

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG DOLOMITI SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 38.5MWp  
COMUNE DI ARGENTA (FE)

## Proponente

**EG DOLOMITI S.R.L.**

VIA DEI PELLEGRINI 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 11769780963 - PEC: egdolomiti@pec.it

## Progettazione

**META STUDIO S.R.L.**

Via SETTEMBRINI, 1-85123 PESCARA (PE)

P.IVA: 02164240687 - PEC: metastudiosrl@pec.it

## Collaboratori

Progettazione Generale: Ing. Corrado Pluchino      Progettazione Elettrica: Ing. Andrea Fronteddu

Progettazione Civile e Idraulica: Ing. Fabio Lassini

Progettazione geotecnica-strutturale: Dott. Matteo Lana

Progettazione Ambientale e Paesaggistica: Dott.ssa Eleonora Lamanna

### Coordinamento progettuale

**META STUDIO S.R.L.**

Via SETTEMBRINI, 1-85123 PESCARA (PE)

P.IVA: 02164240687 - PEC: metastudiosrl@pec.it

## Titolo Elaborato

### RELAZIONE COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	DOC_REL_01	-	-	27.06.22	-

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	27.06.2022	-	AFr	GPe	PC



COMUNE DI ARGENTA (FE)

REGIONE EMILIA ROMAGNA





# RELAZIONE ANALISI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA





## Sommario

<b>1. PREMESSA</b> .....	4
<b>2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE</b> .....	6
2.1 Descrizione sintetica del Progetto .....	6
2.2 Ubicazione del Progetto .....	7
2.4 Inquadramento .....	9
<b>3. CRITERI PROGETTUALI GENERALI</b> .....	11
<b>4. DESCRIZIONE TECNICA INTERVENTO PROGETTUALE</b> .....	14
4.1 Descrizione tecnica dell'impianto fotovoltaico .....	14
4.1.1 <i>Descrizione generale</i> .....	14
<b>5. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CONNESSIONE</b> .....	17
5.1 Cavidotti 36 kV .....	18
5.2 Cabina di raccolta e connessione .....	20
5.3 Cabina di sezionamento .....	22
<b>6. RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	24
<b>7. DEFINIZIONI</b> .....	28
<b>8. CALCOLO DELLE DPA</b> .....	34
7.1 Calcolo della DPA per la cabina di connessione e raccolta .....	34
7.2 Calcolo della DPA per le cabine di sezionamento .....	35
7.3 Calcolo delle DPA per la linea di connessione 36 kV .....	35
7.4 Calcolo delle DPA area di impianto fotovoltaico .....	37
<b>8. CONCLUSIONI</b> .....	39



## 1. PREMESSA

La Società EG DOLOMITI Srl (di seguito Proponente) ha in progetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico, nel territorio comunale di Argenta (FE), Regione Emilia Romagna, denominato "EG Dolomiti – Filo d'Argenta" di potenza nominale complessivamente pari a 38,50 MWp.

Il presente documento costituisce la Relazione Campi Elettromagnetici (CEM) orientata alla valutazione delle distanze di prima approssimazione (DPA) generate dall'esercizio delle opere di connessione di impianto, quali linee in cavo interrato e cabine elettriche di connessione e sezionamento.

La popolazione, in generale, è esposta a campi elettromagnetici prodotti da una grande varietà di sorgenti che utilizzano l'energia elettrica a varie frequenze.

Tali campi, variabili nel tempo, occupano la parte dello spettro che si estende dai campi statici alle radiazioni infrarosse. In questa gamma di frequenze (0 Hz – 300 GHz) i fenomeni di ionizzazione nel mezzo interessato dai campi sono trascurabili: pertanto le radiazioni associate a queste frequenze rientrano in quelle cosiddette radiazioni non-ionizzanti.

Alle più basse frequenze, quando i campi sono caratterizzati da variazioni lente nel tempo, per esempio alle frequenze industriali di 50/60 Hz, o, più in generale, quando l'esposizione ai campi elettromagnetici avviene a distanze dalla sorgente piccole rispetto alla lunghezza d'onda, i campi elettrici e i campi magnetici possono essere considerati indipendentemente.

Alle frequenze più alte o, più in generale, a distanze elevate rispetto alla lunghezza d'onda, i campi elettrici e i campi magnetici sono strettamente correlati tra di loro: dalla misura di uno di essi si può in genere risalire all'altro.

Contrariamente a quanto succede con le radiazioni ionizzanti, per le quali il contributo delle sorgenti naturali rappresenta la porzione più elevata dell'esposizione della popolazione, per le radiazioni non-ionizzanti le sorgenti di campi elettromagnetici realizzati dall'uomo tendono a diventare sempre più predominanti rispetto alle sorgenti naturali.

Negli ultimi decenni l'uso dell'elettricità è aumentato considerevolmente, sia per la distribuzione dell'energia elettrica sia per lo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione, con conseguente aumento dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

I campi variabili nel tempo più comuni a cui le persone sono permanentemente esposte sono quelli derivanti dai sistemi di generazione, trasmissione, distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica a 50/60 Hz, dai sistemi di trazione ferroviaria, dai sistemi di trasporto pubblico (da 0 Hz a 3 kHz) e dai sistemi di telecomunicazioni



(trasmettitori radiofonici e televisivi, ponti radio a microonde, stazioni radiobase per telefonia mobile, radar, ecc.).

I campi generati dalle diverse sorgenti possono essere di vario tipo. La forma d'onda può essere sinusoidale, modulata in ampiezza (AM) o in frequenza (FM) nel caso di comunicazioni radio, o modulata ad impulsi come nei radar dove l'energia delle microonde viene trasmessa in brevi pacchetti di impulsi della durata di microsecondi.

L'esposizione umana dipende non solo dall'intensità dei campi elettromagnetici generati, ma anche dalla distanza dalla sorgente e, nel caso di antenne direzionali, quali quelle dei sistemi di comunicazione radar o satellitari, anche dalla vicinanza dal fascio principale di radiazione.

La maggior parte delle persone è esposta ai campi prodotti dai trasmettitori a radiofrequenza di bassa potenza, quali quelli delle stazioni base della telefonia cellulare, e dai sistemi di sicurezza e di controllo degli accessi, dove i campi possono provocare un'esposizione non uniforme del corpo. Generalmente le intensità dei campi prodotti da queste sorgenti decrescono rapidamente con la distanza.

Per proteggere la popolazione dagli eventuali effetti nocivi dell'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti da tali sorgenti, sono stati sviluppati in ambiti nazionali e internazionali diversi tipi di linee-guida: esse sono generalmente basate sull'individuazione di valori da non superare per alcune grandezze di base, derivanti da valutazioni biologiche (grandezze interne al corpo, quali la densità di corrente e la sovratemperatura corporea), cui corrispondono altre grandezze derivate esterne, facilmente misurabili, quali il campo elettrico e il campo magnetico.

In relazione a tale parco fotovoltaico, il Proponente ha in progetto la realizzazione delle opere di collegamento alla RTN, costituite da una Stazione Elettrica di trasformazione 380/132/36kV e relativi cavidotti 36 kV di connessione.

La configurazione della connessione di impianto prevede la realizzazione di una cabina di raccolta in posizione adiacente rispetto alla Stazione RTN Terna e di due cabine di sezionamento posizionate lungo il tracciato di connessione di impianto. Le linee di connessione si attesteranno infine all'interno della cabina generale di impianto fotovoltaico, esercita ad un livello di tensione 36 kV.

In sintesi l'intervento proposto:

- è finalizzato alla realizzazione di un'opera infrastrutturale, non incentivato;
- è compatibile con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- consente la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- utilizza fonti rinnovabili eco-compatibili;
- consente il risparmio di combustibile fossile;

- non produce nessun rifiuto o scarto di lavorazione;
- non è fonte di inquinamento acustico;
- non è fonte di inquinamento atmosferico;
- utilizza viabilità di accesso già esistente;
- comporta l'esecuzione di opere edili di dimensioni modeste che non determinano in alcun modo una significativa trasformazione del territorio, relativamente a fondazioni superficiali di alcune stazioni di conversione/trasformazione e cabine di smistamento con volumetrie decisamente molto contenute.
- le opere di connessione consentiranno di migliorare l'infrastruttura elettrica nazionale.

Nei paragrafi seguenti si riporta un inquadramento territoriale delle aree di impianto fotovoltaico e relative opere di connessione, una descrizione dei criteri di progettazione, i principali riferimenti normativi relativi alle prescrizioni sull'esposizione ai campi elettromagnetici e infine un paragrafo in cui viene effettuata una valutazione preliminare dei campi elettromagnetici generati.

## 2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

### 2.1 Descrizione sintetica del Progetto

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico complessivamente di capacità nominale pari a 38,50 MWp, sito nel territorio comunale di Argenta (FE), Regione Emilia Romagna, diviso in otto sotto campi, realizzati con 65.254 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, con una potenza di picco di 590 Wp, montati su strutture fisse in configurazione monofilare con quattro moduli in orizzontale con tilt di 22° e distanza tra filari di 7,88 m, raggruppati in inverter centralizzati a 660V di marca FREESUN HEMK. Il design di impianto sarà tale per cui tutti gli inverter avranno la medesima taglia di potenze. Gli inverter selezionati sono del tipo centralizzato, connessi a cabine di trasformazione 36 kV in campo con potenze da 4.200 kVA. Le varie cabine di trasformazione saranno raggruppate in dorsali 36 kV e confluiranno nella cabina di ricezione di campo del rispettivo sito, per mezzo di linee elettriche 36 kV in cavo interrato.

In relazione a tali parchi fotovoltaici, il Proponente ha inoltre in progetto la realizzazione di opere di collegamento alla RTN (di seguito opere di connessione):

- un cavo interrato con tensione 36 kV, lungo circa 17,36 km, che collegherà il campo fotovoltaico alla stazione SE 380/132/36 kV;

- una stazione elettrica 380/132/36 kV di Terna denominata "Portomaggiore" (di seguito SE Terna o SE RTN Terna), in agro di Portomaggiore.

## 2.2 Ubicazione del Progetto

Tra le possibili soluzioni è stata individuata l'ubicazione più funzionale in merito alle esigenze tecniche di connessione dell'impianto alla rete elettrica e delle sue possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Le opere in progetto ricadono in aree agricole caratterizzate da pendenze molto blande tutte in comune di Argenta, in Provincia di Ferrara, tranne il cavidotto esterno 36 kV che interessa i comuni di Argenta e di Portomaggiore

Il parco fotovoltaico, diviso nei tre sotto campi (Parchi FV), si inserisce interamente nel territorio comunale di Argenta (FE), nel settore Nord-orientale della Regione Emilia Romagna, all'interno di una superficie catastale complessiva (superficie disponibile) di circa 42,17 ettari. Di questa superficie totale a disposizione del Proponente, una parte recintabile, circa 34,52 ettari occupata dai parchi FV (superficie occupata), vale a dire vele fotovoltaiche e strutture di supporto, cabine e strumentazione che costituiscono concretamente l'opera, la restante parte manterrà lo status quo ante.

Il cavidotto interrato 36 kV collegherà la cabina elettrica di smistamento di impianto fotovoltaico alla Stazione di nuova realizzazione SE 380/132/36 kV, collocata in comune di Portomaggiore, seguendo il percorso indicato in Figura 2; il collegamento tra i due punti avverrà previo sezionamento presso le cabine di sezionamento e raccolta posizionate lungo il tracciato di connessione.

Partendo dalla cabina di smistamento interna all'impianto fotovoltaico, il cavidotto seguirà lungo il canale di diramazione dello scolo Campazzo per circa 2 km in comune di Argenta verso ovest, fino ad incrociare via Terranova e girare verso nord prima e poi verso ovest, sempre su via Terranova per circa 1,85 km. In seguito il cavidotto gira verso nord su via Lodigiana per circa 1 km, fino ad intersecare il Canale Dominate; in questo tratto ci sarà un primo sezionamento del cavidotto presso apposita cabina per una configurazione in entra-esce della linea che successivamente proseguirà verso nord lungo strade agricole, per circa 1,60 km. Successivamente, proseguendo verso nord ovest, il cavidotto costeggia prima via Val Gramigna, poi via Val Torta ed infine via Val D'Albero, per una lunghezza complessiva di circa 5 km, fino ad arrivare al Collettore Testò; in quest'area avverrà il secondo sezionamento della linea presso apposita cabina. In uscita da quest'ultima il tracciato vira verso nord e attraversa la diramazione proveniente dal Canale Circondariale Gramigne Fosse, per poi proseguire in direzione nord ovest, lungo strade agricole prima e poi lungo via della Botte, via Argine Circondariale Valli Mezzano e via Cavallarola per circa 2,7 km. Il cavidotto interrato gira poi verso sud ovest attraversando strade



agricole per circa 2,7 km fino ad arrivare alla cabina di raccolta, in posizione adiacente rispetto alla Stazione Elettrica di rete a cura di Terna di nuova realizzazione con trasformazione 380/132/36 kV (la cabina di raccolta sarà distanziata circa 45 m dal confine della nuova stazione elettrica).

Le **coordinate geografiche** del Progetto sono identificate nelle seguenti coordinate dei siti:

Campo fotovoltaico: lat. 44.604710°; long. 11.986739°

Nuova SE Terna: lat. 44.653724°; long. 11.851397°

## 2.4 Inquadramento

Il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame è ubicato nel territorio comunale di Argenta (FE). L'area di progetto è divisa in tre siti denominati A, B e C. I siti A, B e C sono ubicati a circa 10 Km a est del centro abitato di Argenta e a circa 2.5 Km a nord est della frazione Filo di Argenta.

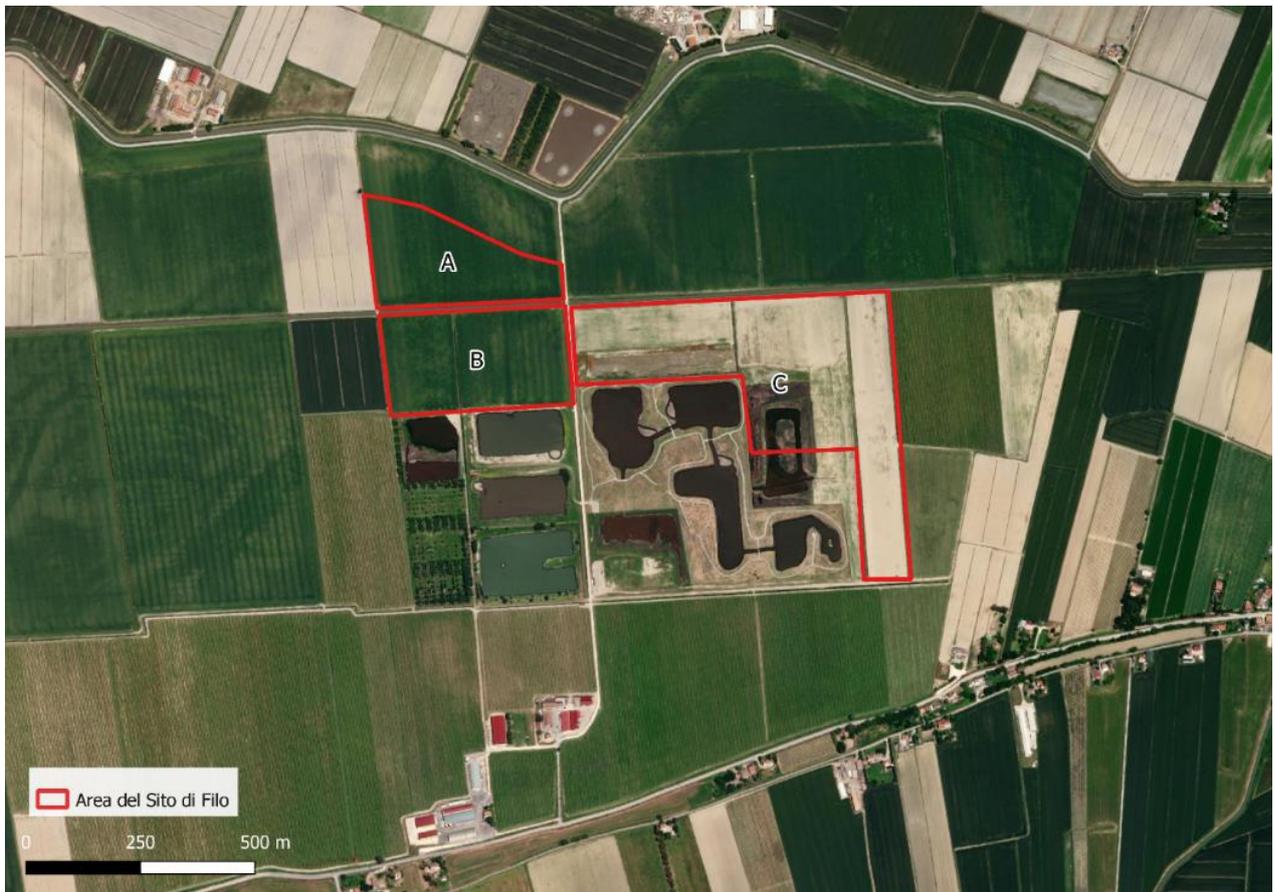


FIGURA 1: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO

Il sito risulta ubicato tra via Argine Pioppi e Via Maria Margiotti.

L'area di progetto è divisa in tre siti:

- Sito "A": lat. 44.607702°; long. 11.981111°
- Sito "B": lat. 44.605821°; long. 11.981622°
- Sito "C": lat. 44.605385°; long. 11.990804°



FIGURA 2: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO CON CAVIDOTTO DI CONNESSIONE

### 3. CRITERI PROGETTUALI GENERALI

Il Progetto è la sintesi del lavoro di un gruppo di professionisti composto da ingegneri, architetti, paesaggisti, archeologi, naturalisti, agronomi che hanno collaborato per l'ottimizzazione delle soluzioni tecniche e di producibilità e per la compatibilità con l'area di intervento al fine di non alterarne gli elementi paesaggistici e di biodiversità.

Nel rispetto delle norme di tutela ambientali e paesaggistiche vigenti la proposta progettuale ha tenuto conto dei seguenti aspetti:

1. Le caratteristiche orografiche e geomorfologiche del sito prevalentemente pianeggianti e a pendenze moderate tale da evitare movimenti terra eccessivi che comporterebbero un'alterazione della morfologia attuale del sito. Inoltre, si è dato gran peso alla salvaguardia degli elementi che compongono il paesaggio a (vegetazione, acqua, uso del suolo, viabilità di cantiere, colorazioni degli elementi strutturali).
2. Vicinanza con il punto di connessione alla Rete Elettrica di Distribuzione Nazionale compatibilmente con i vincoli ambientali, idrogeologici, geomorfologici, infrastrutturali, e disponibilità dei suoli per la realizzazione del progetto.
3. Nella scelta delle strutture di appoggio dei moduli fotovoltaici sono state preferite quelle con pali di sostegno infissi con battipalo al fine di evitare la realizzazione di fondazioni e l'artificializzazione eccessiva del suolo. Sono state scelte strutture fisse e una configurazione dei moduli su di essi tale da lasciare uno spazio sufficiente nei corridoi tra le file di circa 3 m non solo ad evitare nel corso di esercizio dell'impianto fotovoltaico gli effetti terra-bruciata e desertificazione del suolo, ma anche la possibilità di **lasciare le aree non occupate a coltivare**.
4. Sono stati scelti moduli fotovoltaici ad alta efficienza nel tempo oltre che per garantire delle performance di producibilità elettrica dell'impianto fotovoltaico di lunga durata anche per ridurre i fenomeni di abbagliamento e inquinamento luminoso.
5. È stata massimizzata la captazione della radiazione solare annua disponibile, dove il generatore fotovoltaico è esposto alla luce solare scegliendo orientamento ed esposizioni ottimali, evitando fenomeni di ombreggiamento che costituiscono cause dirette di perdite d'energia prodotta, incidendo sul tempo di ritorno economico dell'investimento.
6. La distanza tra le file di moduli è stata scelta tale che oltre a evitare fenomeni di ombreggiamento anche per creare un equilibrio tra spazi coperti e spazi liberi tali da evitare un'alterazione delle caratteristiche naturali del suolo.

7. La predisposizione delle cabine di trasformazione all'interno dei campi è stata ottimizzata con la finalità di ridurre al minimo la viabilità interna e di conseguenza la sottrazione di suolo.
  8. I suoli interessati all'installazione dell'impianto fotovoltaico sono stati scelti in prossimità di viabilità già esistenti al fine di evitare la realizzazione di nuove viabilità e quindi alterazione del paesaggio attuale.
  9. La recinzione metallica perimetrale prevede il varco di passaggio per la microfauna terrestre locale.
  10. È prevista una fascia di mitigazione per mascherare la recinzione e il campo fotovoltaico realizzata con fascia arborea di altezza tale da mitigare l'impatto visivo-percettivo dell'impianto fotovoltaico dall'esterno e da eventuali punti di belvedere e interesse paesaggistico nelle vicinanze dell'impianto fotovoltaico di progetto. Verranno utilizzati specie autoctone tali da favorire una connettività eco sistemica con le colture presenti nelle aree circostanti all'impianto fotovoltaico.
  11. I collegamenti elettrici costituenti l'impianto fotovoltaico sono realizzati con cavidotti interrati alla profondità minima di 1 m al fine di ridurre le interferenze elettromagnetiche.
  12. I tracciati degli elettrodotti e il posizionamento della SE 380/132/36 kV sono stati studiati in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del Testo unico emesso con RD 11 dicembre 1933 No. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti e andranno ad interessare soltanto viabilità stradale, riducendo interferenze con i terreni agricoli e con l'habitat naturale.
  13. Le posizioni delle Stazioni Elettriche sono state individuate su siti avente le migliori caratteristiche in ragione delle peculiarità di area sotto il profilo:
    - i. della orografia;
    - ii. della destinazione urbanistica e dei vincoli nel loro complesso;
    - iii. dall'ottimizzazione dell'occupazione del territorio essendo la Cabina Raccolta inclusa nelle particelle interessate dal parco fotovoltaico stesso.
- La descrizione del progetto è finalizzata alla conoscenza esaustiva dell'intervento principale e delle opere connesse e alla descrizione delle caratteristiche fisiche e funzionali dello stesso, delle fasi di cantiere, di esercizio e di eventuale dismissione.
- Sarà fornito il bilancio delle terre e rocce da scavo e gli esiti della loro caratterizzazione e destinazione secondo le indicazioni della normativa vigente.
- In riferimento alla fase di **cantiere**, relativa a tutte le lavorazioni previste (opera principale ed opere connesse), il progetto comprende:

- l'individuazione delle aree utilizzate in modo permanente (fase di esercizio) e temporaneo, per le aree occupate dalle attività di cantiere principali (campi-base) e complementari (nuovi tracciati viari necessari per il raggiungimento delle zone operative);
- l'indicazione delle operazioni necessarie alla predisposizione delle aree di intervento (movimenti di terra e modifiche alla morfologia del terreno), il fabbisogno del consumo di acqua, di energia, le fonti di approvvigionamento dei materiali, le risorse naturali impiegate (acqua, territorio, suolo e biodiversità), la quantità e tipologia di rifiuti prodotti dalle lavorazioni;
- la descrizione dettagliata dei tempi di attuazione dell'opera principale e delle opere connesse, considerando anche la contemporaneità delle lavorazioni nel caso insistano sulle stesse aree; del fabbisogno complessivo previsto di forza lavoro, in termini quantitativi e qualitativi; dei mezzi e macchinari usati e delle relative caratteristiche; della movimentazione da e per i cantieri, delle modalità di gestione del cantiere, delle misure di sicurezza adottate;
- il ripristino delle aree a fine lavorazioni.

In riferimento alla fase di **esercizio**, che si conclude alla fine della fornitura dei servizi o dei beni per la quale è stata progettata ed è successiva alla fine di ogni attività connessa alla costruzione dell'opera, compreso il collaudo, il progetto comprende:

- l'indicazione della durata di esercizio dell'intervento principale e delle opere connesse (vita dell'opera);
- la quantificazione dei fabbisogni di energia e delle risorse naturali eventualmente necessari e per il processo produttivo;
- l'elenco di tipologie e quantità dei residui delle emissioni previste (gassose, liquide, solide, sonore, luminose, vibrazionali, di calore, radioattive), sostanze utilizzate, quantità e tipologia di rifiuti eventualmente prodotti;
- la descrizione di interventi manutentivi richiesti per il corretto funzionamento delle opere, tempi necessari, frequenza degli interventi, eventuali fabbisogni di energia e di risorse naturali non già necessari per il suo normale esercizio, eventuali rifiuti ed emissioni diversi, in termini qualitativi e quantitativi, rispetto all'esercizio.

La fase di **dismissione**, parziale o totale dell'opera, comprende tutte le necessarie attività di cantiere per la demolizione o smantellamento delle singole componenti strutturali, finalizzate al ripristino ambientale dell'area. Sono descritte le modalità di smaltimento e/o di riutilizzo e/o di recupero dei materiali di risulta e/o dei componenti dell'opera.

## 4. DESCRIZIONE TECNICA INTERVENTO PROGETTUALE

### 4.1 Descrizione tecnica dell'impianto fotovoltaico

#### 4.1.1 Descrizione generale

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico complessivamente di capacità nominale pari a 38,50 MWp e risulta distribuito nei vari Sotto Campi come segue:

IMPIANTO FOTOVOLTAICO						
SOTTOCAMPO	ESTRUTTURA	C.B.	STRINGHE	MODULI	POTENZA DC	POTENZA AC nom
1	78	11	255	8160	4814.4 kWp	4200 kVA
2	67	11	255	8160	4814.4 kWp	4200 kVA
3	72	11	255	8160	4814.4 kWp	4200 kVA
4	74	11	255	8160	4814.4 kWp	4200 kVA
5	74	11	255	8160	4814.4 kWp	4200 kVA
6	73	11	256	8192	4833.3 kWp	4200 kVA
7	70	11	256	8192	4833.3 kWp	4200 kVA
8	64	11	256	8192	4833.3 kWp	4200 kVA
TOTALE	569	88	2043	65376	38571.8 kWp	33600 kVA
N.B. La potenza nominale massima in corrente alternata dell'impianto fotovoltaico sarà limitata elettronicamente al valore autorizzato dal distributore tramite la Soluzione Tecnica Minima Generale						

FIGURA 4: IDENTIFICAZIONE DEI SOTTOCAMPI

L'impianto fotovoltaico prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con potenza nominale di 590 Wp con celle fotovoltaiche in silicio monocristallino, i quali, tra le tecnologie attualmente disponibili in commercio presentano rendimenti di conversione più elevati.

I moduli fotovoltaici sono posizionati su struttura fissa orientata a sud ed inclinata con tilt fisso di 22°. La inter-distanza delle file è calcolata a partire da una distanza minima in funzione del tilt dei moduli in modo da non creare ombreggiamento tra le file all'altezza del sole nel mezzogiorno del solstizio d'inverno.

Le strutture supportano quattro moduli per i fissi fissati ad un telaio in acciaio zincato, che ne forma il piano d'appoggio, a sua volta opportunamente incernierato ad un

palo, anch'esso in acciaio zincato, che sarà collocato tramite infissione diretta nel terreno. Questa tipologia di struttura evita in generale l'esecuzione di opere di calcestruzzo e faciliterà enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo.

Le stringhe fotovoltaiche, derivanti dal collegamento dei moduli, saranno da 32 moduli; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture con cavi esterni graffettati alle stesse.

Gli inverter saranno del tipo centralizzato con potenza nominale AC di cabina pari a 4200 kVA. Per ulteriori dettagli si faccia riferimento allo schema unifilare allegato alla presente relazione.

L'energia convertita negli inverter all'interno delle Power Station, da tensione continua 1500 Vcc a tensione alternata 660 Vca, e trasformata da 0,66 kV a 36 kV, verrà convogliata tramite linee costituite da cavi interrati e posati a trifoglio entro trincee che collegano in configurazione entra-esce ciascuna Power station, verso la cabina generale di smistamento 36 kV, dalla quale poi partiranno le linee che permetteranno di connettere e introdurre l'energia prodotta verso la stazione Terna di inserimento.

Ciascun inverter verrà collegato al quadro di parallelo inverter, collocato nello scomparto di bassa tensione nelle cabine di trasformazione nel locale, equipaggiato con dispositivi di generatore (interruttori automatici di tipo magnetotermico o elettronici a controllo di massima corrente e cortocircuito) per ciascuna linea inverter e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico per mezzo del quale verrà effettuato il collegamento con l'avvolgimento BT del trasformatore elevatore. Le cabine di trasformazione sono della tipologia plug-and-play, pre-assemblate in fabbrica, trasportabile in sito pronte per essere installate e rappresentano una soluzione funzionale con un considerevole risparmio di tempo e di costi, dal momento che vengono fornite in campo già assemblate sia meccanicamente che elettricamente, nonché rapidità e facilità nella fase di smontaggio a fine vita utile dell'impianto. Le principali caratteristiche delle cabine di trasformazione sono: trasformatori 0,66/36 kV con potenza 4200 kVA (Vcc% 6%, ONAN, Dy11, IP54), quadro a 36kV 16kA conformi alla norma IEC 62271 isolati in gas sigillato ermeticamente a semplice manutenzione, quadro BT con interruttori e fusibili di protezione.

All'interno di ciascuna cabina di trasformazione è predisposto un quadro elettrico di a 36 kV, cella di arrivo linea e cella di protezione con un interruttore automatico con protezione 50, 51 e 51N per la protezione dei montanti 36 kV di alimentazione dei trasformatori, un sezionatore di linea sotto carico interbloccato con un sezionatore di terra, eventuali gruppi di misura dell'energia prodotta, un trasformatore per i servizi ausiliari.

Sarà realizzato un impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti e sovratensione impulsiva al quale saranno collegate tutte le strutture metalliche di sostegno e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. L'impianto fotovoltaico così descritto sarà dotato di sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto, impianto di illuminazione perimetrale e area cabine, impianto antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi).

Le varie cabine di trasformazione saranno raggruppate in dorsali 36 kV: una dorsale per i Sotto Campi 1-2-3, una dorsale per i Sotto campi 4-5-6 e una dorsale per i Sotto campi 7-8. Le tre dorsali confluiranno nella cabina generale di impianto interna al sito, per mezzo di linee elettriche in cavo interrato elettrificati a 36 kV che andranno ad innestarsi sulla corrispondente cella di arrivo linea del quadro elettrico di distribuzione a 36 kV installato all'interno della cabina di ricezione di campo. Le linee saranno del tipo ARE4H5E con sezioni fino a 630 mm<sup>2</sup>.

Nell'impianto saranno inoltre presenti complessivamente:

- n.8 cabine Power Station: trattasi di cabine prefabbricate, oppure container delle stesse dimensioni, ciascuna con superficie lorda complessiva pari a 6,058x2,896 mm ed altezza pari a 2,44 m costituite da più vani e al loro interno saranno installati:
  - Trasformatore elevatore;
  - Quadro 36 kV;
  - Trasformatore per i servizi ausiliari;
  - Quadri BT;
  - Inverter;
  - Predisposizione per installazione impianto storage.
- n.1 cabina generale 36 kV e controllo: con all'interno gli apparati per la gestione e il controllo dell'impianto ridondanti rispetto agli apparati presenti in cabina di raccolta:
- rete elettrica interna a 36 kV per il collegamento tra le varie cabine di trasformazione e le cabine di ricezione;
- rete elettrica interna a 1500V tra i moduli fotovoltaici e gli inverter
- rete elettrica interna a 660V tra gli inverter e i trasformatori elevatori;
- impianto di terra (posizionato lungo le trincee dei cavi di potenza) e maglia di terra delle cabine;

## 5. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CONNESSIONE

Come già riportato nei precedenti paragrafi l'impianto fotovoltaico sarà connesso tecnicamente in antenna alla sezione 36 kV di una stazione elettrica RTN di nuova realizzazione. La connessione a partire dall'area di impianto avverrà attraverso una linea in cavo interrato di lunghezza pari a circa 17 km in arrivo alla stazione Terna previo sezionamento lungo il tracciato in corrispondenza delle cosiddette cabine di sezionamento (n.2 posizionate ogni circa 6 km lungo il tracciato) e di un sezionamento finale prima dell'ingresso verso la stazione Terna all'interno di una cabina di raccolta, con all'interno il dispositivo generale e il dispositivo di interfaccia e tutti gli apparati di gestione e controllo dell'impianto fotovoltaico ridondanti rispetto a quelli presenti internamente all'area di impianto fotovoltaico (cabina generale 36 kV di impianto).

All'interno della sezione 36 kV della nuova stazione Terna verrà predisposta una cella 36 kV per la connessione dell'impianto fotovoltaico in oggetto. La cella designata, facente parte di un quadro 36 kV isolato in aria, potrà accogliere fino a n.2 terne in parallelo (così come riportato nelle indicazioni preliminari del nuovo allegato A.68 in bozza fornito da Terna e tuttora in fase di definizione).

I gruppi di misura sono di proprietà del distributore e devono essere installati in apposito locale contatori all'interno della cabina di raccolta e in sezione ridondata all'interno della cabina generale di impianto; la misura fiscale sarà eseguita in corrispondenza del quadro 36 kV posto in cabina di raccolta.

Tutti i manufatti in cemento o muratura devono essere conformi alle disposizioni dell'ente distributore e alle seguenti prescrizioni legislative:

- a) Legge n. 1086 del 5 novembre 1971
- b) Circolare M.LL.PP. n. 20244 del 30 giugno 1980 (parte C)
- c) Circolare C.S.LL.PP. n. 6090 punto 4.6
- d) Legge n. 64 del 2 febbraio 1974
- e) D.M. 24 febbraio 1986
- f) D.M. 3 dicembre 1987
- g) Circolare M.LL.PP. n. 31104 del 16 marzo 1989
- h) D.M. 12 febbraio 1982
- i) Circolare M.LL.PP. n. 22631 del 24 maggio 1982

Le apparecchiature elettriche installate in cabina devono essere rispondenti alle specifiche norme CEI applicabili.

Qualora i trasformatori installati siano isolati in olio e il contenuto d'olio complessivo dei trasformatori installati in cabina superi i 500 kg deve essere predisposta idonea vasca di raccolta olio in accordo con quanto previsto dal D.Lgs 81/08 e dalle norme CEI 11-1.

Lo schema elettrico di cabina deve essere esposto in posizione facilmente visibile.

## 5.1 Cavidotti 36 kV

L'impianto fotovoltaico sarà collegato alla RTN attraverso una connessione in cavo interrato di lunghezza pari a circa 17 km. Si riporta di seguito un inquadramento del tracciato di connessione ipotizzato.



FIGURA 5: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO CON CAVIDOTTO DI CONNESSIONE

Il cavo scelto per la connessione dell'impianto fotovoltaico sarà del tipo ARE4H5E avente le seguenti caratteristiche funzionali:

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 20,8/36 kV
- Tensione massima di isolamento: 42 kV
- Test di tensione:  $3,5 U_0$
- Massima temperatura di esercizio del conduttore: 90°C

- Massima temperatura di cortocircuito: 250°C (max 5 s)
- Massima temperatura di cortocircuito schermo: 150°C

Dal punto di vista costruttivo il cavo avrà le seguenti caratteristiche:

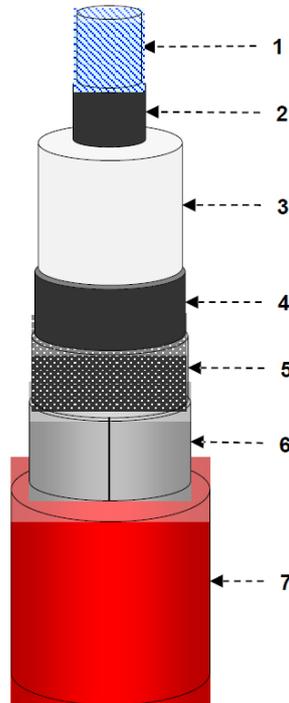


FIGURA 6: PARTICOLARE COSTRUTTIVO DEL CAVO SCELTO

1. Conduttore in alluminio classe 2 (norma IEC 60228)
2. Conductor screen
3. Insulation XLPE
4. Insulation screen
5. Spessore impermeabile
6. Metallic screen and radial water barrier
7. Guaina esterna isolante

All'interno dello scavo lungo il tracciato di connessione dovranno essere posate due terne a trifoglio ad una profondità minima di 1,2 m; il tipologico di posa di riferimento sarà il seguente:

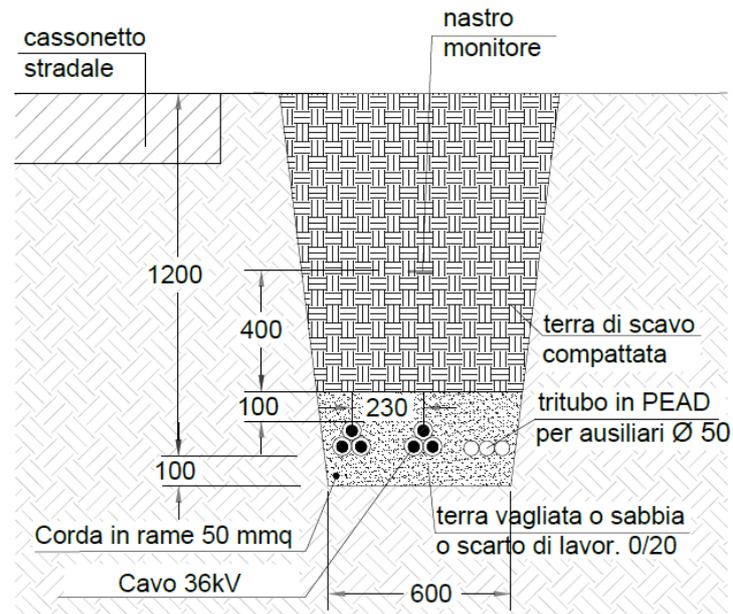


FIGURA 7: TIPOLOGICO POSA LINEE DI CONNESSIONE

All'interno dello stesso scavo sarà predisposto un tritubo, quale predisposizione per il passaggio della fibra ottica (48 fibre) per la trasmissione dei dati di impianto.

Tale tipologico ha carattere puramente indicativo; si dovrà valutare nelle successive fasi l'utilizzo di una protezione meccanica integrativa a protezione delle terre e un eventuale ulteriore distanziamento tra le linee 36 kV e le linee dati.

## 5.2 Cabina di raccolta e connessione

È stato ipotizzato il posizionamento della cabina di raccolta e connessione in adiacenza alla stazione Terna di riferimento; a valle della ricezione della soluzione di connessione tale posizionamento potrebbe subire delle variazioni.

Il posizionamento ipotizzato è il seguente:



FIGURA 8: INQUADRAMENTO CABINA DI RACCOLTA

All'interno della cabina di raccolta, esercita ad un livello di tensione 36 kV e dimensioni indicative 25x7 m, saranno presenti i quadri a 36 kV, a 0,4 kV e a bassissima tensione, necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto. La configurazione del quadro all'interno della cabina sarà a semplice sistema di sbarre.

Di seguito si riporta l'allestimento tipo per la cabina di raccolta e connessione:

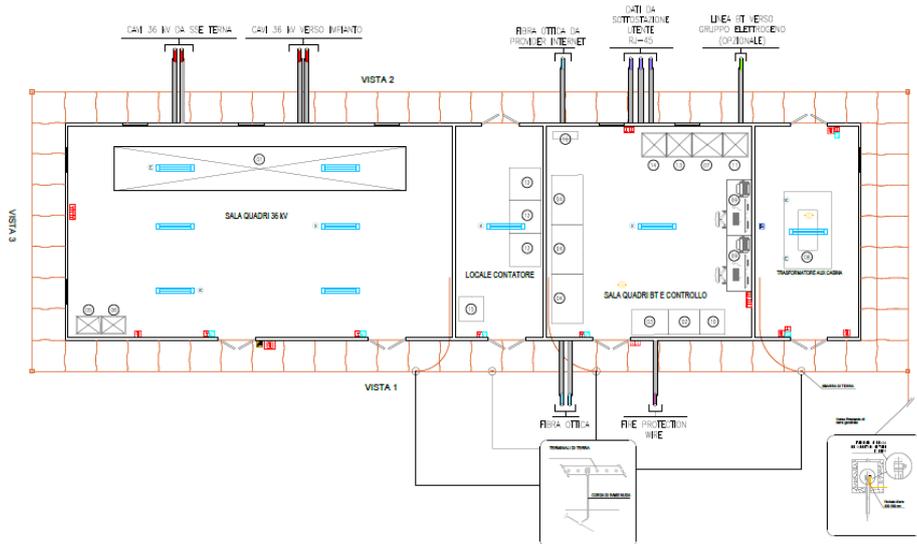


FIGURA 9: ALLESTIMENTO TIPO CABINA DI RACCOLTA

### 5.3 Cabina di sezionamento

Come riportato nella sezione introduttiva è stato prevista la possibilità di sezionamento locale della linea di connessione verso Terna attraverso la realizzazione di due cabine di sezionamento poste lungo tracciato ogni circa 6 km. Di seguito un inquadramento del posizionamento preliminare delle due cabine:



FIGURA 10: INQUADRAMENTO CABINE DI RACCOLTA E SEZIONAMENTO

Le cabine, esercite anch'esse a livello di tensione 36 kV, avranno dimensioni indicative 15x5 m e al loro interno saranno presenti i quadri con le celle di sezionamento in arrivo e partenza e un locale con all'interno un trasformatore per l'alimentazione dei carichi ausiliari; sarà presente infine un locale con all'interno i quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari o piccoli carichi locali lungo il tracciato di connessione. Di seguito l'allestimento tipo di una cabina di sezionamento:

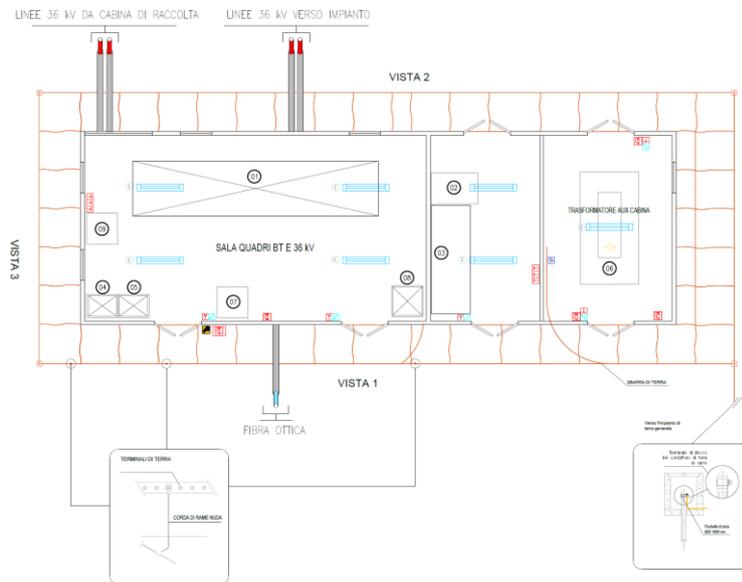


FIGURA 11: ALLESTIMENTO TIPO CABINA DI SEZIONAMENTO

## 6. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi vengono riportati nella tabella che segue:

### RIFERIMENTI NORMATIVI

L. n. 36 del 22.02.2001	Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
D.P.C.M. 08.07.2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999	Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300Ghz
Decreto Min. Amb. 29.05.2008	Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica
DM 21 marzo 1988, n. 449	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i.
CEI 11-60	Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100kV
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
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



## RIFERIMENTI NORMATIVI

CEI 211-4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche
ENEL - Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08	Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche
Linee guida ICNIRP	Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)
Circolare del Ministero dell'Ambiente del 15/11/2004	la Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto

La Legge Quadro ha demandato la definizione dei limiti di esposizione per la popolazione al decreto attuativo DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

<b>Tabella 1: Limiti di esposizione – DPCM 8 luglio 2003</b>		
	Intensità di campo elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B ( $\mu$ T)
Limite di esposizione *  (da non superare mai)	5 ***	100
Valore di attenzione **  (da non superare in ambienti abitativi e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)	-	10
Obiettivo di qualità **  (da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti)	-	3
Note: * Valori efficaci ** Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio *** Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.		

**FIGURA 12: LIMITI DI ESPOSIZIONE**

Come indicato dalla Legge 36/2001, il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

Inoltre, il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/2001 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La suddetta metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA): 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 di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

## 7. DEFINIZIONI

### Campo magnetico

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica.

Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale un corpo magnetizzato, questo risulta soggetto ad una forza. L'unità di misura del campo magnetico è l'A/m.

L'induzione magnetica è una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento ed è espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico si ricavano in base all'equazione:  $1A/m = 4\pi \cdot 10^{-7} T$ .

### Campo elettrico

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica. Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale una carica elettrica, questa risulta soggetta ad una forza. L'unità di misura del campo elettrico è il V/m.

### Campo elettromagnetico

Un campo elettrico variabile nel tempo genera, in direzione perpendicolare a sé stesso, un campo magnetico pure variabile che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico. È importante la distinzione tra campo vicino e campo lontano. La differenza consiste essenzialmente nel fatto che in prossimità della sorgente irradiante, cioè in condizioni di campo vicino, il campo elettrico ed il campo magnetico assumono rapporti variabili con la distanza, mentre ad una certa distanza, cioè in campo lontano, il rapporto tra campo elettrico e campo magnetico rimane costante.

**ELF** è la terminologia anglosassone per definire i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, comprese tra 30 Hz e 300 Hz.

L'esposizione a campi ELF dovuta ad una determinata sorgente è valutabile misurando separatamente l'entità del campo elettrico e del campo magnetico. Questo perché alle frequenze estremamente basse, le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici, piuttosto che a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri. I campi ELF sono quindi caratterizzati da due entità distinte: il campo elettrico, generato dalla presenza di cariche elettriche o tensioni, ed il campo magnetico, generato invece dalle correnti elettriche.

**Intensità di corrente (J).**

È definita come il flusso di corrente attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in ampere per metro quadro (A/m<sup>2</sup>).

**Intensità di campo elettrico**

È una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).

**Intensità di campo magnetico**

È una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (A/m).

**Induzione magnetica**

È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione  $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .

**Densità di potenza (S).**

Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in watt per metro quadro (W/m<sup>2</sup>).

**Assorbimento specifico di energia (SA).**

Si definisce mediante l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente raccomandazione il termine si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

**Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).**

Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR riferito a tutto il corpo è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi all'esposizione a RF. Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a speciali condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra,

esposto a RF nella gamma inferiore di MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

### **Linea**

Le linee corrispondono ai collegamenti con conduttori elettrici aerei o in cavo, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione. Le linee a tre o a più estremi sono sempre definite come più tronchi di linea a due stremi. Gli organi di manovra connettono tra loro componenti delle reti (es. interruttori, sezionatori, ecc.) e permettono di interrompere il passaggio di corrente.

### **Elettrodotto**

È l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

### **Tronco**

I tronchi di linea corrispondono ai collegamenti metallici che permettono di unire fra loro due impianti gestiti allo stesso livello di tensione (compresi gli allacciamenti). Si definisce tronco fittizio il tronco che unisce due impianti adiacenti.

### **Tratta**

La tratta è una porzione di tronco di linea, composto da una sequenza di campate contigue, avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (es. tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, tratta singola, doppia, ammazzettata, ecc.) e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale). Ad ogni variazione delle caratteristiche si individua una nuova tratta.

### **Campata**

La campata è l'elemento minimo di una linea elettrica; è sottesa tra due sostegni o tra un sostegno e un portale (ultimo sostegno già all'interno dell'impianto).

### **Sostegni**

Il sostegno è l'elemento di supporto meccanico della linea aerea in conduttori nudi o in cavo. I sostegni, i sostegni porta terminali ed i portali possono essere costituiti da pali o tralicci.

### **Impianto**

Nell'ambito di una rete elettrica l'impianto corrisponde ad un'officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva fase di destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di

produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie, Cabine Utente AT. Inoltre rientrano in questa categoria anche quelle stazioni talvolta chiamate di Allacciamento.

### **Corrente**

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

### **Portata in corrente in servizio normale**

È la 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 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

### **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 (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

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

### **Distanza di prima approssimazione (Dpa)**

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 di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

### **Esposizione**

È la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

### **Limite di esposizione**

È 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. I valori limite di esposizione per la popolazione sono invece richiamati dalla Legge Quadro, e sono stati indicati con apposito decreto D.P.C.M. 08.07.2003, che

prevede il rispetto dei seguenti valori: 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  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

### **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 e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

### **Obiettivi di qualità**

Sono 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 della L. 36/2001; sono anche i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a) della medesima legge, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;

### **Limiti di base**

Le limitazioni all'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettro-magnetici variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, sono denominate «limiti di base». In base alla frequenza del campo, le quantità fisiche impiegate per specificare tali limitazioni sono: la densità di flusso magnetico (B), la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR), e la densità di potenza (S). La densità di flusso magnetico e la densità di potenza negli individui esposti possono essere misurate rapidamente.

### **Livelli di riferimento.**

Questi livelli sono indicati a fini pratici di valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Alcuni livelli di riferimento sono derivati dai limiti di base fondamentali attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche e alcuni livelli di riferimento si riferiscono alla percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Le quantità derivate sono: l'intensità di campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H), la densità del flusso magnetico (B), la densità di potenza (S) e la corrente su un arto (IL). Le grandezze che si riferiscono alla percezione e agli altri effetti indiretti sono la corrente (di contatto) ( $I_c$ ) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SA). In qualunque situazione particolare di esposizione, i valori misurati o calcolati di una delle quantità sopra



cite possono essere raffrontati al livello di riferimento appropriato. L'osservanza del livello di riferimento garantirà il rispetto delle restrizioni fondamentali corrispondenti. Se il valore misurato supera il livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che sia superata la restrizione fondamentale. In tali circostanze, tuttavia, vi è la necessità di definire se il limite di base sia o meno rispettato.

## 8. CALCOLO DELLE DPA

Si è proceduto al calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA) per gli elementi costituenti l'impianto fotovoltaico e le opere di connessione relative, nello specifico si farà una valutazione preliminare dei seguenti elementi:

- Linea di connessione 36 kV
- Cabina di connessione e raccolta
- Cabine di sezionamento
- Area di impianto fotovoltaico, nello specifico si farà un calcolo preliminare delle DPA introdotte dall'esercizio delle Power Station in BT con coinvolgimento di correnti dell'ordine delle migliaia di Ampere.

Gli elementi sopra descritti relativi alla connessione sono tutti caratterizzati da una tensione nominale di 36 kV in AC (a frequenza 50 Hz). Tale valutazione si riferisce esclusivamente alla fase di esercizio dell'impianto in quanto durante la realizzazione e dismissione i campi daranno nulli data l'assenza di tensione nei circuiti.

### 7.1 Calcolo della DPA per la cabina di connessione e raccolta

In merito alla valutazione della distanza di prima approssimazione nella cabina di raccolta si considera la distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina stessa in quanto le stesse al loro interno non sono considerate luogo di lavoro stabile ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario per una durata giornaliera inferiore alle 4 ore o durante i momenti in cui la tensione è assente.

La DPA è stata valutata impiegando la formula semplificata indicata nell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". La DPA va quindi calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) mediante la seguente formula di calcolo:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

Per la cabina di raccolta 36 kV la DPA da considerare è quella relativa alle linee elettriche entranti/uscenti dalla stessa.

Per tale cabina è stato preso come riferimento un diametro equivalente del cavo pari a 70 mm e una corrente 36 kV massima pari a circa 636 A (valutata sulla potenza massima in DC dell'impianto fotovoltaico); la corrispondente DPA sarà

pertanto pari a circa 2,5 m; oltre tale distanza dalla cabina il campo di induzione magnetica è sicuramente inferiore all'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T.

All'interno della fascia introdotta dalla DPA intorno alla cabina di consegna non si rilevano presenti recettori sensibili e non è in alcun modo prevista la presenza di personale per un periodo superiore alla 4 ore giornaliere.

## 7.2 Calcolo della DPA per le cabine di sezionamento

In merito alla valutazione della distanza di prima approssimazione per le cabine di sezionamento i ragionamenti sono analoghi a quelli sviluppati per la cabina di raccolta, con corrente coinvolte in ingresso e uscita da ciascuna cabina pari a circa 636 A e diametro equivalente del cavidotto pari a 70 mm. La corrispondente DPA sarà anch'essa per ciascuna cabina pari a circa 2,5 m oltre il quale l'induzione elettromagnetica decade al di sotto del valore di qualità imposto dalla normativa.

Anche in questo caso all'interno della fascia introdotta dalla DPA intorno alle cabine di sezionamento non si rilevano presenti recettori sensibili e non è in alcun modo prevista la presenza di personale per un periodo superiore alla 4 ore giornaliere.

## 7.3 Calcolo delle DPA per la linea di connessione 36 kV

Al paragrafo 5.1 sono descritte le linee elettriche di connessione per tipologia di posa, formazione, designazione e corrente nominale di impianto quali elementi considerati nella verifica delle DPA. Le linee considerate saranno esclusivamente quelle di connessione tra cabine caratterizzate da corrente AC poste a valle della cabina di raccolta; pertanto il calcolo delle DPA farà riferimento ai tratti per la connessione da quest'ultima alla cabina generale di impianto fotovoltaico; nel caso di specie la corrente di riferimento sul primo tratto compreso tra la cabina di consegna e la cabina di sezionamento risulta circa 636 A (che tiene conto della somma delle potenze nominali DC dei singoli sottocampi fotovoltaici).

La stima delle DPA per le linee a 36 kV è stata valutata secondo il DM 29 maggio 2008 preliminarmente attraverso l'utilizzo del metodo semplificato riportato al paragrafo 6.2 della norma CEI 106-11.

Le premesse al calcolo sono:

- La corrente considerata è quella massima di erogazione dell'impianto eolico alla tensione di esercizio nominale
- La profondità di posa è quella di progetto 1,2 m
- Le correnti si considerano equilibrate tra loro

Di seguito si riportano i risultati del calcolo delle DPA dei tratti considerati con i vari modelli, quali attraversati dalla maggior intensità di corrente e pertanto rappresentativi di tutte le linee elettriche a 36 kV presenti lungo la linea di connessione e all'interno dell'impianto fotovoltaico

COLLEGAMENTO DA	COLLEGAMENTO A	TENSIONE NOMINALE [KV]	DISTANZA TRA LE FASI [MM]	PROFONDITÀ DEI CAVI DAL PIANO DI CALPESTIO [M]	INTENSITÀ DI CORRENTE [A]
Cabina di raccolta e connessione	Cabina di sezionamento	36	230	1,2	636

TABELLA 1: DATI POSA LINEA DI CONNESSIONE

Il metodo semplificato per il calcolo dell'induzione magnetica per linee in cavo interrato a semplice terna, riportato al paragrafo 6.2.3 della norma CEI 106-11, prevede l'utilizzo della seguente relazione (specifica per cavi interrati a trifoglio):

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Da tale formula si ricava il valore della distanza per la quale è garantita un'induzione magnetica inferiore ai 3  $\mu T$  che coincide con l'obiettivo di qualità imposto dalla norma per gli effetti a lungo termine:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Per cavi interrati il valore del raggio a induzione magnetica costante pari a 3  $\mu T$  calcolato al livello del suolo è pari a:

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2} \quad [m]$$

Nel caso in esame l'obiettivo di qualità è garantito ad una distanza di circa 3 m dal punto di proiezione dell'elettrodotto sul piano di calpestio. Pertanto si introduce lungo il tracciato degli elettrodotti una fascia di rispetto di raggio 3 m,

oltre la quale è garantito l'obiettivo di qualità di induzione magnetica inferiore ai 3  $\mu$ T.

All'interno di questa fascia, lungo tutti i tratti di linea interessati, non si rileva la presenza di recettori sensibili; pertanto è esclusa l'esposizione ai campi elettromagnetici generati.

#### 7.4 Calcolo delle DPA area di impianto fotovoltaico

In merito alla valutazione della distanza di prima approssimazione all'interno dell'area di impianto fotovoltaico, trattandosi di ambiente recintato entro il quale non saranno presenti operatori per un tempo maggiore di 4 ore giornaliere, si effettuerà esclusivamente una valutazione rispetto agli elementi di impianto maggiormente critici; vale a dire le Power Station, intorno alle quali, data la corrente in uscita a livello di tensione BT, si genererà una induzione magnetica superiore rispetto alle cabine finora analizzate.

Le power station di impianto sono caratterizzate da una potenza massima di 4200 kVA (taglia del trasformatore 36/0,66 kV). Al livello di Bassa Tensione 0,66 kV la corrente di riferimento sarà pari a circa 3680 A quale corrente totale in uscita dal trasformatore abbassatore di tensione.

Per tale cabina si valuterà la DPA considerando le distanze da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina stessa in quanto le stesse al loro interno non sono considerate luogo di lavoro stabile ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario per una durata giornaliera inferiore alle 4 ore o durante i momenti in cui la tensione è assente.

La DPA è stata valutata impiegando la formula semplificata indicata nell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". La DPA va quindi calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) mediante la seguente formula di calcolo:

$$Dpa = 0,40942 * x^{0,5241} * \sqrt{I}$$

Per tale cabina è stato preso come riferimento un diametro equivalente del cavo pari a 170 mm e una corrente 36 kV massima pari a circa 3680 A; la corrispondente DPA sarà pertanto pari a circa 10 m; oltre tale distanza dalla cabina il campo di induzione magnetica sarà sicuramente inferiore all'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T.



All'interno della fascia introdotta dalla DPA intorno alle Power Station non si rilevano presenti recettori sensibili e non è in alcun modo prevista la presenza di personale per un periodo superiore alla 4 ore giornaliere, pertanto si esclude la possibilità che ci siano pericoli legati all'esposizione ai campi elettromagnetici.



## 8. CONCLUSIONI

Per le considerazioni sopra svolte, per le indicazioni che vengono dalla letteratura scientifica e normativa e per le risultanze di calcolo, si può affermare che le opere che costituiscono l'impianto fotovoltaico, in termini di induzione magnetica nei riguardi dei recettori prossimi all'impianto (il campo elettrico non viene valutato in quanto per tutti gli elementi di impianto ritenuto trascurabile a questi livelli di tensione), diano contributi al di sotto dei limiti di esposizione. Sono rispettati pertanto gli obiettivi di qualità di cui al DPCM 8 Luglio 2003