

Proponente

GONNOSFANADIGA LTD

GONNOSFANADIGA LIMITED

Sede Legale: Bow Road 221 - Londra - Regno Unito
Filiale Italiana: Corso Umberto I, 08015 Macomer (NU)

Provincia del Medio-Campidano
Comuni di Gonnosfanadiga e Guspini

Nome progetto

**Impianto Solare Termodinamico della potenza lorda di
55 MWe denominato "GONNOSFANADIGA"**



VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

PROGETTO PRELIMINARE DELLE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

Titolo Documento:

RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA

Sviluppo:



Energogreen Renewables S.r.l.

Via E. Fermi 19, 62010 Pollenza (MC)

www.energogreen.com

e-mail: info@energogreen.com

			GN_PPOCRELTECN001
0	01/2014	Emissione per Istanza di VIA	
Rev.	Data	Descrizione	
			Codice di Riferimento
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata			

Gruppo di lavoro Energogreen Renewables:




*Energogreen Renewables Srl
Via E. Fermi, 19 - 62010 - Pollenza (MC)*

- 1. Dott. Ing. Cecilia Bubbolini*
- 2. Dott. Ing. Loretta Maccari*
- 3. Dott. Ing. Carlo Foresi*
- 4. Dott. Ing. Devis Bozzi*


Consulenza Esterna:

- Dott. Arch. Luciano Viridis: Analisi Territoriale*
- Dott. Manuel Floris: "Rapporto Tecnico di Analisi delle Misure di DNI - Sito Gonnosfanadiga (VS)"*
- Dott. Agr. Vincenzo Satta: "Relazioni su Flora, Vegetazione, Pedologia e Uso del Suolo"*
- Dott. Agr. Vincenzo Sechi: "Relazione faunistica"*
- Dott. Agr. V. Satta e Dott. Agr. V. Sechi: "Relazione Agronomica"*
- Dott. Geol. Eugenio Pistolesi: "Indagine Geologica Preliminare di Fattibilità"*
- Studio Associato Ingg. Deffenu e Lostia: "Documento di Previsione d'Impatto Acustico"*
- Dott. Arch. Leonardo Annessi: Rendering e Fotoinserimenti*
- Tecsa S.r.l.: "Rapporto Preliminare di Sicurezza"*

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "CONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	


INDICE

PREMESSA	4
1. SCHEMA DELLA CONNESSIONE	6
1.1. Elettrodotto: Individuazione del tracciato	8
1.2. INQUADRAMENTO SU PPR	14
1.3. INQUADRAMENTO SU PAI E PSFF	18
1.4. Inquadramento su Pianificazione Comunale.....	26
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE.....	28
2.1. ELETTRDOTTO INTERRATO.....	28
2.1.1. Tipologia di Cavo.....	28
2.1.2. Sistema di Telecomunicazioni	35
2.2. CONNESSIONE ALLA LINEA AT: nuovo stallo in Stazione elettrica	37
3. IMPATTI AMBIENTALI	39
3.1. RUMORE	39
3.2. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	39
3.2.1. Richiami Normativi	45
3.3. CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO	47
3.3.1. Metodologia di Calcolo	51
3.3.2. Risultati delle Analisi.....	54
3.3.3. Confronto con i Limiti di Esposizione Previsti	56
4. CONCLUSIONI.....	57


GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

INDICE FIGURE

<i>Figura 1: Estratto Inquadramento Opere di Connessione su Ortofoto</i>	7
<i>Figura 2: Elettrodotto di Connessione – Immissione su SS197</i>	8
<i>Figura 3: Elettrodotto di Connessione - Attraversamento "Riu Terra Maistus"</i>	8
<i>Figura 4: Elettrodotto di Connessione - Svolta per località Santu Perdu</i>	9
<i>Figura 5: Elettrodotto di Connessione - Immissione su SS126</i>	10
<i>Figura 6: Elettrodotto di Connessione - Attraversamento "Riu Urralidi"</i>	10
<i>Figura 7: Elettrodotto di Connessione – Attraversamento canale di scolo "Tortu"</i>	10
<i>Figura 8: Elettrodotto di Connessione - Attraversamento con strada locale</i>	11
<i>Figura 9: Elettrodotto di Connessione - Immissione su SP64</i>	11
<i>Figura 10: Elettrodotto di Connessione – Attraversamento fosso</i>	12
<i>Figura 11: Elettrodotto di Connessione – Arrivo in SE in progetto</i>	12
<i>Figura 12: Linea RTN a 220 kV "Sulcis-Oristano" da SP64 in direzione Nord</i>	13
<i>Figura 13: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PPR 2006</i>	14
<i>Figura 14: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PPR 2013: Beni paesaggistici</i>	16
<i>Figura 15: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PPR 2013: Insediamenti storici e contesti identitari</i>	17
<i>Figura 16: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PAI: Pericolo Idraulico e Geomorfologico</i>	19
<i>Figura 17: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PAI: Rischio Idraulico e Geomorfologico</i>	20
<i>Figura 18: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PSFF (FP018, FP019, FP020, FP021, FP022, FP023, FP025, FP029)</i>	25
<i>Figura 19: Opera in progetto – Inquadramento su PUC del Comune di Guspini</i>	27
<i>Figura 20: Caratteristiche cavo Nexans</i>	28
<i>Figura 21: Sezione Cavo AT tipo</i>	29
<i>Figura 22: Modalità di posa dei cavi interrati</i>	30
<i>Figura 23: Sezioni tipo posa cavo interrato in piano</i>	30
<i>Figura 24: Sezioni tipo posa cavo interrato a trifoglio</i>	31
<i>Figura 25: Tipo Ancoraggio Canalette per Cavi</i>	32
<i>Figura 26: Esempio raccordo zancatura e trincea</i>	32
<i>Figura 27: Esempio attraversamento teleguidato o microtunneling</i>	33
<i>Figura 28: Tipo Camera Giunti: Sezione e Pianta</i>	34
<i>Figura 29: Esempio di cavo unipolare idoneo ed inglobante fibra ottica</i>	35
<i>Figura 30: Esempio di cavo in fibra ottica esterno</i>	36
<i>Figura 31: Esempio stallo in Stazione Elettrica in entra-esce sulla linea RTN - Sezione</i>	37

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

<i>Figura 32: Esempio stalli in Stazione Elettrica in entra-esce sulla linea RTN - Pianta</i>	<i>38</i>
<i>Figura 33: Esempio stallo in Stazione Elettrica</i>	<i>38</i>
<i>Figura 34: Spettro elettromagnetico</i>	<i>40</i>
<i>Figura 35: Spettro Elettromagnetico – Corrente diretta</i>	<i>41</i>
<i>Figura 36: Campo Elettrico generato da un elettrodotto aereo nelle configurazioni tipiche e valutato ad 1 metro dal suolo</i>	<i>42</i>
<i>Figura 37: Campo Magnetico generato da un elettrodotto aereo nelle configurazioni tipiche e valutato ad 1 metro dal suolo</i>	<i>43</i>
<i>Figura 38: Rappresentazione della fascia di rispetto D.P.A. per cavi interrati disposti in piano</i>	<i>48</i>
<i>Figura 39: Rappresentazione della fascia di rispetto D.P.A. per cavi interrati disposti a trifoglio</i>	<i>49</i>
<i>Figura 40: Schematizzazione campo di induzione magnetica B</i>	<i>52</i>

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNONOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

PREMESSA

La società Gonnosfanadiga LTD intende realizzare un impianto solare termodinamico di potenza lorda pari a 55 MWe, impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Lo sviluppo del progetto è stato affidato alla società scrivente Energogreen Renewables Srl.

Il sito di ubicazione dell'opera ricade in un'area compresa fra i Comuni di Gonnosfanadiga e Guspini, in Provincia del Medio Campidano.

L'impianto solare termodinamico è completamente ricadente nel comune di Gonnosfanadiga mentre le opere di connessione alla RTN interessano anche il comune di Guspini.

L'area selezionata ad ospitare l'impianto solare è classificata, secondo il Programma di Fabbricazione vigente di Gonnosfanadiga come "Zone E – Aree agricole".

Ai sensi del comma 7 dell'art. 12 del D.lgs. 387 del 29 dicembre 2003, la costruzione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è consentita in zone classificate agricole dai piani urbanistici comunali.


"7. Gli impianti di produzione di energia elettrica, di cui all'articolo 2, comma 1, lettere b) e c), possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici."

Dove, per chiarezza, l'art.2 comma 1, lettere b) e c) recita:

"b) impianti alimentati da fonti rinnovabili programmabili: impianti alimentati dalle biomasse e dalla fonte idraulica, ad esclusione, per quest'ultima fonte, degli impianti ad acqua fluente, nonché gli impianti ibridi, di cui alla lettera d);

c) impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili o comunque non assegnabili ai servizi di regolazione di punta: impianti alimentati dalle fonti rinnovabili che non rientrano tra quelli di cui alla lettera b);"

In data 24/07/2012, in ottemperanza alle procedure poste in essere dal Codice della Rete elettrica nazionale, Energogreen Renewables ha sottoposto al gestore della Rete di Trasmissione Nazionale Terna S.p.A. formale istanza di allacciamento del nuovo impianto, per conto della committente.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	


In data 12/09/2012 Terna ha confermato la fattibilità tecnica del richiesto allacciamento, proponendo, quale Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG prot. TRISPA/P20120004515), il collegamento elettrico della futura centrale solare termodinamica alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione 220/150 kV della RTN (sezione a 220 kV prevista già in classe di isolamento 380 kV), da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV "Sulcis-Oristano".

In data 09/01/2013 Energogreen Renewables ha formalmente accettato la STMG proposta da Terna SpA.

Dalla corrispondenza fra il soggetto scrivente e Terna SpA, è risultato che la stazione è da tempo in fase di progettazione e che la posizione prescelta, riportata di seguito, è puramente indicativa.

Essa potrà variare dopo l'indizione del tavolo tecnico necessario alla progettazione definitiva delle connessioni e quindi al rilascio del benestare di Terna stessa.

In questa fase di VIA si allega il progetto preliminare delle opere di connessione, avendo cura di integrare nel proseguo del procedimento anche l'avanzamento del progetto delle opere di rete.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe “GONNOSFANADIGA” Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

1. SCHEMA DELLA CONNESSIONE

In osservanza a quanto riportato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prot. TRISPA/P20120004515 del 11/07/2012 fornita dal Gestore di Rete Terna SpA, le opere strettamente necessarie alla connessione dell’impianto solare termodinamico in oggetto sono costituite da:


- elettrodotto in antenna a 150 kV, che costituirà impianto di utenza per la connessione;
- nuovo stallo arrivo produttore a 150 kV nella stazione di trasformazione 220/150 kV, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV “Sulcis-Oristano”, che costituirà impianto di rete per la connessione.

Si è individuata la soluzione di seguito descritta per il tracciato di collegamento della centrale alla nuova SE da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV “Sulcis-Oristano”, punto di consegna dell’energia prodotta dall’impianto.

Tale soluzione è quella giudicata in grado di generare il minore impatto ambientale in considerazione dell’assenza di porzioni di elettrodotto aereo e della più breve lunghezza del tracciato (13,7 km) e della posizione della nuova SE in una zona esterna da vincoli paesaggistico-ambientali.

L’energia prodotta dal Generatore Elettrico, interno all’area della Power Block dell’impianto, sarà trasportata alla stazione di trasformazione MT/AT interna all’area di progetto, da dove partirà l’elettrodotto AT in cavo interrato di connessione alla SE sopradetta.

Il tracciato di tale elettrodotto è illustrato in Figura 1 e nei dettagli da Figura 2 a Figura 11.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNONOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

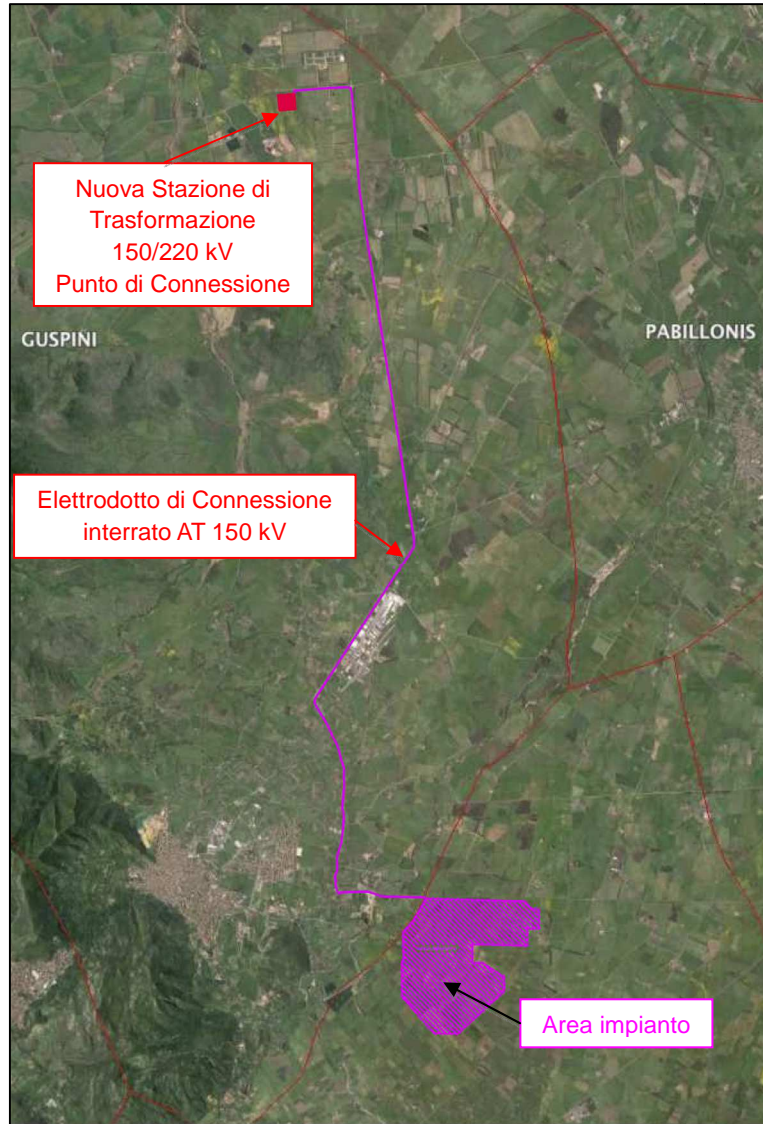



Figura 1: Estratto Inquadramento Opere di Connessione su Ortofoto

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

1.1. ELETTRDOTTO: INDIVIDUAZIONE DEL TRACCIATO

Il cavo interrato partirà dalla stazione di trasformazione interna alla Centrale immettendosi sulla SS197 (Figura 2).

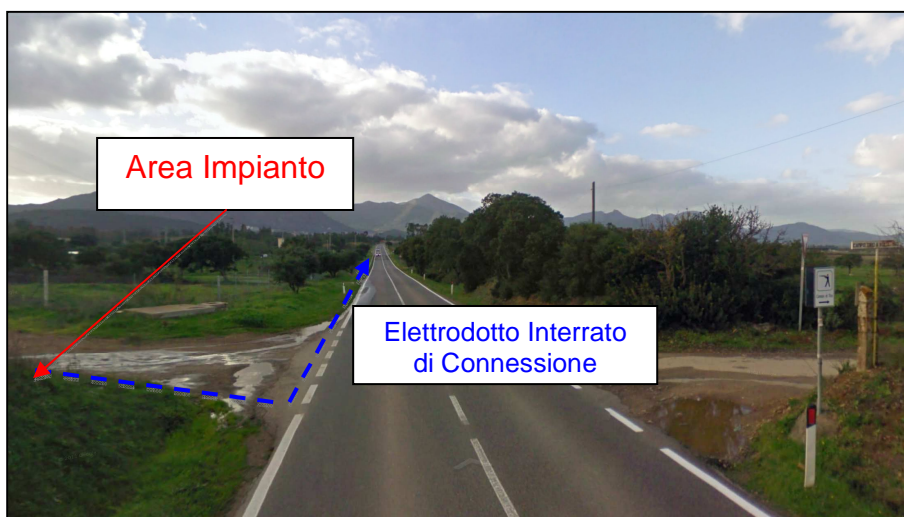


Figura 2: Elettrodoto di Connessione – Immissione su SS197

Il tracciato proseguirà, quindi, lungo la Strada SS 197, attraversando il canale “*Riu Terra Maistus*” sito ad Est dell’area di progetto (Figura 3).

Tale attraversamento sarà fatto ancorando il cavidotto al ponte esistente, come di seguito descritto, o con altra soluzione se si riterrà più adeguata.



Figura 3: Elettrodoto di Connessione - Attraversamento “Riu Terra Maistus”


GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	



Figura 4: Elettrodotto di Connessione - Svolta per località Santu Perdu


Lungo la strada si percorrerà il lato non interessato dalle opere di raccolta e deflusso delle acque.

Giunti all'incrocio per località Santu Perdu, l'elettrodotto devierà proseguendo lungo la strada locale che si immette nella SS126, percorrendo la stessa per gran parte della lunghezza dell'elettrodotto (Figura 5).

Lungo la SS126 sarà attraversato il corso d'acqua "Riu Urralidi" (o Gora is Mulinus) (Figura 6), il canale di scolo "Tortu" (Figura 7) e la strada locale mostrata in Figura 8.

Il Riu Urralidi è classificato come bene paesaggistico ex art. 142 dal PPR della Regione Sardegna, ma l'elettrodotto interrato affiancherà la Strada esistente ed attraverserà lo stesso senza creare particolari impatti, sia visivi che di sicurezza.

Il percorso lungo la SS126 terminerà all'incrocio con la SP64, la quale sarà imboccata e percorsa dal lato Sud (Figura 9).

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

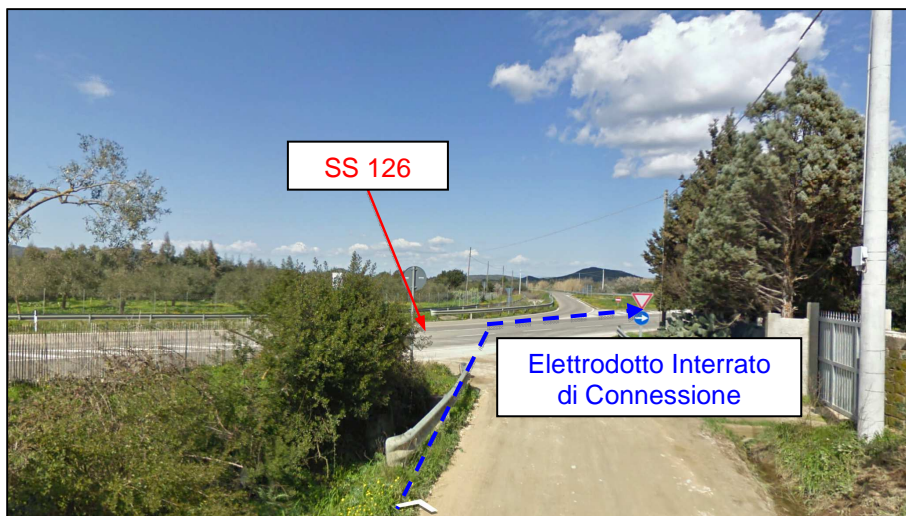


Figura 5: Elettrodotta di Connessione - Immissione su SS126

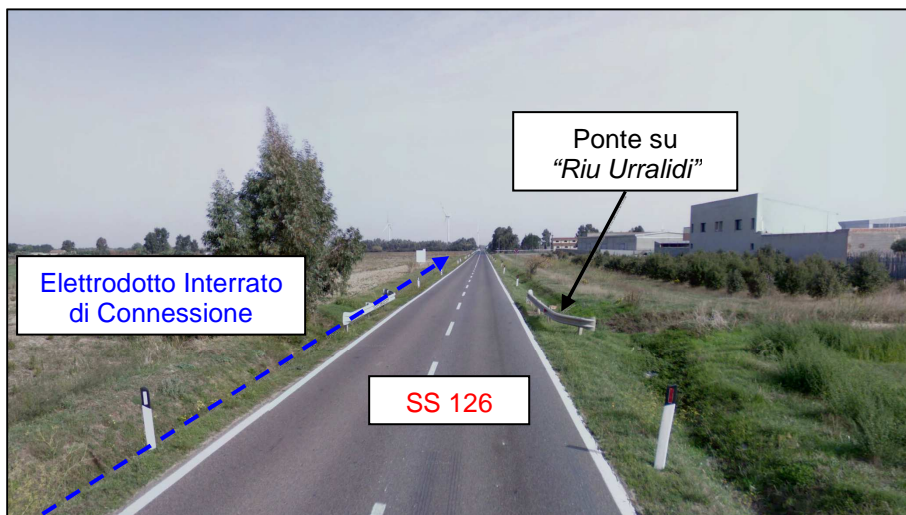


Figura 6: Elettrodotta di Connessione - Attraversamento "Riu Urralidi"

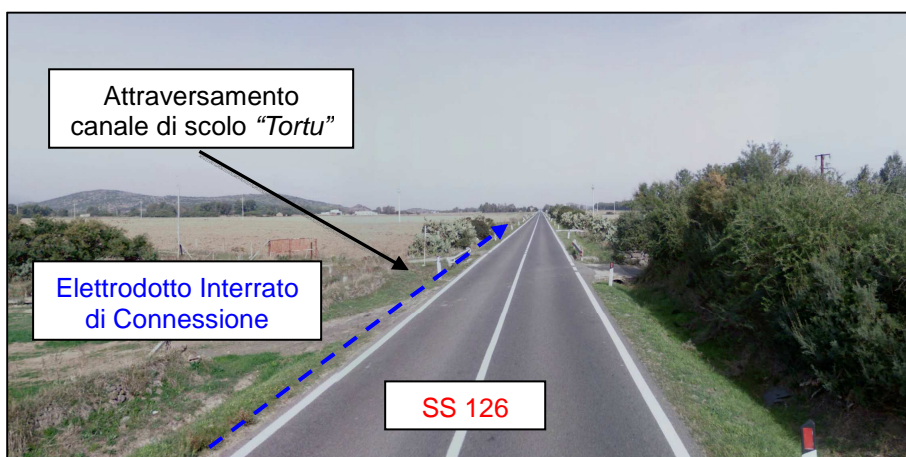



Figura 7: Elettrodotta di Connessione – Attraversamento canale di scolo "Tortu"

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

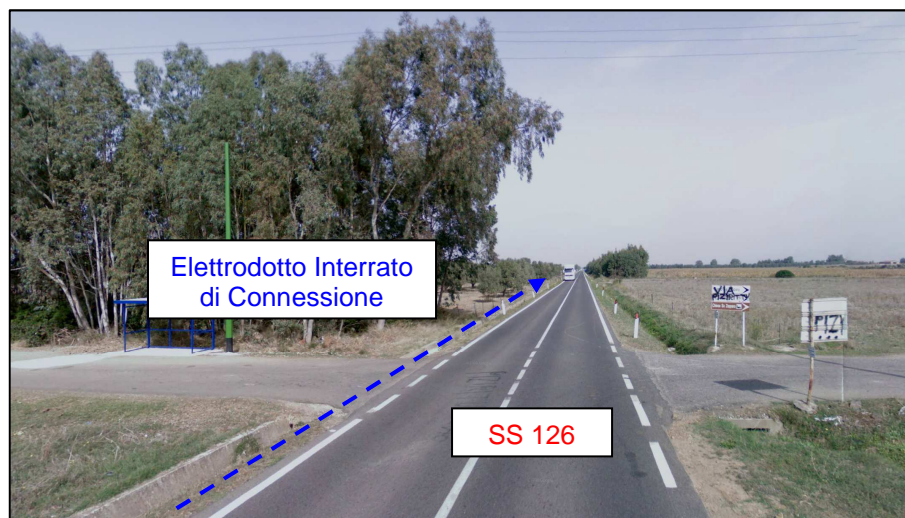


Figura 8: Elettrodoto di Connessione - Attraversamento con strada locale

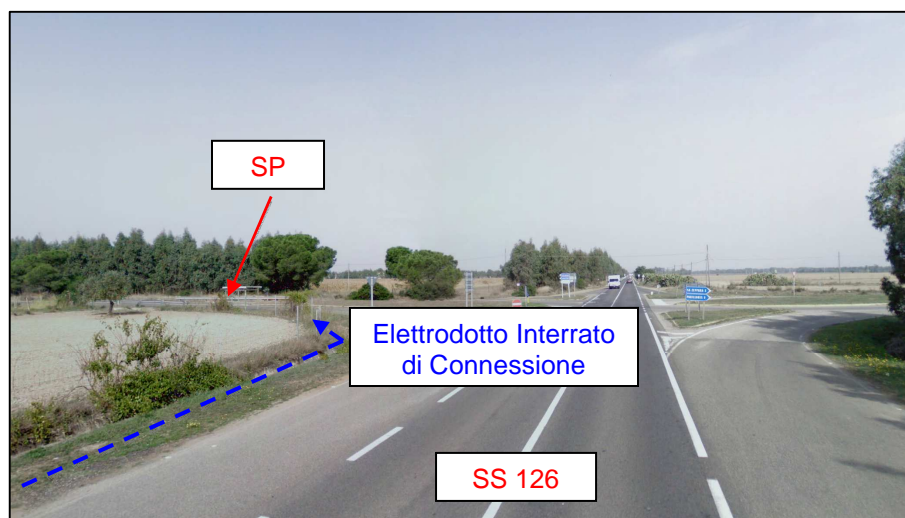



Figura 9: Elettrodoto di Connessione - Immissione su SP64

La strada SP64 attraversa il fosso mostrato in Figura 10 per giungere nella zona indicata da TERNA (Figura 11) per la realizzazione della nuova stazione di trasformazione da inserire in entra-esce sulla linea 220 kV "Sulcis-Oristano".

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

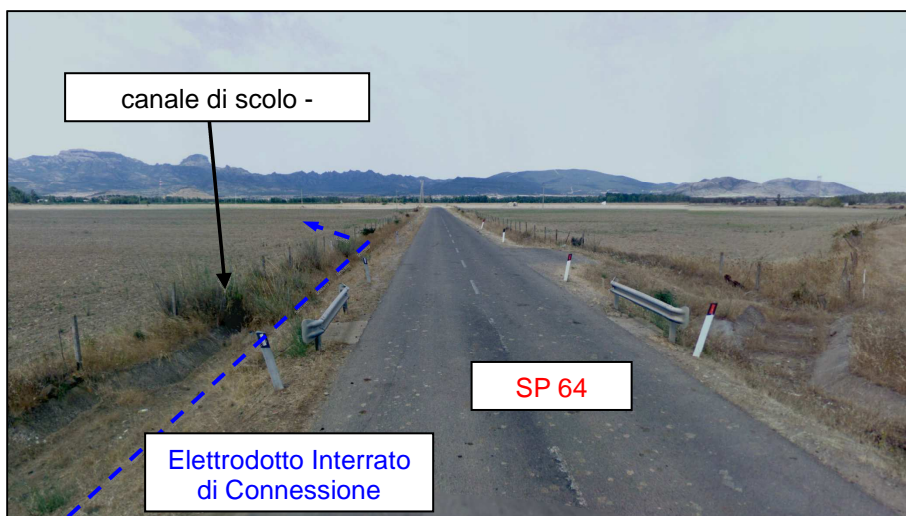


Figura 10: Elettrodotto di Connessione – Attraversamento fosso



Figura 11: Elettrodotto di Connessione – Arrivo in SE in progetto

Lungo la SP64 l'elettrodotto svolgerà a sinistra entrando nell'area della nuova SE da inserire in entra-esce sulla linea 220 kV "Sulcis-Oristano", dove si immetterà tramite stallo dedicato.


GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	




Figura 12: Linea RTN a 220 kV "Sulcis-Oristano" da SP64 in direzione Nord

1.2. INQUADRAMENTO SU PPR



Figura 13: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PPR 2006

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

Il Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna è stato redatto al fine di:

- preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- assicurare la salvaguardia del territorio e promuovere forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

Nella precedente Figura 13 sono evidenziati sia l'area d'impianto che il tracciato del cavidotto.

Per quanto riguarda l'elettrodotto, esso fiancheggerà strade ed altre infrastrutture esistenti, senza andare ad interferire con le aree attraversate.

Infatti, il progetto prevede un cavidotto interrato in Alta Tensione, realizzato secondo le modalità costruttive e di sicurezza previste dal gestore di rete e quindi da normativa, come meglio descritto nel capitolo "2 DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE" e seguenti.

Nel 2013 è stato aggiunto l'aggiornamento e revisione del piano paesaggistico regionale, l'area d'impianto e le opere di connessione inquadrate su PPR 2013 sono mostrate nelle seguenti Figura 14 e Figura 15.

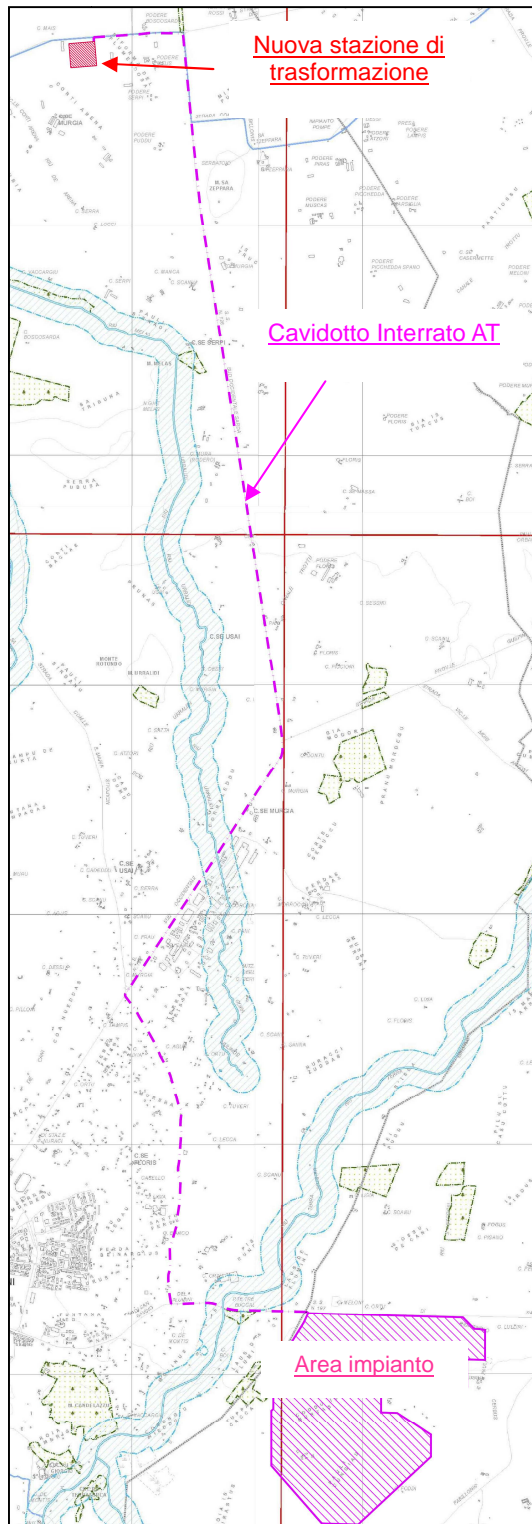


Figura 14: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PPR 2013: Beni paesaggistici

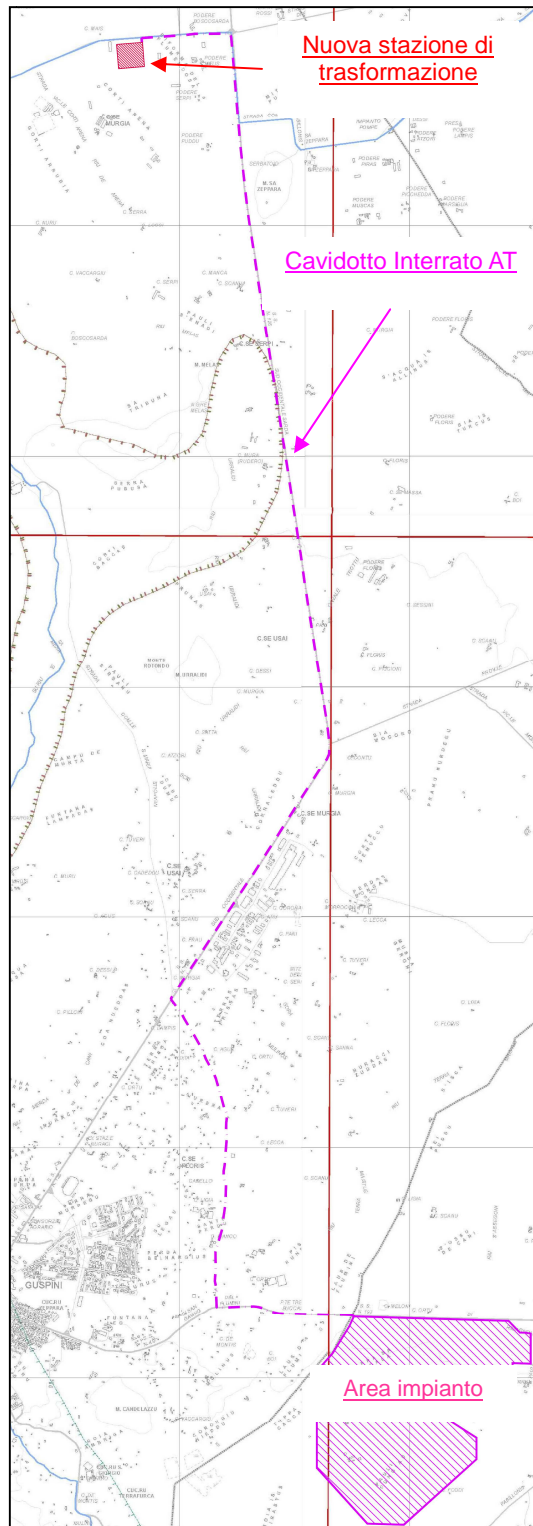



Figura 15: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PPR 2013: Insediamenti storici e contesti identitari

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNONOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

1.3. INQUADRAMENTO SU PAI E PSFF

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto legge n. 180/1998, approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006, rappresenta un importantissimo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo ai fini della pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Le perimetrazioni individuate nell'ambito del PAI delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano.

La banca dati cartografica pubblicata è stata approvata con delibera n. 11 del 21.05.2012 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ed è aggiornata alla data del 31.12.2011.

Di seguito l'inquadramento dell'intera opera sulla cartografia del PAI, che dimostra che l'opera non ricade in nessuna area di pericolosità o rischio geomorfologico-idraulico perimetrata dal Piano tranne che per l'attraversamento del fiume *Riu Terra Maistas*.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

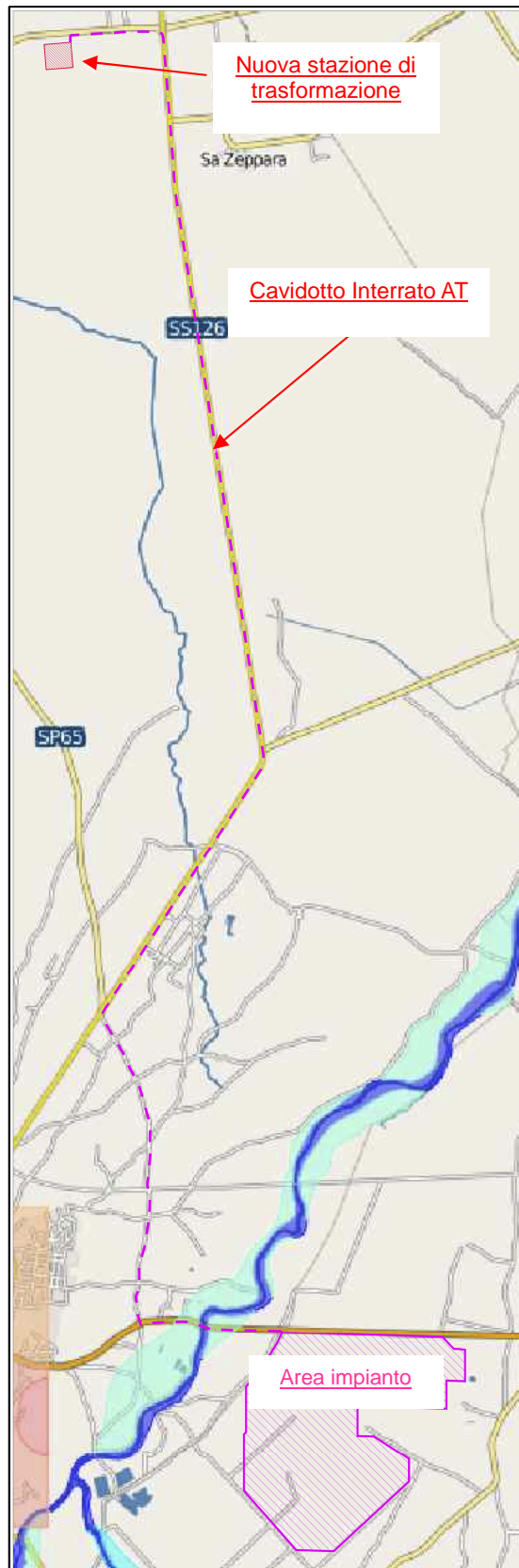



Figura 16: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PAI: Pericolo Idraulico e Geomorfologico



Figura 17: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PAI: Rischio Idraulico e Geomorfologico

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe “GONNOSFANADIGA” Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), invece, è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.


Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Tale Piano costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico, in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

La versione ad oggi vigente è quella adottata con Delibera n.1 del 20.06.2013.


All'articolo 2 della suddetta Delibera si precisa che:

- sulle aree a pericolosità idraulica individuate dal PSFF *“si applicano, quali norme di Salvaguardia, i vincoli di cui agli artt. 4, 8 cc. 8, 9, 10, 11 ed artt. 23, 24, 30 delle N.A. del PAI, assegnando alle medesime la classe di pericolosità Hi1;*
- *nell'ambito del P.S.F.F. sono state mappate aree inondabili con tempo di ritorno pari a due anni e pertanto su tali aree si applicano, quali Norme di Salvaguardia, i vincoli di cui agli artt. 4, 8 cc. 8, 9, 10, 11 ed artt. 23, 24, 27 delle N.A. del P.A.I., assegnando alle medesime la classe di pericolosità (Hi4);*
- *per i fiumi, torrenti e corsi d'acqua o tratti degli stessi, non indagati dal P.A.I. (approvato con Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 25.02.2013), sono adottate le aree a pericolosità idraulica perimetrate dallo studio P.S.F.F. e le corrispondenti misure di salvaguardia previste dalle vigenti N.A. del P.A.I. agli artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11), nn. 23, 24, 27, 28, 29 e n. 30;*
- *per i fiumi, torrenti e corsi d'acqua o tratti degli stessi, studiati dal P.A.I. (approvato con Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006) e successivamente dal*

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

P.S.F.F., sono adottate, in aggiunta alle aree già perimetrate dal P.A.I., le aree a pericolosità idraulica perimetrate dallo studio P.S.F.F. e le corrispondenti misure di salvaguardia previste dalle vigenti N.A. del P.A.I. agli artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11), nn. 23, 24, 27, 28, 29 e n. 30, fino all'approvazione finale dello studio P.S.F.F. ed alla successiva variante generale al P.A.I.. Nei casi di sovrapposizione tra aree a pericolosità idraulica perimetrate dal vigente P.A.I. e dal P.S.F.F., e relative a portate con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, si dovrà fare riferimento cautelativamente all'area a maggiore pericolosità idraulica ed alle relative prescrizioni imposte dalle Norme di Attuazione del P.A.I.;

- per i fiumi, torrenti e corsi d'acqua o tratti degli stessi, studiati dalla variante al P.A.I. C.I.N.S.A. parte idraulica – bacini nn. 5 e 6 e successivamente dal P.S.F.F., sono confermate le aree a pericolosità idraulica perimetrate nell'ambito della variante C.I.N.S.A. – bacini nn. 5 e 6 approvata con Decreto n. 81 in data 18.07.2011 del Presidente della Regione Autonoma della Sardegna, relative a portate con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Per le aree a pericolosità idraulica perimetrate dal P.S.F.F. con il solo criterio geomorfologico e per le portate con tempo di ritorno di 500 anni (Hi1), che non sono state evidenziate nell'ambito della variante al P.A.I. del C.I.N.S.A. – bacini nn. 5 e 6, sono imposte le misure di salvaguardia di cui ai vincoli previsti dalle vigenti N.A. del P.A.I. negli artt. 4, 8 cc. 8, 9, 10, 11 ed artt. 23, 24, 30, assegnando alle medesime la classe di pericolosità (Hi1);*
- per il Rio San Girolamo, studiato dal PSFF e dalla successiva variante al P.A.I., approvata con Decreto n. 128 in data 16.11.2011 del Presidente della Regione Autonoma della Sardegna, sono confermate le aree a pericolosità idraulica perimetrate nell'ambito della medesima variante approvata con Decreto n. 128 in data 16.11.2011 del Presidente della R.A.S., relative alle portate con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni;*
- per Flumini Mannu, studiato dal PSFF e dalla successiva variante al P.A.I., approvata in via definitiva dal Comitato Istituzionale con Delibera n. 4 in data 03.04.2013, sono confermate le aree a pericolosità idraulica perimetrate nell'ambito della medesima variante, relative alle portate con tempi di ritorno di*

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe “GONNOSFANADIGA” Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

50, 100, 200 e 500 anni.


L'area d'impianto, e delle opere connesse, è compresa nel sub-bacino idrografico 02 "Tirso" ed in particolare ricade nel bacino 22 "Flumini Mannu di Pabbillonis".

L'area interessata dall'impianto ricade nei fogli FM_028, FM_029 e in minima parte nel foglio FM_023, mentre l'elettrodotto di connessione interessa i fogli FM_018, FM_020, FM_022 e FM_023 andando ad attraversare la sola classe di fasce fluviali "C" prevista dal piano (Figura 18).

Nella relazione monografica di sub-bacino, al capitolo 5 "Delimitazione delle fasce fluviali", si definiscono le tipologie di fasce fluviali:

"Sui corsi d'acqua principali sono state individuate cinque fasce:

- fascia A_2 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 2 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, individua l'alveo a sponde piene, definito solitamente da nette scarpate che limitano l'ambito fluviale;*
- fascia A_50 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 50 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;*
- fascia B_100 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 100 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;*
- fascia B_200 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 200 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata; la delimitazione sulla base dei livelli idrici è stata integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate alla dinamica fluviale che le ha generate;*
- fascia C o area di inondazione per piena catastrofica, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, rappresenta l'inviluppo esterno della fascia C geomorfologica (inviluppo delle forme fluviali legate alla propagazione delle*

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe “GONNOSFANADIGA” Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

piene sulla piana alluvionale integrate con la rappresentazione altimetrica del territorio e gli effetti delle opere idrauliche e delle infrastrutture interferenti) e dell'area inondabile per l'evento con tempo di ritorno 500 anni (limite delle aree in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici di piena).”

Ai sensi della Delibera n. 1 del 20/06/2013, art. 3 punto 2) sulle aree delle fasce fluviali mappate dal PSFF si applicano i vincoli sopradetti delle Norme di attuazione del PAI.

L'impianto dovrà connettersi alla nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione 220/150 kV della RTN (sezione a 220 kV prevista già in classe di isolamento 380 kV), da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV “Sulcis-Oristano” sita oltre il fiume *Riu Terra Maistus*, quindi l'elettrodotto di connessione dovrà, inevitabilmente, attraversare il fiume e la sopra detta fascia fluviale.

A tal riguardo, si specifica che il cavidotto interrato sarà realizzato secondo gli standard della vigente normativa sia a livello di costruzione che in materia di sicurezza.

Ciò garantirà che, anche in caso di eventi eccezionali, non siano causati danni rilevanti a cose o persone.

Si rammenta, inoltre, che il collaudo e la verifica della realizzazione ad opera d'arte sarà, come previsto dalla normativa in materia, a carico dell'operatore di rete, il quale rilascerà idonea certificazione di conformità.

Se ritenuto necessario, il progetto definitivo comprenderà uno specifico studio di compatibilità idraulica e/o geologico-geotecnico, tenendo sempre in considerazione che il progetto e le sue opere accessorie sono definite, ai sensi dell'art. 12 comma 1 del D.Lgs. 387/2003, *“di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti”*.

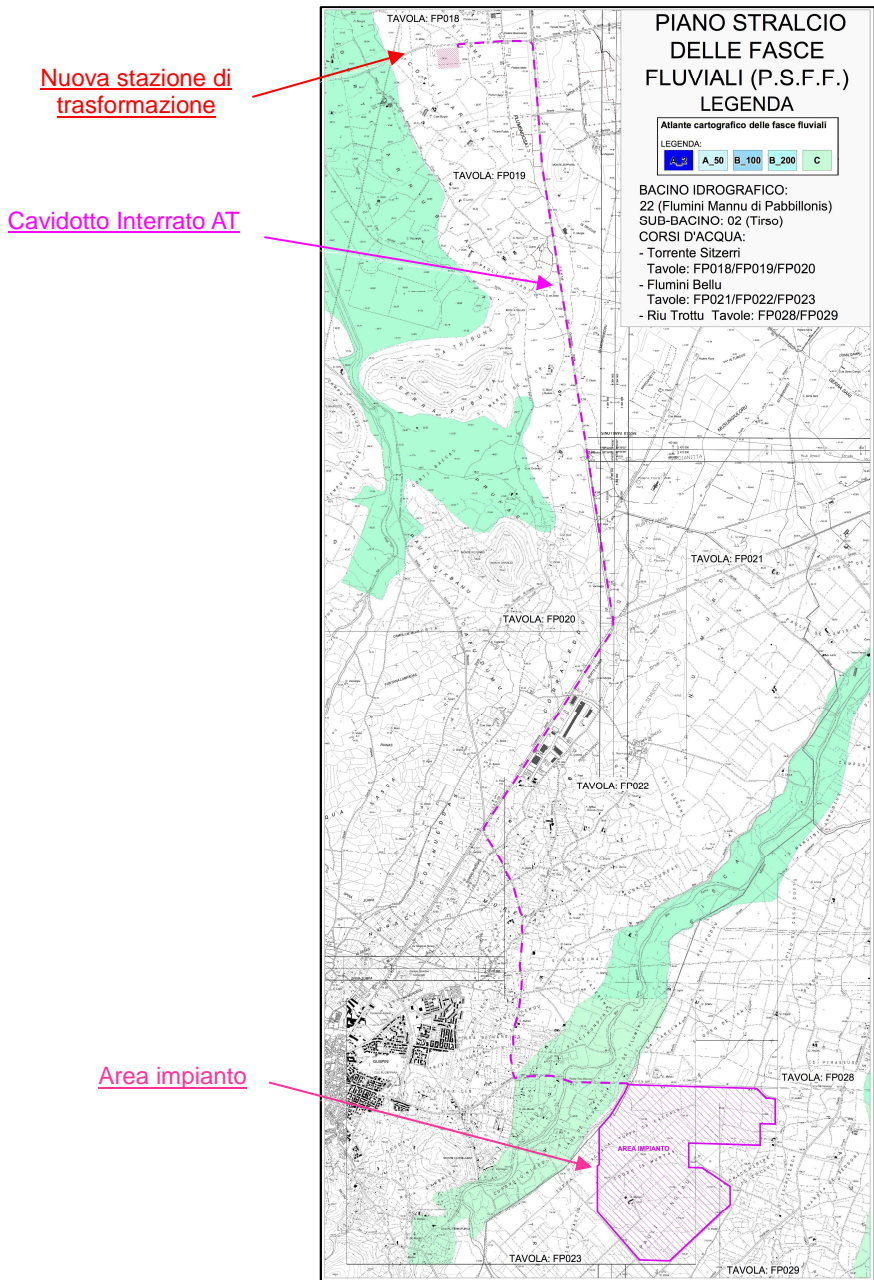



Figura 18: Opera in progetto – Inquadramento su cartografia PSFF (FP018, FP019, FP020, FP021, FP022, FP023, FP025, FP029)

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

1.4. INQUADRAMENTO SU PIANIFICAZIONE COMUNALE

L'area d'impianto solare termodinamico ricade completamente nel territorio del Comune di Gonnosfanadiga mentre l'elettrodotto, opera connessa, interessa anche il territorio del Comune di Guspini.

Il comune di Guspini dispone di un Programma Urbanistico Comunale (PUC), quale strumento urbanistico vigente.

Di seguito si riporta l'inquadramento dell'intera opera sul PUC di Guspini (Figura 19). L'elettrodotto, come già scritto, seguirà per lo più strade esistenti andando a ricadere sulla loro banchina e altre infrastrutture viarie locali.

A secondo del tipo di strada, o opera, verrà richiesta adeguata servitù di fiancheggiamento/passaggio all'ente competente (Regione, Provincia, Comune), o comunque ogni permesso necessario.

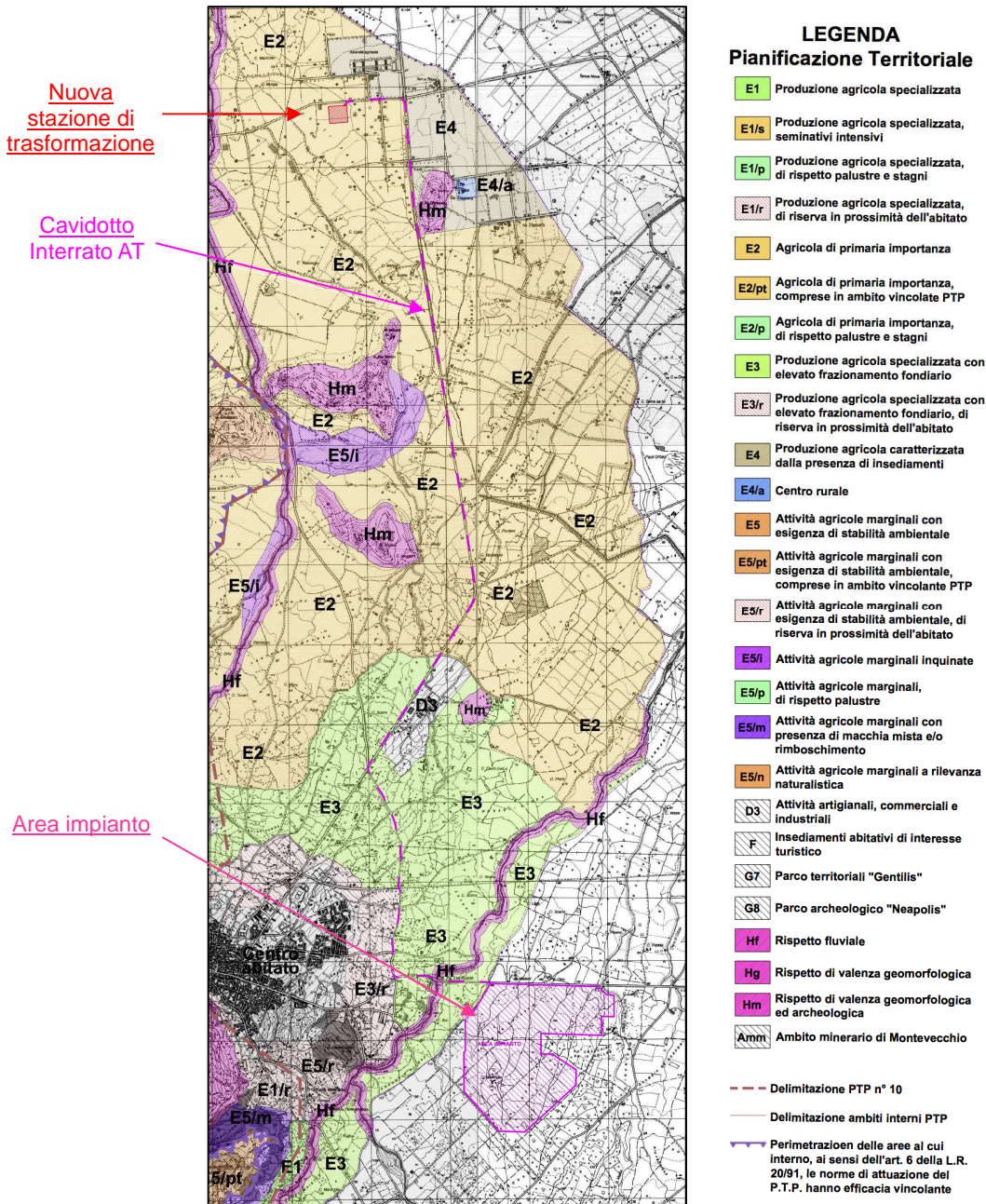



Figura 19: Opera in progetto – Inquadramento su PUC del Comune di Guspini

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "CONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE

2.1. ELETTRDOTTO INTERRATO

2.1.1. TIPOLOGIA DI CAVO

I cavi dovranno essere conformi alla norma CEI 20-66:2010-02 attualmente in vigore, identica alla CENELEC HD 632 S2:2008-11 e conforme alla IEC 60840:2011.


Una soluzione per la realizzazione dell'elettrodotta può essere quella di utilizzare tre cavi unipolari, con conduttore in alluminio di sezione pari a 400 mm².

Le caratteristiche del singolo cavo sono riportate di seguito (Figura 20).

Caratteristiche di costruzione	
Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio corrugato termosaldato
Caratteristiche dimensionali	
Diametro del conduttore	23,3 mm
Sezione	400 mm ²
Spessore del semi-conduttore interno	1,5 mm
Spessore medio dell'isolante	20,7 mm
Spessore del semi-conduttore esterno	1,3 mm
Spessore guaina metallica, approx	1,9 mm
Spessore guaina	3,9 mm
Diametro esterno nom.	95,0 mm
Sezione schermo	470 mm ²
Peso approssimativo	7 kg/km
Caratteristiche elettriche	
Max tensione di funzionamento	170 kV
Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	In presenza di corrente
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	485 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	420 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa a trifoglio	635 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa a trifoglio	505 A
Messa a terra degli schermi - posa in piano	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano	550 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	475 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa in piano	725 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa in piano	585 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,078 Ohm/km
Capacità nominale	0,15 µF / km
Corrente ammissibile di corto circuito	50 kA
Tensione operativa	150 kV

Figura 20: Caratteristiche cavo Nexans

Indipendentemente dal costruttore, le specifiche ricercate saranno in ogni caso simili a quelle presentate nella tabella precedente.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe “GONNOSFANADIGA” Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

Si valuta la possibilità di utilizzare un cavo dotato di fibra ottica inclusa durante il processo di estrusione in alternativa all’aggiunta di un cavo in fibra ottica specifico per linee in alta tensione interrato nella stessa trincea dell’elettrodotto.

Il calcolo della portata in regime permanente può subire variazioni in funzione delle condizioni ambientali e di posa.

Questo sarà corretto in fase di progettazione definitiva tenendo conto delle seguenti possibili scelte progettuali:

- tipologia di posa (cavi disposti a trifoglio o in piano) ;
- eventuale collegamento degli schermi in “cross-bonding”;
- temperatura del conduttore ammissibile in regime permanente;
- profondità di posa;
- caratteristiche del terreno (temperatura, conducibilità termica).

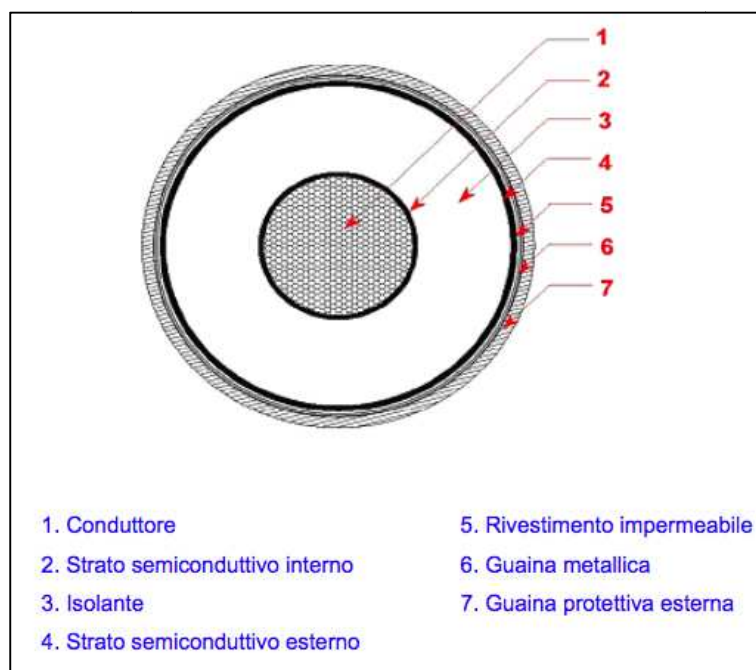


Figura 21: Sezione Cavo AT tipo

I cavi saranno interrati ed installati in una trincea della profondità di circa 1,50 metri, con disposizione delle fasi che potrà essere a trifoglio o in piano, come rappresentato nella figura seguente:

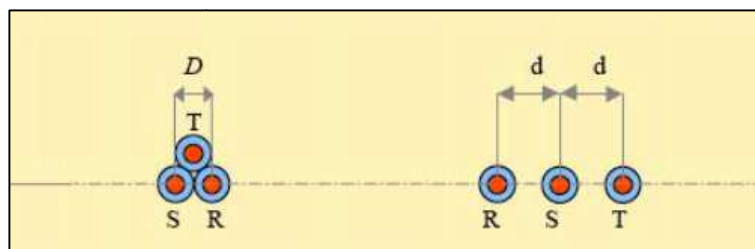
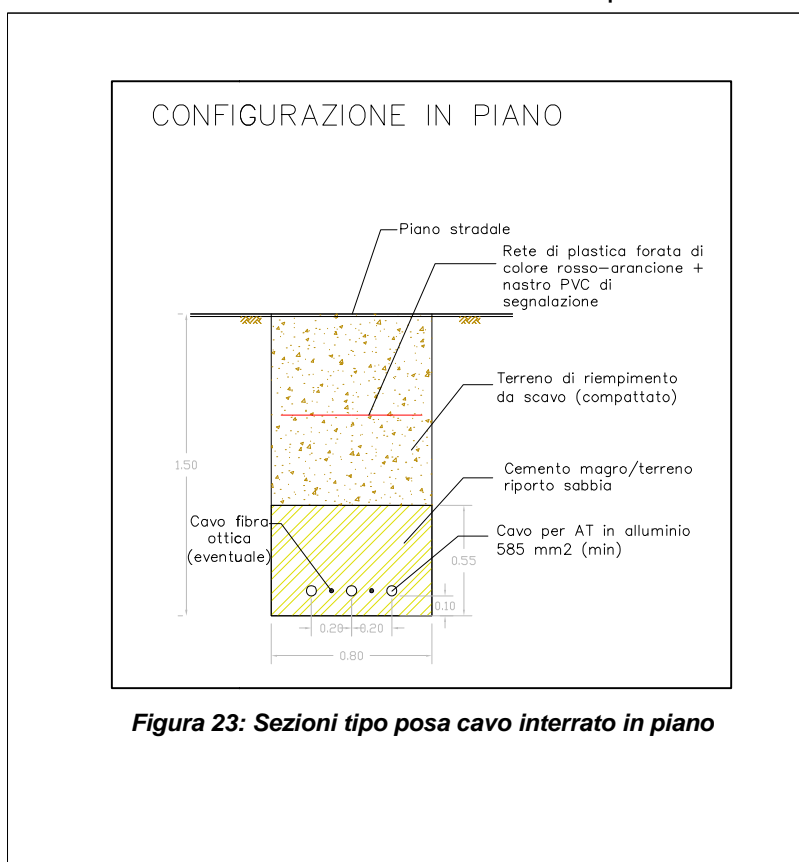


Figura 22: Modalità di posa dei cavi interrati

Nello stesso scavo, potranno essere posati uno o più cavi con fibre ottiche, se opportuno.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica potrà essere corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar", e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, e, ove necessario, anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore non inferiore a 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.



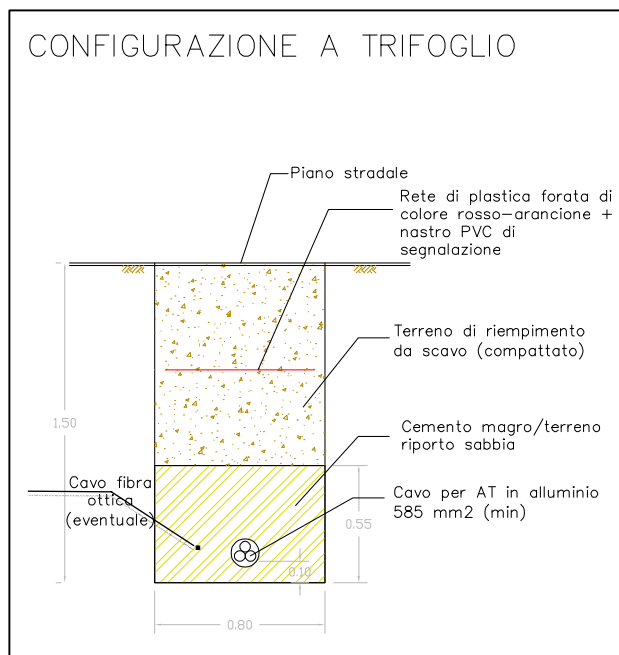


Figura 24: Sezioni tipo posa cavo interrato a trifoglio

Il tracciato di connessione sopradescritto mostra che l'elettrodotto interrato dovrà costeggiare e percorrere strade e attraversare ponti o altre infrastrutture/linee di trasmissione.

Lungo le strade e dove possibile il cavo sarà posato in trincea scegliendo una delle tipologie di posa descritte nelle precedenti Figura 23 e Figura 24.

Per quanto riguarda l'attraversamento dei ponti che si incontreranno, il cavo sarà alloggiato in apposite canalette ancorate alle stesse strutture o come meglio si riterrà opportuno, sempre in osservanza delle prescrizioni e norme vigenti.

In corrispondenza dell'attraversamento di acquedotti, eventuali canali o altre linee elettriche o di telecomunicazione, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata o come si riterrà più opportuno.

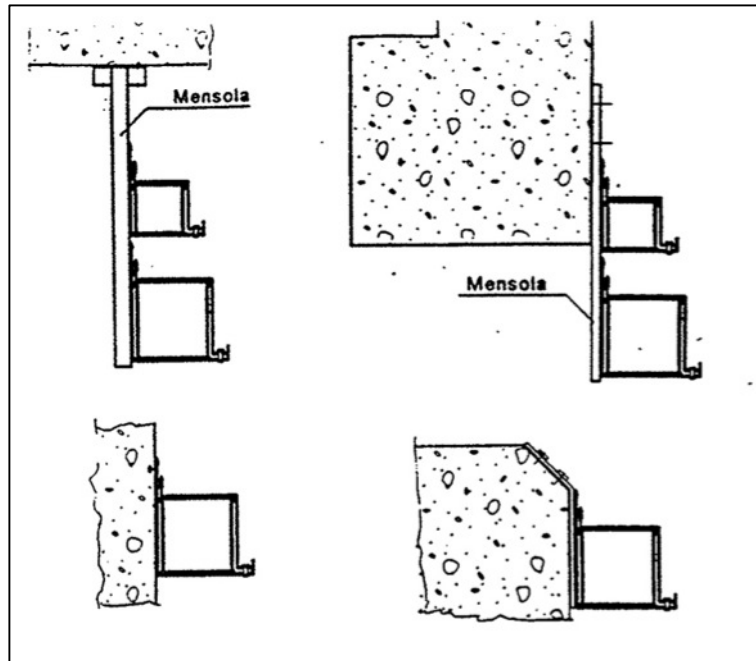


Figura 25: Tipo Ancoraggio Canalette per Cavi

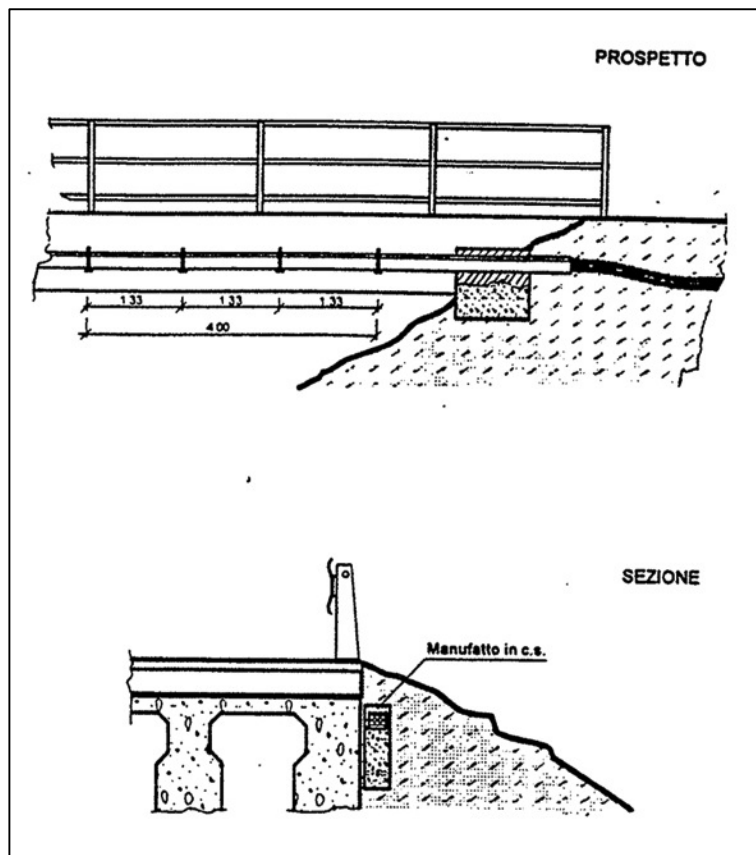



Figura 26: Esempio raccordo zancatura e trincea

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

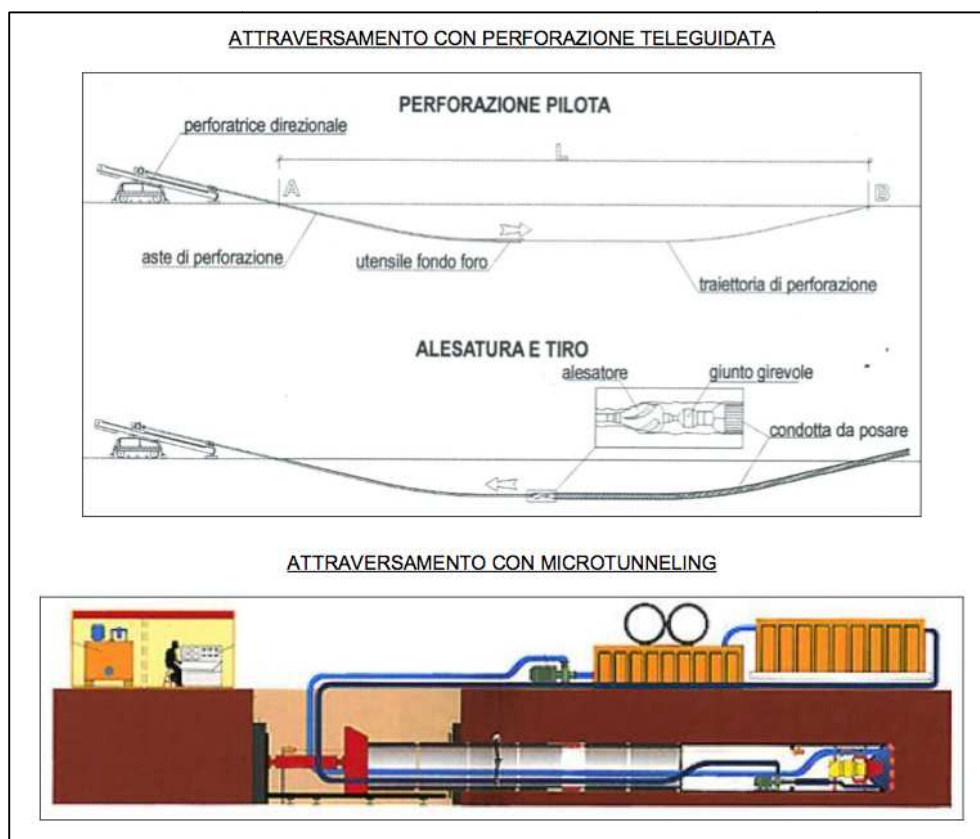


Figura 27: Esempio attraversamento teleguidato o microtunneling


I cavi saranno collegati da giunti di tipo unipolare, dritto, sezionato, che consistiranno essenzialmente in un manicotto elastico prefabbricato in un unico pezzo, con funzione isolante, inglobante la schermatura della connessione ed il dispositivo per il controllo del campo elettrico.

I giunti saranno corredati di uno schermo metallico, da collegare allo schermo dei cavi, realizzato in due metà e provvisto di idonea separazione elettrica; ciascuna parte sarà inoltre provvista di presa per il collegamento al dispositivo di trasposizione o di messa a terra delle guaine.

I giunti saranno completati con un involucro esterno di protezione, con funzione isolante ed anticorrosiva.

La lunghezza della tratta, quindi la distanza tra i giunti, sarà scelta in modo da realizzare un collegamento in "cross-bonding" completo.

La giunzione del cavo è prevista all'incirca ogni 950 metri all'interno di un'apposita "buca o camera giunti" dove sarà presente anche un impianto di terra costituito da 4 picchetti metallici collegati con una corda di rame nudo.

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

Vicino ad ogni camera giunti sarà realizzato un pozzetto di controllo.

Gli altri pezzi necessari per completare la connessione saranno scelti fra quelli approvati dal distributore.

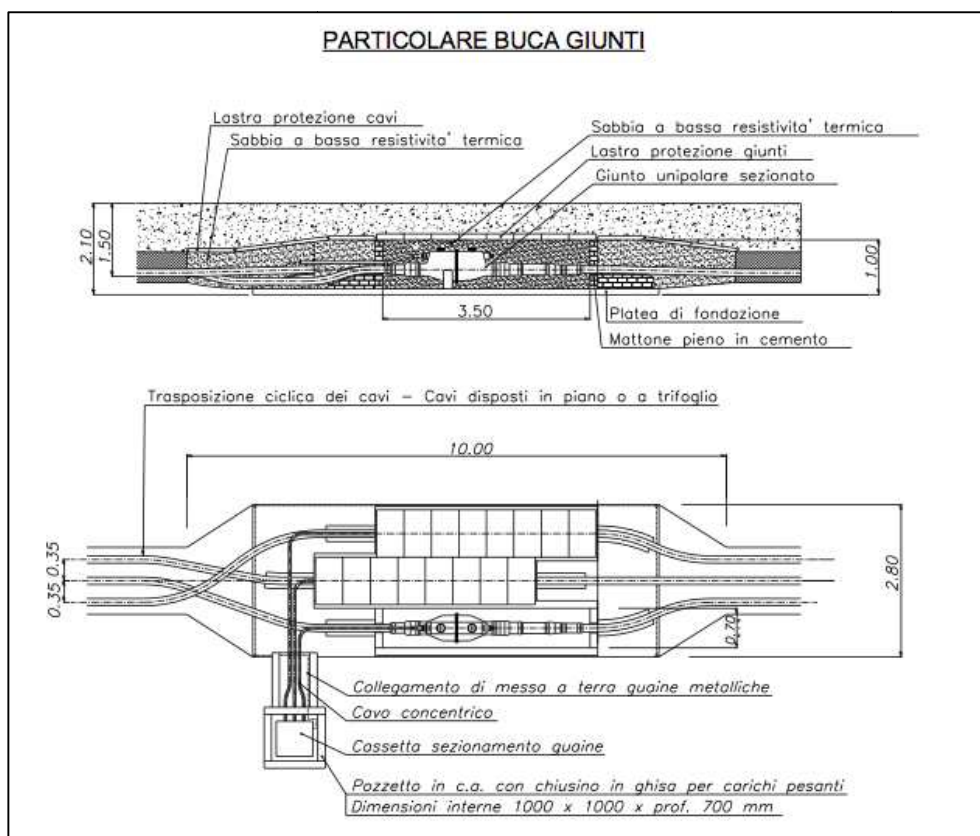



Figura 28: Tipo Camera Giunti: Sezione e Pianta

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

2.1.2. SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

All'interno del cavidotto verrà inoltre posato un cavo per la trasmissione dei dati al sistema.

La trasmissione dati sarà di tipo ottico, inglobata nel cavo AT o esterna al cavo.

La scelta di realizzare una rete in fibra ottica permette di avere a disposizione un mezzo di comunicazione esente da disturbi, con isolamento galvanico, ed avere una banda larga di comunicazione anche per lunghe distanze.



Figura 29: Esempio di cavo unipolare idoneo ed inglobante fibra ottica

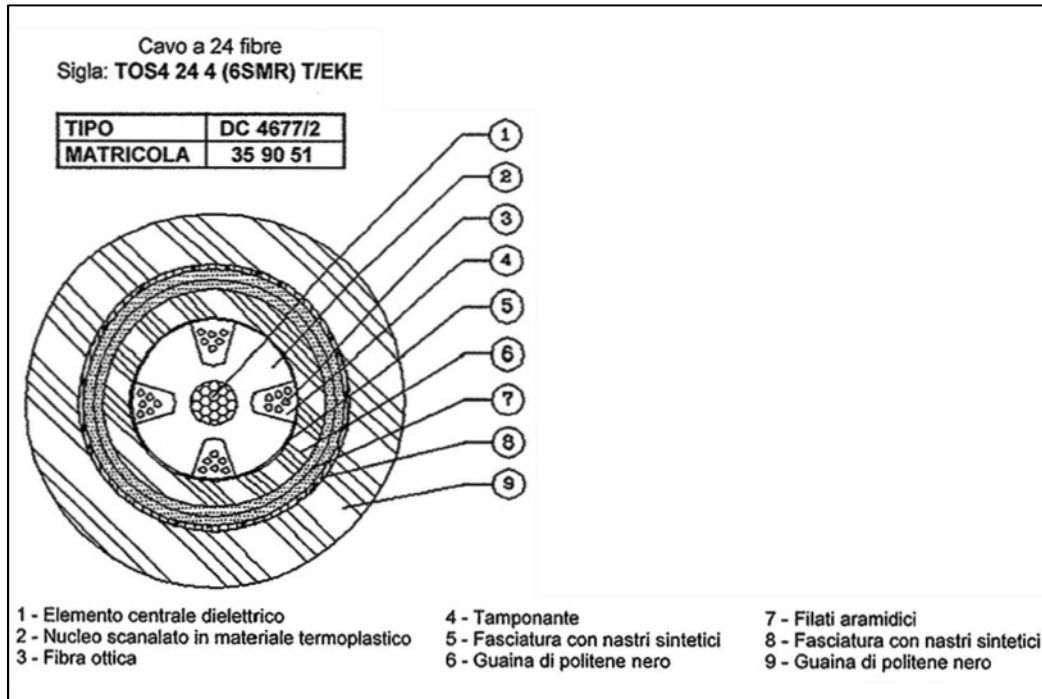



Figura 30: Esempio di cavo in fibra ottica esterno

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

2.2. CONNESSIONE ALLA LINEA AT: NUOVO STALLO IN STAZIONE ELETTRICA

Come scritto nel preventivo Terna sopra citato, la connessione alla RTN avverrà con collegamento in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV di una nuova stazione di trasformazione 220/150 kV della RTN (sezione a 220 kV prevista già in classe di isolamento 380 kV), da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV "Sulcis - Oristano".

È stato inoltre comunicato che il progetto autorizzativo della stazione di trasformazione è in via di definizione in quanto funzionale alla connessione alla RTN di altre iniziative di produzione da fonte rinnovabile.

Lo stallo arrivo è costituito da un insieme di componenti che realizzano la connessione tra una linea o un trasformatore e le sbarre di stazione.

Esso comprende le apparecchiature di manovra e di misura che eseguono le operazioni di apertura, chiusura e sezionamento della linea nonché le misure dell'energia elettrica in transito sulla linea.

Si precisa che l'opera dovrà rispettare, in ogni caso, le disposizioni previste dal gestore di rete riguardo tutti i sistemi di protezioni, monitoraggio, comando, controllo e comunicazione.

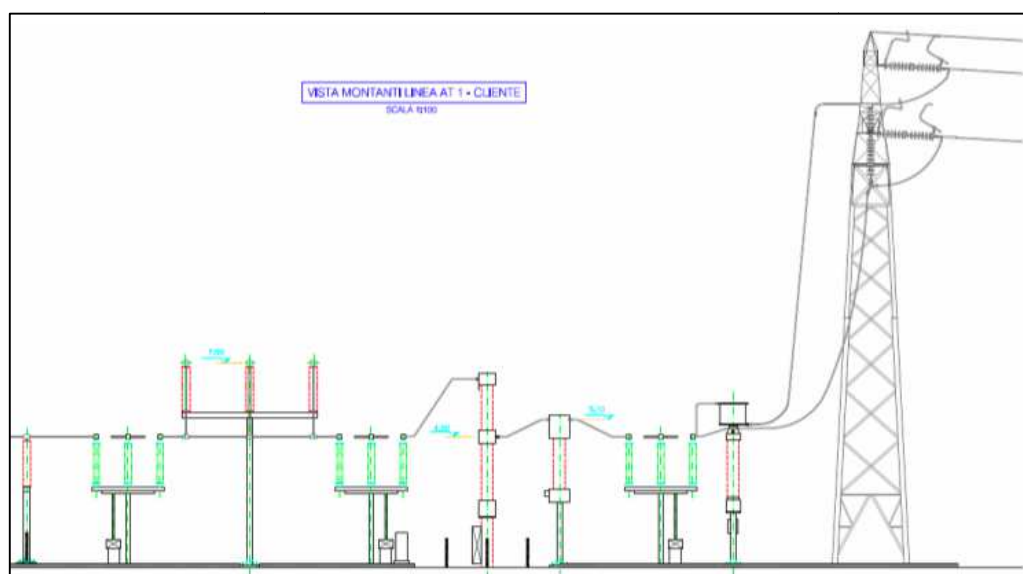


Figura 31: Esempio stallo in Stazione Elettrica in entra-esce sulla linea RTN - Sezione

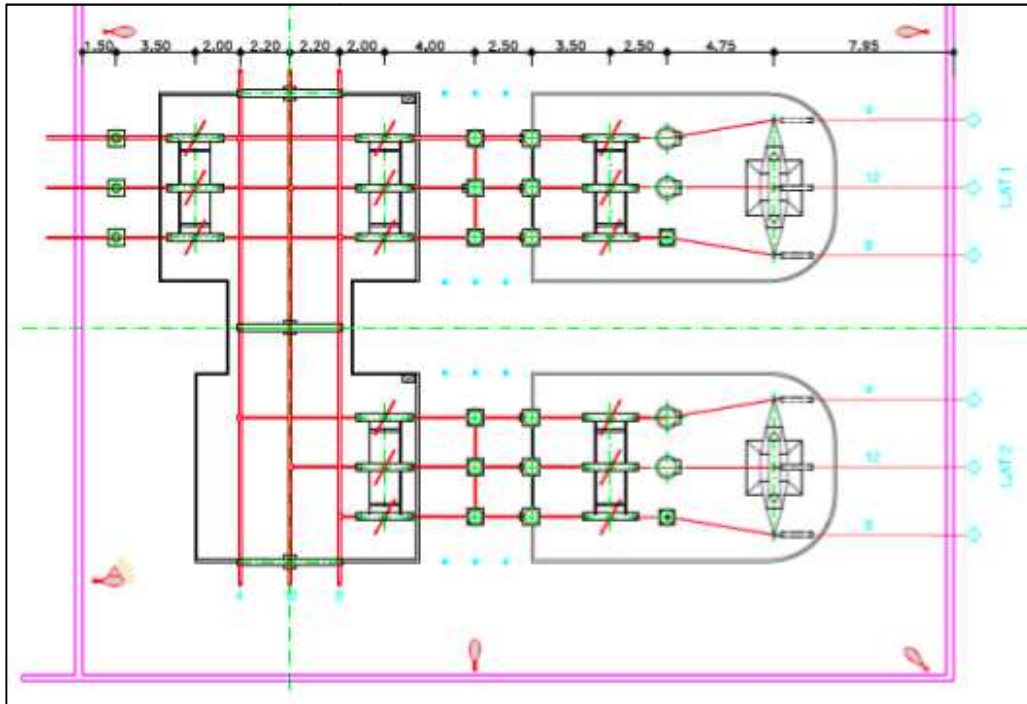



Figura 32: Esempio stalli in Stazione Elettrica in entra-esce sulla linea RTN - Pianta



Figura 33: Esempio stallo in Stazione Elettrica

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

3. IMPATTI AMBIENTALI

3.1. RUMORE

Sia il cavidotto interrato che il nuovo stallo non costituiscono fonte di rumore.

3.2. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Il campo elettromagnetico si può quantitativamente definire attraverso le proprietà con le quali esso si manifesta: il campo elettromagnetico è lo spazio entro il quale si manifestano le forze che determinano il fenomeno elettromagnetico.


I campi elettromagnetici possono variare con il tempo oppure rimanere costanti: quello costante non ha proprietà di propagarsi a grande distanza dalle sorgenti che l'hanno determinato ed è costituito da due entità indipendenti l'una dall'altra, il campo elettrico ed il campo magnetico; nel campo elettromagnetico variabile, invece, il campo elettrico e quello magnetico sono inscindibili l'uno dall'altro.

Le onde elettromagnetiche sono costituite da due grandezze elettriche, il "campo elettrico" e il "campo magnetico", che variano periodicamente nel tempo oscillando perpendicolarmente alla direzione della propagazione dell'energia, propagazione che avviene alla velocità della luce "c".

Una delle caratteristiche che differenziano la qualità della radiazione elettromagnetica è la rapidità dell'oscillazione effettuata dalle due grandezze elettriche dell'onda in un secondo: la frequenza "f" (la frequenza dei campi elettromagnetici costanti è uguale a zero).

Tale grandezza viene espressa in Hertz (Hz), tanto maggiore è la frequenza tanto minore sarà la lunghezza d'onda λ , cioè la distanza fra due creste dell'onda: vale infatti la relazione "f=c/ λ ".

Si chiama "spettro" del campo elettromagnetico l'insieme continuo delle sue frequenze; i campi elettromagnetici di cui tratta la normativa comunitaria e nazionale (radiazioni non ionizzanti) hanno uno spettro compreso fra 0 Hz e 300 GHz e possono essere suddivisi in basse frequenze (da 0 a 10 kHz) e alte frequenze (da 10

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNONOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

kHz a 300 GHz).

Per frequenze fino a 10 kHz, i campi possono considerarsi “quasi statici”, inoltre, le onde fino a 300 GHz sono radiazioni non ionizzanti poiché la loro energia è sempre minore di quella necessaria per “strappare” un elettrone da un atomo.

Nel campo delle bassissime frequenze (extremely low frequencies ELF), quali quelle per il trasporto e l'utilizzo dell'energia elettrica in corrente alternata (50 Hz), l'effetto predominante è l'induzione di correnti elettriche all'interno delle cellule, del tutto simili alle correnti interne (endogene) che regolano le funzioni degli organismi viventi, come la trasmissione degli impulsi nervosi.

Altro elemento che caratterizza le onde elettromagnetiche è l'intensità: l'intensità dell'onda è determinata dall'ampiezza del campo elettrico “E” [V/m] e di quello magnetico “H” [A/m], invece di individuare separatamente le due grandezza si può utilizzare un'unica grandezza che è la densità di potenza [W/m²].

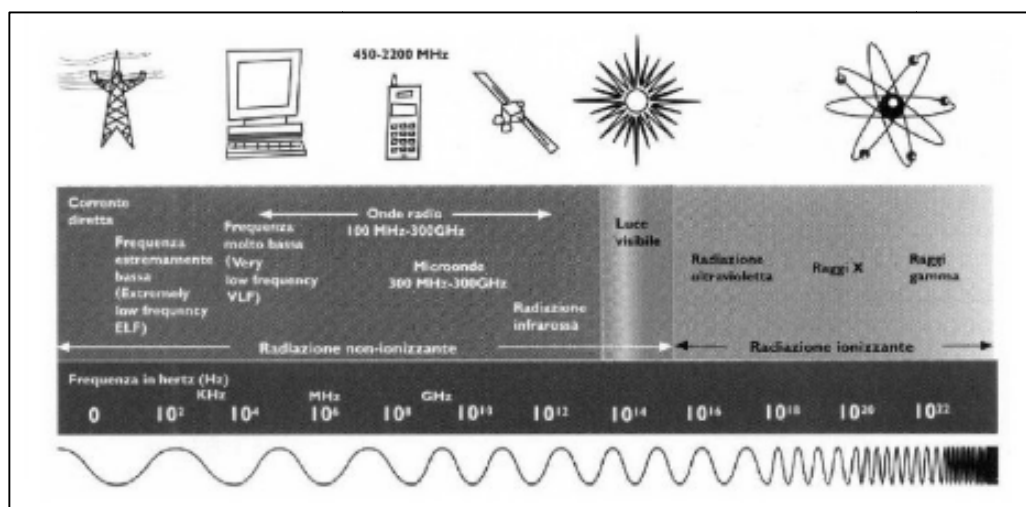



Figura 34: Spettro elettromagnetico

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNONOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

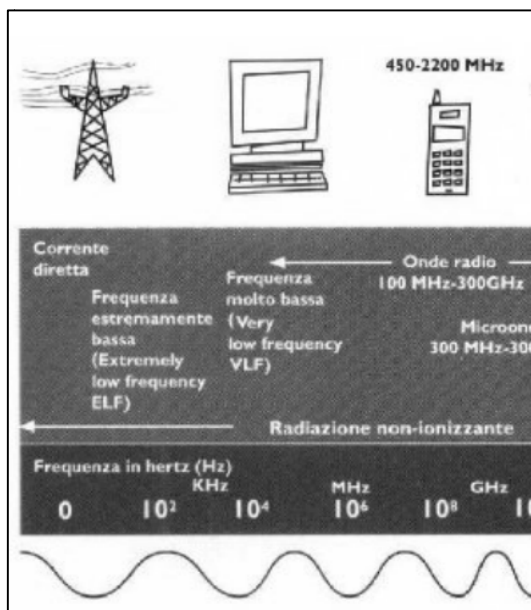


Figura 35: Spettro Elettromagnetico – Corrente diretta

Gli effetti magnetici di induzione sono influenzati dalla natura del mezzo di propagazione/interazione, cioè dalla permeabilità μ : al campo magnetico H si associa l'induzione magnetica $B(=\mu xH)$ espressa in Tesla [T].


Il campo elettrico dipende dalla tensione ed è facilmente schermato (muri, alberi...), il campo magnetico dipende dalla corrente e generalmente attraversa gli ostacoli.

Il valore dei campi elettrico e magnetico, ovvero della densità di potenza, decresce rapidamente allontanandosi dalla sorgente di emissione: la propagazione dell'onda elettromagnetica si attenua, infatti, con il quadrato della distanza.

L'elettrodotto è l'insieme delle tecnologie preposte al trasporto, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz; il trasporto dell'energia elettrica è effettuato utilizzando tensioni elevate e correnti relativamente basse al fine di ridurre le perdite energetiche per effetto Joule (proporzionali al quadrato della corrente).

A causa della bassa frequenza le linee degli elettrodotti non irradiano un campo elettromagnetico, ma generano separatamente un campo elettrico ed un campo magnetico.

Il campo elettrico è proporzionale alla tensione, poiché la tensione delle linee è costante il campo elettrico da esse prodotto diminuisce molto rapidamente con la

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

distanza dalla linea.

Il campo magnetico generato da un elettrodotto dipende dalla corrente trasportata, cioè dalle condizioni di carico della linea (nel caso di un impianto di produzione di energia elettrica, maggiore sarà la produzione, maggiore sarà la corrente trasportata essendo la tensione costante).

Il campo magnetico, misurato in termini di induzione magnetica, sarà maggiore nei momenti di maggiore produzione, ma anch'esso diminuisce molto rapidamente con la distanza dalla linea.

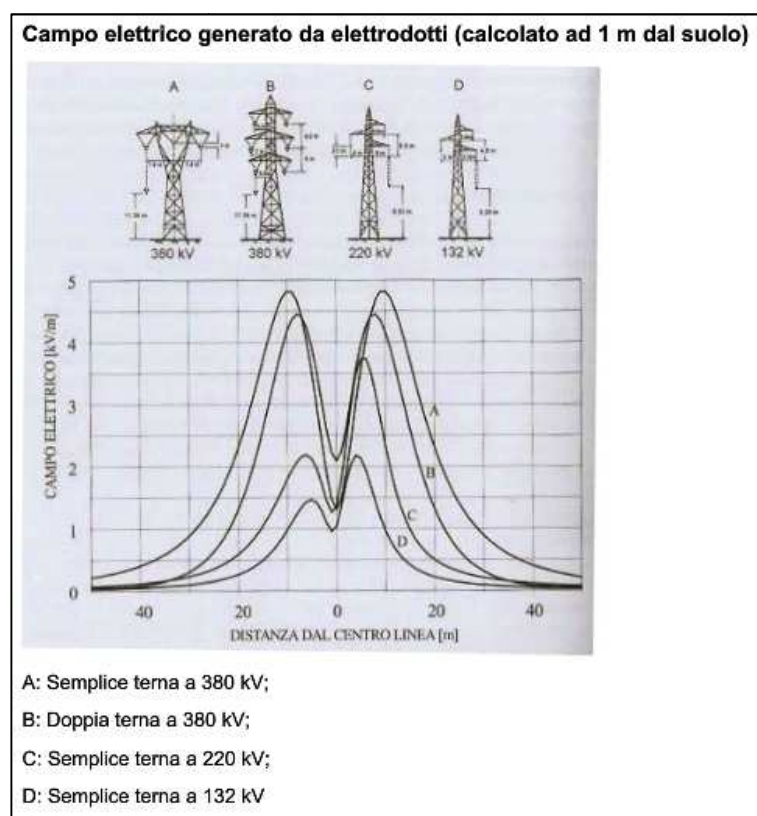



Figura 36: Campo Elettrico generato da un elettrodotto aereo nelle configurazioni tipiche e valutato ad 1 metro dal suolo

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

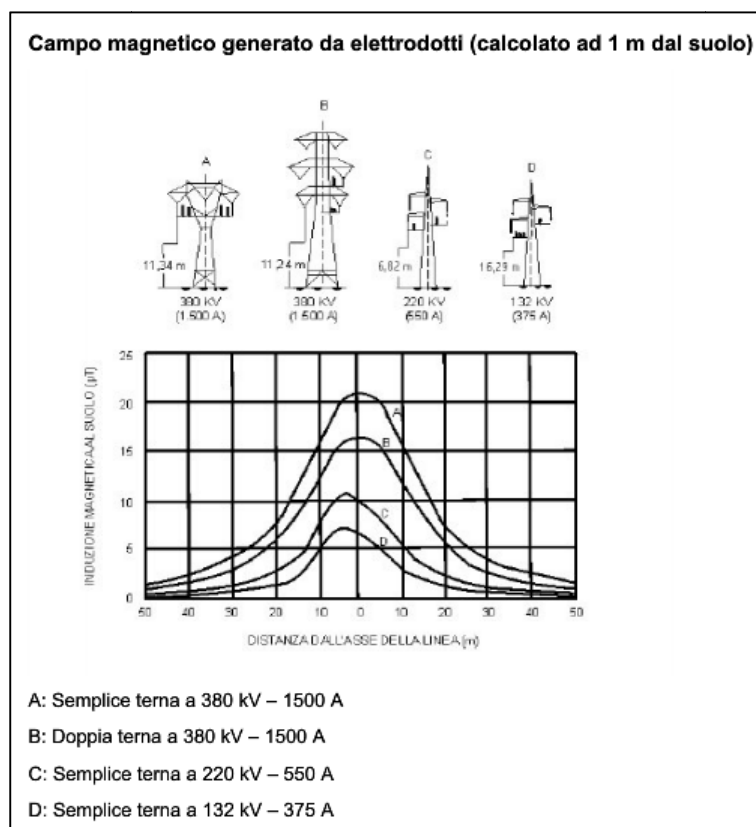


Figura 37: Campo Magnetico generato da un elettrodotto aereo nelle configurazioni tipiche e valutato ad 1 metro dal suolo


Tra le soluzioni tecniche individuate per la riduzione dei problemi di esposizione a campi elettromagnetici, c'è da segnalare l'adozione di linee elettriche a cavo interrato, scelta del progetto in oggetto.

Il campo elettrico viene schermato dal terreno, mentre la possibilità di avere un'induzione magnetica più bassa per la linea elettrica in cavo è dovuta alla vicinanza dei cavi stessi che, essendo isolati, possono essere accostati l'uno all'altro, cosa non possibile nelle linee aeree.

Un'ulteriore riduzione si ottiene disponendo i cavi non allineati tra loro, ma a triangolo (posa a trifoglio).

Il costo di un cavo interrato per linee ad alta tensione può variare da 3 a 10 volte in più del costo della linea aerea costituita da conduttori nudi, ma i guadagni sono in termini di impatto visivo e di riduzione dei valori del campo elettromagnetico e di conseguente inquinamento elettromagnetico.

Per quanto riguarda le bassissime frequenze, ELF, gli effetti acuti (o a breve termine) si manifestano per livelli di campo centinaia di volte più alti di quelli riscontrati

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNONOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

quotidianamente, gli effetti possono determinare stimolazioni del sistema nervoso e visivo se la densità di corrente indotta nelle cellule e nei tessuti supera la soglia di eccitabilità.

A titolo di esempio si riporta nella seguente tabella il confronto fra i valori tipici delle correnti indotte (ossia il movimento di cariche prodotto per effetto dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo) circolanti nel corpo umano nel caso di permanenza al di sotto di una linea elettrica oppure in vicinanza di un elettrodomestico.

Si evince che l'intensità indotta in un individuo che si trovi al di sotto di una linea elettrica sia confrontabile con quelle indotte a causa della sua vicinanza a un elettrodomestico, o dal contatto con un apparato non perfettamente funzionante dal punto di vista elettrico.


La soglia di sensibilità, rilascio e fibrillazione risultano di ordini di grandezza superiori ai valori di ordinaria esposizione.

Per quanto riguarda l'esposizione a lungo termine, da una ventina d'anni viene indagata l'esistenza di possibili effetti sanitari, con particolare attenzione alla componente magnetica.

Sulla base delle attuali conoscenze possono essere tratte le seguenti indicazioni:

- dopo innumerevoli ricerche non sono emerse evidenze concrete che i livelli di campo elettrico e magnetico riscontrati abitualmente rappresentino un reale danno per la salute;
- il rischio connesso ai normali livelli di esposizione, qualora ne fosse confermata l'esistenza, non potrebbe che essere molto basso.

In ogni caso, i rischi sopra riportati sono superati dalla scelta progettuale di specie, in quanto con l'interramento del cavo vengono meno tutti i possibili effetti nocivi tipici delle linee aeree.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

3.2.1. RICHIAMI NORMATIVI

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12/07/1999 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri allo scopo di definire il livello di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, basata sui dati scientifici esistenti, confermando le linee guida dell'ICNIRP.


In seguito, nel 2001, dopo un'ulteriore analisi della letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha confermato l'applicazione delle linee guida suddette.

Lo Stato Italiano ha provveduto al riordino della normativa in materia allora vigente emanando la Legge quadro 36/2001 e procedendo all'individuazione dei seguenti tre livelli di esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (art.3):

- *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.

La legge quadro italiana (36/2001) è stata emanata adottando misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali - mentre tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE - malgrado che le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/07/1999 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP.


Il DPCM 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

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti” ha definito 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 .

E’ 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.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

3.3. CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO

Le linee elettriche durante il loro normale funzionamento generano un campo elettromagnetico che decresce molto rapidamente allontanandosi dalla linea.

La normativa vigente scinde il contributo del campo elettrico e del campo magnetico, il primo è annullato dalla schermatura del cavo.

Il campo magnetico è proporzionale alla corrente che istantaneamente fluisce in ogni parte attiva.

L'elettrodotto in esame può essere valutato in prima analisi utilizzando la "Distanza di prima approssimazione (D.P.A.) da linee e cabine elettriche", definita dal DM 29.05.08 come la proiezione al suolo della fascia di rispetto oltre la quale il valore del campo magnetico è inferiore a 3 μ T.

La linea guida è realizzata in conformità alla norma CEI 211-4.

Secondo le Linee Guida di Enel Distribuzione, le DPA per cavi interrati disposti in piano o a trifoglio sono definite come nelle seguenti Figura 38 e Figura 39.

Per entrambe le condizioni di posa, la corrente considerata nel calcolo della DPA sotto riportata è di 1110 A e la tensione compresa fra 132-150 kV.

Ne consegue una DPA pari a 5,10 metri per la posa in piano e pari a 3,10 metri per la posa a trifoglio.

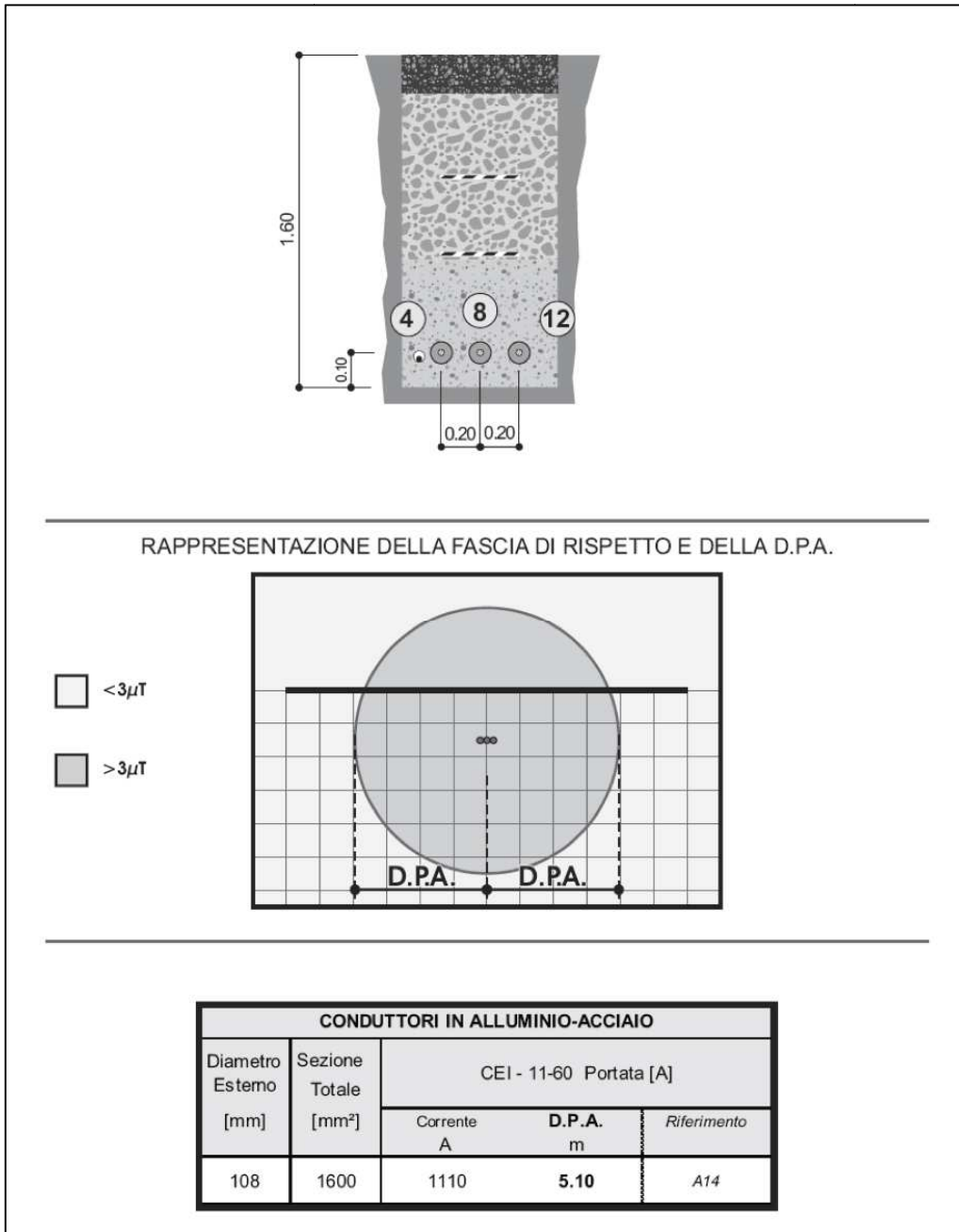



Figura 38: Rappresentazione della fascia di rispetto D.P.A. per cavi interrati disposti in piano

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

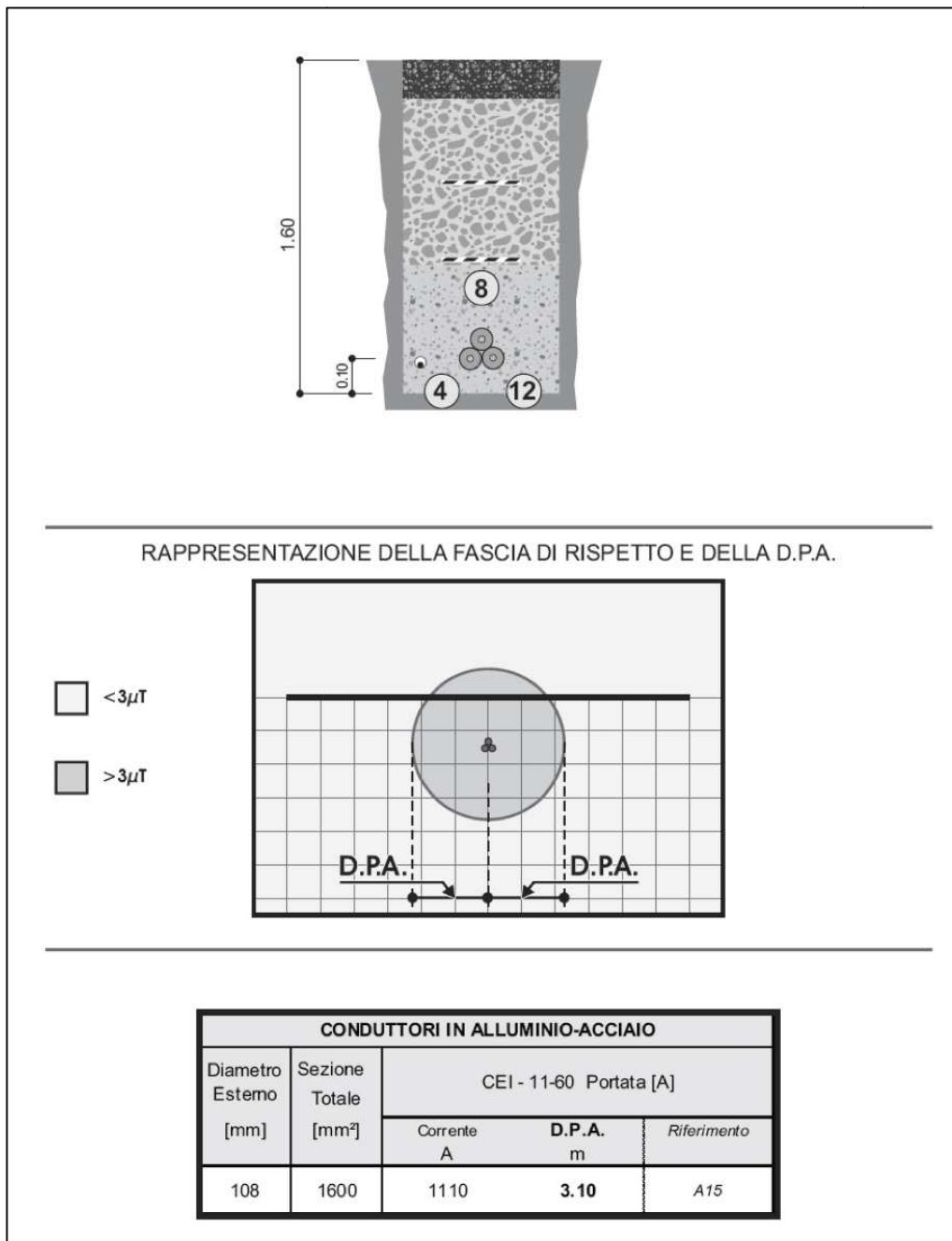



Figura 39: Rappresentazione della fascia di rispetto D.P.A. per cavi interrati disposti a trifoglio

Uno studio teorico più approfondito della fascia di rispetto dell'elettrodotto e della SE, qualora necessario, sarà svolto nella successiva fase di progettazione.

Anche per elettrodotti con capacità maggiori di quelle in oggetto, diversi studi evidenziano che il campo magnetico, calcolato ad 1 m dal suolo lungo i percorsi dei cavi interrati, risulta sempre inferiore ai limiti di esposizione (100 μT) ed alla soglia di attenzione (10 μT) fissati dal DPCM 8 Luglio 2003, scendendo a livelli trascurabili

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

(inferiori all'obiettivo di qualità di 3 μ T) già a pochi metri di distanza dall'asse dello scavo.


Si evidenzia, inoltre, che i percorsi dei cavi elettrici interrati non sono palesemente *"luoghi adibiti a permanenze continuative non inferiori a quattro ore giornaliere"*, per cui il valore di 3 μ T posto come obiettivo di qualità dal DPCM stesso, anche se facilmente rispettabile, non deve essere applicato.

Per l'esigua potenza trasmessa dall'elettrodotto in oggetto (max 50 MW) in relazione alla tensione di esercizio dello stesso (150 kV), si hanno valori di corrente limitati: in condizioni di generazione di potenza attiva nominale la corrente risulta generalmente inferiore a 275 A (variabili a seconda del fattore di potenza).

Con tali valori di corrente, per entrambe le condizioni di posa presentate, in piano o a trifoglio, si ottiene una fascia di rispetto inferiore a 1,3 m, inferiore dunque alla profondità di posa dei cavi.

Nella stazione di trasformazione MT/AT e nella zona del generatore è stata individuata la distanza cautelativa di 10 m dal centro delle barre MT, oltre la quale, anche in questa fase di progettazione, si può affermare che il limite di qualità pari a 3 μ T sarà rispettato.

Considerando il campo elettrico generato dalle parti attive interrate praticamente trascurabile, poiché annullato dallo schermo del cavo stesso, si riporta nel successivo paragrafo un calcolo più accurato del campo magnetico generato dall'elettrodotto.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

3.3.1. METODOLOGIA DI CALCOLO

Il modello di calcolo adottato è la legge di BIOT-SAVART applicata a cavi rettilinei filiformi di estensione infinita percorsi da corrente.

Per questi il campo di induzione magnetica generato in un punto P dello spazio distante r [m] dal cavo è dato da:

$$\bar{B}(t, r) = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot I(t)}{2 \cdot \pi \cdot r} \hat{u}_l \times \hat{u}_r [T]$$

Dove:

$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} [H/m]$ è la permeabilità magnetica nel vuoto;

μ_{r0} è la permeabilità relativa (1 per il terreno)

$I(t)[A]$ è la corrente che attraversa il conduttore, variabile nel tempo;

$r[m]$ è la distanza dal conduttore;

\hat{u}_l è il versore della corrente;


\hat{u}_r è il versore normale all'asse del conduttore.

Come suggerito dalla norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", ai fini del calcolo, la linea elettrica, composta dalle varie fasi dei conduttori, verrà schematizzata come un insieme di conduttori tra loro paralleli, di estensione infinita e disposti parallelamente al terreno a varie profondità.

Il modello di calcolo adottato permette di valutare i campi magnetici in una qualsiasi sezione della linea, rendendo in tal modo il problema bidimensionale.

In altre parole assumendo come riferimento la seguente Figura 40, nel punto P, posto nella posizione (x;y) e distante rispettivamente d_i dall' i -esimo conduttore, il campo di induzione magnetica può essere valutato sfruttando il principio di sovrapposizione degli effetti.

Si ricorda che il campo B è variabile nel tempo, con la stessa frequenza (50 Hz) della corrente che lo genera, pertanto si dovrebbe far riferimento al valore efficace così definito:

GONNOSFANADIGA LTD	Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

$$B_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_T [|\overline{B_x}|^2 + |\overline{B_y}|^2] dt [T]}$$

In misura cautelativa, si considera il valore massimo che esso può assumere nel periodo T .

Per quanto riguarda il comportamento magnetico del terreno, a meno che lo strato di copertura non contenga materiali ferromagnetici, questo si rivela a permeabilità magnetica relativa costante e pari a 1.

L'intensità di induzione magnetica B in un punto è direttamente proporzionale alla corrente trasportata e al numero di terne impiegate e inversamente proporzionale alla distanza e alla profondità di interramento.

Può essere contenuto se si passa da una terna in piano ad una terna a trifoglio (questo essenzialmente, perché nel caso a trifoglio, le fasi tra loro possono essere ravvicinate sensibilmente).

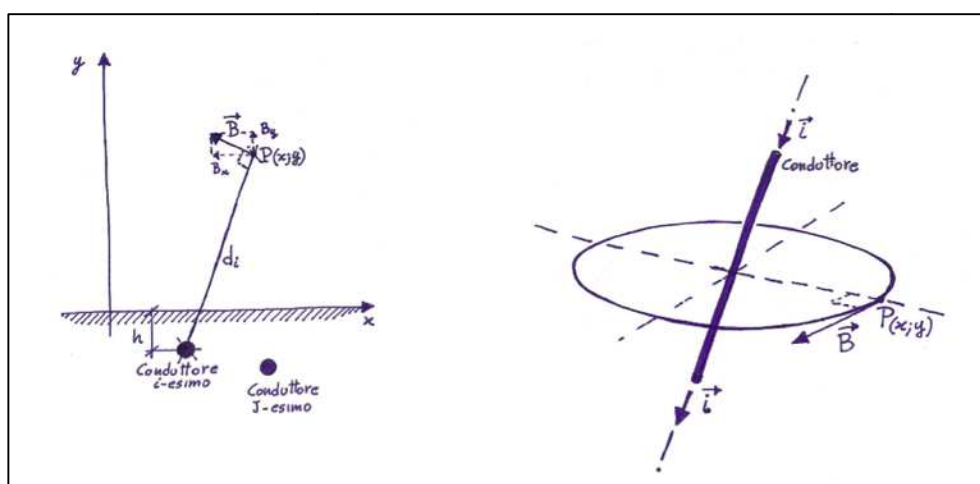



Figura 40: Schematizzazione campo di induzione magnetica B

Si è condotta quindi un'analisi dell'induzione magnetica generata da una terna posata in piano ad una profondità di 1,30 metri facendo variare la distanza fra le fasi. La posa in piano, come già scritto, risulta la più sfavorevole dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica.


Inoltre dai risultati ottenuti, si nota chiaramente come il valore dell'induzione magnetica diminuisca riducendo la distanza fra le fasi, per tale motivo la posa a trifoglio minimizza il campo generato.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

I valori di induzione magnetica sono valutati, al variare della distanza, perpendicolare al terreno, dall'asse di simmetria dell'elettrodotto, nello specifico:

- a livello del suolo;
- a 1 m dal suolo;
- a 2 m dal suolo.

I valori ottenuti sono confrontati con il valore limite più stringente, ovvero 3 μT (microTesla), indicato come obiettivo di qualità dal DPCM 08/07/2003, nonostante il limite attualmente in vigore sia ben più alto (100 o 10 μT).

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNONOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

3.3.2. RISULTATI DELLE ANALISI

Per la posa in trincea sia con conduttori posti in piano sia con conduttori posti a trifoglio, il massimo dell'induzione magnetica si ha lungo il piano verticale che interseca l'asse di simmetria della terna di cavi.

Per tale configurazione e lungo il piano verticale che interseca l'asse di simmetria della terna di cavi è cautelativamente riportato il valore d'induzione massima, anziché quello efficace.

1. CASO A: distanza tra le fasi 0,3 metri

Singola terna;


Potenza trasmessa: 50 MW

Fattore di potenza: 0,7 (assunzione cautelativa)

Valore efficace della corrente: 275 A

Profondità di interrimento p: 1,3 m

CASO A		
Punto di misura	B [μT]	Obiettivo di Qualità [μT]
A livello del suolo	3,025	3
A 1 metri dal suolo	0,565	
A 2 metri dal suolo	0,193	

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GNONOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

2. CASO B: distanza fra le fasi 0,2 metri

Singola terna;

Potenza trasmessa: 50 MW

Fattore di potenza: 0,7 (assunzione cautelativa)

Valore efficace della corrente: 275 A

Profondità di interramento p: 1,3 m

CASO B		
Punto di misura	B [μT]	Obiettivo di Qualità [μT]
A livello del suolo	1,383	3
A 1 metri dal suolo	0,254	
A 2 metri dal suolo	0,086	

3. CASO C: distanza fra le fasi 0,4 metri

Singola terna;


Potenza trasmessa: 50 MW

Fattore di potenza: 0,7 (assunzione cautelativa)

Valore efficace della corrente: 275 A

Profondità di interramento p: 1,3 m

CASO C		
Punto di misura	B [μT]	Obiettivo di Qualità [μT]
A livello del suolo	5,174	3
A 1 metri dal suolo	0,993	
A 2 metri dal suolo	0,341	

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "CONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	


3.3.3. CONFRONTO CON I LIMITI DI ESPOSIZIONE PREVISTI

Dai risultati ottenuti si evince come il campo magnetico sia proporzionale alla distanza fra le fasi e come il limite di induzione e il valore di attenzione per le frequenze industriali (50 Hz) attualmente in vigore con il DPCM 08/07/2003 siano ampiamente rispettati a tutte le distanze considerate.

Addirittura, nel caso peggiore di distanza fra le fasi di 0,4 metri (CASO C), l'obiettivo di qualità di 3 μ T è rispettato già ad una distanza di 30 centimetri dal suolo.

Ciò conferma, quindi, quanto precedentemente scritto, ovvero che per l'elettrodotto in oggetto si può considerare una fascia di rispetto inferiore alla profondità di posa (1,30 metri).

Il campo magnetico e quello elettrico generati dall'elettrodotto possono essere considerati conformi alle disposizioni di legge, rientrando anche *nell'obiettivo di qualità*, e pertanto non rappresentano un fattore di rischio.

GONNOSFANADIGA LTD	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "GONNOSFANADIGA" Progetto Preliminare Opere di Connessione</i>	
	Relazione Tecnico-descrittiva	

4. CONCLUSIONI

Il calcolo del campo magnetico evidenzia i limitati valori di induzione magnetica.

Si noti come alle distanze individuate, tali valori siano un ordine di grandezza inferiore dei limiti imposti di legge.

Inoltre, essi risultano inferiori anche ai valori del campo magnetico terrestre, anche se quest'ultimo è sostanzialmente costante nel tempo.

In varie applicazioni domestiche si raggiungono valori ben più elevati (fino a 10^3 Tesla).

L'elettrodotto proposto, non solo è conforme alla normativa, ma è anche prossimo all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$), così come definito dal DPCM 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".

In prima analisi la soluzione scelta non appare impattare in modo significativo sull'ambiente circostante.

Il rumore non presenta problematiche per l'opera proposta in quanto il cavo interrato non è fonte di inquinamento acustico.

In fase esecutiva verrà effettuato uno studio più approfondito di tutte le possibili interferenze ambientali citate.

A livello visivo la linea interrata non genera alcun tipo di cambiamento allo stato attuale dei luoghi.