

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

PROGETTAZIONE AREA SUD - U.O. TECNOLOGIE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO

Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i) / Letojanni

Elettrodotti AT 150 kV

Interventi sulle Linee Primarie

Relazione generale

SCALA :

-- : --

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

RS2S 01 D 67 RO LP0000 001 B

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
B	Aggiornamento data di approvazione	P. A. Di Franco	Ottobre 2017	P. A. Di Franco	Ottobre 2017	P. Carleslmo	Gennaio 2018		
A	Emissione esecutiva	P. A. Di Franco	Ottobre 2017	P. A. Di Franco	Ottobre 2017	P. Carleslmo	Ottobre 2017		



RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI

INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	2 di 23

INDICE

1.-. GENERALITA' E SCOPO	3
2.-. RIFERIMENTI	4
2.1.-. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.2.-. NORME CEI	5
2.3.-. NORME TECNICHE.....	5
2.4.-. DOCUMENTI DI PROGETTO	7
3.-. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO.....	8
3.1.-. ALIMENTAZIONE DELLA SSE DI FIUMEFREDDO	8
4.-. ELETTRODOTTO AEREO	10
4.1.-. CARATTERISTICHE DELL'ELETTRODOTTO	10
4.1.1.-. <i>Caratteristiche elettriche</i>	10
4.1.2.-. <i>Conduttore di fase</i>	10
4.1.1.-. <i>Trefolo di guardia</i>	11
4.1.2.-. <i>Isolatori</i>	11
4.1.3.-. <i>Morsetteria ed accessori</i>	12
4.1.4.-. <i>Messa a terra dei sostegni</i>	13
4.2.-. SEGNALETICA PER ELETTRODOTTI	14
4.2.1.-. <i>Generalità</i>	14
4.2.1.-. <i>Segnaletica di sicurezza</i>	14
4.2.1.-. <i>Segnaletica per la navigazione aerea</i>	15
4.3.-. STUDIO DEL TRACCIATO	16
4.3.1.-. <i>Fascia d'asservimento</i>	17
4.3.2.-. <i>Sostegni e fondazioni</i>	18
4.4.-. BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI.....	19
4.5.-. COLLAUDO STATICO.....	19
5.-. ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DA LINEE AEREE IN AT.....	20
5.1.-. CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO	21
5.2.-. CALCOLO FASCE DI RISPETTO.....	21
5.2.1.-. <i>Strumenti di calcolo</i>	21
5.2.2.-. <i>Dati di input</i>	22
5.2.1.-. <i>Enti recettori intercettati dalla fascia di rispetto</i>	23
5.3.-. CONCLUSIONI	23



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	3 di 23

1.-.GENERALITA' E SCOPO

Nell'ambito delle attività di progettazione definitiva della tratta "Giampilieri – Fiumefreddo", relativa al collegamento ferroviario Messina – Catania, e facente parte del corridoio TEN-T "core" n°5 "Helsinki – La Valletta", è stata prevista un'elettificazione a 3 kV in c.c.. Il progetto sviluppato, dal punto di vista costruttivo, prevede il completamento del raddoppio della tratta in due distinte fasi funzionali.

In relazione alle risultanze dello studio relativo alle potenzialità del sistema di trazione elettrica, per ogni distinta fase funzionale, è emersa la necessità di potenziare/modificare l'architettura del sistema di alimentazione della linea di contatto attraverso l'inserimento dei seguenti nuovi impianti:

- Lotto funzionale 1 Fiumefreddo – Taormina – Letojanni:
 - SSE di Fiumefreddo;
 - Cabina TE di Letojanni;
- Lotto funzionale 2 Taormina – Giampilieri;
 - SSE di S. Alessio – S. Teresa;
 - SSE di Giampilieri;

Tenuto conto che il raddoppio del binario è previsto totalmente in variante di tracciato, una volta completati gli interventi, potranno essere dismessi gli impianti di conversione seguenti:

- Lotto funzionale 1 Fiumefreddo – Taormina – Letojanni:
 - SSE di Calatabiano;
- Lotto funzionale 2 Taormina – Giampilieri;
 - SSE di Roccalumera;

Si precisa infine che, per l'attivazione della prima fase funzionale, l'inserimento della nuova SSE di Fiumefreddo in luogo della SSE di Calatabiano non comporta significativi aumenti di potenza.

Scopo della presente relazione è quello di descrivere le principali caratteristiche tecniche e le scelte effettuate nell'ambito della progettazione definitiva del nuovo elettrodotto aereo a 150 kV che alimenta la nuova SSE di Fiumefreddo.



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	4 di 23

2.-..RIFERIMENTI

La presente relazione tecnica generale, nonché tutta la documentazione progettuale che verrà successivamente citata, è conforme alle disposizioni di legge, prescrizioni indicate dalle NT, istruzioni e circolari nella loro edizione più recente.

Nei punti seguenti vengono citati i principali documenti tecnici cui nel prosieguo della relazione verrà fatto esplicito od implicito riferimento.

2.1.-..RIFERIMENTI NORMATIVI

Legge 22 febbraio 2001, n.36	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
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
D.P.C.M. 8/07/03	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti
DM 29/05/2008	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti
DPC.M del 28/09/95	Norme tecniche procedurali di attuazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23/04/92 relativamente agli elettrodotti
Legge 4/2/1963, n°58	Limitazione degli ostacoli alla navigazione aerea
Legge n°1086 del 5.11.71	Norme per la disciplina delle opere in c.a. e a struttura metallica
D.L. 30/4/92 n°285	Nuovo codice della strada
D.L. 10/9/1993 n°360	Disposizioni correttive ed integrative del Codice della strada
D.P.R.16/12/1992 n°485	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	5 di 23

2.2.-..NORME CEI

CEI EN 61936-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni
CEI EN 50522	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a
CEI 11-4	Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne
Norma CEI 11-60	Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV
Guida CEI 211-4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
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)
Direttiva 2004/40/CE	Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)

2.3.-..NORME TECNICHE

RFI/TC.TE. IT-LP018	Istruzione Tecnica - Elettrodotti A.T. 132-150kV equipaggiati con sostegni tralicciati di tipo piramidale ad aste sciolte e bullonate in acciaio zincato Edizione 2001
DI TC TE STF LP 001	Amarri spinterometrici e relativi accessori per ormeggio in SSE di linee primarie a tensione nominale di 132 – 150 kV Edizione 2000
DI TC TE IT LP 003	Segnaletica per elettrodotti AT Edizione 2000
UX LAE 08	Caratteristiche generali delle linee elettriche aeree facenti parte della RTN Edizione 2011



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	6 di 23

RQUT0000C2

Conduttore a corda di Alluminio - Acciaio diametro 31,5

UX LC58

Fune di guardia con Fibre Ottiche diametro nom. 10,5 mm

LIN J2

Isolatori cappa e perno di tipo antisale in vetro temperato

LM 111

Armamento per amarro semplice del conduttore All.-Acc.
Ø31,5

LM 112

Armamento per amarro doppio del conduttore All.-Acc. Ø31,5

DM 261

Armamento di amarro della fune di guardia Ø 10,5 mm
incorporante fibre ottiche



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	7 di 23

2.4.-..DOCUMENTI DI PROGETTO

Inoltre, costituiscono parte integrante della presente relazione tecnica tutti gli elaborati progettuali di seguito elencati:

RS2S 01 D 67 P6 LP0100001	Elettrodotti 150 kV Alimentazione AT della SSE di Fiumefreddo Planimetria di tracciato
RS2S 01 D 67 FX LP0100001	Elettrodotti 150 kV Alimentazione AT della SSE di Fiumefreddo Profilo longitudinale
RS2S 01 D 67 WX LP0100001	Elettrodotti 150 kV Alimentazione AT della SSE di Fiumefreddo Sezioni di linea e fasce di asservimento
RS2S 01 D 67 AA LP0100001	Elettrodotti 150 kV Alimentazione AT della SSE di Fiumefreddo Disegno di assieme dei sostegni



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	8 di 23

3.-.. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Così come accennato in precedenza, oggetto della presente relazione sono gli interventi di realizzazione, modifica e potenziamento della Linea Primaria (LP) previsti nell'ambito del primo lotto funzionale della tratta Giampilieri – Fiumefreddo, relativa al collegamento ferroviario tra Catania e Messina.

Di seguito si fornisce una sintetica descrizione degli interventi che saranno eseguiti nell'ambito della fase funzionale 1.

3.1.-..ALIMENTAZIONE DELLA SSE DI FIUMEFREDDO

L'intervento in oggetto comprende tutte le modifiche necessarie affinché la linea di alta tensione esistente risulti idonea a realizzare l'alimentazione della nuova SSE di Fiumefreddo (fase funzionale 1). In particolare, il progetto prevede l'apertura della dorsale, a semplice terna, dell'elettrodotto esistente (linea Megara – Contesse, tronco Megara – Calatabiano, tratta Acireale - Calatabiano), nel tratto di linea compreso tra i sostegni esistenti n°151 e n°152 e la realizzazione di due bretelle che realizzano la configurazione in entra-esce con il nuovo impianto.

I nuovi sostegni (n° 151 e n°152-1), del tipo piramidale ad aste sciolte TA 60, saranno ubicati lungo l'asse dell'esistente elettrodotto come mostrato nel documento seguente:

RS2S 01 D 67 P6 LP0100001 Elettrodotti 150 kV
Alimentazione AT della SSE di Fiumefreddo
Planimetria di tracciato

e avranno le seguenti funzioni:

- ormeggio dei due rami di linea primaria Megara - Contesse;
- capolinea del nuovo tratto di elettrodotto di alimentazione della nuova SSE di Fiumefreddo;

Da tali sostegni partiranno le n°2 terne, su palificata indipendente, fino ad arrivare ai pali gatto TO ubicati all'interno dell'area di consegna TERNA.

Nella determinazione delle posizioni dei nuovi sostegni, particolare attenzione è stata posta all'impatto sul territorio. In particolare, il criterio generale è stato quello di minimizzare ed evitare di interferire con edifici o costruzioni civili o rurali.

La figura seguente rappresenta un esempio di disposizione delle fasi in corrispondenza dei due nuovi sostegni n°151 e n°152-1:

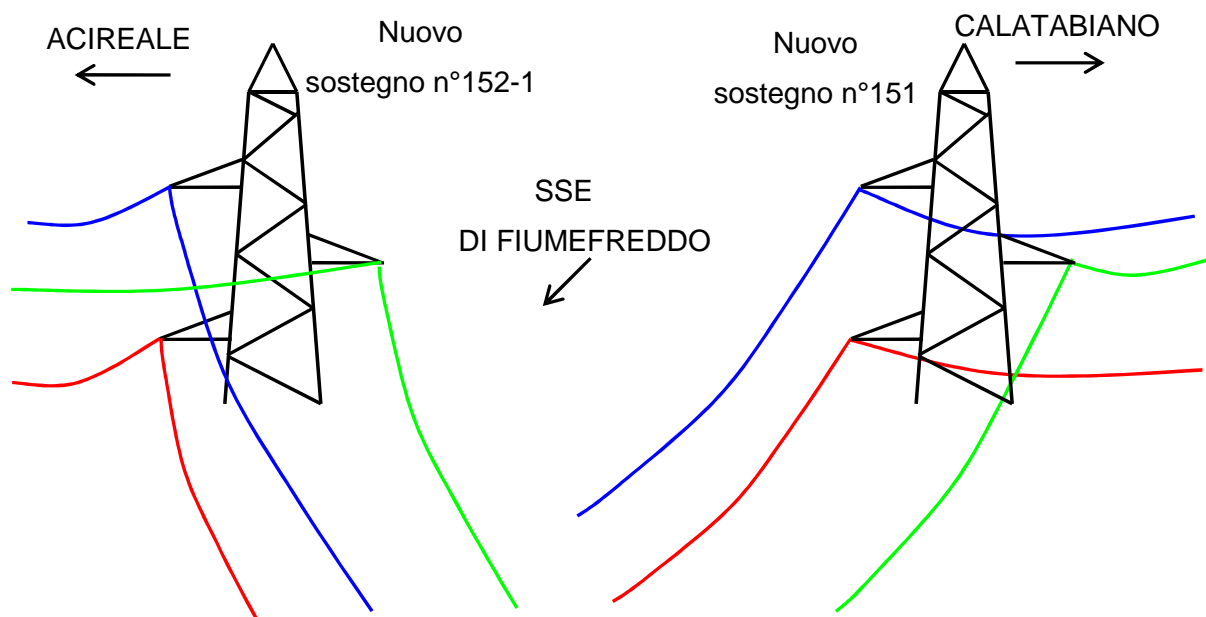


Figura 1 - Linea di alimentazione della nuova SSE di Fiumefreddo

Apertura dell'elettrodotto Megara- Contesse tratta Acireale - Calatabiano

Relativamente alla protezione da scariche atmosferiche, si precisa che l'elettrodotto esistente è equipaggiato con trefolo di guardia contenente cavi in fibra ottica di proprietà BASICTEL. L'interruzione dell'elettrodotto in corrispondenza della campata esistente n°151-n°152 comporterà pertanto un intervento finalizzato a garantire la continuità dei cavi in fibra ottica nel nuovo assetto degli impianti. La progettazione delle attività di adeguamento, di competenza della stessa BASICTEL, dovrà essere sviluppata contestualmente alla progettazione esecutiva e dovrà coordinarsi con le attività di progettazione dell'elettrodotto stesso.

Si precisa inoltre che tutte le lavorazioni inerenti tanto la costruzione del nuovo elettrodotto che la demolizione dei tratti di elettrodotto esistente, dovranno essere eseguite minimizzando le soggezioni all'esercizio degli impianti interferiti e nelle condizioni di massima sicurezza per l'incolumità delle persone e la salvaguardia di mezzi e cose



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	10 di 23

4.-..ELETTRODOTTO AEREO

Nel presente capitolo sono riassunte le principali caratteristiche dell'elettrodotto derivanti dalle scelte progettuali adottate nel corso della progettazione.

4.1.-..CARATTERISTICHE DELL'ELETTRODOTTO

4.1.1.-..Caratteristiche elettriche

- Tipologia elettrodotti Singola terna;
- Tensione nominale concatenata kV 150;
- Frequenza Hz 50.

4.1.2.-..Conduttore di fase

Per l'elettrodotto in oggetto verranno utilizzati conduttori di fase in alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm², composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm.

Le caratteristiche del conduttore sono di seguito riportate:

- Tipo Alluminio/Acciaio (ACSR)
- Diametro $\varnothing = 31,5$ mm
- Formazione (n°xmm) 54x3,5 + 19x2,1
- Peso proprio $p = 1,953$ daN/m
- Sezione totale $S_{TOT} = 585,3$ mm²
- Sezione Alluminio $S_{All} = 519,5$ mm²
- Sezione Acciaio $S_{Acc} = 65,80$ mm²
- Modulo di elasticità alluminio $E_{All} = 6174$ daN/mm²
- Modulo di elasticità acciaio $E_{Acc} = 18130$ daN/mm²
- Modulo di elasticità conduttore $E = 6800$ daN/mm²
- Coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 19,4 \times 10^{-6} / ^\circ C^{-1}$



RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI

INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	11 di 23

- Carico di rottura $R = 17180 \text{ daN}$
- Tiro di riferimento in condizione EDS (Zona A) $T = 2360 \text{ daN}$

4.1.1.-..Trefolo di guardia

Per il trefolo di protezione dalle scariche atmosferiche sarà impiegata una fune di guardia con fibre ottiche, di diametro 10,5 mm, rispondente alla specifica:

DM 261 Armamento di amarro della fune di guardia $\varnothing 10,5 \text{ mm}$
incorporante fibre ottiche

ed avente le caratteristiche seguenti:

- Diametro: $\varnothing = 10,5 \text{ mm}$
- Peso proprio $p = 0,400 \text{ daN/m}$
- Carico di rottura $R = 5200 \text{ daN}$
- Modulo di elasticità $E = 11500 \text{ daN/mm}^2$
- Coeff. dilataz. Termica $\alpha = 16 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}^{-1}$
- Massima corrente di c.to c.to durata 0,5 s $I_{cc} \geq 7 \text{ kA}$
- Numero fibre ottiche $n^\circ = 24$
- Tipo Monomodale
- Attenuazione
a 1310 m $\leq 0,36 \text{ dB/km}$
a 1550 m $\leq 0,22 \text{ dB/km}$
- Dispersione cromatica
a 1310 m $\leq 3,50 \text{ ps/nm km}$
a 1550 m $\leq 20,00 \text{ ps/nm km}$

4.1.2.-..Isolatori

L'isolamento degli elettrodotti viene realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, del tipo "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno n. 9 elementi per elettrodotti a 132-150 kV e rispondente alla specifica:

LIN J2 Isolatori cappa e perno di tipo antisale in vetro temprato



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	12 di 23

ed avente le caratteristiche seguenti:

- Materiale: Vetro temperato
- Tipo: antisale
- Carico di rottura meccanico: R = 7000 daN
- Linea di fuga nominale minima: 430 mm
- Tensione di tenuta ad impulso: 120 kV
- Tensione di tenuta a f=50 Hz sotto pioggia: 50 kV
- Tensione di tenuta alla perforazione elettrica a f=50Hz: 130 kV
- Salinità di tenuta: 56 g/l

4.1.3.-..Morsetteria ed accessori

Gli elementi di morsetteria hanno lo scopo di collegare i conduttori nudi e le funi di guardia alle strutture di sostegno. La morsetteria delle linee elettriche aeree risponde alle CEI EN 61284.

Gli elementi di morsetteria per linee sono scelti in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno. A seconda dell'impiego previsto sono individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione.

Le morse di amarro sono invece dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nello standard progettuale TERNA, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	13 di 23

4.1.4.-..Messa a terra dei sostegni

Gli impianti di messa a terra dei sostegni assolvono le funzioni seguenti:

- ridurre i valori delle tensioni di contatto/accessibili a valori non pericolosi;
- limitare le sollecitazioni sugli isolamenti in caso di fulminazione del sostegno;
- consentire il corretto funzionamento delle protezioni.

Le messe a terra devono quindi risultare efficienti sia per frequenza industriale, sia per l'impulso nel caso di scariche atmosferiche.

In genere i dispositivi di messa a terra (bassa resistività del terreno) devono venir realizzati con doppio spandente costituito ciascuno da un profilato a T 50 x 5 mm UNI 5785, collegati al palo tramite una piattina in acciaio zincato 4x40 mm, della lunghezza minima di 5 m, forata ad una estremità con due fori di diametro $\varnothing = 13,5$ mm e interasse 5 cm, per il collegamento al palo (su dadi saldati a filo interno già predisposti) con due bulloni di diametro $\varnothing = 12$ mm. La piattina dovrà essere posata in maniera visibile sulla superficie del blocco di fondazione e dovrà essere posata orizzontalmente ad una quota di 0,8 m sotto al piano di campagna.

Per maggiori resistività il doppio spandente va corredato di anello in piattina 4x40 mm a distanza di almeno un metro dai montanti.

Per resistenze ancora più elevate il sistema suddetto va integrato con le terre "a contrappesi", costituite da raggere in piattina 4x40 mm di acciaio zincato della lunghezza fino a 10 m.

In ogni caso dovranno essere tenute presenti le seguenti linee guida:

- superficie minima dell'impianto di terra a contatto con il terreno: $S = 0,5$ m²;
- collegamento di tutti i pali della linea con trefolo di guardia;
- salvo particolari, tutti i pali dovranno avere un proprio impianto di terra;
- conduttore di terra di norma in piattina di acciaio zincato 40x4 mm (Fe B 360);
- giunzioni tra piattine con saldatura o 2 bulloni $\varnothing = 12$ x30 mm con interasse 50 mm;

Terreni di elevata resistività interessanti i sostegni ubicati in posizione dedicate (zone urbane, facile accessibilità, adiacenza di zone ad alata frequentazione, scuole, ecc....) dovranno essere oggetto di impianti di terra e/o accorgimenti tecnici particolari da valutarsi caso



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	14 di 23

per caso. Nel caso di impossibilità di ridurre a valori accettabili le tensioni di passo e di contatto si potrà essere asfaltata la zona adiacente il sostegno e resa non accessibile la superficie esterna di base del palo fino ad una altezza di 2.5 m con contestuale isolamento del trefolo di guardia del palo.

In altri casi potrà determinarsi conveniente sostituire la tipologia di impianto di terra su esposto con due anelli di terra costituiti da due funi accoppiate in acciaio zincato $\varnothing=10,5$ mm di raggio rispettivamente maggiore di 2 e 6 m della diagonale di base del palo, a profondità rispettivamente di 1m e 2m, collegati fra loro in almeno quattro punti e collegati al sostegno tramite morsetti di accoppiamento e piattina di cui sopra.

4.2.-..SEGNALETICA PER ELETTRODOTTI

4.2.1.-..Generalità

Viene prevista una tabella di identificazione Costituita da un cartello che contiene in maniera razionale e uniformemente intellegibile tutti i dati relativi al tipo di sostegno e un identificativo della tratta di linea A.T. interessata.

Il cartello, di forma quadrangolare, è costituito in alluminio per esterno di spessore non inferiore a 2 mm.

il cartello di identificazione così costituito dovrà essere direttamente fissato tramite bulloneria zincata sui pali a traliccio, in numero di due per sostegno e visibili a facce opposte lungo l'asse longitudinale della linea.

Per ciò che riguarda la segnaletica per le interferenze con la navigazione aerea, questa andrebbe impiegata nei tratti in cui la quota del trefolo di guardia supera la misura di 45m sul piano del terreno circostante, ma la tendenza più recente è quella di segnalare comunque ostacoli di altezza rilevante.

4.2.1.-..Segnaletica di sicurezza

Su ogni sostegno dovrà essere montata, in posizione opportuna, una tabella ove dovrà essere riportato il richiamo al pericolo derivante dalla presenza di parti in tensione.

Tale tabella non può intendersi sostitutiva di eventuali misure di protezione e presenta carattere di avvertimento al pericolo di folgorazione, in quanto il contatto o la vicinanza con parti in tensione è causa di gravi infortuni o morte.



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	15 di 23

La tabella, costituita in alluminio per esterno di spessore non inferiore a 2 mm., ha forma quadrangolare e tale pericolo viene segnalato mediante il simbolo della "folgore" associato alla scritta "ALTA TENSIONE -PERICOLO DI MORTE"; il montaggio va effettuato tramite bulloneria e ferramenta di supporto zincate.

Il simbolo, di colore nero in campo giallo è limitato da un triangolo equilatero pure di colore nero, mentre le scritte sono di colore nero in campo bianco, in modo da essere intelleggibili anche ad una certa distanza.

Nel caso di pali a traliccio vengono previste due tabelle sulle due facce opposte del sostegno in senso trasversale alla linea, in posizione centrale.

Su ogni tipo di sostegno viene associato un dispositivo parasalita di dimensione limitata, ubicato all'incirca a 2/3 dalla base del sostegno (e comunque ad almeno tre metri dalla quota della fase bassa), atto a richiamare ulteriormente l'attenzione al pericolo elettrico cui si va incontro salendo.

4.2.1.-...Segnaletica per la navigazione aerea

Sui sostegni o su conduttori può essere presente una segnaletica addizionale imposta da ragioni esterne all'esercizio ferroviario. Si fa particolare riferimento alle segnalazioni imposte dall' Autorità Militare competente o dall'Azienda dei Controllori del Traffico Aereo in tema di segnalazione ostacoli in zone interessata dal traffico aereo diurno o notturno.

In genere, per segnalazione ostacoli di tipo diurno, può essere prescritto che il tratto di linea interessata abbia il terzo superiore dei sostegni verniciato a smalto a strisce alternate rosse e bianche con apposizione di sfere di plastica di colore rosso/bianco, opportunamente distanziate, sul conduttore più alto (normalmente il trefolo di guardia).

Per segnalazione ostacoli al volo notturno la sommità dei sostegni viene dotata di lampade a luce rossa fissa, con seconda lampada in riserva pronta, opportunamente alimentate.



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	16 di 23

4.3.-..STUDIO DEL TRACCIATO

Come risulta dai documenti di progetto:

RS2S 01 D 67 P6 LP0100001 Elettrodotti 150 kV
Alimentazione AT della SSE di Fiumefreddo
Planimetria di tracciato

Le aree interessate dagli interventi risultano, al momento, poco urbanizzate.

In ogni caso, al fine di minimizzare l'impatto sul territorio determinato dalla realizzazione dei nuovi elettrodotti, è stato condotto uno studio del tracciato.

Per quanto poi attiene i profili dei tratti interessati dagli interventi in questione, in relazione alle caratteristiche della catenaria, è stato verificato che le frecce dei conduttori più bassi, alla temperatura limite di +55°C, siano tali che, in ogni punto delle varie campate, le distanze dei conduttori dal suolo e da qualsiasi punto delle opere attraversate o prospicienti siano sempre superiori a quelle minime ammesse dalle norme vigenti.

In particolare è stato verificato che, nelle ipotesi dettate dalla normativa vigente, risultino rispettate le seguenti distanze minime dei conduttori più bassi:

- 5 + Del = 6.3 m dal terreno;
- 9 + Del = 10.3 m da strade statali o provinciali;
- 2 + Dpp = 3.50 m dai conduttori di altre linee elettriche;
- 3.5 + Del = 4.8 m dai sostegni di altre linee elettriche;
- 3.5 + Del = 4.8 m dalle altre posizioni praticabili;
- 1.5 + Del = 2.8 m dalle altre posizioni impraticabili;
- 4 + Del = 5.3 m dai fabbricati (con catenaria verticale);
- 1.5 + Del = 2.8m da fabbricati (con catenaria inclinata di 30°);
- 4m da terrazzi e tetti di fabbricati;

e le seguenti distanze minime dei sostegni e delle relative fondazioni:

- 3m dal confine di strade comunali;



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	17 di 23

Inoltre è stato verificato che gli angoli di incrocio con opere di notevole importanza (attraversamento con la nuova linea ferroviaria, ecc.) risultino sempre non minori di 15°.

Al fine di minimizzare le interferenze ambientali ed essere in linea con le più recenti normative in materia di inquinamento elettromagnetico, il percorso illustrato, nei documenti di cui sopra, si discosta da quello più breve e diretto.

4.3.1.-..Fascia d'asservimento

Per l'individuazione della fascia d'asservimento vengono fatte le seguenti ipotesi e considerazioni, prevalentemente basate sulla necessità di consentire l'agevole esercizio dell'elettrodotto, ma anche intese a garantire l'incolumità di persone e cose dai rischi derivanti dalla presenza dei conduttori.

I valori dei parametri che intervengono nella determinazione della sua larghezza verranno assunti, in sicurezza, sempre pari a quelli massimi anche se tali valori non si manifestano contemporaneamente su tutti i pali e campate dell'elettrodotto. In tal modo la fascia d'asservimento verrà ad avere una larghezza unica su tutta l'estesa del nuovo elettrodotto con un leggerissimo aumento di costo per l'imposizione delle servitù, ma indubbi benefici riguardo sia alla praticità delle pratiche patrimoniali che alla sicurezza dei terzi.

Si analizzano quindi di seguito i criteri utilizzati per il calcolo delle fasce di asservimento massime del tracciato realizzato per l'allacciamento alla sottostazione.

Le mensole più lunghe impiegate sono quelle più basse e sbracciano per $m = 3.5$ m dall'asse del relativo sostegno. Questo valore viene elevato fino a 4.29 m, per tener conto di possibili errori di verticalità e dell'inflessione dei pali (valutati, in sicurezza, in uno scostamento in sommità dell'ordine del 1.5% circa dell'altezza nominale).

Per effetto dell'azione del vento, poi, i conduttori e le catene d'isolatori delle sospensioni (ove presenti) possono oscillare e la campata si disporrà con un angolo d'inclinazione massimo di 30° rispetto alla verticale. In tali condizioni, poiché la campata presenta la freccia massima f in mezzeria, i conduttori sbanderanno, rispetto all'assetto normale a riposo, della quantità:

➤ $s = (g + f) \cdot \text{sen}30^\circ$

➤ in cui g è la lunghezza della catena di sospensione.



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	18 di 23

Considerando l'unico sostegno di sospensione (n°152-2), risulta che la catena di isolatori è lunga $g=2,20$ m. e considerando una freccia massima f in mezzzeria pari a 5.01 m (alla temperatura di +55°C e per una campata equivalente di circa 220,0 m), si ricava $s = 3.61$ m.

Inoltre, per tenere conto delle distanze di sicurezza dalle costruzioni ed altre opere estranee, la normativa prescrive che i conduttori, nel suddetto assetto sbandato, mantengano un franco di sicurezza ds dalle opere suddette almeno pari a:

- 2 + Del
- per $U = 150kV$, risulta $Del = 1.30$ m.

Combinando tutte le distanze sopraddette, si ricava la larghezza Lf della fascia di asservimento, pari a:

- $Lf = 2 \cdot (m + s + ds) = 2 \cdot (4,29 + 3,61 + 1,30) \approx 22,39$ m

4.3.2.-...Sostegni e fondazioni

Tutti i sostegni dei nuovi allacciamenti alle SSE, saranno del tipo a traliccio, di tipo piramidale a base larga, ad aste sciolte e bullonate in acciaio zincato (TA/TN).

Le mensole, anch'esse del tipo ad aste sciolte e bullonate in acciaio zincato, possono essere per pali a semplice e doppia terna (disposizioni a triangolo caso di semplice terna).

I plinti di fondazione saranno in genere del tipo a "pilastrini separati" e la parte fuori terra sarà sempre a forma di piramide (a punta di diamante).

Il calcestruzzo previsto è del tipo resistenza caratteristica $Rck = 250$ daN/cm² e l'acciaio del tipo Fe 44 K.

Lo studio del tracciato è stato effettuato in modo tale da avere il numero minore di attraversamenti possibili, deviazione angolare minima dove possibile (in quanto il territorio si presenta molto irregolare e con vincoli di natura idrogeologica).



RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	19 di 23

4.4.-..BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI

Le lavorazioni di realizzazione delle fondazioni dei sostegni dovranno essere precedute dalla attività di bonifica profonda da ordigni esplosivi.

Per questa attività è stata prevista:

- Ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi superficiale (fino a 100 cm);
- Ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi profonda (oltre i 100 cm):
 - Perforazioni verticali con profondità pari all'altezza della fondazione;
 - passo 2,80m;
 - frequenza di n°1 perforazione ogni 7,84 m².

4.5.-..COLLAUDO STATICO

Per tutti i nuovi interventi di costruzione o di rinnovo di sostegni esistenti, prima della messa in esercizio, si dovrà procedere all'effettuazione del collaudo statico che dovrà essere esperito da un ingegnere iscritto all'albo professionale, completamente estraneo all'opera in ogni sua fase (rif. "Normativa generale sulle strutture in acciaio e cemento armato di cui alla legge n.1086 del 5.11.1971").



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	20 di 23

5.-..ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DA LINEE AEREE IN AT

Lo studio delle emissioni dei campi elettromagnetici è stato effettuato nel rispetto della legislazione (Legge quadro n°36 del 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003¹) in ambito di esposizione ai campi elettromagnetici degli enti recettori per cui è prevista presenza umana per più di quattro ore giornaliere.

In particolare, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2), il DPCM fissa i seguenti limiti:

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

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

¹ "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".



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	21 di 23

5.1.-..CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO

In virtù del valore estremamente basso della frequenza di alimentazione (50 Hz) è possibile considerare il campo elettrico e il campo magnetico, prodotti da una linea elettrica aerea, come due fenomeni fisici separati.

Pertanto, tenuto conto che il campo elettrico prodotto dalle linee aeree in un determinato punto dipende dal livello di tensione, che almeno nominalmente è fissa, e dalla distanza del punto considerato dai conduttori, ne risulta che i livelli di campo elettrico sono sostanzialmente stabili.

Inoltre, considerato che il livello di tensione degli elettrodotti di cui sopra (150 kV) non risulta particolarmente elevato, il livello di campo elettrico corrispondente sul livello del suolo risulterà sicuramente al di sotto dei limiti imposti dall'attuale normativa².

Tali considerazioni giustificano lo studio delle emissioni delle linee elettriche, limitato al solo campo magnetico.

5.2.-..CALCOLO FASCE DI RISPETTO

5.2.1.-..Strumenti di calcolo

Il calcolo delle fasce di rispetto è stato condotto con l'ausilio del programma di calcolo WinELF.

Il software utilizzato, finalizzato al calcolo del campo dell'induzione magnetica generata da una o più linee, esegue il calcolo secondo le due differenti procedure seguenti:

- Implementazione della procedura indicata dalla norma CEI 211-4;
- Metodo d'integrazione lungo la catenaria;

I dati di input da fornire al programma, sono fondamentalmente le caratteristiche geometriche dell'elettrodotto e la corrente da utilizzare per il calcolo.

² Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 132 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.



RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI

INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	22 di 23

Il risultato dell'elaborazione è la distribuzione spaziale del campo magnetico nel volume esaminato. Inoltre, attraverso le funzioni offerte dal programma è possibile determinare le fasce di rispetto, il campo magnetico al suolo, il campo magnetico in un punto specifico, ecc..

Si precisa inoltre che il software utilizzato è stato validato dall'Università degli Studi dell'Aquila, mediante due distinti approcci:

- confronto dei risultati ottenuti da WinELF con altri risultati numerici derivanti da software validati;
- confronto dei risultati ottenuti da WinELF con misure sperimentali effettuate presso un elettrodotto in esercizio di cui erano noti i dati di carico elettrico;

5.2.2.-..Dati di input

Per la determinazione delle fasce di rispetto, così come indicato all'articolo 4 del DPCM dell'8 luglio 2003, si è fatto riferimento all'obiettivo di qualità (3 μ T) e alla portata in corrente in servizio normale degli elettrodotti, come definita dalla norma CEI 11 - 60.

A tal fine, considerato che il nuovo tratto di linea sarà equipaggiato con conduttore bimetallico in alluminio-acciaio da 31,5 mm di diametro con caratteristiche riportate al paragrafo 4.1.2.-. e tenuto conto che il sito in oggetto rientra nell'area dell'Italia meridionale e che l'altitudine del sito è inferiore ad 800 m s.l.m., la zona climatica da considerare risulta pertanto la "Zona A".(vedi Norma CEI 11-4).

Dalla Tabella 5.1 estratta dalla norma CEI 11-60, per il conduttore di riferimento ACSR di 31,5 mm di diametro, nella zona climatica in oggetto e per il livello di tensione considerato, risulta che la portata in corrente in servizio normale è pari a 870 A.

Tensione nominale della linea (kV)	Portata in corrente del conduttore di riferimento I_0 (A)			
	Zona A		Zona B	
	Periodo C	Periodo F	Periodo C	Periodo F
380	740	985	680	770
220	665	905	610	710
132÷150	620	870	575	675

Tabella 5.1 - CEI 11-60



**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
LOTTO 1: FIUMEFREDDO (I) – TAORMINA (I) / LETOJANNI**

**INTERVENTI SULLE LINEE PRIMARIE
RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D	67	RO	LP0000 001	B	23 di 23

5.2.1.-..Enti recettori intercettati dalla fascia di rispetto

Come rappresentato nell'elaborato:

RS2S 01 D 67 P6 LP0100001 Elettrodotti 150 kV
Alimentazione AT della SSE di Fiumefreddo
Planimetria di tracciato

la fascia di rispetto calcolata non interseca enti recettori per i quali è prevista la permanenza dell'uomo per più di quattro ore.

5.3.-..CONCLUSIONI

Dalle simulazioni svolte, sulla base delle soluzioni progettuali adottate, si può concludere che a seguito della realizzazione della nuova sottostazione elettrica ferroviaria di Fiumefreddo e del relativo elettrodotto di alimentazione esercito a 150 kV, non si presentano, anche per l'assenza di luoghi tutelati nelle aree prescelte, livelli di campo magnetico superiori ai limiti di legge e problemi di compatibilità elettromagnetica legati alla coesistenza di questi impianti con le possibili attività antropiche.

Inoltre, in considerazione del fatto che la simulazione è stata svolta assumendo la corrente pari al limite di portata, tenuto conto che il nuovo elettrodotto è derivato dalla linea primaria esistente Megara – Contesse con portata al limite termico inferiore e che in fase di esercizio il valore di corrente sarà ben al di sotto di tale valore, i livelli di campo magnetico attesi, una volta realizzato l'impianto, saranno comunque largamente inferiori rispetto a quelli risultanti dai calcoli illustrati nel documento.