

PV ICHNOSOLAR S.R.L.

Via Ettore de Sonnaz n. 19, 10121 Torino (TO) - Italy. P.I. 02379130517 - C.S. 10.000,00 i.v.
PEC pvichnosolar@pec.it
REA TO - 1293228

Impianto fotovoltaico "Macchiareddu" VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE



00	05/10/2021	Emissione	PV ICHNOSOLAR S.R.L.	PV ICHNOSOLAR S.R.L.	PV ICHNOSOLAR S.R.L.
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

NOTE:

Relativamente al potenziamento/rifacimento della linea 220 kV della "RTN "Rumianca Sulcis", a seguito di Tavolo tecnico tenutosi con Terna S.p.A. ed altre società aventi la stessa soluzione di allaccio, è stata nominata quale capofila della progettazione la società EEC Solar 2 S.r.l. con sede a Jesi (AN) in Piazzale Anna Ciabotti n. 8, P.I. 02836580429, indirizzo pec [HYPERLINK "mailto:eesolar2@pec.it"](mailto:HYPERLINK \)

TITOLO:

POTENZIAMENTO LINEA SULCIS RUMIANCA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

R.14c

PAGINE:

-

FORMATO:

A4



RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 00

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **1** di 19

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

POTENZIAMENTO ELETTRDOTTO AT 220 kV

“RUMIANCA – SULCIS”

ALLEGATO AL PIANO TECNICO DELLE OPERE - Progettazione Definitiva

Storia delle revisioni

Rev.01	del 20/09/2021	Aggiornamenti a seguito indicazioni TERNA
Rev.00	del 05/03/2021	Prima emissione

Elaborato		Verificato			Approvato
R. Izzo		M. Manfro			BiProject Srl



INDICE

INDICE.....	2
1 PREMESSA.....	3
2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA	3
2.1 Comuni interessati	4
2.2 Elaborati di Progetto.....	4
3 DATI GENERALI DI PROGETTO	4
3.1 Ubicazione dell'intervento e opere attraversate	5
3.2 Descrizione dell'elettrodotto aereo	5
3.3 Descrizione dell'elettrodotto in cavo.....	6
4 VINCOLI	7
5 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA AEREA ESISTENTE.....	7
5.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto aereo	7
5.2 Conduttori e corde di guardia.....	8
5.3 Stato di tensione meccanica	8
5.4 Capacità di trasporto	9
5.5 Sostegni	9
5.6 Isolamento	10
5.7 Morsetteria ed armamenti	10
5.8 Fondazioni	11
5.9 Messe a terra dei sostegni	11
5.10 Rumore	11
6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA PARTE IN CAVO	12
6.1 Premessa.....	12
6.2 Caratteristiche elettriche	12
6.3 Composizione dell'elettrodotto in cavo AT	12
6.4 Modalità di posa e di attraversamento	12
6.5 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore.....	13
6.6 Giunti.....	14
6.7 Cassette di sezionamento schermi	14
6.7.1 Cassette tipo A.....	14
6.7.2 Cassette tipo C.....	15
6.8 Termosonde.....	15
6.9 Segnalazione del cavo	15
6.10 Caratteristiche componenti	15
6.11 Rumore	15
6.12 Aree impegnate della parte in cavo.....	15
6.13 TERRE E ROCCE DA SCAVO	15
7 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	16
8 CRONOPROGRAMMA.....	17
9 SICUREZZA NEI CANTIERI.....	17
10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	17
10.1 Leggi	17
10.2 Norme tecniche	18
10.2.1 Norme CEI	18
10.2.2 Norme tecniche diverse	19



1 PREMESSA

Il presente documento descrive in maniera dettagliata le caratteristiche tecniche e le opere necessarie a ripotenziare la linea esistente 220kV in semplice terna "SE RUMIANCA- SE SULCIS", onde consentire il collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) da 20 MW in immissione e da ulteriori impianti in via di autorizzazione.

Le modalità di collegamento sono stabilite in conformità alla Soluzione Tecnica Minima di Dettaglio (STMG) del 07/08/2020, codice pratica 201900753, che prevede che l'impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) venga collegato in antenna a 220 kV a una nuova Stazione Elettrica (SE) di Smistamento della RTN a 220 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV "Rumianca – Sulcis", previo potenziamento della linea 220 kV della RTN "Rumianca – Sulcis".

La progettazione del presente PTO riguarderà il solo ripotenziamento della linea a 220 kV "SE RUMIANCA – SE SULCIS".

Ai sensi della Legge 23 agosto 2004 n. 239 e ss.mm.ii., al fine di garantire la sicurezza del sistema energetico e di promuovere la concorrenza nei mercati dell'energia elettrica, la costruzione e l'esercizio degli elettrodotti facenti parte della rete nazionale di trasporto dell'energia elettrica sono attività di preminente interesse statale e sono soggetti a un'autorizzazione unica, rilasciata dal Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e previa intesa con la Regione o le Regioni interessate, la quale sostituisce autorizzazioni, concessioni, nulla osta e atti di assenso comunque denominati previsti dalle norme vigenti, costituendo titolo a costruire e ad esercire tali infrastrutture in conformità al progetto approvato. L'elettrodotto oggetto del progetto definitivo da inviare in autorizzazione, che è di proprietà TERNA e fa parte della Rete di Trasmissione Nazionale, è il seguente:

Linea AT 220 kV SE RUMIANCA- SE SULCIS

Di seguito sono definite le caratteristiche degli impianti.

2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

L'opera è necessaria per trasferire l'energia prodotta dalla Centrale elettrica fotovoltaica a fonte rinnovabile (20MW) della Società "EEC SOLAR S.r.l.", sita nel comune di UTA (CA), alla RTN.

La progettazione dell'opera oggetto del presente documento è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali. La sua realizzazione garantirà l'affidabilità, la qualità e la continuità della Rete di Trasmissione Nazionale nel territorio interessato.



3.1 Ubicazione dell'intervento e opere attraversate

Tra le possibili soluzioni è stata individuata quella più funzionale, che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. Il progetto prevede il ripotenziamento della tratta di elettrodotto esistente dalla SE RUMIANCA alla SE SULCIS, quale risulta dalla Corografia allegata, dis. n° **BLU/22101A1/PTO/DIS 01** (orientata dalla SE SULCIS alla SE RUMIANCA) in scala 1:25.000, ed è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti. Nella scelta della soluzione è stata considerata anche la presenza dei vincoli esistenti, che esprimono situazioni di tutela riferite a precise emergenze territoriali, paesaggistiche e ambientali.

Prevalentemente il tracciato esistente si sviluppa in aree ad uso agricolo, tranne le poche campate afferenti le due Stazioni Elettriche, ricadenti in aree industriali.

3.2 Descrizione dell'elettrodotto aereo

Con riferimento alla corografia **BLU/22101A1/PTO/DIS 01**, il tracciato dell'elettrodotto da ripotenziare oggetto della presente Relazione Tecnico Illustrativa, inizia dalla SE SULCIS e termina nella SE di RUMIANCA. La soluzione tecnica prevista per la realizzazione del ripotenziamento è scaturita da una attenta e puntuale verifica del territorio circostante, i cui fattori principali sono stati i seguenti:

- evitare l'interferenza con aree adibite a insediamenti urbanistici, aree gioco, ambienti scolastici ecc.;
- evitare l'interferenza con aree protette o sottoposte a vincoli particolari quali zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- evitare qualsiasi contrasto con gli strumenti urbanistici adottati dai comuni attraversati, con particolare riferimento alle aree destinate da eventuali future trasformazioni;
- riutilizzo di "corridoi" che siano meno pregiudizievoli dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico dell'opera elettrica.
- ottimizzare i collegamenti elettrici utilizzando il tracciato esistente salvaguardando nello stesso tempo eventuali presenze di zone antropizzate;
- minimizzare l'impatto ambientale e le interferenze.

Il preliminare studio di fattibilità del progetto ha consentito di confermare la soluzione tecnica consistente nel verificare la portata massima del conduttore esistente avente le seguenti caratteristiche:

- **CONDUTTORE A CORDA BINATO DI ALLUMINIO-ACCIAIO AA Ø 27 MM, PORTATA 1488A;**

e lasciando in opera le attuali funi di guardia contenenti F.O. sull'elettrodotto in esame.

Tale nuova condizione ha consentito di verificare i franchi sul terreno e sulle acque, oltre che sugli attraversamenti e sui recettori, prestando particolare attenzione alle verifiche strutturali dei sostegni esistenti, in particolare nell'utilizzare tiri simili a quelli in esercizio data l'assenza di elementi progettuali risalenti all'epoca di realizzazione dell'elettrodotto, leggi tabelle di picchettazione o di tesatura, dell'elettrodotto esistente. Inoltre le valutazioni della fascia D.p.A. emerse dai calcoli CEM per il



conduttore binato in esercizio hanno confermato che il ripotenziamento dell'elettrodotto oggetto di questa relazione è stato sviluppato in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003.

Inoltre le dell'altezze dei sostegni esistenti consentono di rispettare quanto dettato dall'art. 2.1.05 del DM 21 marzo 1988 che disciplina le norme tecniche per la progettazione delle linee elettriche aeree esterne, e in particolare:

I conduttori aerei non devono avere in alcun punto una distanza verticale dal terreno e dagli specchi lagunari o lacuali non navigabili minore di:

- 5 m per le linee di classe zero e prima e per le linee in cavo aereo di qualsiasi classe;
- $(5,50 + 0,006 U)$ m e comunque non inferiore a 6 m per le linee di classe seconda e terza.

Nel caso in esame (linea di classe 3) l'altezza minima risulta essere di **6,82 m**.

In totale la linea da ripotenziare avrà una lunghezza pari a circa **53,3 Km**.

Tutto il territorio interessato dal tracciato è destinato a uso agricolo (seminativi, pascoli, uliveti, vigneti, boschi e piccole aree a sistemi colturali permanenti) a eccezione delle campate afferenti le due stazioni elettriche, ricadenti in aree industriali.

3.3 Descrizione dell'elettrodotto in cavo

Come si evince dalla consultazione degli elementi cartografici costituenti il presente Piano Tecnico delle Opere, l'opera in questione si configurerà come una sostituzione dell'attuale cavo AT di collegamento tra il portale in aria di stazione e il blindato con terminali cavo nella SE Sulcis, di complessivi 0,220 km circa.

Il tracciato in progetto si sviluppa nel comune di Portoscuso (SU) in Sardegna.

In definitiva le opere da realizzare, come già accennato in precedenza, sono situate interamente entro il perimetro della stazione elettrica 220/150 kV "Sulcis", e consisteranno nella posa di una nuova terna di cavi interrati XLPE (polietilene reticolato) di portata superiore di quella attuale, per una lunghezza di 220m circa in sostituzione di quella esistente (Cavo in rame da 1200mmq).

I cavi verranno posati all'interno di cunicoli esistenti, non sono pertanto presenti opere attraversate se non le maglie di terra nel cunicolo sotto l'edificio blindato.

Di seguito si riporta una breve descrizione del tracciato previsto.

SE Sulcis

- La terna di cavi, partendo dai terminali SF₆/cavo, viaggerà all'interno di un cunicolo posto al di sotto del piano di pavimento della sezione blindata della stazione fino al raggiungimento del cunicolo a cielo aperto posto al di sotto del piano di campagna, per arrivare infine alla vasca di risalita ai terminali aria/cavo; da qui i cavi saranno staffati alle pareti del cunicolo posto sotto il prefabbricato ove è ubicata la sezione in blindato della stazione e, nel tratto terminale prima dell'ingresso nei cunicoli esterni, ancorati a terra. Proseguendo verso l'esterno, i cavi saranno staffati alle pareti dei cunicoli a cielo aperto posti nelle aree esterne della stazione, da dove



entreranno nelle vasche di arrivo e risaliranno al terminale Aria/cavo posto sul corrispondente portale porta terminali.

Considerata l'impossibilità di messa fuori servizio dell'intera stazione elettrica in fase di rimozione del cavo AT e della sua sostituzione, in fase esecutiva dell'opera si presterà particolare attenzione alle interferenze con altre linee ad alta tensione.

4 VINCOLI

Il territorio interessato dall'elettrodotto riguarda la Provincia di SUD SARDEGNA e CAGLIARI, sito nella Regione Sardegna.

Le opere si collocano in aree prettamente agricole, e comunque distanti dai centri storici.

Dalla lettura della carta dei vincoli è emerso che la zona di intervento interessa aree ad eterogenee connotazioni.

5 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA AEREA ESISTENTE

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del d.p.c.m. 08/07/2003. Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005. Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato TERNA, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego. Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate nel Doc. n° BLU/22101A1/PTO/DOC 04 "Caratteristiche componenti" allegato. L'elettrodotto aereo è costituito da una palificazione a semplice terna armata con tre fasi disposte in piano, ciascuna composta da due conduttori di energia.

5.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto aereo

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza	50 Hz
Tensione	220 kV
Corrente CEI 11-60 periodo invernale	1488 A



La portata in corrente in servizio normale del conduttore è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 220 kV in zona A.

5.2 Conduttori e corde di guardia

La linea aerea esistente è costituita per ciascuna fase elettrica da n. 2 conduttori (binato). Ciascun conduttore di energia è costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 431,18 mmq composta da n. 7 fili di acciaio del diametro 3 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3 mm, con un diametro complessivo di 27 mm. Il carico di rottura teorico del conduttore è di 12798 daN.

Le due corde di guardia hanno un diametro di 12,5 e 12,4 mm, di cui una incorporante 48 fibre ottiche e l'altra 24. La funzione della corda di guardia oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche serve anche a migliorare la messa a terra dei sostegni.

Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nell'elaborato Doc. n° BLU/22101A1/PTO/DOC 04 "Caratteristiche componenti". I conduttori hanno un'altezza da terra non inferiore a metri 7.00, arrotondamento per accesso della distanza minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

5.3 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - "every day stress"). Ciò assicura un'uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni. Nelle altre condizioni o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica. Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- **EDS** – Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h
- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- **MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **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: 0°C (Zona A) e -10°C (Zona B), vento a 65 km/h
- **CVS4** – Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h



Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

- **ZONA A** EDS=21% per il conduttore AA 27 mm

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS.

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori di energia, si rende necessario maggiorare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- 23°C in zona A

La linea in oggetto è situata in “**ZONA A**”.

5.4 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto (binato) corrisponde al “conduttore standard” preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldi e freddi. Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

5.5 Sostegni

I sostegni esistenti, della serie 220 kV, sono per la maggior parte di tipologia a semplice terna “a delta” o “asteriscati”, con conduttori in piano.

Solo i sostegni n. 3, 12 e 40 risultano avere i conduttori disposti a triangolo, mentre i sostegni 130 e 134 sono del tipo a doppia terna con i conduttori disposti “a bandiera”.

I sostegni si compongono di angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali. Ogni sostegno è costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona “A” che in zona “B”. Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia, limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita. Per la mitigazione dell'impatto delle linee elettriche sull'avifauna, per ridurre il rischio di elettrocuzione o collisione con le linee elettriche, si potrà prevedere di utilizzare delle spirali di



plastica colorata o sfere di poliuretano colorate di rosso e bianco sulla linea AT, o in alternativa l'utilizzo di dissuasori, quali ad esempio le sagome di uccelli predatori. Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, ci si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione. Ciascun sostegno si può considerare composto dagli elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi. 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 migliore adattamento, in caso di terreni acclivi. L'elettrodotto a 220 kV in semplice terna è stato realizzato utilizzando sostegni con conduttori disposti in piano.

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate 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. Successivamente 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 si siano determinate la posizione 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.

5.6 Isolamento

Per l'elettrodotto aereo 220 kV l'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione di esercizio di 220 kV, è realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN nei due tipi "normale", composito e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 16 elementi negli amari e nelle sospensioni. Le catene di sospensione sono del tipo a "I" (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro sono sempre due in parallelo. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

5.7 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 220 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.



- 120 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di amarro di un singolo conduttore binato.

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

5.8 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni. La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza. Ciascun piedino di fondazione è composto da:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell’angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

5.9 Messe a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare. Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

5.10 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, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria. Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 220 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A). 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 150 kV. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica. Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine 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.

6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA PARTE IN CAVO

6.1 Premessa

L'elettrodotto in cavo interrato da utilizzare in sostituzione di quello esistente avente caratteristiche di portata inferiore, della lunghezza di 0,220 km circa, sarà costituito da una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura metallica e guaina esterna in termoplastica. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di 2500 mm².

6.2 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche elettriche del cavo sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220 kV
Corrente nominale	1488 A
Potenza nominale	567 MVA

6.3 Composizione dell'elettrodotto in cavo AT

Il collegamento dell'elettrodotto in progetto sarà costituito dai seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 3 terminali per esterno lato linea;
- n. 3 terminali in Sf₆ per il collegamento al quadro blindato;
- n. 2 cassette di sezionamento per la messa a terra dello schermo cavo AT.

6.4 Modalità di posa e di attraversamento

Lo schema di posa dell'elettrodotto oggetto di sostituzione prevede lo staffaggio degli stessi in cunicoli a cielo aperto preesistenti segregati con idonei grigliati, e ancorato alle pareti dei cunicoli.

Tale schema prevede su tutto il percorso la posa in piano, sia orizzontale che verticale.

La profondità di posa dei cavi, all'interno nei cunicoli esistenti, varia tra i 1,20 m e i 2,80 m dal piano del terreno.

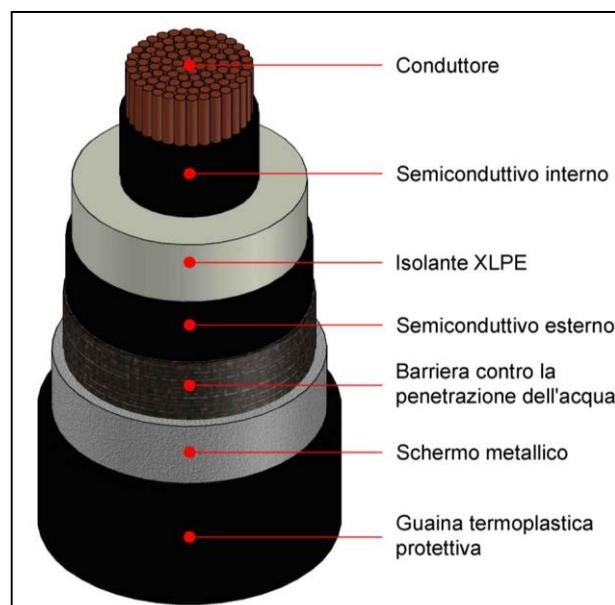
Le attività che verranno effettuate nell'ambito del lavoro di sostituzione della terna di cavo esistente, saranno le seguenti:

- Rimozione e successivo smaltimento del cavo esistente da sostituire;
- Smontaggio tralicci porta terminali da sostituire;
- Pulizia del cunicolo esistente lungo tutto il percorso di posa;
- Montaggio nuove staffe per l'ancoraggio del cavidotto all'interno del cunicolo e sulla risalita del cavo verso il quadro blindato ;
- Posa nuovo cavidotto AT;
- Fissaggio cavi XLPE;
- Esecuzione dei Terminali cavo per esterno lato linea aerea, mediante l'utilizzo di ponteggio;
- Installazione delle cassette di sezionamento della schermatura cavo;
- Montaggio terminali GIS lato quadro blindato;
- Installazione cassetta di sezionamento della schermatura cavo all'interno del GIS;
- Infilaggio nuovi terminali nel involucro GIS e iniezione gas Sf₆;

6.5 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore

Ciascun cavo d'energia a 220 kV sarà costituito da un conduttore a corda compatta circolare o Milliken, di rame ricotto non stagnato, tamponato e con una superficie esterna priva di tutte le imperfezioni visibili ad occhio nudo (ad esempio dentellature, tacche, rugosità non conformi ad un adeguato processo produttivo).

Le sezioni normalizzate dovranno essere conformi alla norma CEI EN 60228 (conduttori di classe 2) di sezione indicativa pari a circa 2500 mmq tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietereicolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina metallica longitudinalmente saldata, rivestimento in polietene con grafitatura esterna.



Tali caratteristiche potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

6.6 Giunti

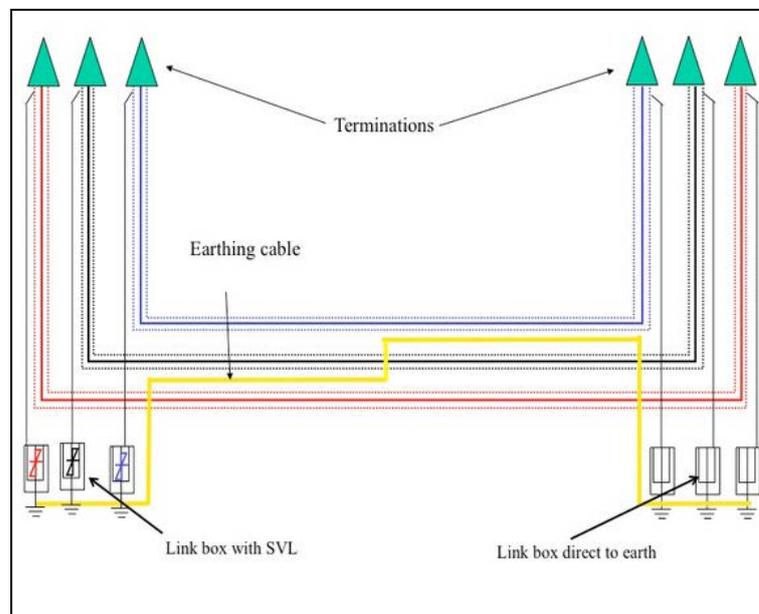
Essendo la tratta di lunghezza pari a circa 220 m non sono previsti giunti.

OPERE IN PROGETTO				
TRATTA	TIPOLOGIA ELETTRORDOTTO	LUNGHEZZA TRACCIATO	N° GIUNTI	COLLEGAMENTO SCHERMI
"Sulcis – Rumianca" Collegamento in cavo da sezione GIS a Terminale aria/cavo	Cavo interrato 220kV	220 m	Tratta unica	SINGLE POINT BONDING

In questo progetto vista la lunghezza ridotta della tratta in cavo da sostituire **si adotterà il sistema single point bonding.**

Nella modalità *single point*, utilizzata per collegamenti in cavo di lunghezza limitata (500 – 1000 m), gli schermi sono collegati a terra ad una estremità, mentre l'altra estremità è invece isolata da terra.

Lungo il percorso del cavidotto AT è necessario installare un cavo di compensazione di terra per le correnti di guasto.



Configurazione sistema single point

6.7 Cassette di sezionamento schermi

6.7.1 Cassette tipo A

Le cassette denominate "TIPO A" sono cassette unipolari per il sezionamento della schermatura del cavo (in prossimità dei terminali) con messa a terra diretta; si tratta di cassette di tipo unipolare per la



circuitazione e la messa a terra degli schermi metallici in corrispondenza dei terminali, esse sono costituite da una cassa metallica contenente le barrette di sezionamento e connessione. Tali cassette saranno posate sull'apposita predisposizione nei colonnini porta terminale.

6.7.2 Cassette tipo C

Le cassette denominate "TIPO C" sono cassette unipolari per il sezionamento della schermatura del cavo e messa a terra indiretta tramite scaricatori; si tratta di cassette di tipo unipolare per la messa a terra tramite scaricatori, esse sono costituite da una cassa metallica contenente le barrette di sezionamento e connessione, gli scaricatori a protezione agli schermi e il dispositivo di messa a terra.

Le cassette sono ubicate su apposito castello in acciaio e posati all'interno dell'edificio blindato.

6.8 Termosonde

Non si prevede la posa di termosonde essendo tutto il cavo staffato in cunicoli aperti e ispezionabili.

6.9 Segnalazione del cavo

Per lo stesso motivo di cui sopra non si prevede una segnalazione di sicurezza del cavo. Verrà invece prevista, se ritenuto necessario da parte del committente la posa di idonei cartelli di identificazione della codifica dell'elettrodotto con passo 20 metri.

6.10 Caratteristiche componenti

I disegni allegati (Doc. n° BLU/22101A1/PTO/DOC 04 "Caratteristiche Componenti") riportano la sezione tipica di scavo e di posa, la tipologia dei terminali da installare alle due estremità, le dimensioni di massima della buca giunti e le caratteristiche elettriche e dimensionali dei cavi e delle termosonde.

6.11 Rumore

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

6.12 Aree impegnate della parte in cavo

Il breve tratto di cavo da sostituire ricade interamente nella SE SULCIS, di proprietà di TERNA RETE ITALIA, condizione che non rende necessario determinare le "aree impegnate", cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto e di conseguenza non apporre il vincolo preordinato all'esproprio (previste dalla L. 239/04).

6.13 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il 6 ottobre 2012 è entrato in vigore il D.M. 10 agosto 2012 n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo" che definisce criteri per la gestione delle terre e rocce da scavo con il fine di migliorare l'uso delle risorse naturali e prevenire, nel rispetto dell'articolo 179, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, la produzione di rifiuti. Il decreto è stato aggiornato con DM n.120 del 13 giugno 2017 (pubblicato su G.U del 7-8-2017). Il Regolamento stabilisce, sulla base delle condizioni previste al comma 1, dell'articolo 184 -bis del decreto legislativo n.



152 del 2006 e successive modificazioni, i criteri qualitativi da soddisfare affinché i materiali di scavo, siano considerati sottoprodotti e non rifiuti (ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni), nonché le disposizioni comuni ad esso applicabile. Il regolamento stabilisce inoltre, le procedure e le modalità affinché la gestione e l'utilizzo dei materiali da scavo avvenga senza pericolo per la salute dell'uomo e senza recare pregiudizio all'ambiente.

7 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Utilizzando prevalentemente il tracciato e la palificata esistente, come si evince dalla planimetria CTR Doc. n.

- **BLU/22101A1/PTO/DIS 03 - Aerofotogrammetria con Fascia DpA;**

i tratti di elettrodotto da ripotenziare restano distanti da zone urbanizzate o di potenziale urbanizzazione e consentono di mantenere distanze dalle rare abitazioni tali da non indurre valori significativi di campi elettromagnetici.

Gli elaborati di seguito elencati riportano il tracciato sovrapposto alle carte catastali vigenti:

- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-1 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Portoscuso (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-2 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Gonnese (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-3 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Carbonia (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-4 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Iglesias (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-5 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Villamassargia (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-6 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Siliqua (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-7 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Villaspeciosa (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-8 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Decimomannu (CA)
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-9 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Uta (CA)
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-10 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Assemini (CA)

mentre dagli elaborati dei profili longitudinali:

• Doc. **BLU/22101A1/PTO/DIS 05**

illustranti lo stato esistente e alla massima temperatura di esercizio (55°), si possono evincere le quote dei recettori e dei conduttori dell'elettrodotto oggetto di studio.

Inoltre nella relazione CEM allegata al PTO, doc. n. BLU/22101A1/PTO/DOC 03, sono riportati i calcoli e le schede di dettaglio dei recettori interessati dal ripotenziamento.

Per il breve tratto di cavo AT da sostituire, essendo l'attività da realizzare all'interno della SE SULCIS, non si rende necessario verificarne gli effetti.



8 CRONOPROGRAMMA

Dall'ottenimento dell'autorizzazione, le attività di progettazione esecutiva, approvvigionamento materiali, stipula servitù e realizzazione avranno una durata prevista di circa 1 mese.

In ogni caso, in considerazione dell'urgenza e dell'importanza dell'opera, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento dell'impianto e la conseguente messa in servizio.

9 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di sicurezza vigente.

Poiché in cantiere saranno presenti più imprese, l'opera ricade negli adempimenti previsti dal DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione si provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo.

Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

10.1 Leggi

- *Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";*
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- *DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";*
- *Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";*
- *DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;*
- *Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 ";*



- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42”;*
- *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” e ss.mm.ii.;*
- *Legge 5 novembre 1971 n. 1086. “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato”;*
- *Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";*
- *Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”;*
- *Decreto Interministeriale del 05/08/1998 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;*
- *D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;*
- *CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;*
- *D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.*
- *Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». D. M. 17 gennaio 2018.*

10.2 Norme tecniche

10.2.1 Norme CEI

- *CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;*
- *CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;*
- *CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;*
- *CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;*
- *CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”, terza edizione, 1997:12;*
- *CEI 11-1, “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”, nona edizione, 1999-01;*
- *CEI 304-1 “Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza”, ed. prima 2005;*
- *CEI 106-11, “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”, prima edizione, 2006:02;*
- *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 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo”, terza edizione, 2006-07.*



RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 00

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **19** di
19

10.2.2 **Norme tecniche diverse**

- *Unificazione TERNA, "Linee a 220 kV".*



RELAZIONE CEM

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 03

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **1** di 19

RELAZIONE CEM

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO AT 220 kV

“RUMIANCA – SULCIS”

ALLEGATO AL PIANO TECNICO DELLE OPERE - Progettazione Definitiva

Storia delle revisioni		
Rev.01	del 20/09/2021	Aggiornamenti a seguito indicazioni TERNA
Rev.00	del 05/03/2021	Prima emissione

Elaborato		Verificato			Approvato
R. Izzo		M. Manfro			BiProject Srl



INDICE

INDICE.....	2
1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'ELETTRODOTTO OGGETTO DI VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO.....	7
3.1 Elettrodotto interessato dalla valutazione di campo elettrico e magnetico	7
3.2 Comuni interessati	7
3.3 Descrizione	7
3.4 Caratteristiche elettriche principali dell'opera	8
3.5 Disposizione delle fasi.....	8
4. VERIFICA DEL LIMITE DI ESPOSIZIONE	9
4.1 Campo elettrico.....	9
4.2 Campo magnetico.....	10
5. VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO	11
5.1 Metodologia di valutazione.....	11
5.2 Valutazione della DPA	12
5.2.1 Condizione elettrodotto esistente 220 kV 1488 A.....	13
5.1.1 Calcolo tridimensionale della fascia di rispetto.....	13
5.2 Individuazione e classificazione delle strutture potenzialmente sensibili.....	14
5.2.1 Metodo	14
5.2.2 Strutture categoria 1	16
5.2.3 Strutture categoria 2.....	16
5.2.4 Strutture categoria 3.....	17
6 CONCLUSIONI.....	17
7 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	18
7.1 LEGGI.....	18
7.2 NORME TECNICHE	19



1. PREMESSA

La presente relazione pone in evidenza i valori di emissione dei campi elettrici e magnetici del ripotenzamento della linea esistente 220kV in semplice terna "SE RUMIANCA- SE SULCIS", onde consentire il collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) da 20 MW in immissione e da ulteriori impianti in via di autorizzazione, con particolare riferimento a punti sensibili (strutture abitative, scuole, strutture sanitarie, ecc.), qualora presenti.

Inoltre ha lo scopo di evidenziare l'ottemperanza alla normativa vigente in merito ai campi elettrici e magnetici emessi dall'elettrodotto della Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale oggetto del presente piano tecnico delle opere.

Tali valutazioni sono state effettuate nel pieno rispetto del **D.P.C.M. dell'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", nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

I valori indicati sono i seguenti:

- **Limite di esposizione:** 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- **Valore di attenzione:** 10 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, da osservare negli ambienti abitativi, nelle aree gioco per l'infanzia, nelle scuole ed in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di quattro ore al giorno;
- **Obiettivo di qualità:** 3 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, che deve essere rispettato nella progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definite al punto precedente e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazione elettriche esistenti.

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla **Legge 22 febbraio 2001 n° 36**, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un



RELAZIONE CEM

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 03

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **4** di 19

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 (ora ISPRA), 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.

Le valutazioni in merito alla fascia di rispetto e dei campi elettromagnetici effettuate nella presente relazione si riferiscono alle opere di ripotenzamento individuate e descritte nella relazione tecnica generale, Doc n. **BLU/22101A1/PTO/DOC 02**, ovvero:

- **Ripotenzamento Elettrodotto 220kV aereo semplice terna "SE RUMIANCA- SE SULCIS".**

La proiezione al suolo della fascia di rispetto insieme alle eventuali strutture che interamente o in parte ricadono all'interno della medesima fascia, per cui oggetto di approfondimenti nella presente relazione ai fini dello studio sull'esposizione al campo magnetico, sono riportati in:

- **BLU/22101A1/PTO/DIS 03 - Aerofotogrammetria con Fascia DpA;**

mentre gli elaborati di seguito elencati riportano il tracciato sovrapposto alle carte catastali vigenti:

- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-1 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Portoscuso (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-2 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Gonnese (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-3 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Carbonia (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-4 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Iglesias (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-5 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Villamassargia (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-6 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Siliqua (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-7 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Villaspeciosa (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-8 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Decimomannu (CA) ;
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-9 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Uta (CA);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-10 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Assemini (CA).



2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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 magnetici alla frequenza di



rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti” che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l’induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;

- ha stabilito il valore di attenzione di 10 μT , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere;
- ha fissato, quale obiettivo di qualità, **da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti**, il valore di 3 μT .

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell’arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio.

Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell’intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la **Corte Costituzionale ha dichiarato l’illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici**, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione.

Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.¹

¹ Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente:” L’esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all’interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell’inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall’altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all’art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell’energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del “preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee” che, secondo l’art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l’attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l’impatto delle emissioni



3. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'ELETTRODOTTO OGGETTO DI VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO

3.1 Elettrodotto interessato dalla valutazione di campo elettrico e magnetico

L'Elettrodotto 220kV aereo esistente a semplice terna "**SE RUMIANCA- SE SULCIS**" da ripotenziare a una portata superiore a quella attualmente in esercizio, sarà oggetto di valutazione diretta dei campi elettrici e magnetici.

3.2 Comuni interessati

Le opere di progetto, oggetto della presente Relazione, interessano i comuni di PORTOSCUSO, GONNESA, CARBONIA, IGLESIAS, VILLAMASSARGIA, SILIQUA e VILLASPECIOSA in Provincia di SUD SARDEGNA, e i comuni di DECIMOMANNU, UTA e ASSEMINI in Provincia di CAGLIARI, siti nella Regione Sardegna.

3.3 Descrizione

Il progetto prevede, sostanzialmente, il ripotenziamento della linea esistente "**SE RUMIANCA- SE SULCIS**" con caratteristiche di portata superiore a quella attualmente in esercizio. La linea in oggetto risulta così composta:

- **SE RUMIANCA- SE SULCIS**: codice di rete 22101 A1 ($\pm 53,3$ km)

Utilizzando quindi esclusivamente il tracciato e la palificata esistente, come si evince dalla Corografia doc. n. BLU/22101A1/PTO/DIS 01, è stata individuata la soluzione più funzionale, che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. In totale la linea da ripotenziare avrà una lunghezza pari a circa **53,3 Km**. Tutto il territorio interessato dal tracciato è destinato a uso agricolo ad eccezione delle campate afferenti le Stazioni elettriche, ricadenti in aree industriali. Tale tracciato resta distante da zone urbanizzate o di potenziale urbanizzazione e consente di mantenere distanze dalle poche abitazioni presenti e ricadenti nella fascia D.p.A. tali da non indurre valori significativi di campi elettromagnetici, come dimostrato nei paragrafi seguenti. Per quanto riguarda l'esposizione ai campi elettrici e

elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l'insediamento degli stessi".

magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti, sono rispettati i vincoli prescritti dalla normativa vigente (legge n ° 36 del 22/02/2001 e relativo D.M. attuativo del 29/05/2008).

A tal proposito si evidenzia che lungo il tracciato della direttrice, nell'attuale assetto del territorio preso a base del progetto, sono presenti costruzioni di tipo abitativo o di altro genere, di cui nei seguenti paragrafi si riporta l'analisi di dettaglio.

3.4 Caratteristiche elettriche principali dell'opera

L'elettrodotto esistente da ripotenziare è costituito da sostegni del tipo a semplice terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, con conduttori disposti in piano ad eccezione dei sostegni n. 3, 12 e 40 che risultano avere i conduttori disposti a triangolo, mentre i sostegni n. 130 e 134 sono del tipo a doppia terna con i conduttori disposti "a bandiera".

Essi sono costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati; ogni fase è costituita da due conduttori (binato) di energia costituito da alluminio-acciaio della sezione complessiva di 431,18 mmq composta da n. 7 fili di acciaio del diametro 3 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3 mm, con un diametro complessivo di 27 mm.

Il carico di rottura teorico del conduttore è di 12798 daN. Le due corde di guardia hanno un diametro di 12,5 e 12,4 mm, di cui una incorporante 48 fibre ottiche e l'altra 24.

Le caratteristiche elettriche dei conduttori che lo costituiscono sono:

PARAMETRO	VALORE
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220 kV
Portata Massima in corrente	1488 A
Tipo di conduttore	AA
Diametro del conduttore (x2)	27 mm

Tali caratteristiche sono quelle considerate ai fini del calcolo del campo elettrico e magnetico e sono riportate nei documenti allegati alla documentazione di progetto. In particolare, si faccia riferimento al documento:

- Doc. **BLU/22101A1/PTO/DOC 04 - CARATTERISTICHE COMPONENTI**

3.5 Disposizione delle fasi

Così come previsto dal documento ISPRA "Disposizioni integrative/interpretative linee guida decreti 29/05/2008", per ogni elettrodotto esistente o in progetto che sia oggetto della presente analisi tecnica sui campi elettromagnetici, sarà considerata la reale disposizione

geometrica delle fasi elettriche. Data la prevalenza di sostegni con conduttori posti “in piano”, sarà applicata tale geometria per i seguenti calcoli.

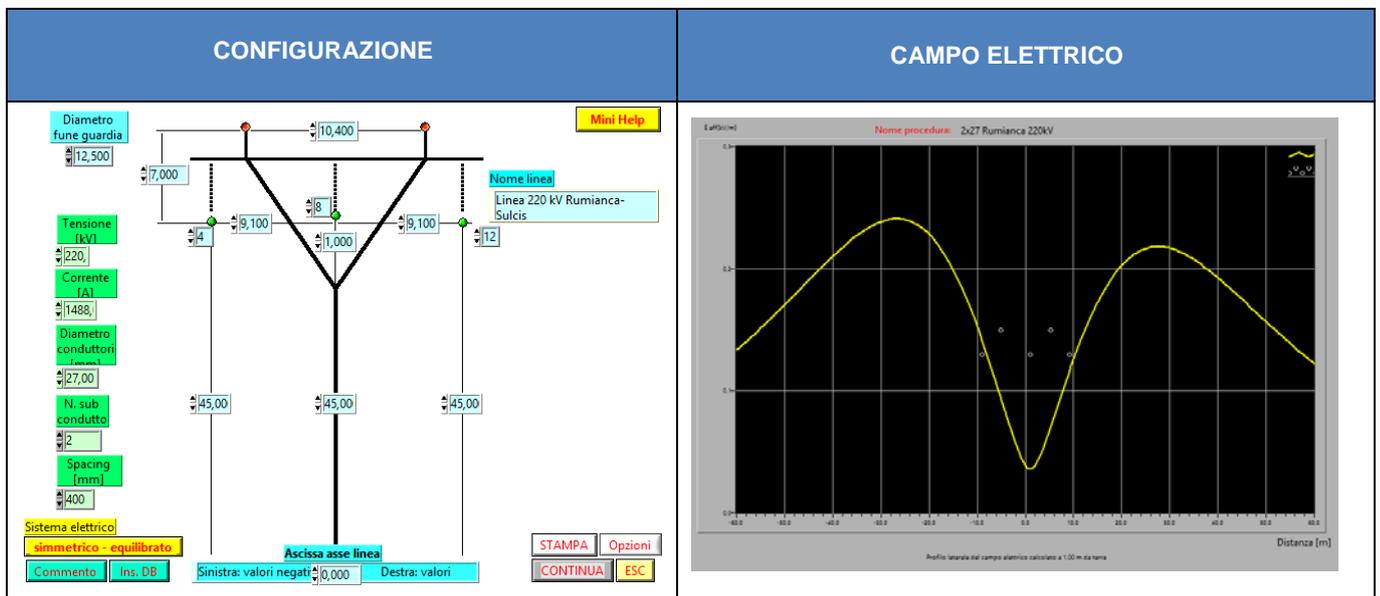
4. VERIFICA DEL LIMITE DI ESPOSIZIONE

4.1 Campo elettrico

Così come illustrato nel precedente paragrafo, il D.P.C.M. dell’8 luglio 2003 in merito al rispetto dell'esposizione ai campi elettrici prevede un limite di esposizione di 5 kV/m. Per gli elettrodotti aerei la valutazione del campo elettrico al suolo è avvenuta mediante l’impiego del software “EMF Vers 4.08” sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4. La configurazione della geometria dei sostegni e i valori delle grandezze elettriche sono quelli riportati nel capitolo precedente e nelle relazioni tecniche illustrative allegate alla documentazione progettuale e coincidono con le reali condizioni di installazione. Per la progettazione del nuovo elettrodotto aereo sono stati utilizzati i seguenti franchi minimi:

- elettrodotto aereo in semplice terna 220kV - **franco minimo da terra di 7m.**

La valutazione del campo elettrico è avvenuta nelle condizioni maggiormente conservative, effettuando una simulazione considerando l'effettiva disposizione geometrica dei conduttori nello spazio, ad un'altezza utile pari al franco minimo previsto da progetto (7m).



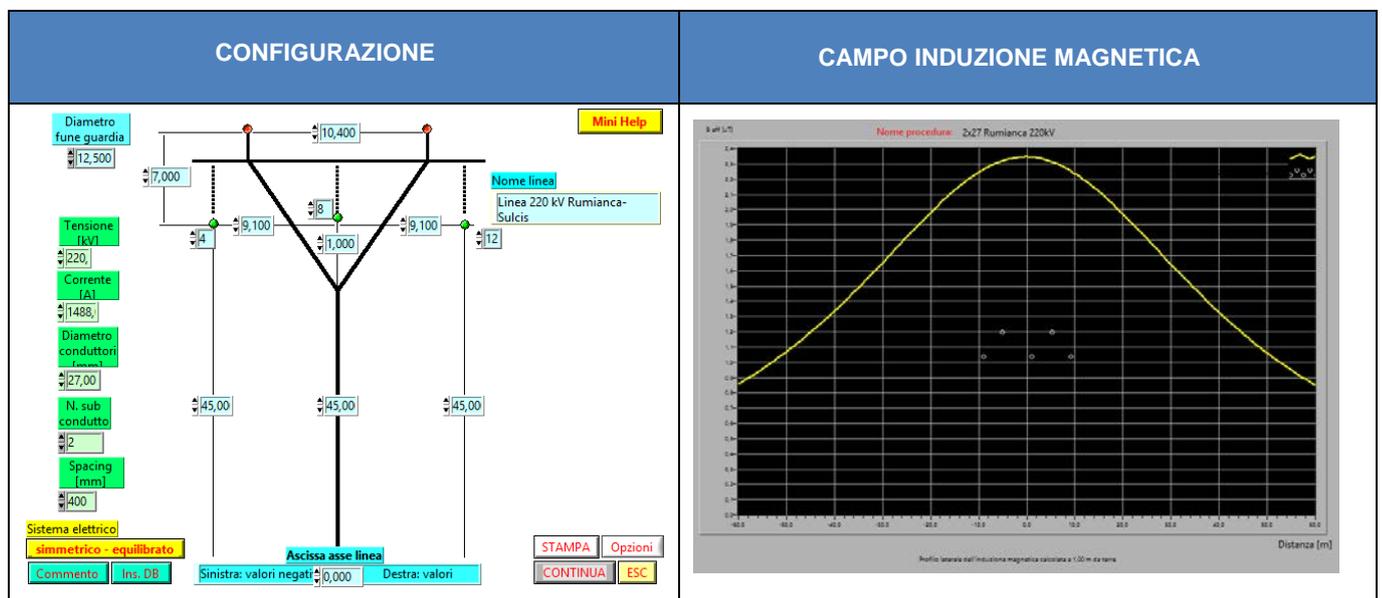
Come si evince dalle simulazioni effettuate il valore del campo elettrico, a 1.5 m dal suolo, è **sempre inferiore** al limite di esposizione di 5 kV/m previsto dal DPCM 08/07/03.

4.2 Campo magnetico

La valutazione del campo magnetico, ai fini del rispetto del Limite di esposizione di $100 \mu\text{T}$ (come definito dal D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 nonché dalla "Metodologia di calcolo" approvata con D.M. 29 maggio 2008), è avvenuta mediante l'impiego del software "EMF Vers 4.08" sviluppato per T.E.R.NA. dal CESI in aderenza alla norma CEI 211-4. Per gli elettrodotti aerei, la configurazione geometrica dei sostegni ed i valori delle grandezze elettriche sono quelle riportati nel capitolo precedente e nella relazione tecnica illustrativa allegata alla documentazione progettuale e coincidono con le reali condizioni di installazione. Per la progettazione del ripotenziamento dell'elettrodotto aereo sono stati utilizzati i seguenti franchi minimi:

- elettrodotto aereo in semplice terna 220kV - **franco minimo da terra di 7m.**

La valutazione del rispetto del Limite di esposizione al campo magnetico è avvenuta nelle condizioni maggiormente conservative, considerando l'effettiva disposizione geometrica dei conduttori nello spazio, ad un'altezza utile pari al franco minimo previsto da progetto (7m), e la "Portata Massima in corrente del conduttore" come valore di corrente in simulazione, come da caratteristiche tecniche del conduttore indicato al paragrafo 3.3.



Come si evince dalle simulazioni effettuate il valore del campo magnetico, **a 1.5 m dal suolo, è sempre inferiore al limite di esposizione di $100 \mu\text{T}$** previsto dal DPCM 08/07/03.

5. VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

5.1 Metodologia di valutazione

Per la valutazione della fascia di rispetto e del campo di induzione magnetica a cui sono esposti eventuali recettori sensibili, si procederà utilizzando la seguente metodologia:

- **Step 1:** si procede alla valutazione tridimensionale del campo di induzione magnetica immaginando la sovrapposizione degli effetti generati da tutti gli elettrodotti (esistenti e di nuova costruzione) nelle reali condizioni di installazione, ipotizzando circolante la massima corrente prevista. Si calcola la fascia di rispetto e quindi la sua proiezione al suolo (DPA).
- **Step 2:** si individuano le strutture potenzialmente sensibili, ovvero quei manufatti che ricadono interamente o parzialmente all'interno della proiezione al suolo della fascia di rispetto. Esse vengono quindi schedate e classificate attraverso l'analisi della documentazione catastale, delle carte tecniche regionali e da sopralluoghi in situ. Qualora all'interno della proiezione a terra della fascia di rispetto non si evincano strutture potenzialmente sensibili, o se presenti quest'ultime non sono classificabili come recettori sensibili, le procedure di valutazione dell'esposizione ai campi magnetici è conclusa. Se invece, all'interno della fascia di rispetto sono presenti strutture classificate come recettori sensibili (per cui necessita uno studio approfondito e puntuale sull'esposizione ai campi magnetici) la procedura prosegue con i successivi step di seguito descritti.
- **Step 3:** si effettua una valutazione di campo di induzione magnetica, generato dal solo contributo degli elettrodotti esistenti sempre considerati nelle reali condizioni di installazione. Così come previsto dalla metodologia di cui al documento ISPRA "Disposizioni integrative/interpretative sui decreti del 29/05/2008", si utilizza, come valore di corrente di esercizio, la massima mediana giornaliera nelle 24 ore. Per le strutture potenzialmente sensibili all'interno della proiezione al suolo della fascia di rispetto, si calcola il valore di induzione magnetica denominato B_{max} .
- **Step 4:** si effettua una nuova valutazione del campo di induzione magnetica, questa volta generato sia dagli elettrodotti esistenti che da quelli di nuova costruzione, entrambi sempre considerati nelle reali condizioni di installazione, e in cui circolano le rispettive correnti di seguito riportate:
 - Per gli elettrodotti esistenti: il valore massimo della mediana giornaliera nelle 24 ore;
 - Per gli elettrodotti di nuova costruzione: il valore della portata di corrente.

A conclusione di questa fase, per le strutture interessate, sarà stata determinato il valore cumulato denominato BTOT.

Questo valore tiene conto dell'effetto cumulato generato dagli elettrodotti esistenti e da quelli di nuova realizzazione;

- **Step 5:** si procede quindi a verificare che la realizzazione dei nuovi elettrodotti non peggiori sostanzialmente l'esposizione al campo di induzione magnetica. La verifica per i singoli recettori sarà la seguente:

$$B_{TOT} \leq 10 \quad \text{se} \quad B_{MAX} < 10$$

$$B_{TOT} \leq B_{MAX} + 0.1 \quad \text{se} \quad B_{MAX} \geq 10$$

5.2 Valutazione della DPA

Con riferimento all'elettrodotto da ripotenziare, al fine di avere una stima della DPA in condizione di assenza d'interferenze (parallelismi, incroci, deviazioni, ecc.) ovvero in condizioni imperturbate, sono state effettuate alcune simulazioni con il programma "EMF Versione 4.08" con cui è stata individuata una dimensione di massima della DPA.

Tali simulazioni sono state effettuate con le configurazioni geometriche ed i valori delle grandezze elettriche già riportate nei capitoli precedenti e nelle relazioni tecniche illustrative.

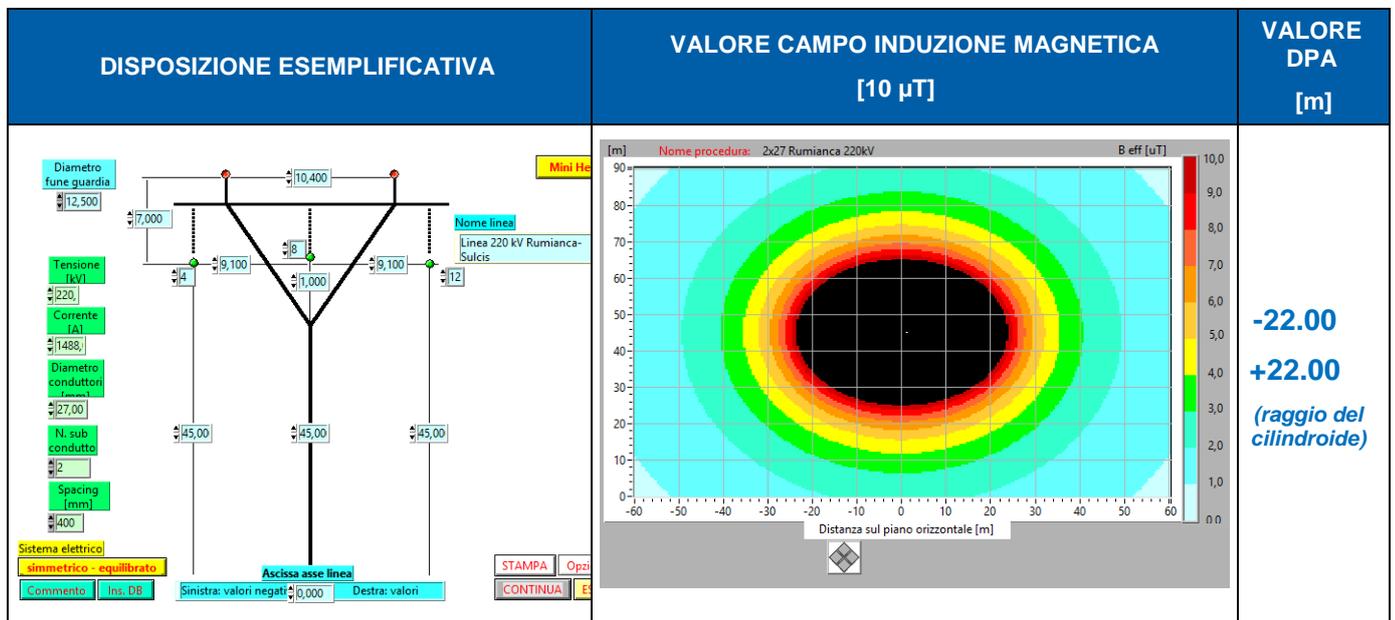


Tabella 1



5.2.1 Condizione elettrodotto esistente 220 kV 1488 A

Nelle figure precedenti sono riportati rispettivamente i diagrammi (Tabella 1 - Profili laterali e Mappe verticali) dell'induzione magnetica e del campo elettrico in funzione della distanza orizzontale dall'asse dell'elettrodotto.

Come si evince dalla tabella relativa ai profili del campo elettrico e magnetico, alla distanza di -22,00 metri e 22,00 metri dall'asse dell'elettrodotto aereo a 220 kV i corrispondenti valori, a 0 metri dal suolo, sono inferiori ai limiti di legge (10 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico). Per quanto riguarda l'andamento della mappa verticale, dal diagramma si evince che alla distanza di -22,00 metri e 22,00 metri dall'asse linea a 220 kV, per qualsiasi altezza dal suolo, i valori del campo elettrico e induzione magnetica sono inferiori ai predetti limiti di legge. Comunque l'andamento della mappa verticale permette di definire una fascia al suolo delimitata da due rette parallele dall'asse dell'elettrodotto distanti da esso di -22,00 metri e 22,00 metri: per qualsiasi punto situato all'esterno di tale fascia, per qualunque altezza, il valore dell'induzione è minore di 10 μ T, lo stesso discorso vale per la mappa verticale inerente il campo elettrico.

I valori di DpA ottenuti sono pari a -22,00m e 22,00m rispetto all'asse linea esistente.

5.1.1 Calcolo tridimensionale della fascia di rispetto

Per il calcolo delle fasce di rispetto (di cui allo step 1 della procedura descritta al paragrafo 5.1) si è proceduto ad una simulazione **tridimensionale**.

Nella simulazione sono state utilizzate le seguenti ipotesi:

- Configurazione dei tratti di linea di nuova costruzione ed esistenti (sostegni e conduttori) nelle reali condizioni di installazione in termini di:
 - Posizionamento del Sostegno (Coordinate ed altezza sul livello del mare)
 - Geometria dei sostegni
 - Tipologia conduttori
 - Parametri di tesatura (di rilievo)

Per l'elettrodotto interessato dal presente studio, i valori di corrente caratteristici e quindi da adottare nelle diverse fasi di simulazione così come esposto al precedente paragrafo, sono:



RELAZIONE CEM

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 03

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **14** di
19

ASSET (Nuovo / Esistente)	CODICE LINEA	NOME COLLEGAMENTO	TENSIONE [kV]	ST/DT	TIPO	CONDUTTORE [mm ²]	Portata in corrente [A]
E	22101A1	Ripotenziamento <i>Elettrodotto 220kV aereo semplice terna "SE Rumianca – SE Sulcis"</i>	220	ST	Aereo	2 x AA 431.18	1488 (Massima)

La proiezione al suolo della fascia di rispetto è riportata su due differenti tipologie di elaborati in modo da poterne evidenziare i differenti aspetti. In particolare, si è provveduto a riportare le informazioni su carta tecnica regionale e su planimetria catastale per ogni comune interessato, come mostrato nei documenti sotto indicati:

- Planimetrie catastali con DPA suddivise per comuni interessati;
- Doc. **BLU/22101A1/PTO/DIS 03** Planimetria CTR con DPA;

Inoltre dagli elaborati dei profili longitudinali:

- Doc. **BLU/22101A1/PTO/DIS 05** - Profilo esistente;

si possono evincere le quote dei recettori e dei conduttori dell'elettrodotto oggetto di studio.

5.2 Individuazione e classificazione delle strutture potenzialmente sensibili

5.2.1 Metodo

Calcolata la fascia di rispetto, mediante le informazioni desunte da:

- Cartografia su Carta Tecnica Regionale;
- Foto
- Planimetrie e visure catastali (aggiornate a Gennaio 2021)
- Sopralluoghi in sito

le strutture ricadenti interamente o parzialmente all'interno della medesima fascia vengono prima individuate (di cui allo step 2 della procedura descritta al precedente paragrafo) e poi classificate secondo tre differenti categorie, come di seguito indicato:

- **Strutture categoria 1**: strutture presenti sulla planimetria catastale e/o CTR ma che non risultano presenti da sopralluoghi in sito;



RELAZIONE CEM

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 03

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **15** di
19

- **Strutture categoria 2:** strutture presenti in sito, individuate con ricorso a tutte le informazioni disponibili, e che non sono classificabili come “luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere”, dal momento che ricorrono le seguenti condizioni:
 - Da visure catastali i fabbricati non sono residenziali, ma sono classificati come “fabbricati rurali”;
 - Da sopralluoghi effettuati essi risultano depositi agricoli, ruderi, serre, etc.;
 - Lo stato di conservazione dei luoghi rende ipotizzabile uno stato di abbandono e/o uno stato di totale inabitabilità degli stessi.
- **Strutture categoria 3:** strutture presenti su planimetria e/o individuate da sopralluoghi in situ e che possono essere classificabili come “luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle quattro ore giornaliere”.

Vale la pena evidenziare che tutte le strutture quali "ruderi", "baracche", "tettoie", "deposito attrezzi", "deposito agricoli", non possono essere considerate in alcun modo recettori sensibili dal momento che per le loro caratteristiche non hanno le condizioni di abitabilità o che consentono la permanenza di persone per un tempo superiore alle 4 ore giornaliere.

Inoltre, con particolare riferimento ai "**ruderi**", se pure si volesse procedere ad una ristrutturazione per renderlo agibile, tale opera richiederebbe il rilascio di un titolo edilizio (DIA, Permesso di Costruire o altro atto) da parte dell'Ufficio tecnico del Comune in cui ricade la struttura.

Il titolo autorizzativo per la ristrutturazione del rudere risulterebbe non rilasciabile per le seguenti motivazioni:

- durante l'iter di autorizzazione degli elettrodotti sono vigenti le misure di salvaguardia emanate con l'Avvio del Procedimento Autorizzativo;
- l'ottenimento dell'Autorizzazione come noto comporta ope legis, il cambio di destinazione urbanistica delle aree interessate e conseguentemente l'applicazione del disposto dell'articolo 4, comma 1, lett. h della Legge 36/2001.

Le strutture potenzialmente sensibili sono individuate su due differenti tipologie di elaborati in modo da poterne evidenziare i differenti aspetti. In particolare, si è provveduto a riportare le informazioni su carta tecnica regionale, come mostrato nei documenti sotto indicati:

- BLU/22101A1/PTO/DIS 03 - Aerofotogrammetria con Fascia DpA;

e su planimetria catastale:



RELAZIONE CEM

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 03

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **16** di
19

- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-1 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Portoscuso (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-2 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Gonnese (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-3 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Carbonia (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-4 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Iglesias (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-5 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Villamassargia (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-6 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Siliqua (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-7 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Villaspeciosa (SU);
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-8 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Decimomannu (CA)
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-9 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Uta (CA)
- BLU/22101A1/PTO/DIS 04-10 - Planimetria Catastale D.p.A. Comune di Assemini (CA)

5.2.2 Strutture categoria 1

Dall'analisi effettuata, non si evincono strutture ricadenti interamente e/o parzialmente all'interno della fascia di rispetto classificabili come appartenenti a questa categoria.

5.2.3 Strutture categoria 2

Dall'analisi effettuata, si evidenziano le seguenti strutture classificabili in questa categoria:

TRATTA SULCIS-RUMIANCA											
Id Struttura	CAMPATA	DATI CATASTALI				VISIBILI			CORDINATE WGS84-33N		CATEGORIA
		COMUNE	FG.	PT.	TIPOLOGIA STRUTTURA	CTR	CAT.	SITU	X	Y	
01	10-11	Gonnese	14	1049	Chiosco di manovra tubazioni Carbosulcis	NO	NO	si	451074.28	4340899.39	2
02	21-22	Carbonia	1	36	Stalla	si	si	si	455279.94	4341991.92	2
03	24-25	Carbonia	2	1097	Stalla	si	si	si	456339.36	4342260.20	2
06	57-58	Villamassargia	502	1458	Baracca	NO	NO	si	469129.52	4345483.66	2
07	87-88	Siliqua	413	171	Stalla	si	si	si	482352.16	4344777.59	2
08	107-108	Uta	39	94	Stalla	si	si	si	491027.02	4343450.97	2



RELAZIONE CEM

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 03

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **17** di
19

5.2.4 Strutture categoria 3

Dall'analisi effettuata, si evincono strutture ricadenti interamente e/o parzialmente all'interno della fascia di rispetto classificabili come appartenenti a questa categoria.

Nell'allegato alla presente relazione "Schede Recettori" sono riportate le schede di dettaglio dei recettori indicati in tabella, con le relative sezioni puntuali. La tabella di seguito riportata riassume tutte le strutture censite ed oggetto di analisi.

TRATTA SULCIS-RUMIANCA											
Id Struttura	CAMPATA	DATI CATASTALI				VISIBILI			CORDINATE WGS84-33N		CATEGORIA
		COMUNE	FG.	PT.	TIPOLOGIA STRUTTURA	CTR	CAT.	SITU	X	Y	
04	24-25	Carbonia	40	228	Casa	si	si	si	456428.41	4342275.93	3
05	24-25	Carbonia	40	164	Casa	si	si	si	456478.35	4342278.28	3

Si evince che 2 strutture potenzialmente sensibili esaminate rientrano nella categoria 3, ovvero presenti in situ e classificabili come "luogo adibito a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere".

Per questi 2 recettori sono previsti dei declassamenti, pertanto si ritiene opportuno classificarli in Categoria 2 data la loro futura destinazione d'uso.

Tali misure consentono il rispetto delle norme e, come si evince dai grafici di dettaglio allegati alla presente relazione:

- **DOC. BLU/22101A1/PTO/DOC 03A - AII. A SCHEDE RECETTORI**

qualsiasi sagoma ricadente nella DpA risulta verificata.

6 CONCLUSIONI

La soluzione tecnica prevista per la realizzazione del ripotenziamento è scaturita da una attenta e puntuale verifica del territorio circostante, i cui fattori principali sono stati i seguenti:

- evitare l'interferenza con aree adibite a insediamenti urbanistici, aree gioco, ambienti scolastici ecc.;



RELAZIONE CEM

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 03

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **18** di
19

- evitare l'interferenza con aree protette o sottoposte a vincoli particolari quali zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- evitare qualsiasi contrasto con gli strumenti urbanistici adottati dai comuni attraversati, con particolare riferimento alle aree destinate da eventuali future trasformazioni;
- riutilizzo di "corridoi" che siano meno pregiudizievoli dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico dell'opera elettrica.
- ottimizzare i collegamenti elettrici utilizzando il tracciato esistente salvaguardando nello stesso tempo eventuali presenze di zone antropizzate;
- minimizzare l'impatto ambientale e le interferenze.

Le valutazioni effettuate confermano che il tracciato dell'elettrodotto oggetto di questa relazione è stato sviluppato in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003:

- il valore del campo elettrico è sempre inferiore al limite fissato in 5 kV/m;
- il valore del campo di induzione magnetica valutato in asse linea a 1.5 m di altezza dal suolo è sempre inferiore al Limite di esposizione di 100 μ T;
- all'interno della DPA ricadono **2 strutture** classificabili come recettori sensibili ovvero "luoghi adibiti alla permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere" per i quali è stato previsto un declassamento.

Alla luce di quanto sopra evidenziato, si può affermare che il nuovo ripotenziamento della linea esistente in semplice terna, così come progettato, si sviluppa su aree non a rischio, nel pieno rispetto di quanto prescritto all'art. 4 (Obiettivi di qualità) del D.M. 29 Maggio 2008.

7 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

7.1 LEGGI

- *Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";*
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";*
- *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- *DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";*



RELAZIONE CEM

Codifica
BLU/22101A1/PTO/DOC 03

Rev. 01
del 20/09/2021

Pagina **19** di
19

- *Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";*
- *DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;*
- *Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;*
- *Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 ";*
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";*
- *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";*
- *Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";*
- *Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";*
- *Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";*

7.2 NORME TECNICHE

- *CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;*
- *CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;*
- *CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07;*
- *CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;*
- *CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;*
- *CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02.*

