



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI CATANIA
COMUNE DI RAMACCA

PROGETTO:

*Impianto agrivoltaico per la produzione di
energia elettrica da fonte solare denominato "CAPEZZANA"*

Progetto Definitivo

PROPONENTE:

UKA SOLAR RAMACCA, SRL
Via Ombrone, 14
00198 ROMA



ELABORATO:

CEM - Relazione Campi Elettromagnetici

PROGETTISTA:

BLC s.r.l.
Via Umberto Giordano, 152 - 90144 Palermo (PA)
P.IVA 07007040822



Scala:

-

Ing. Eugenio Bordonali

Ing. Gabriella Lo Cascio



Tavola:

44

Data:

04 Settembre 2023

Rev.

Data

Descrizione

00

04/09/2023

prima emissione



Sommario

1	INTRODUZIONE.....	3
1.1	INQUADRAMENTO DEL PROGETTO.....	4
1.2	Componenti di impianto e delle opere connesse.....	10
1.1	Riferimenti.....	12
1.2	Normativa di Riferimento	15
1	CAVIDOTTO INTERRATO 36kV.....	16
1.2.1	Caratteristiche cavi	16
1.2.2	Tipologia di posa	17
1.1	Calcolo CEM e Distanze di Prima Approssimazione.....	17
2	STAZIONI ELETTRICHE	22
2.1	IUC- STAZIONE ELETTRICA UTENTE 36KV.....	23
1.2	Distanze di Prima Approssimazione.....	24
3	CONCLUSIONI.....	27



1 INTRODUZIONE

La presente costituisce la Relazione Campi Elettromagnetici a corredo del progetto di un impianto fotovoltaico da 55,714 MWp ca. da realizzarsi nel territorio del comune di Ramacca (CT) denominato “Capezzana” (di seguito il “Progetto” o “l’Impianto”) corredato di Progetto Agrovoltaiico e delle relative opere di connessione alla rete elettrica nazionale. Il progetto è da intendersi integrato e unico, Progetto di Impianto Fotovoltaico insieme con il Progetto Agrovoltaiico, 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 pari a 55,714 MWp ca., distinto in lotti e sito in agro del comune di Ramacca (CT).

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 30/12/2020 del gestore di rete, TERNA s.p.a. - la cui titolarità è in capo alla UKA SOLAR RAMACCA SRL giusta nota del 27/06/2022 - e successiva modifica del 21/02/2023 del medesimo gestore di rete, la connessione dell’impianto alla Rete di Trasmissione dell’energia Elettrica (RTN) avverrà presso una nuova stazione elettrica (SE) RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce sulla futura linea RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi- Ciminna”, di cui al Piano di Sviluppo Terna.

L’iniziativa s'inquadra nel piano di sviluppo di impianti per la produzione d'energia da fonte rinnovabile che la società “UKA SOLAR RAMACCA 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 con relative opere di rete è ubicato all'interno del comune di Ramacca, nella parte orientale della Sicilia, ad ovest del territorio provinciale di Catania.

La localizzazione del progetto è così definita:

- Provincia: Catania;
- Comune: Ramacca;
- Contrada: Capezzana (impianto fotovoltaico) ed Albospino (stazioni elettriche);
- Rif. Carte Tecniche Regionali: n. 632120, 632160, 633130 e 633090;
- Rif. IGM: Foglio 269 - Quadrante III, Tavolette NO, NE;
- identificazione catastale:

impianto fotovoltaico C.T. Ramacca (CT)

Foglio	Particella	Foglio	Particella
92	83	92	144
92	84	90	52
92	85	90	4
92	117	90	84
90	83	90	121
90	87	90	62
90	65	90	68
90	11	91	11
90	64	90	63
90	66	90	15
90	5	90	71
90	69	90	88
90	70	90	12
90	67	90	22
67	58	91	44
91	25	90	23
91	27	92	82
91	35	92	86
92	70	91	3
89	15	91	4
92	69	91	5
92	68		

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:

- 2051.97 kWh/m².

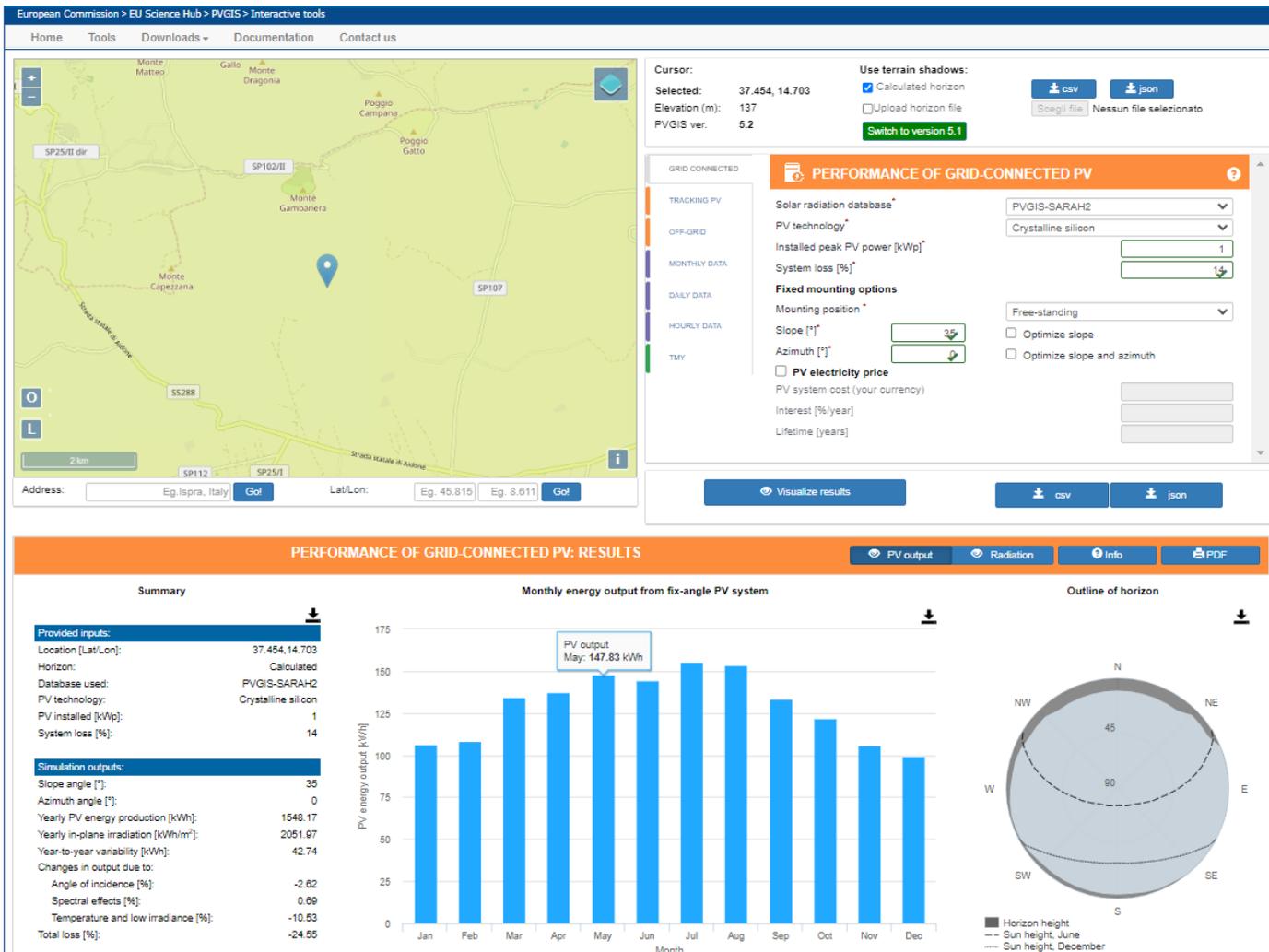


Figura 1 Fonte energetica solare nel sito (fonte JRC - Photovoltaic Geographical Information System)

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 fotovoltaico è costituito da aree lievemente collinari con quote variabili tra 120 e 270 metri sul livello del mare. Di seguito si riportano due immagini per una immediata localizzazione del sito interessato dall'impianto, con le relative opere di rete mentre per un più dettagliato inquadramento geografico dell'area in questione si rimanda alle tavole in allegato.



Figura 2 Inquadramento geografico del sito di interesse (fuori scala).



Figura 3 localizzazione sito (fuori scala).

L'impianto fotovoltaico è distinto nei seguenti lotti tutti ricadenti all'interno del territorio comunale di Ramacca:

Lotti	Superficie [ha]
A	1.1
B1	7.6
B2	5.8
C	2.9
D1	2.2
D2	3.9
D3	24.8
E1	23.7
E2	11.7
F	1.8
TOTALE	85.5



Figura 4 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: 85,54 ha ca. entro cui ricadono:

- Area per le colture specifiche interne (ad esclusione delle aree al di sotto dei pannelli): 57.82 ha ca.;
- Aree al di sotto dei pannelli: 25.31 ha ca.;
- Area per fascia tagliafuoco: 7.85 ha ca.;
- Area per piantumazioni di salvaguardia degli impluvi e canali preesistenti: 8.47 ha ca.
- Aree per viabilità e cabine dell'impianto fotovoltaico: 2.4 ha ca.;

La committenza si impegna inoltre a realizzare su aree al di fuori dei 85,54 ha ca. d'impianto fotovoltaico e comunque nella propria disponibilità, ulteriori aree a verde per: 27 ha ca. di cui:

- Area fascia arborata di 10 m. di separazione e protezione dell'impianto fotovoltaico: 14,67 ha ca. perimetrale all'impianto fotovoltaico;
- Aree ulteriori colture esterne: 12.33 ha ca. entro cui ricadono ulteriori colture/allevamenti di cui alla Relazione Progetto Agrovoltaiico.

Le opere di rete per la connessione, funzionali alla connessione di una pluralità di iniziative di produzione, sono state oggetto di apposito tavolo tecnico presso il gestore di rete. Nell'ambito di tale tavolo, altro operatore (ITS MEDORA S.R.L. titolare della procedura n° 1235 di VIA-Verifica di Assoggettabilità presso il portale di Valutazioni Ambientali della Regione Sicilia), nella qualità di capofila per la progettazione delle opere di rete, ha provveduto alla progettazione della nuova stazione elettrica di consegna 380/150/36 kV e dei relativi raccordi alla linea RTN a 380 kV "Chiaromonte Gulfi- Ciminna". La stazione è stata prevista in c.da Albospino nel comune di Ramacca (CT) ad una altitudine di 230 m s.l.m. ca..

Si prevede di realizzare una stazione elettrica di utenza a 36 kV nei pressi della Stazione RTN al fine di alloggiare le apparecchiature elettromeccaniche di controllo e regolazione.

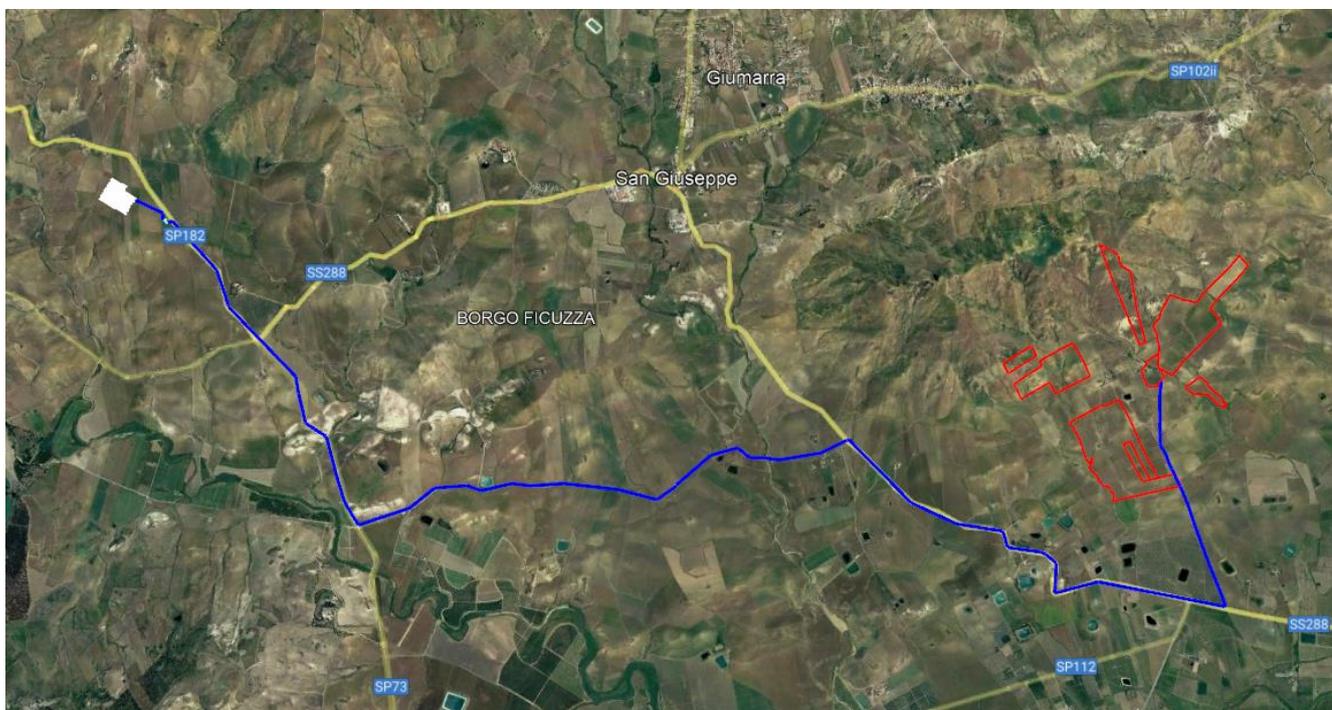


Figura 5 Area lotti fotovoltaici (in rosso) con percorso cavidotto (in blu) e area impianti di connessione alla rete (in bianco) su foto satellitare (fonte Google LLC.)

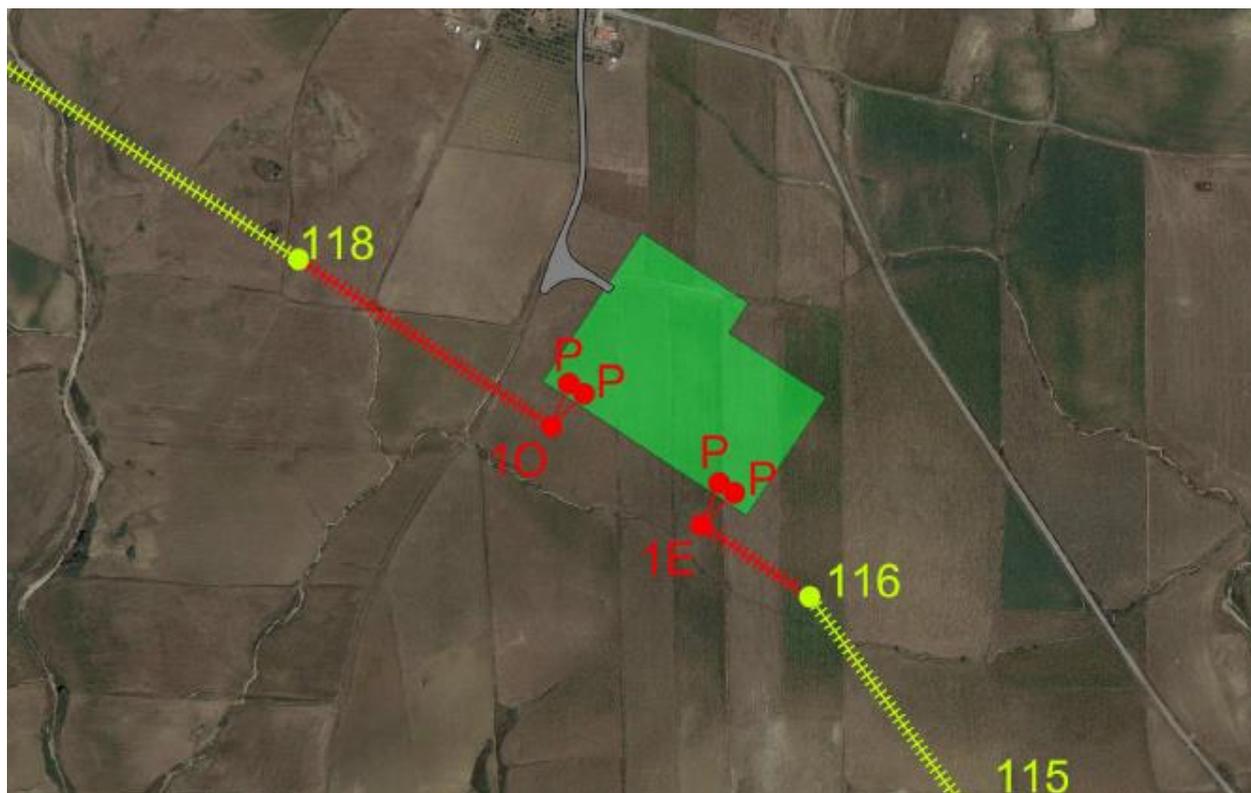


Figura 6 Area Stazione Elettrica della Rete di Trasmissione dell'energia elettrica Nazionale (RTN) "Raddusa"
380/150/36 kV con raccordi a 380kV su ortofoto

1.2 Componenti di impianto e delle opere connesse

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 695 Wp.
- *Inverter fotovoltaici e trasformatori BT/AT- 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/AT e delle apparecchiature di campo ivi compresi gli inverter.

- *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...);
- *Strutture di supporto dei moduli*: le strutture di sostegno dei pannelli ad inseguimento monoassiale 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 ed è pari a 9 m.
- *Recinzione*: Ogni lotto sarà dotato di una recinzione in pali e rete metallica, di circa 2,20 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*: All'interno dell'impianto fotovoltaico 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 di connessione:* l'impianto fotovoltaico sarà collegato alla sezione a 36kV della stazione elettrica di consegna alla Rete di Trasmissione dell'energia elettrica Nazionale (RTN) "Raddusa" 380/150/36 kV prevista nel preventivo di connessione del gestore di rete Terna S.p.a. e di consegna per diversi altri produttori nell'area, in c.da Albospino nel comune di Ramacca (CT), con un'area di 5.9 ha ca., collegata a mezzo di appositi raccordi in linea aerea alla costruenda linea RTN a 380 kV "Chiaramonte Gulfi- Ciminna. Si prevede di realizzare una stazione elettrica di utenza a 36 kV di 1800 mq ca. al fine di alloggiare le apparecchiature elettromeccaniche di controllo e regolazione.

1.1 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.

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:

Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti - Decreto 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 μT** 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 μT** , 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 μT** 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”.

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.”

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).

1.2 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.

1 CAVIDOTTO INTERRATO 36kV

1.2.1 *Caratteristiche cavi*

I cavi scelti, per le opere interne all'impianto fotovoltaico e di collegamento dello stesso con la cabina di consegna, saranno terne di cavi unipolari, con conduttori in alluminio, schermo metallico e guaina in PE.

L'installazione dei cavi dovrà soddisfare tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche dei singoli enti proprietari delle infrastrutture attraversate ed in particolare dalle norme CEI 11-17 e 11-1.

Il cavo per le linee interrate sarà del tipo ARE4H5EE avente le seguenti caratteristiche:

- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento: polietilene reticolato DIX8
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
- Guaina: Polietilene,
- Colore: rosso
- Tensione nominale d'esercizio: U₀/U 20.8/36 KV
- Temperature d'esercizio: -15°/+90°C

1.2.2 Tipologia di posa

Le condizioni progettuali di posa e le relative ipotesi adottate sono:

- Tensione di esercizio dell'impianto elettrico pari a: 36 kV.
- Temperatura media del terreno: 25 °C
- Resistività termica del terreno: 1,5 °Km / W
- Distanza minima tra terne di cavi in terra: 25 cm
- Profondità di posa: 1,1 m
- Fattore di potenza: 0,95
- Tipo di posa: interrata con disposizione a trifoglio

I risultati ottenuti hanno lo scopo di verificare il dimensionamento di massima dei cavi dell'impianto e potranno, in fase esecutiva, essere diversamente ottimizzati in funzione delle differenti scelte tecniche che saranno disponibili al momento della progettazione esecutiva.

A seguire si riporta il tipologico della sezione del cavidotto interrato.

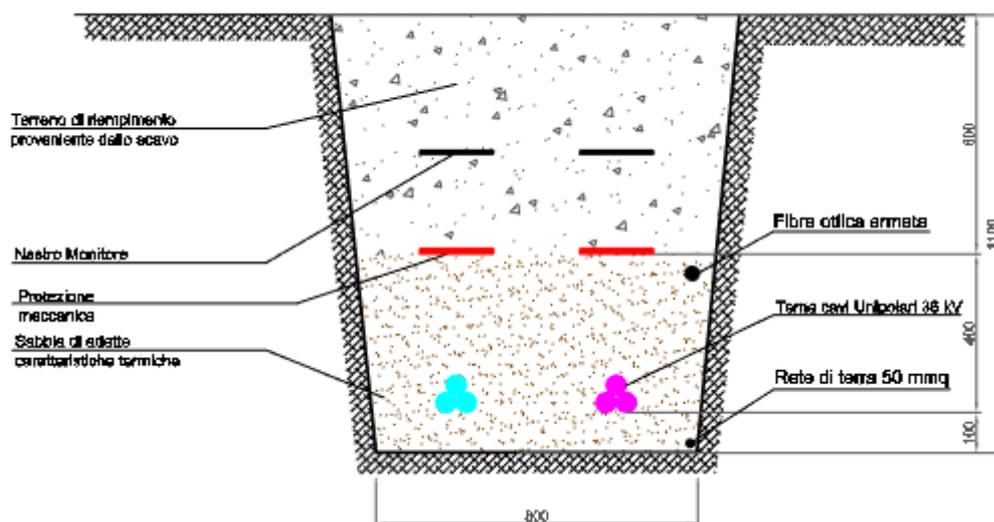


Figura 3 Sezione tipo cavidotto interrato AAT

1.1 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 Relazione tecnica impianto fotovoltaico ed opere elettriche), si evince come la condizione più gravosa si verifichi in corrispondenza della sezione seguente:

- Da SM a ST
- numero terne adiacenti= 4
- lungh. Tratto = 14,7 km ca.

portata massima cavo (con fattore correttivo)= 300,63 A

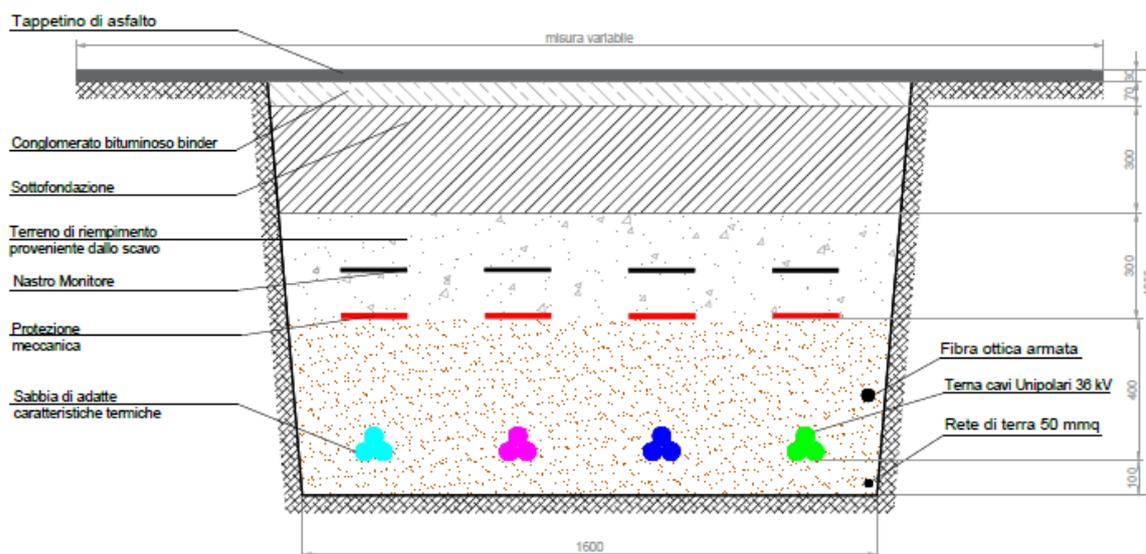


Figura 7 configurazione della sezione più sollecitata del cavidotto interrato

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:

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

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 [μ T] 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].

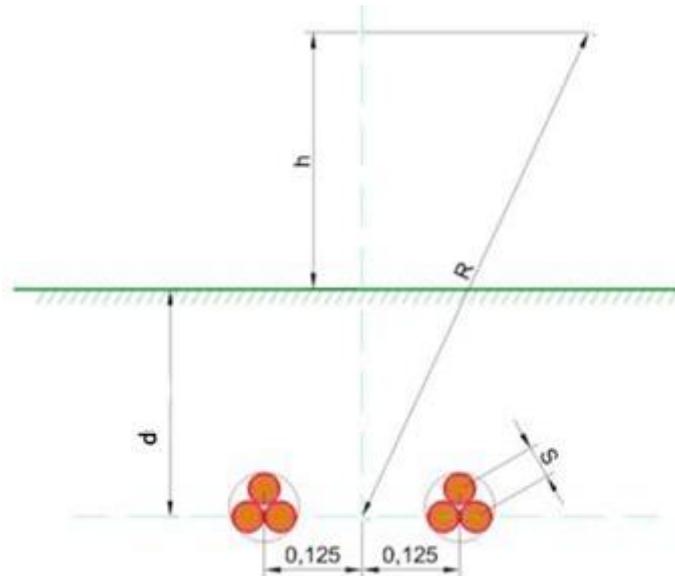


Figura 8 schematizzazione grafica dei parametri spaziali per il calcolo dell'induzione magnetica come somma di contributi di più terne

A seguire si riportano i risultati del calcolo effettuato:

Sezione	DIAMETRO	S	R	Portata cavo corretta	Induzione magnetica
mmq	mm	m	m	A	μT
400	23,9	0,0478	1,128	300,630	2,766
400	23,9	0,0478	1,107	300,630	2,872
400	23,9	0,0478	1,107	300,630	2,872
400	23,9	0,0478	1,128	300,630	2,766

11,276

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

- 11,276 μT .

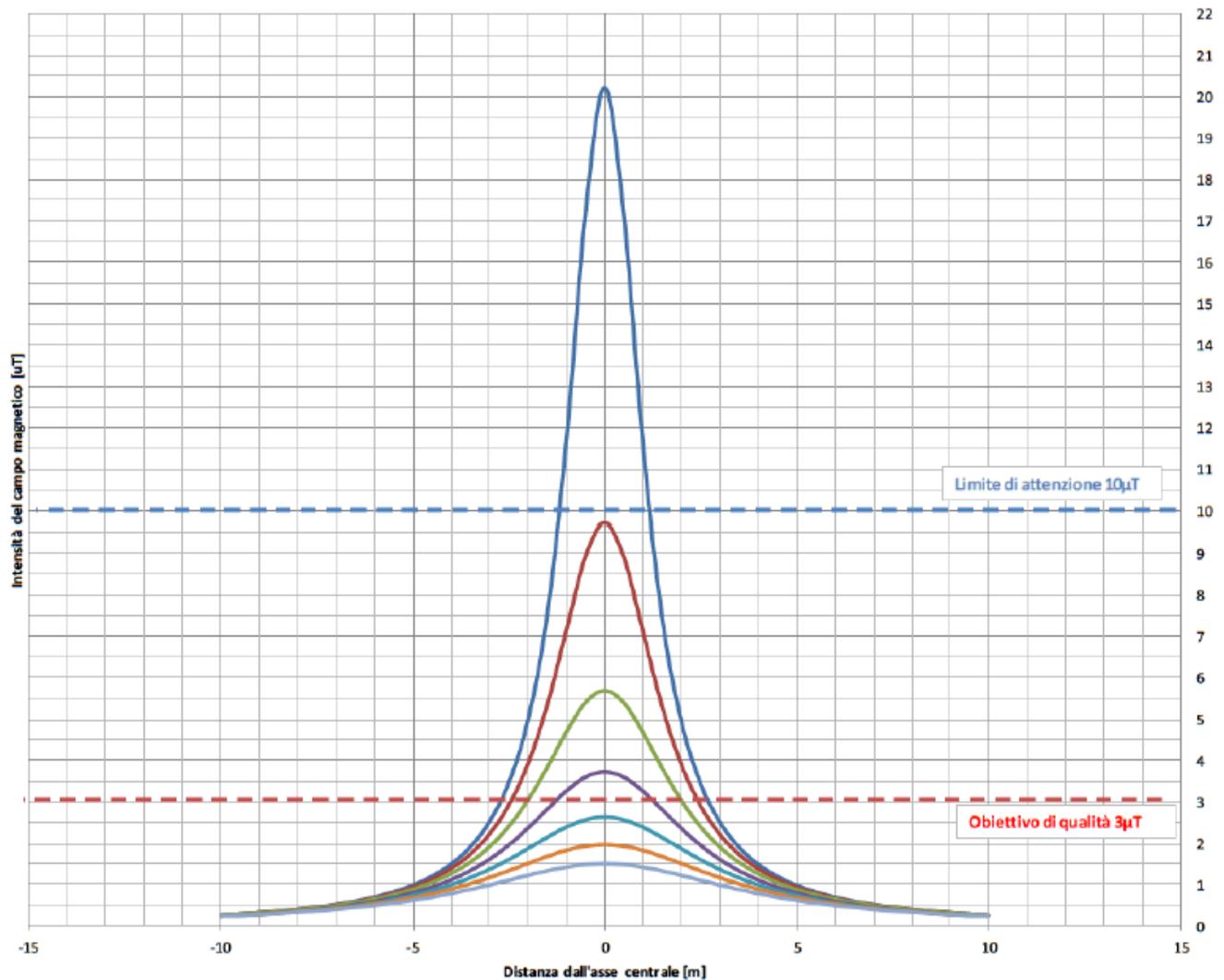


Figura 9 andamento tipico del campo di induzione magnetica generato da più terne di conduttori interrati a 30kV

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 $4.8\ \text{m}$ ca. centrata sull'asse del cavidotto (DPA $2.4\ \text{m}$). 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.

2 STAZIONI ELETTRICHE

Conformemente al preventivo di connessione di cui alla nota del 30/12/2020 del gestore di rete, TERNA s.p.a. - la cui titolarità è in capo alla UKA SOLAR RAMACCA SRL giusta nota del 27/06/2022 - e successiva modifica del 21/02/2023 del medesimo gestore di rete, la connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione dell'energia Elettrica (RTN) avverrà presso una nuova stazione elettrica (SE) RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce sulla futura linea RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi- Ciminna”, di cui al Piano di Sviluppo Terna.

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 “Capezzana”;
- 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 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla futura linea RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi- Ciminna”, di cui al Piano di Sviluppo Terna.
- raccordi alla futura linea RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi- Ciminna”.

Le opere di rete per la connessione, funzionali alla connessione di una pluralità di iniziative di produzione, sono state oggetto di apposito tavolo tecnico presso il gestore di rete. Nell'ambito di tale tavolo, altro operatore (ITS MEDORA S.R.L. titolare della procedura n° 1235 di VIA-Verifica di Assoggettabilità presso il portale di Valutazioni Ambientali della Regione Sicilia), nella qualità di capofila per la progettazione delle opere di rete, ha provveduto alla progettazione della nuova stazione elettrica di consegna 380/150/36 kV e dei relativi raccordi alla linea RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi- Ciminna” (vedasi elaborati IRC - Progetto opere RTN).

Per quanto ai campi elettromagnetici e DPA relativi agli impianti di rete per la connessione si rimanda agli elaborati di cui alla relativa progettazione i quali calcolano una ampiezza della distanza di prima approssimazione per i raccordi in progetto pari a:

- **84m.**

2.1 IUC- STAZIONE ELETTRICA UTENTE 36KV

La Stazione Elettrica di Utenza a 36 kV “Capezzana” costituisce impianto d’utente per la connessione; la sua funzione, come descritto in precedenza, è quella di convogliare l'energia prodotta dall’impianto fotovoltaico alla RTN.

Caratteristiche della stazione:

- Accesso: a mezzo di un breve tratto di nuova viabilità sino alla strada provinciale n. 182.
- Estensione: 1800 mq ca.

Le apparecchiature ed i componenti della stazione elettrica utente saranno conformi alle vigenti normative tecniche a 36kV.

In prossimità del sito di localizzazione della stazione sono presenti i seguenti vincoli cui la stessa è esterna:

- 150m dalle sponde del Vallone Sette Sarne;
- fascia di rispetto da codice della strada provinciale n. 182.

Nella figura sottostante è rappresentata la planimetria elettromeccanica dell’area della stazione come riportata all’interno del doc “TAV09 IUC Planim e sez elettrom staz utente”.

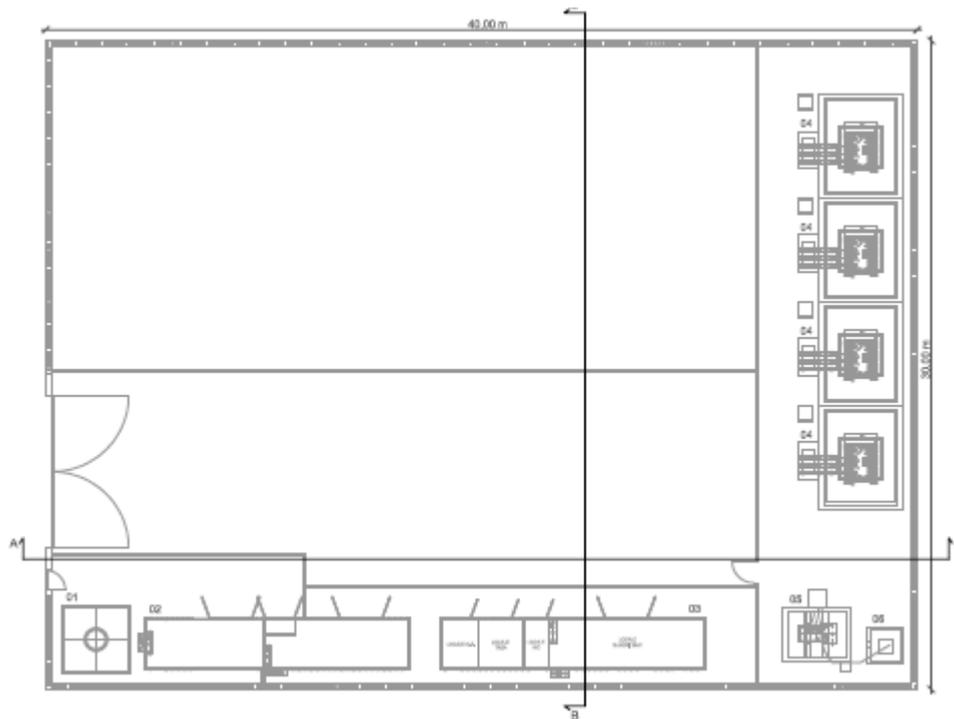


Figura 10 stazione elettrica di utenza a 36kV

1.2 Distanze di Prima Approssimazione

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. 1, quello cioè che interessa prevalentemente la parte a 380 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.

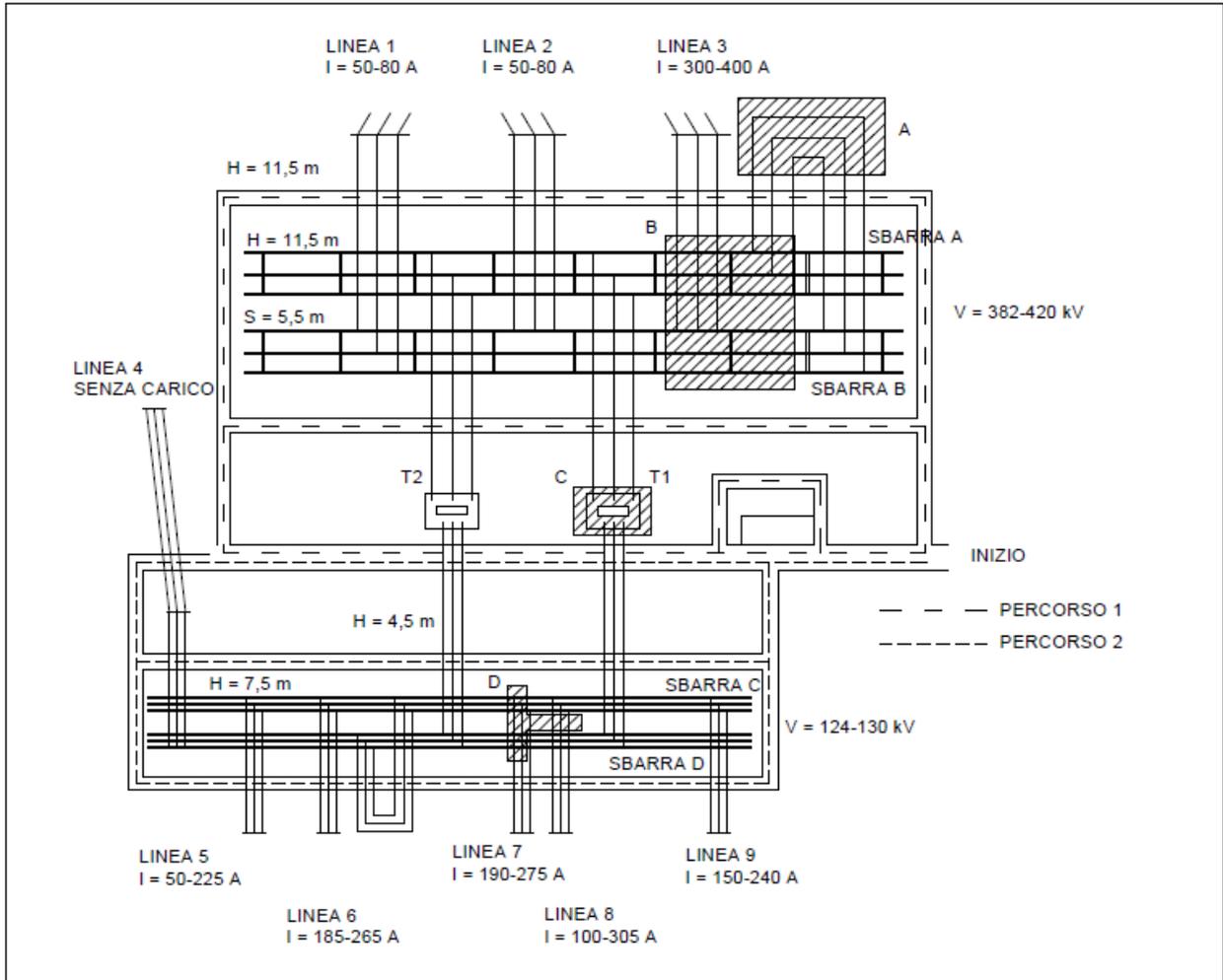


Figura 11 Pianta di una tipica stazione 380/132 kV con l'indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante la fasi di misurazioni di campo elettrico e magnetico.

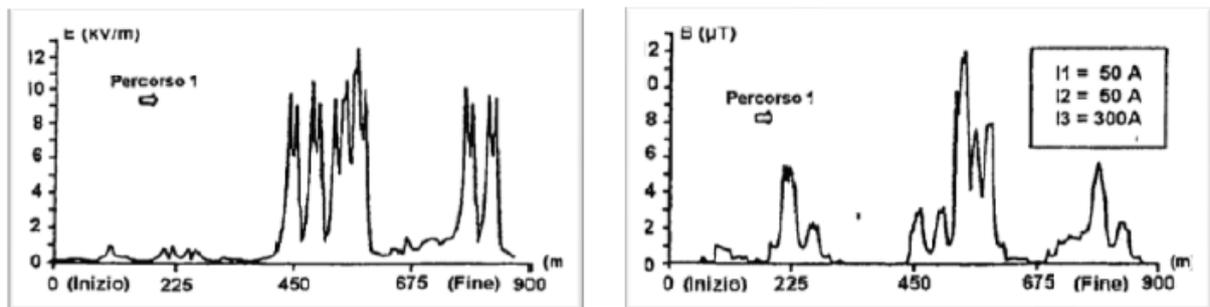


Figura 12 Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 380 kV della stazione riportata nella precedente figura.

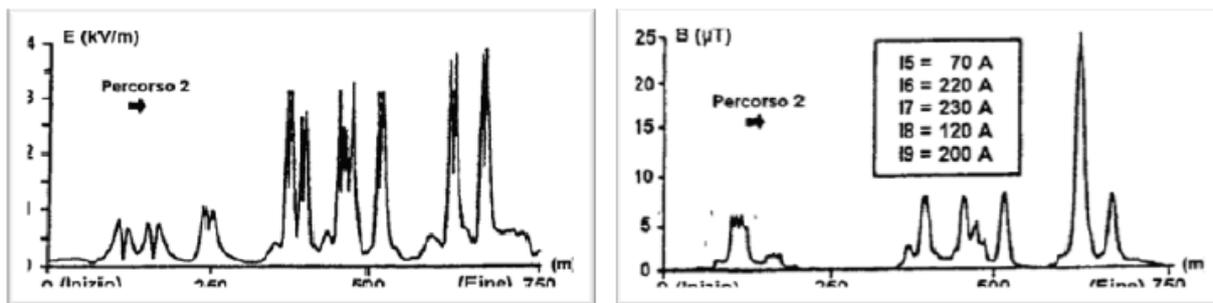


Figura 13 Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 132 kV della stazione riportata nella precedente figura.

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 14 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.

3 CONCLUSIONI

La presente ha avuto per oggetto il rispetto dei requisiti di legge sui CEM da parte del progetto di un impianto fotovoltaico da 55,714 MWp ca. da realizzarsi nel territorio del comune di Ramacca (CT) denominato "Capezzana" (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 4.8 m ca. centrata sull'asse del cavidotto (DPA 2.4 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.

Per quanto ai campi elettromagnetici e DPA relativi agli impianti di rete per la connessione si rimanda agli elaborati di cui alla relativa progettazione i quali calcolano una ampiezza della distanza di prima approssimazione per i raccordi in progetto pari a:

- 84m.

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 μ T, 10 μ T e 3 μ T.

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.