

Regione
**EMILIA
ROMAGNA**

Provincia di
Ravenna

Progetto per la
realizzazione di un
impianto fotovoltaico,
denominato **"Fossatone"**,
con potenza nominale di
64.674,48 kW da realizzarsi
nei Comuni di **Massa
Lombarda, Lugo, Conselice**

Comune di
**Massa
Lombarda**

Comune di
Lugo

Comune di
Conselice

C-r02
CONNESSIONE

REV 01

**RELAZIONE DI
VALUTAZIONE CAMPI
ELETTROMAGNETICI**

data 03/04/2026

RICHIEDENTE

STM26 srl

Via Nenni 6E, Imola (BO)

COORDINAMENTO

STEMM
Sviluppo e Progettazione
www.stemm.solar

Via Nenni 6E, Imola (BO)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progetto agronomico



**UNISG Università degli Studi di scienze
gastronomiche di Pollenzo (CN)**

Progetto elettrico

Rodolfo Ciani

ING. ELETTRICO Via Leonardo da Vinci, 7 - 47122 FORLÌ
Tel: 349 2669483 - Fax: 0543 404810

Progetto strutturale

Giovanni Cancian

ING. CIVILE Via Largo Trieste, 74/d - 30029 S. STINO DI LIVENZA
Tel: 338 4193110 studiocancian@virgilio.it

Verifica compatibilità idraulica

Marco Lasen

ING. CIVILE Via Delle Alte, 60 - 31044 MONTEBELLUNA
Tel: 3477288783 marco.lasen@gmail.com

Valutazione di Impatto ambientale



TERRA srl
Consulenza ambientale-Pianificazione-Ingegneria forestale
Galleria Progresso, 5 San Donà di Piave 30027 - VE
www.terrasrl.com info@terrasrl.com tel. 0421 332784

Valutazione paesaggistica



DOTT. AGR. ANNA LETIZIA MONTI
Agronomo del paesaggio
Viale Oriani 42/2 - 30020 BOLOGNA
studio@annaletiziamonti.it

Verifica preventiva interesse archeologico



DOTT. CHRISTIAN PELACCI
Archeologo

Coordinamento progettuale richiesta A.U.



DANIELE BECCARO
Architetto
Corso Milano, 94 - 35139 PADOVA
arch.danielebeccaro@gmail.com

PROFESSIONISTI

Dott. Ing. Agide Maria Borelli

Loc. Valle Benedetta n.23 - 14100 ASTI (AT)

P.IVA: 01219240056 · PEC: agidemaria.borelli@ingpec.eu



Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate. In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

File: C-R02-Campi.Elettrom.pdf

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Dati generali di progetto	4
1.2. Inquadramento Impianto Fotovoltaico (Parco).....	5
1.3. Inquadramento Cavidotti MT	5
1.4. Inquadramento Sottostazione Utente (SSU)	5
1.5. Inquadramento Opere di rete per la connessione (132 kV).....	6
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3. SISTEMA ELETTRICO	9
3.1. Descrizione generale	9
3.2. Elettrodotti interrati.....	9
3.2.1. Caratteristiche tecniche comuni	10
3.3. Sottostazione Utente 132 kV	13
3.3.1. Sistema a 132 kV Utente	13
3.3.2. Sistema a 30 kV	15
3.4. Stallo produttore in SE TERNA (opere di rete per la connessione)	15
4. VALUTAZIONE COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA	17
4.1. Normativa Tecnica Specifica	17
4.2. DPA	19
5. DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DELL'IMPIANTO AL D.P.C.M 08/07/03	20

1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, STEMM SRL si propone di avviare un progetto per la realizzazione di un "impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica)".

Nell'ambito di questo progetto, si propone la realizzazione di:

- Un impianto fotovoltaico della potenza installata pari a circa 64,68 MWp (potenza in immissione pari a 58,56 MW);
- Cavi interrati MT 30 kV per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico fino alla cabina di raccolta MT ubicata nella Sottostazione Utente e da questa al trasformatore MT/AT;
- Una Sottostazione Utente a 132 kV con 1 stallo di trasformazione AT/MT ed uscita mediante linea in cavo;
- Un cavidotto AT interrato, per la connessione della SSE Utente alla nuova Stazione Elettrica Terna, della lunghezza di circa 12 km;
- Uno stallo di trasformazione AT/MT connesso ad un sistema di doppie sbarre a 132 kV, che si configura come opere di rete per la connessione.

Al fine di cedere energia elettrica alla rete (si tratta di un impianto grid-connected) è prevista una connessione in AT 132 kV alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) così come inoltrato a Terna per la richiesta di connessione. Le aree in oggetto sono nella disponibilità della STEMM SRL.

Di seguito si riportano tutti gli elementi necessari alla completa definizione del progetto.

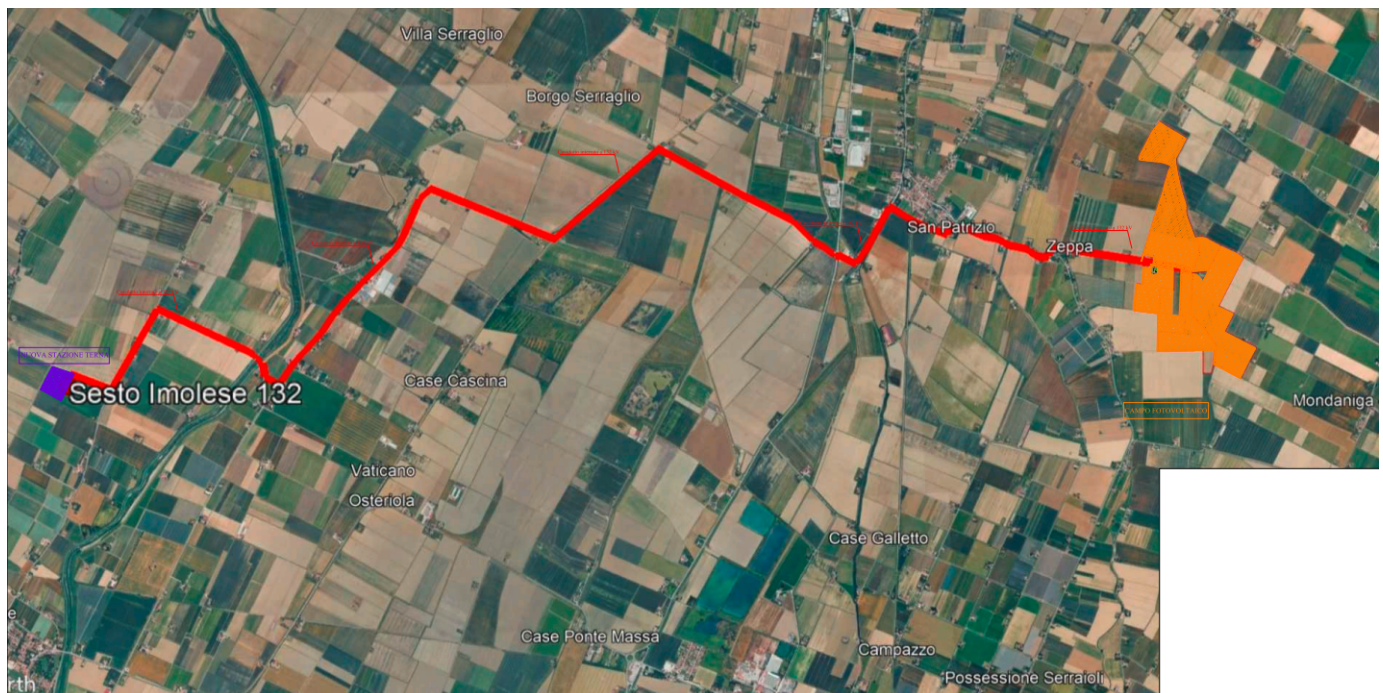


Figura 1 Area oggetto dell'intervento

1.1. Dati generali di progetto

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto

Tabella 1: Tabella sinottica dati di progetto

STEMM s.r.l.	
Luogo di installazione:	Parco FV e Sottostazione Utente: Via Predola, Comune di Conselice, Provincia di Ravenna; Via Casazze, Comune di Massa Lombarda, Provincia di Ravenna; Via Brusa, Comune di Lugo, Provincia di Ravenna.
Denominazione impianto:	Fossatone
Dati area di progetto:	Potenza di picco: 64.678,48 kWp; Linea di alimentazione Campo-Sottostazione Utente: Linea MT a 30 kV; Innalzamento tensione tramite sottostazione Utente: trasformazione a 132 kV.
Informazioni generali del sito:	Parco FV: Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento. Il cavidotto passerà per la maggior parte su strade sterrate di proprietà privata. Cavidotto AT: Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento. Il cavidotto passerà per la maggior parte su strade asfaltate di proprietà pubblica.
Caratterizz. -urbanistico/vincolistica:	Piano Regolatore Territoriale dei Comuni di Lugo, Massa Lombardo e Conselice
Impatto visivo:	Impatto visivo contenuto con inserimento dei moduli FV in strutture di sostegno a bassa visibilità.
Tipo strutture di sostegno:	Strutture in materiale metallico e zincate a caldo
Informazioni generali del sito:	Parco FV: Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento. Il cavidotto passerà per la maggior parte su strade sterrate di proprietà privata. Cavidotto AT: Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento. Il cavidotto passerà per la maggior parte su strade asfaltate di proprietà pubblica.
Impatto visivo:	Impatto visivo contenuto con inserimento dei moduli FV in strutture di sostegno a bassa visibilità. Inclinazione piano dei moduli (Tilt): vedi elaborato tipico installazione pannelli Azimut di installazione: vedi elaborato tipico installazione pannelli
Rete di collegamento:	MT 30 kV (interna al campo) AT 132 kV (connessione con Terna)
Coordinate SSE Utente:	44°29'01.6"N 11°44'12.6"E
Coordinate SE Terna (approssimate):	44°28'43.3"N 11°44'12.6"E
Coordinate Parco FV:	44°29'03.8"N 11°51'07.5"E

1.2. Inquadramento Impianto Fotovoltaico (Parco)

L'intervento in oggetto riguarda la realizzazione dell'impianto fotovoltaico da realizzarsi nei comuni di Lugo (RA), Massa Lombarda (RA) e Conselice (RA).

Le aree selezionate per il Progetto Fotovoltaico insistono su terreni nella piena disponibilità di STEMM srl. In generale, l'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo in quanto presenta una buona esposizione alla radiazione solare ed è facilmente accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

1.3. Inquadramento Cavidotti MT

Il parco FV di Fossatone verrà connesso alla sezione MT della Sottostazione Elettrica Utente per mezzo di elettrodotti in cavo interrato da 30 kV. Il tracciato degli elettrodotti interrati è stato studiato al fine di assicurare il minor impatto possibile sul territorio.

I cavi transiteranno verosimilmente all'interno del campo fotovoltaico situato nei comuni di Lugo (RA), Massa Lombarda (RA) e Conselice (RA).

Si prevede di utilizzare cavi unipolari ARG7H1E(X) 18/30 kV 240 mm² da ogni cabina di trasformazione (SKID) in quanto la loro guaina maggiorata funge da protezione meccanica per la posa interrata come previsto dalla norma CEI 11-17. Vista l'elevata potenza installata nel campo fotovoltaico di Fossatone (58,56 MW), valutare la necessità di prevedere un collegamento su più terne in maniera tale da non oltrepassare i limiti di sovraccarico termico e di caduta di tensione ai capi della linea. Si prevede di ubicare tutte le terne necessarie all'interno della medesima trincea in maniera tale da minimizzare l'impatto sul territorio e sui costi di scavo. Le terne saranno inoltre opportunamente distanziate in maniera tale da diminuire, per quanto possibile, la mutua influenza termica delle medesime.

1.4. Inquadramento Sottostazione Utente (SSU)

La Sottostazione Utente sarà realizzata all'interno dell'impianto Fotovoltaico "Fossatone", occupando un'area grossolanamente quadrata di circa 1500 mq.

All'interno della suddetta area saranno ubicate:

- Cabina MT per la raccolta dei cavidotti MT 30 kV provenienti dal parco FV e per il collegamento del trasformatore MT/AT;
- Uno stallo di trasformazione 132/30 kV con uscita mediante linea in cavo interrato;
- Partenza cavo 132 kV per il collegamento interrato alla SE Terna;

La Sottostazione Utente sarà costituita da n. 1 sezione gestita dal produttore, con lo scopo principale di innalzare la tensione in uscita dall'impianto fino a 132 kV.

La Sottostazione Utente sorgerà nell'area delimitata dal campo (Foglio 9, mappale n. 135 – Comune di Massa Lombarda) e sarà allacciata alla rete AT mediante connessione in uscita in cavo.

1.5. Inquadramento Opere di rete per la connessione (132 kV)

L'impianto di rete per la connessione dell'impianto "Fossatone" ha origine dallo stallo AT della Sottostazione Utente, prosegue per mezzo di un elettrodotto AT in cavo interrato da 132 kV e termina presso i terminali dello stallo dedicato presso la nuova Stazione Elettrica Terna.

Il tracciato degli elettrodotti interrati è stato studiato al fine di assicurare il minor impatto possibile sul territorio, prevedendo il percorso all'interno delle sedi stradali esistenti.

I cavi transiteranno verosimilmente all'interno dei comuni di Massa Lombarda (RA), Conselice (RA) sino al terreno dove si erigerà la nuova Stazione Elettrica Terna.

Si prevede di utilizzare cavi unipolari BRUGG XDRCU-ALT 220/127 kV 1600 mm² in quanto la loro guaina maggiorata funge da protezione meccanica per la posa interrata come previsto dalla norma CEI 11-17.

In caso di interferenza con infrastrutture di una certa entità, si dovrà prevedere il loro superamento per mezzo di Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).

Nello stesso scavo verrà steso anche un ulteriore tri-tubo in PVC di sezione minima 50 mm per la posa di Fibre ottiche a servizio dell'impianto.

La Stazione di nuova costruzione fungerà da diramazione delle linee esistenti a 132 kV, e permetterà il collegamento del campo fotovoltaico "Fossatone", per mezzo di stallo dedicato da prevedersi all'interno della stessa Stazione Elettrica.

Lo schema di questo stallo può essere desunto da quelli presenti dell'allegato A.2 del Codice di Rete Terna.

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto a 132 kV per il collegamento in antenna del Vs. impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 132 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1° marzo 1968 e ribadito dalla Legge n. 46 del 5 marzo 1990. Rimane tuttora valido, sotto il profilo generale, quanto prescritto dal DPR 547/55 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" e le successive 626 e 494/96 con relativi aggiornamenti e circolari di riferimento. Le caratteristiche dell'impianto, nonché di tutte le componenti l'impianto, dovranno essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni ed indicazioni delle Società Distributrice di energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Norme:
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 13-4: Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 22-2: Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione;
- CEI 23-46: Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini;
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

- CEI EN 61173 (CEI 82-4): Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50522 (CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);
- CEI 99-2: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI 99-3: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI 8477: Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI 9488: Energia solare – vocabolario
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- GUIDA PER LE CONNESSIONI ALLA RETE DI ENEL DISTRIBUZIONE;
- D.M. 37/2008 e successive modificazioni per la sicurezza elettrica.
- D. Lgs. 09/04/08 n° 81 Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.Lgs 106/09 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

3. SISTEMA ELETTRICO

3.1. Descrizione generale

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 132 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) a 132 kV in doppia sbarra da inserire in entra-esce alle linee RTN a 132 kV "Schiappa - Imola RT" e "Colunga – Hera Selice", previo:

- realizzazione delle opere previste nell'intervento 326-P del Piano di Sviluppo Terna;
- potenziamento/rifacimento della linea RTN a 132 kV "Schiappa – Imola RT" e il superamento di eventuali elementi limitanti nelle CP interessate.

L'impianto per la connessione sarà costituito da:

- Un parco fotovoltaico da 58,56 MW nei comuni di Lugo e Massa Lombarda;
- Cavidotti MT 30 kV interrati per la connessione del parco fotovoltaico alla Sottostazione Utente;
- Una Sottostazione Utente a 132 kV con 1 stallo di trasformazione AT/MT ed uscita mediante linea in cavo;
- Cavidotto AT 132 kV interrato per la connessione fra la SSE Utente e la nuova SE Terna della lunghezza di circa 12 km;
- Uno stallo produttore a 132 kV in Stazione Terna che si configura come opera di rete per la connessione.

L'STMG prevede una richiesta di connessione per un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) da 64,68 MWp. La potenza totale in immissione richiesta ai fini della connessione alla RTN è di 58,56 MW.

3.2. Elettrodotti interrati

I collegamenti fra le varie opere avverranno per mezzo di elettrodotti interrati. Gli elettrodotti MT saranno direttamente interrati. In quanto la protezione meccanica, richiesta dalla norma CEI 11-17 per questo tipo di posa, verrà garantita dalla guaina maggio-rata mentre i cavi AAT saranno posati all'interno di corrugati IN PE a doppio strato 450 N. I cavidotti principali sono:

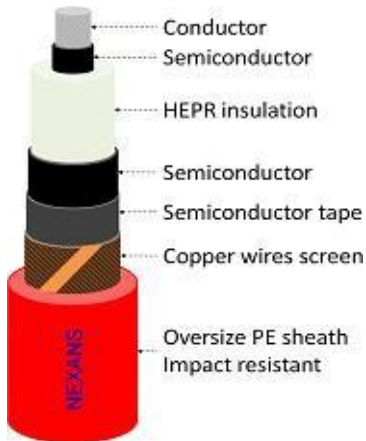
- Collegamento 30 kV del parco fotovoltaico con la sezione MT della SSE Utente;
- Collegamento 30 kV dei trasformatori 132/30 kV con la sezione MT della SSE Utente;
- Collegamento 132 kV fra la Sottostazione Utente e la nuova Stazione Elettrica Terna.

In caso di tragitto comune dei cavidotti MT, essi saranno posizionati nella medesima trincea ad una opportuna distanza. Il cliente ha formulato alcune richieste che dovranno essere tassativamente rispettate:

- Perdite all'interno dell'impianto: 1%;
- Perdite all'esterno dell'impianto: 3%;
- Perdite totali: 4%;
- Massima caduta di tensione: 5%.

3.2.1. Caratteristiche tecniche comuni

CONDUTTORE DI ENERGIA



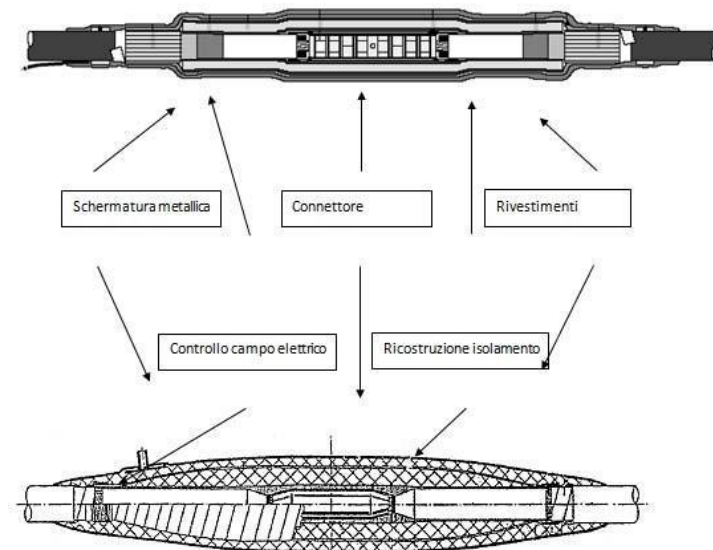
Il cavo MT impiegato nel progetto in esame è lo ARG7H1E(X) 18/30(36)kV SK1-105 (SHOCKPROOF 1) il quale ha due importanti caratteristiche:

- 1) Grazie alla guaina esterna maggiorata in PE permette una posa direttamente interrata senza armatura o l'adozione di opere addizionali come previsto dalla norma CEI 11-17;
- 2) La temperatura di impiego estesa fino a 105 °C permette un range di impiego più ampio e quindi la possibilità di trasportare una corrente maggiore in condizioni nominali.

GIUNZIONI

Servono per collegare tra loro due pezzature contigue di cavo. Una giunzione MT è generalmente costituita da:

- una connessione metallica dei conduttori (connettore); un elemento di controllo del campo elettrico;
- uno o più elementi di ricostruzione dell'isolamento;
- schermatura metallica con relativo ripristino della continuità degli schermi dei cavi;
- rivestimenti esterni (per la protezione meccanica ed il tamponamento nei confronti dell'umidità).



L'involucro esterno delle giunzioni deve essere realizzato con materiale resistente agli agenti presenti nel terreno; l'impiego di nastri, vernici, smalti o materie simili non è considerato sufficiente ad assicurare la protezione necessaria. L'involucro esterno deve risultare ermetico alle infiltrazioni che potrebbero verificarsi durante l'esercizio (acqua, umidità, ecc.). Inoltre, le giunzioni devono essere realizzate in modo da impedire la migrazione longitudinale dell'acqua lungo gli schermi dei cavi.

Le principali tecnologie costruttive prevedono l'utilizzo di:

- elementi preformati di materiale retraibile a caldo (termorestringente);
- elementi preformati di materiale retraibile a freddo (autorestringente);
- resina epossidica iniettata per la ricostruzione dell'isolamento.

TERMINALI

Costituiscono le estremità di una linea in cavo, nonché gli elementi che permettono la connessione alle altre apparecchiature elettriche. Le terminazioni devono generalmente consentire:

- la connessione del conduttore, mediante il capocorda;
- la sigillatura del cavo contro il possibile ingresso di acqua o umidità;
- il controllo della distribuzione del campo elettrico;
- il collegamento a terra dello schermo metallico del cavo;
- il fissaggio mediante idoneo dispositivo (staffa o flangia).

Dal punto di vista costruttivo, le metodologie per la ricostruzione dell'isolamento che venivano nel passato utilizzate per i cavi isolati in carta e che prevedevano il riempimento di un involucro (in vetro o porcellana) con resina o miscela isolante, sono state soppiantate, per i cavi estrusi, da quelle che prevedono l'utilizzo di elementi preformati di materiale retraibile a caldo (termorestringente) o a freddo (auto restringente). Le superfici esterne delle terminazioni devono resistere alle sollecitazioni derivanti dalla presenza di umidità e di polvere che possono verificarsi nell'uso normale; inoltre deve essere assicurata la tenuta all'ingresso di umidità in corrispondenza delle sigillature e non si devono verificare ristagni d'acqua nelle normali condizioni d'installazione. I capicorda, non usualmente forniti dal costruttore delle terminazioni, dovranno essere adeguati al materiale ed alla sezione del conduttore del cavo. Spesso, per conduttori in alluminio si ricorre a capicorda "bimetallici" con l'anima in alluminio e la parte di connessione esterna in rame. La compressione dei capicorda deve essere eseguita con gli stessi criteri già illustrati per le giunzioni.

DIRECTIONAL DRILLING (T.O.C.)

La tecnica della trivellazione orizzontale controllata (TOC) appartiene alle tecnologie "guidate" e rappresenta un metodo estremamente versatile per la posa di sottoservizi con un limitato o nullo ricorso agli scavi a cielo aperto. Questa tecnologia, come quasi tutte le tecnologie definite "No-Dig", ha un elevato contenuto tecnologico e richiede pertanto un alto livello di professionalità da parte di chi le utilizza. La TOC consiste in perforazioni guidabili e direzionabili da una postazione remota, che consentono di superare ostacoli naturali ed artificiali nella posa di tubazioni e cavi o semplicemente di evitare lo scavo a cielo aperto per la posa di servizi interrati di qualsiasi genere. Questo sistema consente di realizzare installazioni di condotte con un intervallo dei diametri di perforazione compreso tra 0,2 m e 1,8 m e lunghezze fino a 2000 m.

Un progetto in TOC prevede un sito di lancio in cui le aste sono installate e posizionate per eseguire un foro pilota lungo un percorso pianificato fino a una fossa di uscita in cui l'alesatore viene collegato e tirato indietro attraverso il foro pilota.

L'angolo di entrata e di uscita delle trivellazioni orizzontali deve essere correlato al diametro e alle specifiche dei materiali della tubazione da installare. Indicativamente, l'angolo di entrata dovrebbe essere compreso tra 6° e 15°.

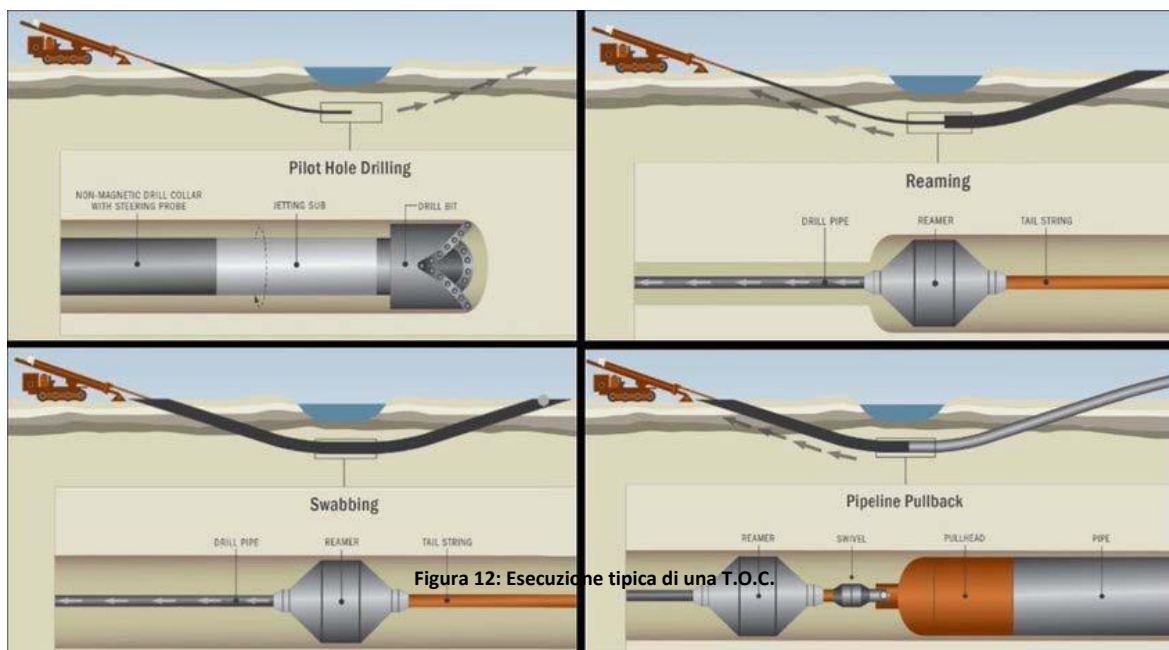


Figura 12: Esecuzione tipica di una T.O.C.

ELETTRODOTTI INTERRATI

Gli elettrodotti fra le varie cabine di consegna all'interno del campo fotovoltaico, di collegamento fra il campo e la cabina MT della Sottostazione Utente e di collegamento tra la cabina MT con il trasformatore MT/AT, sarà realizzata per mezzo di elettrodotti interrati a 30 kV.

Il cavo previsto per i tratti in MT è l'ARG7H1E(X) 18/30 kV 630 mm² con guaina maggiorata per la posa diretta nel terreno. Le terne di cavi unipolari verranno disposte a trifoglio. Siccome è possibile che all'interno della medesima trincea coesistano più terne, si prevede che queste siano arrangiate in maniera da mantenere una interdistanza dalla guaina esterna adeguata.

Il collegamento AT a 132 kV verrà realizzato tra la Sottostazione Utente e lo stallo predisposto all'interno della Stazione Elettrica Terna di nuova costruzione.

All'interno della stessa Stazione Elettrica saranno presenti gli stalli di altri utenti.

Il cavo preso in considerazione per i collegamenti in AT è prodotto dalla ditta Brugg è realizzato con conduttore in alluminio a corda rigida, isolato con una miscela isolante a base di polietilene reticolato XLPE, schermato in rame e con guaina metallica.

3.3. Sottostazione Utente 132 kV

La Stazione di nuova costruzione è costituita da singola sezione, alla quale affluisce un unico stallo di trasformazione 132/30 kV, che connette il parco fotovoltaico Fossatone alla RTN.

La Sottostazione Utente è dunque connessa tramite uno stallo linea in cavo interrato ad una Stazione Elettrica di nuova realizzazione di proprietà di TERNA.

La durata media di un impianto fotovoltaico si aggira intorno ai 25-30 anni, con un decadimento della produttività nel tempo piuttosto limitato (calo medio di produttività: circa 10-15% dopo 10 anni, 15- 20% dopo 20 anni, fino a 25-30% dopo 30 anni). Una volta terminata l'attività di produzione di energia elettrica l'impianto sarà smantellato in ogni sua parte con la rimozione dei pannelli fotovoltaici e dei loro supporti, della cabina di trasformazione elettrica, della recinzione metallica e di ogni altro manufatto presente nell'area dell'impianto.

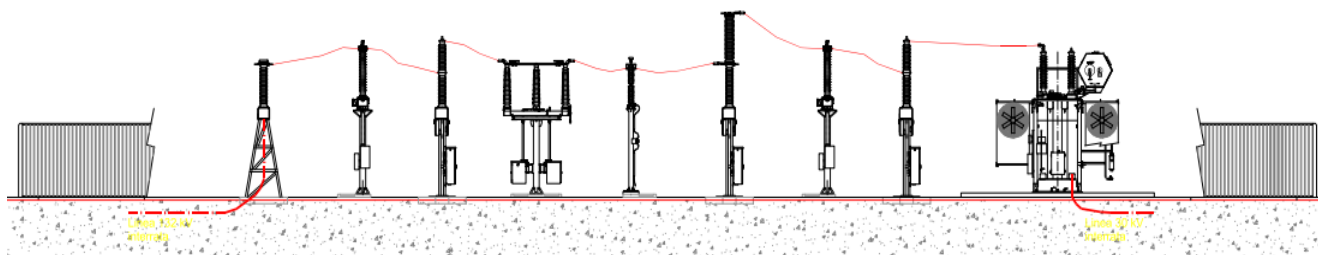
Il sistema areale costituito dagli interventi di mascheramento paesaggistico sarà preservato unicamente se prescritto nella convenzione stipulata fra il proponente e l'Amministrazione Comunale, mentre saranno sicuramente mantenute le reti ecologiche costituite. Sarà inoltre approntata la riqualificazione del sito che, con interventi non particolarmente onerosi, potrà essere ricondotto alle condizioni ante-operam.

3.3.1. Sistema a 132 kV Utente

Il Sistema a 132 kV è composto da una singola sezione cui afferisce uno stallo di trasformazione MT/AT con una uscita mediante linea in cavo AT.

Formazione tipica dello Stallo trasformatore AT/MT

- Tre isolatori unipolari;
- Un sezionatore orizzontale con lame di terra;
- Un interruttore;
- Tre trasformatori di corrente;
- Tre trasformatori di tensione;
- Tre scaricatori
- Trasformatori/e 132/30 kV (ONAN/ONAF) con variatore di rapporto sotto carico.
- Tre terminali in cavo.



Le distanze di guardia e di vincolo previste per le tensioni di funzionamento saranno progettate in armonia con quanto prescritto dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale anche al fine di ridurre al minimo le indisponibilità per manutenzione ove sussistano problematiche relative allo spazio, si può prendere in esame la possibilità di ridurre alcune distanze nel rispetto delle distanze di sicurezza e di quelle strettamente necessarie previste per le operazioni di manutenzione (CEI EN 50110-1 (11-48)).

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

Tabella 9: Caratteristiche elettriche sistema a 132 kV

CARATTERISTICHE ELETTRICHE	
Tensione di esercizio [kV]	132
Tensione massima [kV]	150
Frequenza nominale [Hz]	50
Tensione di tenuta a 50 HZ [kV]	480
BIL [kV]	1050

3.3.2. Sistema a 30 kV

Il sistema è costituito da elementi necessari a connettere la rete di media tensione del parco fotovoltaico al secondario del trasformatore di potenza e ad alimentare i Servizi Ausiliari (SS.AA.).

Nel sistema a 30 kV posto all'interno della Cabina MT si utilizzano cavi isolati e celle prefabbricate certificati dal produttore, avendo superato le prove di tipo corrispondenti ed essendo sottoposti a prove specifiche ad ogni fornitura per assicurare che si il livello di isolamento sia assicurato. Sarà fornito un quadro MT per la connessione al montante AT/MT 30 kV isolato in aria costituito da:

- Scomparto misure di sbarra;
- Trasformatore servizi ausiliari;
- Dispositivo di interfaccia connesso al trasformatore 132/30 kV;
- Un montante linea in cavo verso il parco fotovoltaico;
- Rifasamento;
- Uno scomparto disponibile.

Oltre agli apparati principali sopra menzionati, si prevedono i corrispondenti apparati di misura, comando, controllo e protezione necessari per la corretta funzionalità dell'impianto. Essi verranno installati all'interno degli edifici di controllo, come segue: per l'AT, in specifici armadi; per l'MT, nelle stese celle dei quadri.

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

Tabella 10: Caratteristiche elettriche sistema a 30 kV

CARATTERISTICHE ELETTRICHE	
Tensione di esercizio [kV]	30
Tensione massima [kV]	36
Frequenza nominale [Hz]	50
Tensione di tenuta a 50 Hz [kV]	70
BIL [kV]	170

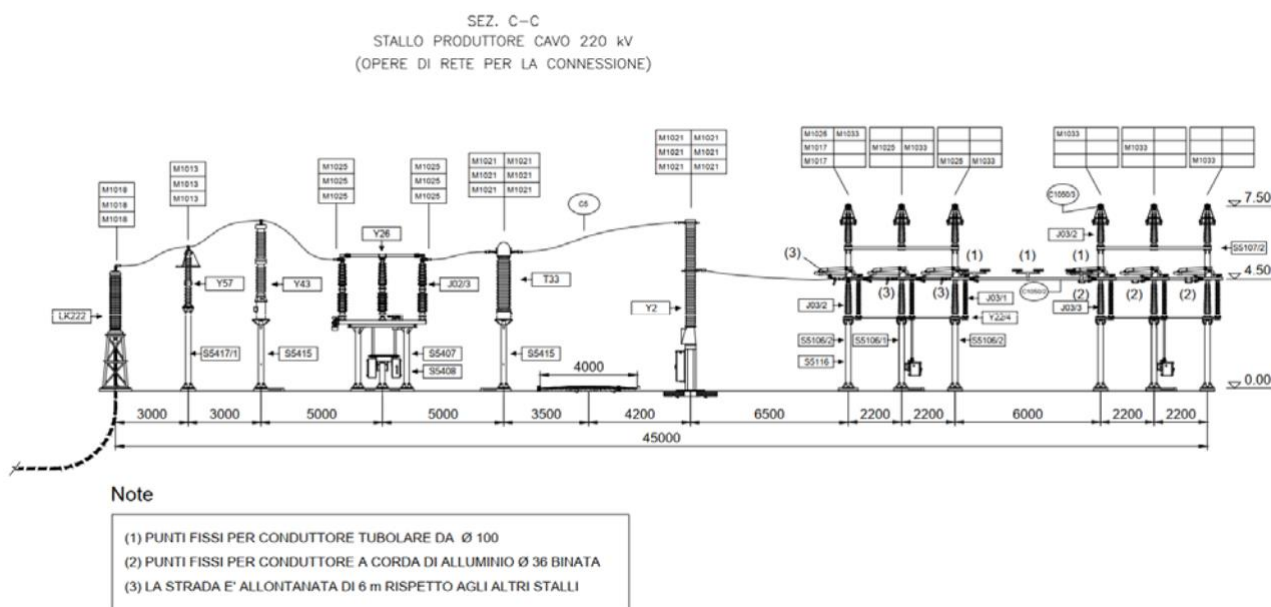
3.4. Stallo produttore in SE TERNA (opere di rete per la connessione)

La Stazione Elettrica Terna è costituita da una sezione a 132 kV a doppia sbarra a cui affluisce lo stallo di trasformazione 132/30 kV che connette il parco fotovoltaico di Fossatone alla RTN. La Stazione è condivisa con altri utenti che si attestano con i loro stalli sulle medesime sbarre. La Sottostazione Utente è dunque connessa tramite uno stallo linea in cavo interrato alla presente Stazione Elettrica di nuova realizzazione di proprietà di TERNA.

Lo stallo dedicato all'utente si configura come opera di rete per la connessione. Lo schema di inserimento in stazione può essere dedotto dall'allegato A2 del Codice di rete Terna ed in questo caso prevede:

Stallo produttore (esempio):

- Tre terminali cavo;
- Tre scaricatori;
- Tre trasformatori di tensione;
- Un sezionatore orizzontale con lame di terra;
- Tre trasformatori di corrente;
- Un interruttore;
- Due sezionatori verticali (Tre se singola sbarra);
- Due isolatori unipolari.



A seconda che la SE Terna sia realizzata con sistema a due sbarre od una, saranno necessari 2 od 1 solo sezionatore verticale per la connessione dello stallo al sistema di sbarre.

4. VALUTAZIONE COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

4.1. Normativa Tecnica Specifica

Rammentando che l'Unione Europea ha posticipato al 30 Aprile 2012 la data ultima per il recepimento della Direttiva 2004/40/CE, inizialmente indicata come 30 Aprile 2008, il D.Lgs. 81/08 (Testo Unico sulla Sicurezza sul Lavoro) attualmente vigente prevede nelle disposizioni finali (art. 306) che le norme relative ai limiti di esposizione entrino in vigore alla stessa data (titolo VIII, Capo IV).

Lo stesso decreto impone al datore di lavoro di valutare i rischi dovuti ai campi elettromagnetici e tale obbligo è già in vigore poiché previsto dagli articoli 17, 28 e 181. In particolare, l'art. 181, comma 1 prevede espressamente che il datore di lavoro "valuta tutti i rischi derivanti da esposizione agli agenti fisici in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi". Si precisa che tra gli agenti fisici sono compresi i campi elettromagnetici.

Successivamente alla pubblicazione della Direttiva 2004/40/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai campi elettromagnetici, la Commissione Europea ha conferito al CENELEC il mandato di predisporre le norme tecniche necessarie all'applicazione della direttiva (misure, calcoli, etc.).

Le suddette norme sono ancora in numero limitato, ma recentemente è stata pubblicata la norma EN50499 "Procedure per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici", che riporta due tabelle, una dove sono riportate le attrezzature e le attività le cui emissioni elettromagnetiche rispettano i limiti di esposizione e la seconda dove sono riportati gli impianti e le attività che richiedono approfondimenti in relazione ai rischi dovuti ai campi elettromagnetici. Come noto, la Legge 36/01 ed i relativi decreti attuativi (DPCM 8/7/03) hanno individuato per la popolazione limiti di esposizione al campo magnetico nelle "aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere".

Con particolare riferimento agli elettrodotti il D.M. 29/05/08 stabilisce la procedura da adottare per determinare le fasce di rispetto dagli stessi, nei casi in cui siano costituiti da linee aeree o interrate. Si fa presente che tale procedura non si applica a:

- Linee a frequenza diversa da quella di rete (50Hz);
- Linee di classe 0 secondo il Decreto Interministeriale 21/3/88 (linee telefoniche);
- Linee di prima classe secondo il Decreto Interministeriale 21/3/88 (linee con tensioni <1000V);
- Linee in media tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree).

I limiti di esposizione ai campi elettromagnetici e le procedure di calcolo, eventualmente da considerare nella valutazione del rischio, sono riportati nelle linee guida emanate nel 1998 dalla Commissione Internazionale per la Protezione delle Radiazioni Non ionizzanti (ICNIRP) di cui di seguito si riporta l'estratto.

Ciò premesso la normativa attuale risulta non applicabile alle sezioni a corrente continua tra moduli ed inverter, alle linee in cavo MT costituite da cavi interrati di tipo elicoidale, alle apparecchiature di servizio degli impianti FV in quanto tutte marchiate CE e quindi rispondenti alla Direttiva Europea "EMC Directive 2004/108/EC". Dette apparecchiature inoltre non rientrano espressamente nella già citata tabella facente parte della Norma EN50499 "Procedure per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici" riportante gli impianti e le attività che richiedono approfondimenti in relazione ai rischi dovuti ai campi elettromagnetici.

A tal proposito c'è da aggiungere che, per quanto concerne la valutazione di tali rischi, dalle indagini condotte in diversi stati della Comunità Europea su impianti fotovoltaici già realizzati ed in esercizio si può dedurre che i valori di intensità di induzione magnetica e di intensità di campo elettrico non superano i limiti di esposizione fissati per la popolazione e neanche i limiti di esposizione per i lavoratori raccomandati.

In via cautelativa è stata comunque effettuata la valutazione del rischio secondo le linee guida ICNIRP, menzionate precedentemente, dalla quale è emerso che la parte in corrente continua emette campi elettromagnetici statici almeno di due ordini di grandezza più deboli del campo magnetico terrestre; non è quindi pensabile una loro influenza negativa sull'essere umano.

Diversamente risulta necessaria una valutazione dei CEM1 che si verranno a generare a seguito all'installazione del nuovo elettrodotto a 30 kV e del nuovo elettrodotto a 132 kV, nonché della costruzione della sottostazione elettrica Utente.

La normativa italiana regola in maniera efficace l'esposizione a campi elettromagnetici a bassa frequenza e prevede il rispetto di rigorose soglie di riferimento:

- limite di esposizione: non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione per la tutela della salute umana da effetti acuti.
- valore di attenzione: non deve essere superato negli ambienti adibiti a permanenze prolungate (non inferiori a 4 ore giornaliere) come ambienti abitativi, scolastici e di lavoro, per la protezione da possibili effetti a lungo termine.
- obiettivo di qualità: da conseguire per la minimizzazione delle esposizioni, con riferimento a possibili effetti a lungo termine.

L'obiettivo di qualità deve essere applicato nei nuovi edifici adibiti a permanenze prolungate e ai nuovi elettrodotti. Le soglie di riferimento sono indicate nella tabella seguente.

Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

<i>soglie di riferimento</i>	<i>campo di induzione magnetica (μT)</i>	<i>campo elettrico (V/m)</i>
limite di esposizione	100	5000
valore di attenzione	10	La normativa non prevede soglie di riferimento
obiettivo di qualità	3	

A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

4.2. DPA

CAVI INTERRATI – tratti MT all'interno del CAMPO FOTOVOLTAICO

Gli elettrodotti MT fra le varie cabine di consegna all'interno dei parchi fotovoltaici, di collegamento fra le cabine e la SSU Utente, di collegamento MT con il trasformatore elevatore 132/30 kV saranno realizzati per mezzo di elettrodotti interrati a 30 kV.

Il cavo previsto per il è l'ARG7H1E(X) 18/30 kV con guaina maggiorata per la posa diretta nel terreno. Per la determinazione della DPA dalle linee in MT (30 kV) è stata considerata la posa interrata della singola terna di cavi in alluminio da 630 mmq in partenza dalle singole cabine di campo verso la SSU.

CAVI INTERRATI – Collegamento AT tra Sottostazione Utente e Stazione Terna

Per la determinazione della DPA dalla linea in AT (132 kV) è stata considerata la posa interrata di una singola terna con cavo in rame BRUGG da 1600 mmq.

SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE

Nella futura Sottostazione Elettrica Utente, lo stallo di trasformazione 132/30 kV corrisponde alla principale fonte di campi elettrici e magnetici; lo stallo TR 132/30 kV e le sbarre 132 kV

Per la determinazione della DPA si fa riferimento alle fasce di rispetto delle sbarre 132 kV in cui circola la corrente nominale del trasformatore AT/MT. Si prevede che le rimanenti apparecchiature AT presentino una DPA uguale od al limite inferiore a quella delle sbarre.

5. DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DELL'IMPIANTO AL D.P.C.M 08/07/03

Considerando i vari componenti facenti parte dell'impianto in oggetto, le parti assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- cabine di trasformazione (SKID) all'interno del campo fotovoltaico;
- cavidotti interrati a 30 kV per il collegamento delle cabine trasformazione interne dell'impianto alla Sottostazione Elettrica Utente;
- Sottostazione Utente AT/MT con tensioni 132/30 kV;
- cavidotto interrato a 132 kV per la connessione della Sottostazione Utente alla Stazione Elettrica di Terna.

La determinazione delle Distanze di Prima Approssimazione è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la summenzionata DPA. Da quanto riportato nei precedenti paragrafi, nonché nei calcoli sopra eseguiti, risulta evidente che i campi generati sono tali da rientrare nei limiti di legge.

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto dalle opere assoggettabili al DM 29.05.08 si può concludere che:

- Per le linee in cavo a 30 kV della tipologia ad elica visibile per le sezioni utilizzate nell'impianto, la DPA ha un'ampiezza ridotta e le relative fasce di rispetto sono nulle; ciò significa che per questa tipologia di cavidotti non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno;
- Per il cavidotto a 30 kV formato da 1 o 2 terna di cavi elicordati di sezione pari a 240 mm², si assume una DPA pari a 2 m;
- Nel caso delle cabine elettriche di trasformazione dei sottocampi, la DPA si può assumere pari a 5 m;
- Per la cabina colletttrice di impianto e la cabina elettrica di utenza, tenuto conto dell'assenza di trasformatori, ad esclusione di quelli dedicati ai servizi ausiliari, si assume comunque un valore cautelativo di DPA pari a 2 m.
- Per il cavidotto a 132 kV formato da 1 terna di cavi elicordati di sezione pari a 630 mm², si la assume una Fascia di Rispetto al livello del suolo (affiorante il piano di calpestio), per un interro di 1,6 m, è pari a 1 m per lato.

Dalla verifica di tutta la linea elettrica interrata e in prossimità della Sottostazione Elettrica utente 30/132 kV non esistono recettori sensibili all'interno delle fasce di rispetto come sopra definite.

In particolare, non si ravvisano pericoli per la salute dei lavoratori eventualmente presenti nelle aree interessate in quanto le zone che rientrano nel limite di attenzione ma non nell'obiettivo di qualità non richiedono la presenza umana per più di 4 h giornaliere, rientrando quindi nei limiti di legge.

Si evidenzia inoltre che, in caso sia eventualmente necessaria la presenza umana in aree che non soddisfano l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$, si rimanda al documento di valutazione del rischio del D.Lgs. 81/2008 che sarà a cura dell'impresa interessata.

Non si ritiene pertanto necessario adottare misure di salvaguardia particolari in quanto il parco fotovoltaico in oggetto si trova in zona agricola e sia i moduli fotovoltaici che le opere connesse (linee elettriche interrate e stazioni elettriche isolate in aria) sono state posizionate in modo da osservare le relative fasce di rispetto dai possibili ricettori sensibili presenti.

All'interno delle succitate DPA, alcune ricadenti all'interno di aree entro la quale non è consentito l'accesso al pubblico, non sono previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere (quali scuole, aree di gioco per l'infanzia, ecc.). Dai risultati della simulazione si evince che i valori elevati di campo magnetico sono confinati all'interno della stazione elettrica ed in prossimità delle stessa decresce rapidamente.

Si evidenzia inoltre che sia il limite di attenzione di $10 \mu\text{T}$ che l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ sono valori intesi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio; ciò significa che i valori precedentemente calcolati in base ai valori nominali sono di gran lunga superiori e cautelativi rispetto a quelli effettivi, in quanto gli impianti fotovoltaici lavorano alla loro potenza nominale solo in brevi periodi della giornata mentre nelle restanti ore lavorano a potenza ridotta o addirittura nulla (ad esempio durante le ore notturne).

Pertanto, si può concludere che per il parco fotovoltaico e le infrastrutture di rete elettrica in esame non si ravvisano pericoli per la salute pubblica per quanto riguarda i campi elettromagnetici.

Il Tecnico

Ing. Agide Maria Borelli