

Progetto per la costruzione ed esercizio di un Impianto Agrivoltaico a terra e relative Opere di Connessione e alla rete AT di Terna

Grifoni PV [FG02]
[22.855,68 kWp]

Regione Puglia, Provincia di Foggia,
Comune di Ascoli Satriano

Titolo Elaborato
Relazione Impatti Elettromagnetici
Opere di Connessione alla RTN

Valutazione di Impatto ambientale
(artt. 23 -24 -25 D.Lgs.152/2005)
Commissione Tecnica PNRR - PNIEC
(artt.17 D.Lgs. 77/2021)

PROPONENTE

Grifoni PV srl

Via Don Luigi Sturzo, 14 - 52100 Arezzo
P.IVA 02446730513
grifonipv@legalmail.it

PROGETTAZIONE



Solarys I.S. srl

Via Don Luigi Sturzo, 14 - 52100 Arezzo
P.IVA 02326770514
info@solarysnrg.it

Arch. Mariagela Pugliese

Ordine degli Architetti, Provincia di Venezia n.5124 sez A
mariangela.pugliese@solarysis.it

CONTRIBUTI
SPECIALISTICI



BMGDUE S.r.l.

Via Cannello Rotto,3 - 70125 Bari (BA)
P.IVA 08836030729
studiotecnico@ingbalzano.com



| Scala | Formato | Codice Elaborato | ESEGUITO | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----------|------------|---------------------|----------|------------|-----------|
| - | A4 | SOLARYS_VIA_REL_16 | MBG | MBG | MBG |
| Revisione | Data | Descrizione | | | |
| 00 | 22/12/2023 | Progetto Definitivo | MBG | MBG | MBG |
| | | | | | |
| | | | | | |

2023 Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della Solary I.S. srl
Al ricevimento di questo documento la stessa diffida di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivalerne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.



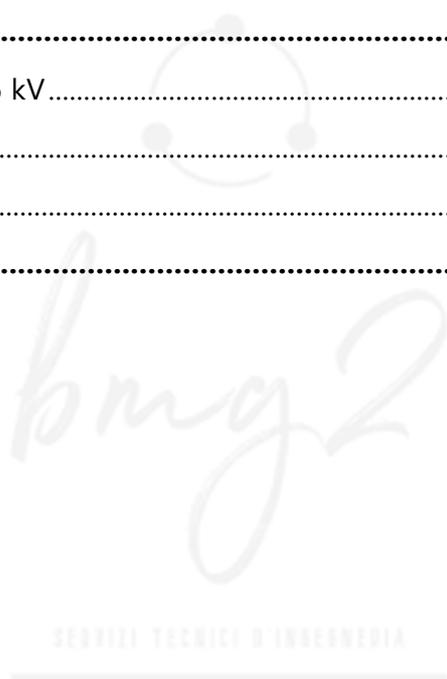
Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Sommario

| | |
|--|-----------|
| 1. Premessa | 3 |
| 1.1 Generalità..... | 3 |
| 1.2 Oggetto del Documento..... | 3 |
| 2. Campi Elettromagnetici: Generalità e Riferimenti Normativi | 5 |
| 2.1 Generalità..... | 5 |
| 2.2 Normative..... | 8 |
| 2.3 Definizioni..... | 11 |
| 3. Calcolo della D.p.a. | 13 |
| 3.1 Elettrodotto Esterno 36 kV..... | 13 |
| 3.2 Caratteristiche Cavo..... | 15 |
| Dimensionamento del Cavo..... | 17 |
| 4. Conclusioni | 26 |



| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 2 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

1. Premessa

1.1 Generalità

La presente relazione descrive in maniera definitiva ma non esecutiva le fasi necessarie alla realizzazione di quanto in oggetto al presente progetto, ovvero di un campo agrivoltaico da **22.855,68 kWp** e delle relative opere di rete connesse.

Lo schema di allacciamento alla RTN di Terna, prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 150 kV della RTN denominata "Camerelle", previa realizzazione di una nuova SE RNT 380/150kV da inserire in entra - esce all'elettrodotto 380 kV RTN "Bisaccia-Deliceto e realizzazione di due nuovi elettrodotti 150kV di collegamento tra le SE suddette.

L'area di studio è localizzata nella porzione Nord-Occidentale della regione Puglia, in provincia di Foggia, Comune di Ascoli Satriano a circa 4,5Km a Sud dal centro, in località denominata "Cianfurro", al limite tra la Regione dell'Alto Tavoliere e la Valle dell'Ofanto.

L'area del campo è censita al catasto terreni del Comune di Ascoli Satriano al Foglio n.80, particelle n. 46, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 64, 65, 76, 77. L'elettrodotto di connessione alla Rete Terna, tra la cabina di consegna all'interno del campo e l'Ampliamento della Stazione di Camerelle, invece, si sviluppa su strada Pubblica nel medesimo Comune ai fogli catastali n. 80, 89, 90, 92; un piccolo tratto ricade invece in area di competenza del Comune di Candela ed è censito al catasto terreni del medesimo Comune a foglio n. 18.

La suddetta strada interessa sedimi stradali di diversa competenza, nello specifico gran parte di essa si sviluppa lungo la SP95.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

1.2 Oggetto del Documento

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali all'impianto di produzione di energia elettrica da conversione fotovoltaica dell'energia solare.

Sono state individuate le potenziali sorgenti di emissione e si è proceduto alla valutazione dei potenziali rischi legati all'esposizione delle persone.

Nello Specifico, l'apparato elettrico oggetto del presente studio è l'Elettrodotto esterno con Tensione a 36 kV.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 3 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (D.p.a.).



| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 4 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

2. Campi Elettromagnetici: Generalità e Riferimenti Normativi

2.1 Generalità

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza come mostrato dai grafici seguenti.

Tuttavia, nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto, il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico massimo lungo il tracciato della linea interrata a 36 kV.

La linea di connessione genera, con andamento radiale rispetto ai cavi, dei campi elettromagnetici dovuti al passaggio della corrente e ad essa proporzionali. In aria, l'andamento di tale campo in funzione della distanza dal cavo è proporzionale all'inverso del quadrato della distanza, ossia esso diminuisce fortemente la sua intensità con l'allontanarsi dalla sorgente.

La presenza di rivestimenti di isolamento e schermature metalliche ne limitano ulteriormente l'intensità.

Il **campo elettrico E** prodotto da un sistema polifase, risulta associato alle cariche in gioco, e quindi alle tensioni, ed è quindi presente non appena la linea sia posta in tensione, indipendentemente dal fatto che essa trasporti o meno potenza.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca).

Il **campo magnetico B** è invece associato alla corrente (e quindi alla potenza) trasportata dalla linea: esso scompare quando la linea è solo "in tensione" ma non trasporta energia. I campi elettromagnetici, in base alla loro frequenza, possono essere suddivisi in:

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 5 di 26 |



- o onde ionizzanti (IR): onde ad alta frequenza così chiamate in quanto capaci di modificare la struttura molecolare rompendone i legami atomici (l'esempio più ricorrente è quello dei raggi X) e perciò cancerogene;
- o onde non ionizzanti (NIR): su cui sono tuttora in corso numerosi studi tesi a verificare gli effetti sull'uomo. Questo tipo di onde comprende, tra le varie frequenze, le microonde, le radiofrequenze ed i campi a frequenza estremamente bassa (ELF - Extremely Low Frequency da 0 a 10 kHz). Fra questi campi a bassa frequenza (ELF) è compresa anche l'energia elettrica che è trasmessa a frequenza di 50 Hz.

Le grandezze che determinano l'intensità e la distribuzione del campo magnetico nello spazio circostante una linea interrata sono fondamentalmente:

1. intensità delle correnti di linea;
2. distanza dai conduttori;
3. isolanti, schermature e profondità di interramento del cavo;
4. disposizione e distanza tra conduttori

Dunque, il campo magnetico, dipendendo dalla corrente, varia a seconda della richiesta/produzione di energia e quindi è fortemente influenzato dalle condizioni di carico/produzione delle linee stesse.

Per mitigare il campo magnetico generato da una linea elettrica è necessario agire su una o più delle grandezze sopra elencate, dal momento che la schermatura mediante materiali ad alta permeabilità e/o conducibilità non è strada praticabile.

L'influenza dei vari fattori si evince immediatamente dalla legge di Biot-Savart: il campo magnetico è direttamente proporzionale all'intensità di corrente e inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente.

Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Il quarto fattore entra in gioco per il fatto che il sistema di trasmissione è trifase, cioè composto da una terna di correnti di uguale intensità ma sfasate nel tempo.

Poiché il campo magnetico in ogni punto dello spazio circostante è dato dalla composizione vettoriale dei contributi delle singole correnti alternate, ne deriva un effetto di mutua

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 6 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

compensazione di tali contributi tanto maggiore quanto più vicine tra loro sono le sorgenti, fino ad avere una compensazione totale se le tre correnti fossero concentriche.

Per le linee aeree, la distanza minima tra i conduttori è limitata alla necessaria distanza tra le fasi e dipende dalla tensione di esercizio, mentre per le linee in cavo tale distanza può essere dell'ordine di 20-30 cm con un abbattimento sostanziale del campo magnetico già a poca distanza.

Come avviene ormai sempre più di frequente, le linee di Media Tensione non vengono più costruite mediante linea aerea, ma interrato consentendo di ridurre drasticamente l'effetto dovuto ai campi elettromagnetici attenuati dal terreno che agisce da "schermatura naturale", abbassando l'intensità di tali emissioni a valori addirittura inferiori ai più comuni elettrodomestici di uso quotidiano. Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Normative indicate.



| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 7 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

2.2 Normative

Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

La legge fissa i principi fondamentali diretti alla tutela della salute della popolazione dai rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici in uno spettro di frequenze che va da 0 a 300 GHz.

La legge definisce le competenze in materia di campi elettromagnetici individuando due soggetti istituzionali responsabili che sono lo Stato e le Regioni, introduce un catasto nazionale nel quale confluiscono le informazioni dei catasti regionali sulle sorgenti di campi elettromagnetici e istituisce un Comitato interministeriale per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico.

La legge, riprendendo in parte quanto già presente in Decreti precedenti, definisce tre oggetti che sono:

- Il **limite di esposizione** da intendersi come valore massimo del campo elettrico, magnetico o elettromagnetico che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione. Questo valore nasce con l'obiettivo di prevenire i cosiddetti effetti acuti dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici e cioè gli effetti a breve termine che scompaiono al cessare dell'esposizione.
- Il **valore di attenzione** che è da intendersi come valore massimo del campo elettrico, magnetico o elettromagnetico che non deve essere superato nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Particolare attenzione va prestata per i siti scolastici, i luoghi dell'infanzia e le case di cura. L'obiettivo di tale valore è preservare la popolazione dagli effetti differiti che sono ipotizzati solo per il campo magnetico.
- L'**obiettivo di qualità** da intendersi come valore di campo, inferiore al valore di attenzione, rappresentativo di una tendenza che punta all'ulteriore mitigazione dell'esposizione al campo medesimo (l'obiettivo di fondo è fornire un riferimento per i criteri localizzativi e gli standard urbanistici); questo obiettivo si applica ai nuovi elettrodotti oppure alle nuove costruzioni in prossimità di elettrodotti esistenti.

DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 ha quale campo di applicazione, i campi elettrici e magnetici connessi al funzionamento degli elettrodotti a frequenza industriale; i limiti che il Decreto fissa, non si applicano a chi risulta essere esposto per ragioni professionali.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 8 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Il Decreto fissa, nel suo campo di applicazione, i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità di cui alla Legge 22 febbraio 2001 per i campi elettrici e magnetici, generati dagli elettrodotti a 50 Hz. Tali valori risultano essere:

- **Limiti di esposizione:** **100 μ T** per l'induzione magnetica e **5 kV/m** per l'intensità di campo elettrico intesi come valori efficaci;
- **Valori di attenzione:** **10 μ T** per l'induzione magnetica intesi come valore efficace;
- **Obiettivi di qualità:** **3 μ T** per l'induzione magnetica intesi come valore efficace;

Sia il valore di attenzione che l'obiettivo di qualità sono da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

"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." [art. 3, comma 2];

"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". [art. 4]

Il Decreto prevede la determinazione di una fascia di rispetto attorno all'elettrodotto, determinata utilizzando come valore limite di induzione magnetica, l'obiettivo di qualità e considerando, quale valore di corrente nominale della linea che determina il campo magnetico, la portata in servizio normale definita secondo le Norme CEI.

DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".

Norma CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore a 100 kV",

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 9 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Norma CEI 20-21 "Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287).

Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I: linee elettriche aeree e in cavo".

Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"

Linea Guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 Distanza di prima approssimazione (D.p.a.) da linee e cabine elettriche



| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 10 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

2.3 Definizioni

Si introducono le seguenti definizioni anche in riferimento a quanto indicato nell'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto":

Corrente Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 e sue successive modifiche e integrazioni.

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":

- Per le linee con tensione > 100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;
- Per gli elettrodotti aerei con tensione < 100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
- Per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 come portata in regime permanente;

Portata in regime permanente Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato.

Fascia di rispetto Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Distanza di prima approssimazione È la distanza in pianta dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della D.p.a., si trovi all'esterno della fascia di rispetto. Per le cabine è la distanza da tutte le facce del parallelepipedo della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Cabina Primaria (CP) Stazione elettrica alimentata in AT, provvista di almeno un trasformatore AT/MT dedicato alla rete di distribuzione.

Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma I lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 11 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Distanza di prima approssimazione (D.p.a.): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della D.p.a., si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra (Scheda B10).

Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): 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 giornaliere 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 della popolazione 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.

Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione 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.

Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 12 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

3. Calcolo della D.p.a.

3.1 Elettrodotto Esterno 36 kV

L'impianto di produzione energetica da fonte rinnovabile di tipo fotovoltaico sarà connesso alla rete di trasmissione con tensione nominale di 36 kV mediante la realizzazione di una **Sottostazione Elettrica Utente** collegata in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150 kV denominata "Camerelle"

La rete con tensione a 36 kV esterna al parco fotovoltaico sarà composta da n° 1 circuito, costituito da 1 terna con posa completamente interrata.

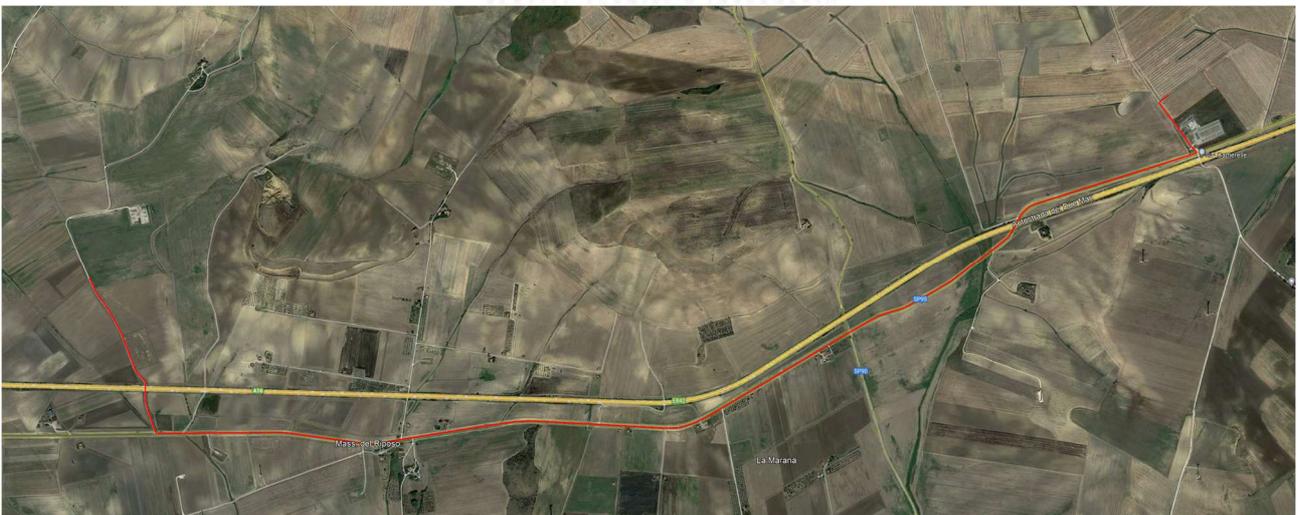
Nelle tavole allegate vengono anche riportati l'indicazione della lunghezza e della sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo, e le sezioni tipiche descrittive delle modalità e caratteristiche di posa interrata.

I cavi di saranno del tipo RG7H1R 26/45 kV o similari.

Si fa presente che il presente dimensionamento è puramente preliminare. Le sezioni, le tipologie e materiali dei conduttori, nonché le modalità di posa saranno determinati con esattezza in fase di progettazione esecutiva.

L'intero elettrodotto incaricato di trasportare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico si compone di **un unico tratto di evacuazione su strada/terreno agricolo di circa 7.335m.**

Il tratto di elettrodotto, tracciato di colore rosso, è così definito:



| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 13 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Tenendo conto delle condizioni di posa previste dal progetto, considerando una corrente di impiego pari a circa **370 A** e tenendo conto delle condizioni di posa prevista da progetto, la sezione commerciale selezionata che consente di soddisfare i criteri di dimensionamento è quella da **300 mm²**, salvo verifica in fase di progettazione esecutiva.

La tabella che segue mostra la configurazione scelta e le caratteristiche di posa:

| TRATTO | | N. TERNE | LUNGHEZZA ELETTRODOTTO (m) | TIPO POSA / PROFONDITA' (m) | TIPOLOGIA CAVO | SEZIONE CAVO (mm ²) | TENSIONE (V) |
|---------------------|----------|----------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------|
| CABINA SEZIONAMENTO | S.S.E.U. | 1 | 7.335 | Trifoglio Interr. a 1,5 m | RG7H1R 26/45 kV | 3x1x300 | 36.000 |

bmg2

SERVIZI TECNICI D'INGEGNERIA

| | | | | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 14 di 26 |

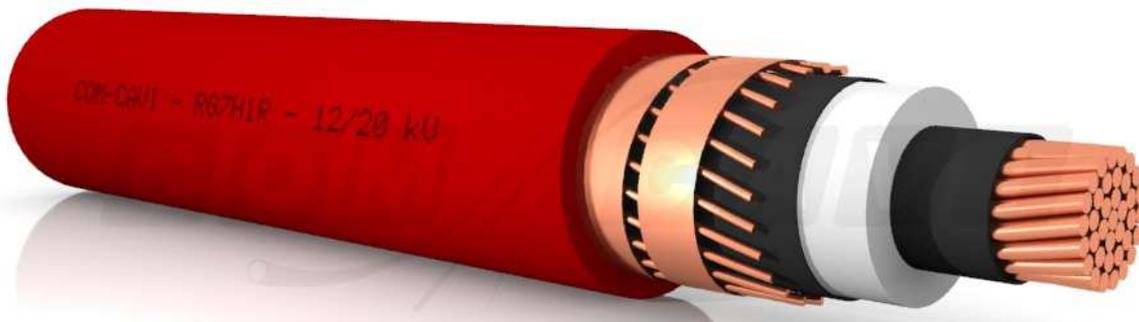


Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

3.2 Caratteristiche Cavo



Descrizione

RG7H1R sono cavi media tensione unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

Le caratteristiche principali dei cavi RG7H1R sono:

- Non propagazione della fiamma;
- Senza piombo.

Caratteristiche costruttive

- Conduttore: Rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2.
- Semiconduttivo interno: miscela estrusa (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV).
- Isolamento: Gomma HEPR, qualità G7, senza piombo (HD 620 DHI 2).
- Semiconduttivo esterno: miscela estrusa pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV).
- Schermatura: Fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale.
- Guaina esterna: Miscela a base di PVC, qualità Rz.
- Colore: Rosso

Riferimento normativo

- Costruzione e requisiti: IEC 60502 | CEI 20-13
- Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI EN 60332-1-2
- Misura delle scariche parziali: CEI 20-16 | IEC 60885-3

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U_0/U : 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: +90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 15 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Temperatura minima di posa: 0°C

Condizioni d'impiego

- RG7H1R sono cavi media tensione adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze.
- Per posa in aria libera, in tubo o canale.
- Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

| | | |
|---|--|---|
|  | CONDUTTORE Materiale: Rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2 | CONDUCTOR Material: Plain copper, compact stranded wire, class 2 |
|  | STRATO SEMICONDUCTORE Materiale: Estruso (solo cavi U ₀ /U ≥ 6/10 kV) | SEMICONDUCTOR LAYER Material: Extruded (only cables U ₀ /U ≥ 6/10 kV) |
|  | ISOLAMENTO Materiale: Gomma HEPR, qualità G7, SENZA PIOMBO (HD 620 DHI 2) | INSULATION Material: : HEPR rubber, G7 quality, LEAD FREE (HD 620 DHI 2) |
|  | STRATO SEMICONDUCTORE Materiale: Estruso, pelabile a freddo (solo cavi U ₀ /U ≥ 6/10 kV) | SEMICONDUCTOR LAYER Material: Extruded, cold stripping (only cables U ₀ /U ≥ 6/10 kV) |
|  | SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale | SCREEN Type: Plain copper wires with helically wound copper tape |
|  | GUAINA ESTERNA Materiale: Mescola a base di PVC, qualità Rz Colore: Rosso | OUTER SHEATH Material: PVC based compound, Rz quality Colour: Red |

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare riunito ad elica visibile. In tal caso la sigla di designazione diventa RG7H1RX seguita dalla tensione nominale di esercizio.
N.B. The cable can be built in the three-pole version with helically wound cores. In this case, the initials becomes RG7H1RX, followed by rated voltage.

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

| Formazione Size | Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C | Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz | | Reattanza di fase Phase reactance | | Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz |
|--------------------|---|--|------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| | | a trifoglio trefoil | in piano flat | a trifoglio trefoil | in piano flat | |
| | | Ω/Km | Ω/Km | Ω/Km | Ω/Km | |
| 1 x 70 | 0,268 | 0,342 | 0,342 | 0,15 | 0,21 | 0,15 |
| 1 x 95 | 0,193 | 0,246 | 0,246 | 0,14 | 0,20 | 0,16 |
| 1 x 120 | 0,153 | 0,196 | 0,196 | 0,14 | 0,20 | 0,18 |
| 1 x 150 | 0,124 | 0,159 | 0,158 | 0,13 | 0,19 | 0,20 |
| 1 x 185 | 0,0991 | 0,128 | 0,127 | 0,13 | 0,19 | 0,21 |
| 1 x 240 | 0,0754 | 0,0985 | 0,0972 | 0,12 | 0,18 | 0,23 |
| 1 x 300 | 0,0601 | 0,0797 | 0,0779 | 0,12 | 0,18 | 0,26 |
| 1 x 400 | 0,0470 | 0,0638 | 0,0616 | 0,11 | 0,17 | 0,28 |
| 1 x 500 | 0,0366 | 0,0517 | 0,0489 | 0,11 | 0,17 | 0,31 |
| 1 x 630 | 0,0283 | 0,0425 | 0,0389 | 0,10 | 0,16 | 0,34 |

| | | | | |
|------------------------|--|-------------|------------|-----------------|
| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 16 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Dimensionamento del Cavo

Ai fini del dimensionamento dei cavi è stato applicato il "criterio termico" in base al quale il cavo deve avere una sezione tale per cui la sua portata (I_z), nelle condizioni di posa previste da progetto, sia almeno uguale alla corrente di impiego del circuito (I_b).

La portata di un cavo, come è noto, dipende dai parametri che influiscono sul bilancio termico a regime e dunque dalla potenza termica sviluppata (sezione e resistività del conduttore), dalla potenza termica ceduta all'ambiente circostante (condizioni di posa) e dal tipo di isolante.

Considerando che la dorsale di collegamento con la sezione a 36 kV della Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN, si svilupperà su strada pubblica e terreni, ai fini del dimensionamento delle tipologie di cavi sono state assunte condizioni di posa, come di seguito indicato:

- profondità di posa pari a **1,5 m**;
- resistività termica del terreno pari a **1,5 °K m/W**;
- temperatura di posa pari a **25°C**;
- cavi disposti a **trifoglio**;
- cavi posati direttamente nel terreno (**posa diretta**) senza protezione meccanica supplementare;

Il dimensionamento dei conduttori è stato seguito tenendo presente la corrente di impiego I_b ed imponendo una caduta di tensione totale massima del 4% per ciascuna linea.

Inoltre, il dimensionamento è stato effettuato conservativamente tenendo conto che l'impianto dovrà lavorare inseguendo continuamente la massima potenza di immissione, pari a **21,86760 MWn**.

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 52 kV

| Formazione Size | Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø | Spessore medio isolante Average insulation thickness | Ø esterno max Max outer Ø | Peso indicativo cavo Approx. cable weight | Portata di corrente Current rating | | | |
|----------------------|---|---|------------------------------|--|---------------------------------------|------------------|------------------------|------------------|
| | | | | | A | | | |
| | | | | | in aria In air | | interrato* buried* | |
| n° x mm ² | mm | mm | mm | kg/km | a trifoglio trefoil | in piano flat | a trifoglio trefoil | in piano flat |
| 1 x 70 | 9,7 | 10,3 | 41,9 | 2150,0 | 280,0 | 315,0 | 255,0 | 260,0 |
| 1 x 95 | 11,4 | 10,3 | 43,8 | 2490,0 | 340,0 | 380,0 | 300,0 | 310,0 |
| 1 x 120 | 12,9 | 10,0 | 44,8 | 2735,0 | 395,0 | 440,0 | 355,0 | 365,0 |
| 1 x 150 | 14,3 | 9,5 | 45,1 | 3020,0 | 445,0 | 495,0 | 385,0 | 395,0 |
| 1 x 185 | 16,0 | 9,3 | 47,1 | 3395,0 | 510,0 | 570,0 | 440,0 | 450,0 |
| 1 x 240 | 18,3 | 9,3 | 49,2 | 4025,0 | 600,0 | 665,0 | 510,0 | 520,0 |
| 1 x 300 | 21,0 | 9,0 | 52,2 | 4725,0 | 695,0 | 760,0 | 570,0 | 580,0 |
| 1 x 400 | 23,2 | 9,0 | 54,8 | 5635,0 | 800,0 | 875,0 | 650,0 | 655,0 |
| 1 x 500 | 26,1 | 9,0 | 58,6 | 6825,0 | 930,0 | 1010,0 | 735,0 | 740,0 |
| 1 x 630 | 30,3 | 9,0 | 62,7 | 8260,0 | 1070,0 | 1180,0 | 835,0 | 845,0 |

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 17 di 26 |



Per la portata effettiva dei cavi invece si è tenuto conto di fattori di correzione che adeguano la portata nominale del cavo alle reali condizioni di esercizio in regime permanente secondo i seguenti effetti:

- Temperatura dell'ambiente esterno diversa da quella di riferimento → K_{temp_amb}
- Compresenza di più cavi nello stesso scavo e loro relativa distanza dall'asse neutro → K_{terne}
- Profondità di posa della terna di cavi → K_{posa}
- Resistenza termica del terreno → $K_{resistenza}$

| Temperatura dell'ambiente diversa da quella di riferimento | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T. conduttore | Tipo di cavo | temperature ambiente (°C) | | | | | | | | |
| | | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 90°C | cavi in terra / buried cables | 1,07 | 1,04 | 1 | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,85 | 0,8 | 0,76 |
| 90°C | cavi in aria/ in air cables | 1,15 | 1,12 | 1,08 | 1,04 | 1 | 0,96 | 0,91 | 0,87 | 0,82 |
| 105°C | cavi in terra / buried cables | 1,06 | 1,03 | 1 | 0,97 | 0,94 | 0,91 | 0,87 | 0,84 | 0,8 |
| 105°C | cavi in aria/ in air cables | 1,12 | 1,1 | 1,06 | 1,03 | 1 | 0,97 | 0,93 | 0,89 | 0,86 |

| profondità di posa (m) | | | |
|------------------------|---|------|------|
| 0,8 | 1 | 1,2 | 1,5 |
| 1,02 | 1 | 0,98 | 0,96 |

| Resistenza termica (km/W) | | | |
|---------------------------|---|------|------|
| 0,8 | 1 | 1,2 | 1,5 |
| 1,08 | 1 | 0,93 | 0,85 |

- Le resistività termiche del terreno sono intese uniformi:
 $r=1,0 K \cdot m/W$ per terreno o sabbia con normale contenuto di umidità;
 $r=1,5 K \cdot m/W$ per terreno o sabbia scarsamente umidi
- L'eventuale presenza di protezioni meccaniche (quali laterizi e lastre di cemento) che non comportano intercapedini d'aria, non altera le portate

| distanza tra cavi o terne cm | numero di cavi o terne (in orizzontale) | | | |
|---------------------------------|---|------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 6 |
| 7 | 0,84 | 0,74 | 0,67 | 0,6 |
| 25 | 0,86 | 0,78 | 0,74 | 0,69 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Pertanto, il valore della portata di corrente a regime che può viaggiare nel cavo, tenuto conto degli effetti citati, è stimato in:

$$I_{z \min} = I_z * K_{temp_amb} * K_{terne} * K_{posa} * K_{resistenza} = 570 * 0,96 * 1 * 0,96 * 0,85 = \mathbf{446,52 \text{ A}}$$

La verifica risulta essere soddisfatta, poiché $I_b < I_{z,min} \rightarrow \mathbf{370 \text{ A} < 446,52 \text{ A}}$

Caratteristiche e dati dell'installazione

Metodo base H: Direttamente interrato (unipolare) - MT

Dettagli Installazione Media tensione

Sistema di Installazione Direttamente interrato (senza tubo)

| | |
|--|---|
| Struttura cavo Unipolare | Tipo di sistema elettrico Trifase |
| Tensione (V) Altra tensione (V) | Altro tipo di tensione (V) 36000 |
| Fattore di Potenza - Cos Φ 0.95 | Corrente di Impiego (A) 369.16 |
| Potenza attiva (kW) 21867.60 | Potenza apparente (kVa) 23018.53 |
| Lunghezza (m) 7335 | Caduta di tensione (%) 1.5 |
| Caduta di tensione (V) 539.68 | Temperatura ambiente (°C) 25 |
| Esposizione al sole - | Altro coefficiente 1 |
| Distanza tra i circuiti o tubi (m) 0 m | Posizione dei circuiti Non definita |
| Numero di circuiti / cavi nel sistema 1 | Resistività del terreno (cavi interrati) (K·m/W) 1.5 |
| Profondità (cavi interrati) (m) 1.50 | |

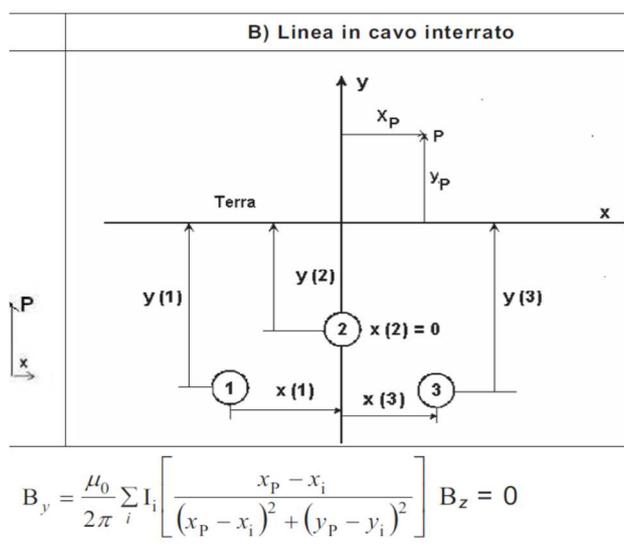
SERVIZI TECNICI D'INGEGNERIA

| | | | | |
|------------------------|--|-------------|------------|-----------------|
| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 19 di 26 |



Per tener conto della presenza di una terna nella sezione di scavo, si è fatto ricorso ad un modello matematico che tenesse conto del campo magnetico generato da ogni singola terna.

Il modello costituito, secondo quanto previsto e suggerito dalla norma CEI 211-4, tiene conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori.



È possibile a questo punto effettuare una semplificazione del modello che consideri il contributo non del singolo conduttore ma dell'intera terna della quale sono note le caratteristiche geometriche. Si terrà conto per il modello, un sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicoidali, in questo modo viene introdotto un grado di protezione maggiore nel sistema.

Come infatti suggerito dalla norma CEI 106-11, per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, ossia:

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

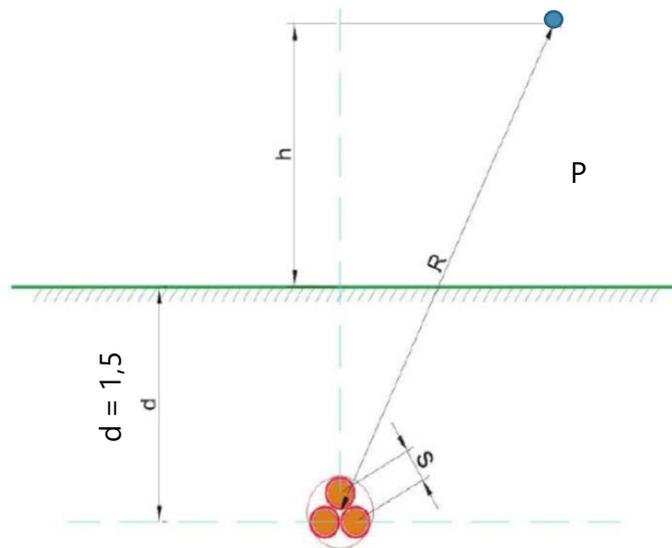
dove B [μ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari ad I [A].

Considerata la natura vettoriale del campo magnetico è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne e calcolare, attraverso il modello semplificato, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.



Considerata quindi la disposizione spaziale delle due terne e fissando l'asse centrale come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

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



dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi), S_i [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I_i [A] specifica della terna i-esima.

Facendo riferimento alla portata in corrente in regime permanente, così come definito dalla norma CEI 11-17, sono state calcolate le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo e al suolo stesso, fissando vari valori di altezza h.

Ai fini del calcolo è stato preso in esame il caso di **una terna** di cavi con sezione del singolo conduttore pari a **300 mm²**, per cui le condizioni operative sono le seguenti:

$$I = \frac{P_1}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} = \frac{21,8676 \text{ MW}}{\sqrt{3} * 36.000 \text{ V} * 0,95} = \underline{\underline{370 \text{ A} < 446 \text{ A}}}$$

| | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Profondità di posa dei cavi | -1,5 m |
| Distanza terna 1 dall'asse y | -0,125 m |
| Sezione terna 1 | 3x1x300 mm ² |
| Portata nominale terna | 570,00 A |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Portata corretta terna

446,52 A

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m:



| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 22 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



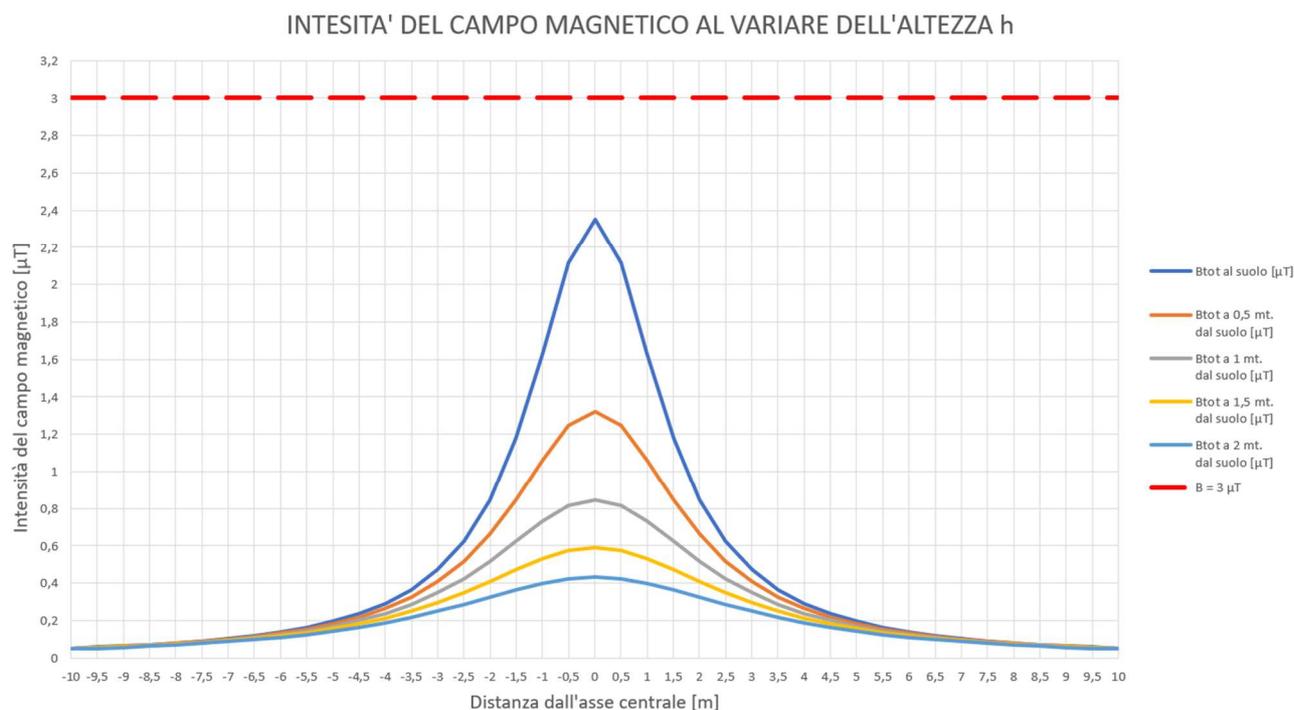
Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

| DISTANZA DALL'ASSE CENTRALE [m] | B _{tot} al suolo [μT] | B _{tot} a 0,5 mt. dal suolo [μT] | B _{tot} a 1 mt. dal suolo [μT] | B _{tot} a 1,5 mt. dal suolo [μT] | B _{tot} a 2 mt. dal suolo [μT] |
|---------------------------------|--------------------------------|---|---|---|---|
| -10 | 0,051762898 | 0,050891887 | 0,049814177 | 0,048557397 | 0,047151504 |
| -9,5 | 0,057218987 | 0,056156565 | 0,054847215 | 0,053327519 | 0,051636647 |
| -9 | 0,063576652 | 0,062267721 | 0,060661963 | 0,058808403 | 0,056758781 |
| -8,5 | 0,071043709 | 0,069413197 | 0,067423647 | 0,065141616 | 0,062636169 |
| -8 | 0,079890661 | 0,077834651 | 0,075341726 | 0,072503511 | 0,069413197 |
| -7,5 | 0,090474466 | 0,087846577 | 0,084684101 | 0,081115039 | 0,077266515 |
| -7 | 0,103273293 | 0,099863326 | 0,095796494 | 0,091254419 | 0,086412347 |
| -6,5 | 0,118938343 | 0,114437974 | 0,109128996 | 0,103273293 | 0,097114794 |
| -6 | 0,138372713 | 0,132318907 | 0,125272338 | 0,117616806 | 0,109694431 |
| -5,5 | 0,16285404 | 0,15453303 | 0,145007021 | 0,134847294 | 0,124535442 |
| -5 | 0,194229588 | 0,182508837 | 0,169368201 | 0,155669302 | 0,142087417 |
| -4,5 | 0,235233613 | 0,218257991 | 0,199726652 | 0,180948933 | 0,16285404 |
| -4 | 0,290014043 | 0,264637814 | 0,237876687 | 0,211710251 | 0,187354205 |
| -3,5 | 0,365017675 | 0,325708079 | 0,286094934 | 0,249070884 | 0,216030869 |
| -3 | 0,470467225 | 0,407135099 | 0,347065986 | 0,294042016 | 0,249070884 |
| -2,5 | 0,62267721 | 0,516366467 | 0,423420503 | 0,347065986 | 0,286094934 |
| -2 | 0,846841005 | 0,661594536 | 0,516366467 | 0,407135099 | 0,325708079 |
| -1,5 | 1,176168063 | 0,846841005 | 0,62267721 | 0,470467225 | 0,365017675 |
| -1 | 1,628540395 | 1,058551257 | 0,73003535 | 0,529275628 | 0,399453304 |
| -0,5 | 2,117102514 | 1,24535442 | 0,814270198 | 0,572189869 | 0,423420503 |
| 0 | 2,352336126 | 1,323189071 | 0,846841005 | 0,588084032 | 0,432061737 |
| 0,5 | 2,117102514 | 1,24535442 | 0,814270198 | 0,572189869 | 0,423420503 |
| 1 | 1,628540395 | 1,058551257 | 0,73003535 | 0,529275628 | 0,399453304 |
| 1,5 | 1,176168063 | 0,846841005 | 0,62267721 | 0,470467225 | 0,365017675 |
| 2 | 0,846841005 | 0,661594536 | 0,516366467 | 0,407135099 | 0,325708079 |
| 2,5 | 0,62267721 | 0,516366467 | 0,423420503 | 0,347065986 | 0,286094934 |
| 3 | 0,470467225 | 0,407135099 | 0,347065986 | 0,294042016 | 0,249070884 |
| 3,5 | 0,365017675 | 0,325708079 | 0,286094934 | 0,249070884 | 0,216030869 |
| 4 | 0,290014043 | 0,264637814 | 0,237876687 | 0,211710251 | 0,187354205 |
| 4,5 | 0,235233613 | 0,218257991 | 0,199726652 | 0,180948933 | 0,16285404 |
| 5 | 0,194229588 | 0,182508837 | 0,169368201 | 0,155669302 | 0,142087417 |
| 5,5 | 0,16285404 | 0,15453303 | 0,145007021 | 0,134847294 | 0,124535442 |
| 6 | 0,138372713 | 0,132318907 | 0,125272338 | 0,117616806 | 0,109694431 |
| 6,5 | 0,118938343 | 0,114437974 | 0,109128996 | 0,103273293 | 0,097114794 |
| 7 | 0,103273293 | 0,099863326 | 0,095796494 | 0,091254419 | 0,086412347 |
| 7,5 | 0,090474466 | 0,087846577 | 0,084684101 | 0,081115039 | 0,077266515 |
| 8 | 0,079890661 | 0,077834651 | 0,075341726 | 0,072503511 | 0,069413197 |
| 8,5 | 0,071043709 | 0,069413197 | 0,067423647 | 0,065141616 | 0,062636169 |
| 9 | 0,063576652 | 0,062267721 | 0,060661963 | 0,058808403 | 0,056758781 |
| 9,5 | 0,057218987 | 0,056156565 | 0,054847215 | 0,053327519 | 0,051636647 |
| 10 | 0,051762898 | 0,050891887 | 0,049814177 | 0,048557397 | 0,047151504 |

| | | | | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 23 di 26 |



Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 0 m a 2 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo e al suolo stesso.



Ricordando che l'obiettivo da rispettare è l'obiettivo qualità pari a 3 µT, fissato dal DPCM del 08/07/2003

| Soglia | Valore limite del campo magnetico |
|--|--|
| Limite di esposizione | 100 µT (da intendersi come valore efficace) |
| Valore di attenzione (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere) | 10 µT (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio) |
| Obiettivo di qualità (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio) | 3 µT (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio) |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Cancellotto Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo in corrispondenza dell'asse centrale ad altezza suolo e quindi sul piano di calpestio, **inferiore all'obiettivo di qualità** pari a **3 μ T**, fissato dalla norma, **e inferiore al limite di esposizione di 100 μ T**.

Il calcolo della D.p.a. per i cavidotti di collegamento simulati si traduce graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine in un punto individuato sul suolo il cui valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore all'obiettivo qualità di 3 μ T.

Utilizzando i dati forniti dal grafico allegato, si evince che per l'elettrodotto AT costituito da una terna di sezione 300 mm² non è necessaria alcuna una fascia di rispetto poiché il campo elettromagnetico non interseca mai il piano campagna e, dunque, è sempre garantito l'obiettivo di qualità.

Si vuole ricordare però che sia l'obiettivo qualità di 3 μ T che il limite di attenzione di 10 μ T fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio.

Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali del parco fotovoltaico ipotizzando il funzionamento a piena potenza. In tal senso, occorre tenere conto delle effettive ore di produzione giornaliere e delle ore serali/notturne in cui l'elettrodotto non risulta trasportare energia, e conseguentemente generare campi elettromagnetici.

Inoltre, data la natura non programmabile della fonte rinnovabile, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

SERVIZI TECNICI D'INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 25 di 26 |



Bmgdue s.r.l. | Società Unipersonale
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6794367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

4. Conclusioni

Come evidenziato nello studio analitico condotto e nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti, sono state individuate le potenziali sorgenti di emissione e si è proceduto alla valutazione dei potenziali rischi legati all'esposizione delle persone in riferimento alle opere da realizzare.

Sulla base dei risultati, alla luce della normativa vigente, sono state individuate eventuali fasce di rispetto da apporre al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici.

Considerando che all'interno di queste non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative alla realizzazione dell'opera di connessione rispetta la normativa vigente.



| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|--|------------|-----|-----------------|
| REL_18 | Relazione Campi/Impatto Elettromagnetico | 22/12/2023 | R0 | Pagina 26 di 26 |