – Camin" (T.21.346B1), nella campata compresa tra i sostegni ai picchetti 114 -115. (Vedasi planimetria su C.T.R.).

6 CARATTERISTICHE AMBIENTALE E RISCHI CONNESSI CON L'AMBIENTE ESTERNO

6.1.1 Caratteristiche dell'area

L'area interessata dai lavori della costruenda opera viaria si trova nella zona periferica Sud Ovest del Comune di Padova (PD) caratterizzata da insediamenti residenziali sparsi con presenza di ampie zone a vocazione agricola, destinate prevalentemente alla coltivazione di seminativo. In particolare, la campata dell'elettrodotto di nostro interesse, si trova sul margine di proprietà di un campo (attualmente coltivato a soia). Nel PRG comunale, l'area è classificata come Zona Agricola (sottozona E2) (come mostrato nello stralcio di prg allegato)



Vista aerea dell'intervento

Lungo la campata oggetto di interferenza con la nuova opera viaria si segnala la presenza di alcune importanti infrastrutture interferenti (in particolare la linea ferroviaria Bologna – Padova, che sottopassa la linea elettrica alla progressiva ferroviaria di km 114+709) ed una linea MT, per il cui elenco dettagliato e la gestione delle relative interferenze, si rimanda ai successivi paragrafi dedicati.

Durante le possibili fasi per la risoluzione dell'interferenza che comporteranno l'avvicinamento e/o la movimentazione dei conduttori, dette linee elettriche dovranno essere messe fuori servizio e consegnate in sicurezza (aperte sezionate e messe a terra sul posto di

lavoro) con scambio di idonea modulistica tra RI e PL e secondo le modalità operative in vigore presso Terna (DPRET) e le società proprietarie delle linee interferenti.

La zona dei lavori dove si concentreranno le probabili attività del personale è comodamente raggiungibile da automezzi normali e fuoristrada mediante accesso da ingresso carrabile come evidenziato nella figura seguente.



Accesso all'area di cantiere dalla viabilità ordinaria

6.1.2 *Caratteristiche geologiche, morfologiche, chimico fisiche e sismiche del terreno*

La morfologia del terreno è tipica delle aree pianeggianti destinate a coltivazione in ciclo annuale; gli appezzamenti coltivati sono solitamente attraversati da scoli per il deflusso delle acque meteoriche o per l'irrigazione a pioggia.

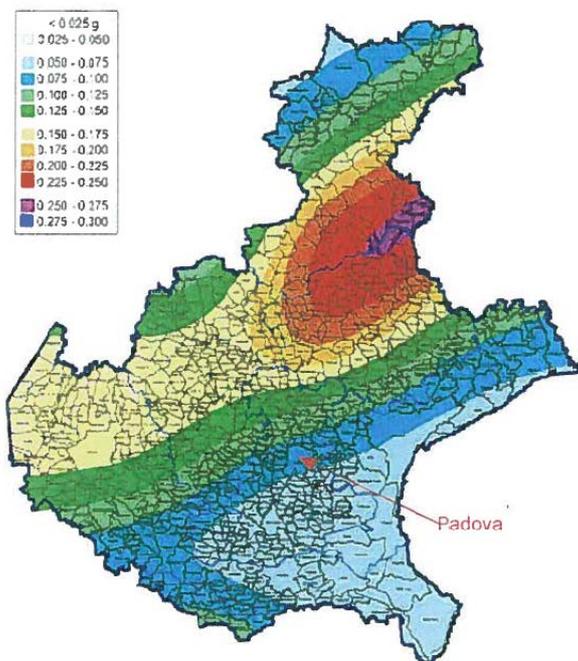
Dal punto di vista geologico, l'area oggetto degli interventi descritti nella presente relazione insiste su depositi di piana alluvionale di recente divagazione delle aste fluviali, intervallate da aree a dosso costituenti le arginature naturali delle aste fluviali.

Dal punto di vista sismico, il Comune di Padova è classificato "Sismico" in Zona 4 (sismicità molto bassa) dalla Deliberazione n. 67 del 3/12/2003 del Consiglio Regionale del Veneto in applicazione del disposto dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003.

Nella fig. seguente, è riportato uno stralcio "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" redatta dall'INGV nel 2004, e recepita dall' dell'Ordinanza del Presidente del

Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/4/2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”

Da tale mappa, si evince come il Comune di Padova sia compreso nella fascia di accelerazione max. di picco orizzontale del suolo (ag) di 0.075 – 0.1 g.



Mappa di pericolosità sismica della regione Veneto.

6.1.3 *Idrologia e meteorologia territoriale e locale*

Dal punto di vista idrologico, le problematiche possono essere correlate alle precipitazioni che potrebbero manifestarsi nel periodo previsto per i lavori. Detto periodo è individuato nel mese di ottobre - novembre, in cui si possono prevedere temperature medio-basse e comunque nella norma, con possibili temporali che potrebbero rendere il terreno scivoloso e cedevole.

La situazione microclimatica generale è quindi assimilabile a quella che si riscontra nelle normali condizioni di vita nelle zone in oggetto su cui si sviluppa il tracciato dell’elettrodotto.

6.1.4 *Linee elettriche aeree, impianti, apparecchiature, cavi elettrici in tensione e conduttore e sotterranee, scariche atmosferiche*

L’elettrodotto se oggetto di lavori sarà posto fuori servizio e in sicurezza per tutto il periodo dei lavori secondo le disposizioni delle DPRET di Terna. L’impresa appaltatrice potrà pertanto dare inizio ai lavoro soltanto a valle del ricevimento da parte del personale Terna preposto, dell’ “AUTORIZZAZIONE ACCESSO E CONSEGNA TRACCIATO LINEA LINEE ELETTRICHE AT” e della documentazione comprovante la messa fuori servizio ed in sicurezza della linea elettrica “mod. NIL” ; detta documentazione verrà consegnata e firmata per presa visione, dal responsabile di cantiere dell’impresa stessa.

Tutti i sostegni interessati da un possibile lavori sono, secondo quanto previsto dalle norme vigenti, collegati ad un proprio impianto di terra e collegati tra loro da una fune di guardia;

ciò comporta, in caso di perturbazioni temporalesche nelle vicinanze, la possibilità che sovratensioni atmosferiche vengano raccolte dalle funi e scaricate a terra tramite i sostegni con possibili temporanei aumenti di potenziale delle strutture metalliche rispetto al terreno limitrofo.

Pertanto in tali condizioni è richiesto l'allontanamento precauzionale del personale.

6.2 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Sostegno 115 tipo VV27



**Sostegno 114 tipo VV24 con attraversamento MT
situato su un vigneto**



Bretella di collegamento già picchettata



Interferenza con S.P. 2 Romana Aponense in comune di Padova campata sost. 115 – 116



Interferenza Via Latisana campata sost. 115 – 116



Interferenza campata 114 – 115 linea ferroviaria PD- BO al km 114 +709

6.3 Caratteristiche tecniche dell' elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell' elettrodotto sono le seguenti:

	T.21.346
Frequenza nominale [Hz]	50
Tensione nominale [kV]	380
Corrente periodo freddo CEI 11-60 [A]	2130
Corrente periodo Caldo CEI 11-60 [A]	1830
Corrente Mediana annua [A]	293

6.3.1 Distanza tra i sostegni

La distanza tra il sostegno n. 115 ed il sostegno n.114 è di circa 342 m, mentre la distanza tra il sostegno n. 115 ed il sostegno n. 116 è di circa 409 m.

6.3.2 Conduttori e corde di guardia

Ciascuna fase elettrica è costituita da 3 conduttori di energia i quali sono costituiti da una corda di alluminio/acciaio della sezione complessiva di 583,30 mm², composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, per un diametro complessivo di 31,5 mm.

Il carico di rottura teorico del conduttore è di 16852 daN.

I conduttori avranno un'altezza, dal suolo e da tutte le opere interferenti, superiore alle minime previste dal D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto è inoltre equipaggiato di due funi di guardia destinate oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni.

6.3.3 Stato di tensione meccanica

E' stato fissato il tiro dei conduttori e delle corde di guardia in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio della linea, cioè

alla temperatura di 15° C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - “every day stress”). Ciò assicura una uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o “stati” il tiro risulta, ovviamente, funzione della campata equivalente di ciascuna tratta.

La linea in oggetto è situata in ”**Zona B**”

6.3.4 Sostegno

Il sostegni della campata oggetto di interferenza, sono in semplice terna classe 380 kV, del tipo troncopiramidale con testa a delta rovescio, in semplice terna, tipo V27.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse 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. Vi è infine il cimino atto a sorreggere la corda di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa consentendo un miglior adattamento in caso di terreni acclivi.

Ogni tipo di sostegno ha un campo d'impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campata media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio:

partendo dai valori di C_m , δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento;

con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità.

In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui sono state determinate le posizioni lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di C_m , δ e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

I calcoli ed relativi diagrammi di utilizzo sono effettuati considerando il conduttore in alluminio acciaio del diametro di 31,50 mm, formazione 54x3,50+19x3,50 e carico di rottura di 16.852 daN nelle condizioni di posa previste per linee Unificate serie 380 kV e cioè EDS = 18% (Zona B).

6.3.5 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, è attualmente realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temperato, con carico di rottura di 160 kN, connessi tra loro a formare catene di almeno 21 elementi. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

6.3.6 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria utilizzati, rispondenti alla unificazione Terna per linee a 380 kV, sono dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi trasmessi dai conduttori al sostegno.

6.3.7 Fondazioni

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

Le fondazioni unificate per i sostegni della serie 380 kV semplice terna sono utilizzabili su terreni normali, di buona e media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;

un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;

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 di sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

6.4 STUDIO DI FATTIBILITA'

Per verificare la compatibilità tra le due opere si è reso necessario eseguire un rilievo piano altimetrico tra i sostegni 114 -115 per accertare il parametro attuale [C] del conduttore e il relativo franco.

Si è poi dovuto sviluppare un profilo longitudinale riportando il parametro della catenaria a 40 °C tramite una variazione di stato e inserendo la sezione della strada nel profilo (vedasi Profilo stato attuale).

Per la verifica del franco tra conduttore e piano stradale la norma CEI 11-4 si riportano qui di seguito alcune prescrizioni:

Norma CEI 11-4 capitolo 1.2.08

Agli effetti della presente Norma per il calcolo delle linee elettriche, l'Italia è suddivisa nelle seguenti zone:

Zona A comprendente le località ad altitudine non superiore agli 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare:

Zona B comprendente tutte le località dell'Italia settentrionale e le località ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare.

Norma CEI 11-4 capitolo 1.2.07

Sono, agli effetti della presente Norma, le linee di trasporto o distribuzione di energia elettrica, la cui tensione nominale è superiore a 30000 V e nelle quali il carico di rottura del conduttore di energia non sia inferiore a 3434 daN (3500 kgf).

L'elettrodotto Camin – Dugale per il livello di tensione viene considerato di terza classe.

Norma CEI 11-4 capitolo 2.1.06

I conduttori e le funi di guardia delle linee aeree nelle condizioni indicate nell'ipotesi 3) di 2.2.04, sia con catenaria verticale, sia con catenaria supposta inclinata di 30% sulla verticale, non devono avere in alcun punto una distanza, espressa in metri, minore di: 6 per le linee di classe zero e prima e $7 + 0,015 U$ (dove con U si indicata la tensione concatenata) per le linee di classe seconda e terza, dal piano di autostrade, strade statali e provinciali e loro tratti interni agli abitati, dal piano delle rotaie di ferrovie, funicolari terrestri e dal livello di morbida normale di fiumi navigabili di seconda classe.

Norma CEI 11 - 4 capitolo 2.2.04

La verifica della sollecitazione meccanica dei conduttori e delle corde di guardia deve essere effettuata in ciascuna delle seguenti ipotesi:

- 1) Conduttori e corde di guardia scarichi a 15 °C;
- 2) Conduttori e corde di guardia delle condizioni di temperatura e di carico indicate nella seguente tabella:

Linee in zona	Temperatura	Vento orizzontale agente in direzione normale alla linea	Manicotto di ghiaccio (densità 0,92) dello spessore di
(1.2.08)	°C	km/h	mm
A	- 5	130	-
B	-20	65	12

Per la verifica delle altezze sul suolo e delle distanze di rispetto, deve essere considerata la seguente ipotesi: conduttori e corde di guardia scarichi alla temperatura di 55 °C per le linee in zona A e di 40 °C per le linee in zona B.

6.4.1 Modalità operative

Il rilievo della campata tra il sostegno 114 – 115 è stato eseguita con una temperatura esterna di 13°C, per riportare la catenaria a 40 °C come prescritto dalla norma Norma CEI 11 - 4 cap. 2.2.04 si è dovuto eseguire una variazione di stato.

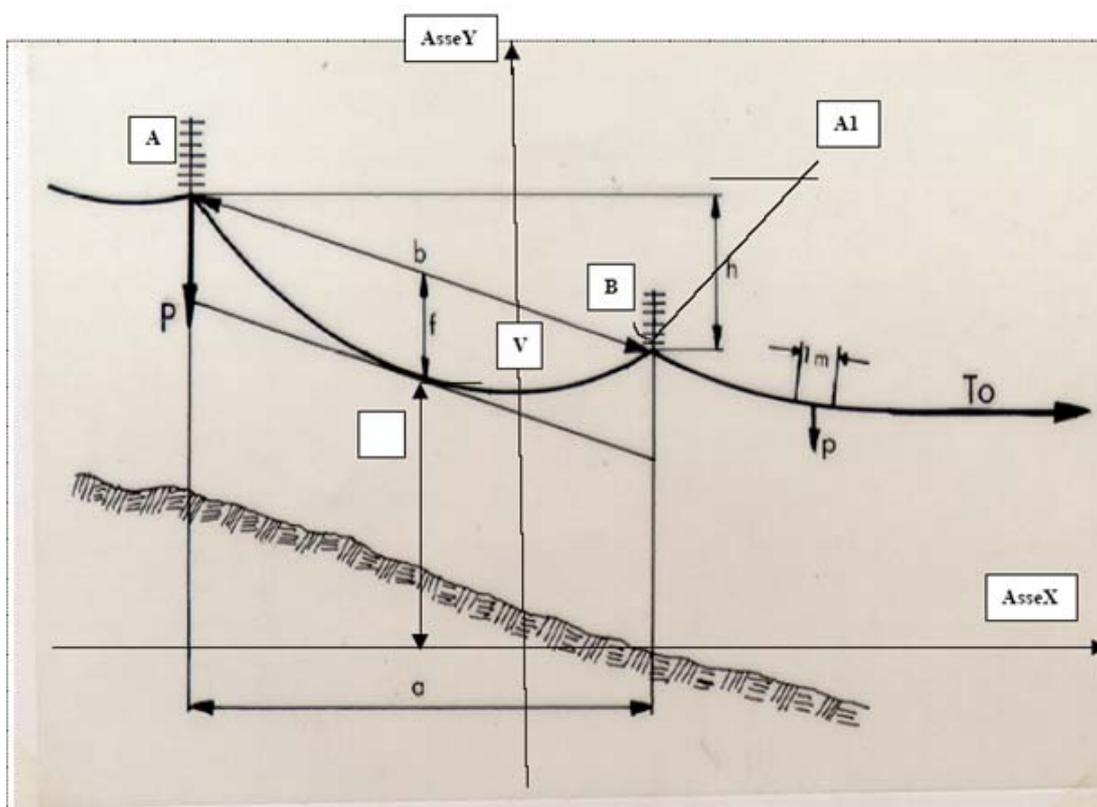
Per calcolare la campata equivalente, si è dovuto considerare l'intero tratto da ammaro ad ammaro a causa della mobilità della catene di sospensione le quali con la loro mobilità consentono la trasmissione diretta degli sforzi da campata a campata, quindi qualsiasi azione perturbatrice dell'equilibrio del conduttore in una campata si ripercuote sull'equilibrio delle altre.

La formula usata per il calcolo della catenaria è la seguente $Y = Hch \frac{x}{H}$

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, C risulta espresso in metri.



Parametri per il calcolo della variazione di stato

La formula usata per il calcolo della variazione di stato per le campate a singolo livello è la seguente:

$$\frac{a}{24} \left[\left(\frac{p'}{T_M} \right)^2 - \left(\frac{p}{T_M} \right)^2 \right] - \frac{1}{ES} (T'_M - T_M) - \alpha(\theta - \theta') = 0$$

Nella quale il termine “a” è sostituito dall’ espressione(campata equivalente) $a_{eq} = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$

Dove :

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)

L'espressione precedente è l'equazione del "Cambiamento di stato", che ci consente di determinare il tiro nel conduttore di una campata in ogni condizione di temperatura e di carico quando siano note le condizioni di partenza (Tm, p, θ) e i parametri fisici del conduttore (E, S, α). Come si può notare, si tratta di un'equazione algebrica di terzo grado nell'incognita Tm', che viene risolta attraverso un software di Terna.

Viene riportato il report dei risultati

Dugale - Camin

Campata equivalente: 396.54 (m)

Dislivello: 0.00 (m)

Corda di alluminio-acciaio LC2/1

Formazione: 54X3.50 + 19X2.10

Sezione (mm ²)	Diametro (mm)	Massa unitaria (Kg/m)	Modulo elastico (daN/mm ²)	Coeff. termico (1/°C x 10E-6)
585.30	31.50	1.953	6800	19.40

Ipotesi di partenza

Temperatura (°C):	13	Vento (Km/h):	0	Ghiaccio (mm):	0
Tiro (daN):	3129	Parametro (m):	1634	Pretensione (°C):	0

Risultati

Ipotesi	Temp. (°C)	Vento (Km/h)	Ghiaccio (Kgf/m ²)	Ghiaccio (mm)	Peso (daN/m)	Param. (m)	T. or. (daN)	T. att. (daN)	Freccia (m)
EDS	15	0	0.00	0	1.915	1623	3108	3131	12.13
MFB	40	0	0.00	0	1.915	1499	2872	2897	13.13
MSA	-5	130	72.00	0	2.935	1615	4741	4777	12.18
MSB	-20	65	18.00	12	3.533	1628	5751	5793	12.09
MPB	-20	0	0.00	0	1.915	1848	3540	3560	10.64
CVS1	0	26	2.88	0	1.917	1710	3279	3301	11.51
CVS2	15	130	72.00	0	2.935	1522	4466	4504	12.94

Tiro a rottura del conduttore (daN): **16852**

Densità del ghiaccio (g/cm³): **0.92**

Coefficiente di pressione del vento su superfici cilindriche: **0.00426**

MSA : Condizione di massima sollecitazione (zona A) -5°C vento a 130 km/h

EDS: Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio;

MSB: Condizione di massima sollecitazione (zona B):-20°C, manicotto di ghiaccio di 12mm, vento a 65 km/h;

MPB: Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio;

MFB: Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio;

CVS1: Condizione di verifica sbandamento catene : 0°C, vento a 26 km/h;

CVS2: Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h;

CVS3: Condizione di verifica sbandamento catene a -10°C (Zona B), vento a 65 km/h;

CVS4: Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h;

Il parametro H a 40 °C è quindi 1499 m, il quale viene approssimato a 1500 m.

Da questo dato e dai dati di archivio si è potuto costruire il profilo longitudinale della campata oggetto di interferenza inserendo anche la sezione di progetto della bretella di collegamento. (vedasi profilo longitudinale).

La norma CEI 11-4 al punto 2.1.06 prevede che la distanza dal piano stradale non deve essere minore di $7+0,015U$ (dove U viene espresso in kV) sostituendo U con la tensione 380 kV, si ottiene una distanza minima di 12,70m la quale è maggiore degli attuali 11,21m.

L'interferenza allo stato attuale non è verificata, si dovrà procedere con una soluzione tecnica la quale porti il franco dalla futura opera viaria ad almeno a 12,70 m.

7 SOLUZIONE TECNICA ADOTTATA

La soluzione tecnica adottata per il recupero del franco dalla costruenda bretella stradale è stata la trasformazione del sostegno 115 attualmente del tipo in sospensione a “ V” unificato, in sostegno di amarro mediante la modifica degli armamenti come mostrato nell'elaborato “piano tecnico”. Ciò consentirà il recupero di circa 2 m di franco in corrispondenza dell'attraversamento con la nuova viabilità come mostrato nell'elaborato “profilo di progetto”.

La modifica del sostegno interesserà soltanto gli armamenti ed alcune delle tralicciature della parte superiore del traliccio il cui rinforzo si rende necessario in esito alla verifica di calcolo cui sono stati sottoposti il traliccio e le relative fondazioni, in considerazione delle differenti ipotesi di calcolo derivanti dalla configurazione in amarro adottata.

Si è scelto la modifica del sostegno 115 e non del 114 in quanto il sostegno 115 si trova in un terreno coltivato a soia con facilità di accesso per i mezzi pesanti (camion e gru) e si sono stimati danni per mancato raccolto che verranno quantificati per poche centinaia di euro. Anche al sostegno 114 si può accedere facilmente con i mezzi pesanti ma quest'ultimo si trova in mezzo ad un vigneto e a ridosso di un linea MT, questo avrebbe comportato più oneri da pagare al proprietario del fondo (totale smantellamento del vigneto per l'area di interesse del cantiere) e la difficoltà per gli operai nell'esecuzione dei lavori per quanto riguarda la linea MT.

7.1 Verifiche Elettriche

Nella nuova configurazione del sostegno si è dovuto verificare le distanze minime delle parti sotto tensione verso le parti a terra dei sostegni come previsto al punto 2.1.04 delle norme CEI 11-4.

La norma prevede che la distanza espressa in metri non deve essere minore di $0,06U$ (con un tensione concatenata).

Applicando la relazione otteniamo una distanza minima di 2,28 m la quale viene verificata.(si fa riferimento allo schematico del sostegno nella nuova configurazione).

Per lo sbandamento del collo morto si è pensato di aggiungere una catena ad "I" di richiamo collo morto per i conduttori laterali e di riutilizzare la catena "V" per il collo morto della fase centrale. Queste catene di richiamo hanno il compito di tenere fisso il collo morto e non farlo sbandare verso le parti a terra del sostegno.

Con i conduttori ormeggiati in amarro non viene rispettata la buona norma che prevede la protezione da fulminazione dei conduttori tramite il cono virtuale di ampiezza di 30 gradi dall'asse della fune di guardia.

Questo non è stato reso possibile a causa della fune di guardia contenente fibra ottica montata sui uno dei cimini la quale manutenzione della stessa è molto problematica e onerosa.

7.2 Verifiche meccaniche

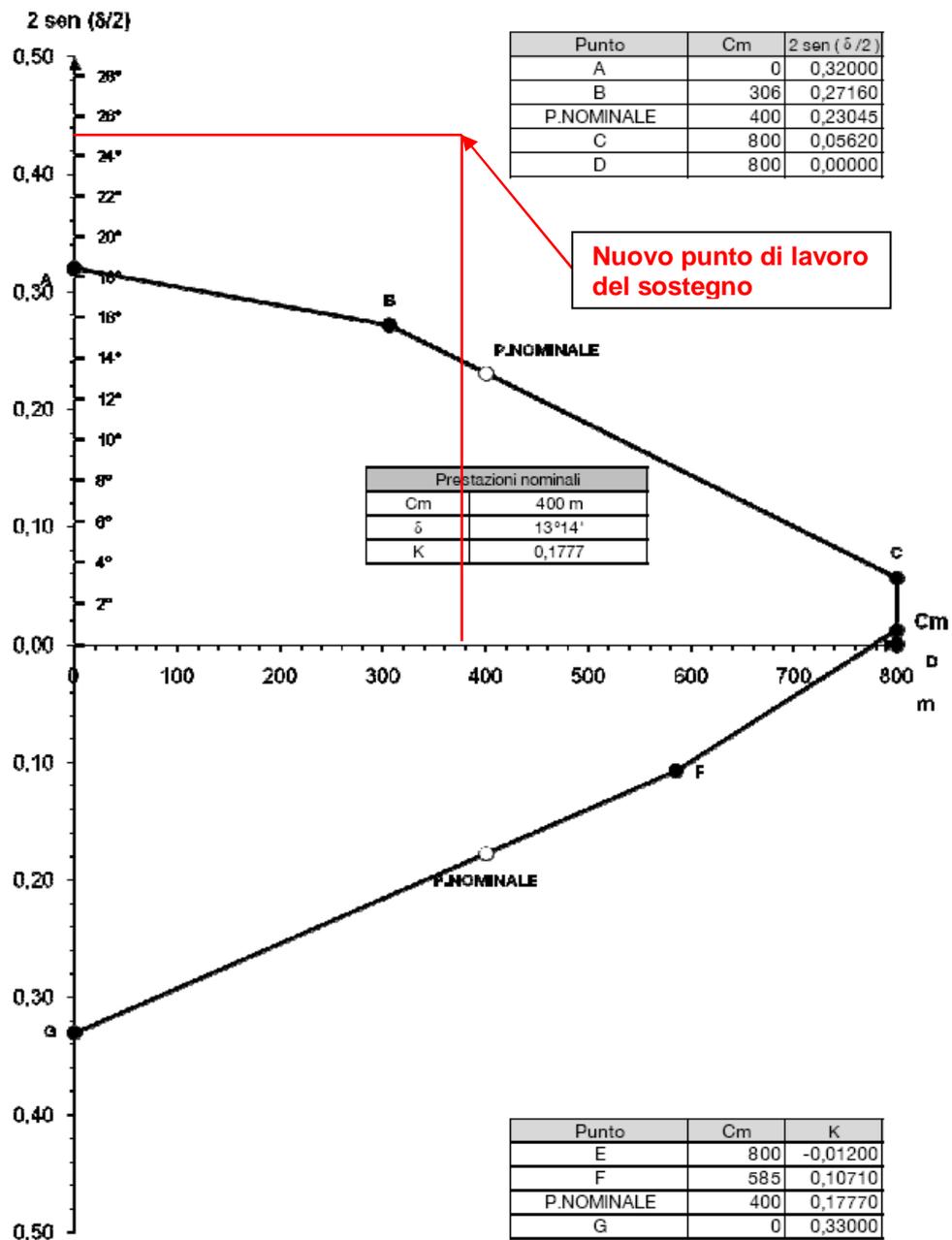
7.2.1 Norma CEI 11-4 – 2.4.08 Prescrizioni particolari per la verifica di stabilità dei sostegni di attraversamento ferroviario

La campata compresa tra i sostegni n. 115 e 114 è interessata dall'attraversamento ortogonale della linea ferroviaria PD-BO alla progressiva di km114+790. Tale attraversamento è regolato dall'autorizzazione n. IE/4296/12°Pr. (R.1456) del 9/06/1970 rilasciata dalle Ferrovie dello Stato e dall'allegato Atto di sottomissione n. 1081/1970.

Le Norme CEI al cap. 2.4.08 prescrive che i sostegni delle campate che attraversano ferrovie in sede propria, esclusi i binari morti ed i raccordi a stabilimenti, devono essere calcolati secondo le prescrizioni degli articoli precedenti, sia per il valore effettivo dell'angolo formato dalle campate facenti capo a ciascuno di essi, sia per un valore d'angolo maggiore di 25° dell'angolo effettivo.

7.2.2 Confronto

Dal diagramma di utilizzo del sostegno V predisposto per l'amarro (vedi diagramma sottostante)si è notato che nella nuova configurazione il nostro sostegno con l'angolo maggiorato di 25° non è verificato.



Da questa considerazione si è dovuto calcolare nell'ipotesi dei conduttori ormeggiati in amarro le nuove sollecitazioni trasmesse alla struttura metallica e alle fondazioni e ipotizzare i possibili rinforzi da apportare alla struttura metallica e alle relative fondazioni.

7.2.3 Norma Cei 11-4 2.4.04 Ipotesi di Calcolo

La verifica di stabilità dei sostegni deve essere eseguita nelle seguenti ipotesi:

1) che tutti i conduttori e le corde di guardia siano integri alla temperatura di $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e che spiri normalmente alla linea vento a 130 km/h;

2) che, nelle condizioni di temperatura e di carico della ipotesi 1):

per i sostegni con non più di 4 conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda e per i sostegni con non più di sei conduttori delle linee di terza classe, sia rotto un conduttore o una corda di guardia;

per i sostegni con più di quattro conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda e per i sostegni con più di sei ma non più di diciotto conduttori delle linee di terza classe siano rotti due fra conduttori e corde di guardia nella stessa campata.

Per i sostegni da impiegarsi nelle regioni della zona B la verifica di stabilità deve essere eseguita oltre che per le ipotesi 1) e 2) anche per le seguenti:

3) che tutti i conduttori e le corde di guardia siano integri nelle condizioni di temperatura e di carico previste per la zona B col vento a 65 km/h spirante normalmente alla linea;

4) che, nelle condizioni di temperatura e di carico della ipotesi 3):

per i sostegni con non più di 4 conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda e per i sostegni con non più di sei conduttori delle linee di terza classe, sia rotto un conduttore o una corda di guardia;

per i sostegni con più di quattro conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda e per i sostegni con più di sei ma non più di diciotto conduttori delle linee di terza classe, siano rotti due fra conduttori e corde di guardia nella stessa campata.

Agli effetti della verifica di stabilità dei sostegni d'angolo si deve intendere come normale alla linea un vento spirante nella direzione della bisettrice dell'angolo formato dalle due campate facenti capo al sostegno di volta in volta considerato.

7.2.4 Calcolo dei TPL

Per il calcolo dei nuovi sforzi agenti sul sostegno è necessario prima eseguire una variazione di stato con i conduttori ormeggiati in amarro, in quanto si considerano due tratte di elettrodotto differenti e perciò due campate equivalenti diverse.

Variazione di stato e campata equivalente compresa tra il sostegno 68bis e il sostegno 115 – report dei risultati

 Area Operativa di Padova Unità Linee	VARIAZIONI DI STATO	Elaborato n° R E 2tnnnan 0 CX nnnnn Del 10\11\2011
--	----------------------------	--

Dugale - Camin tratta dal sost. 68bis al 115

Campata equivalente: 399.10 (m)

Dislivello: 0.00 (m)

Corda di alluminio-acciaio LC2/1

Formazione: 54X3.50 + 19X2.10

Sezione (mm ²)	Diametro (mm)	Massa unitaria (Kg/m)	Modulo elastico (daN/mm ²)	Coeff. termico (1/C° x 10E-6)
585.30	31.50	1.953	6800	19.40

Ipotesi di partenza

Temperatura (°C):	13	Vento (Km/h):	0	Ghiaccio (mm):	0
Tiro (daN):	3129	Parametro (m):	1634	Pretensione (°C):	0

Risultati

Ipotesi	Temp. (°C)	Vento (Km/h) (Kgf/m ²)		Ghiaccio (mm)	Peso (daN/m)	Param. (m)	T. or. (daN)	T. att. (daN)	Freccia (m)
EDS	15	0	0.00	0	1.915	1623	3108	3132	12.28
MFB	40	0	0.00	0	1.915	1501	2874	2900	13.29
MSA	-5	130	72.00	0	2.935	1616	4742	4778	12.34
MSB	-20	65	18.00	12	3.533	1628	5751	5794	12.25
MPB	-20	0	0.00	0	1.915	1846	3535	3556	10.80
CVS1	0	26	2.88	0	1.917	1709	3277	3300	11.66
CVS2	15	130	72.00	0	2.935	1523	4469	4508	13.09

Tiro a rottura del conduttore (daN): **16852**

Densità del ghiaccio (g/cm³): **0.92**

Coefficiente di pressione del vento su superfici cilindriche: **0.00426**

Variazione di stato e campata equivalente compresa tra il sostegno 115 e il sostegno 2/1 – report dei risultati

 <p>Area Operativa di Padova Unità Linee</p>	VARIAZIONI DI STATO	Elaborato n° R E 21346B1 C CX tesi Del 10\11\2011
---	----------------------------	---

Dugale - Camin tratta dal sost. 115 - 1/2

Campata equivalente: 392.10 (m)

Dislivello: 0.00 (m)

Corda di alluminio-acciaio LC2/1

Formazione: 54X3.50 + 19X2.10

Sezione (mm ²)	Diametro (mm)	Massa unitaria (Kg/m)	Modulo elastico (daN/mm ²)	Coeff. termico (1/C° x 10E-6)
585.30	31.50	1.953	6800	19.40

Ipotesi di partenza

Temperatura (°C):	13	Vento (Km/h):	0	Ghiaccio (mm):	0
Tiro (daN):	3129	Parametro (m):	1634	Pretensione (°C):	0

Risultati

Ipotesi	Temp. (°C)	Vento (Km/h) (Kgf/m ²)		Ghiaccio (mm)	Peso (daN/m)	Param. (m)	T. or. (daN)	T. att. (daN)	Freccia (m)
EDS	15	0	0.00	0	1.915	1622	3107	3130	11.86
MFB	40	0	0.00	0	1.915	1497	2867	2892	12.85
MSA	-5	130	72.00	0	2.935	1615	4740	4775	11.91
MSB	-20	65	18.00	12	3.533	1628	5750	5792	11.82
MPB	-20	0	0.00	0	1.915	1853	3549	3569	10.38
CVS1	0	26	2.88	0	1.917	1712	3282	3303	11.24
CVS2	15	130	72.00	0	2.935	1520	4461	4498	12.66

Tiro a rottura del conduttore (daN): **16852**

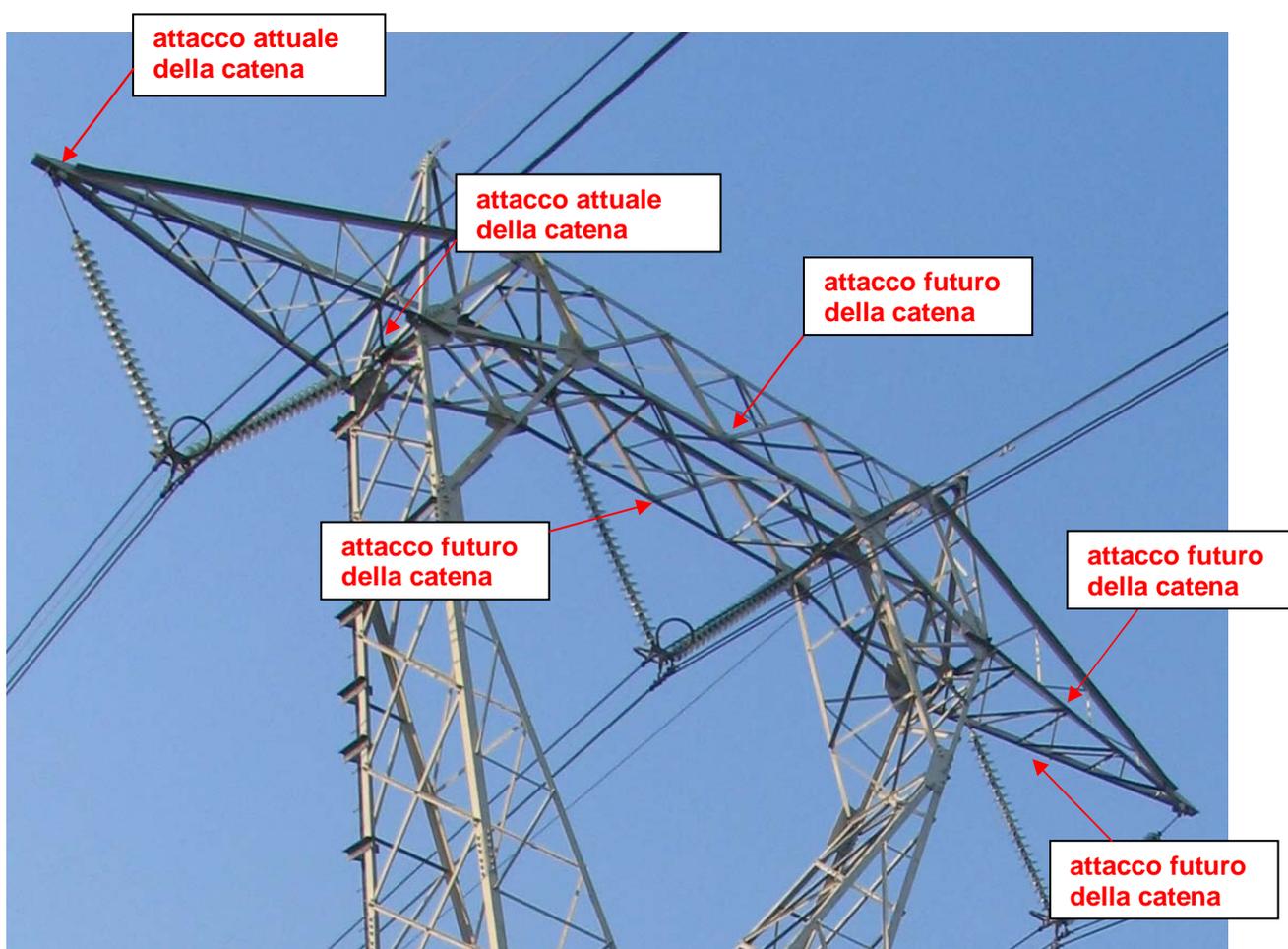
Densità del ghiaccio (g/cm³): **0.92**

Coefficiente di pressione del vento su superfici cilindriche: **0.00426**

Si evince dai calcoli delle variazioni di stato che il sostegno preso in considerazione nella nuova configurazione di funzionamento risulta essere nelle ipotesi MSA MSB in equilibrio. Questo dato è abbastanza scontato in quanto non si va a modificare la geometria delle campate dell' elettrodotto.

Per il calcolo dei TPL (sforzi trasversali verticali e longitudinali) al sostegno 115 si è tenuto presente della norma CEI Norma CEI 11-4 – 2.4.08 per gli attraversamenti ferroviari; in questo caso essendo l'attraversamento ortogonale alla linea si è solo maggiorato di 25 gradi l'angolo di incrocio.

Il sostegno allo stato attuale con catena di sospensione a "V" a due punti di applicazione degli sforzi come si può notare nella foto sottostante.



Punti di applicazione delle forze

Nella nuova configurazione si dovrà prevedere una modifica delle mensole e della trave centrale per l'ormeggio delle catene di triplo ammarco e per il richiamo collo morto per le catene a "I".

Alzando i conduttori attuali lungo la loro verticale vengono individuati due punti di applicazione degli sforzi diversi dai precedenti, come mostrato nella foto.

Nell' disegno schematico "sforzi agenti sul sostegno" vengono riportati i risultati di calcolo dei conduttori della fune di guardia e lo schematico del sostegno dove verranno applicati i TPL, i dati di ingresso (tiri orizzontale MSA e MSB) vengono maggiorati per sicurezza di circa un 8%.

Le funi di guardia hanno differenti TPL in quanto l'elettrodotto è dotato di due funi e di guardia differenti la prima in alumoweld da Ø11,5 mm e mentre la seconda contenente fibra ottica di Ø12,4 mm. La fune di guardia contenente fibre ottiche è molto più pesante di quella in alumoweld perciò per mantenere lo stesso franco è stata tesata di più.

Inoltre si è voluto porre anche uno squilibrio di 200 daN di longitudinale per maggior sicurezza.

7.2.5 Calcolo del sostegno e fondazione

Il calcolo del sostegno dovrà tener conto nelle ipotesi di rottura del conduttore e della fune di guardia e una maggiorazione delle sollecitazioni del 60% come previsto dalla norma Cei 11-4 al capito 2.4.09.

Il traliccio esistente, per consentire il collegamento in amarro dei conduttori richiede l'inserimento di nuove aste che garantiscano questo collegamento. Oltre a queste nuove aste, dall'analisi della struttura esistente è emerso alcune aste non sono idonee a sopportare le nuove azioni previste dal collegamento in amarro pertanto si dovrà sostituire tali aste con altre di prestazioni migliori.

Dal un nuovo calcolo del sostegno ipotizzando la sostituzione e l'inserimento di nuove aste il sostegno risulta staticamente verificato.

Nel disegno allegato "Piano tecnico" sono evidenziate le aste aggiunte e sostituite".

La nostra ipotesi poi è stata verificata da un professionista esterno il quale ha verificato oltre alla struttura metallica costituente il sostegno anche la fondazione esistente sia da un punto di vista statico che sismico secondo le norme tecniche per le costruzioni in cemento armato.

7.2.5.1 Fondazione – prova penetrometrica

Per il calcolo della fondazione si è reso necessario fornire al tecnico abilitato al calcolo del sostegno, una relazione geologica per quantificare le reazioni e le pressioni ammissibili del terreno gravante sulla fondazione.

Di conseguenza è stata eseguita una prova penetrometrica statica CPT da un geologo abilitato.

Tale prova risulta fondamentale per la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei terreni presenti in sito e per la parametrizzazione geotecnica degli stessi. Il riconoscimento avviene grazie alla lettura dei valori di resistenza alla punta e di attrito laterale riscontrati durante la penetrazione.

Dalla prova si sono potuti ricavare l'angolo di attrito e la compressibilità drenata dei terreni granulari e la resistenza al taglio non drenata dei terreni coesivi.



Figura 4.1.2: Piazzamento del penetrometro

7.3 Conclusioni

Sulla base delle analisi effettuate risulta che, il sostegno è verificato da un punto di vista elettrico mentre dal punto di vista meccanico per tutte le combinazioni di carico applicate la struttura del sostegno e la sua fondazione risultano verificati dopo aver eseguito gli interventi di rinforzo previsti.

Si sono potuti ordinare i materiali (carpenteria per la modifica del sostegno e per il suo rinforzo, la morsetteria, le catene di amarro triplo e le catene di richiamo collo morto) e contattare la ditta per l'esecuzione del lavoro.

8 RUMORE

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto.

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la

distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. marzo 1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 380 kV. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica.

Si deve inoltre tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate. Pertanto, dal momento che l'elettrodotto sarà almeno 70 m lontano dai fabbricati, la produzione di rumore deve ritenersi trascurabile.

9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

9.1 Richiami normativi

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).

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. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla 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 campi di induzione magnetica 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.

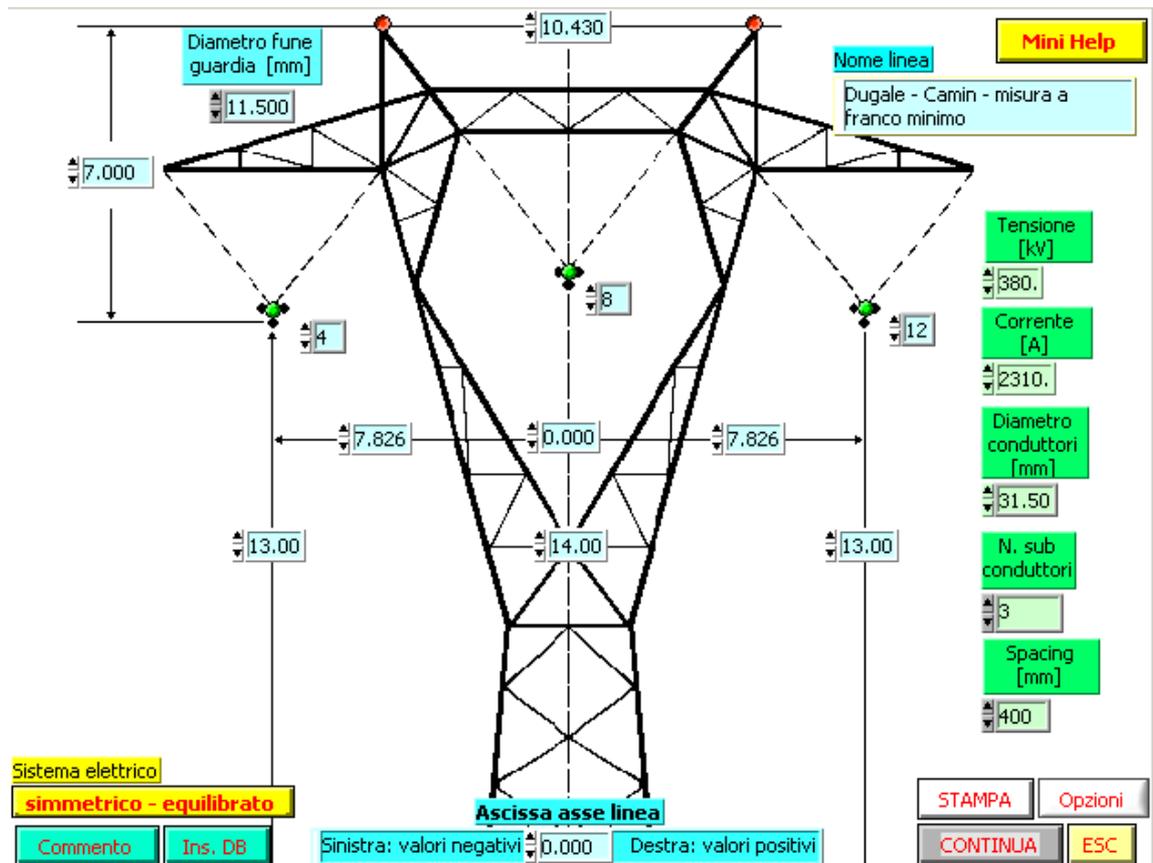
Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata - nell’intero territorio nazionale - esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

9.2 Campi elettrici

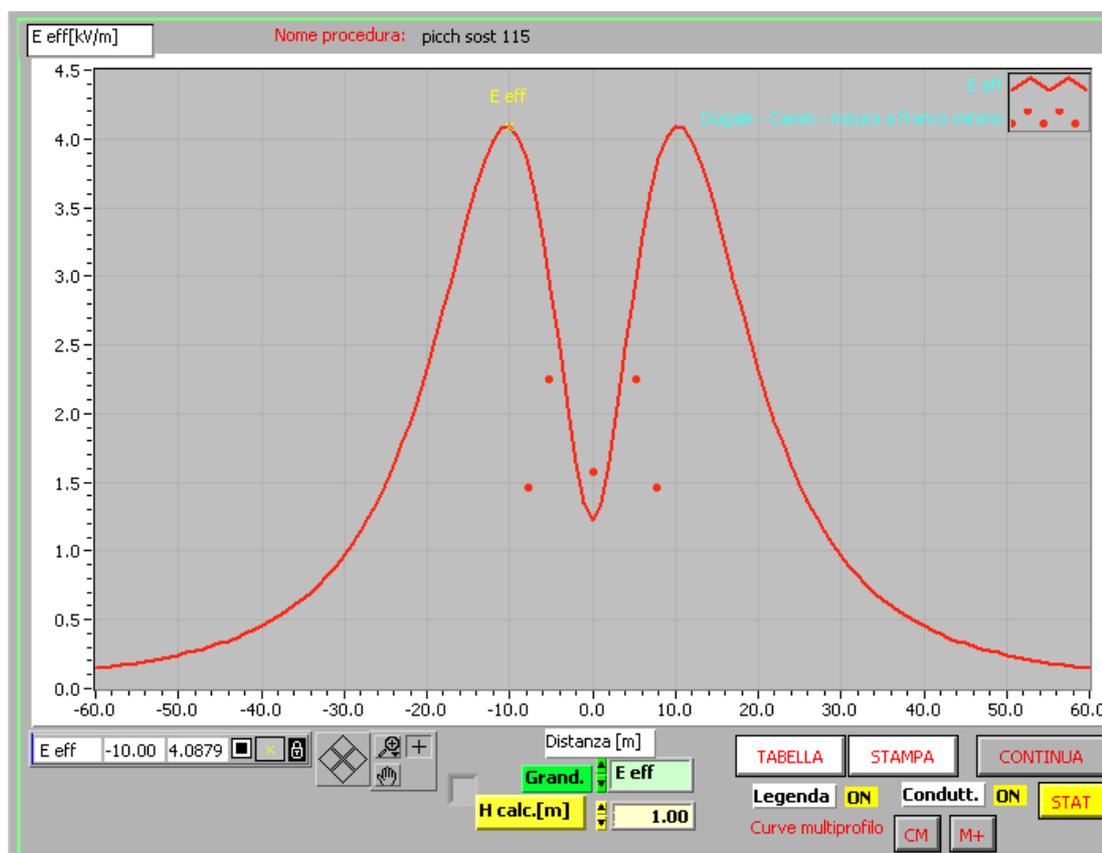
La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Per il calcolo del campo elettromagnetico è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.0” (o versione aggiornata), sviluppato per Terna da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico si è considerata un’altezza dei conduttori dalla sede stradale pari a 13 m, corrispondente cioè al valore minimo della campata compresa tra i sostegni 114 - 115. Tra due sostegni consecutivi il conduttore si dispone secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa. Anche per tale ragione l’ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.



Configurazione per il calcolo del campo lo elettrico con il franco minimo (franco valutato verso la sede stradale)



Andamento del campo elettrico lungo una sezione trasversale della linea, ad un'altezza di 13 m dal suolo
 Come si vede il valore di campo elettrico è sempre inferiore al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa.
 Lo studio del campo magnetico verrà approfondito nel paragrafo.

9.3 Campo di induzione magnetica e fascia 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.

Scopo dei paragrafi seguenti è il calcolo del campo magnetico e della fascia DPA (fascia di prima Approssimazione) tramite l’applicazione della suddetta metodologia di calcolo, e la rappresentazione delle stesse.

9.3.1 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto

Nel calcolo si è considerata la corrente corrispondente alla portata in servizio normale della linea definita dalla norma CEI 11-60 e conformemente al disposto del D.P.C.M. 08/07/2003.

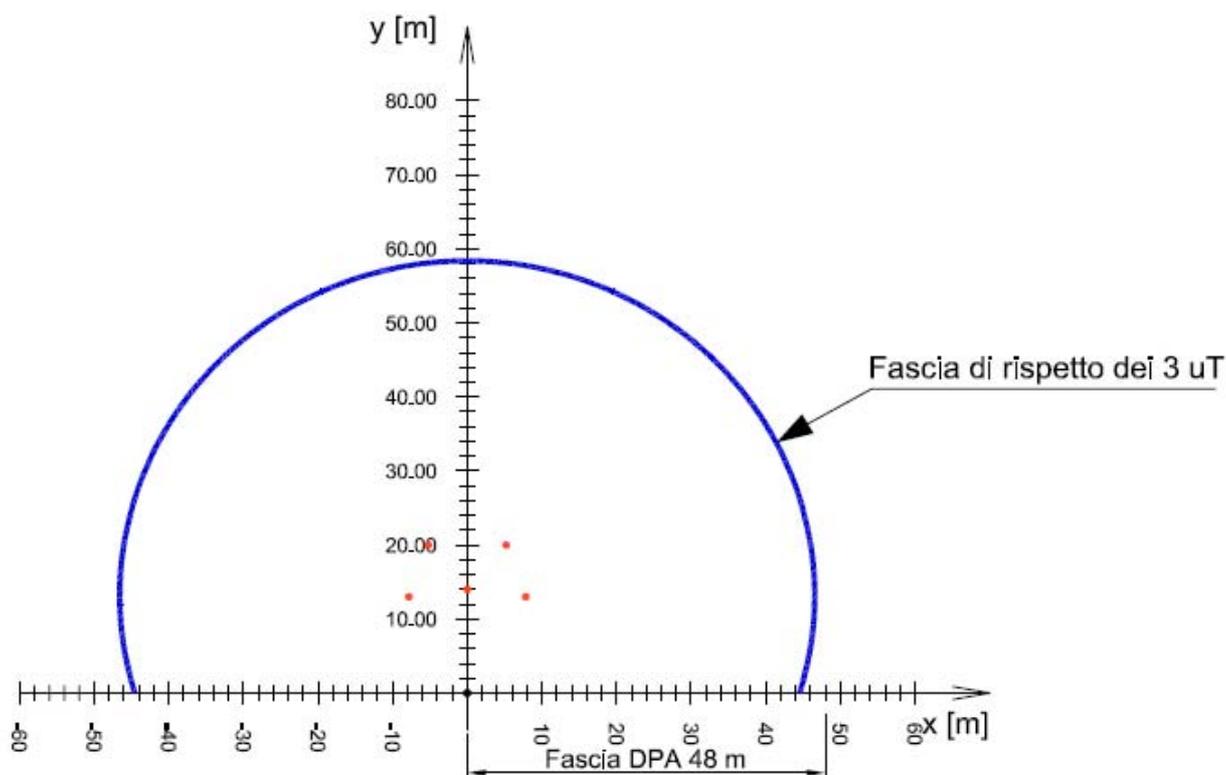
SI è quindi usato li valore a corrente delle CEI 11-60 periodo freddo di 2310 A.

9.3.2 Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza 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”.

Ai fini del calcolo della Dpa per la suddetta linea si è applicata l'ipotesi reale più cautelativa considerando per ogni campata una Dpa pari alla maggiore tra le Dpa relative ai sostegni afferenti alla campata; per il calcolo è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.0” (o versione aggiornata) sviluppato per Terna da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4, inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

9.3.2.1 Valori di DpA rispetto all'asse linea.



Curva di isolivello dei 3 μ T del campo d'induzione magnetica calcolata a 13 metri dal suolo (minimo franco) con indicazione della DPA.

10 MODALITÀ ESECUTIVE DELL'INTERVENTO

Per quanto riguarda le modalità operative dell'intervento, lo stesso è stato eseguito con linea elettrica fuori servizio e posta in sicurezza (elettricamente aperta, sezionata e messa a terra agli estremi nonché in corrispondenza del cantiere). L'intervento sarà articolato nelle seguenti fasi:

Sostituzione/rinforzo delle tralicciature della trave e delle mensole di testa e predisposizione dei punti di attacco e degli armamenti di amarro (operazione svolta senza movimentazione dei fasci di conduttori).

Rimozione dei distanziatori del fascio di conduttori di una delle due fasi esterne

Presenza in carico bilaterale sulle due campate adiacenti di un conduttore alla volta del fascio, taglio e traslazione sulle corrispondenti morse di amarro con relativa regolazione della freccia

Rimozione delle catene di sospensione a V pre-esistente, messa in opera della catena ad "T" per richiamo collo morto e realizzazione di quest'ultimo.

Ripristino dei distanziatori del fascio traslato sulle morse di amarro.

Esecuzione delle fasi da 2 a 5 per il fascio corrispondente all'altra fase esterna.

Esecuzione delle fasi 2 3 e 5 per il fascio corrispondente alla fase centrale e realizzazione del collo morto sfruttando la pre-esistente catena a V di sospensione per il richiamo dello stesso.

11 SICUREZZA CANTIERE

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia: Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 ed eventuali aggiornamenti intervenuti.

Pertanto, in fase di progettazione Terna S.p.A ha provveduto a nominare un Coordinatore per la progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che ha redatto il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, è stato nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che ha vigilato durante tutta la durata degli stessi sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Ciò premesso, per quanto riguarda la gestione dell'interferenza tra le attività in oggetto e la linea ferroviaria sottostante, è stata prevista l'esecuzione dell'intervento senza richiesta di fuori servizio della linea elettrica di contatto e pertanto, senza limitazioni all'esercizio della linea ferroviaria.

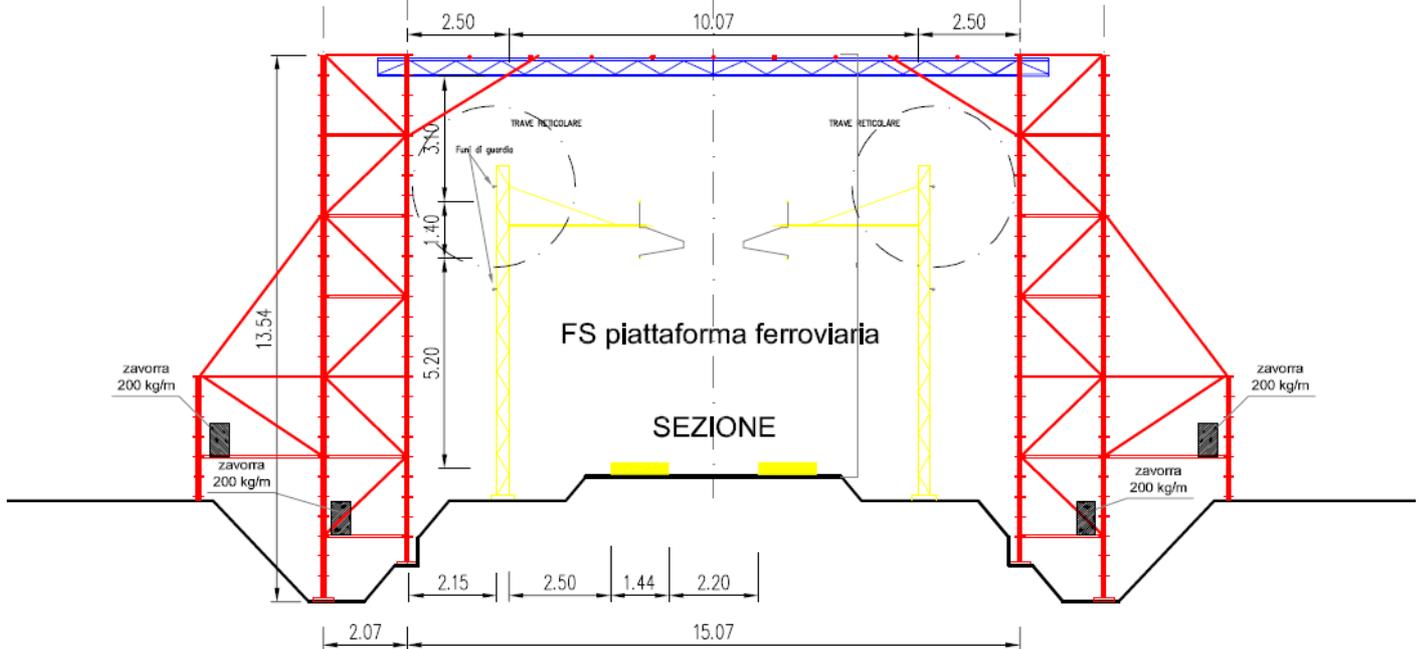
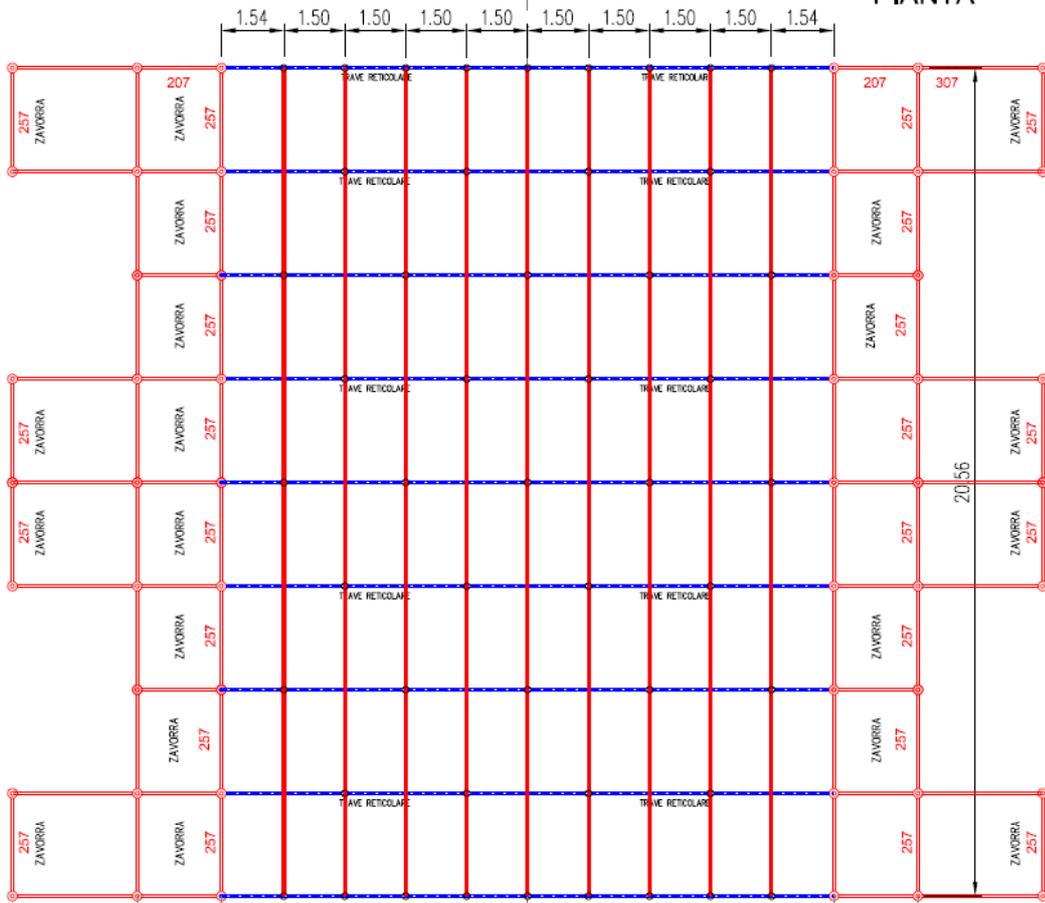
Al fine di consentire l'esecuzione dell'intervento nelle condizioni di massima sicurezza, sia per gli operatori che sono intervenuti sulla linea elettrica, sia per l'esercizio della linea ferroviaria, preventivamente all'inizio dei lavori è stata posta in opera una adeguata protezione della linea di contatto tale da garantire in qualsiasi condizione una adeguata distanza di sicurezza con l'impossibilità di contatti accidentali durante tutte le fasi di lavoro (ed in particolare durante quelle di movimentazione dei conduttori), tra i conduttori movimentati e la linea di contatto.

In aggiunta a ciò, per ciascun conduttore movimentato (è stato movimentato sempre un conduttore alla volta), è stata adottata la doppia sicurezza (il raddoppio dei morsetti di ritenuta del conduttore) durante tutte le fasi di movimentazione.

12 PONTEGGIO DI PROTEZIONE E SUE MODALITA' ESECUTIVE

Nella figura seguente è riportato lo schema della struttura prevista, nel quale è evidenziata una sezione della massiciata ferroviaria nel punto di attraversamento, così come rilevata durante un sopralluogo congiunto effettuato con i tecnici RFI addetti all'esercizio impianto. In tale sezione è riportato l'ingombro della protezione prevista con evidenziate le distanze di rispetto che verranno garantite verso le parti in tensione della linea di contatto e gli altri elementi strutturali della linea ferroviaria.

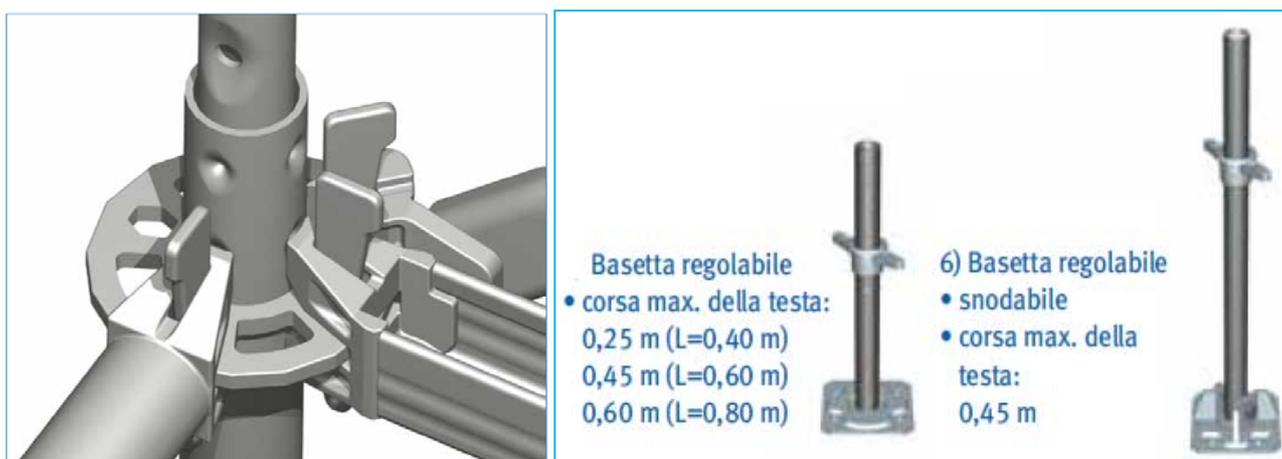
PIANTA



Sezione tipo dell'attraversamento

La struttura è realizzata mediante ponteggio da costruzione modulare di tipo fisso ad estensione longitudinale in acciaio zincato con travi reticolari e grigliato metallico a protezione della linea ferroviaria).

Le giunzioni dei diversi elementi modulari saranno realizzate mediante nodi di connessione modulare del tipo a chiave e controchiave (bloccaggio a cuneo) del tipo riportato nella figura (od altro equivalente sistema di bloccaggio). I ponteggi saranno appoggiati al suolo su superficie piana e stabile tramite basette regolabili del tipo riportato in figura vincolate su opportune tavole di legno.



Nodo di bloccaggio tipico

Basette regolabili d'appoggio tipiche

Come evidenziato in fig. 1, i ponteggi laterali che costituiscono la struttura portante delle travi di copertura della linea ferroviaria, vengono a ricadere all'interno dei fossi delimitanti la massicciata ferroviaria: tali fossi, al momento ricoperti di vegetazione spontanea, verranno preventivamente ripuliti a ns. cura (previo ottenimento delle autorizzazioni del caso eventualmente necessarie) e predisposti all'accoglimento delle basi d'appoggio del ponteggio mediante livellamento e apposizione di opportune tavole così come evidenziato nella suddetta fig. 1. Per il montaggio/smontaggio dei ponteggi laterali, date le distanze previste, non sarà necessaria alcuna limitazione di esercizio della linea ferroviaria mentre si renderanno necessarie le limitazioni di seguito descritte per la sola fase di montaggio/smontaggio delle travi e grigliato di copertura. Per quanto riguarda la linea elettrica a 380 kV sovrastante, la stessa sarà posta fuori servizio ed in sicurezza per tutta la durata delle operazioni di montaggio/smontaggio dei ponteggi e copertura e per tutto il tempo in cui la copertura rimarrà in opera.

Per la corretta realizzazione della struttura verrà redatta, da un Ingegnere iscritto all'albo, una Relazione di Calcolo per verificare la stabilità e la resistenza della struttura anche in caso di caduta accidentale di un conduttore elettrico oggetto dei lavori durante le fasi di movimentazione. Tutte le indicazioni e prescrizioni contenute nella suddetta Relazione verranno recepite ed attuate per l'esecuzione della copertura. Il ponteggio sarà dotato di un proprio idoneo impianto di messa a terra che non verrà collegato a quello della linea ferroviaria date le distanze mantenute fra il ponteggio e la massicciata ferroviaria.

Ciò premesso, la messa in opera e la successiva rimozione ad attività ultimata della suddetta protezione verrà eseguita secondo la sequenza di montaggio di seguito descritta.

Messa fuori servizio ed in sicurezza della linea elettrica a 380 kV sopra passante.

Preparazione dell' appoggio delle basette regolabili e posizionamento delle tavolette in legno.

Posizionamento delle basette regolabili, degli elementi di partenza, dei montanti, dei correnti e delle diagonali.

Posizionamento della zavorra necessaria e/o dei rinforzi laterali secondo quanto riportato nella relazione di calcolo della struttura.

Predisposizione a terra delle travi a tralicci, mediante unione di due elementi modulari ciascuno di lunghezza pari a m. 7,71 (nr. 2 pezzi da m. 7,71 per ogni trave trasversale) eseguita con pezzi speciali.

Messa fuori servizio ed in sicurezza della linea di contatto ferroviaria (con conseguente sospensione della circolazione dei treni) per il tempo strettamente necessario alla realizzazione della copertura come descritto nelle successive fasi n. 7 ed 8. Tale tempo viene garantito in 1h e 40 min ed, in ogni caso, si garantisce il rientro in servizio della linea ferroviaria, in condizioni di sicurezza, negli orari che verranno concordati con RFI. Analogo fuori servizio si renderà necessario per la rimozione della copertura a lavori ultimati.

Sollevamento delle travi trasversali così composte mediante carrucole, posizionamento e fissaggio alle due strutture laterali mediante idonei morsetti.

Sollevamento mediante carrucole e posizionamento degli impalcati in acciaio nelle sedi predisposte nelle travi a traliccio e fissaggio degli stessi con elementi ferma impalcato.

13 CRONOPROGRAMMA

Il fuori servizio della linea 380 kV era stato programmato dalle ore 16.00 del 28 ottobre 2011 alle ore 10.00 del 2 novembre 2011 per i lavori sulla linea AT e dalle 19.00 del 5 novembre 2011 alle 07.00 del 6 novembre 2011 per consentire la rimozione in sicurezza della copertura di protezione in concomitanza con il fuori servizio della linea ferroviaria di contatto; i due brevi fuori servizio della linea di contatto, infatti, sulla base degli accordi preliminari intercorsi con la struttura di esercizio RFI (da confermare), sono stati concessi nelle notti tra il 29 e 30 ottobre (per il montaggio della copertura) e tra il 5 e 6 novembre (per lo smontaggio a fine lavori).

14 COLLAUDO MORSE

Sono state eseguite a fine lavoro delle misure con micro ohmetro sulle morse di amarro per verificare la correttezza della pressata in quanto valori elevati di resistenza possono provocare un riscaldamento anomalo del conduttore in pressa e il conseguente invecchiamento precoce del morsa.

Si riportano i valori misurati



Misuratore micro ohmetro con linea a 380 kV fuori servizio

COLLAUDO MORSE DI AMARRO

Rif. Specifica tecnica RQUP00M3902

Linea 380 Kv Dugale – Camin Cod 346

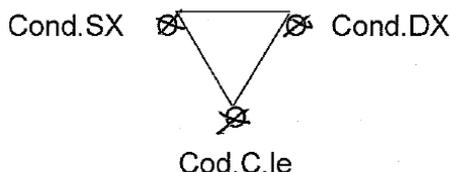
Giunto Morsa di amarro

Costruttore

Campata Sostegno n° 115

Distanza dal sost. n° mt.....

Fase..... Sx C.le Dx



Conduttore all/acc. Ø 31,5 mm Formazione 54X3,50+19X2,10

Fornitore: Conduttore già in esercizio

Data misura 02\11\2011 Ora 10,30 Temperatura 10°C

Valori di resistenza misurati 46,20... 45,50... 47,70... micro ohm

Valore di resistenza alla temp. di 20° C.....46,46..... micro ohm

Resistenza massima ammissibile.....53..... micro ohm

$$R(20^{\circ}C) = R_T : \{ 1 + 0,004 (T - 20) \}$$

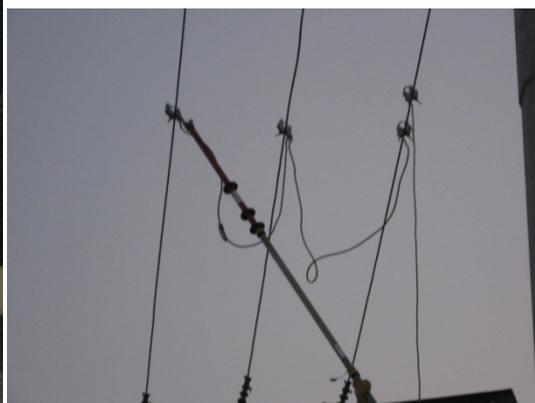
NOTE I Valori di resistenza sono stati misurati su tutte le sei morse di amarro della fase Sx, ma sono stati trascritti solo quelli di una sola morsa perché erano tutti equivalenti e rientrano nella specifica Tema S.p.A

Collaudo eseguito da Cerbino Pasquale

CIET IMPIANTI S.p.A.

15 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE VARIE FASI DELL'ESECUZIONE LAVORO

15.1 MESSA A TERRA LINEA M.T. DA PARTE DI ENEL DISTRIBUZIONE



Messa a terra della linea MT

15.2 Montaggio del ponteggio di protezione per la ferrovia



Costruzione ponteggio e relativa messa a terra con linea FS e 380 kV in servizio

15.3 Messa a terra della linea a 380 kV



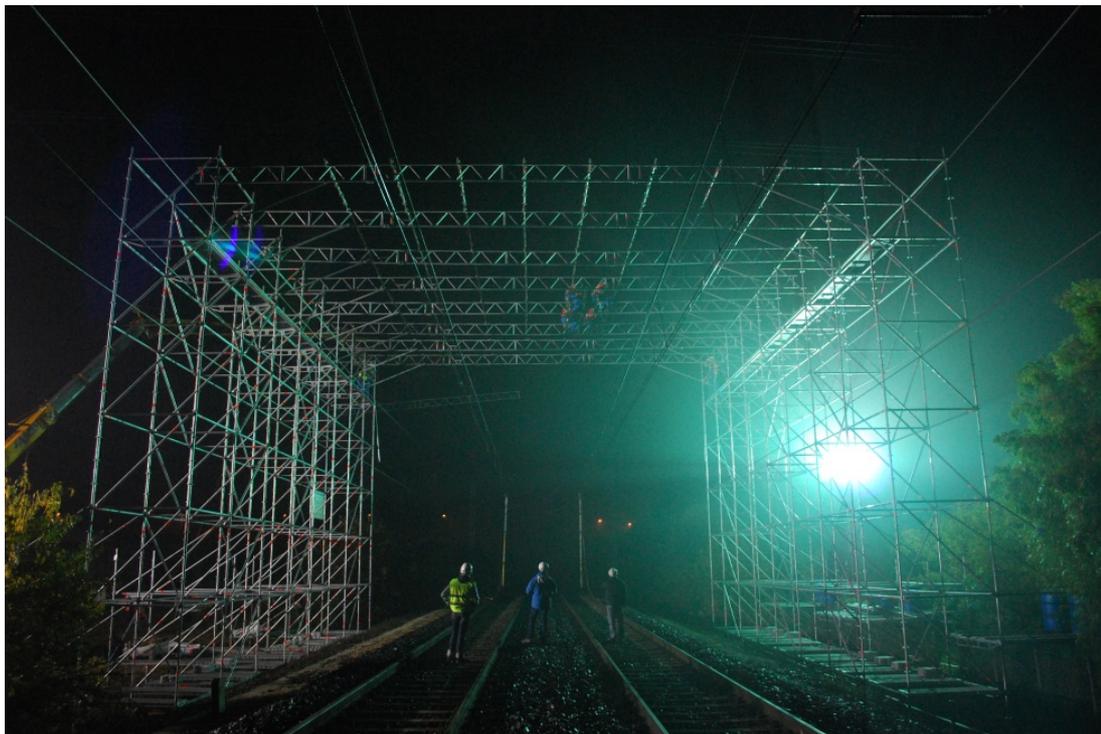
Messa a terra della linea Camin – Dugale

15.4 Messa a terra della linea ferroviaria



Messa a terra della linea FS

15.5 Esecuzione del lavoro



Ponteggio allestito



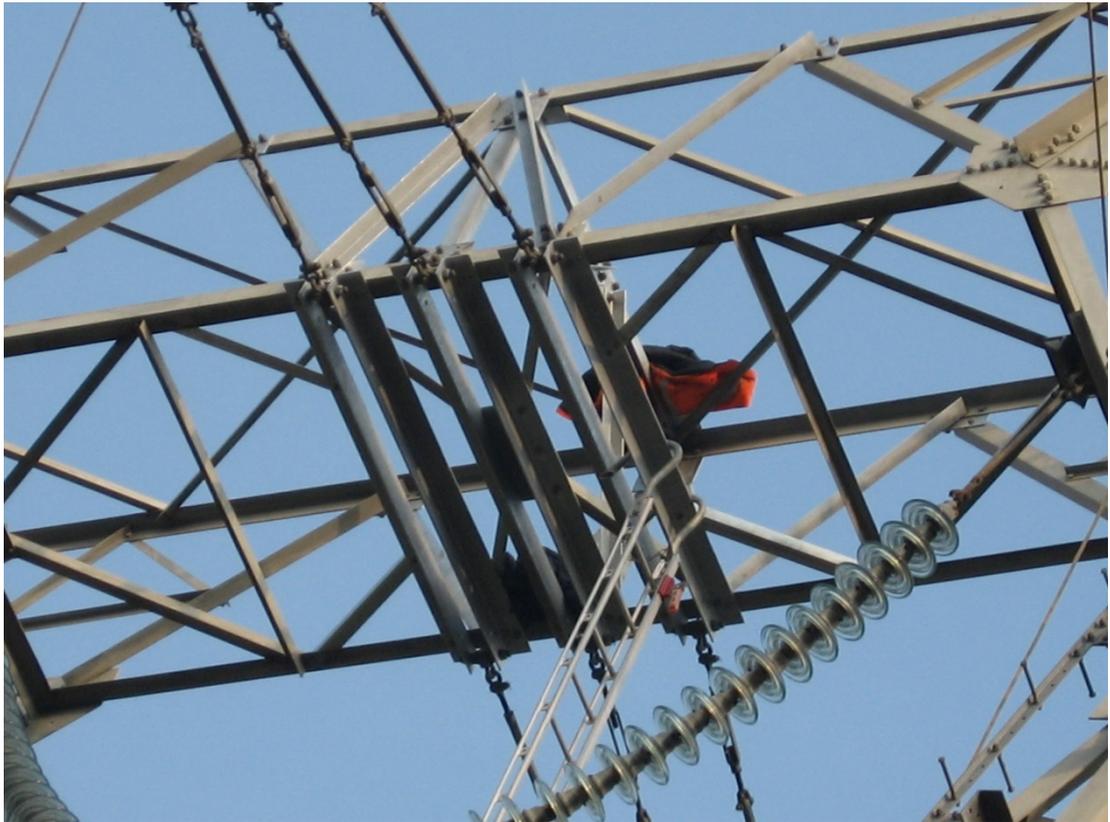
Materiale per la modifica del sostegno115



Ponte di lavoro per la modifica della testa del sostegno 115



Predisposizione delle mensole in amarro



Particolare fase centrale in amarro



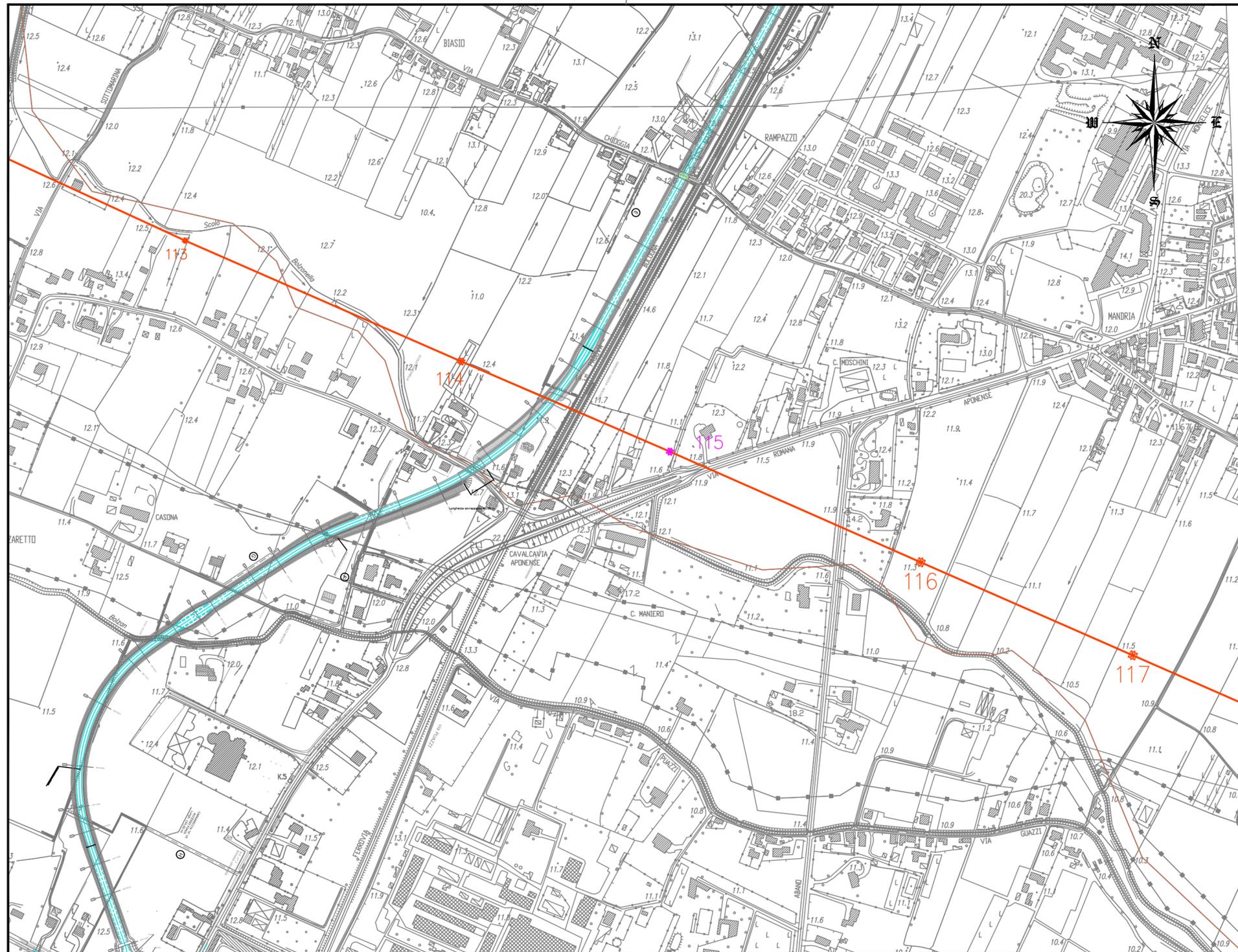
Sostegno in amarro con richiamo collo morto



Particolare - collo morto

16 Bibliografia

Normativa CEI 11 - 4
Normativa CEI 11 - 60
Normativa CEI 106 - 11
Specifiche tecniche Terna



LEGENDA :

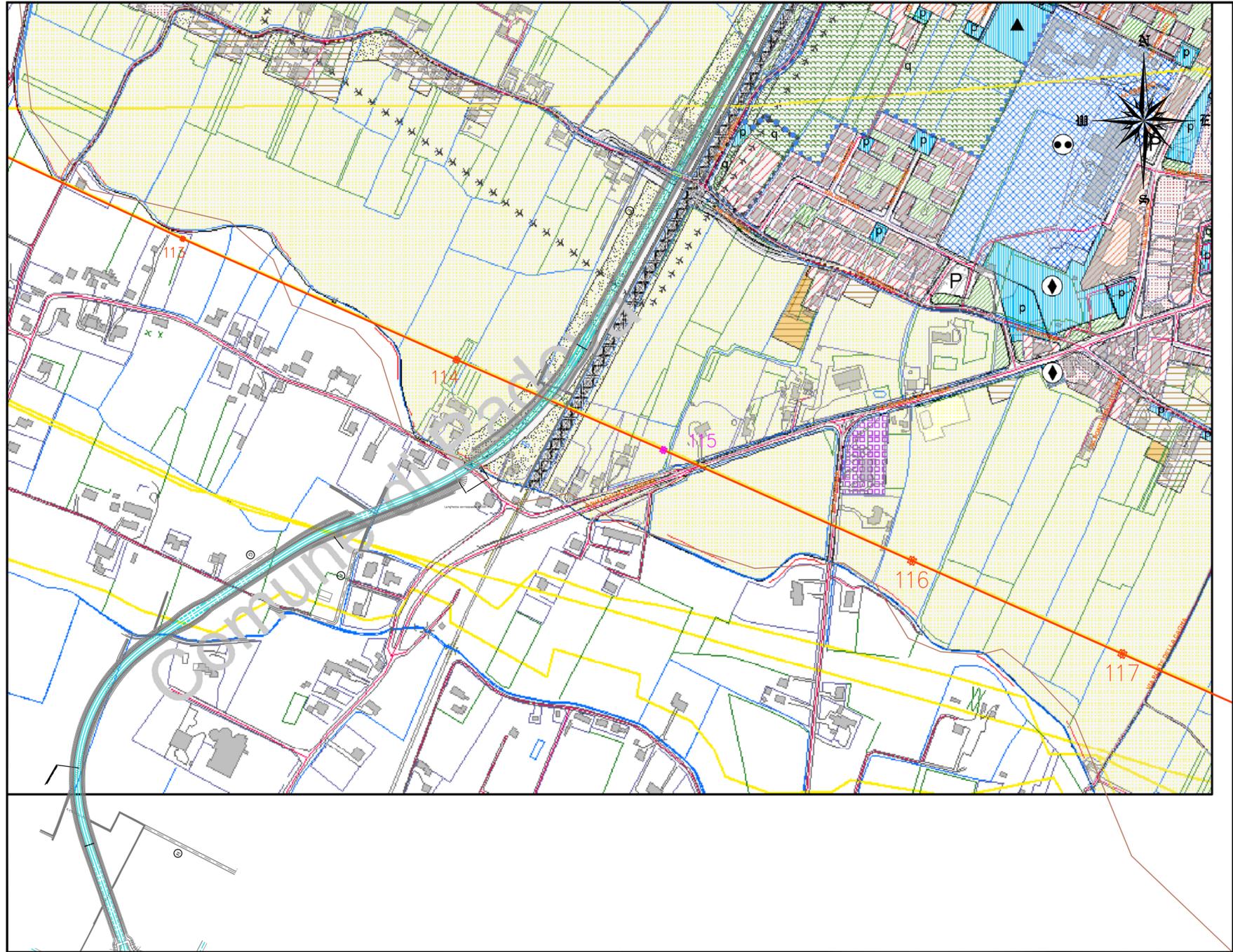
-  Sostegno oggetto del cambio dell'ormeggio dei conduttori da sospensione ad amarro
-  Sostegni esistenti

REVISIONI					
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	22/02/2011	Prima emissione	A. Manganaro TEPD UPRI	V. Lauropoli TEPD UPRI	N. Ferracin TEPD UPRI

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO	
STRALCIO DI C.T.R.	D E 21346B1 C CX 00001	
PROGETTO	TITOLO	
TECX 10 019	Linea a 380 kV Dugale - Camin Nuova viabilità nel comune di Abano Terme e Padova Risoluzione dell'interferenza tra i sostegni 114 - 115 COROGRAFIA SU C.T.R.	
RICAVATO DAL DOC. TERNA GIS RETE AOT PADOVA VENETO STRADE		
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA		

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
SM_CTR_viab.Abano00001	1 unità = 1	590x297	1:5000	1 di 1

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.
This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibiit.



ZONE AGRICOLE

-  Zona agricola - sottozona E2
-  Zona agricola - sottozona E2 di Tutela
-  Zona agricola - sottozona E3 di Tutela

LEGENDA :

-  Sostegno da predisporre in amarro
-  Sostegno esistente

REVISIONI					
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	09/03/2011	Prima emissione	A. Manganaro TEPD UPRI	V. Lauropoli TEPD UPRI	N. Ferracin TEPD UPRI

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO			
STRALCIO DI P.R.G.	D E 21346B1 B CX 00003			
PROGETTO	TITOLO			
TECX 10 019	Linea a 380 kV Dugale - Camin			
RICAVATO DAL DOC. TERNA	Nuova viabilità nel comune di Abano Terme e Padova			
GIS RETE AOT PADOVA	Risoluzione dell'interferenza tra i sostegni 114 - 115			
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA	STRALCIO DI PRG			

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
SM_PRG_viab.Abano00003	1 unità = 1	590x297	1:5000	1 di 1

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.

This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibt.

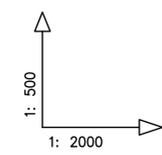
LEGENDA

MEZZE COSTE
 — 1' non prevista
 — 2' non prevista

ALBERATURA

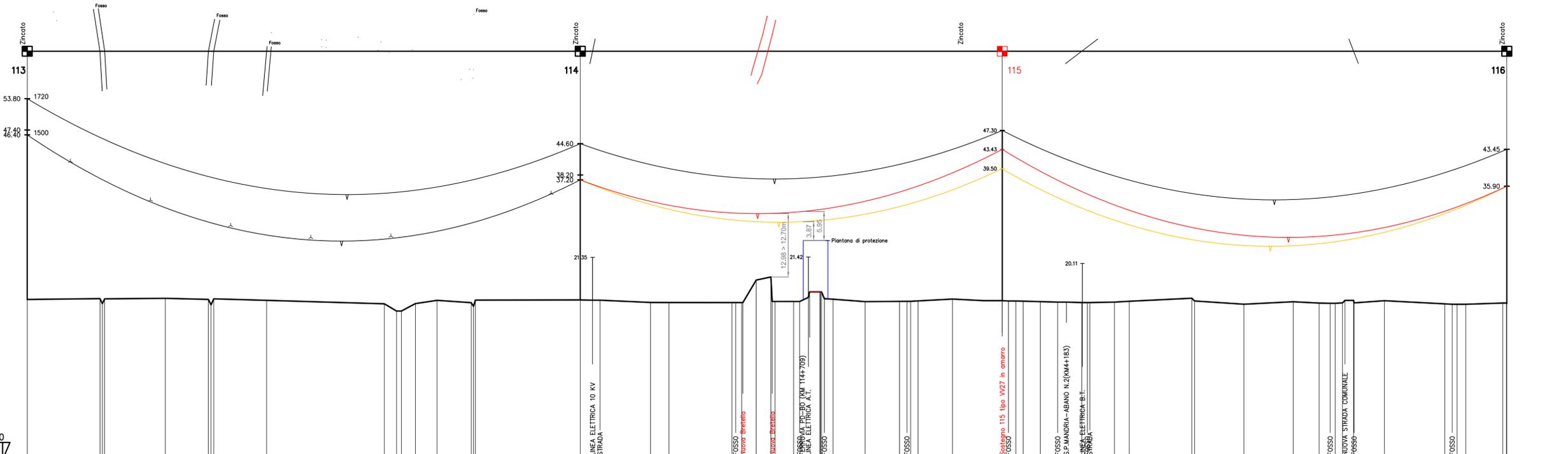
Gradi sessadecimali

SCALE



FONDAMENTALE s.l.m. m -20

VERTICI E STAZIONI	QUOTE TERRENO	DISTANZE PARZIALI	LUNGHEZZE RETTIFI	PROGRESSIVE	NUMERO DEL PICCHETTO	CAMPATE	TIPO DI PALO	ARMAMENTO	NATURA DEL TERRENO	COLTURE
113	53.80			4385.82	113		NV33	Vss		
	47.40			4391.81		448.62				
	46.40			4396.63						
				4401.71						
				4406.00						
				4414.52						
				4415.41						
				4416.72						
				4418.26						
				4421.98						
				4430.44	114					
				4431.44						
				4431.44						
				4436.44						
				4437.44						
				4442.44						
				4443.44						
				4446.12						
				4448.09						
				4448.44		342.30				
				4448.44						
				4448.74						
				4450.44						
				4452.44						
				4452.44						
				4456.44						
				4457.44						
				4460.44						
				4464.74	115					
				4465.74						
				4465.74						
				4466.74						
				4467.74						
				4468.74						
				4469.74						
				4471.24						
				4471.24						
				4473.74						
				4474.74						
				4479.44		409.30				
				4481.74						
				4481.74						
				4481.74						
				4482.74						
				4490.74						
				4495.74						
				4500.74						
				4501.74						
				4502.74						
				4505.04	116					



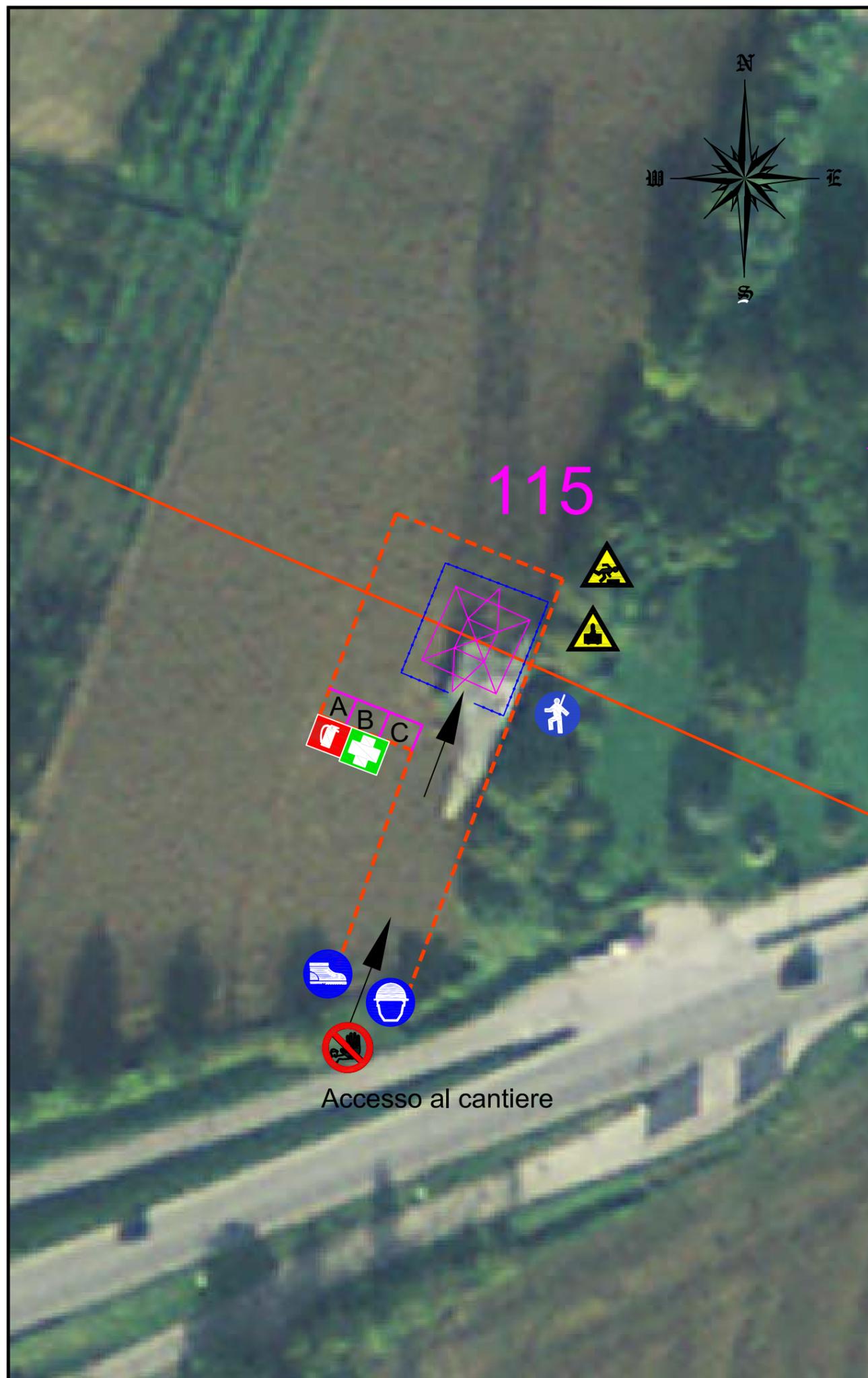
LEGENDA :
 — Modifica di elettrodotto con conduttori ormeggiati in amarro
 — elettrodotto allo stato attuale

REVISIONI		CODIFICA DELL'ELABORATO			
00	02/08/2011	Prima emissione	A. Manganaro TEPD UPRI	V. Lauerpoli TEPD UPRI	N. Ferracin TEPD UPRI
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO	
PROFILO LONGITUDINALE	L E 21346B1 B CX 0001	
PROGETTO	TITOLO	
TECX 10 019	Linea a 380 kV Dugale - Camin	
RICAVATO DAL DOC. TERNA	Nuova viabilità nel comune di Abano Terme e Padova	
GIS AOT PADOVA	Risoluzione dell'interferenza tra i sostegni 114 - 115	
VENETO STRADE	PROFILO LONGITUDINALE	
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA		

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
SM_PRF_viab.Abano00001	1 unità = 1	960x297	C.I.	1 di 1

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.
 This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibited.



LEGENDA :

 Sostegno oggetto del cambio dell'ormeggio dei conduttori da sospensione ad amarro

A - Ufficio/ Servizi

B - Deposito attrezzatura

C - Deposito materiali

 Recinzione con nastro B/R

 Area di lavoro per la modifica del sostegno

REVISIONI					
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	13/10/2011	Prima emissione	A. Manganaro TEPD UPRI	V. Lauropoli TEPD UPRI	N. Ferracin TEPD UPRI

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO		
Planimetria	D E 21346B1 C CX 00008		
PROGETTO	TITOLO		
TECX 10 019	Linea a 380 kV Dugale - Camin Nuova viabilità nel comune di Abano Terme e Padova Risoluzione dell'interferenza tra i sostegni 114 - 115 AREA di CANTIERE		
RICAVATO DAL DOC. TERNA			
ESRI VENETO STRADE			
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA			

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
SD_ACNT_viab.Abano00008	1 unità = 1	590x297	1:500	1 di 1

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.

This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibit.



Ipotesi MSA CONDUTTORE

	Trasversali [daN]		Verticali [daN]		Longitudinali [daN]	
	P0	P1	P0	P1	P0	P1
Cond. Integri	4974	5191	1562	1194	-15000	14800
Rottura fase sx	3456	5191	1141	1194	-10000	14800
Rottura fase dx	4974	3601	896	4974	-15000	10000

Ipotesi MSB CONDUTTORE

	Trasversali [daN]		Verticali [daN]		Longitudinali [daN]	
	P0	P1	P0	P1	P0	P1
Cond. Integri	4865	4892	2380	2049	-17900	17700
Rottura fase sx	3313	4892	1687	2049	-11900	17700
Rottura fase dx	4865	3331	2380	1466	-17900	11800

Ipotesi MSA FUNE DI GUARDIA IN AW

	Trasversali [daN]	Verticali [daN]	Longitudinali [daN]
Cond. Integri	1073	242	39
Rottura fase sx	554	138	1751
Rottura fase dx	518	104	-1712

Ipotesi MSB FUNE DI GUARDIA IN AW

	Trasversali [daN]	Verticali [daN]	Longitudinali [daN]
Cond. Integri	1297	559	91
Rottura fase sx	669	313	2400
Rottura fase dx	628	246	-2349

Ipotesi MSA FUNE DI GUARDIA IN FO

	Trasversali [daN]	Verticali [daN]	Longitudinali [daN]
Cond. Integri	1628	385	58
Rottura fase sx	842	219	2608
Rottura fase dx	786	166	-2550

Ipotesi MSB FUNE DI GUARDIA IN FO

	Trasversali [daN]	Verticali [daN]	Longitudinali [daN]
Cond. Integri	1724	792	96
Rottura fase sx	885	443	3297
Rottura fase dx	839	349	-3200

REVISIONI					
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	27/07/2011	Prima emissione	A. Manganaro TEPD UPRI	V. Lauropoli TEPD UPRI	N. Ferracin TEPD UPRI

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO	
SCHEMATICO	M E 21346B1 B CX 00002	

PROGETTO	TITOLO
TECX 10 019	Linea a 380 kV Dugale - Camin Nuova viabilità nel comune di Abano Terme e Padova Risoluzione dell'interferenza tra i sostegni 114 - 115 Schematico sostegno VV27 modificato per amarro SFORZI AGENTI SUL SOSTEGNO

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
SM_SCHM_viab.Abano00002	1 unità = 1	590x297	----	1 di 1

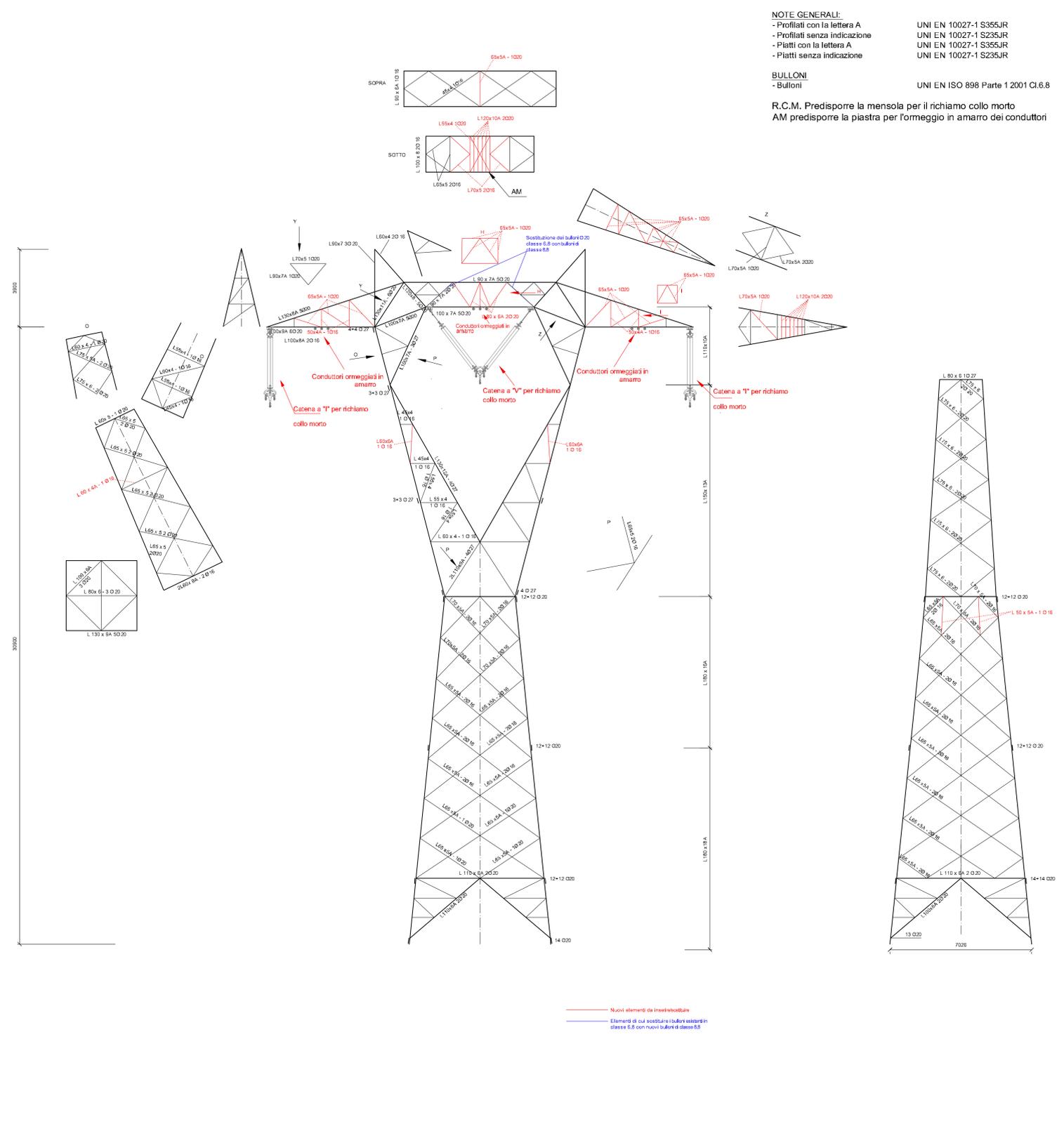
Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.
This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibiti.

Variante alla terna 21.346 Dugale - Camin per la risoluzione dell' interferenza con la nuova viabilità di Abano terme - cronoprogramma esecuzione lavori

ID	Nome attività	Durata	Inizio	Fine	Preced	gio 27 ott	ven 28 ot	sab 29 ot	dom 30 ot	lun 31 ott	mar 01 no	mer 02 no	gio 03 no	ven 04 no	sab 05 no	dom 06 no	lun 07 no
						G	V	S	D	L	M	M	G	V	S	D	L
1	Fuori servizio linea 380 kV Camin - Dugale	10 g	ven 28/10/11	dom 06/11/11													
2	Inizio fuori Servizio T.21346 Camin - Dugale ed MT	6 g	ven 28/10/11	mer 02/11/11													
3	Allestimento cantiere e protezione stradali	1 g	ven 28/10/11	ven 28/10/11	2II												
4	Montaggio carpenteria del sostegno 115	2 g	ven 28/10/11	sab 29/10/11	2II												
5	Fuori servizio notturno RFI due ore	0 g	dom 30/10/11	dom 30/10/11													
6	Montaggio rete di protezione ponteggio	1 g	dom 30/10/11	dom 30/10/11	5												
7	Movimentazione dei conduttori	3 g	lun 31/10/11	mer 02/11/11	6												
8	Rientro in servizio linea a 380 kV	0 g	mer 02/11/11	mer 02/11/11	7												
9	rimozione cantiere e protezioni stradali	1 g	gio 03/11/11	gio 03/11/11	7												
10	Fuori servizio notturno linee 380 kV (8 ore) ed RFI (2ore)	0 g	dom 06/11/11	dom 06/11/11	9												
11	Rimozione Ponteggio ferroviario	1 g	dom 06/11/11	dom 06/11/11	10												

TE21346B1CCX00003

Attività		Riepilogo		Avanzamento riportata		Scadenza	
Divisione		Attività riportata		Attività esterne			
Avanzamento		Divisione riportata		Riepilogo progetto			
Cardine		Cardine riportata		Cardine esterno			



Terna ISOLATORE IN CAPPA E PERNO IN VETRO
 PER LINEE A 380 kV TRINATE

Scala ----

T I P O		J 1/3
Carico di rottura	(kN)	160
Diametro nominale della parte isolante (D)	(mm)	280
Passo (P)	(mm)	146
Accoppiamento CEI-UNEL 39161 e 39162 (grandezza)		20
Linea di fuga nominale minima	(mm)	315
dh nominale minimo	(mm)	85
dv nominale minimo	(mm)	102
Condizioni di prova in nebbia salina	Numero di isolatori costituenti la catena	21
	Tensione di prova (kV)	24,3
Salinità di tenuta **	(Kg/mc)	14

(**) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente assunto come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

Terna FUNE DI GUARDIA
 IN ALUMOWELD Ø 11,5 mm

Scala ----

FORMAZIONE	ACCIAIO RIVESTITO DI ALLUMINIO	7x3,63
MASSA TEORICA	(kg/m)	0,537
RESIST. ELETTR. TEORICA A 20 °C (Ohm/km)		1,062
CARICO DI ROTTURA (daN)		9000
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm²)		155000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		1,5x10 ⁻⁴

Terna FUNE DI GUARDIA CONTENETE FIBRA OTTICA
 Ø 17,9 mm

Scala ----

DIAMETRO ESTERNO	(mm)	17,9
FORMAZIONE	1° STRATO (n° x mm)	18 x 2,02
	2° STRATO (n° x mm)	25 x 2,02 (Legge di H)
TUBETTO	MATERIALE	All. estruso
IN	DIAMETRO ESTERNO (mm)	9,8
ALLUMINIO	SPESSORE (mm)	1,8
SEZIONE TOTALE	(mm²)	189
MASSA TEORICA UNITARIA (compreso grasso)	(kg/m)	0,92
RESISTENZA ELETTRICA 20° C (Ohm/km)		0,248
CARICO DI ROTTURA (daN)		10600
MODULO DI ELASTICITA' (inferito alla sezione metallica totale)	(daN/mm²)	8800
COEFF. DI DIL. TERMICA (1/°C)		17,0x10 ⁻⁴
MAX CORRENTE DI C.T.O. C. DURATA 0,5 SEC (kA)		20
FIBRE OTTICHE	NUMERO (n°)	74
SMR (single mode reduced)	ATTENUAZIONE a 1310 nm (dB/km)	< 0,43
	a 1550 nm (dB/km)	< 0,26
DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm (ps/(nm x km))	< 3,5
	a 1550 nm (ps/(nm x km))	< 20

Terna CONDUTTORE IN CORDA DI
 ALLUMINIO ACCIAIO Ø 31.50 mm

Scala ----

FORMAZIONE	ALLUMINIO	54x3,50
	ACCIAIO	19x2,10
SEZIONI	ALLUMINIO	519,50
TEORICHE	ACCIAIO	65,80
TOTALE	(mm²)	585,30
MASSA TEORICA (kg/m)		1,293
RESIST. ELETTR. TEORICA A 20°C (Ohm/km)		0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm²)		69200
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4x10 ⁻⁴

Tiro [kg]	Temperatura [°C]	d [m]	D [m]
3305	3	4.98	7.05
3281	5	4.92	6.99
3258	7	4.86	6.93
3235	9	4.79	6.87
3213	11	4.73	6.81
3191	13	4.67	6.74

Terna ARMAMENTO DI TRIPLO AMARRO
 PER LINEE A 380 kV TRINATE

Scala ----

Terna ARMAMENTO IN SOSPENSIONE A "V"
 PER LINEE A 380 kV TRINATE

Scala ----

REVISIONI	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	05/02/2011	Prima emissione	A. Mingano	V. Lupo	N. Ferraro
			STUDIO BERTHA	TECO-LENS	TECO-LENS

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO: COPIA DELL'ELABORATO

PIANO TECNICO: ME21346B1CCX0006

PROGETTO: TECX 10 019

INCASSATO DAL DOC. TERNA: Nuova viabilità nel comune di Abano Terme e Padova
 Risoluzione dell'interferenza tra i sostegni 114 - 115
 Schematico sostegno VV27 modificato per amarro
 PIANO TECNICO

NOME DEL FILE	SCALACAO	FORMATO	SCALA	FOLIO
DE21346B1CCX0006	1 unità = 1	1160x694	1:100	1 di 1

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza il rispetto consenso di Terna S.p.A.
 This document contains information properties of Terna S.p.A. and it shall be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Without the shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibited.