



REGIONE SICILIA

PROVINCE DI RAGUSA E CATANIA
COMUNI DI ACATE E CALTAGIRONE

PROGETTO:

Progetto per la realizzazione di un impianto agrofotovoltaico per la produzione di energia elettrica, delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili denominato "BIDDINE"

PROPONENTE:

Renantis Sicilia S.r.l.

(già Falck Renewables Sicilia S.r.l.)

P.iva e C.f. 10531600962

Sede legale in Corso Italia, 3 20122 – Milano



Renantis

ELABORATO:

Relazione Campi Elettromagnetici

Progetto Definitivo

PROGETTISTA:

BLC s.r.l.

Via Umberto Giordano, 152 - 90144 Palermo (PA)

P.IVA 07007040822

Ing. Eugenio Bordonali

Ing. Gabriella Lo Cascio



Scala:

-

Tavola:

CEM

Data:

20 Marzo 2023

Rev.

Data

Descrizione

00

20 Marzo 2023

prima emissione

Sommario

1	INTRODUZIONE	3
1.1	INQUADRAMENTO DEL PROGETTO	4
1.2	Componenti di impianto	12
1.3	Riferimenti	14
1.4	Normativa di Riferimento	17
2	CAVIDOTTO INTERRATO 36kV	18
2.1	Linea elettrica a 36 kV in cavo sotterraneo	18
2.2	Condizioni e modalità di posa	19
2.3	Calcolo CEM e Distanze di Prima Approssimazione.....	20
3	STAZIONI ELETTRICHE	24
3.1	Distanze di Prima Approssimazione Raccordi linea RTN a 220 kV	25
3.1.1	Caratteristiche tecniche	25
3.2	Campo Elettrico.....	25
3.3	Campo Magnetico	26
3.4	Distanza di Prima Approssimazione.....	27
3.5	Distanze di Prima Approssimazione Stazioni Elettriche	28
4	CONCLUSIONI	31

1 INTRODUZIONE

La presente costituisce la Relazione Campi Elettromagnetici a corredo del progetto di un impianto fotovoltaico da 35MWp ca. da realizzarsi nel territorio del comune di Acate (RG) con opere di connessione nel comune di Caltagirone (CT) denominato “Biddine” (di seguito il “Progetto” o “l’Impianto”) corredato di Progetto Agrovoltaico e delle relative opere di connessione alla rete elettrica nazionale, in progetto per la Renantis Sicilia S.r.l. – già Falck Renewables Sicilia s.r.l.. Il progetto è da intendersi integrato e unico, Progetto di Impianto Fotovoltaico insieme con il Progetto Agrovoltaico, pertanto la società proponente si impegna a realizzarlo per intero.

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico con potenza di picco del generatore di 35 MWp ca. e prevede l’installazione di inseguitori solari ad un asse (tracker orizzontali monoassiali a linee indipendenti) quali strutture di supporto ai moduli fotovoltaici.

L’impianto, sarà di tipo grid-connected in modalità trifase (collegata direttamente alla rete elettrica di distribuzione). L’impianto di generazione fotovoltaica in progetto sarà installato direttamente a terra con struttura in acciaio zincato e l’energia elettrica da essi prodotta verrà convogliata ai gruppi di conversione (inverters) ed ai trasformatori di tensione distribuiti all’interno dell’area di impianto.

Conformemente al preventivo di connessione di cui alla nota del 19/10/2020 del gestore di rete e successiva modifica di cui alla note del 23/02/2023, TERNA s.p.a. la connessione dell’impianto alla Rete di Trasmissione dell’energia Elettrica (RTN) avverrà in antenna a 36kV con una nuova stazione di smistamento 220 kV della RTN da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV “Favara – Chiaramonte Gulfi”.

L’iniziativa s’inquadra nel piano di sviluppo di impianti per la produzione d’energia da fonte rinnovabile che la società Renantis Sicilia S.r.l. – già Falck Renewables Sicilia s.r.l., intende realizzare nella Regione Sicilia per contribuire al soddisfacimento delle esigenze d’energia pulita e sviluppo sostenibile sancite sin dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997, ribadite nella “Strategia Energetica Nazionale 2017” e successivamente dal Piano nazionale integrato per l’energia e il clima per gli anni 2021-2030.

L’applicazione della tecnologia fotovoltaica consente: la produzione d’energia elettrica senza emissione di alcuna sostanza inquinante, il risparmio di combustibile fossile, nessun

inquinamento acustico e disponibilità dell'energia anche in località disagiate e lontane dalle grandi dorsali elettriche.

1.1 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il sito del costruendo impianto fotovoltaico è ubicato all'interno del comune di Acate, nella parte orientale della Sicilia, ad est del territorio provinciale di Ragusa. Le opere di connessione sono previste in agro di Caltagirone (CT).

La localizzazione del progetto è così definita:

- Provincia: Ragusa (impianto FV) e Catania (opere di connessione);
- Comune: Acate (RG) (impianto FV) e Caltagirone (CT) (opere di connessione);
- Contrada: Biddine (impianto FV) e Marfisa (opere di connessione);
- Rif. Carte Tecniche Regionali: n. 644100, 644110, 644140, 644150 (impianto FV) e 644060, 644020 (opere di connessione);
- Rif. IGM: Foglio 273 - Quadrante III, Tavoletta SO (impianto FV) e Foglio 273 - Quadrante III, Tavoletta NO (opere di connessione);
- identificazione catastale:

Area impianto FV				Area stazione consegna	
foglio	particella	Servitù di cavidotto e di passaggio carrabile e pedonale		Foglio	P.IIa
2	268	foglio	particella	239	269
	254				193
	261				270
	280				194
	40				293
	245				195
	246				
	247				
	248				
	259				
	260				
	270				
	272				
	273				
	274				
	275			foglio	particella
277		276			
291	2	271			

Dal punto di vista meteorologico, il sito ricade in un'area a clima tipicamente meso-mediterraneo con inverni miti e poco piovosi ed estati calde ed asciutte. Le temperature minime invernali raramente scendono al di sotto di 10 °C mentre le temperature estive massime oscillano tra i 28 °C e i 35 °C.

La zona è caratterizzata da un valore medio di irraggiamento che rende il sito particolarmente adatto ad applicazioni di tipo fotovoltaico, pari a:

- 2078.68 kWh/m².

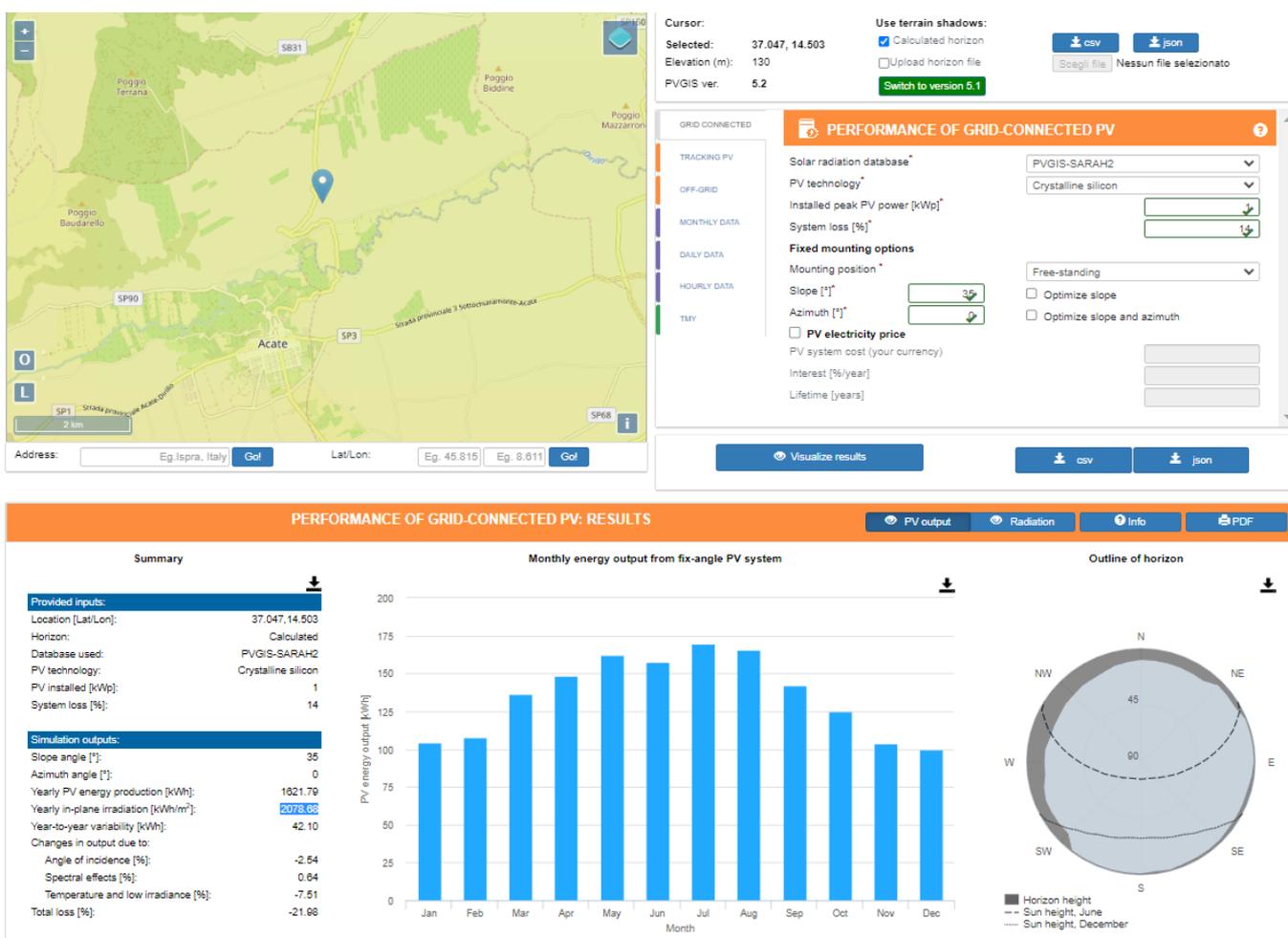


Figura 1 Fonte energetica solare nel sito (fonte JRC - Photovoltaic Geographical Information System)

L'irraggiamento è, infatti, la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno (kWh/m²giorno), questo è

influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia ecc..) e dipende dalla latitudine del luogo: come è noto cresce quanto più ci si avvicina all'equatore.

Il territorio interessato dall'installazione dell'impianto è costituito da aree lievemente collinari con quote variabili tra 90 e 240 metri sul livello del mare. Di seguito si riportano due immagini per una immediata localizzazione del sito interessato dall'impianto, mentre per un più dettagliato inquadramento geografico dell'area in questione si rimanda alle tavole in allegato.



Figura 4.1-Inquadramento geografico del sito di interesse (fuori scala).

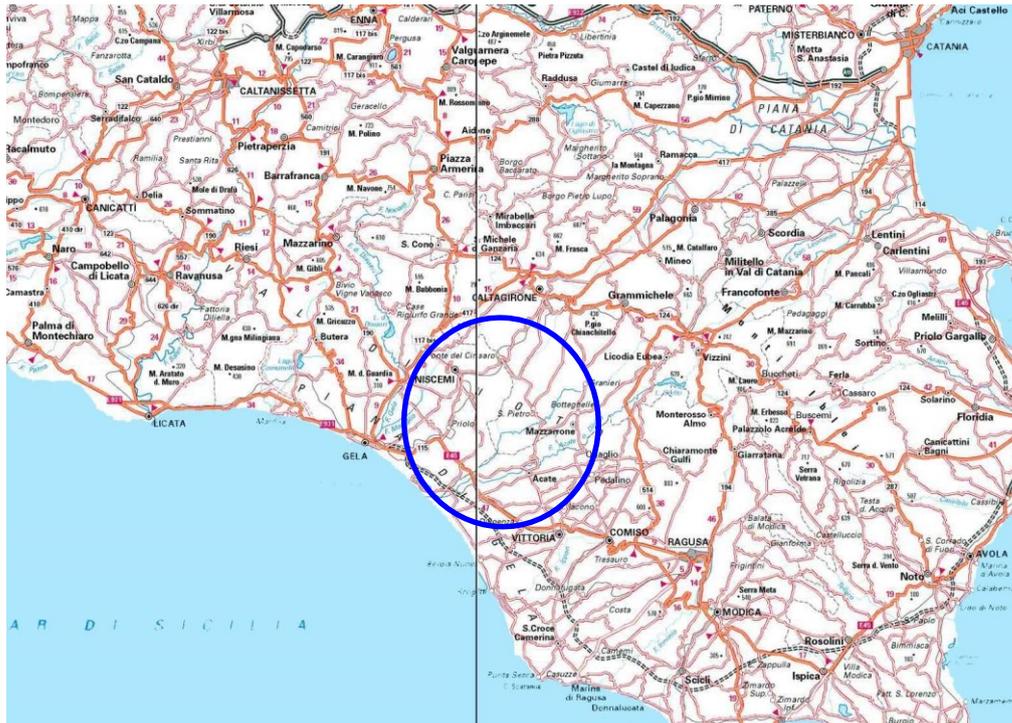
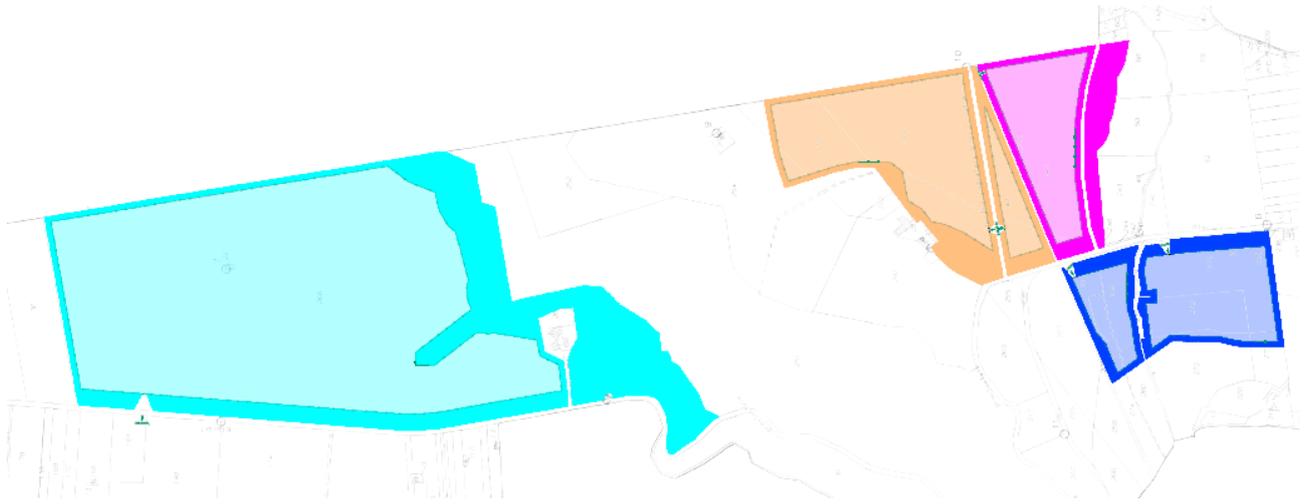


Figura 4.2-localizzazione sito (fuori scala).

L'impianto è distinto nei seguenti lotti tutti ricadenti all'interno del territorio comunale di Acate (RG):

DATI IMPIANTO			
LOTTO	Comune di Acate - Foglio 2 - Particelle	Area impianto ha	Potenza MWp
A	268-291	29,85	24,25
B	254-261-280-40	7,74	4,94
C	245-246-248-247	3,65	2,94
D	259-260-270-272-273-274-275-277	5,00	2,88



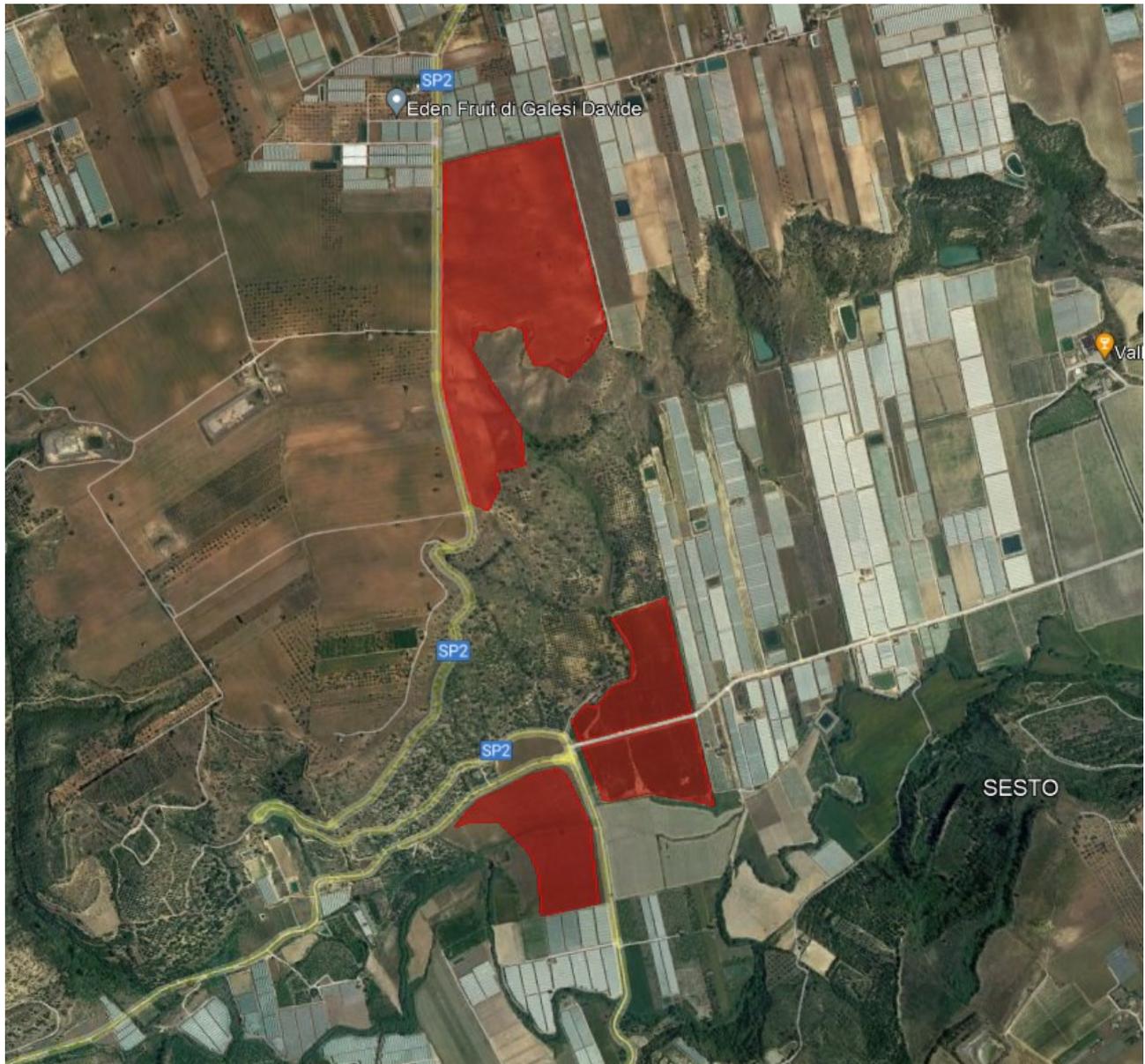


Figura 2 Area lotti fotovoltaici su foto satellitare (fonte Google LLC.)

L'area dell'impianto fotovoltaico (strutture sostegno pannelli, viabilità, cabine, fascia tagliafuoco etc.) è pari a: 46.2 ha ca. entro cui ricadono:

- Area per le colture/allevamenti di cui alla Relazione Progetto Agrovoltaiico: 27.7ha ca. tra i filari di pannelli;
- Fascia tagliafuoco: 3.4ha ca. (non pannellata);
- Area fasce di 10 m contermini agli impluvi e canali preesistenti: 1.5 ha ca. (non pannellata).

Pertanto si prevede di lasciare incolte soltanto le aree strettamente non coltivabili al di sotto delle strutture di sostegno pannelli ed in corrispondenza della viabilità e cabine, per un totale pari a 6.6 ha ca..

Il proponente si impegna inoltre a realizzare su aree al di fuori dei 46.2 ha ca. d'impianto e comunque nella propria disponibilità, ulteriori aree a verde per: 20 ha ca. di cui:

- Area fascia arborata di 10 m. di separazione e protezione dell'impianto fotovoltaico: 6.9 ha ca.;
- Aree esterne: 13.1 ha ca. entro cui ricadono le colture/allevamenti di cui alla Relazione Progetto Agrovoltaiico.

Conformemente al preventivo di connessione di cui alla nota del 19/10/2020 del gestore di rete e successiva modifica di cui alla note del 23/02/2023, TERNA s.p.a. la connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione dell'energia Elettrica (RTN) avverrà in antenna a 36kV con una nuova stazione di smistamento 220 kV della RTN da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Favara – Chiaramonte Gulfi".



Figura 3 Area impianto FV con cavidotto ed opere di connessione alla RTN nel comune di Caltagirone (CT) su foto satellitare (fonte Google LLC.)

1.2 Componenti di impianto

Il presente progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, include i seguenti elementi:

- *Moduli fotovoltaici in silicio monocristallino*: Il modulo fotovoltaico trasforma la radiazione solare incidente sulla sua superficie in corrente continua che viene poi convertita in corrente alternata dal gruppo di conversione. Per il progetto si prevede preliminarmente di utilizzare dei moduli monocristallini con tecnologia bifacciale da 605 Wp.
- *Inverter fotovoltaici e trasformatori BT/MT– Power station*: Il gruppo di conversione o inverter sarà idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. Si è previsto di impiegare delle soluzioni chiavi in mano per l'alloggio dei trasformatori BT/MT e delle apparecchiature di campo.
- *Strutture di supporto dei moduli*: le strutture di sostegno dei pannelli saranno sia del tipo fisso che del tipo ad inseguimento monoassiale. Queste ultime saranno dotate di un sistema meccanico che permetterà la rotazione del piano dei pannelli nella direzione est-ovest. L'interasse tra due strutture vicine sarà tale da evitare fenomeni di ombreggiamento con valori compresi tra 10 e 9.5 m.
- *Cavi solari*, per il collegamento dei moduli fotovoltaici agli inverter;
- *Impianti di messa a terra ed altri equipaggiamenti elettrici*, per garantire la protezione ed il corretto funzionamento dell'impianto elettrico;
- *Impianti tecnologici ed ausiliari* (impianti di illuminazione, telefonici, monitoraggio e telecontrollo, allarme antintrusione, allarme antincendio, videosorveglianza, ecc...);
- *Recinzione*: Ogni lotto sarà dotato di una recinzione in pali e rete metallica, di circa 2,50 m di altezza, e di un cancello carrabile di circa 10 m in ferro, scorrevole, con trave e pilastri in cls armato.

- *Viabilità:* All'interno di ogni lotto verranno realizzate delle strade carrabili di 5 m, al fine di favorire l'accesso dei mezzi, sia in fase di costruzione che di successiva manutenzione.
- *Opere idrauliche:* Dove necessario, al fine di consentire un corretto smaltimento e deflusso delle acque meteoriche, verranno realizzate delle opere idrauliche, consistenti in cunette, tombini, trincee drenanti ed opere di laminazione.
- *Cavidotto:* La rete elettrica di raccolta dell'energia prodotta è prevista in cavidotto interrato (profondità di scavo 1.2 m ca.) in alta tensione con una tensione di esercizio a 36 kV.
- *Cabine di smistamento:* Sono previste delle cabine elettriche di smistamento che hanno il compito di raccogliere le linee elettriche provenienti dalle power station e l'ottimizzazione delle stesse.
- *Locale guardiania:* Sarà realizzato un locale guardiania con sala comandi e dotato di servizi.
- *Impianti per la connessione:* Conformemente al preventivo di connessione di cui alla nota del 19/10/2020 del gestore di rete e successiva modifica di cui alla note del 23/02/2023, TERNA s.p.a. la connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione dell'energia Elettrica (RTN) avverrà in antenna a 36kV con una nuova stazione di smistamento 220 kV della RTN da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Favara – Chiaramonte Gulfi". La localizzazione della stazione di smistamento è prevista nel Comune di Caltagirone (CT) in Contrada Marfisa (opere di connessione). La consegna dell'energia prodotta dall'impianto avverrà a 36 kV. Si prevede di realizzare una stazione elettrica di utenza di 1200 mq ca. al fine di alloggiare le apparecchiature elettromeccaniche di controllo e regolazione a 36kV.

1.3 Riferimenti

Tutti gli apparati elettrici sono delle sorgenti di campo elettromagnetico, ma soltanto alcuni sono in grado di generare radiazioni di intensità tale da rendere necessari dei controlli per la tutela dello stato di salute delle persone esposte. Di seguito viene riportata una tabella che indica alcune sorgenti di campo elettromagnetico ed in corrispondenza di ognuna è indicata la banda di frequenza delle radiazioni emesse.

SORGENTI	INTERVALLI DI FREQUENZA
Elettrodotti, stazioni di trasformazione e tutte le apparecchiature funzionanti a frequenza industriale	0Hz - 10 kHz
Forni ad induzione	10 kHz - 30 kHz
Riscaldatori ad induzione, schermi video e trasmettitori in AM	30 kHz - 300 kHz
Riscaldatori a radiofrequenza	3 MHz - 30 MHz
Trasmettitori in FM e Televisione	30 MHz - 300 MHz
Radiomobile, telefoni cellulari, forni a microonde	300 MHz - 3 GHz
Ponti radio	3 GHz - 30 GHz
Radar	30 GHz - 300 GHz

La normativa nazionale che regola attualmente la materia è rappresentata dalla Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici - Legge n° 36 del 22/02/2001.

Tale legge regola l'intera materia dei campi elettromagnetici coprendo tutta la gamma delle frequenze: da 0 Hz a 300 GHz, e si pone in particolare l'obiettivo principale di definire le competenze di stato, regioni, province e comuni. Per questo motivo essa risulta anche molto articolata. Limitandoci comunque a considerare i punti più strettamente connessi con le prescrizioni sui campi elettromagnetici a frequenza industriale (50 Hz), il carattere "innovativo" della nuova legge sta sostanzialmente nel fatto che, accanto al concetto canonico di limite di

esposizione, inteso come (si cita testualmente dalle definizioni riportate nella legge suddetta) *“il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori....”*, vengono introdotti quelli di *“valore di attenzione”* ed *“obiettivo di qualità”*. Ad essi è attribuito il seguente significato (sempre dalle definizioni riportate nella legge):

“valore di attenzione è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine....”;

“obiettivi di qualità sono: 1) i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8; 2) i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.”

La legge non indica direttamente i valori numerici delle quantità suddette ma stabilisce che essi dovranno essere fissati da appositi decreti¹.

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

¹ “I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico e i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti, di cui al comma 1, lettere a), e) e h), sono stabiliti, entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge:

a) per la popolazione, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità, sentiti il Comitato di cui all'articolo 6 e le competenti Commissioni parlamentari, previa intesa in sede di Conferenza unificata di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, di seguito denominata «Conferenza unificata»;

b) per i lavoratori e le lavoratrici, ferme restando le disposizioni previste dal decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e successive modificazioni, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro della sanità, sentiti i Ministri dell'ambiente e del lavoro e della previdenza sociale, il Comitato di cui all'articolo 6 e le competenti Commissioni parlamentari, previa intesa in sede di Conferenza unificata. Il medesimo decreto disciplina, altresì, il regime di sorveglianza medica sulle lavoratrici e sui lavoratori professionalmente esposti.”

(50 Hz) generati dagli elettrodotti - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003: con tale decreto sono stati fissati i limiti di esposizione al campo magnetici ed elettrico a frequenza industriale, in attuazione delle disposizioni previste dalla Legge Quadro 36/2001.

I limiti imposti dal decreto sono riportati di seguito (artt. 3 e 4):

- “Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il **limite di esposizione** di **100 μ T** per l’induzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l’esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l’induzione magnetica il **valore di attenzione** di **10 μ T**, da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- “Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l’infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell’esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l’**obiettivo di qualità** di **3 μ T** per il valore dell’induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.”

Ulteriore riferimento costituisce la norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”.

Valgono peraltro le prescrizioni di cui al Capo IV del D.Lgs. 9 aprile 2008 , n. 81 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” ed i limiti indicati nell’Allegato XXXVI “Valori limite di esposizione e valori di azione per i CEM”.

Infine il decreto del Ministero dell’ambiente 29 maggio 2008 approva il metodo di calcolo proposto da ISPRA ed esposto nell’allegato dello stesso decreto. Tale allegato:

a) per le linee in cavo, indica come corrente di calcolo la portata in regime permanente come definita dalla norma CEI 11-17, sicché la norma CEI 11-60 sopra citata non verrà presa in considerazione per la linea in oggetto;

b) fa riferimento alle guide CEI 106-11 e 211-4 per le modalità di calcolo con modelli bidimensionali;

c) introduce la distanza di prima approssimazione (Dpa), rinviando alla guida CEI 106-11 per il calcolo della stessa (anche se tale guida non la definisce esplicitamente).

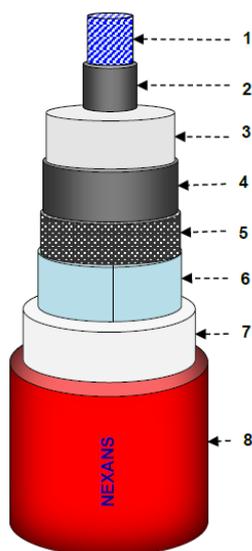
1.4 Normativa di Riferimento

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” – GURI 7.3.2001 n. 55.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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 industriale (50 Hz) generati dagli elettrodotti”
- Raccomandazione del Consiglio dell’Unione Europea 1999/519/CE del 2 luglio 1999, relativa alla “Limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz”
- Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. L199 del 30.7.1999.
- Norma CEI 11-17 – CT 99 – fasc. 8402 – Anno 2006 – Ed. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- Norma CEI 211-6 – fasc. 5908 – Anno 2001 – Ed. Prima. Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana.
- Circolare del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio del 15 novembre 2004 protocollo DSA/2004/25291.
- DM 22 maggio 2008 – Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica
- Guida CEI 106-11 fasc. n. 8149 – Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I.

2 CAVIDOTTO INTERRATO 36kV

2.1 Linea elettrica a 36 kV in cavo sotterraneo

I cavi AT saranno del tipo ARE4H5EE- 20,8/36 kV o equivalenti, con conduttore in alluminio, del tipo unipolare, isolati in polietilene reticolato estruso XLPE a spessore ridotto. È ammessa la posa interrata, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17. La linea sarà realizzata interamente in cavo interrato in modo da ridurre l'impatto ambientale. I cavi AT avranno una sezione di 185 e 630 mm². Le caratteristiche del cavo sono riportate nella figura sotto.



CONSTRUCTION

- 1. Conductor**
stranded, compacted, round, aluminium - class 2 acc. to IEC 60228
- 2. Conductor screen**
extruded semiconducting compound
- 3. Insulation**
extruded cross-linked polyethylene (XLPE) compound
- 4. Insulation screen**
extruded semiconducting compound - fully bonded
- 5. Longitudinal watertightness**
semiconducting water blocking tape
- 6. Metallic screen and radial water barrier**
aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)
- 7. First sheath - 1**
extruded PE compound
- 8. Second sheath - 2**
extruded PE compound - colour: red with improved impact resistance

ARE4H5EE 20,8/36kV 1x... SK2														
Type	Conductor diameter nominal	Insulation thickness min.	Insulation diameter nominal	Sheaths thickness nominal	Cable diameter approx	Cable weight indicative	Electrical resistance of conductor		X at 50 Hz	C	Current capacity		Short circuit current	
							at 20 °C - d.c. max	at 90 °C - a.c.			in ground at 20 °C	in free air at 30 °C	conductor Tmax 250°C	screen Tmax 150°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	μF/km	A	A	kA x 1,0 s	kA x 0,5 s
1x120	13,1	7,9	30,7	2,0+2,0	43,8	1.520	0,253	0,325	0,132	0,185	253	334	11,3	2,2
1x150	14,3	7,6	31,3	2,0+2,0	44,4	1.600	0,206	0,265	0,127	0,201	282	377	14,2	2,2
1x185	16,0	7,4	32,6	2,0+2,0	45,8	1.740	0,1640	0,211	0,122	0,221	320	432	17,5	2,3
1x240	18,5	7,1	34,5	2,0+2,0	47,8	1.960	0,1250	0,161	0,116	0,252	370	510	22,7	2,3
1x300	20,7	6,8	36,1	2,0+2,0	49,5	2.160	0,1000	0,129	0,111	0,283	417	584	28,3	2,4
1x400	23,5	6,9	39,1	2,0+2,0	52,6	2.510	0,0778	0,101	0,107	0,308	478	681	37,8	2,6
1x500	26,5	7,0	42,6	2,0+2,0	56,3	2.960	0,0605	0,079	0,104	0,337	545	792	47,2	2,9
1x630	30,0	7,1	46,3	2,0+2,0	60,2	3.510	0,0469	0,063	0,100	0,367	620	920	59,5	3,0

Fig 1: Cavo unipolare ARE4H5EE

2.2 Condizioni e modalità di posa

Gli elettrodotti in esame sono costituiti da linee in cavo interrate ed in particolare collegheranno tra loro le cabine di parallelo, interne ai siti di installazione, e la cabina di parallelo numero 2 alla Cabina utente. Da quest'ultima partirà il collegamento alla SE della RTN.

Collegamento	Formazione	Lunghezza (km)
C. di Parallelo 1-C.di Paralelo 2	2x(3x1x185)	3.7
C.di Parallelo 2 – C.Utente	6(3x1x630)	18

I cavi saranno posati in una trincea avente profondità pari a 1,40 m per quanto riguarda i cavidotti che collegheranno la Cabina di parallelo 1 alla cabina di parallelo 2, mentre avrà una profondità pari a 1,70 m la trincea relativa al cavidotto che collegherà la cabina di parallelo 2 al locale utente. I cavi saranno alloggiati in un letto di sabbia, con disposizione delle fasi a trifoglio e protetti da tegole o lastre protettive, secondo le modalità indicate nelle allegate sezioni di posa. (cfr. tavv. 4.6, 4.7). Lo scavo verrà riempito con materiale proveniente dagli scavi, la presenza dei cavi elettrici verrà segnalata con apposito nastro di segnalazione che verrà posato lungo lo scavo.

Per evitare danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa, si dovrà tenere conto dello sforzo massimo del cavo e del raggio di curvatura minimo.

I ripristini verranno eseguiti a regola d'arte.

Nel caso in cui venissero riscontrate interferenze durante l'esecuzione dei lavori con impianti di telecomunicazione, il produttore si impegna a dare tempestiva informazione e a rispettare le distanze minime previste dalla normativa vigente.

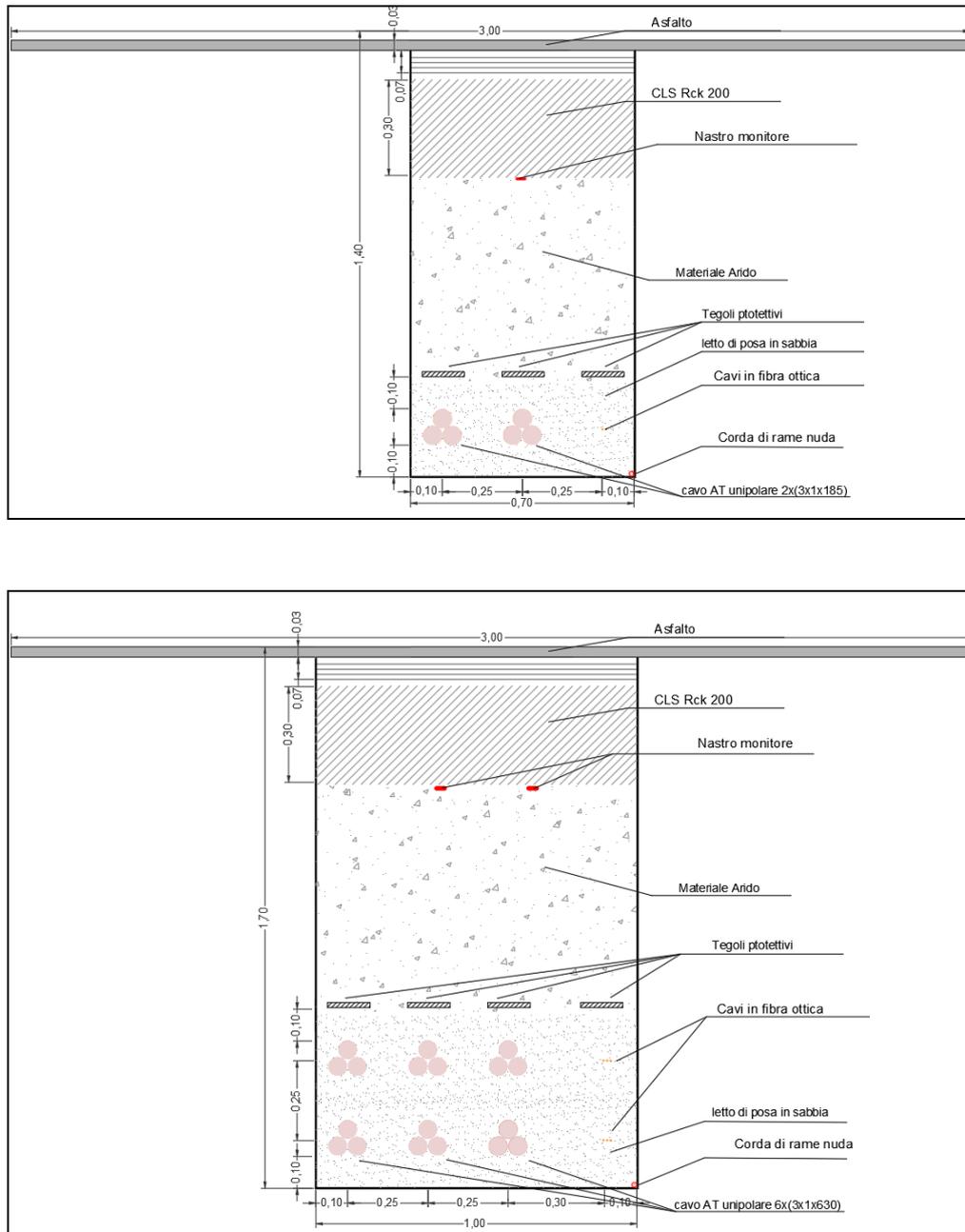


Fig 2: Sezioni di posa della linea in cavo su sede stradale

2.3 Calcolo CEM e Distanze di Prima Approssimazione

Preliminarmente occorre precisare che, esaminata la struttura dei cavi utilizzati, non si è ritenuto necessario procedere al calcolo del campo elettrico E al di sopra del piano di campagna.

Le schede tecniche, messe a disposizione dalla casa costruttrice relativamente a tali componenti, precisano infatti che ogni cavo unipolare è provvisto di una schermatura in filo di rame.

Per quanto riguarda l'induzione magnetica B , la norma prevede che sia fornita come media dei valori assunti nell'arco di 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio. Non essendo prevedibile l'andamento nelle 24 ore delle correnti nei cavi (che sono la causa del campo magnetico), si è preferito, prudenzialmente, eseguire i calcoli supponendo le correnti costanti in tale intervallo di tempo e corrispondenti ai valori efficaci delle portate dei cavi in regime permanente.

Come ulteriore elemento prudenziale, è stato trascurato il (modesto) effetto schermante del campo magnetico dovuto alle correnti indotte nelle guaine di rame dei singoli cavi. Dal dimensionamento cavi (vedasi 1.5 Relazione dimensionamento cavidotti), si evince come la condizione più gravosa si verifichi in corrispondenza della sezione seguente:

linea: C.di Parallelo 2 – C.Utente

cavo: (3x1x630)

numero terne adiacenti= 6

Detta sezione è stata pertanto verificata al calcolo del campo magnetico. Si è tenuto conto, cautelativamente della portata effettiva dei conduttori e non della corrente nominale di esercizio.

Ai sensi della CEI 211-4 cap. 4.3, il calcolo del campo magnetico, ha tenuto conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica, calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori secondo la seguente:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x_i - x}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

Espressione che, per cavi unipolari posati a trifoglio non elicordati, può ridursi, considerando il contributo non del singolo conduttore ma dell'intera terna, alla seguente:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2}$$

dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

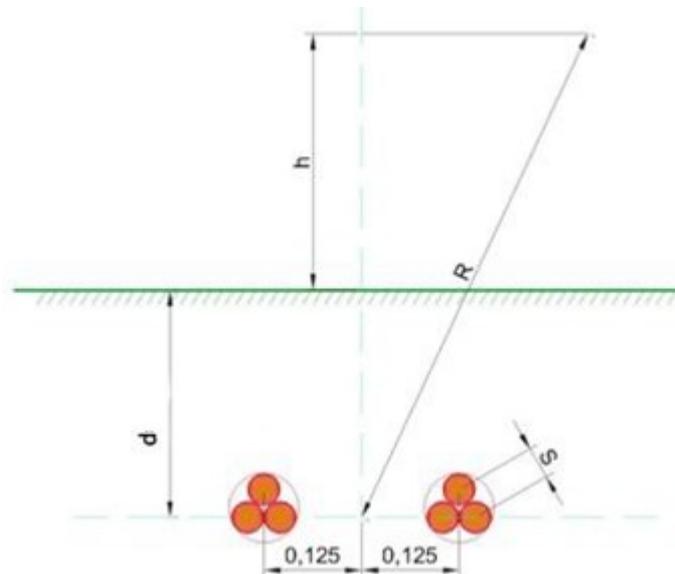


Figura 4 schematizzazione grafica dei parametri spaziali per il calcolo dell'induzione magnetica come somma di contributi di più terne

A seguire si riportano i risultati del calcolo effettuato:

Sezione mmq	DIAMETRO mm	S m	R m	Portata cavo nominale A	K correttivo portata -	Portata cavo corretta A	Induzione magnetica μT
630	30,7	0,0614	1,162	860	0,588	506	5,633
630	30,7	0,0614	1,128	860	0,588	506	5,979
630	30,7	0,0614	1,107	860	0,588	506	6,207
630	30,7	0,0614	1,107	860	0,588	506	6,207
630	30,7	0,0614	1,128	860	0,588	506	5,979
630	30,7	0,0614	1,162	860	0,588	506	5,633
							18,394

Nella tratta più sollecitata, il valore dell'induzione magnetica al suolo all'asse scavo è pertanto pari a:

- 18.394 μT .

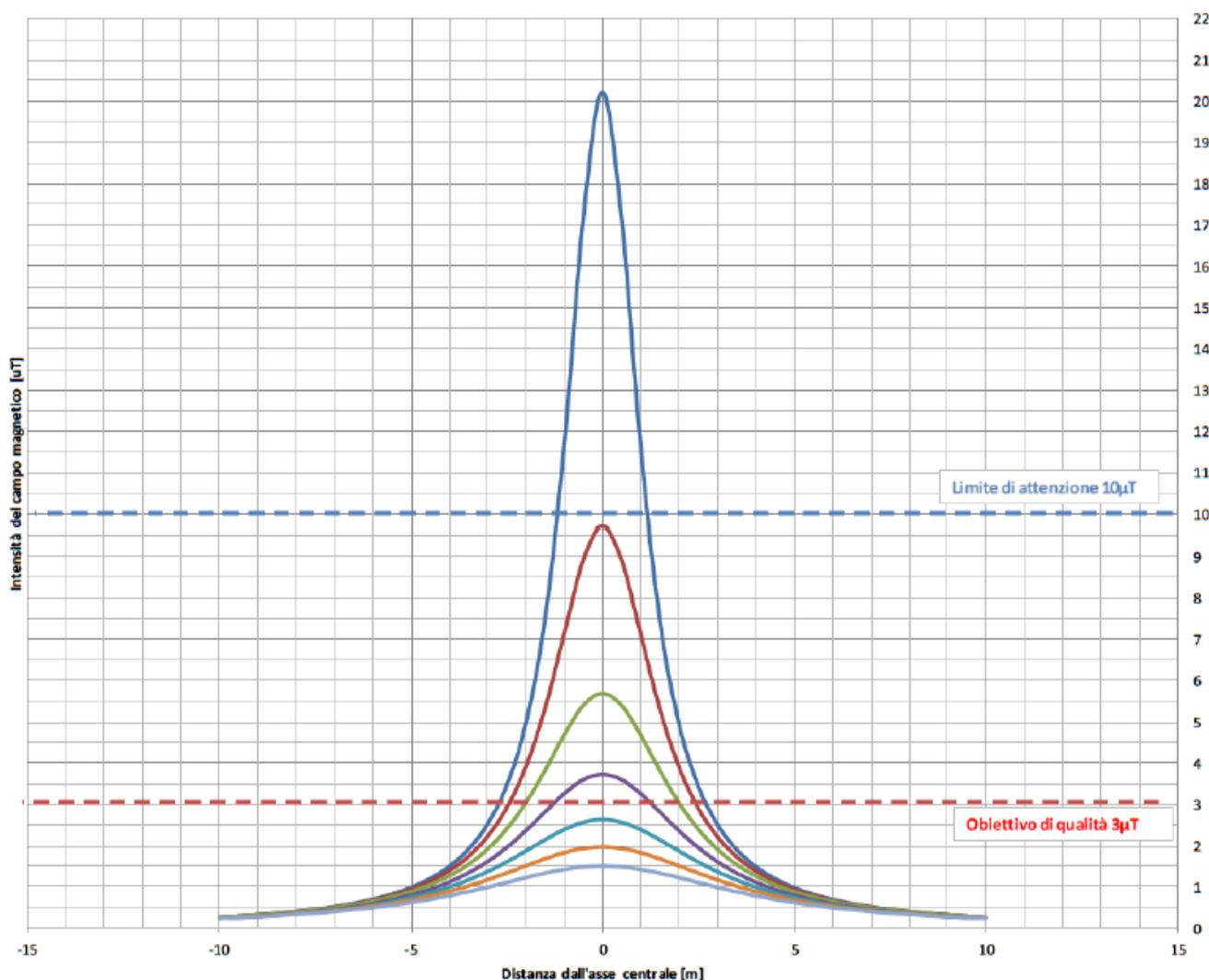


Figura 5 andamento tipico del campo di induzione magnetica generato da più terne di conduttori interrati a 30kV

Per quanto alla tratta di cavidotto interrato di collegamento dell'impianto FV alla stazione di trasformazione, la fascia di rispetto, pari alla distanza sul piano orizzontale (ad altezza $h=1\text{m}$) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a $3\ \mu\text{T}$, è stata calcolata pari a 5 m ca. centrata sull'asse del cavidotto (DPA 2.5 m). Pertanto essa risulta essere ricompresa nella carreggiata stradale esistente prevalentemente sede del tracciato del cavidotto stesso.

Si noti in merito che le condizioni di calcolo sono state molto cautelative essendo le portate realmente transitanti entro i cavi pari alla metà circa della loro portata. Si consideri peraltro che la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica non è affatto costante nelle 24 h.

3 STAZIONI ELETTRICHE

Conformemente al preventivo di connessione, trasmesso al proponente dal gestore in data 19/10/2020 CP 202001148 e successiva modifica del 23/02/2023, la connessione dell'impianto in progetto alla Rete di Trasmissione dell'energia Elettrica (RTN) avverrà in antenna a 36kV con una nuova stazione di trasformazione 220/36 kV della RTN da inserire in entra - esce su entrambe le terne della linea RTN a 220 kV "Favara – Chiaramonte Gulfi", denominata "CALTAGIRONE".

Gli impianti di connessione alla RTN sono stati progettati in conformità al suddetto Preventivo di Connessione.

Le opere di connessione dell'impianto alla rete comprendono impianti di rete e di utenza per la connessione.

L'impianto di Utenza per la Connessione (IUC) sarà costituito da:

- Stazione Elettrica di Utenza a 36kV a servizio dell'impianto fotovoltaico "Biddine";
- Cavo di collegamento AT a 36kV tra la Stazione Elettrica di Utenza e la nuova Stazione RTN.

L'impianto di Rete per la Connessione (IRC) sarà costituito da:

- Nuova stazione elettrica di smistamento 220/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla

linea RTN a 220 kV “Favara – Chiaramonte Gulfi”,

- raccordi alla linea RTN a 220 kV “Favara – Chiaramonte Gulfi”.

3.1 Distanze di Prima Approssimazione Raccordi linea RTN a 220 kV

3.1.1 Caratteristiche tecniche

I raccordi di nuova realizzazione saranno costituiti da una palificazione a doppia terna serie 220 kV armata con un conduttore di energia per ciascuna delle tre fasi elettriche e da una corda di guardia.

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220 kV
Corrente nominale	550 A
Potenza nominale	210 MVA
Diametro conduttore	31,5 mm
Diametro fune di guardia (incorporante fibra ottica)	11,5 mm

3.2 Campo Elettrico

Il campo elettrico massimo al suolo che si può riscontrare sotto una linea di tale configurazione - in assenza di mezzi schermanti - è pari (con franco dei conduttori sul suolo di 10 m) a 0,762 kV/m a 7 m dall’asse della linea.

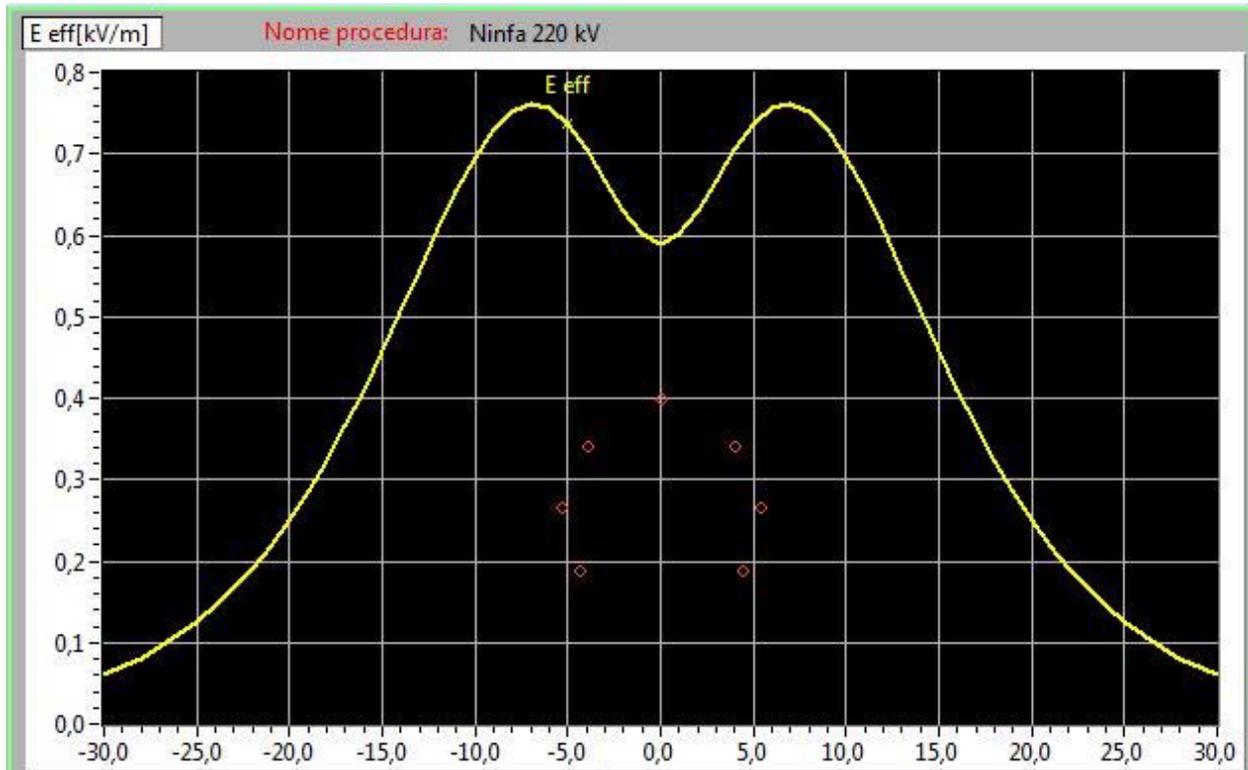


Figura 6 esempio distribuzione del profilo laterale del campo elettrico ad un metro dal suolo prodotto da un elettrodotto a 220 KV in doppia terna - conduttore \varnothing 31,5 mm.

3.3 Campo Magnetico

Come si evince dai grafici dell'andamento tipico del campo magnetico per un elettrodotto nella presente configurazione, l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$, valutato ad un metro da terra e con i conduttori ad un'altezza di 10 m dal piano campagna, viene rispettato ad una distanza dall'asse linea di circa 13 m quindi all'interno delle fasce di asservimento degli elettrodotti.

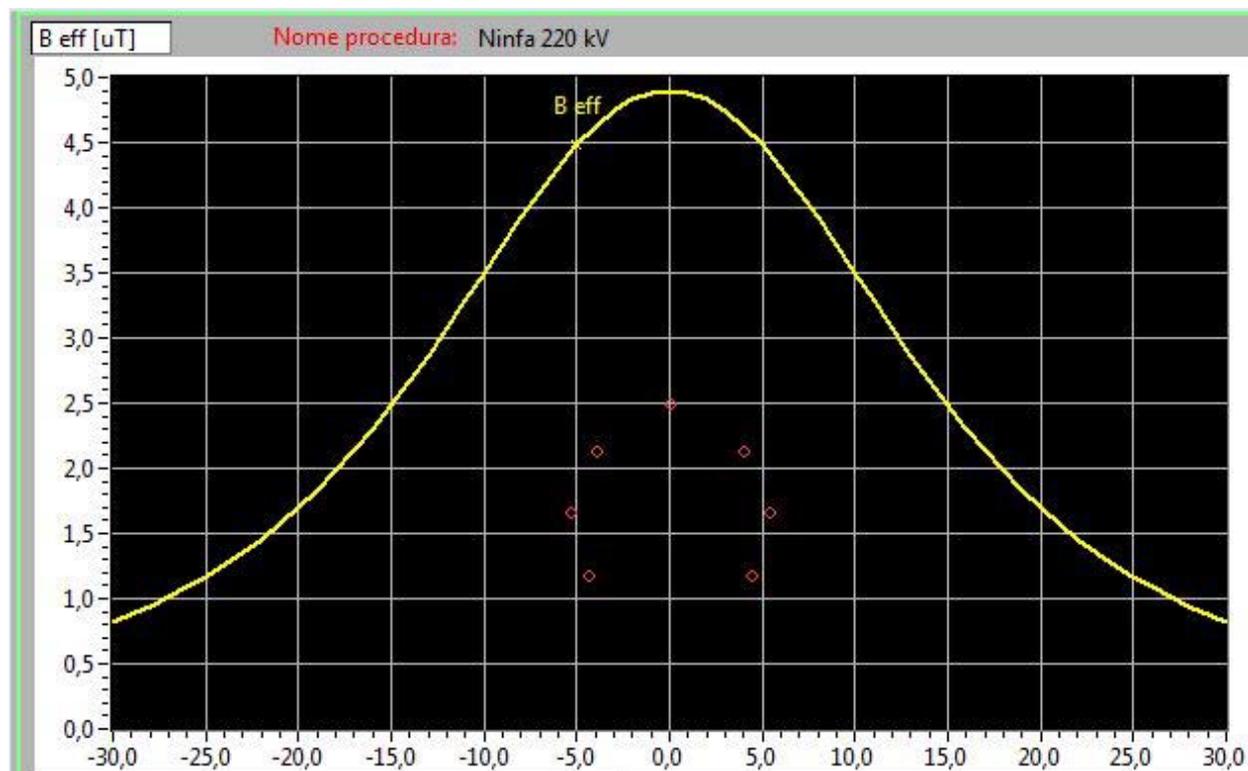


Figura 7 esempio di mappa verticale dell'induzione magnetica ad un metro dal suoloprodotto da un elettrodotto a 220 KV in doppia terna - conduttore \varnothing 31,5 mm.

3.4 Distanza di Prima Approssimazione

Nel caso in esame, con riferimento alle caratteristiche ed alla configurazione dell'elettrodotto in esame, le sezioni trasversali del cilindroide la cui superficie è caratterizzata da un valore di campo magnetico pari a 3 μT (obiettivo di qualità) risulta quella evidenziata nella figura seguente.

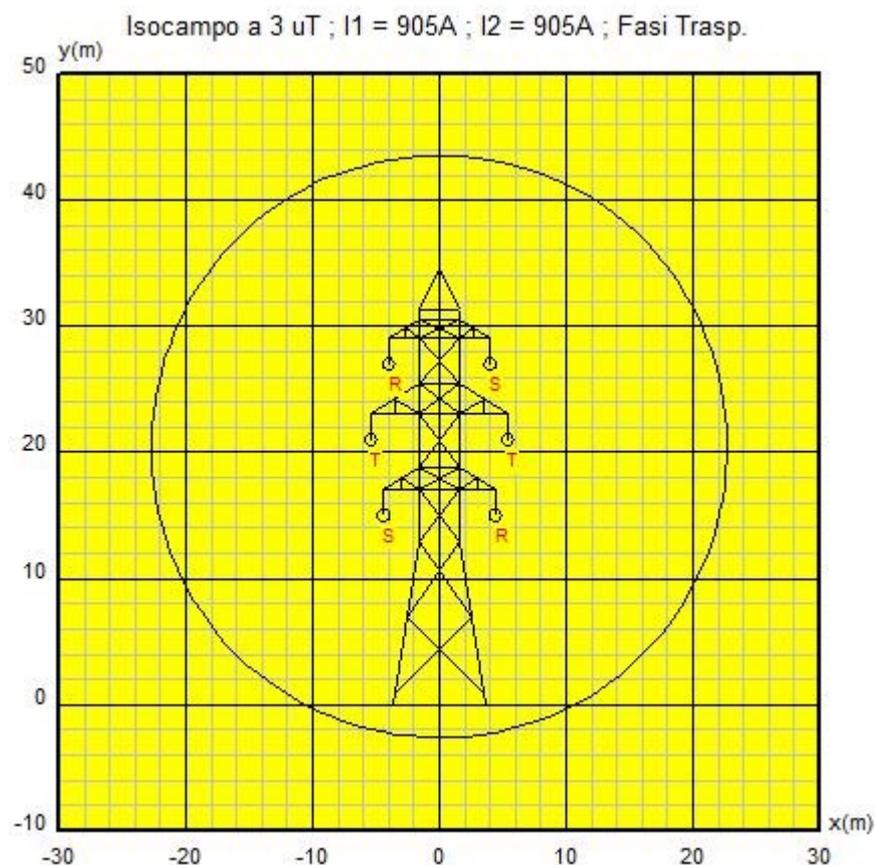


Figura 8 DPA di un elettrodotto a 220 KV in doppia terna - conduttore ϕ 31,5 mm.

Di conseguenza la DPA, valutata eventualmente cautelativamente nel caso peggiore in condizioni di sistema asimmetrico, risulta pari a circa 22,5 m.

3.5 Distanze di Prima Approssimazione Stazioni Elettriche

La seguente figura mostra la planimetria di una tipica stazione di trasformazione 380/132 kV della RTN all'interno della quale sono state effettuate una serie di misure di campo elettrico e magnetico al suolo, alla luce della normativa in materia di protezione dei lavoratori dall'esposizione dei campi elettrici e magnetici.

La stessa figura fornisce l'indicazione delle principali distanze fase – terra e fase – fase, nonché la tensione sulle sbarre e le correnti nelle varie linee confluenti nella stazione, registrate durante l'esecuzione delle misure.

Inoltre nella figura sono evidenziate le aree all'interno delle quali sono state effettuate le misure; in particolare, sono evidenziate le zone ove i campi sono stati rilevati per punti utilizzando strumenti portabili (aree A, B, C, e D), mentre sono contrassegnate in tratteggio le vie di transito lungo le quali la misura dei campi è stata effettuata con un'opportuna unità mobile (furgone completamente attrezzato per misurare e registrare con continuità i campi). Va sottolineato che, grazie alla modularità degli impianti della stazione, i risultati delle misure effettuate nelle aree suddette, sono sufficienti a caratterizzare in modo abbastanza dettagliato tutte le aree interne alla stazione stessa, con particolare attenzione per le zone di più probabile accesso da parte del personale.

Nella tabella è riportata una sintesi dei risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate nelle aree A, B, C e D.

Successivamente sono riportati i profili del campo elettrico e di quello magnetico rilevati lungo il percorso n. 1, quello cioè che interessa prevalentemente la parte a 380 kV della stazione, ed i profili del campo elettrico e di quello magnetico rilevati lungo il percorso n. 2, quello cioè che interessa prevalentemente la parte a 132 kV della stazione. Tali valutazioni rappresentano le condizioni estreme di valutazione dell'esposizione al campo elettrico per il 380 kV (è il livello di tensione più elevato) e per l'esposizione al campo magnetico nel caso del 132 kV (maggior corrente di esercizio e minor distanza tra lavoratore e fonte irradiante).

I valori massimi di campo elettrico e magnetico si riscontrano in prossimità degli ingressi linea. In tutti i casi i valori del campo elettrico e di quello magnetico riscontrati al suolo all'interno delle aree di stazione sono risultati compatibili con i limiti di legge.

La condizione tipica delle tipologie di stazione in progetto, si colloca in una condizione di esposizione intermedia sia per i campi elettrici che magnetici, per cui si può affermare che sono soddisfatti i limiti di esposizione dettati dalla normativa vigente.

Tali valori comunque durante l'esercizio dell'impianto saranno monitorati, in modo da assicurare la continua osservanza dei limiti imposti dalla legge.

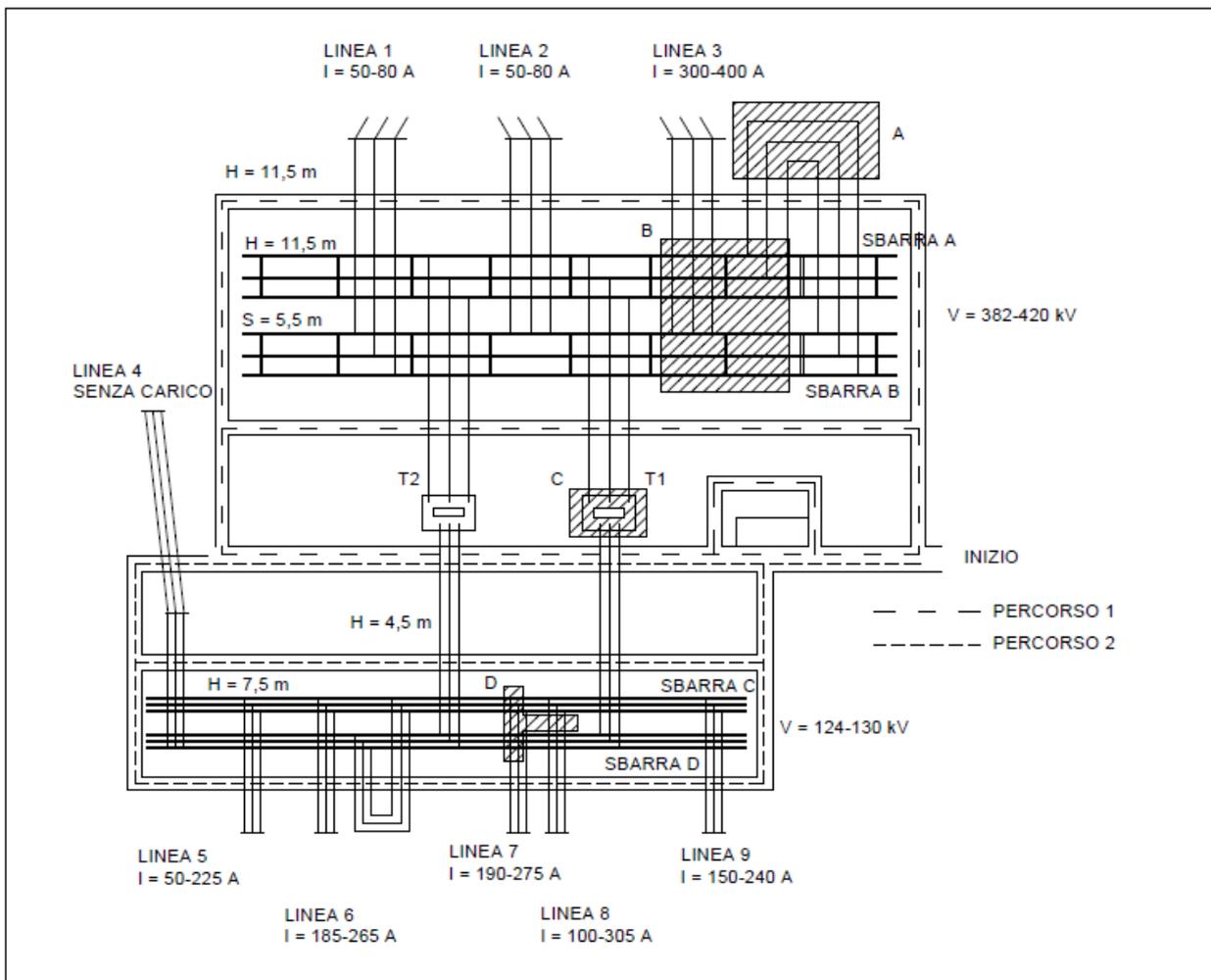


Figura 9 Pianta di una tipica stazione 380/132 kV con l'indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante la fasi di misurazioni di campo elettrico e magnetico.

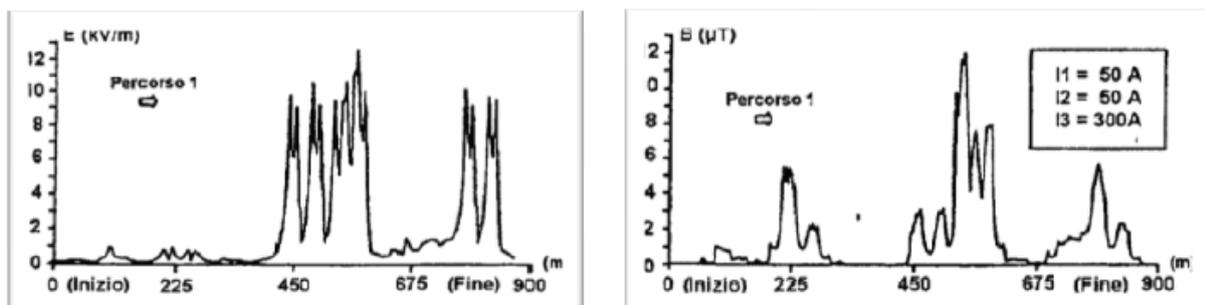


Figura 10 Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 380 kV della stazione riportata nella precedente figura.

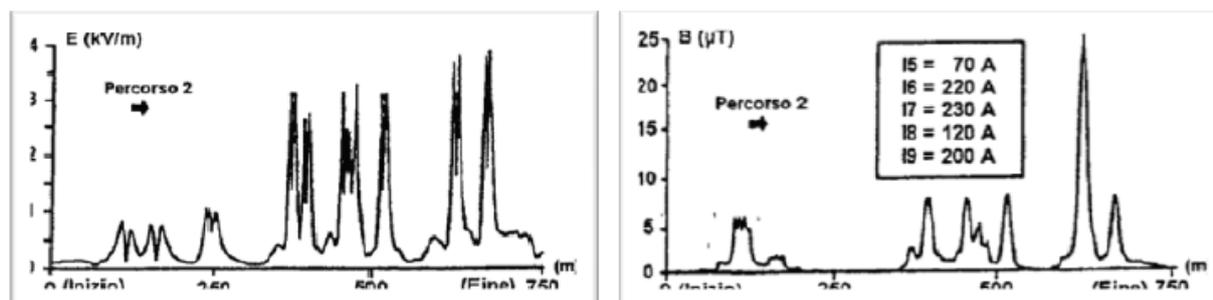


Figura 11 Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 132 kV della stazione riportata nella precedente figura.

Area	Numero di punti di misura	Campo Elettrico (kV/m)			Induzione Magnetica (µT)		
		E max	E min	E medio	B max	B min	B medio
A	93	11,7	5,7	8,42	8,37	2,93	6,05
B	249	12,5	0,1	4,97	10,22	0,73	3,38
C	26	3,5	0,1	1,13	9,31	2,87	5,28
D	19	3,1	1,2	1,96	15,15	3,96	10,17

Figura 12 Risultati della misura del campo elettrico e dell'induzione magnetica nelle aree A, B, C, e D di cui alla precedente figura.

I valori del campo magnetico sono tali per cui la DPA risulta essere completamente interna al perimetro delle stazioni elettriche in progetto.

4 CONCLUSIONI

La presente ha avuto per oggetto il rispetto dei requisiti di legge sui CEM da parte del progetto di un impianto fotovoltaico da 35 MWp ca. da realizzarsi nel territorio del comune di Acate (RG) denominato "Biddine" (di seguito il "Progetto" o "l'Impianto") corredato di Progetto Agrovoltaiico e delle relative opere di connessione alla rete elettrica nazionale.

Per quanto alla tratta di cavidotto interrato di collegamento dell'impianto FV alla stazione di trasformazione, la fascia di rispetto, pari alla distanza sul piano orizzontale (ad altezza $h=1\text{m}$) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a $3\ \mu\text{T}$, è stata calcolata pari a 5 m ca. centrata sull'asse del

cavidotto (DPA 2.5 m). Pertanto essa risulta essere ricompresa nella carreggiata stradale esistente prevalentemente sede del tracciato del cavidotto stesso.

I valori del campo magnetico sono tali per cui la DPA risulta essere completamente interna al perimetro delle stazioni elettriche in progetto.

La DPA, valutata eventualmente cautelativamente nel caso peggiore in condizioni di sistema asimmetrico, per i raccordi aerei risulta pari a circa 22,5 m.

Si noti in merito che le condizioni di calcolo sono state molto cautelative essendo le portate realmente transitanti entro i cavi pari alla metà circa della loro portata. Si consideri peraltro che la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica non è affatto costante nelle 24 h.

I risultati esposti mostrano come, in relazione alla reale situazione analizzata, il più vicino ricettore sensibile risulti a distanza largamente superiore a quella alla quale è calcolato un valore di campo magnetico pari sia al "limite di esposizione", sia al "valore di attenzione" che anche all'"obiettivo di qualità" rispettivamente fissati dalla normativa a 100 μT , 10 μT e 3 μT .

Con riferimento a quanto sopra esposto, si può pertanto concludere che è garantita la piena compatibilità con i limiti imposti dalla legge, sviluppandosi i tracciati dei cavi, così come progettati, su aree non a rischio, nel pieno rispetto di quanto prescritto all'art. 4 (Obiettivi di qualità) del D.P.C.M. 8 luglio 2003.