

Regione Umbria

COMUNE DI CASTEL GIORGIO (TR)

Progettazione della Centrale Solare "Maag Black Sheep" da 11.448 kWp



Proponente: Maag timo S.r.l.

Via Francesco Crispi N.98 - 80122 (NA)

Titolo: Studio di Impatto Ambientale_Quadro Progettuale



N° Elaborato: **2**

Cod: **VR_01 - b**

tipo di progetto:

- RILIEVO
- PRELIMINARE
- DEFINITIVO
- ESECUTIVO

Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Progettista:

Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi
Arch. Alessandro Visalli

Collaboratori:

Agr. Rosa Verde
Urb. Patrizia Ruggiero
Arch. Anna Sirica

Progettazione elettrica e civile

Progettista:

Ing. Rolando Roberto
Ing. Giselle Roberto

Collaboratori:

Ing. Simone Bonacini
Ing. Marco Balzano

Consulenza geologia

Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia

Archeol. Concetta Claudia Costa



| rev. | descrizione | data | formato | elaborato da | controllato da | approvato da |
|------|-------------|-------------|---------|--------------------|----------------|---------------------------|
| 00 | Consegna | Luglio 2022 | A4 | Alessandro Visalli | Rosa Verde | Fabrizio Cembalo Sambiasi |
| 01 | | | | | | |
| 02 | | | | | | |
| 03 | | | | | | |
| 04 | | | | | | |

QUADRO PROGETTUALE

Sommario

| | |
|--|-----------|
| 2 - Quadro Progettuale..... | 4 |
| 2.1 Premesse..... | 4 |
| 2.2 Contenuto del Quadro Progettuale..... | 11 |
| 2.3 Localizzazione e descrizione generale | 12 |
| 2.3.1 Analisi della viabilità | 15 |
| 2.3.2 Lo stato dei suoli | 16 |
| 2.4 Descrizione generale..... | 18 |
| 2.4.1 Componente fotovoltaica | 18 |
| 2.4.2 Componente agricola | 19 |
| 2.5 La regimazione delle acque | 20 |
| 2.5.1 Regimazione superficiale..... | 20 |
| 2.6 Le opere elettromeccaniche | 23 |
| 2.6.1 Generalità..... | 23 |
| 2.6.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale..... | 25 |
| 2.6.3 Moduli fotovoltaici | 27 |
| 2.6.4 Sotto-cabine MT | 30 |
| 2.6.5 Area di raccolta cabine MT..... | 32 |
| 2.7 Il dispacciamento dell'energia prodotta..... | 33 |
| 2.7.1 Elettrodotto R1-SE..... | 33 |
| 2.7.2 Descrizione del percorso e degli attraversamenti..... | 34 |
| 2.7.3 Cavidotti interni | 37 |
| 2.7.4 Sicurezza elettrica | 38 |
| 2.7.5 Analisi del preventivo di connessione alla RTN..... | 40 |
| 2.7.5.1 – Descrizione della soluzione di connessione | 42 |
| 2.7.6 Stazione di trasformazione AT/MT e di consegna finale..... | 43 |
| 2.8 Producibilità | 45 |
| 2.9 Politiche gestionali..... | 53 |
| 2.9.1 Misure di sicurezza dei lavoratori | 53 |
| 2.10 Alternative | 54 |
| 2.10.1 Alternative di localizzazione..... | 54 |
| 2.10.2 Alternative di taglia e potenza | 61 |
| 2.10.3 Alternative tecnologiche | 62 |
| 2.10.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni | 63 |
| 2.11 Superfici e volumi di scavo | 65 |
| 2.11.1 Quantità..... | 65 |
| 2.11.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti | 67 |
| 2.12 Altri materiali e risorse naturali impiegate | 68 |
| 2.12.1 Stima materiali da utilizzare | 68 |
| 2.13 Intervento agrario: obiettivi e scopi | 71 |
| 2.14 Mitigazioni previste..... | 74 |
| 2.14.1 Generalità..... | 74 |
| 2.15 Descrizione degli effetti naturalistici | 82 |
| 2.15.1 Generalità..... | 82 |
| 2.15.2 Arbusti e corridoi ecologici, bosco e frutteto..... | 84 |
| 2.15.3 Prato polifita | 86 |
| 2.15.4 Utilizzo per il pascolo | 87 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 2.16 | Progetto agronomico produttivo: pascolo specializzato | 89 |
| 2.16.1 | Generalità..... | 89 |
| 2.16.2 | Pascolo nella regione | 90 |
| 2.16.3 | Caratteristiche e tecniche della soluzione proposta..... | 91 |
| 2.16.4 | Regole operative interfaccia agricolo/fotovoltaico | 93 |
| 2.17 | Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio | 95 |
| 2.17.1 | Generalità..... | 95 |
| 2.17.2 | Fase di cantiere, il “Piano di Sicurezza e Coordinamento” | 95 |
| 2.17.3 | Fase di cantiere il “Piano Operativo per la Sicurezza” | 99 |
| 2.17.4 | Fase di esercizio: descrizione del “Fascicolo di manutenzione dell’opera”..... | 100 |
| 2.17.5 | Operazioni da effettuarsi prima dell’avvio dell’impianto fotovoltaico | 101 |
| 2.17.6 | Operazioni per la messa in funzione | 101 |
| 2.17.7 | Verifiche e manutenzioni in esercizio..... | 102 |
| 2.17.8 | Schede tecniche di intervento | 103 |
| 2.17.9 | Incidenti e procedure di emergenza | 107 |
| 2.18 | Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, misure di sicurezza..... | 111 |
| 2.18.1 | Generalità..... | 111 |
| 2.18.2 | Norme e fasce di rispetto da elettrodotti | 113 |
| 2.18.3 | Impianto ed interferenze con le linee elettriche | 117 |
| 2.19 | Automazione operazioni | 118 |
| 2.19.1 | Pulizia pannelli | 118 |
| 2.19.2 | Gestione prato | 119 |
| 2.20 | Descrizione del cantiere, rischi, mezzi ed attrezzature | 120 |
| 2.20.1 | Avvertenze e misure generali..... | 120 |
| 2.20.2 | Attrezzature di cantiere..... | 121 |
| 2.20.3 | Operazioni di cantiere..... | 122 |
| 2.20.4 | Fasi di sviluppo per sottocampi | 125 |
| 2.21 | Ripristino dello stato dei luoghi | 128 |
| 2.21.1 | Descrizione delle operazioni | 128 |
| 2.21.2 | Cronogramma delle opere di dismissione | 129 |
| 2.21.3 | Computo delle operazioni di dismissione | 130 |
| 2.22 | Stima dei rifiuti prodotti e materiali a recupero/riciclo | 131 |
| 2.22.1 | Rifiuti prodotti | 131 |
| 2.22.2 | Riciclo dei pannelli e degli altri materiali a fine vita | 132 |
| 2.23 | Manutenzione ordinaria degli impianti..... | 135 |
| 2.23.1 | Premessa | 135 |
| 2.23.2 | Lista delle operazioni di manutenzione..... | 136 |
| 2.24 | Investimento | 140 |
| 2.24.1 | Impianto elettrico ed opere connesse | 140 |
| 2.24.2 | Investimento mitigazioni e compensazioni | 140 |
| 2.24.3 | Parte produttiva agronomica | 141 |
| 2.25 | Bilanci energetici ed ambientali..... | 142 |
| 2.25.1 | Emissioni CO ₂ evitate e combustibili risparmiati | 142 |
| 2.25.2 | Territorio energy free | 142 |
| 2.25.3 | Vantaggi per il territorio e l’economia..... | 143 |
| 2.26 | Monitoraggi | 144 |
| 2.26.1 | Monitoraggi elettrici | 144 |
| 2.26.2 | Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo..... | 145 |
| 2.26.3 | Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità..... | 146 |
| 2.27 | Cronogramma generale..... | 147 |
| 2.28 | Conclusioni del Quadro Progettuale | 149 |
| | Indice delle figure:..... | 152 |

2 - Quadro Progettuale

2.1 Premesse

L'effetto fotovoltaico consiste nella conversione dell'energia solare in energia elettrica. Questo processo è reso possibile dalle proprietà fisiche di alcuni elementi definiti semiconduttori, come il silicio.

Nel 1839 il fisico francese Alexandre Edmund Becquerel (1820-1891) osservò che l'intensità della corrente tra due elettrodi di platino immersi in una soluzione conduttrice di nitrato di piombo (cella elettrolitica), a sua volta contenuta in un cilindro di vetro, aumentava se si esponeva la pila così composta alla luce del Sole. Studi successivi condotti intorno al 1876 da Smith, Adams e Day, portarono alla realizzazione della prima cella fotovoltaica costituita dalla giunzione del selenio (semiconduttore) con alcuni ossidi metallici. Nel 1954 negli USA studi presso i laboratori Bell portarono alla realizzazione delle prime celle fotovoltaiche commerciali in silicio monocristallino. In questo periodo la tecnologia fotovoltaica trovò applicazione in campo aerospaziale. Solo a partire dal 1970, con il manifestarsi delle crisi energetiche di portata mondiale, si iniziò a trasferire la tecnologia fotovoltaica anche nel settore delle costruzioni civili o degli impianti industriali.

L'elemento che sta alla base della tecnologia fotovoltaica è la cella che è costituita da un materiale semiconduttore, il silicio, di spessore estremamente ridotto (0.3 mm), che viene trattato mediante operazione di "drogaggio" che consiste nel trattare il silicio con atomi di fosforo e boro, al fine di ottenere correnti elettriche stabili all'interno della cella.

Per la realizzazione dei contatti elettrici metallici si procede nel seguente modo: allo strato di silicio vengono applicati mediante sistema serigrafico dei contatti elettrici metallici (in argento o alluminio) che sono costituiti da una superficie continua sul fronte posteriore ed una griglia sul lato anteriore della cella. La loro funzione è quella di captare il maggior flusso elettrico possibile e convogliarlo all'esterno. Quindi si realizza un rivestimento antiriflettente costituito dalla deposizione di uno strato sottile di ossido di titanio per minimizzare la componente di radiazione solare riflessa. Si procede infine alla testurizzazione: la superficie infatti non è piana, ma sagomata in minuscole piramidi al fine di aumentare la superficie utile per la captazione e favorire le riflessioni reciproche. Il parametro più importante della cella è il suo rendimento che rappresenta il rapporto tra la massima potenza $P_{max}[W_p]$ che si ottiene dalla cella e la potenza totale della radiazione

incidente sulla superficie frontale. Il livello del rendimento diminuisce all'aumentare della temperatura delle celle, poiché la temperatura ostacola il passaggio degli elettroni nel semiconduttore.

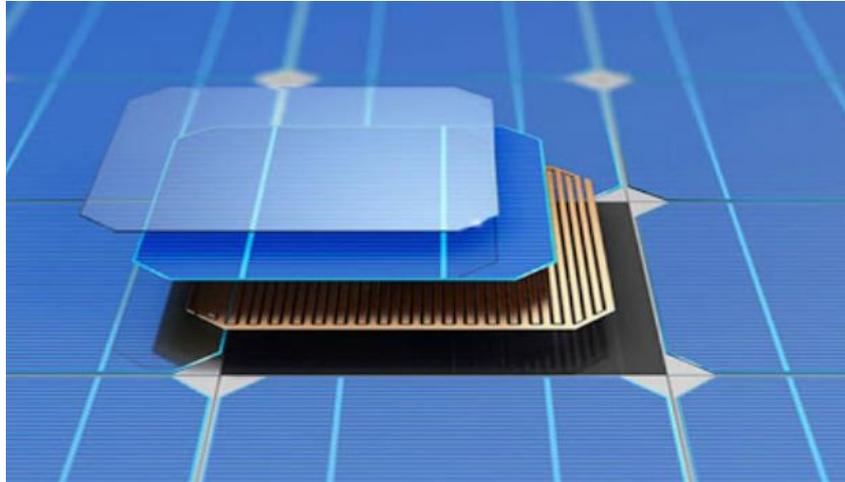


Figura 1- Cella fotovoltaica

Attualmente sul mercato le celle fotovoltaiche hanno diverse dimensioni a seconda della loro tipologia.

- *Celle a silicio monocristallino*: hanno un grado di maggior purezza del materiale e garantiscono le migliori prestazioni in termini di efficienza avendo il rendimento più alto (pari al 19%). Si presentano di colore blu scurissimo uniforme e hanno forma circolare o ottagonale, di dimensione dagli 8 ai 12 cm di diametro e 0.2 -0.3 mm di spessore.
- *Celle a silicio policristallino*: hanno una purezza minore condizione che comporta una minor efficienza ossia il loro rendimento si aggira intorno al 14%. Si presentano di un colore blu intenso cangiante dovuto alla loro struttura policristallina. Hanno forma quadrata o ottagonale e di spessore analogo al precedente tipo.
- *Silicio amorfo*: si tratta della deposizione di uno strato sottilissimo di silicio cristallino (1-2 micron) su superfici di altro materiale, ad esempio vetri o supporti plastici. In questo caso è improprio parlare di celle, in quanto possono essere ricoperte superfici anche consistenti in modo continuo. L'efficienza di questa tecnologia è sensibilmente più bassa, nell'ordine del 5-6.8% ed è soggetta a un decadimento consistente (-30%) delle proprie prestazioni nel primo mese di vita (effetto Stabler-Wronsky) che impone quindi un sovradimensionamento della superficie installata, in modo da consentire in fase di esercizio la produzione di energia elettrica preventivata in sede di progetto.

I moduli fotovoltaici sono costituiti da diversi strati sovrapposti:

1. lastra di vetro temprato di spessore variabile che ha una duplice funzione: di assicurare una buona trasmittanza termica ($> 90\%$) ed una resistenza meccanica, considerato il fatto che le celle fotovoltaiche sono molto fragili e si rompono facilmente;
2. primo foglio sigillante trasparente in EVA (acetato vinile etilenico) che ha la funzione di garantire la tenuta agli agenti esterni ed un buon isolamento dielettrico;
3. celle fotovoltaiche;
4. secondo foglio sigillante in EVA per l'isolamento posteriore;
5. Chiusura posteriore che può essere sia in vetro (si veda i moduli prodotti dalla Schuco International) con la funzione di favorire lo scambio termico e consentire una parziale trasparenza del modulo, o in Polivinilfluoruro (PVF) noto commercialmente come tedlar® che viene impiegato in fogli nell'assemblaggio dei moduli fotovoltaici per le sue particolari caratteristiche anti-umidità.

Il *sandwich* è posto in forno di laminazione in cui, tramite riscaldamento a circa 150° , si realizza la sigillatura dei componenti, l'EVA diviene trasparente e si eliminano dall'interno della stratificazione l'aria e il vapore contenuti tra gli interstizi in modo da evitare possibili processi di corrosione. Realizzato il laminato il modulo è completato da cornici di alluminio, anche se le recenti realizzazioni propendono per soluzioni prive di cornice, che sono più leggere e preferite in campo architettonico. Nella parte posteriore del modulo fotovoltaico è collegata la scatola di giunzione per i collegamenti elettrici necessari per l'installazione.

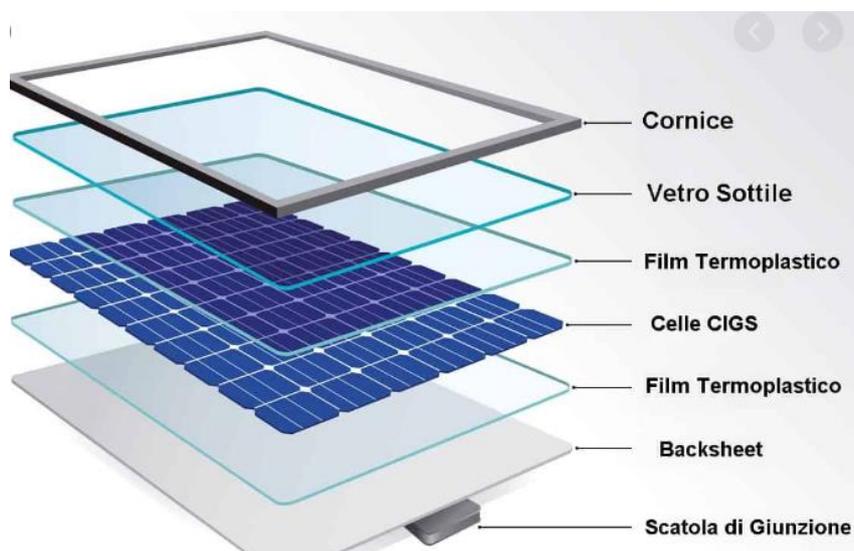


Figura 2 - Pannello fotovoltaico

Da ultimo bisogna considerare che le prestazioni di un generatore fotovoltaico dipendono dalle condizioni di insolazione locali quindi per la progettazione di un impianto fotovoltaico è necessario conoscere alcuni parametri che definiscono i percorsi che il sole descrive nei diversi periodi dell'anno al fine di determinare la potenza di energia solare incidente su una superficie inclinata con un certo angolo, con un certo orientamento e in un determinato sito.

- Latitudine del sito Φ : è l'angolo formato dalla retta congiungente il sito con il centro della terra e dal piano equatoriale.
- Azimut solare α : è l'angolo formato dalla proiezione sul piano orizzontale della congiungente sole-terra nel sito di riferimento con il semiasse sud. $\alpha = 0$ quando le due rette coincidono; $\alpha > 0$ quando il sole è verso est; $\alpha < 0$ quando il sole è verso ovest.
- Altezza solare β : l'angolo di altezza solare o elevazione solare β è l'angolo formato dalla congiungente sole-terra nel sito di riferimento con il piano orizzontale. L'altezza solare a mezzogiorno al solstizio d'estate $\beta_{max} = (90^\circ - \Phi) + 23,45^\circ$; l'altezza solare al solstizio d'inverno $\beta_{min} = (90^\circ - \Phi) - 23,45^\circ$
- Azimut superficiale del piano γ : è l'angolo formato dalla proiezione sul piano orizzontale della normale alla superficie in oggetto con il semiasse sud.
- Inclinazione della superficie in oggetto Ψ : è l'angolo formato dalla superficie in oggetto con il piano orizzontale del luogo in cui ci si trova.

Glossario minimo:

- **Cella fotovoltaica**: elemento base del generatore fotovoltaico, è costituita da materiale semiconduttore opportunamente trattato mediante "drogaggio", che converte la radiazione solare in elettricità.
- **Modulo fotovoltaico**: insieme di celle fotovoltaiche collegate tra loro in serie o in parallelo, così da ottenere valori di tensione e corrente adatti ai comuni impieghi. Nel modulo le celle sono protette dagli agenti atmosferici da un vetro sul lato frontale e da materiali isolanti e plastici sul lato posteriore.
- **Pannello fotovoltaico**: insieme di più moduli, collegati in serie o in parallelo, in una struttura rigida.
- **Cassetta di terminazione**: contenitore a tenuta stagna fissato sul retro di un modulo fotovoltaico contenente i morsetti dei cavi elettrici positivo e negativo.
- **Quadro di sezionamento**: Quadro elettrico contenente i moduli per il collegamento fisico

delle stringhe e delle linee di corrente alternata e continua e per la loro protezione con dispositivi di sicurezza idonei.

- **Stringa:** insieme di moduli o pannelli collegati elettricamente in serie fra loro per ottenere la tensione di lavoro del campo fotovoltaico.
- **Generatore fotovoltaico:** generatore elettrico costituito da uno o più moduli, pannelli, o stringhe fotovoltaiche.
- **Modulo bifacciale:** modulo fotovoltaico parzialmente trasparente che produce energia elettrica dall'irradiazione su entrambe le facce.
- **Trasparenza:** Caratteristica di un modulo FV che definisce la quantità di luce che esso lascia passare. Il fornitore dà la sua trasparenza con suo grado: se esso è uguale a 0%, il modulo è opaco. L'efficienza di un modulo semi-trasparente è sempre inferiore a quella di un modulo opaco con medesima tecnologia e superficie.
- **Potenza di picco:** è la potenza massima prodotta da un dispositivo fotovoltaico in condizioni standard di funzionamento (irraggiamento 1000 W/m^2 e temperatura 25°C).
- **Potenza nominale:** la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) dell'impianto fotovoltaico è la potenza elettrica dell'impianto determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni standard (temperatura pari a 25°C e radiazione pari a 1.000 W/m^2).
- **Punto di connessione alla rete:** punto di confine tra la rete del distributore o del gestore e la rete o l'impianto del cliente.
- **Rete di Trasmissione Nazionale (RTN):** è l'insieme di linee di una rete usata per trasportare energia elettrica, generalmente in grande quantità, dai centri di produzione alle aree di distribuzione e consumo come individuata dal DM 25 giugno 1999 e dalle successive modifiche e integrazioni.
- **Corrente:** L'intensità di una quantità di carica che scorre attraverso un conduttore (per es. sotto forma di elettroni attraverso un filo di rame) viene chiamata corrente elettrica. L'unità di misura della corrente è l'ampere (abbr. A).
- **Corrente alternata (AC):** Corrente soggetta a continui cambi di polarità. Nella rete pubblica tedesca la corrente alternata ha una frequenza di 50 Hz (Hertz), ciò significa che essa assume 50 volte in un secondo valori positivi o negativi di una semionda (ideale) di forma sinusoidale. La corrente o la tensione alternata vengono prodotte da generatori rotanti o invertitori.
- **Corrente continua (DC):** Flusso di corrente privo di cambio di direzione, come quello generato per es. da batterie o pannelli fotovoltaici.

- **Corrente di corto circuito:** (Abbr. ICC) La corrente prodotta da una cella solare o da un pannello se entrambi i morsetti vengono collegati senza alcuna resistenza supplementare (corto circuito).
- **Grado di efficienza:** il grado di efficienza indica il rapporto fra due misure di potenza in un sistema (potenza in uscita ed in entrata). Il grado di efficienza è un valore temporaneo e dipende dalle condizioni di esercizio del sistema nel periodo di tempo considerato. Il grado di efficienza di una cella solare o di un pannello è definito dal rapporto fra la potenza elettrica prodotta e la potenza dell'irraggiamento. In ragione della dipendenza del grado di efficienza dalla superficie è necessario tenere conto di quale superficie viene considerata nel procedimento di calcolo, per es. la superficie complessiva del pannello o solo la superficie attiva delle celle all'interno di un pannello.
- **Inseguimento solare:** Con l'ausilio di un impianto ad inseguimento solare la superficie dei pannelli dell'impianto fotovoltaico viene ruotata nel corso della giornata e segue così la posizione del sole. Il bilancio energetico dell'impianto può essere in tal modo aumentato di circa il 30%.
- **Inverter:** Trasforma la corrente continua fornita dai pannelli in corrente alternata compatibile con la rete pubblica. Servendosi di una regolazione MMP l'inverter preleva la potenza dal generatore fotovoltaico al Maximum Power Point della linea caratteristica IU.
- **Radiazione solare:** energia elettromagnetica che viene emessa dal sole in seguito ai processi di fusione nucleare che in esso avvengono. La radiazione solare (o energia) al suolo viene misurata in kWh/m².
- **Irraggiamento diffuso:** L'irraggiamento solare presente sulla superficie terrestre si divide in irraggiamento diretto ed irraggiamento diffuso. L'irraggiamento diffuso è l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto dal sole ma che per es. viene riflesso o scomposto da particelle presenti nell'atmosfera.
- **Irraggiamento diretto:** Irraggiamento solare che raggiunge la superficie terrestre in modo diretto. L'irraggiamento diretto si somma all'irraggiamento diffuso.
- **Irraggiamento globale:** Somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso sul piano orizzontale. L'atmosfera terrestre riduce la potenza dell'irraggiamento solare extraterrestre (costante solare) a causa di assorbimento, riflessione e scomposizione, e quindi la radiazione sulla superficie terrestre alle nostre latitudini viene ridotta a ca. 1.000 W/mq (estate, cielo sereno, a mezzogiorno). La disponibilità di energia solare varia a seconda delle condizioni meteorologiche e delle leggi astronomiche (che determinano fra l'altro il corso delle stagioni). La somma media annuale dell'irraggiamento globale su di una superficie orizzontale per es.

nella regione di Hannover è pari a circa 1.000 kWh/(mq*a). Ciò corrisponde al contenuto energetico di circa 100 litri di gasolio o 100 metri cubi di metano.

- **Angolo azimutale:** L'angolo azimutale indica il grado di scostamento delle superfici dei pannelli termici o del pannello fotovoltaico dall'esatto orientamento verso sud.
- **Angolo di inclinazione:** Angolo fra il piano inclinato di ricezione e il piano orizzontale. A seconda del grado di latitudine del luogo di montaggio di un impianto solare vi sono differenti angoli di inclinazione ottimali.
- **Angolo di elevazione:** distanza angolare del sole rispetto al piano dell'orizzonte.
- **Angolo d'incidenza:** angolo fra un raggio incidente su una superficie e la sua normale (direzione perpendicolare alla superficie).
- **Assorbimento (Grado di):** Indica la quota di irraggiamento su una determinata superficie che viene trasformata in calore.
- **Balance of system (BOS)** – L'insieme delle apparecchiature elettriche oltre che i moduli FV: cavi, interruttori, inverter, sistemi di controllo e di misura, batterie e strutture di fissaggio dei pannelli.
- **Energy Payback Time (EPBT)** – Tempo di ritorno energetico – Si tratta del tempo, misurato in anni, necessario ad un sistema fotovoltaico completo (moduli+cavi+apparecchi elettronici) per produrre l'energia spesa per la sua produzione.
- **Energy Return Factor (ERF)** – Fattore di ritorno energetico – Rapporto tra l'energia prodotta da un impianto fotovoltaico durante la sua vita e l'energia utilizzata per la sua produzione.
- **Mismatching:** fenomeno che provoca un rendimento medio dell'impianto fotovoltaico inferiore a quello medio dei singoli pannelli per il fatto che in una catena di pannelli collegati in serie, la produzione di ogni pannello si adegua a quella del pannello più debole.
- **Ombreggiamento:** ostacolo all'irraggiamento diretto che proietta un'ombra sulla totalità o su una parte di cella, modulo, stringa o impianto FV.
- **Performance Ratio (PR):** rapporto tra l'indice di produzione Y_f e l'indice di riferimento Y_r (l'energia teoricamente disponibile per kWp installato, [kWh/kWp]), sullo stesso periodo. Si misura in [%].
- **TEP (Tonnellata equivalente di petrolio):** unità di misura dell'energia adottata per misurare grandi quantità, ad esempio nei bilanci energetici e nelle valutazioni statistiche. Equivale all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio. Essendo il potere calorifico del petrolio grezzo pari a 41.860 kJ/kg, una tep equivale a 41.860 · 103 kJ.

2.2 *Contenuto del Quadro Progettuale*

Il Quadro Progettuale si suddivide in un inquadramento generale dell'areale di riferimento in cui si inserisce la superficie oggetto di studio e in una valutazione degli impatti ambientali presumibilmente susseguenti alla realizzazione dell'opera.

Esso è stato compilato ai sensi dall'art. 27 bis del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (D. Lgs. 104/2017) e recepito nella DGR Umbria n.132 del 27/02/2018.

Contiene, più in dettaglio:

- una descrizione del progetto con informazioni relative alle sue caratteristiche, alla sua localizzazione ed alle sue dimensioni;
- una descrizione delle misure previste per evitare, ridurre e possibilmente compensare gli impatti negativi rilevanti;
- una descrizione delle misure previste per il monitoraggio.
- una descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto, compresi, ove pertinenti, i lavori di demolizione necessari, nonché delle esigenze di utilizzo del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;
- una descrizione delle principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto e, in particolare dell'eventuale processo produttivo, con l'indicazione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, del fabbisogno e del consumo di energia, della natura e delle quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate (quali acqua, territorio, suolo e biodiversità);
- la descrizione della tecnica prescelta, con riferimento alle migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi, e delle altre tecniche previste per prevenire le emissioni degli impianti e per ridurre l'utilizzo delle risorse naturali, confrontando le tecniche prescelte con le migliori tecniche disponibili.
- Una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) prese in esame dal proponente.

2.3 Localizzazione e descrizione generale

L'impianto è proposto nel comune di Castel Giorgio, nel Umbria in Provincia di Terni. La centrale svilupperà una potenza di 11,48 MW. Si tratta di un territorio a forte vocazione agricola, confermata dal progetto che **supporta un'attività produttiva locale**. Insieme alla produzione fotovoltaica, necessaria per adempiere agli obblighi del paese, verranno infatti inseriti circa **12.000 mq di prato permanente a pascolo che occuperanno quasi il 100% del terreno lordo recintato (se si includono le strade di servizio)**.

Complessivamente **solo l'8% del terreno sarà interessato dalla proiezione zenitale dei pannelli** fotovoltaici (tipicamente a metà giornata).

La produzione complessiva annua è stimabile in:

- 19,8 GWh elettrici,
- 700 pecore a pascolo.

| | Mq | Percentuale di utilizzo del terreno |
|---|---------|--|
| A Superficie complessiva lotto | 633.000 | 100 % |
| B Superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione) | 118.600 | 19 % (di A) |
| - di cui superficie netta radiante impegnata | 52.500 | 8 % (di A) |
| C Superficie agricola produttiva totale | 563.000 | 89 % (di A) |
| - Superficie Agrovoltaica totale (B incluso D, E) | 184.000 | 29 % (di A) |
| - di cui prato pascolo permanente (SAP) | 113.500 | 18 % (di A) 95 % (di B) |
| D Superficie mitigazione | 48.000 | 8 % (di A) |
| E Superficie naturalistica | 17.500 | 3 % (di A) |
| F Superficie viabilità interna | 4.900 | 1 % (di A) |

Il calcolo stabilito nella tabella è compiuto nel seguente modo:

- A- la “superficie complessiva del lotto” è la superficie catastale totale,
- B- la “superficie impegnata totale lorda” è la superficie definita dalla recinzione dell'impianto,
 - a. “superficie netta radiante impegnata” è la proiezione a terra dei pannelli nella loro

massima estensione,

C- “*Superficie agricola produttiva totale*” è la superficie utilizzata per aree agricole produttive entro e fuori della recinzione.

a. “*di cui prato pascolo*” è la superficie dedicata a prato pascolo permanente entro la recinzione dell’impianto,

D- “*Superficie mitigazione*” è la superficie delle aree di mitigazione esterne alla recinzione,

E- “*Superficie naturalistica*” è la superficie naturale non destina a mitigazione

F- “*Superficie viabilità interna*” è la superficie della viabilità,

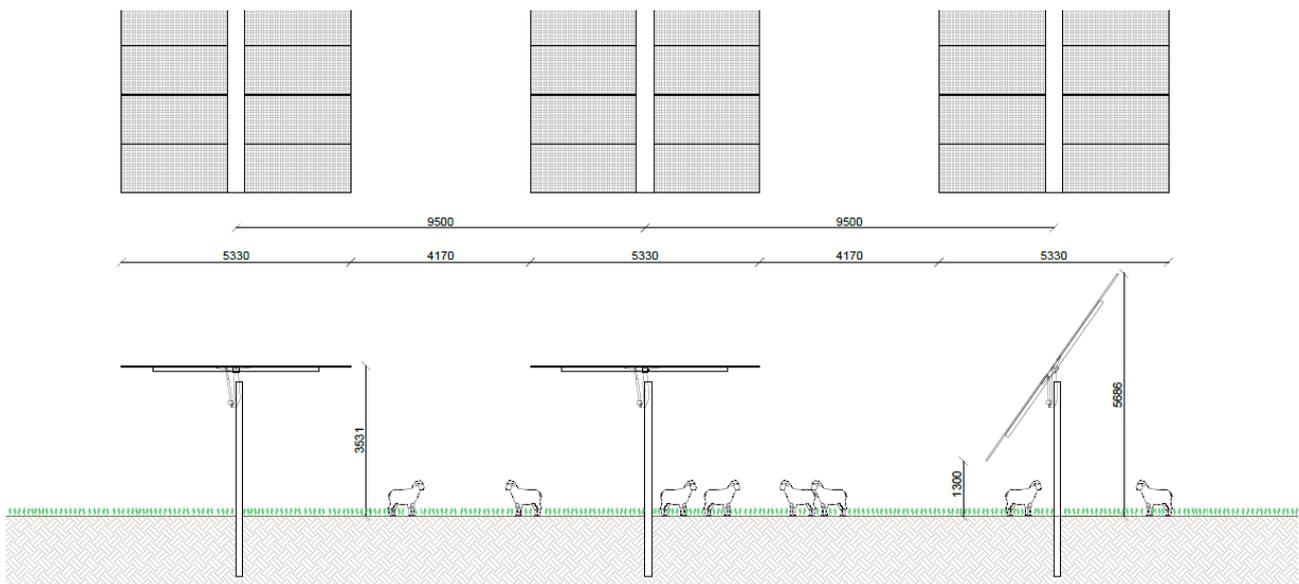


Figura 3 - Schema del prato pascolo

L’impianto è localizzato alle coordinate:

42°43’20.52’’ N,

11°57’57.71’’ E

Identificazione catastale

Foglio 1, part.^{lle}, 5, 6, 17, 30

Foglio 3, Part.^{lle}, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 18, 19, 20, 50, 51, 52, 54, 55, 73, 79, 82, 84, 86, 88, 99

SE Smistamento Terna:

Comune di Castel Giorgio, Foglio di Mappa n° 2, p.^{lla} 44

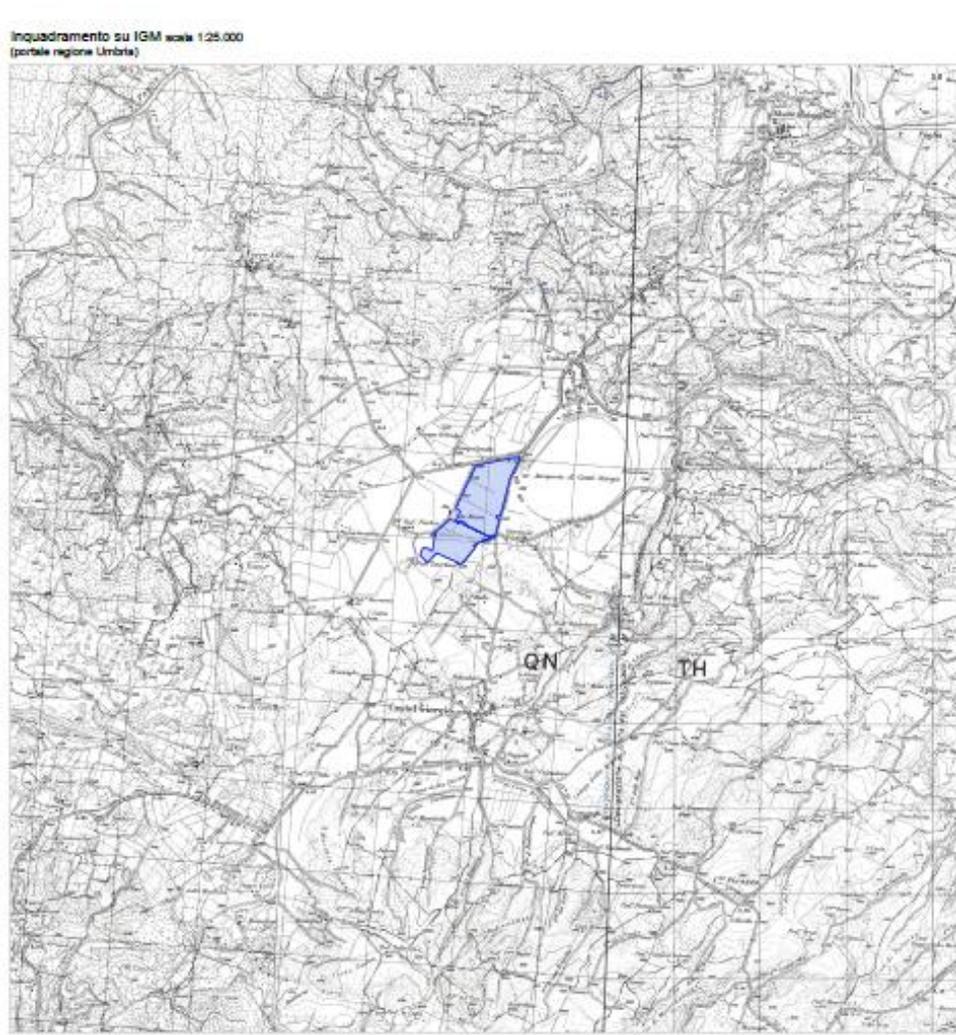


Figura 4 - Inquadramento territoriale

Come si vede dall'immagine seguente l'impianto si dispone con andamento Nord-Sud, non interferisce con le aree soggette a vincolo acque pubbliche e rispetta tutte le distanze previste nel Codice della Strada e altre norme di settore.

La gran parte dell'impianto è interessata dall'innovativo layout con doppio pannello rialzato da terra all'altezza minima 1,3 mt, compatibile con le "Linee Guida per gli impianti agrivoltaici" (MITE, 2022, & 0.4.2) e con un passo attentamente calibrato per consentire una circolazione libera delle pecore.

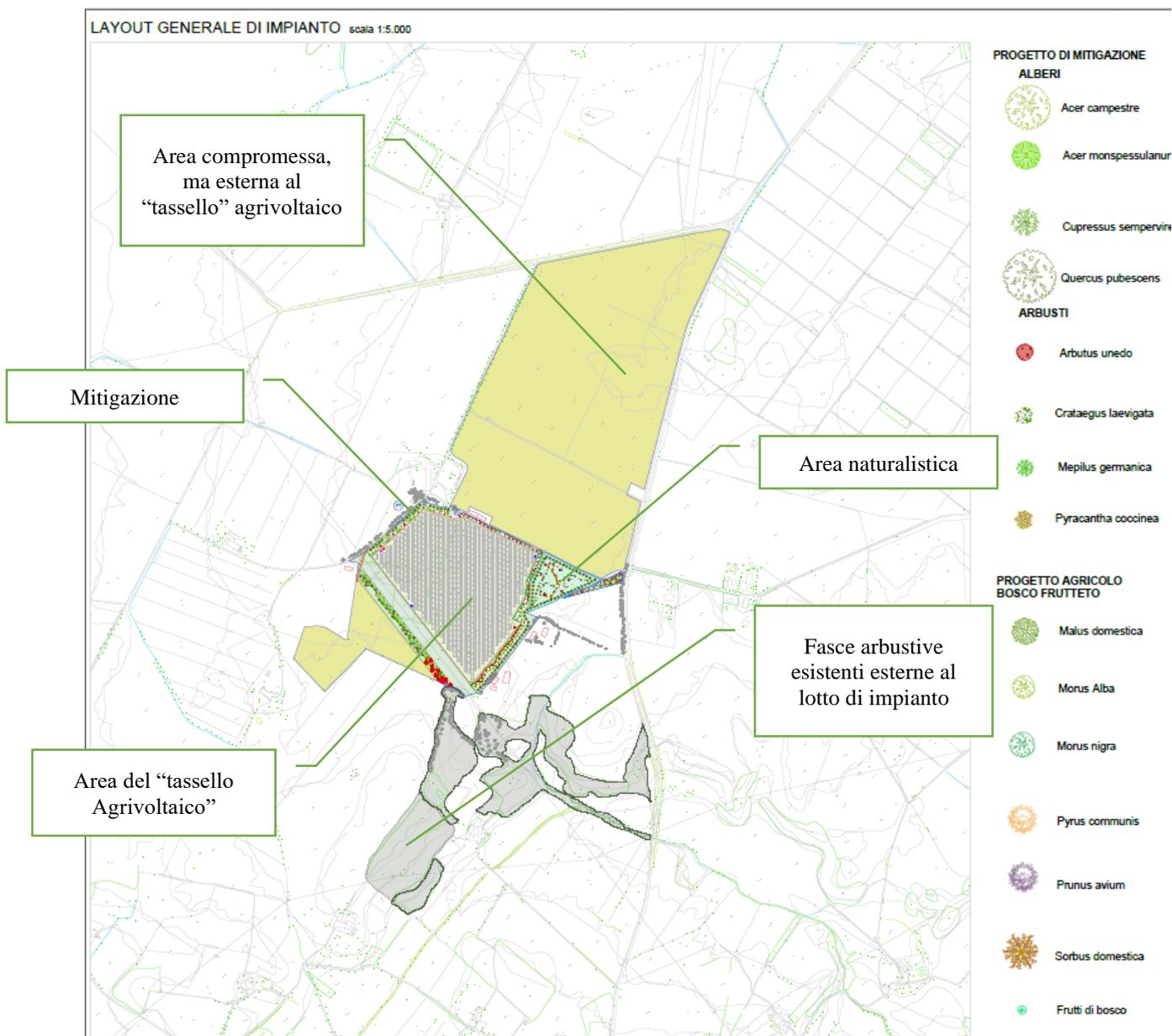


Figura 5 - Lay generale dell'impianto,

2.3.1 Analisi della viabilità

La viabilità di accesso si avrà attraverso la Strada Provinciale 47 e la Strada Provinciale 50, provenendo dal Lazio che costeggiano l'area nell'angolo Nord e dalle quali si dipartono strade di rango comunale e interpodereale che costeggiano.



Figura 6- Incrocio SP 47

Si tratta di strade di conformazione e rango idoneo per le esigenze dell'impianto in fase di cantiere, come in dismissione.

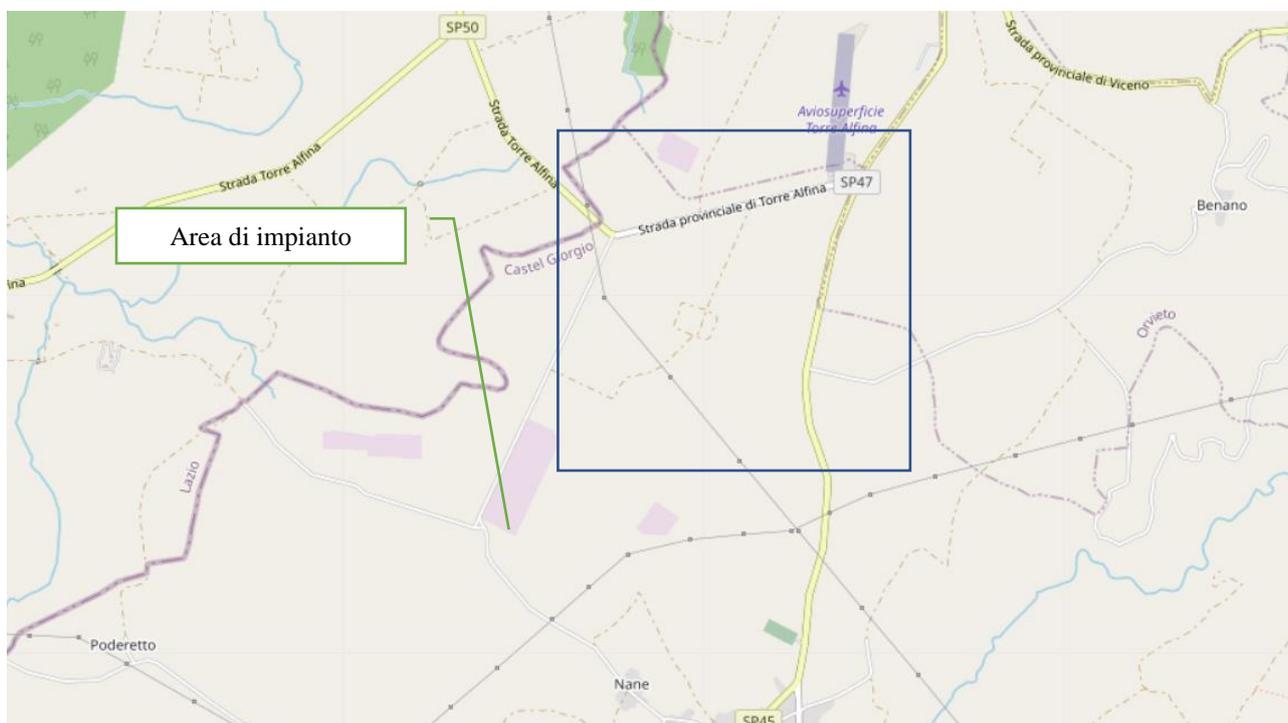


Figura 7- Viabilità

2.3.2 Lo stato dei suoli

I suoli sono attualmente ad uso agricolo e in buono stato generale. Nel *Quadro Ambientale* è presente una caratterizzazione di maggiore dettaglio. Gli appezzamenti confinanti sono occupati da cereali.

Il terreno è servito da due pozzi ardesiani nella proprietà e altri due confinanti, al centro del lotto è presente una masseria di proprietà che non sarà coinvolta dal progetto.



Figura 8- Vialeto centrale e masseria



Figura 9- Veduta del terreno, dalla Strada Provinciale

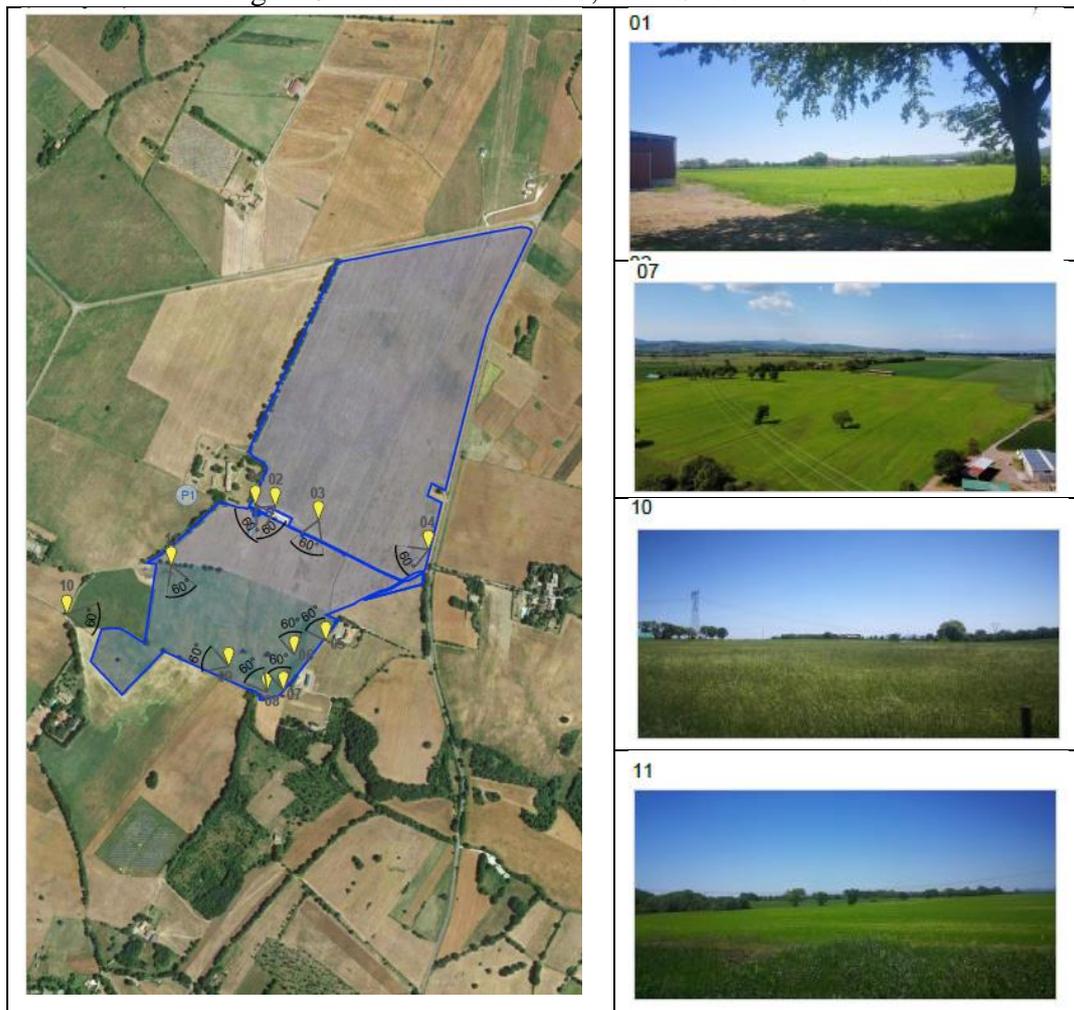


Figura 10 - Rilievo fotografico

2.4 Descrizione generale

2.4.1 Componente fotovoltaica

La disposizione dei pannelli è stata attuata secondo i criteri resi noti dalla autorità delle Regione Umbria avendo cura che l'impegno di suolo rientri in parametri di sostenibilità.

La superficie impegnata netta corrisponde alla superficie sulla quale insiste la copertura determinata dai pannelli come proiezione sul piano orizzontale ed è pari al 8 % del lotto. In realtà tale superficie è ancora inferiore considerando l'altezza dei pannelli e la loro giacitura e può essere stimata in area di prevalente ombreggiamento come inferiore al 10 % del lotto.

La superficie recintata è pari al 19% del lotto lordo, è interamente impegnata per un prato pascolo permanente.

L'impianto ha un pitch di 9,5 mt, ne consegue che le stringhe di inseguitori monoassiali, con pannello da 610 Wp e dimensioni 2.465 x 1.134 x 40 mm, saranno poste a circa 4,17 mt di distanza in proiezione zenitale a pannello perfettamente orizzontale.

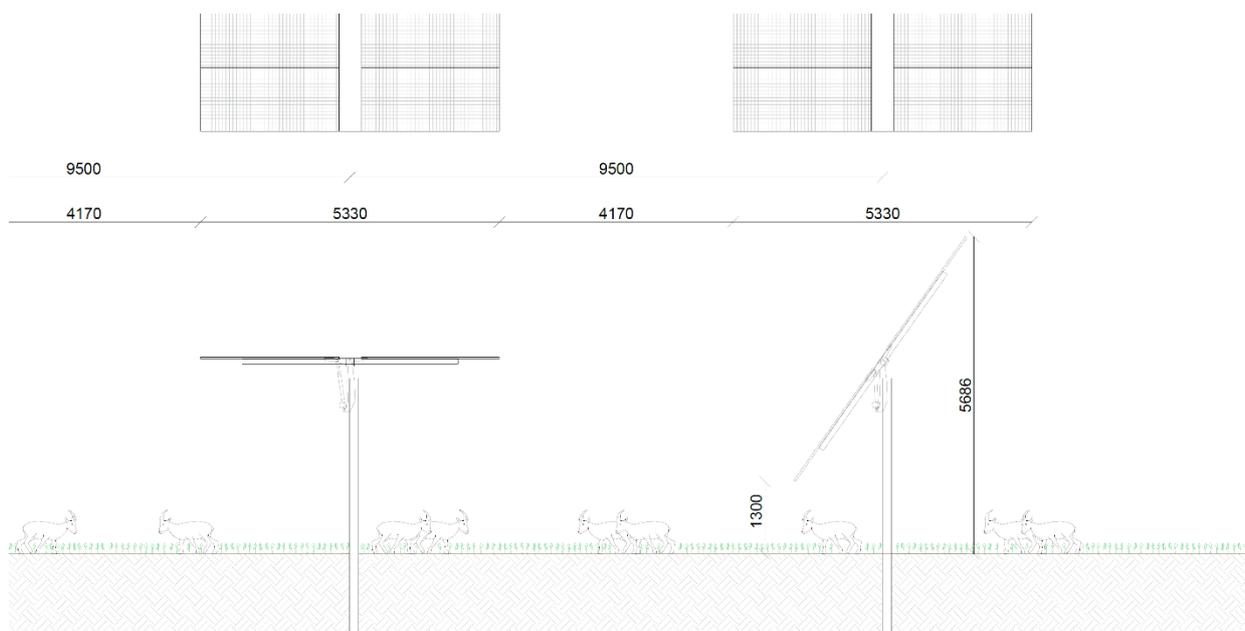


Figura 11- Sezione tipo dell'assetto agrovoltaico

I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il convogliamento alla stazione di trasformazione AT/MT (150/30 kV) per l'elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale. Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la stazione di consegna (SSE Utente) sia nel comune di Castel Giorgio (TR), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna S.p.a. L'area individuata è identificata al N.C.T. di **Castel Giorgio nel foglio di mappa 2 particella 44** come rappresentato nella tavola allegata.

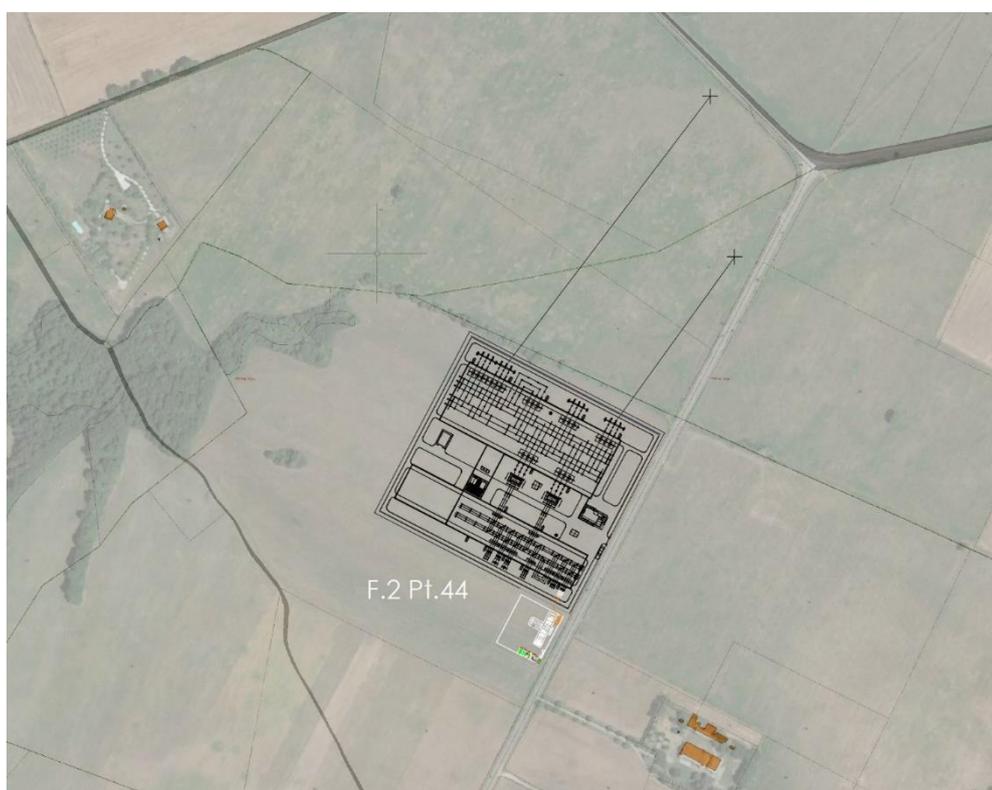


Figura 12- Ubicazione della nuova SE

2.4.2 – Componente agricola

Considerate le condizioni pedoclimatiche del luogo, che sconsigliavano coltivazioni ulivicole e segnalavano una significativa escursione termica annuale, e l'orografia perfettamente pianeggiante, si è individuata come soluzione conforme alle “*Linee Guida*” il pascolo ovino. La cosa ha particolare rilevanza in quanto in regione Umbria i cambiamenti climatici stanno creando una notevole pressione sui pascoli, a causa della riduzione delle precipitazioni e lunghi periodi di caldo e siccità. In particolare, sui pascoli idonei ad una alimentazione ricca, necessari per la produzione di latte da pecora. Per questa ragione la crisi del settore si riverbera sull'intera filiera di trasformazione, e sul

settore dei formaggi (che vanta eccellenze come il Pecorino di Norcia del Pastore, il Pecorino di Norcia del caseificio, il Pecorino stagionato in botte ed in fossa, il Pecorino Umbro del Subasio).

Pur nella sua limitata estensione la proposta di associare ad una produzione elettrica intensiva la creazione di un prato-pascolo permanente, adeguatamente organizzato, protetto e recintato, rappresenta la garanzia di una alimentazione “in vivo” di alta qualità per un numero non trascurabile di capi da latte.

È da sottolineare che le attività a pascolo, perfettamente idonee alle definizioni delle “*Linee guida*”, si giovano della presenza degli impianti fotovoltaici, con i suoi alti tracker e pannelli, i quali forniscono protezione dalle intemperie e ombra in estate, oltre che calore in inverno. La presenza delle superfici dei pannelli, che assorbono la luce del sole, ottimizzandola per effetto del meccanismo di rotazione, e presentano quindi una superficie più calda dell’ambiente, possono garantire infatti un microclima più confortevole per gli animali.

La superficie sarà appositamente seminata con un miscuglio idoneo per prato permanente da pascolo e per le esigenze specifiche del gregge. Il carico degli animali a pascolo garantirà il mantenimento dell’erba nella fase di crescita attiva e permetterà la persistenza delle foraggere poliennali e la auto-risemina di quelle, in modo da ridurre l’area arata e seminata annualmente e quindi abbassare i costi dell’erba.

L’altezza dei pannelli, nella posizione orizzontale, consentirà tutte le necessarie operazioni agricole di preparazione del terreno e semina. Quando necessario un impianto di irrigazione complementare garantirà la buona crescita dell’erba.

L’area sarà utilizzata da un’azienda agricola locale che dispone di 700 capi di razza sarda, e che potrà accedere per gruppi, trovando in loco punti abbeveraggio.

Inoltre, in un’area esterna alla recinzione, di circa 15.000 mq, è stato realizzato un “bosco-frutteto”.

2.5 *La regimazione delle acque*

2.5.1 – Regimazione superficiale

Il progetto non prevede interventi di regimazione delle acque se non minimi interventi, qualora necessari a migliorare il naturale deflusso verso il corso d’acqua ai margini dell’intervento e l’uso per agricoltura del terreno. Tutte le linee di impluvio naturali sono state rispettate e utilizzate per creare

il corretto drenaggio superficiale del suolo.

Sul terreno non sono presenti evidenti segni dello scorrere delle acque.



Figura 13 - Particolare dell'area

Nella realizzazione dell'impianto nessun movimento di terra, volto a modificare o rettificare queste linee di impluvio o spartiacque naturali, sarà compiuto. La pendenza generale è stata valutata pienamente compatibile con la tecnologia di installazione dal fornitore dei tracker e qualche lieve gobbosità, sia essa concava o convessa sarà riassorbita o con utilizzo di tracker da 25, anziché 50 moduli, o con la profondità di infissione dei pali. Nelle aree di maggiore pendenza sarà installato un impianto a moduli fissi.

Si procederà nel seguente modo:

- Lungo la direzione delle stringhe più problematiche sarà realizzata una battuta topografica per ottenere un profilo esecutivo dell'andamento del terreno;
- Di intesa con il fornitore dei pali battuti e con la squadra geologica sarà individuato il materiale (per profilo e lunghezza) idoneo al caso e definita la profondità differenziale di infissione per ottenere una trave orizzontale, sulla quale installare il tracker perfettamente a bolla;
- L'infissione procederà alle profondità previste e sarà verificata la bolla con la trave prima della prosecuzione del montaggio.

La linea di impluvio o spartiacque correrà in alcuni casi sotto le stringhe, avendo cura in sede di progettazione esecutiva a che il palo di infissione non capiti nell'arco di un metro da queste. Quando

possibile sarà lasciata tra le file di pannelli. Le aree di compluvio saranno opportunamente drenate e, se possibile e necessario, lasciate libere dai pannelli in sede di progettazione esecutiva.

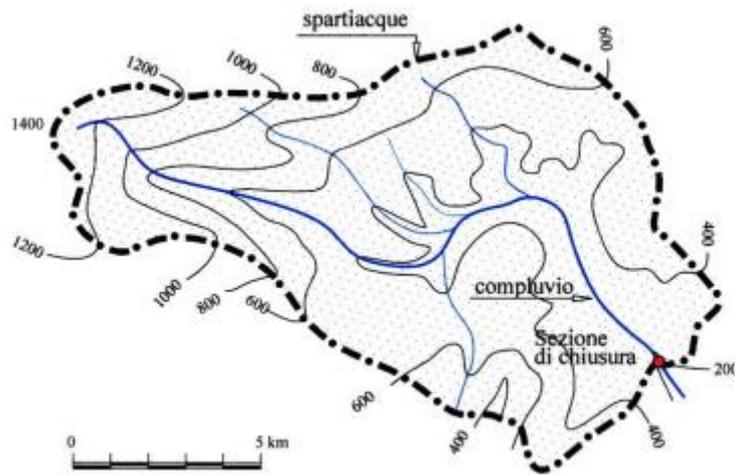


Figura 14 - Mappa bacino topografico

Per facilitare lo scorrimento delle acque saranno eventualmente, nelle zone di confluenza di flussi valutati significativi, realizzati interventi leggeri di sistemazione con pietrame e sottofondi, realizzando piccoli letti di scorrimento o aree di drenaggio.

2.6 Le opere elettromeccaniche

2.6.1 Generalità

La centrale fotovoltaica “*Maag Black Sheep*” sviluppa una potenza nominale complessiva di 11.448 kWp. Ed è costituita da 18.768 moduli fotovoltaici in silicio cristallino, 34 inverter di stringa di potenza nominale da 320 kW, 2 cabine di trasformazione, 1 cabina di raccolta.

| Dati di sintesi impianto | |
|--|--------|
| Potenza nominale impianto (kW) | 11.448 |
| Moduli fotovoltaici 610 W (pcs) | 18.768 |
| Struttura tracker monoassiale 2P (double-portraits) da 24 moduli (pcs) | 26 |
| Struttura tracker monoassiale 2P (double-portraits) da 48 moduli (pcs) | 378 |
| Inverter di stringa 320 kW (pcs) | 34 |
| Cabina di trasformazione inverter MT/BT (pcs) | 2 |
| Vani tecnici | 2 |
| Cabina di raccolta (pcs) | 1 |

Figura 15 - Dati di sintesi dell'impianto

L'intera produzione sarà immessa in rete e venduta secondo le modalità previste dal mercato libero dell'energia. I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il convogliamento alla stazione di trasformazione AT/MT (150/30 kV) per l'elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale. La stazione elettrica di utenza sarà realizzata allo scopo di collegare l'impianto fotovoltaico alla nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/132 kV della RTN da inserire in entra-esce sull'elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “*Roma Nord – Pian della Speranza*”.

L'impianto sarà suddiviso in:

| Cabina Raccolta | Volumi tecnici | Tipologia struttura | n. Strutture | n. moduli | Potenza DC (kWp) |
|-----------------|----------------|---------------------|--------------|---------------|------------------|
| R1 | 2 | TR_2P_12X610 | 26 | 624 | 381 |
| | | TR_2P_24X610 | 378 | 18.144 | 11.068 |
| | | TOT | 404 | 18.768 | 11.448 |

Figura 16 - Suddivisione delle piastre e delle cabine

Il campo adopera un sistema di inseguitori monoassiali che porta il numero di ore equivalenti in un anno, ad un risultato pari a **1.735**.



Figura 17- schema inseguitori

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta ed immessa in rete dall'impianto:

Energia = 11.480 * 1.735 = 19.862.280 kWh/anno

All'interno del campo saranno posizionate n° 2 Cabine di sottocampo per la conversione dell'energia da corrente continua a corrente alternata e per la trasformazione dell'energia da bassa a media tensione. In relazione alla morfologia del territorio si ritiene di dover suddividere l'impianto in un'unica piastra come definito in Figura.

| Piastra | Tipologia struttura | n. Strutture | | n. moduli | | Potenza DC (kWp) | |
|------------|---------------------|--------------|-----|---------------|--------|------------------|--------|
| 1 | TR_2P_24X610 | 26 | 404 | 624 | 18.768 | 381 | 11.448 |
| | TR_2P_48X610 | 378 | | 18.144 | | 11.068 | |
| TOT | | 404 | | 18.768 | | 11.448 | |

Figura 18 - Piastre di sottocampo

Tutti i quadri di stringa saranno connessi agli inverter attraverso un sistema di comunicazione dati per il costante monitoraggio dell'impianto. Gli inverter saranno dotati di una scheda di comunicazione con uscita GSM/GPRS per il monitoraggio remoto dell'impianto.

Di seguito sono esposti i motivi che hanno determinato le scelte progettuali dei principali componenti dell'impianto:

- Struttura di Sostegni ad inseguitore monoassiale
- Moduli fotovoltaici
- Sistema di conversione DC/AC (Inverter)
- Trasformatore Mt/Bt
- Quadri di Media tensione,

2.6.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale

I moduli fotovoltaici saranno assemblati in blocchi motorizzati. È stato scelto un sistema di inseguitore monoassiale che consente, attraverso apposito software, di orientare i moduli in direzione est-ovest secondo un'inclinazione che varia nelle 8.760 ore dell'anno.

Il sistema di fissaggio scelto è con pali di fondazione metallici direttamente infissi nel terreno (senza blocchi di fondazione). Questo sistema consente un completo ripristino del terreno nelle condizioni originarie quando i moduli verranno rimossi.

La struttura sarà posta ad altezza di 3,5 metri per consentire che l'altezza minima del pannello, al massimo spazzamento, sia superiore a 1,3 mt in modo da consentire agevolmente il pascolo.



Figura 19- Tracker monoassiali (esempio)

Tutta l'elettronica di comando è a bordo macchina, posta in appositi quadri stagni. L'assieme è quindi contenuto negli ingombri e non richiede il posizionamento in quadro di ulteriori quadri, apparecchiature o cabinati di controllo. Lo stesso attuatore lineare atto alla traslazione del piano dei moduli è sostanzialmente integrato negli elementi della struttura di supporto. Si avranno indicativamente una potenza installata di circa 250 W per singolo attuatore lineare. Ogni inseguitore di lunghezza di circa 50 m avrà indicativamente n°4 attuatori, con un fattore di contemporaneità di esercizio pari a 0,5. Sono presenti anche stringhe dimezzate, con 25 moduli e quindi una lunghezza equivalente.

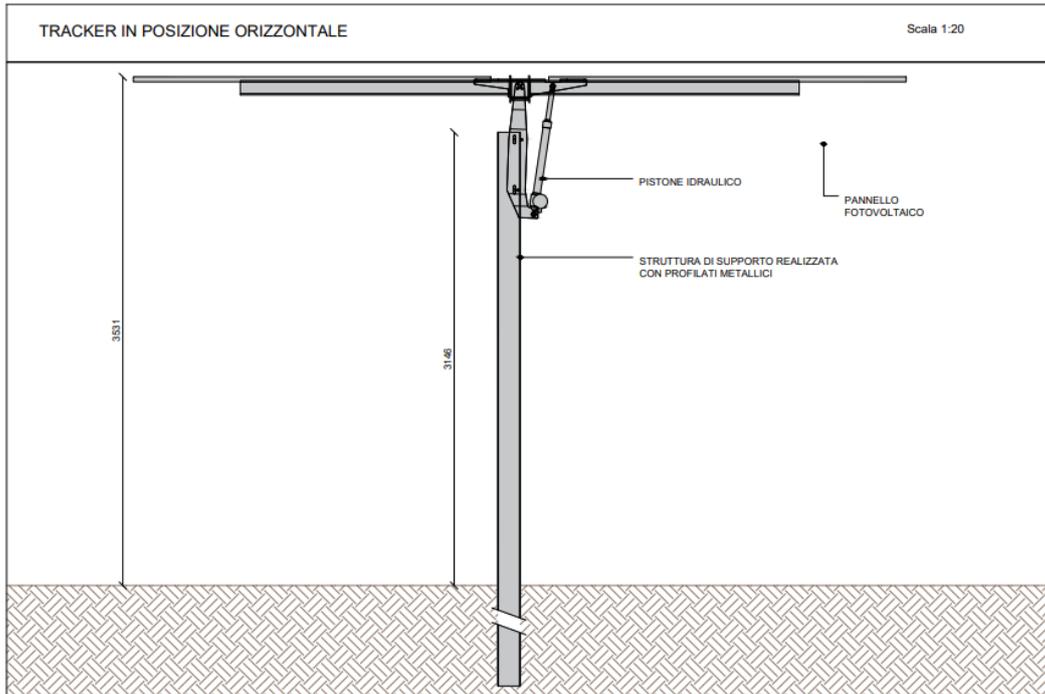


Figura 20 - Tracker in posizione orizzontale

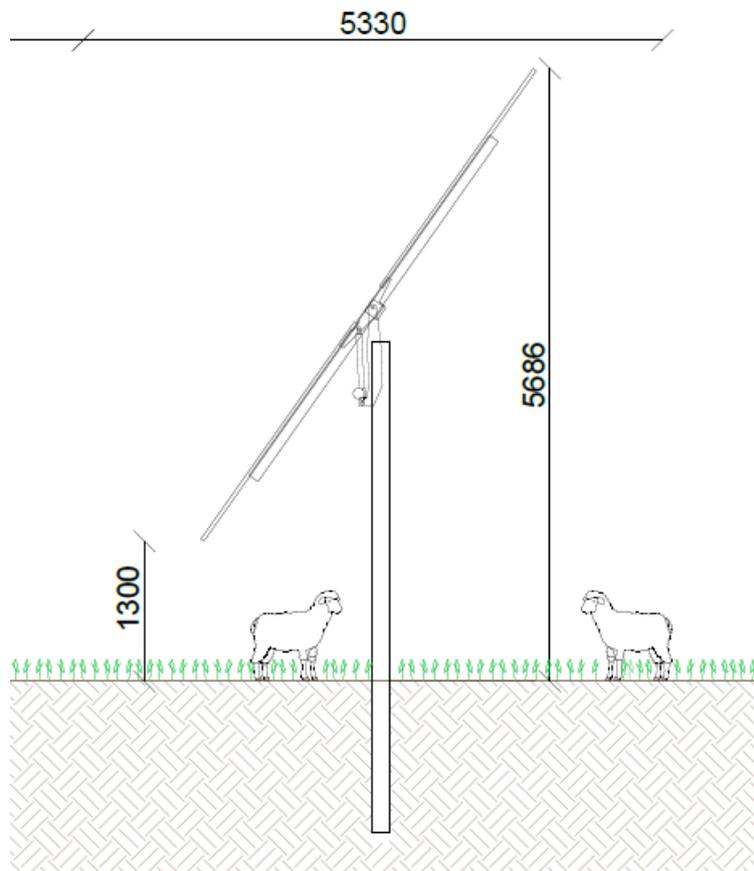


Figura 21 - Tracker in posizione inclinata

2.6.3 Moduli fotovoltaici

I moduli utilizzati nella progettazione saranno in silicio e saranno costituiti da celle collegate in serie tra un vetro temperato ed alta trasmittanza e due strati di materiali polimerici (EVA) e di Tedlar, impermeabili agli agenti atmosferici e stabili alle radiazioni UV. La struttura del modulo fotovoltaico sarà completata da una cornice in alluminio anodizzato provvista di fori di fissaggio, dello spessore di 50 mm. Ciascun modulo sarà dotato, sul retro, di n° 1 scatola di giunzione a tenuta stagna IP68 contenente 3 diodi di bypass e tutti i terminali elettrici ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi. Le caratteristiche costruttive e funzionali dei pannelli dovranno essere rispondenti alle Normative CE, e i pannelli stessi sono qualificati secondo le specifiche IEC 61215 ed. 2, IEC 61730-1 e IEC 61730-2. Le specifiche tecniche e dimensionali dei singoli moduli dovranno essere documentate da attestati di prova conformi ai suddetti criteri. È allegata una scheda tecnica di un pannello preso a base della progettazione. Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con n. 18.768 moduli da 610Wp cadauno marca Jinko Solar modello JKM610N.

I dati caratteristici sono forniti dal produttore come evidenziato nella tabella di seguito allegata.

| SPECIFICATIONS | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|--------|----------------------------------|--------|----------------------------------|--------|----------------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| Module Type | JKM595N-78HL4 JKM595N-78HL4-V | | JKM600N-78HL4 JKM600N-78HL4-V | | JKM605N-78HL4 JKM605N-78HL4-V | | JKM610N-78HL4 JKM610N-78HL4-V | | JKM615N-78HL4 JKM615N-78HL4-V | |
| | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 595Wp | 444Wp | 600Wp | 447Wp | 605Wp | 451Wp | 610Wp | 455Wp | 615Wp | 459Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 45.15V | 41.85V | 45.25V | 41.97V | 45.36V | 42.08V | 45.46V | 42.19V | 45.57V | 42.30V |
| Maximum Power Current (Imp) | 13.18A | 10.60A | 13.26A | 10.66A | 13.34A | 10.72A | 13.42A | 10.78A | 13.50A | 10.84A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 54.56V | 51.50V | 54.66V | 51.59V | 54.76V | 51.69V | 54.86V | 51.78V | 54.96V | 51.88V |
| Short-circuit Current (Isc) | 13.93A | 11.25A | 14.01A | 11.32A | 14.09A | 11.38A | 14.17A | 11.44A | 14.25A | 11.51A |
| Module Efficiency STC (%) | 21.29% | | 21.46% | | 21.64% | | 21.82% | | 22.00% | |
| Operating Temperature(°C) | -40°C~+85°C | | | | | | | | | |
| Maximum system voltage | 1000/1500VDC (IEC) | | | | | | | | | |
| Maximum series fuse rating | 30A | | | | | | | | | |
| Power tolerance | 0~+3% | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | -0.30%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | -0.28%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | 0.048%/°C | | | | | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C | | | | | | | | | |

2.6.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter)

La produzione di energia elettrica in un campo fotovoltaico avviene in corrente continua (DC). Per effettuare l'immissione nella rete di distribuzione a 20 kV è necessario effettuare la conversione della

corrente da continua ad alternata e quindi la trasformazione da bassa a media tensione.

Per ottimizzare l'efficienza della conversione si è scelto di utilizzare un sistema di conversione "distribuita" adoperando inverter che saranno installati direttamente sulle relative stringhe. Saranno impiegati 34 inverter.

Il vantaggio di questa soluzione è costituito dal fatto che, senza un trasformatore di bassa tensione, sia può ottenere un grado di rendimento più elevato riducendo contemporaneamente i costi degli inverter.

Tra i prodotti commercialmente disponibili saranno impiegati inverter in grado di garantire:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- conformità al codice di rete;
- disponibilità di informazioni di allarme e di misura su display integrato;
- funzionamento automatico, semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- affidabilità e lunga durata del servizio;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- dispositivo di controllo dell'isolamento sul lato DC;
- possibilità di regolazione di potenza attiva e reattiva con controllo locale o remoto; possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati.

Ciascun gruppo di conversione sarà dotato di un dispositivo per il sezionamento, comando ed interruzione atto a svolgere funzione di dispositivo di generatore (DDG). Gli inverter saranno alloggiati presso stazioni di conversione appositamente predisposte. La taglia delle macchine è stata scelta come compromesso tra l'opportunità di ridurre l'impatto sulla produzione ed il costo di un eventuale fuori servizio (distribuendo la funzione di conversione) e la necessità di assicurare prestazioni e funzioni di controllo evolute tipiche (ancorché non più esclusive) delle macchine centralizzate. L'utilizzo di cosiddetti inverter "di stringa" da posizionarsi in capo consente inoltre di non dover realizzare ulteriori fabbricati cabina per alloggiare le apparecchiature.

La sintesi degli elementi sopra descritti ha condotto alla scelta di macchine prodotte dalla società SUNGROW modello SG350HX. Di seguito le caratteristiche elettriche principali.

| Type designation | SG350HX |
|---|---|
| Input (DC) | |
| Max. PV input voltage | 1500 V |
| Min. PV input voltage / Startup input voltage | 500 V / 550 V |
| Nominal PV input voltage | 1080 V |
| MPP voltage range | 500 V – 1500 V |
| MPP voltage range for nominal power | 860 V – 1300 V |
| No. of independent MPP inputs | 12 (optional: 14/16) |
| Max. number of input connector per MPPT | 2 |
| Max. PV input current | 40 A * 12 (optional: 30 A * 14 / 30 A * 16) |
| Max. DC short-circuit current | 60 A * 12 (optional: 60 A * 14 / 60 A * 16) |
| Output (AC) | |
| AC output power | 352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @ 40 °C |
| Max. AC output current | 254 A |
| Nominal AC voltage | 3 / PE, 800 V |
| AC voltage range | 640 – 920V |
| Nominal grid frequency / Grid frequency range | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz |
| THD | < 3 % (at nominal power) |
| DC current injection | < 0.5 % In |
| Power factor at nominal power / Adjustable power factor | > 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging |
| Feed-in phases / connection phases | 3 / 3 |
| Efficiency | |
| Max. efficiency / European efficiency | 99.01 % / 98.80 % |

Figura 22 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG350HX

Si noti che ogni singolo inverter avrà in condizioni di normale funzionamento una potenza di uscita pari a 320 kW, erogata ad una tensione nominale in bassa tensione pari a 800V.

Il lato corrente continua avrà tensioni variabili in funzione delle temperature di esercizio, comunque nei limiti del funzionamento a MPPT e nel rispetto della tensione massima di ingresso del sistema. Al fine di agevolare al massimo il cablaggio ottimizzando i tempi di posa, riducendo le possibilità di errore e al fine di agevolare le attività manutentive, la lunghezza delle stringhe è stata accuratamente valutata in concerto con le caratteristiche elettriche dei convertitori ed in funzione della dimensione degli inseguitori. Si adatteranno pertanto stringhe tutte uguali tra loro, con un numero di moduli pari a 25. Ogni stringa verrà connessa al singolo MPPT dell'inverter. Il numero di stringhe per macchina è variabile, in funzione delle singole piastre.

L'elevato numero di "MPPT" (maximum power point tracker) unito all'elevato valore di tensione ammessa sul lato corrente continua consente infatti di ottimizzare il numero di stringhe in ingresso alla singola macchina evitando l'installazione di ulteriori quadri in campo. Tale scelta determinerà pertanto un minor impatto visivo dell'installazione oltre che un minor dispendio di risorse sia in fase installativa che in fase manutentiva.

Ogni inverter avrà a bordo tutto quanto necessario per il corretto funzionamento e monitoraggio, con particolare riferimento a:

- controllo di correnti disperse;

- verifica dell'isolamento del campo fotovoltaico da terra;
- sezionamento lato corrente continua;
- protezione da sovratensioni;
- monitoraggio integrato di stringa e funzionalità anti PID (fenomeno di degrado dei moduli fotovoltaici).

Il corretto accoppiamento inverter e numero di moduli, visibile negli allegati di calcolo, garantirà elevate efficienze di conversione. Di seguito si riportano le curve di efficienza fornite dal costruttore.

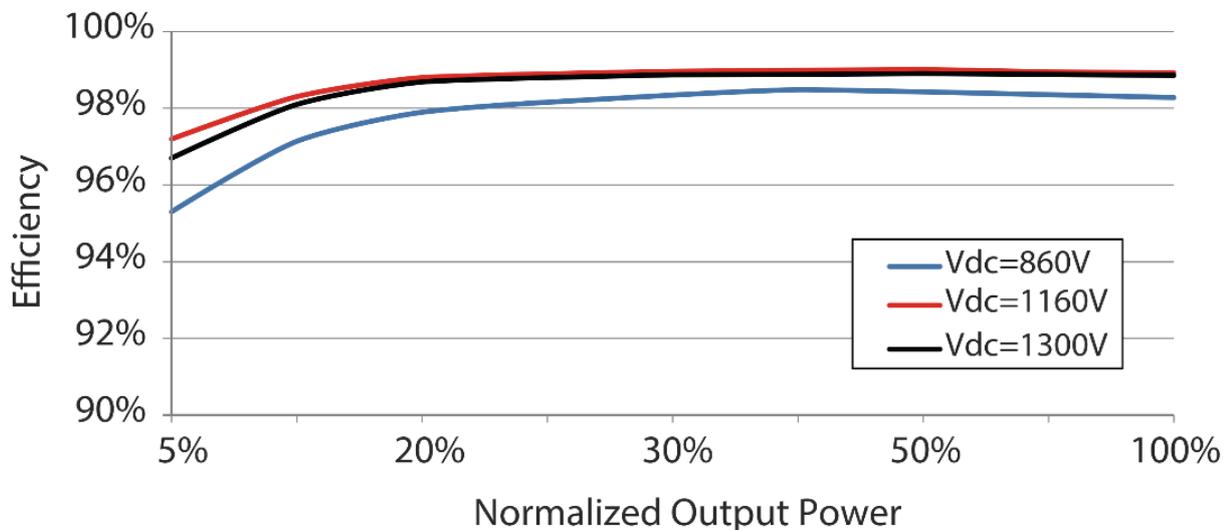


Figura 23 - Efficienza inverter

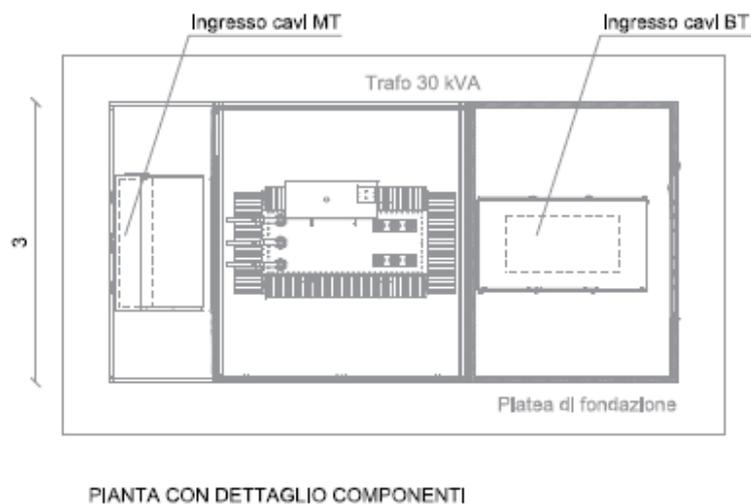
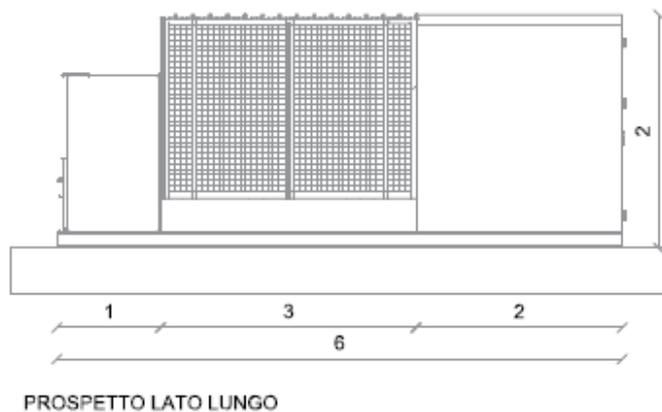
Gli inverter, come riscontrabili negli elaborati progettuali, verranno installati in campo, in prossimità del campo fotovoltaico. In generale saranno ancorati a profili metallici, adeguatamente dimensionati, ed infissi nel terreno. Sarà inoltre prevista una lamiera di copertura atta a proteggere i dispositivi dalle intemperie. Le macchine saranno in ogni caso compatibili con l'installazione in ambiente esterno.

2.6.4 Sotto-cabine MT

Le varie piastre sono dotate di cabine di trasformazione MT/BT atte ad elevare gli 800 V AC nominali in uscita dagli inverter alla media tensione a 30kV utilizzata per distribuire l'energia prodotta all'interno del lotto fino alla consegna in alta tensione.



Figura 24 – Cabina tipo MT/BT



Ogni sotto cabina sarà dotata di adeguato trasformatore MT/BT e di interruttori BT atti a proteggere le linee in partenza per ogni inverter. I fabbricati saranno realizzati con soluzioni standard prefabbricate dotate di quanto necessario per ottenere posa ed un esercizio a regola d'arte.

In ogni cabina dovrà essere alloggiato un trasformatore dedicato ai servizi ausiliari a 400V trifase e 230V monofase. In particolare, tali macchine dovranno alimentare i sistemi di raffreddamento di

cabina, le alimentazioni ausiliare delle apparecchiature di verifica e monitoraggio e gli attuatori dei sistemi di inseguimento monoassiale in campo.

2.6.5 Area di raccolta cabine MT

L'energia prodotta dalle stazioni di conversione e trasformazione sarà immessa sulla rete di raccolta MT dell'impianto, esercita a 30 kV secondo una configurazione radiale su più linee. Ogni cabina MT/BT interna al campo avrà adeguato interruttore MT ubicato nella cabina di raccolta, quale interruttore di protezione linea. Sarà pertanto sempre possibile lavorare in sicurezza nella singola sottocabina operando sugli interruttori di manovra previsti. Alla medesima cabina di raccolta verranno convogliati tutte le cabine presenti.

Sarà inoltre possibile togliere alimentazione all'intero campo fotovoltaico agendo sull'interruttore generale in media tensione unico per tutto l'impianto.

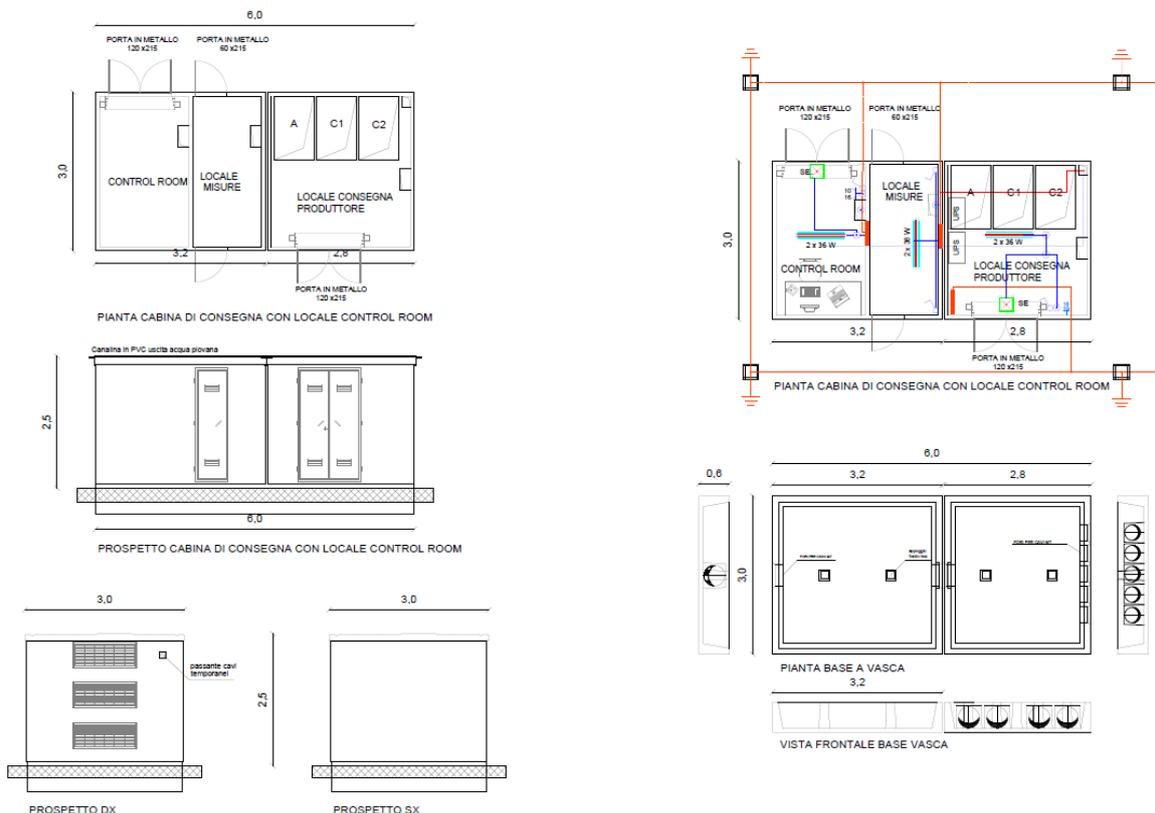


Figura 25- Cabina di raccolta e control room

Dalla prima cabina R1 di raccolta partirà la linea dorsale in media tensione di lunghezza pari a circa **1.016 m** diretta verso la nuova SE.

2.7 Il dispacciamento dell'energia prodotta

Per potere immettere in rete una potenza elettrica superiore a 1 MW si rende necessario effettuare una connessione con linea elettrica di sezione adeguata alla potenza massima erogata dall'impianto. Seguendo i criteri per la realizzazione di impianti fotovoltaici della Regione Umbria si prevede di realizzare un elettrodotto in MT interamente interrato della lunghezza di 1 km.

2.7.1 Elettrodotto R1-SE



Figura 26- Tracciato del cavidotto MT esterno verso la nuova SE

La sezione dei conduttori da utilizzarsi è calcolata cautelativamente sulla massima potenza di esercizio pari a 10.880 kW. Considerando una tensione nominale di 30kV e un $\cos\varphi = 0,9$, si calcola una corrente di impiego di circa 233 A.

Si prevede di applicare i seguenti coefficienti correttivi, tenuto conto della presenza di guaina in EPR:

- k_{temp} : 0,96
- $k_{res.}$: 0,95 (tenuto conto di una resistività pari a $1 \text{ k}\cdot\text{m}/\text{W}$)
- k_{posa} : 0,96 (tenuto conto di una posa a profondità pari a 1,2 m)
- Da cui si deriva la portata del cavo $I = I_n \cdot k_{temp} \cdot k_{res.} \cdot k_{posa} = 246 \text{ A}$
- Dove I_n è la portata di 281 A indicata in tabella per il cavo da 120 mmq
- Si prevede pertanto di utilizzare n°1 cavi da 120 mmq per fase.

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics
U max: 36 kV

| Formazione Size | Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø | Spessore medio isolante Average insulation thickness | Ø esterno max Max outer Ø | Peso indicativo cavo Approx. cable weight | Portata di corrente Current rating | | | |
|----------------------|---|---|------------------------------|--|---------------------------------------|------------------|------------------------|------------------|
| | | | | | A | | | |
| | | | | | in aria In air | | interrato* buried* | |
| n° x mm ² | mm | mm | mm | kg/km | a trifoglio trefoil | in piano flat | a trifoglio trefoil | in piano flat |
| 1 x 35 | 7,0 | 8,0 | 33,5 | 1030,0 | 144,0 | 152,0 | 142,0 | 149,0 |
| 1 x 50 | 8,1 | 8,0 | 34,1 | 1150,0 | 174,0 | 183,0 | 168,0 | 177,0 |
| 1 x 70 | 9,7 | 8,0 | 36,2 | 1300,0 | 218,0 | 229,0 | 207,0 | 218,0 |
| 1 x 95 | 11,4 | 8,0 | 38,2 | 1450,0 | 266,0 | 280,0 | 247,0 | 260,0 |
| 1 x 120 | 12,9 | 8,0 | 40,0 | 1650,0 | 309,0 | 325,0 | 281,0 | 296,0 |
| 1 x 150 | 14,3 | 8,0 | 41,0 | 1800,0 | 352,0 | 371,0 | 318,0 | 335,0 |
| 1 x 185 | 16,0 | 8,0 | 43,1 | 2020,0 | 406,0 | 427,0 | 361,0 | 380,0 |
| 1 x 240 | 18,3 | 8,0 | 45,0 | 2300,0 | 483,0 | 508,0 | 418,0 | 440,0 |
| 1 x 300 | 21,0 | 8,0 | 47,0 | 2620,0 | 547,0 | 576,0 | 472,0 | 497,0 |
| 1 x 400 | 23,6 | 8,0 | 51,1 | 3080,0 | 640,0 | 674,0 | 543,0 | 572,0 |
| 1 x 500 | 26,5 | 8,0 | 53,0 | 3630,0 | 740,0 | 779,0 | 621,0 | 654,0 |
| 1 x 630 | 30,1 | 8,0 | 60,2 | 4250,0 | 862,0 | 907,0 | 706,0 | 743,0 |

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

Figura 27- Caratteristiche tecniche elettrodotto consegna alla SE

2.7.2- Descrizione del percorso e degli attraversamenti

Il cavidotto MT che porta alla sottostazione utente MT/AT avrà origine dal margine Ovest della centrale in corrispondenza delle rispettive cabine di raccolta, innestandosi attraversando strade pubbliche e private.



Figura 28 – Elettrodotto

secondo il percorso descritto di seguito:

- Dalla centrale si diparte lungo la strada interpoderale “contrada strade rosse”, per ca. 700 metri,
- Raggiunge la strada comunale di “località Torraccia”, e la percorre per ca. 150 metri,
- Entra nella cabina utente.

Rinviando alla rappresentazione cartografica e su mappa catastale allegata al progetto, si descrive brevemente il percorso seguito.

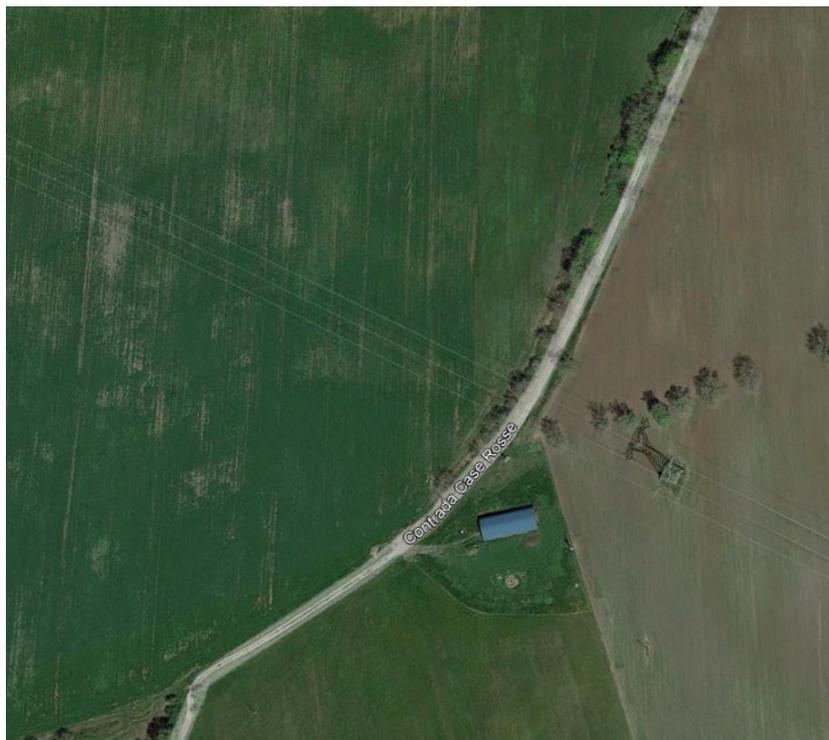


Figura 29 - Particolare strada interpoderale

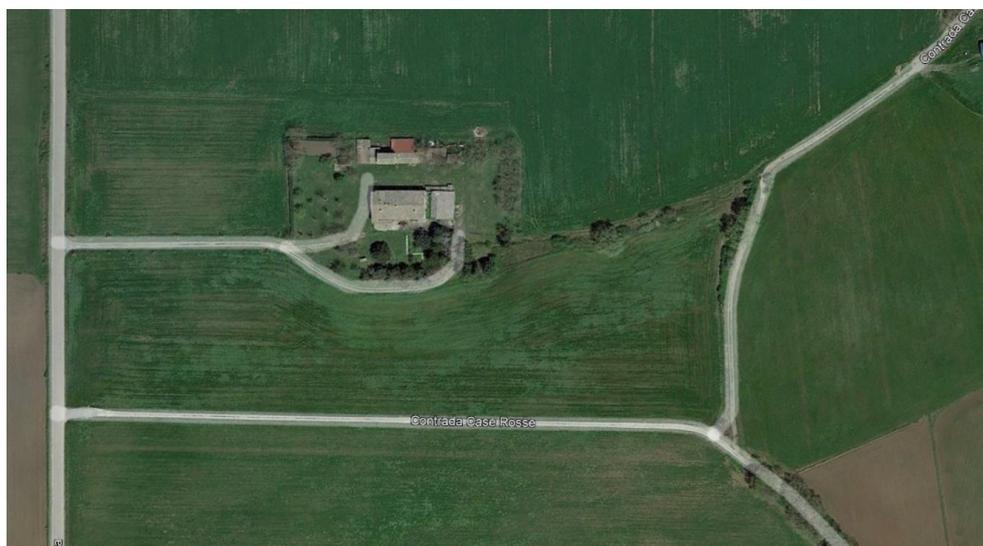


Figura 30 - Particolare parte terminale strada interpoderale



Figura 31- Particolare della strada comunale



Figura 32 – area della nuova SE

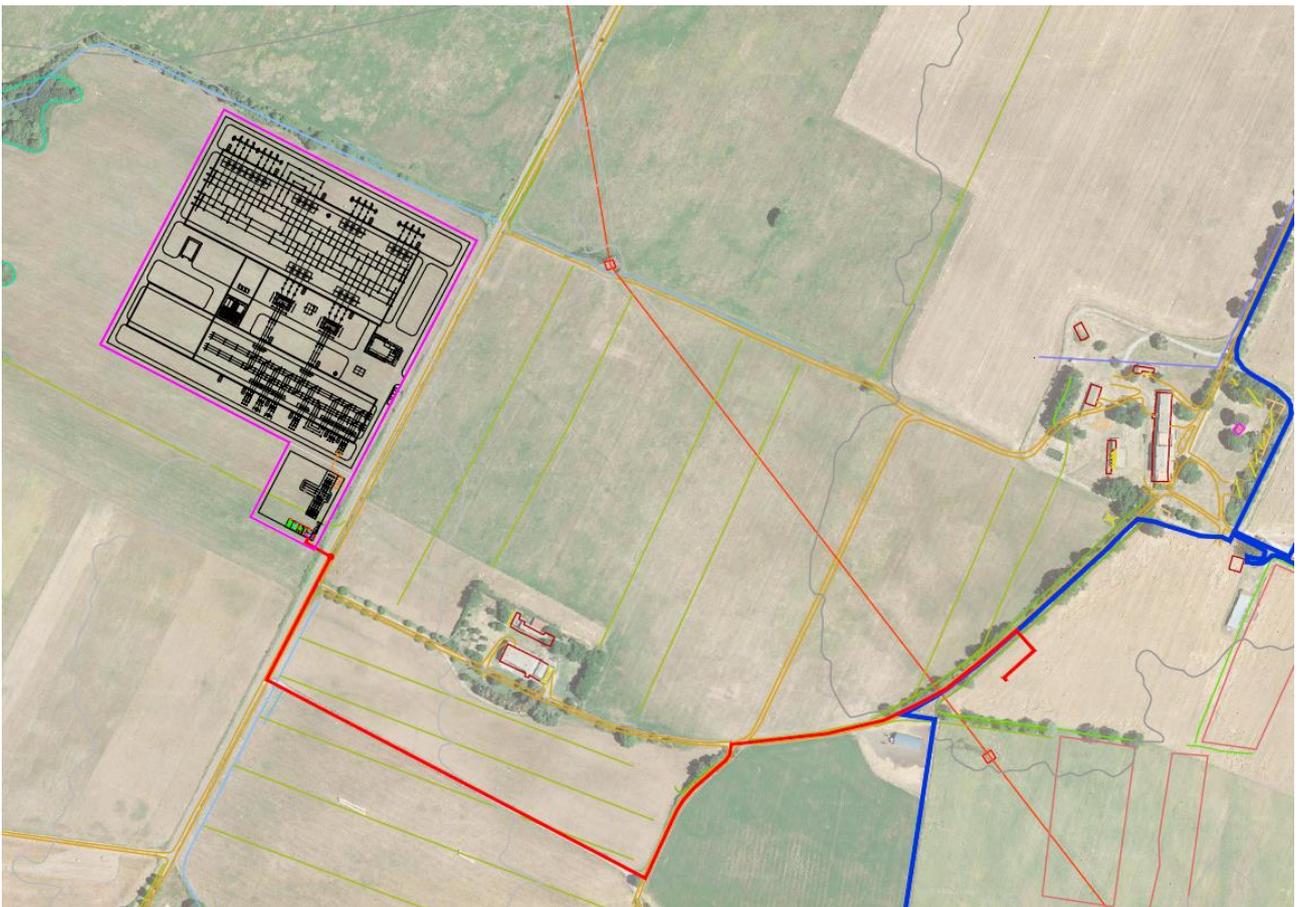


Figura 33 – Dettaglio SE ed elettrodotto

2.7.3 Cavidotti interni

I cavi di connessione all'interno del campo fotovoltaico saranno ubicati in cavidotti in polietilene in posa interrata, a doppio strato con esterno corrugato, con resistenza agli agenti chimici idonei alla posa in qualsiasi tipo di terreno ed elevata resistenza allo schiacciamento e agli urti. Inoltre, sia per evitare diminuzioni della portata che per favorire la sfilabilità dei cavi, si è scelto che il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare sia pari almeno a 1,3 volte il diametro dei cerchi circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

Lo scavo nel terreno sarà realizzato in modo tale da permettere la posa dei cavidotti ad una profondità \geq di 600mm dalla superficie di calpestio, sia il fondo dello scavo che il suo riempimento sarà realizzato con materiale di riporto in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.



Figura 34- Cavidotti BT interni

Il tracciato della linea in cavo è stato scelto con criterio di minima distanza e tale da rispettare le distanze di rispetto e di sicurezza prescritte dalle normative vigenti, riassunte nei sottoparagrafi seguenti. Il tracciato è stato individuato per essere il più breve possibile, seguendo il percorso delle strade pubbliche comunali, quanto più possibile rettilineo e parallelo al ciglio stradale.

In ogni caso sarà rispettato il raggio di curvatura minimo del conduttore.

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame (o alluminio) con le seguenti prescrizioni:

- tipo FG16 (o ARG16) se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;
- tipo FS17 se all'interno di cavidotti interni a cabine.

Si utilizzano le seguenti sezioni minime dei conduttori:

- 0,75 mmq conduttori di circuiti ausiliari e/o di segnalazione;
- 1,5 mmq per punti luce e prese 10°;

- 2,5 mmq per prese da 16A e utenze FM.

Per i conduttori neutri e di protezione si utilizzano sezioni uguali al conduttore di fase, e solo per sezioni dei conduttori di fase uguale o maggiore di 25 mmq si utilizzano conduttori di neutro e di protezione di sezione metà del conduttore di fase. Per i conduttori di terra si utilizzano sezioni minime di 16mmq se isolati, e posati in tubo.

Per l'alimentazione di utilizzatori di grossa potenza e per una flessibilità di utilizzo e facilità di manutenzione sono impiegati condotti sbarre costruiti in accordo con la Norma CEI 17-13/2.

2.7.4 Sicurezza elettrica

Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è effettuata tramite barriere od involucri chiusi sui conduttori e comunque su tutte le parti attive, onde evitare il contatto accidentale con parti in tensione.

Misure di protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione. Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione saranno collegate allo stesso impianto di terra.

Viene essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

dove:

- R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- I_a è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn} .

Per ragioni di selettività, si utilizzeranno dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (selettivi) in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale (istantanei). Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Impianto di terra

L'impianto di terra soddisferà le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- evitare danni a componenti elettrici o a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

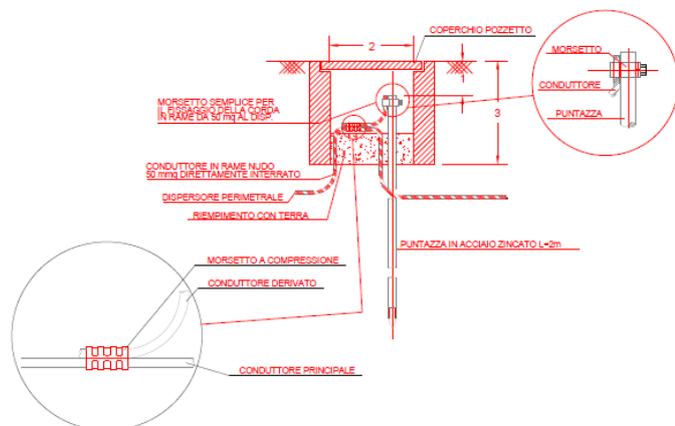
Dal collettore di terra principale all'interno dei quadri generali e delle singole cabine si distribuiranno i conduttori di protezione ed equipotenziali.

Intorno alle cabine sarà realizzato a ca 50 mc di profondità un dispersore in rame opportunamente dimensionato. Saranno realizzati in accordo con le norme vigenti.

❖ dispersore a croce in acciaio dolce zincato a caldo (mm. 50x50x5 lunghezza 1,5 m) infissi nel terreno entro apposito pozzetto ispezionabile ove previsto (come da planimetria) con le parti alte a non meno di 0,5 m sotto il piano di calpestio,

❖ corda nuda a tondino in rame da 50 mm² direttamente interrata nel terreno, ove possibile, nello stesso scavo eseguito per la posa delle condutture elettriche, alla profondità di posa dovrà essere di almeno 0,6 m dalla superficie calpestabile; inoltre, essa dovrà essere ricoperta con terra, argilla, humus, limo, bentonite e non con ghiaia o ciottolo o materiale di "risultata" del cantiere.

DETTAGLIO DI MONTAGGIO POZZETTO CON DISPERSORE



Le sezioni dei conduttori di protezione saranno pari alle sezioni dei conduttori di fase; per sezioni superiori a 16 mm² la sezione è pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16 mm² e comunque in grado di soddisfare le condizioni stabilite dalle norme CEI 64.8.

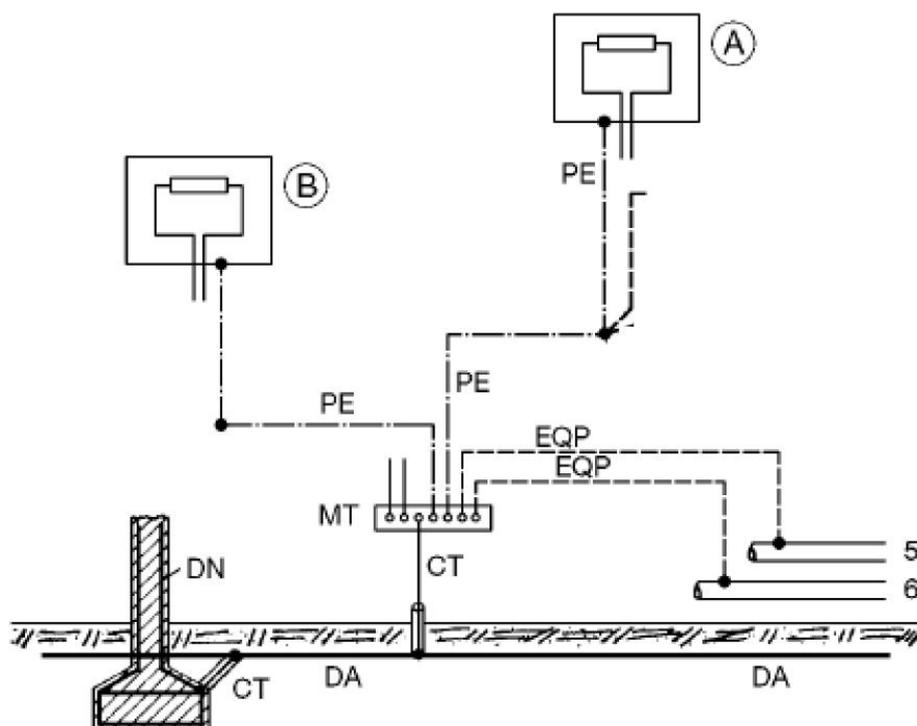


Figura 35 - Esempio di impianto di terra

DA = Dispersore (intenzionale)

DN = Dispersore (di fatto)

CT = Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto con il terreno)

MT = Collettore (o nodo) principale di terra

PE = Conduttore di protezione

A, B = Masse

2, 3, 4, 5, 6 = Masse estranee

Protezione delle condutture

Tutte le linee risultano protette dagli effetti dei cortocircuiti o sovraccarichi con idoneo interruttore magnetotermico.

Nella verifica delle protezioni si tiene conto delle sezioni minime componenti la linea, se queste non dispongono di autonomo organo di protezione.

2.7.5 Analisi del preventivo di connessione alla RTN

Per considerare correttamente la connessione occorre tenere presente quanto segue:

- 1- Come risulta dal sito Terna¹ la provincia di Terni è una “*regione critica AT*” con riferimento alla connessione alla rete di trasmissione.

¹ - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/rete/connessione-rete/aree-linee-critiche>

- 2- Ai sensi del Codice di rete² Terna deve connettere gli impianti a condizioni “*trasparenti e non discriminatorie*”. La sezione 1 A detta le condizioni della connessione alla RTN tenendo conto di soluzioni che “non degradino le prestazioni e l’affidabilità della RTN”, non compromettano “la sicurezza del Sistema elettrico nazionale”, non rechino danno agli altri utenti connessi alla RTN. L’utente ha obbligo di “rispettare eventuali limitazioni di esercizio dovute a vincoli di rete” (cfr. 1 A.3.2);
- 3- Gli interventi indicati in STMG sono necessari al fine del soddisfacimento della richiesta di connessione (cfr. 1 A. 5.2.1, p.,18), ma, precisazione importante, al fine di soddisfare la presente condizione: “Il Gestore elabora la STMG tenendo conto delle esigenze di sviluppo razionale delle reti elettriche, delle esigenze di salvaguardia della continuità del servizio e, nel contempo, *in modo tale da non prevedere limitazioni permanenti della potenza di connessione nelle prevedibili condizioni di funzionamento del SEN*”;
- 4- il gestore ha comunque “facoltà di realizzare soluzioni per la connessione diverse dalle soluzioni tecniche minime per la connessione ferme restando le disposizioni relative alla determinazione delle condizioni economiche per la connessione. In tal caso eventuali costi ulteriori a quelli corrispondenti alla soluzione tecnica minima per la connessione sono a carico del Gestore” (cfr. 1 A.5.2.3);
- 5- in sede di ottenimento della STMD (esecutivo della connessione) il gestore può nuovamente elencare gli interventi sulle reti esistenti necessari al fine del soddisfacimento della richiesta di connessione (cfr 1 A.5.8.4, a) e b);
- 6- in sede di entrata in esercizio il gestore può comunicare “eventuali altri obblighi” affinché la connessione venga attivata (cfr. 1 A.5.10), tra questi la provvisoria limitazione della potenza in immissione;
- 7- Al primo parallelo con la rete e l’attivazione della connessione il soggetto richiedente acquista il diritto ad immettere energia nella RTN nei limiti della potenza di connessione e delle altre regole del codice di rete (cfr. 1 A.5.10.2.3).

In questo caso si applica quanto previsto dalla Delibera ARERA ARG/elt 226/12³ (quella ARG/elt 328/12 si riferisce ad altri casi).

In buona sostanza con detta delibera, qualora l’impianto ricada in area critica (cosa non applicata allo stato, in quanto l’impianto è in area critica ma non su linea critica, come visto), si stabilisce che in

² - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/codici-rete/codice-rete-italiano>

³ - <https://www.arera.it/it/docs/12/226-12.htm> e <https://www.arera.it/allegati/docs/12/226-12ti.pdf>

prossimità della conclusione del procedimento di autorizzazione la Terna S.p.a. ha facoltà di emettere un nuovo preventivo di connessione che aggiorni le condizioni di connessione e prenotazione di rete alle mutate condizioni della rete.

Si allega, per maggiore comprensione della situazione della rete, uno schema della rete di distribuzione italiana.

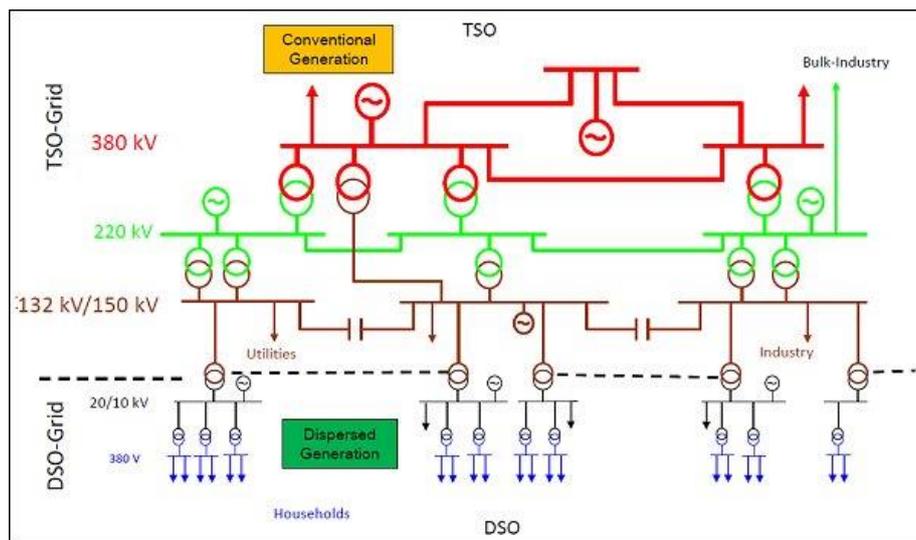


Figura 36- Schema rete di distribuzione, Italia

2.7.5.1 – Descrizione della soluzione di connessione

In data 10 agosto 2021 è stato ricevuto il Preventivo di Connessione, prot. 202101098, da Terna S.p.a. per una potenza di immissione di 27,45 MW, preventivo successivamente accettato.

La soluzione prevede (estratti dalla STMG):

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 132 kV con la sezione a 132 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/132 kV della RTN da inserire in entra – esce sull'elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Roma Nord - Pian della Speranza".

In base a quanto descritto l'intervento si può schematizzare come segue:

Nel Tavolo Tecnico con Terna S.p.a. è stato attribuito a RWE il ruolo di capofila per la progettazione della nuova SE di smistamento da inserire nella linea RTN.

2.7.6 Stazione di trasformazione AT/MT e di consegna finale

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga in antenna a 132 kV con la sezione a 132 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/132 kV della RTN da inserire in entra – esce sull’elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Roma Nord - Pian della Speranza”. La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Castel Giorgio (TR), come da indicazioni condivise con l’ufficio tecnico di Terna SpA. L’area individuata è identificata al N.C.T. di Castel Giorgio come rappresentato nella tavola allegata.

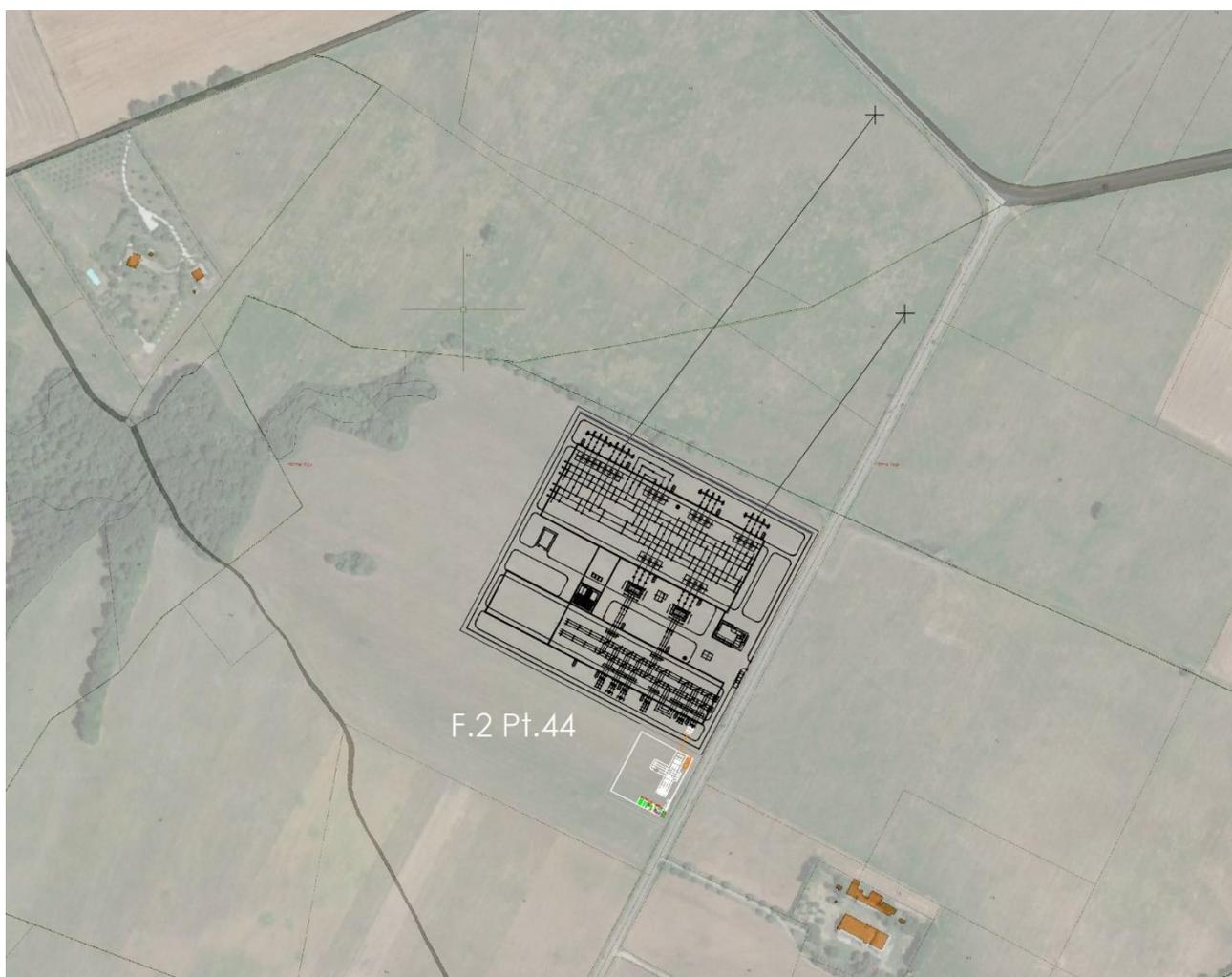


Figura 37 - Nuova SE

La stazione elettrica utente sarà dotata di un trasformatore di potenza con relativi edifici tecnici adibiti al controllo e alla misura dell’energia prodotta ed immessa in rete.

La stazione avrà un'estensione di circa 3.000 mq e l'ubicazione è prevista su un terreno classificato, urbanisticamente dal vigente strumento urbanistico del Comune di Castel Giorgio (TR), come area "Agricola E".

La sezione in alta tensione a 150 kV è composta da quattro stalli di trasformazione (uno per ciascun produttore) MONTANTE TR e da una terna di sbarre per eseguire il parallelo elettrico. Infine, a valle del parallelo sarà realizzato uno stallo con protezioni e linea di partenza linea in cavo, con apparati di misura e protezione (TV e TA) MONTANTE LINEA. Il sezionatore generale, la protezione di linea, organi di misura gestione e controllo saranno in comunicazione.

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, il magazzino, i servizi igienici, ecc

La connessione tra la sottostazione utente e la stazione Terna avverrà mediante raccordo in cavo 150 kV interrato.

Il cavidotto AT interrato avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione nominale d'isolamento (U_0/U) kV 87/150
- Tensione massima permanente di esercizio (U_m) kV 170
- Norme di rispondenza IEC 60840
- Sezione 1.200 mm² (per potenze fino a 300 MW)
- Conduttore: rame
- Isolante: XLPE
- Schermo in alluminio
- Guaina: PE

Si rinvia alla Relazione Tecnica Generale ed alla "Relazione tecnica generale AT" per i maggiori dettagli.

2.8 *Producibilità*

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI 10349:2016” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale. Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI/TR 11328-1:

Valori di albedo medio mensile

| Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

L'albedo medio annuo è pari a **0.20**

E' estremamente importante ottimizzare il layout degli inseguitori in modo tale da minimizzare le perdite dovute a reciproco ombreggiamento soprattutto nelle ore in cui il sole risulta basso sull'orizzonte. Il problema della perdita per ombreggiamento reciproco parziale è particolarmente importante perché numerose stringhe possono perdere contemporaneamente di producibilità. Per ovviare a questo problema molti produttori hanno adottato una strategia di ottimizzazione definita backtracking. Non appena i tracker cominciano a proiettare ombra sulle file adiacenti, l'angolo d'inseguimento non seguirà più il percorso solare permettendo di minimizzare le perdite.

Per una data posizione del sole, l'orientamento del tracker deve essere determinato utilizzando il passo e la larghezza dei tracker.

Per la simulazione di producibilità è stato utilizzato il software di calcolo "PVSyst V.7.1.8".

Tenute in conto le specifiche perdite dovute allo sporcamento, decadimento annuo producibilità moduli, perdita LID, perdita per mismatching e temperatura si stima una producibilità specifica di **1.735 kWh/kWp/a.**



PVsyst V7.2.16
 VC2, Simulation date:
 24/07/22 15:10
 with v7.2.16

Project: Castel Giorgio

Variant: Pitch 9,5 m_bifacial

Aedes Group Engineering (Italy)

Project summary

| | | | | | |
|---|--|------------------|----------|-------------------------|------|
| Geographical Site | | Situation | | Project settings | |
| Case Galli | | Latitude | 42.73 °N | Albedo | 0.20 |
| Italy | | Longitude | 11.98 °E | | |
| | | Altitude | 548 m | | |
| | | Time zone | UTC+1 | | |
| Meteo data | | | | | |
| Case Galli | | | | | |
| Meteonorm 8.0 (1991-2014), Sat=100% - Sintetico | | | | | |

System summary

| | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|--|--|----------------------|--|
| Grid-Connected System | | Tracking system with backtracking | | | |
| PV Field Orientation | | Tracking algorithm | | Near Shadings | |
| Orientation | | Irradiance optimization | | According to strings | |
| Tracking plane, horizontal N-S axis | | Backtracking activated | | Electrical effect | |
| Axis azimuth | | 0 ° | | 100 % | |
| System information | | | | | |
| PV Array | | | | | |
| Nb. of modules | 18768 units | Inverters | | Nb. of units | |
| Pnom total | 11.45 MWp | Nb. of units | | 34 units | |
| | | Pnom total | | 10.88 MWac | |
| | | Pnom ratio | | 1.052 | |
| User's needs | | | | | |
| Unlimited load (grid) | | | | | |

Results summary

| | | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------|-------------------|----------------|---------|
| Produced Energy | 20 GWh/year | Specific production | 1735 kWh/kWp/year | Perf. Ratio PR | 92.90 % |
|-----------------|-------------|---------------------|-------------------|----------------|---------|

Table of contents

| | |
|---|---|
| Project and results summary | 2 |
| General parameters, PV Array Characteristics, System losses | 3 |
| Near shading definition - Iso-shadings diagram | 5 |
| Main results | 6 |
| Loss diagram | 7 |
| Special graphs | 8 |

Figura 38 - Simulazione producibilità, sommario



PVsyst V7.2.16
 VC2, Simulation date:
 24/07/22 15:10
 with v7.2.16

Project: Castel Giorgio

Variant: Pitch 9,5 m_bifacial

Aedes Group Engineering (Italy)

General parameters

| Grid-Connected System | | Tracking system with backtracking | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------|
| PV Field Orientation | | Tracking algorithm | |
| Orientation | | Irradiance optimization | |
| Tracking plane, horizontal N-S axis | | Backtracking activated | |
| Axis azimuth | 0 ° | | |
| Models used | | Backtracking array | |
| Transposition | Perez | Nb. of trackers | 390 units |
| Diffuse | Perez, Meteonorm | Sizes | |
| Circumsolar | separate | Tracker Spacing | 9.50 m |
| Horizon | | Collector width | 4.95 m |
| Free Horizon | | Ground Cov. Ratio (GCR) | 52.1 % |
| | | Phi min / max. | +/- 55.0 ° |
| | | Backtracking strategy | |
| | | Phi limits | +/- 58.5 ° |
| | | Backtracking pitch | 9.50 m |
| | | Backtracking width | 4.95 m |
| | | User's needs | |
| | | Unlimited load (grid) | |
| Bifacial system | | Near Shadings | |
| Model | 2D Calculation unlimited trackers | According to strings | |
| | | Electrical effect | 100 % |
| Bifacial model geometry | | Bifacial model definitions | |
| Tracker Spacing | 9.50 m | Ground albedo | 0.30 |
| Tracker width | 4.95 m | Bifaciality factor | 80 % |
| GCR | 52.1 % | Rear shading factor | 5.0 % |
| Axis height above ground | 2.10 m | Rear mismatch loss | 10.0 % |
| | | Shed transparent fraction | 0.0 % |

PV Array Characteristics

| PV module | | Inverter | |
|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Manufacturer | Jinkosolar | Manufacturer | Sungrow |
| Model | JKM610N-78HL4-BDV | Model | SG350HX-20A-Preliminary |
| (Custom parameters definition) | | (Custom parameters definition) | |
| Unit Nom. Power | 610 Wp | Unit Nom. Power | 320 kWac |
| Number of PV modules | 18768 units | Number of inverters | 34 units |
| Nominal (STC) | 11.45 MWp | Total power | 10880 kWac |
| Modules | 782 Strings x 24 In series | Operating voltage | 500-1500 V |
| At operating cond. (50°C) | | Max. power (=>30°C) | 352 kWac |
| Pmpp | 10.59 MWp | Pnom ratio (DC:AC) | 1.05 |
| U mpp | 1003 V | | |
| I mpp | 10557 A | | |
| Total PV power | | Total inverter power | |
| Nominal (STC) | 11448 kWp | Total power | 10880 kWac |
| Total | 18768 modules | Number of inverters | 34 units |
| Module area | 52462 m ² | Pnom ratio | 1.05 |
| Cell area | 48338 m ² | | |

Figura 39 - simulazione producibilità, dati



PVsyst V7.2.16
 VC2, Simulation date:
 24/07/22 15:10
 with v7.2.16

Project: Castel Giorgio
Variant: Pitch 9,5 m_bifacial

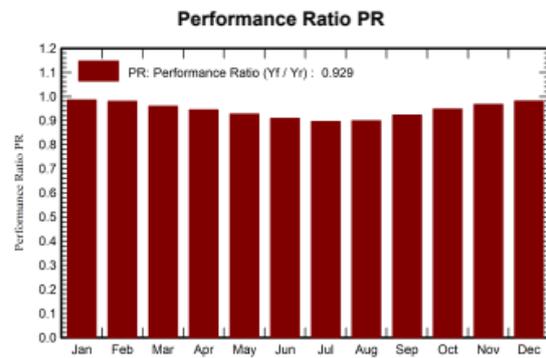
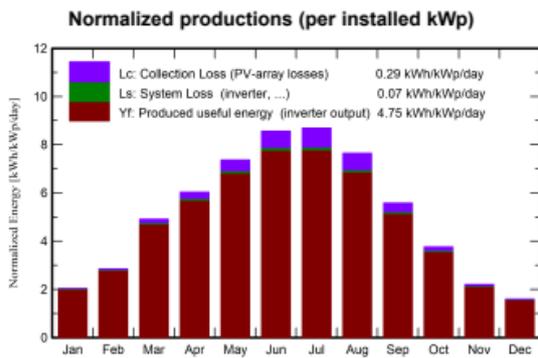
Aedes Group Engineering (Italy)

Main results

System Production

Produced Energy 20 GWh/year

Specific production 1735 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 92.90 %



Balances and main results

| | GlobHor kWh/m ² | DiffHor kWh/m ² | T_Amb °C | GlobInc kWh/m ² | GlobEff kWh/m ² | EArray GWh | E_Grid GWh | PR ratio |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| January | 49.8 | 25.76 | 5.99 | 63.3 | 60.7 | 0.724 | 0.714 | 0.986 |
| February | 63.6 | 32.09 | 6.78 | 79.7 | 76.6 | 0.907 | 0.894 | 0.980 |
| March | 119.5 | 48.55 | 9.90 | 152.3 | 146.6 | 1.695 | 1.673 | 0.959 |
| April | 145.0 | 62.71 | 13.22 | 181.0 | 174.5 | 1.984 | 1.957 | 0.945 |
| May | 182.8 | 79.58 | 17.50 | 228.5 | 220.3 | 2.460 | 2.426 | 0.927 |
| June | 203.4 | 79.06 | 22.06 | 256.9 | 247.8 | 2.712 | 2.673 | 0.909 |
| July | 212.0 | 73.76 | 25.24 | 269.5 | 260.1 | 2.806 | 2.765 | 0.896 |
| August | 184.9 | 62.63 | 25.12 | 237.0 | 228.8 | 2.475 | 2.439 | 0.899 |
| September | 130.8 | 50.30 | 19.84 | 167.5 | 161.5 | 1.796 | 1.770 | 0.923 |
| October | 92.0 | 38.59 | 16.02 | 116.7 | 112.5 | 1.284 | 1.266 | 0.948 |
| November | 51.8 | 25.36 | 10.87 | 66.0 | 63.5 | 0.742 | 0.730 | 0.967 |
| December | 40.2 | 23.08 | 7.41 | 49.5 | 47.5 | 0.565 | 0.556 | 0.982 |
| Year | 1475.9 | 601.49 | 15.05 | 1867.8 | 1800.5 | 20.151 | 19.864 | 0.929 |

Legends

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio

Figura 41 - Simulazione producibilità, diagrammi



PVsyst V7.2.16
 VC2, Simulation date:
 24/07/22 15:10
 with v7.2.16

Project: Castel Giorgio
 Variant: Pitch 9,5_m_bifacial
 Aedes Group Engineering (Italy)

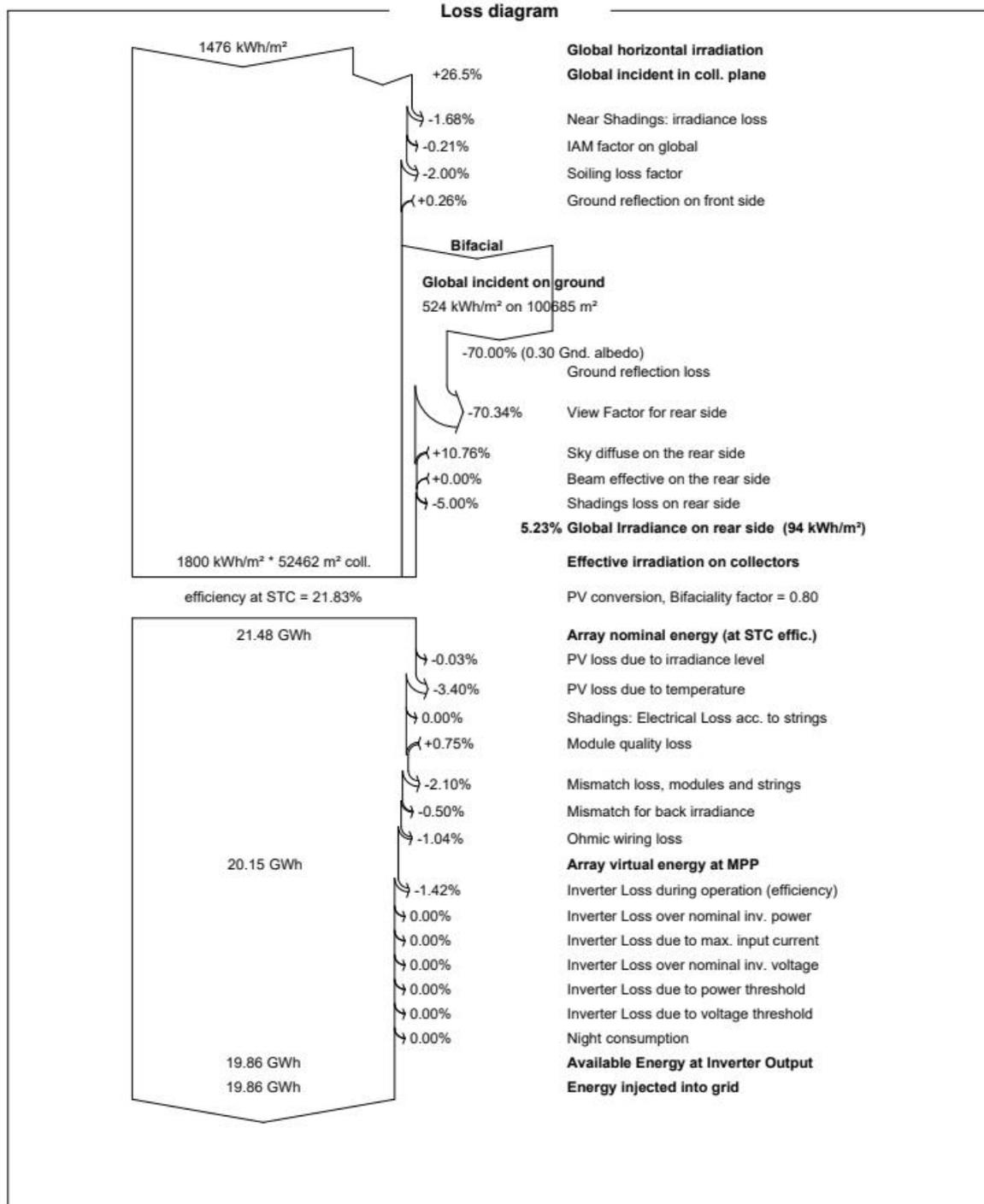


Figura 42 - Simulazione producibilità, perdite



PVsyst V7.2.16
VC2, Simulation date:
24/07/22 15:10
with v7.2.16

Project: Castel Giorgio
Variant: Pitch 9,5 m_bifacial

Aedes Group Engineering (Italy)

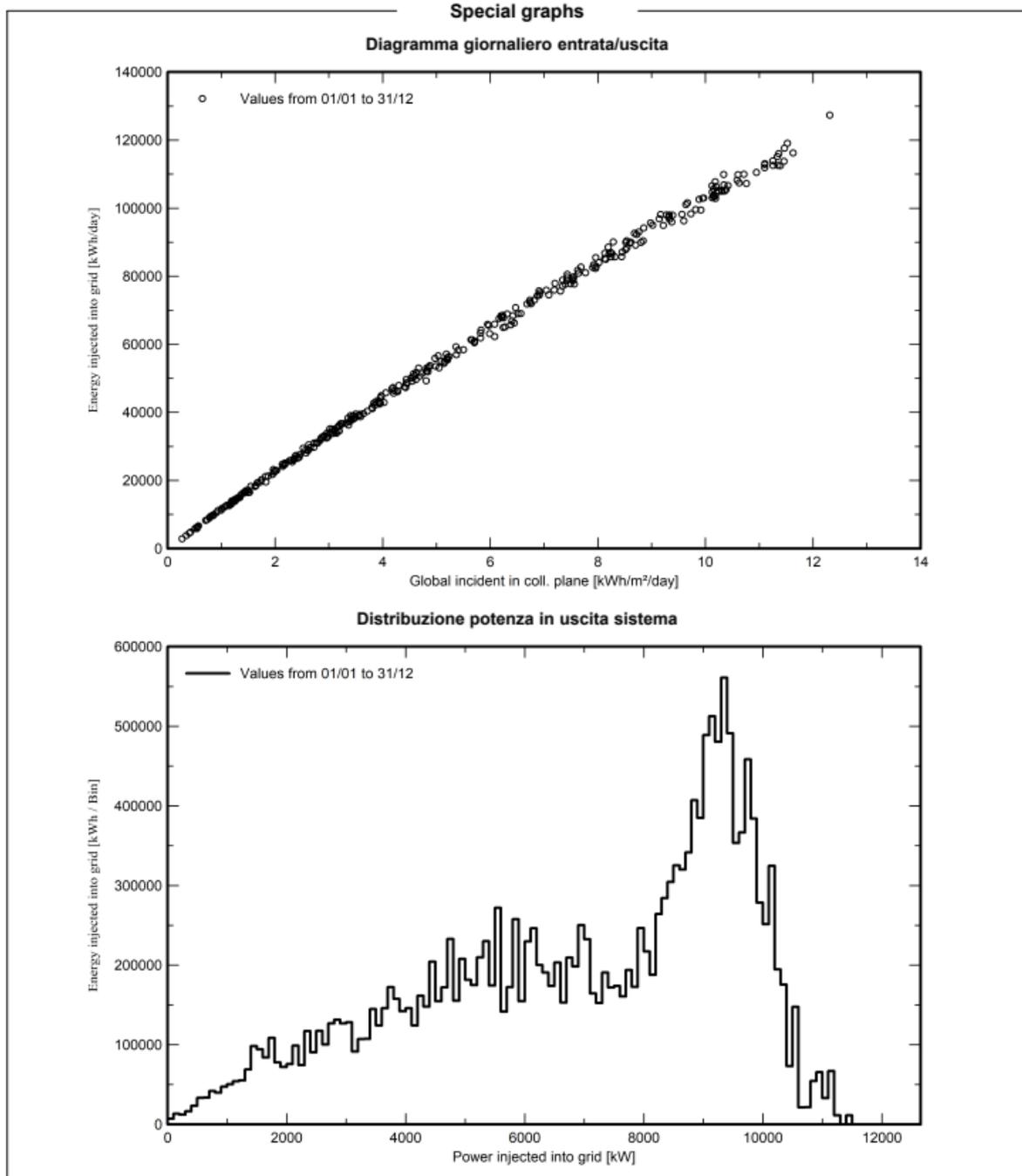


Figura 43 - Simulazione producibilità, output

2.9 Politiche gestionali

2.9.1 Misure di sicurezza dei lavoratori

Il progetto rispetterà tutte le norme di sicurezza dei lavoratori e si doterà di certificazione di sicurezza. Ogni area in tensione sarà dotata di opportuna segnaletica delle situazioni di pericolo.

Al fine di evitare rischi nell'installazione e nella manutenzione dell'impianto fotovoltaico dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) Installare e manipolare l'attrezzatura soltanto da personale qualificato;
- b) Non installare il modulo in un punto se non debitamente fissato. Un'eventuale caduta potrebbe rompere il vetro;
- c) Utilizzare il modulo soltanto per l'uso cui è destinato. Non smontare il modulo né rimuovere qualsivoglia parte, etichetta o pezzo installato dal produttore;
- d) Non concentrare la luce solare o altre fonti di luce artificiale sul modulo;
- e) Un modulo fotovoltaico genera elettricità quando è esposto alla luce solare o ad altre fonti di luce. Coprirne completamente la superficie con un materiale opaco durante le operazioni d'installazione, smontaggio e manipolazione;
- f) Utilizzare strumenti appositamente rivestiti con materiale isolante quando si opera sul modulo;
- g) Lavorare sempre a condizioni non umide, sia per quanto riguarda il modulo che gli strumenti;
- h) Non installare il modulo laddove vi siano gas o vapori infiammabili;
- i) Evitare scariche elettriche nelle operazioni di installazione, cablaggio, messa in funzione o manutenzione dei moduli;
- j) Non toccare i morsetti mentre il modulo è esposto alla luce dei sole; Il monitoraggio dell'isolamento dell'impianto fotovoltaico lato CC è realizzato mediante apposita apparecchiatura, facente parte degli inverter di conversione, a due soglie d'intervento:
 - ❖ Al superamento della prima soglia di allarme dell'isolamento verrà segnalato mediante invio automatico di sms/email a persona incaricata dal committente.
 - ❖ Superata la seconda soglia di allarme dovrà essere attivata una segnalazione acustica prevista nel quadro allarmi ed una esterna in posizione da definire con il committente. All'attivazione della segnalazione di allarme dovuta ad una diminuzione di isolamento, dovrà essere proibito l'accesso del personale al campo fotovoltaico. Si ricorda che eventuali operazioni di controllo, manutenzione e riparazione nell'impianto fotovoltaico dovranno essere eseguite durante le ore prive di irraggiamento solare (ore notturne) o in altro modo mediante coperture dei pannelli solari con appositi teli.

- k) Tutti i quadri di bassa tensione dovranno essere provvisti di cartello di sicurezza che avvisa del pericolo della doppia alimentazione del circuito elettrico di un impianto fotovoltaico collegato alla rete del distributore.

2.10 *Alternative*

2.10.1 Alternative di localizzazione

La scelta localizzativa di un impianto fotovoltaico di grande areale su terreno agricolo di pieno mercato e senza accesso a schemi di incentivazione è un processo complesso che comporta normalmente la valutazione di molteplici siti prima di selezionarne uno idoneo allo sviluppo del progetto e relativo processo di autorizzazione.

Non è raro eliminare dieci siti per ognuno giudicato idoneo. Il processo ha dimensioni di natura amministrativa, imprenditoriale e normativa. Si tratta in linea generale di procedere come segue:

- 1- Valutazione della regione sotto il profilo delle normative paesaggistiche (Piano paesistico) e relativi indirizzi tecnici, del clima amministrativo generale, della qualità della rete di connessione, del grado medio di insolazione;
- 2- Scelta di un areale di scala vasta nel quale indirizzare la ricerca in funzione del cumulo di progetti, delle condizioni amministrative, delle esperienze pregresse, della qualità e magliatura della rete elettrica, delle condizioni paesaggistiche e naturalistiche;
- 3- Ricerca di nodi di rete idonei ad accogliere nuovi progetti, a distanza compatibile con la potenza da richiedere (ca 0,5 km/MW in prima istanza);
- 4- Verifica paesaggistica preliminare (nel Umbria, verifica delle tavole A, B, C e PAI);
- 5- Ricerca di terreni idonei, esenti da vincoli e connettabili alla rete elettrica nazionale, non sensibili sotto il profilo paesaggistico e naturalistico;
- 6- In caso di successo nella verifica preliminare con i proprietari, definizione di un preprogetto e di condizioni di fattibilità preliminari (individuazione dell'area da impegnare e della area utile libera dall'involuppo dei vincoli e al netto della mitigazione);
- 7- Valutazione comparata dei siti individuati e in prima battuta idonei;
- 8- Scelta del sito sul quale sviluppare la progettazione.

Questo processo è stato seguito nel caso in oggetto, sviluppando diversi siti che sono stati successivamente scartati.

Tra questi possono essere menzionati:

| Comune | Provincia | Superficie totale, ha | Superficie netta |
|--------------------|------------------|------------------------------|-------------------------|
| Proceno | Viterbo | 640 | 120 |
| Tarquinia | Viterbo | 122 | 84 |
| Civita Castellana | Viterbo | 55 | 26 |
| Civita Castellana | Viterbo | 49 | 42 |
| Montalto di Castro | Viterbo | 47 | 33 |

Su descrivono brevemente le condizioni valutate per ogni sito, omettendo per ragioni di riservatezza l'identificazione catastale:

1- Proceno (VT)

Il progetto insisterebbe su un vastissimo areale, in un comune decisamente periferico del Lazio, ma confinante con due regioni ad elevata sensibilità, come la Toscana e l'Umbria. Inoltre la parte superiore (scartata subito) è interessata da un'area protetta interregionale.

I fattori penalizzanti considerati sono stati:

- La parte superiore è interessata da un vincolo paesaggistico areale di tipo b), classificato cd056_037. Si tratta di un'area protetta interregionale determinata nel 2001.
- Sono presenti due buffer, rispettivamente per iscrizione al registro acque pubbliche C056_0502A ed uno classificato come "costa dei laghi" b056044_022, il primo confermato nell'ultima versione del PTPR, il secondo non presente nella tavola del PTPR adottato.
- Inoltre, è presente un'area destinata a "Parchi archeologici e culturali", art. 31 ter LR 24/98, e classificato PAC_001. Questa area, di grande superficie, è assente nel PTPR approvato nel 2019 e soprattutto in quello adottato.
- E' presente un'area di rischio frane R4.

Dall'analisi del PTPR risulta "Paesaggio agrario di valore", ed in parte interessato da alcuni buffer (alcuni rimossi nella versione vigente del Piano). Nel PAI ci sono alcune aree a rischio frana (ovviamente escluse). L'area è di sensibilità archeologica (anche se il "Parco archeologico e culturale" era presente solo nelle tavole 2007).

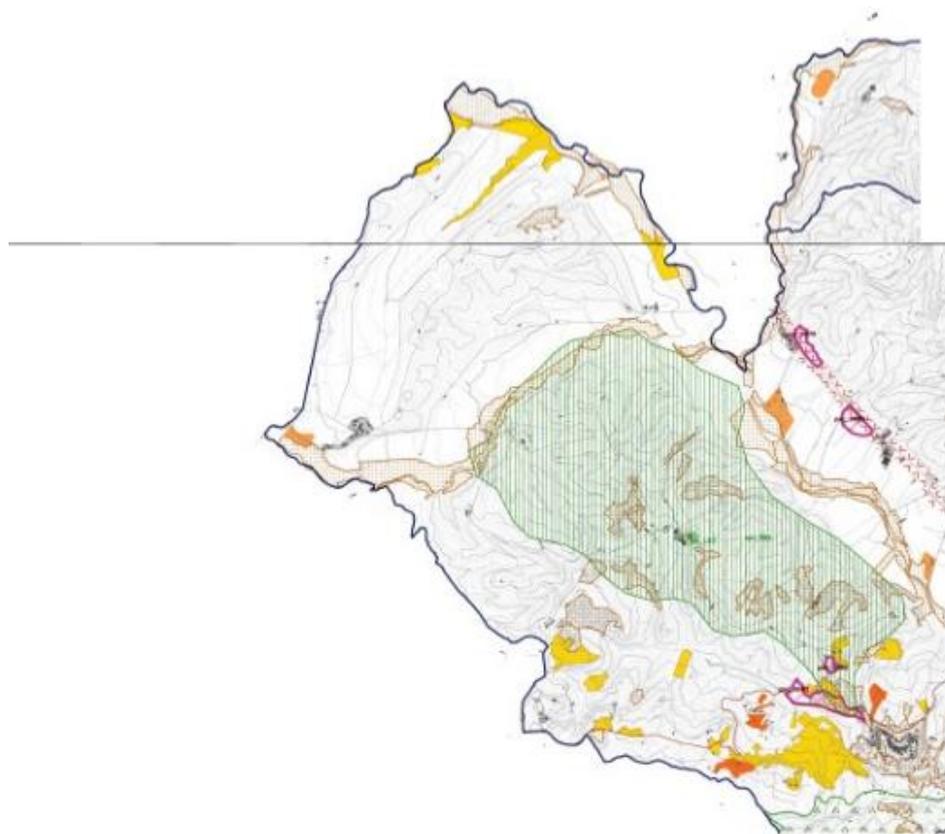


Figura 44- Proceno TAV C

Non c'erano al tempo della valutazione progetti nell'area (ora ne è stato presentato uno, successivamente ritirato).

La connessione alla rete è la criticità più grave, insieme alla sensibilità naturalistica. Un progetto da 30-40 MW potrebbe essere connesso alla Cabina Enel di Acquapendente, a 17 km di distanza secondo un percorso di cavidotto molto penalizzante. Altrimenti bisognerebbe ottenere un "esci-entra" lungo linee elettriche in AT in Toscana o in Umbria, a distanze di poco inferiori.

2- Tarquinia (VT)

Il potenziale progetto insisteva su un vasto areale molto vicino alla connessione di rete, ma soggetto a notevolissimi limiti vincolistici e naturalistici (se pur del genere "penalizzante" e non "escludente", ovvero in linea di principio superabili in sede procedimentale).

L'area è agricola e poco utilizzata, completamente pianeggiante se non per alcuni canali in

posizione semicentrale, attraversata da alcune linee di AT.

Ai fini del PTPR è in “paesaggio agrario di valore”, ai confini con un’area boscata. Non lontano dall’abitato di Civitavecchia. Dalla tavola C si rileva la presenza, sull’intero areale, di un’area Zps (IT 6030005). L’ipotesi progettuale prevedeva di utilizzare i due canali presenti, (circa il 20% dell’area) per ripristinare boschi e zone umide di nuovo impianto, al fine di interrompere l’impianto e di consentire il riparo alle specie protette. Ovvero di garantire e impostare progettualmente corridoi ecologici, isole di naturalità, aree umide e/o aree boscate, entro il perimetro dell’impianto.



Figura 45 - Tarquinia, area ZPS

Inoltre, immediatamente a Nord è presente un poligono di tiro dell’Esercito Italiano.

Nell’area al momento della valutazione era presente un progetto:

- 35 MW, presentato da Suncore 1 S.r.l., in adiacenza all’area industriale a nord del lotto

La rete elettrica presenta ben due sottostazioni Terna di grandi dimensioni, una a Nord ed una a Sud, rispettivamente a 4,1 km ed a 2,5 km.

3- Civita Castellana (VT)

A Civita Castellana sono stati valutati due siti distinti, abbastanza vicini. Il primo per una superficie lorda di 55 ha che, al netto di alcuni vincoli, soprattutto buffer di acque pubbliche, si restringono a 26. Quasi al centro del lotto, perfettamente pianeggiante, agricolo, una cabina elettrica privata. L'area nel PTPR è classificata "paesaggio agrario di valore" ed è attraversata da una linea elettrica AT.



Figura 46 - Sito a Civita Castellana (VT)

Dal punto di vista territoriale il terreno è compreso tra un'area industriale e il corso del Tevere, da cui, comunque dista di oltre trecento metri.

La connessione alla rete può essere identificata nella cabina Enel di Civita Castellana, a circa 8 km, o interrompendo la linea AT in campo.

4- Civita Castellana (VT)

Il secondo sito valutato a Civita Castellana, di poco spostato rispetto al precedente, è una parte di una più vasta proprietà agricola, della quale sono stati valutati per la realizzazione potenziale di un impianto circa 49 ha. Di questi circa 40 potrebbero essere considerati esenti da vincoli. Penalizza il sito la presenza di una viabilità di antico impianto che lo attraversa diagonalmente nel lato più basso, e la presenza al lato Est delle anse del corso del Tevere.



Figura 47 - Civita Castellana (VT), secondo sito valutato

Inoltre, e probabilmente cosa più rilevante, l'ampio panorama sul quale la parete Sud del lotto si apre.

5- Montalto di Castro (VT)

L'ultimo sito valutato in provincia di Viterbo è a Montalto di Castro, famoso comune nel quale sono presenti decine di impianti fotovoltaici di grande taglia, a causa della presenza di importanti infrastrutture di rete e della piana particolarmente favorevole a questo genere di installazioni. Sono stati selezionati e valutati un lotto con unico proprietario di 47 ha, dei quali la superficie disponibile è stata stimata in 33 ha. L'area, interessata da alcune fasce di rispetto di corsi d'acqua, e confinante a nord con un'area di interesse archeologico debitamente escluse dal conto, è classificata dal PTPR come "Paesaggio agrario di continuità".

Penalizza gravemente il sito la presenza, all'epoca della valutazione, di oltre 360 MW autorizzati e

non ancora realizzati e in corso di autorizzazione 400 MW in corso di autorizzazione.



Figura 48 - Sito a Montalto di Castro (VT)

Il confronto tra i siti di potenziale localizzazione per l’investimento in oggetto e quello alla fine prescelto si è svolta sulla base di una valutazione di tipo multicriteria basata su cinque criteri valutati in scala ordinale a tre fattori.

Si distingue tra intorno di Area Vasta e di Area Locale, e, rispettivamente, sulla base della densità dei progetti di generazione da rinnovabili e la sensibilità ambientale complessiva, per la prima, oltre che sulla base della sensibilità paesaggistica, la condizione vincolistica e la distanza ed idoneità della rete elettrica per la seconda. Vengono attribuiti 3 punti a fattori penalizzanti “alti”, 2 a “medi” ed 1 a “bassi”.

Ne deriva il seguente ordinamento:

| | Area Vasta | | Area Locale | | | Totale |
|-----------------------|------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------|
| | Densità progetti | Sensibilità ambientale | Sensibilità del paesaggio | Concentrazione vincolistica | Distanza rete elettrica | |
| Castel Giorgio | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 6 |
| Civita Castellana 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 9 |
| Montalto di Castro | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 10 |
| Civita Castellana 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 10 |
| Tarquinia | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 12 |
| Proceno | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 13 |

La valutazione condotta ha portato all’eliminazione dei siti di Tarquinia/Civitavecchia e di Proceno,

mentre un approfondimento è stato condotto sui siti di Civita Castellana 1 e 2 e di Montalto di Castro, oltre che di Castel Giorgio, ovviamente.

Un approfondimento dello stato delle autorizzazioni, degli impatti congiunti dei progetti in corso, e delle difficoltà crescenti delle reti elettriche ad assorbire la potenza in immissione proposta, ha portato all'eliminazione del sito di Montalto di Castro e sostanzialmente ad attribuire un "peso" maggiore al criterio 1 dell'Area Vasta. Ricalcolando quindi con "peso" 2 questo indicatore e 1,5 la sensibilità paesaggistica deriva l'ordinamento seguente.

| | Area Vasta | | Area Locale | | | Totale |
|---------------------|------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------|
| | Densità progetti | Sensibilità ambientale | Sensibilità del paesaggio | Concentrazione vincolistica | Distanza rete elettrica | |
| Castel Giorgio | 1 | 1 | 1,5 | 1 | 1 | 5,5 |
| Civita Castellana 1 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 11 |
| Civita Castellana 2 | 4 | 1 | 4,5 | 2 | 2 | 12,5 |
| Montalto di Castro | 6 | 1 | 3 | 2 | 2 | 14 |

Procedendo ad una progettazione preliminare, per attribuire la potenza, per i soli due siti di Castel Giorgio e di Civita Castellana 1, si è verificata la necessità, infine, di escludere il secondo per il superamento del parametro di fattibilità tecnico/economico di 0,5 km/MW.

2.10.2 Alternative di taglia e potenza

Individuato il sito di Castel Giorgio come il più idoneo tra quelli valutati in quanto concretamente disponibili, si è proceduto a impostare la potenza da richiedere per il preventivo di connessione. In questa fase sono state compiute scelte di ottimizzazione tecnico/paesaggistiche tra i lotti individuati e disponibili.

È stata scelta in questa fase la soluzione "agrovoltaica" e il suo particolare assetto.

Inoltre, si è deciso di prevedere una fascia di mitigazione, successivamente meglio precisata nelle fasi di progettazione seguenti, di 15 metri medi, ricavando in tal modo la poligonale di progetto.

Verificata con numerosi sopralluoghi l'effettiva schermabilità delle piastre individuate e prescelte si è scelto infine di proporre alla Terna S.p.a. la potenza qui presentata.

2.10.3 Alternative tecnologiche

La principale alternativa valutata è relativa all'impiego di strutture fisse o ad inseguimento. Dopo attenta valutazione tale alternativa è stata ridotta ai due casi sottoesposti.

Occorre considerare che la producibilità di un impianto fotovoltaico (kwh/anno), dipende da numerosi fattori legati alla scelta del sito (latitudine, ombreggiamenti, etc), alle scelte progettuali (tipologia di pannelli, tipologia di inverter, disposizione dei pannelli, etc), alle perdite dei materiali impiegati (cavi, inverter, trasformatori, etc.).

Possiamo sintetizzare alcuni parametri essenziali che incidono sulla producibilità del sito:

- Irradiazione solare annua
- Irradiazione globale effettiva
- energia prodotta dai pannelli fotovoltaici
- perdite nell'impianto
- energia immessa in rete.

Dal punto di vista energetico, il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

A questo scopo assume grande importanza il posizionamento dei moduli nei sostegni.

In relazione alle tipologie di sostegni utilizzati distinguiamo due tipologie di impianti:

- impianti fissi
- impianti ad inseguitore solare

Prendendo come riferimento l'irradiazione solare annua (norme UNI 8477), il calcolo dell'irradiazione globale effettiva è stato effettuato utilizzando il modello matematico messo a disposizione dalla Commissione Europea realizzato dal JRC di Ispra nelle due ipotesi (impianto fisso, impianto ad inseguitore monoassiale).

In entrambe le ipotesi le perdite complessive dell'impianto sono state considerate pari al 22 % dell'energia captata dai moduli.

Calcolo della producibilità dell'impianto con un sistema di sostegni fissi. In questa ipotesi i moduli sono posizionati su sostegni fissi orientati a Sud ed inclinati di 30° dalla superficie del terreno.

Pertanto, adoperando un sistema di "sostegni fissi" il numero di ore equivalenti in un anno (ovvero il n° di ore in cui un impianto produce alla sua potenza di picco), è risultato pari a 1.210.

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta dall'impianto:

Energia = 11.488 * 1.210 = 13.900.000 kWh/anno

Calcolo della producibilità dell'impianto con un sistema di sostegni ad inseguitori monoassiali

In questa ipotesi i moduli sono inseriti in un sistema di sostegni con inseguitori monoassiali a doppio pannello per consentire una maggiore distanza tra i filari e poter inserire la doppia siepe ulivicola.

I dati di producibilità dell'impianto sono rappresentati nella Relazione Tecnica.

Pertanto, adoperando un sistema di "sostegni ad inseguitore" il numero di ore equivalenti in un anno, è risultato pari a 1.735.

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta dall'impianto nel primo anno:

$$\text{Energia} = 11.488 * 1.735 = 19.900.000 \text{ kWh/anno}$$

Quindi si può affermare che l'inseguitore monoassiale:

- Consente di aumentare la producibilità fino al 30% rispetto al sistema fisso;
- Consente di limitare l'ombreggiamento tra le file dei moduli;
- Consente un uso più efficiente del terreno limitando la distanza tra le file dei moduli;
- Consente l'assetto ulivicolo con doppia siepe.

2.10.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni

Individuato il sito, ed avuta conferma della connessione da Terna per la Stmg, si è proceduto all'impostazione dell'impianto dal punto di vista elettrico e delle mitigazioni. In sostanza si è proceduto in questo modo:

- 1- In primo luogo, è stata realizzata una ricostruzione dettagliata delle curve di livello, con distinzione di 1 metro, al fine di assicurarsi della fattibilità dell'installazione degli inseguitori (che, come noto, sono sensibili alle pendenze) e, d'intesa con il produttore è stata stabilita la compatibilità fino al 9-12%;
- 2- In secondo luogo, con sopralluoghi mirati e rilevazioni di tipo agronomico e naturalistico, condotte dai nostri esperti, è stato definito in alcuni punti critici il tipo di trattamento da realizzare, e in alcuni lotti piccoli, si è valutato se utilizzarli o meno per l'impianto;
- 3- Emanato in prima stesura il Regolamento della regione Umbria che definiva utilizzabili solo il 10% del sito è stata riconfigurata la potenza per rispettare la norma, al 20% del suolo disponibile. Questa fase ha visto la riduzione della potenza di circa 2/3.

- 4- Nella progettazione definitiva è stata prevista una ulteriore riduzione di potenza circa del 5%, rispetto a quella inizialmente programmata, per fare spazio ad alcune fasce di rispetto dalle aree boscate, e prevedere alcune aree di interposizione di tipo naturalistico;

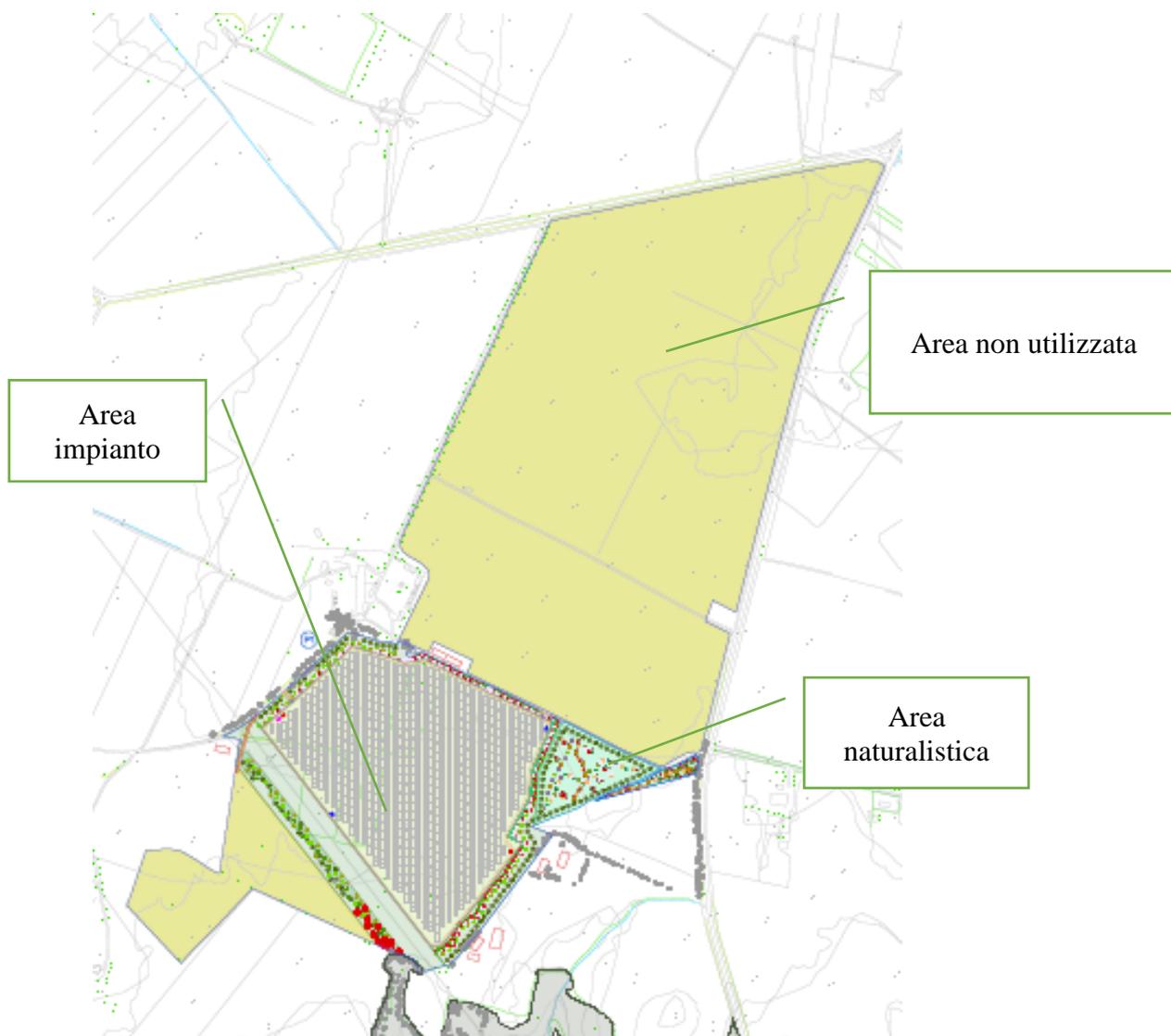


Figura 49- Particolare impianto

2.11 Superfici e volumi di scavo

Per questa parte della relazione si veda anche l'elaborato “**Piano di utilizzo in sito di terre e rocce di scavo**” nel quale è riportata la norma e le procedure di campionamento ante l'apertura del cantiere e relativi parametri analitici.

2.11.1 Quantità

Per stimare il volume di scavo occorre partire dalle superfici e dai relativi spessori. Il principale intervento sul terreno sarà relativo alla viabilità di impianto. Essa sarà realizzata con pietrisco e ghiaia e avrà le seguenti caratteristiche:

- Larghezza media, 3,5 mt
- Profondità media, 0,3 mt,

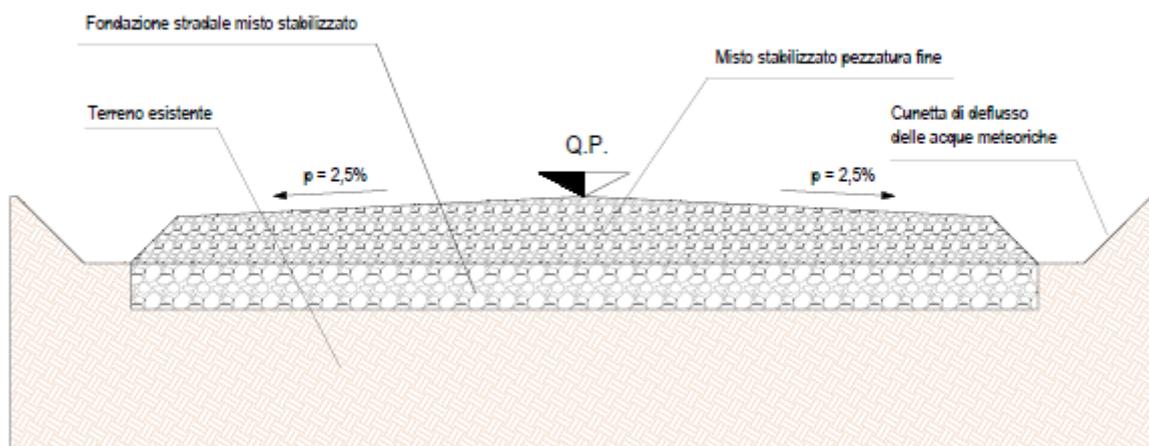


Figura 50- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato

Si stima la quantità di misto stabilizzato da utilizzare in 1.500 mc. La quantità di terra rimossa e movimentata può essere stimata in 2/3 della cifra sopra indicata, e quindi pari a 1.000 mc.

L'alloggiamento dei cavidotti BT e MT comporterà la rimozione di circa 19.500 m. Circa il 80% del terreno escavato per i cavidotti BT e MT sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo.

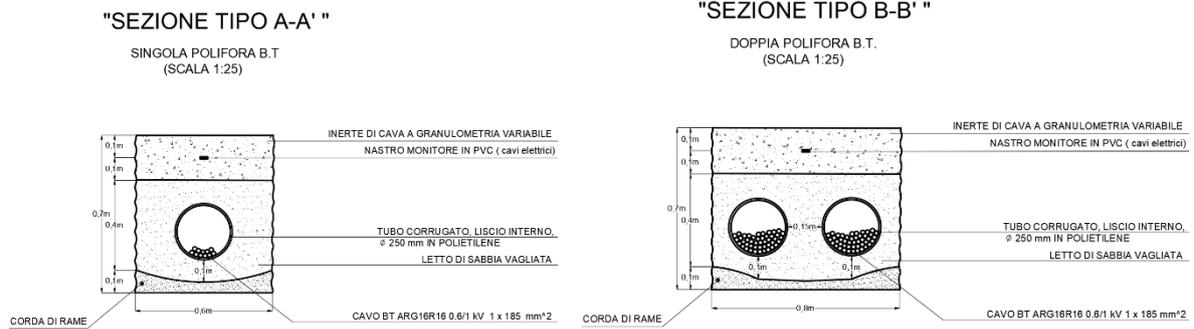


Figura 51 - Sezione tipo di elettrodotto BT

Il cavidotto MT esterno si sviluppa per circa 1.000 m con un volume di scavo di circa 1.000 m³. Di questo, circa il 75% sarà direttamente riutilizzato in situ per ricolmare la fossa di scavo.

Le 2 cabine, con i locali tecnici e le cabine di consegna comporteranno lo scavo di vasche di fondazione da 13 x 3 x 0,4 mt, avente quindi un volume di ca 80 mc.

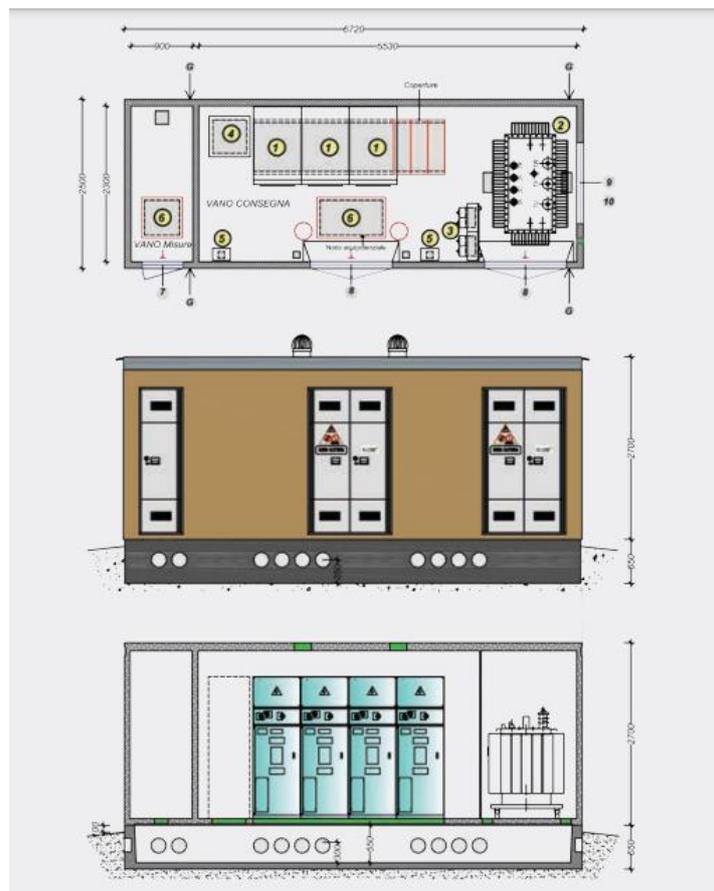


Figura 52 - Cabina tipo

I pali di illuminazione sono circa 30 i relativi plinti possono comportare la rimozione di circa 0,5 mc.

Quindi 15 mc.

In definitiva il terreno da movimentare è stimabile in:

| | mc | quantità riusata | quantità residua |
|---------------------------|--------------|------------------|------------------|
| strade interne | 1.500 | 30% | 1.050 |
| cavidotti BT | 1.073 | 80% | 215 |
| cavidotti MT est. | 765 | 75% | 191 |
| cabine | 80 | 20% | 64 |
| pali illuminazione | 5 | 0% | 15 |
| | 3.433 | | 1.534 |

2.11.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti

La fascia di mitigazione dell'impianto occupa una superficie di 47.914 mq, mentre la parte naturalistica ne occupa 17.468 mq.

Su tali aree saranno ripartite i 1.534 mc residuanti dalle attività di scavo. In definitiva per uno spessore medio di 2,3 cm. Precisamente saranno utilizzati solo dove serve, in aree limitate, per creare un lieve effetto gobba sulla mitigazione, graduato dall'esterno verso l'interno, in modo da schermare ulteriormente il campo e per l'area naturalistica a fini di modellazione minore.

Non si prevede di dover gestire terre e rocce fuori del cantiere. Qualora la cosa si renda necessaria si richiederà la qualifica di "sottoprodotto", previa caratterizzazione in situ dei cumuli di terra e variante del Piano di Utilizzo presente nel progetto.

Per l'indicazione delle modalità di caratterizzazione (oltre 23 punti di prelievo previsti) si rimanda al Piano di Utilizzo.

2.12 Altri materiali e risorse naturali impiegate

2.12.1 Stima materiali da utilizzare

La realizzazione della recinzione comporterà l'impiego di circa 1.405 mq di rete metallica con relativi pali di legno.

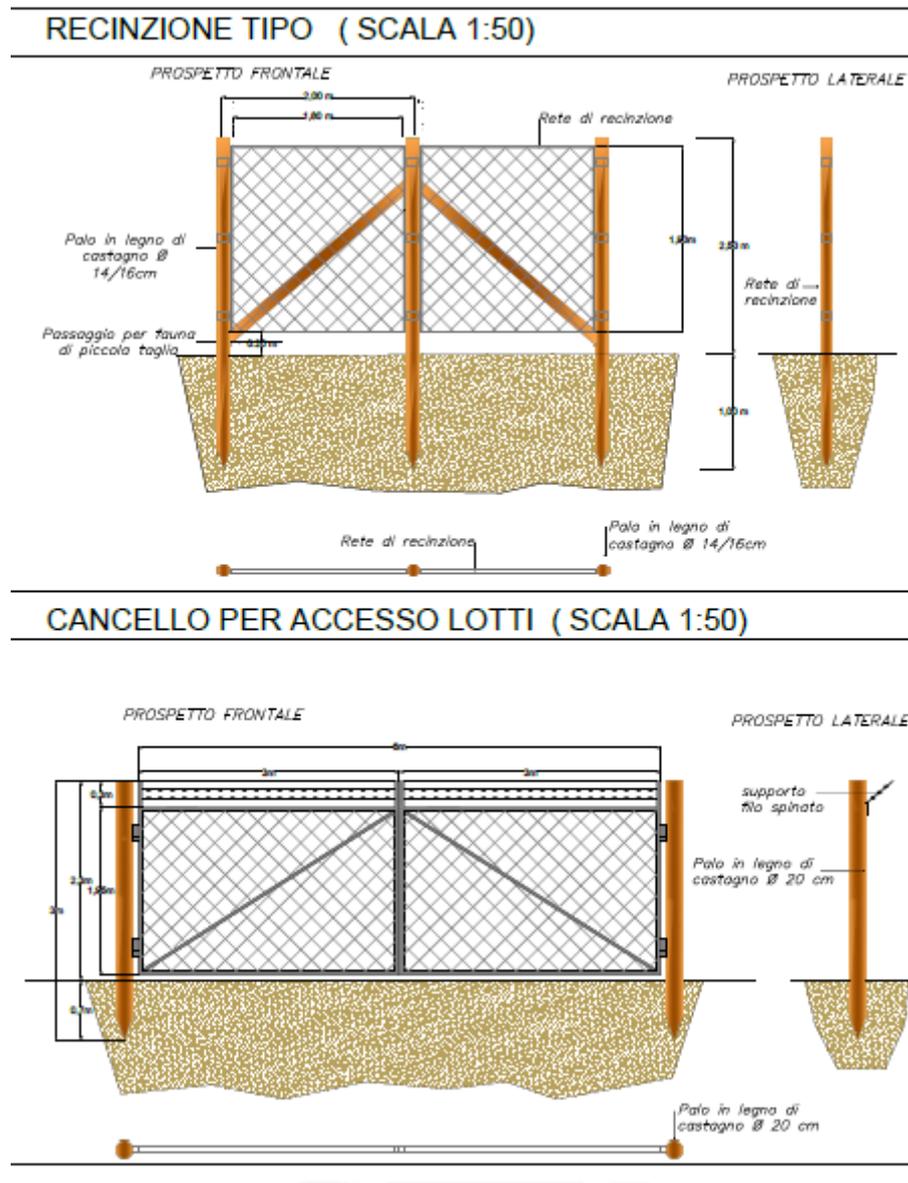
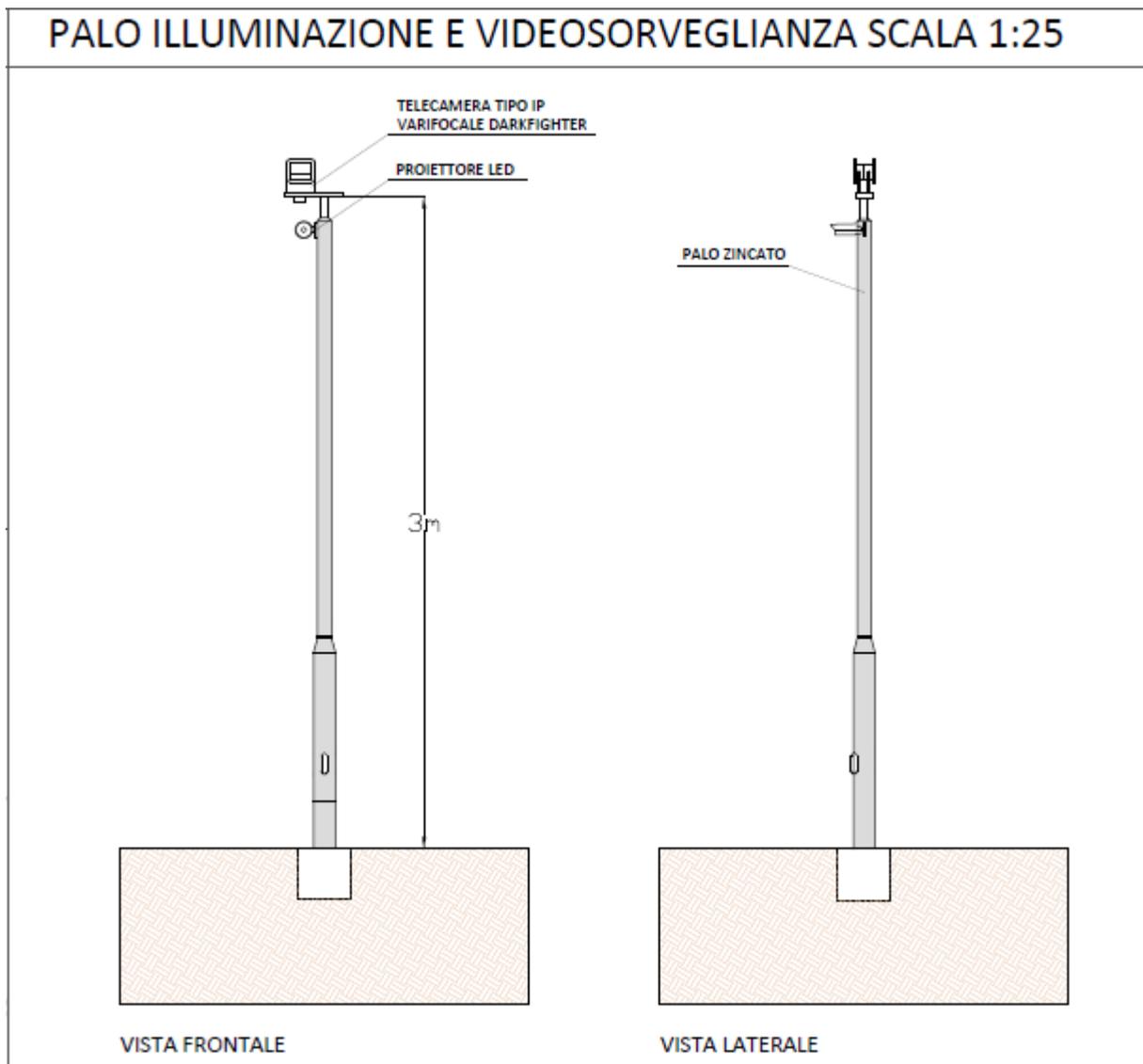


Figura 53 - Recinzione, particolare

L'impianto di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione di oltre 50 pali in acciaio zincato, ognuno corredato di plinto di fondazione, fascio a luce LED con puntatore e termocamera e videocamera, relativi cablaggi.



Le altre risorse e materiali impiegati comprendono i moduli fotovoltaici, l'acciaio per i tracker e la relativa carpenteria, le strutture prefabbricate delle cabine con i relativi cavidotti, i materiali per i plinti di fondazione dei pali di illuminazione (calcestruzzo, sabbia, inerti e acqua, ferri di armatura). Tali materiali saranno forniti direttamente dalla ditta installatrice e sono stimati nella tabella seguente.

È opportuno precisare che, delle risorse naturali impiegate, la parte riferita all'occupazione o sottrazione di suolo è in gran parte teorica: il terreno sottostante i pannelli infatti rimane libero e allo stato naturale, così come il soprasuolo dei cavidotti.

In definitiva, solo la parte di suolo interessata dalle viabilità di impianto e dalle cabine risulta, a

progetto realizzato, modificata rispetto allo stato naturale ante operam. Questo terreno ammonta a poco più di 5.000 mq.

| | Quantità | U.m. | Stima materiali (ton) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------|------|-----------------------|--------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-----|
| | | | legno | pietrisco | alluminio | rame | fibra | ferro | elettronica | vetro | silicio | plastiche | CLS | |
| Recinzione | 1.405 | m | 28 | | | | | | | | | | | |
| Misto granulare | 1.500 | mc | | 2.250 | | | | | | | | | | |
| Cavo MT alluminio (est) | 3.048 | m | | | 51 | | | | | | | | 0,2 | |
| Cavo MT alluminio (int) | 2.044 | m | | | 18 | | | | | | | | 0,1 | |
| Cavo BT alluminio | 68.751 | m | | | 303 | | | | | | | | 4,8 | |
| Cavo solare | 149.841 | m | | | | 11 | | | | | | | 10,5 | |
| Corda rame | 1.300 | m | | | | 0,7 | | | | | | | 0,1 | |
| Cavi in fibra ottica | 1.405 | m | | | | | 0,1 | | | | | | 0,1 | |
| Struttura Tracker | 404 | cad. | | | | | | 469 | | | | | 0,0 | |
| Inverter | 34 | cad. | | | | | | 0 | 1 | | | | | |
| Moduli | 18.768 | cad. | | | 38 | 26 | | | | 282 | 19 | 53 | | |
| Acciaio in barre | 120 | m | | | | | | 0 | | | | | | |
| Cabine (+ vol tecnici+ raccolta) | 5 | cad. | | | | | | | 7,5 | | | | | 110 |
| Totale | | | 28 | 2.250 | 409 | 38 | 0,1 | 469 | 8 | 282 | 19 | 68 | 110 | |

Durante la fase di funzionamento dell'impianto è previsto l'utilizzo di limitate risorse e materiali.

Considerato che le operazioni di manutenzione e riparazione impiegheranno materiali elettrici e di carpenteria forniti direttamente dalle ditte appaltatrici, l'unica risorsa consumata durante l'esercizio dell'impianto è costituita dall'acqua demineralizzata usata per il lavaggio dei pannelli.

2.13 *Intervento agrario: obiettivi e scopi*

Il complessivo progetto mira all'inserimento del parco fotovoltaico nel contesto agricolo e paesaggistico cercando di salvaguardare nella misura del possibile il concetto di multifunzionalità che nell'ultimo trentennio ha modificato il modo stesso di intendere l'agricoltura. Secondo quanto dichiarato dall'Ocse si tratta di garantire che “oltre alla sua funzione primaria di produrre cibo e fibre”, l'agricoltura possa anche “disegnare il paesaggio, proteggere l'ambiente e il territorio e conservare la biodiversità, gestire in maniera sostenibile le risorse, contribuire alla sopravvivenza socioeconomica delle aree rurali, garantire la sicurezza alimentare. Quando l'agricoltura aggiunge al suo ruolo primario una o più di queste funzioni può essere definita multifunzionale”⁴. Introdotto per la prima volta alla *Conferenza di Rio* nel 1992, e ripreso dalla PAC Europea⁵ viene approvato nel 1999 nell'ambito dell'*Agenda 2000*⁶, quando i temi della difesa dell'ambiente e della biodiversità assumono un ruolo strategico. Nella nostra normativa il tema viene introdotto dal D.Lgs. 228 del 2001. Come argomenteremo nell'ambito dei più recenti studi internazionali nel Quadro Ambientale un impianto fotovoltaico di per sé, se correttamente progettato e condotto, può costituire esso stesso un presidio di biodiversità. Tuttavia, nel progetto qui presentato si è cercato di andare oltre.

L'idea progettuale sulla quale si è lavorato è di realizzare un sistema realmente integrato, agro-fotovoltaico che, se pure sotto la preminenza della produzione energetica (essenziale per garantire, come illustrato in precedenza, la transizione energetica al paese e la risposta attiva alle quattro sfide climatica, pan-sidemia, energetica, politica, e decisiva per evitare al mondo il ritorno delle “tre sorelle” trecentesche⁷), dia adeguato spazio ad una produzione agricola non marginale ed a importanti presidi di biodiversità e naturalità.

La superficie complessiva delle aree interessate dal progetto è di circa 63 ettari distribuiti su diverse particelle.

In linea generale la realizzazione di questa tipologia di sistemazione a verde mira, in altre parole, a costituire una copertura vegetale diffusa e variabile capace di instaurare la connessione con la componente vegetazionale esterna, di rafforzare i punti di contatto tra i vari sistemi quali il corridoio

⁴ - Commissione agricoltura dell'OCSE - Organizzazione per lo Sviluppo e la Cooperazione Economica - 2001

⁵ - Politica Agricola Comunitaria

⁶ - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l60001>

⁷ - Nel 1300 in Europa in particolare la civiltà e i sistemi politici del continente furono flagellati da fame, pestilenza e guerra, a più riprese, con cadenza quasi ventennale, perdendo dal 25 al 40% della popolazione e ponendo fine al medioevo.

ecologico delle aree depresse, i fossi di regimentazione delle acque, il comparto agricolo ed il campo fotovoltaico, le aree di confine con le superficie naturali a macchia. Si persegue l'obiettivo di aumentare la biodiversità, attraverso la realizzazione di una complessità strutturale ed ecologica che possa autosostenersi nel tempo e continuare a vivere anche oltre la durata dell'impianto fotovoltaico.

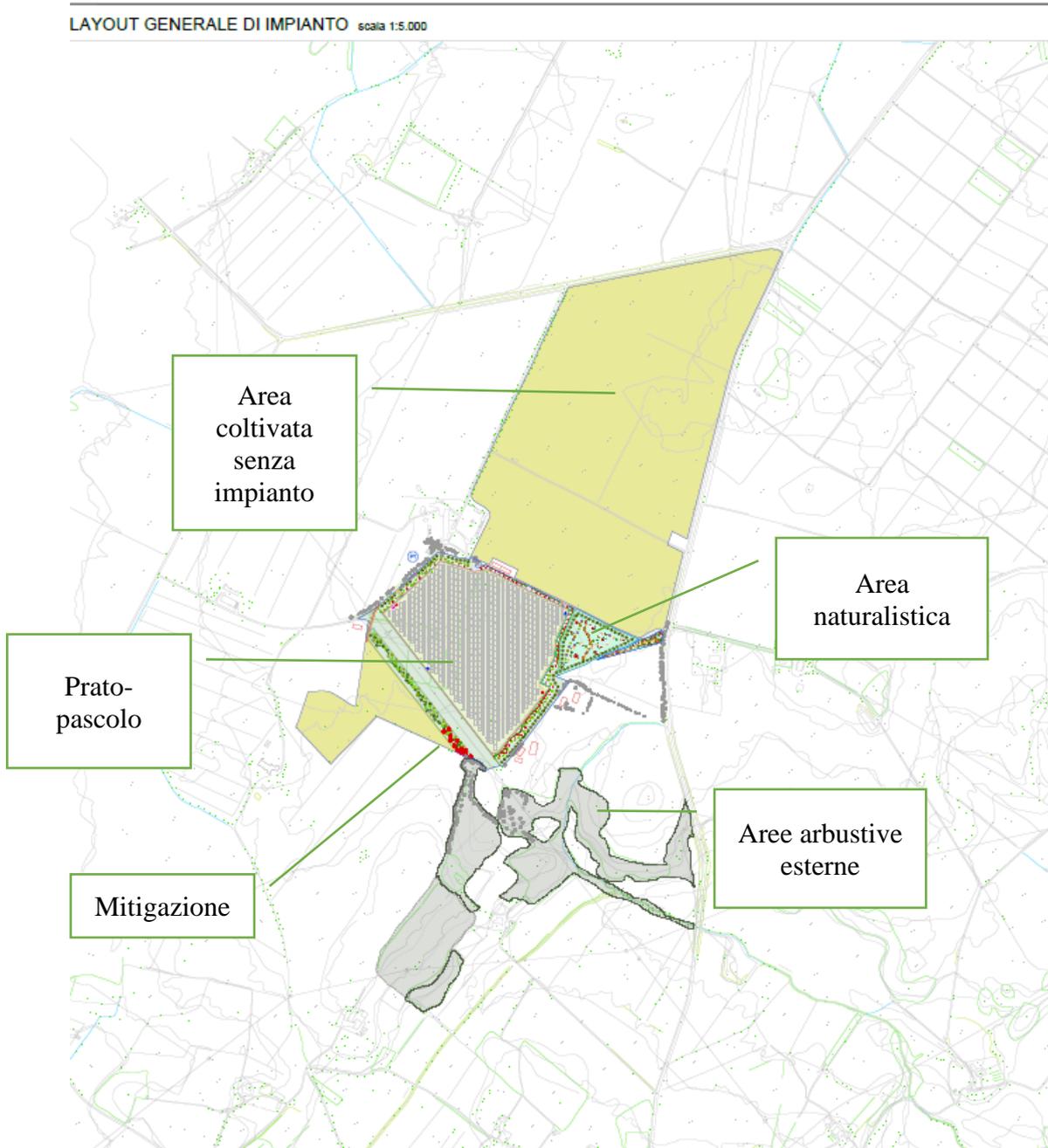


Figura 55- Veduta dell'area

Lo scopo che si può perseguire in un grande impianto areale con bordi naturalizzati è di riannagliare i frammenti che si presentano spazialmente isolati in una nuova matrice territoriale che, attenta ai profili pedoclimatici e vegetazionali esistenti, sia il migliore compromesso possibile tra la vocazione

agricola dei luoghi, il paesaggio dell'area e gli ecosistemi naturali residuali (per effetto dello stesso uso agricolo intensivo e sub-intensivo). A tale fine, su una superficie di intervento di ca. 63 ettari è stato necessario svolgere uno studio molto approfondito di ecologia del paesaggio.

L'impostazione finale risente fortemente della nuova normativa introdotta in regione Umbria (Regolamento Regionale 22 giugno 2022, n.676, cfr. & 1.5) che impone anche per gli impianti in assetto "agrovoltaico" l'utilizzo massimo del 20% della superficie.

Dunque si è optato per un doppio trattamento agricolo del suolo:

- 1- Superficie non impegnata dall'impianto agrivoltaico, normale gestione agricola con affittuari locali;
- 2- Superficie recintata, affido ad aziende locali per prato-pascolo.

Tramite il progetto si è cercato di assolvere i seguenti compiti:

1. *Mitigare l'inserimento paesaggistico* dell'impianto tecnologico, cercando nella misura del possibile non solo di non farlo vedere, quanto di inserirlo armonicamente nei segni preesistenti. Lasciando, quindi, inalterati al massimo i caratteri morfologici dei luoghi, garantendo spessi insediamenti di vegetazione confinale (tratto comunque presente nel territorio, con riferimento in particolare ai bordi delle strade) particolarmente attenta alla riduzione della visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viabilistiche;
2. *Riqualificare il paesaggio*, evidenziando progettualmente le linee caratterizzanti, che si presentano oggi residuali, le linee di impluvio o le macchie vegetali presenti, dove possibile assecondando le trame catastali e l'andamento orografico del sito;
3. *Salvaguardare le attività rurali*, inserendo attività agricole locali, con operatori specializzati.
4. *Tutelare gli ecosistemi e la biodiversità*, migliorare la qualità dei luoghi, incrementando la variabilità vegetazionale e al contempo dedicare delle superfici alla colonizzazione naturale e alla conseguente formazione di aree naturali e con essi la salvaguardia delle *keystone species*;
5. *Aumentare la capacità di sequestro del carbonio*: nell'ottica della diminuzione del carbonio nell'aria, una gestione sostenibile dei terreni agricoli, con l'adozione di pratiche atte a

salvaguardare biodiversità e le sue funzioni ecologiche, crea un minimo disturbo meccanico del suolo e una copertura vegetale varia e costante.

2.14 *Mitigazioni previste*

2.14.1 Generalità

La sistemazione ambientale delle aree di margine si è basata su un'accurata indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali della larghezza media di dieci metri lungo la viabilità principale e quella interpodereale. La sistemazione ambientale delle aree di margine si è basata su un'indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali di larghezza variabile lungo le viabilità inter e intrapoderale per una superficie totale di circa 45.000 m², avendo cura di non eseguire nuovi impianti arborei nella fascia di rispetto dell'elettrodotto che attraversa il campo in direzione sud-est-nord-ovest.

La vegetazione autoctona introdotta è distribuita in maniera tale da creare un sistema diffuso con struttura variabile in cui sono riprodotti gli ambienti della macchia alta e della boscaglia, a bassa manutenzione nei primi anni di impianto e a bassissima manutenzione a maturità, ottenuto attraverso l'inserimento di piante autoctone, appartenenti alla vegetazione potenziale dell'area fitoclimatica. Si prevede pertanto una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta della macchia mediterranea.

Al fine di ottimizzare il raggiungimento dell'obiettivo è prevista l'esclusiva utilizzazione di specie vegetali autoctone che concorrono al mantenimento degli equilibri dell'ecosistema, oltre ad offrire maggiori garanzie di attecchimento e mantenimento della copertura vegetale.

La necessità di minima interferenza dell'elemento vegetale con il campo fotovoltaico ha portato alla scelta di specie sempreverdi e decidue a chioma espansa. Il portamento, le dimensioni e l'habitus vegetativo delle diverse specie arboree e arbustive saranno tali da garantire un effetto coprente continuo nel tempo e nello spazio. I cromatismi dei fiori e del fogliame doneranno un piacevole effetto scenografico. La presenza di bacche, oltre ad offrire delle macchie di colore molto decorative in autunno, fornirà al contempo una fonte supplementare di cibo per la fauna del luogo.

La collocazione delle piante è stata guidata innanzitutto dal rispetto delle distanze dai fabbricati e dalle strade pubbliche come da Codice Civile e da D.Lgs. 285/1992 ("Codice della Strada"), oltre che dalle reti elettriche come DPCM 8 luglio 2003 o da altre reti.

Il secondo luogo, è stata determinata dalla loro velocità di accrescimento delle piante e dal loro ombreggiamento sui pannelli. La velocità di accrescimento di una pianta dipende da molti fattori spesso imponderabili quali variazione delle situazioni climatiche, delle condizioni del suolo, l'adeguatezza della manutenzione e la competizione tra specie. Perciò la scelta delle piante, per quanto fatta in linea con la vegetazione potenziale e reale del luogo, si è indirizzata verso quelle specie che sulla base di dati bibliografici, garantiscono un lento accrescimento e la loro disposizione è stata fatta in modo da far sì che nell'arco di vita del campo fotovoltaico non superino i 10 metri nella porzione più prossima al campo.

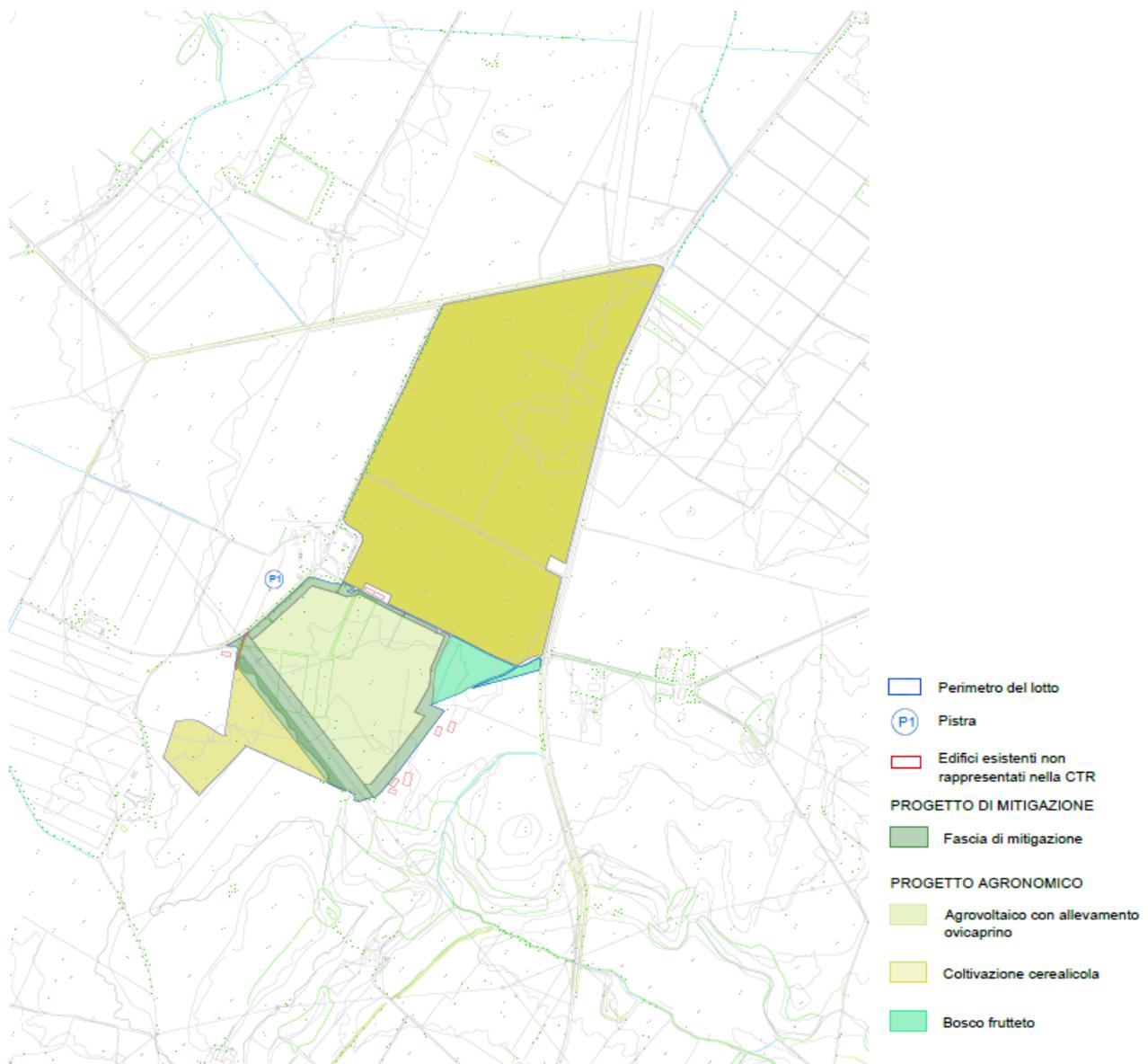


Figura 56 - Stralcio del progetto del verde suddiviso per aree funzionali

Il progetto del verde mira alla creazione di sistemi agroforestali con microhabitat diversificati, tanto sul piano microambientale che sul piano delle comunità vegetali, che supportano una particolare

diversità specifica sia di erbivori che di predatori. In tal senso i sistemi agroforestali, da realizzare, costituiscono dal punto di vista ecologico e paesaggistico dei veri e propri corridoi, intesi come “ecosistemi (o meglio ecotopi) di forma lineare con caratteri propri che differiscono dalle condizioni circostanti” (Franco, 2000). Le caratteristiche dei corridoi, in particolare dei corridoi vegetati, variano in funzione della struttura interna ed esterna, e sono influenzate da una serie di attributi:

- la larghezza (parametro della struttura orizzontale), che nei corridoi ingloba l'effetto gradiente tra i due margini del sistema, le cui caratteristiche ambientali generalmente differiscono tra loro e confinano con abitata diversi;
- la porzione centrale, che può possedere peculiarità ecologiche proprie o contenere ecosistemi diversi (corsi d'acqua, strade, muretti, ecc.);
- la composizione e la struttura verticale.

In quest'ottica si pongono i sistemi agroforestali intesi come “soprassuoli arboreo/arbustivi a sviluppo per lo più lineare gestiti con tecniche forestali ed integrati nel ciclo produttivo agro-silvo-pastorale” (Franco, 2000). Tale definizione comprende un'ampia varietà di sistemi antropici o seminaturali, potendo indicare tanto le siepi spinose adoperate per separare le greggi che le grandi fasce boscate riparali.

I sistemi agroforestali sono presenti nei paesaggi rurali europei già dall'epoca pre-romana, e si sono modificati in forma, struttura ed estensione al passo con le trasformazioni socioeconomiche del paesaggio, con le tecniche agronomiche e sulla base delle diverse condizioni pedo-ambientali. Le modificazioni nell'uso del paesaggio rurale in generale, e di questi sistemi in particolare, sono avvenute piuttosto lentamente sino a circa un secolo fa, con un tasso di cambiamento decisamente più rapido a seguito dell'avvento dell'agricoltura industriale e dell'avvento dei paesaggi di tipo agro industriale ad energia solare e combustibile.

Al fine di assicurare la continuità ecologica, il progetto ambisce a costruire un sistema strutturato attraverso:

- la conservazione e integrazione degli aspetti di naturalità residui,
- la loro messa a sistema lungo dei corridoi ecologici di connessione.

Nel dettaglio, la sistemazione ambientale si è basata su un'indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali di larghezza variabile lungo la viabilità principale e quella interpoderale e alla costruzione di macchie vegetali lineari interne al campo.

La vegetazione autoctona introdotta è distribuita in maniera tale da creare un sistema diffuso con struttura variabile in cui sono riprodotti gli ambienti della macchia alta e della boscaglia, a bassa manutenzione nei primi anni di impianto e a bassissima manutenzione a maturità, ottenuto attraverso l'inserimento di piante autoctone, appartenenti alla vegetazione potenziale dell'area fitoclimatica.

Si prevede pertanto una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta della macchia-bosco mediterranea. Lo scopo di questa fascia vegetale oltre a mitigare l'impatto del campo fotovoltaico è quello di connettere le aree naturali presenti nei dintorni, sviluppando rapporti dinamici tra le aree boschive preesistenti e le neoformazioni forestali.

Allo scopo saranno messi a dimora aceri (*Acer campestre* e *A. monspessulanum*) e querce (*Quercus pubescens*). Alberi di cipressi (*Cupressus sempervirens*) si intervalleranno alle querce lungo il lato sudoccidentale del campo ma distante dalla recinzione ed esternamente alla fascia di rispetto dell'elettrodotto ivi insistente.

Gli arbusti, che a maturità saranno alti circa 2-3 metri, formeranno una fascia perimetrale al campo fotovoltaico, in cui si inseriranno specie erbacee spontanee, riproducenti nell'insieme la distribuzione random dei sistemi naturali. Gli arbusti previsti sono organizzati in pattern di nove piante appartenenti a quattro specie diverse. Le specie scelte sono sia sempreverdi che caducifoglie: *Arbutus unedo*, *Crataegus laevigata*, *Mespilus germanica* e *Pyracanta coccinea*.

- ***Acer campestre***, (acero campestre) è un albero caducifoglio di modeste dimensioni, appartenente alla famiglia delle *Aceraceae*. Può raggiungere i 18-20 metri, il fusto non molto alto, con tronco spesso contorto e ramificato, con chioma rotondeggiante lassa. La corteccia è bruna e fessurata in placche rettangolari; i rami sono sottili e ricoperti di una peluria a differenza di quando accade negli altri aceri italiani. Le foglie sono semplici, a margine intero e ondulato, di colore verde scuro, sono ottime e nutrienti per gli animali, i fiori piccoli e verdi, riuniti in infiorescenze; le infiorescenze possono essere formate sia da fiori unisessuali che ermafroditi. I frutti sono degli acheni o più precisamente delle disamare alate. Pianta mellifera molto visitata dalle api per il polline e il nettare, ma il miele monoflorale è raro.
- 
- ***A. monspessulanum***, (acero minore) è una specie diffusa nelle aree submontane dei Paesi del Mediterraneo, appartiene alla famiglia delle *Aceraceae*. Il portamento è quello di un arbusto o di un alberello di dimensioni modeste, raggiunge in genere 5-6 metri, meno frequentemente i 10 metri; il fusto ha una corteccia bruna e la chioma è tondeggianta. Le foglie sono opposte e semplici, con lamina triloba lunga 4-6 cm e margine intero, di consistenza coriacea,

- pubescenti sulla pagina inferiore. I fiori sono piccoli e giallastri, riuniti in corimbi ascellari, pendenti in piena fioritura. Sono visitati dalle api per il polline ed il nettare. Il frutto è una disamara con ali poco divaricate, quasi parallele.
- ***Cupressus sempervirens*** (cipresso comune) è un albero sempreverde, molto longevo, alto fino a 30 m, con tronco diritto e robusto e con chioma di forma molto variabile, o conico-piramidale allungata terminante in una punta con rami appressati eretti. Originario del Mediterraneo orientale (Creta, Rodi, Cipro, Siria) è stato introdotto in Italia in epoca antichissima, forse già dagli Etruschi o addirittura dai Fenici, ed è attualmente diffuso in tutto l'areale del Mediterraneo. Soprattutto in Toscana ed in Umbria il cipresso è molto frequente e concorre in maniera essenziale a determinare l'aspetto del paesaggio insieme all'olivo. Albero termofilo, resistente alla siccità. Può vegetare dal livello del mare fino a 800 m, secondo la latitudine, e si adatta a substrati diversi anche poco profondi e compatti.
 - ***Quercus pubescens*** (roverella) è un albero di taglia media, inferiore alle altre querce del gruppo; mediamente 12-15 m ma può arrivare anche a 25 m di altezza in buone condizioni edafiche; specie abbastanza longeva può avere diametri del tronco notevoli, anche 2-2.5 m a petto d'uomo. Ha fusto normalmente corto ed anche sinuoso che si diparte presto in grosse branche anch'esse sinuose che formano una chioma ampia e globosa negli esemplari isolati. Specie ad areale molto vasto. In Italia è diffusa in tutte le regioni, principalmente si trova nella sottozona calda del *Castanetum* e nella sottozona fredda del *Lauretum* in terreni a matrice calcarea. Specie molto frugale, eliofila, termofila e xerofila ma resiste molto bene anche alle basse temperature, ma le sue formazioni si trovano in Italia fra i 200 e gli 800 (1200) m s.l.m., prevalentemente nei versanti esposti a sud; è specie di grande plasticità ecologica trovandosi in numerosissime associazioni e gruppi sociologici.
 - ***Arbutus unedo***, (corbezzolo) è un albero da frutto appartenente alla famiglia delle *Ericaceae* e al genere *Arbutus*; è un arbusto molto rustico, resistente alla siccità, al freddo ed ai parassiti. Uno stesso arbusto ospita contemporaneamente fiori e frutti maturi, per il particolare ciclo di maturazione; questo insieme al fatto di essere un sempreverde lo rende particolarmente ornamentale (visti i tre colori del corbezzolo: verde per le foglie, bianco per i fiori e rosso per i frutti; colori presenti sulla bandiera italiana, il corbezzolo è un simbolo patrio italiano). Il corbezzolo è longevo e può diventare plurisecolare, con crescita rapida, è una specie mediterranea che meglio si adatta agli incendi, in quanto reagisce vigorosamente al passaggio del fuoco emettendo nuovi polloni. Si presenta come un cespuglio o un piccolo albero, che può raggiungere i 10 metri, è una pianta latifoglia e sempreverde, inoltre è molto ramificato con rami giovani di colore rossastro. Le foglie hanno le caratteristiche delle piante sclerofille. I fiori sono riuniti in pannocchie pendule che ne contengono tra 15 e 20; i fiori sono ricchi di nettare gradito dalle api. Se il clima lo permette, la fioritura di corbezzolo dura fino a novembre. Il miele di corbezzolo risulta pregiato per il suo sapore particolare, amarognolo e aromatico; è un prodotto prezioso, perché la sua produzione dipende dalle temperature miti autunnali. I frutti maturano in modo scalare nell'ottobre-novembre dell'anno successivo la fioritura; sono eduli, dolci e molto apprezzati.

- ***Crataegus laevigata*** (biancospino) è un arbusto o un albero piccolo molto ramificato, contorto e spinoso, appartenente alla famiglia delle *Rosaceae* e al genere dei *Crataegus*. Il biancospino è una caducifolia e latifolia, che può raggiungere altezze comprese tra 50 centimetri ed i 6 metri. Il fusto è ricoperto da una corteccia compatta di colore grigio, i rami giovani sono dotati di spine. Questa specie è longeva e può diventare pluricentenaria, ma ha una crescita lenta. Le foglie sono lunghe da 2 a 6 centimetri, dotate di picciolo, di forma romboidale ed incise profondamente. E' caratterizzato da un'abbondante e splendida fioritura nel mese di maggio. E' caratterizzato da un'abbondante e splendida fioritura nel mese di maggio, composta di fiori bianchi e profumati riuniti in piatti corimbi. Seguono numerosi frutti sferici o ovoidali rosso scuro, lucenti, molto apprezzati dall'avifauna. E' una specie diffusa in tutta l'Italia, dalle zone pianeggianti fino a 1.500 m di quota; è comune tra le specie arbustive del sottobosco, ai margini dei boschi o nei pascoli arborati, riuscendo a colonizzare i pendii erbosi. Il biancospino si adatta facilmente a tutti i tipi di terreno, è una pianta che ama le alte temperature ma tollera bene il freddo invernale. Sopporta la siccità come l'eccessiva umidità.

- ***Mespilus germanica*** (nespolo comune), è un albero da frutto appartenente alla famiglia delle *Rosaceae* e al genere *Mespilus*. È un albero di medie dimensioni che raggiunge i 4-5 metri d'altezza con una larghezza della chioma che spesso supera l'altezza; è una latifolia caducifolia, molto longeva con crescita molto lenta. Nei soggetti selvatici i rami giovani possono essere spinosi. Le foglie sono grandi, ellittiche o oblunghie, sono caduche, alterne, semplici con picciolo molto corto e stipole ovate, hanno il margine intero, o al più dentellato nella porzione apicale; la pagina superiore è di colore verde scuro. La fioritura è piuttosto tardiva, avviene dopo l'emissione delle foglie, molto decorativa. I fiori ermafroditi, di colore bianco puro sono semplici a 5 petali, molto visitati dalle api. I frutti appaiono come piccoli pomi tondeggianti che vengono raccolti verso ottobre-novembre ancora non idonei alla consumazione per essere poi consumati dopo un periodo di ammezzimento (una maturazione fuori dall'albero con trasformazione dei tannini in zuccheri) in luogo asciutto e ventilato.



- ***Pyracantha coccinea*** (agazzino) è un arbusto sempreverde, che ha una crescita piuttosto veloce e raggiunge abbastanza rapidamente i 2-3 m di altezza. Ha portamento eretto, i sottili fusti tendono a svilupparsi in maniera abbastanza disordinata, producendo una densa chioma tondeggiante; sono munite di lunghe spine acuminate. Le foglie dell'agazzino sono di piccole dimensioni, di colore verde scuro, ovali, lucide, leggermente coriacee; in primavera produce innumerevoli piccoli fiori a stella, di colore bianco, profumati, che attirano gli insetti impollinatori. In autunno sulla pianta maturano i piccoli frutti tondeggianti, riuniti in grappoli, di colore arancione; i frutti della pyracantha sono commestibili, e talvolta rimangono sulla pianta fino alla primavera successiva. Queste piante vengono spesso usate per costituire siepi impenetrabili, ma sono molto decorative.





Figura 57 - Vista dell'area con fotoinserimento



Lungo il perimetro del campo fotovoltaico, la recinzione sarà permeabile al passaggio di piccoli animali in transito, grazie al varco lasciato dalla rete metallica che sarà sollevata da terra di circa 20 cm. La recinzione sarà schermata da piante rampicanti sempreverdi, a rapido accrescimento, quale è il caprifoglio (*Lonicera caprifolium*). La specie è di tipo lianosa, i fusti sono rampicanti e volubili (si avvolgono ad altri alberi o arbusti), possono arrivare fino a 5 metri di estensione e nella fase iniziale dello sviluppo sono molto ramosi. Le foglie sono semplici a margine intero senza stipole. I fiori sono ermafroditi, delicatamente profumati, riuniti in fascetti apicali, sessili.

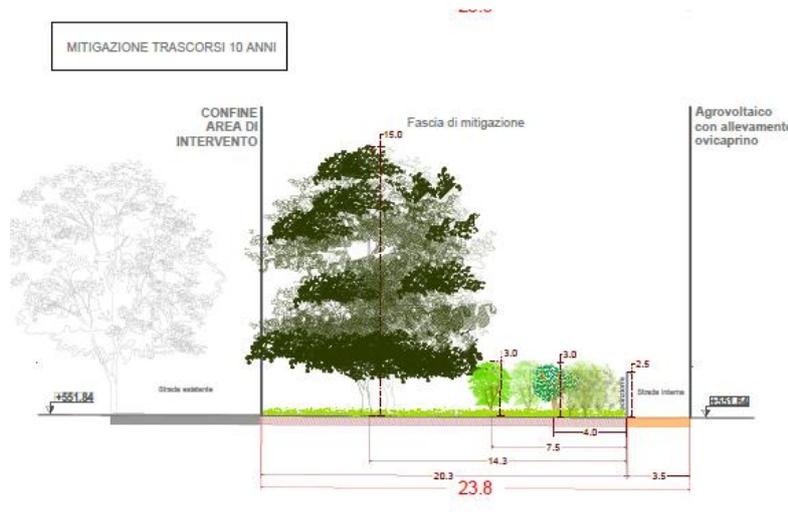


Figura 58 - Esempio di un tratto di mitigazione

Nella tabella seguente sono riportate le quantità della vegetazione di progetto che andranno a costituire le fasce di mitigazione esterne e le connessioni ecologiche interne al campo.

| Vegetazione | Superficie | Quantità |
|---|--------------------|------------|
| Arbusti | | 604 |
| <i>Arbutus unedo</i> | | 112 |
| <i>Crataegus laevigata</i> | | 223 |
| <i>Mespilus germanica</i> | | 59 |
| <i>Pyracantha coccinea</i> | | 70 |
| Frutti di bosco | | 140 |
| Alberi | | 281 |
| <i>Acer campestre</i> | | 40 |
| <i>A. Monseppulanum</i> | | 43 |
| <i>Cupressus sempervirens</i> | | 18 |
| <i>Malus domestica</i> | | 6 |
| <i>Morus alba</i> | | 3 |
| <i>Morus nigra</i> | | 10 |
| <i>Prunus avium</i> | | 8 |
| <i>Pyrus communis</i> | | 22 |
| <i>Quercus pubescens</i> | | 131 |
| Prato (incluso prato pascolo interno al campo) | 22,5 ettari | |

Figura 59- Quantità alberi e arbusti

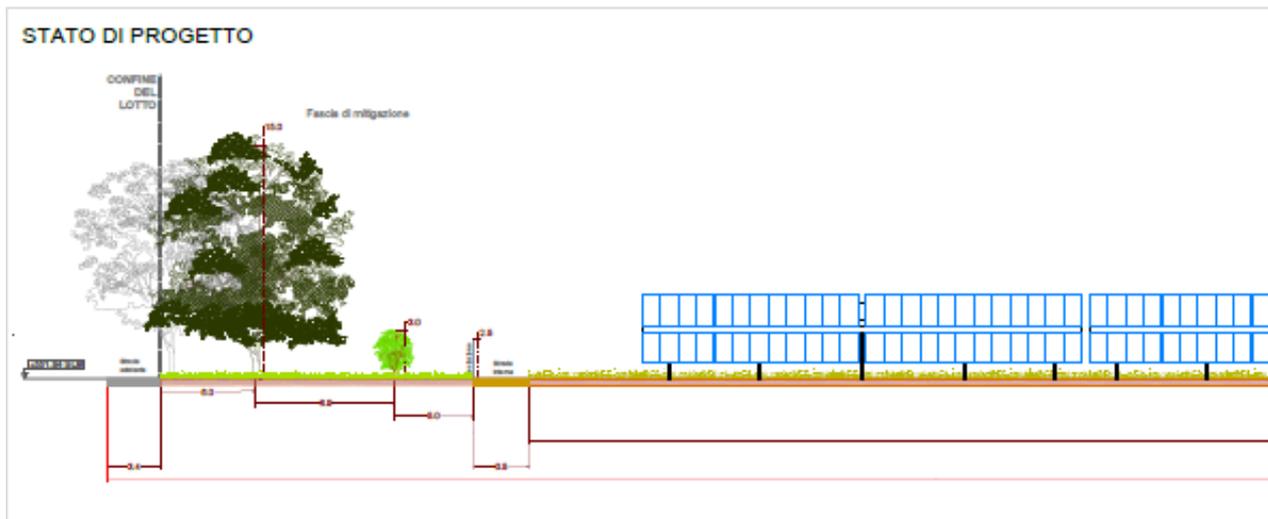


Figura 60 - Sezione impianto

2.15 Descrizione degli effetti naturalistici

2.15.1 Generalità

Un recente studio di Rolf Peschel, Tim Peschel, Martine Marchand e Jörg Hauke, dell'associazione tedesca Neue Energiewirtschaft (BNE)⁸, condotto su ben 75 impianti esistenti in 9 diversi stati federali tedeschi, ha dimostrato un impatto positivo sulla biodiversità degli stessi con un aumento nelle aree occupate da animali e piante, in particolare negli spazi tra le file dei moduli. Lo studio ha analizzato le caratteristiche della vegetazione e la colonizzazione da parte di diversi gruppi animali dei parchi fotovoltaici, alcuni dei quali sono stati descritti dettagliatamente. Vengono inoltre presentati anche i risultati di studi analoghi effettuati nel Regno Unito.

Dopo aver valutato i documenti disponibili, sono emersi i seguenti risultati:

- una delle ragioni principali della colonizzazione da parte di diverse specie animali dei siti degli impianti fotovoltaici a terra, con l'utilizzo permanente di un'area estesa, è la manutenzione del prato negli spazi tra le file dei moduli, condizione che si contrappone fortemente allo stato dei terreni utilizzati in agricoltura intensiva o per la produzione di energia da biomassa;
- viene anche rilevato come la possibile presenza di farfalle, cavallette e uccelli riproduttori, aumenta in generale la biodiversità nell'area interessata e nel paesaggio circostante;
- si registra un maggiore effetto vantaggioso quanto più è ampia la distanza tra i moduli. Lo studio ha dimostrato infatti che spazi ampi e soleggiati favoriscono maggiormente l'aumento delle specie e delle densità individuali, in particolare la colonizzazione di insetti, rettili e uccelli riproduttori;

⁸ "Solarparks - Gewinne für die Biodiversität", Bne https://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/20191119_bne_Studie_Solarparks_Gewinne_fuer_die_Biodiversitaet_online.pdf

- qualche differenza si registra anche con riferimento alla dimensione delle piastre fotovoltaiche. Gli impianti più piccoli fungono da “biotopi di pietra”, capaci di preservare e ripristinare i corridoi di habitat per piccola fauna. Mentre gli impianti fotovoltaici di grandi dimensioni possono costituire habitat sufficientemente ampi per la conservazione e lo sviluppo di popolazioni di diverse specie animali, come lucertole e uccelli riproduttori.



Abbildung 3-9: Darstellung der Revlierzentren und / oder Brutplätze der nachgewiesenen Brutvogelarten in dem Untersuchungsraum im Untersuchungszeitraum 2017 (Quelle: 2017, © 2009 GeoBasis-DE/BKG, © 2018 Google)

Figura 61- identificazione delle aree di monitoraggio della piccola fauna

In ragione di quanto detto e per potenziare intenzionalmente questo effetto, le piante considerate saranno caratterizzate da portamento e presenza di fioriture e bacche utili ad offrire rifugio e cibo alla fauna del luogo. La funzione ecologica del progetto si arricchisce oltremodo con la realizzazione di veri e propri spazi naturali, senza alcuna funzione produttiva diretta, per la formazione di ecotopi che costituiranno il tessuto connettivo rurale, forestale e lineare lungo i corsi d’acqua.

Si sottolinea da subito che la presenza di un vasto impianto areale, di regola non frequentato da uomini, se non in alcune piccole aree, e recintato per circa trenta anni, è di per sé occasione per ottenere tale ripopolamento e colonizzazione.

2.15.2 Arbusti e corridoi ecologici, bosco e frutteto

Oltre ad avere un'impronta meramente naturalistica e paesaggistica, il progetto del verde prevede la semina di prati polifiti e la formazione di nuclei vegetali con specie forestali e fruttifere. A tale scopo si è pensato di riservare un'area di **15.000 m²**, posta esternamente al campo fotovoltaico, sul suo lato nord-orientale, per la realizzazione di un "Bosco Frutteto". Si prevede la formazione di un bosco rado, dove alberi di querce faranno da contorno, connettendosi ai filari alberati presenti, mentre all'interno saranno distribuiti, in maniera casuale, alberi da frutto, varietà locali recuperate nel territorio.

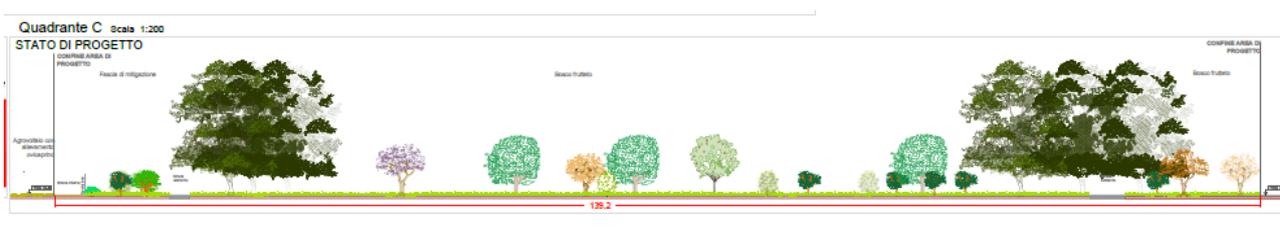


Figura 62 - Prospetto area naturalistica

Si utilizzeranno, allo scopo, le seguenti specie:

- *Malus domestica* (melo) è un piccolo albero, che raggiunge tranquillamente i dieci metri di altezza, con chioma allargata e piccole foglie caduche, di colore verde scuro; in primavera produce innumerevoli piccoli fiori di colore bianco o rosato, a cui seguono i frutti, generalmente riuniti in piccoli grappoli, di 4-5 esemplari, con l'esemplare centrale di dimensioni maggiori. Il frutto, detto pomo o più genericamente mela, si forma per accrescimento del ricettacolo florale insieme all'ovario. Il melo è una delle piante più diffuse e coltivate nel mondo. Per il nostro impianto verranno utilizzate varietà locali, come quelle appartenenti al gruppo della mela "Gelata".
- *Morus alba e M. nigra* (gelso) è una pianta di origine Asiatica, in Europa la sua diffusione ha trovato particolare fortuna per via del ruolo delle foglie nell'alimentazione dei bachi da seta. Si tratta di una pianta molto longeva, che può raggiungere importanti dimensioni, in particolare nella specie che fa le more bianche. Ha un apparato radicale particolarmente sviluppato, che rende il gelso resistente agli agenti atmosferici e in grado di sopportare relativamente bene la siccità. La chioma tende alla forma globosa anche senza interventi di potatura ed è fitta di rami, dalle forme spesso irregolari.
- *Prunus avium*, (ciliegio) è un albero appartenente alla famiglia delle *Rosaceae*. In Italia è presente dalle zone alto-collinari sino a quelle montuose, talvolta al confine della zona tipica delle latifoglie, presentando una buona resistenza al freddo. Si tratta di un albero, caducifoglie

e latifoglie, che cresce dai 15 ai 32 metri di altezza. Gli alberi giovani mostrano una forte dominanza apicale con un tronco dritto e una corona conica simmetrica, che diviene arrotondata e irregolare negli alberi più vecchi; vive circa 100 anni ed esige molta luce. La corteccia è levigata porpora-marrone con prominenti lenticelle orizzontali grigio-marroni, che diventano scure e fessurate negli individui più vecchi; le foglie sono alterne, ovoidali acute semplici, glabre di un verde pallido o brillante nella parte superiore, che varia finemente nella pagina inferiore, hanno un margine serrato e una punta acuminata. I fiori bianchi pedunculati sono disposti in corimbi di 2-6 assieme, petali bianchi. La fioritura ha luogo ad inizio primavera contemporaneamente alla produzione delle nuove foglie. Il frutto è una drupa carnosa, il frutto commestibile ha un gusto da dolce ad abbastanza astringente e amaro a seconda delle varietà. È una pianta fortemente visitata dalle api e i frutti vengono mangiati da numerosi uccelli e mammiferi che ne mangiano la polpa e disseminano i frutti.

- *Pyrus communis* (pero) Il pero è un albero vigoroso, di forma piramidale nei primi anni e tendenzialmente globosa a maturità, che può raggiungere un'altezza anche di 15-18 m. Il frutto è un falso frutto detto pomo. Si utilizzeranno allo scopo varietà antiche ritrovate, come Marzaiola, Monteleone, Ruzza, San Pietro, Sementina.

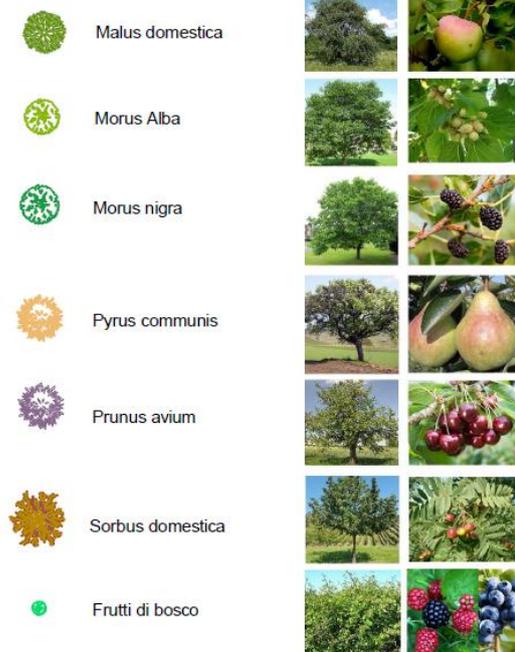


Figura 63 - Prospetti della mitigazione

- *Sorbus domestica* (sorbo domestico) è un albero da frutto appartenente alla famiglia delle *Rosaceae* e del genere *Sorbus*. L'albero è caducifoglie e latifoglie; può arrivare ad un'altezza di 10-12 metri. Il legno è duro e compatto, si usava per oggetti e utensili che devono avere una certa resistenza. Il sorbo è un albero longevo e può diventare pluricentenario, ma ha una crescita lenta. Le foglie sono bipennate; i fiori ermafroditi sbocciano in aprile, bianchi e con 5 petali. I frutti sono dei pomi, detti sorbole, che si raccolgono tra ottobre e novembre ma non sono consumate fresche alla raccolta, ma si lasciano ad ammazzire su letti di paglia per favorire la trasformazione dei tannini e aumentare lo zucchero nella polpa.

- Frutti di bosco, detti anche "piccoli frutti", costituiscono un gruppo piuttosto eterogeneo per tipologia di frutto. Si tratta comunque nella maggior parte dei casi di specie ad elevata rusticità che permette loro di adattarsi in ambienti anche molto differenti sia per quanto riguarda il clima che per l'altitudine. Il progetto prevede la coltivazione di frutti di bosco a ridosso della recinzione limitatamente alla parte nord-orientale del campo fotovoltaico, laddove il filare di querce fa da cornice al bosco-frutteto.

PROGETTO AGRICOLO
BOSCO FRUTTETO



2.15.3 Prato polifita

Premesso che la presenza dei pannelli fotovoltaici crea delle condizioni favorevoli quali un minor irraggiamento solare diretto al suolo, la formazione di una maggior umidità al di sotto dei pannelli, ombreggiamento e nascondigli a piccoli animali, la realizzazione di prati melliferi apporterà ulteriori benefici, primo fra tutti: la protezione del suolo. La protezione del suolo risulta così importante che la Commissione Europea già nel 2006 ha pubblicato la “Comunicazione 231 dal titolo Strategia tematica per la protezione del suolo”.

Figura 64- Legenda vegetazione del bosco frutteto

Per tale motivo l'intera superficie sarà inerbita con prato polifita che contribuirà a migliorare le condizioni ambientali dell'opera. Infatti, tra i vantaggi di avere un suolo inerbito si ricorda che:

- ✓ Il suolo ricoperto da una vegetazione avrà un'evapotraspirazione (ET) inferiore ad un suolo nudo;
- ✓ I prati trattengono le particelle terrose e modificheranno i flussi idrici superficiali esercitando una protezione del suolo dall'erosione;
- ✓ Ci sarà la stabilizzazione delle polveri perché i prati impediranno il sollevamento delle particelle di suolo sotto l'azione del vento;
- ✓ I prati contribuiscono al miglioramento della fertilità del terreno, soprattutto attraverso l'incremento della sostanza organica proveniente dal turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;

- ✓ La presenza dei prati consentirà un maggior cattura del carbonio atmosferico, che verrà trasformato in carbonio organico da immagazzinare nel terreno;
- ✓ L'area votata ai prati creerà un gigantesco corridoio ecologico che consentirà agli animali presenti nelle aree circostanti di effettuare un passaggio tra habitat diversi;
- ✓ La presenza di prati fioriti fornirà nutrienti per numerose specie, dai microrganismi presenti nel suolo, agli insetti, ai piccoli erbivori ed insettivori. D'altronde l'aumento di queste specie aumenterà la disponibilità di nutrimento dei carnivori;
- ✓ I prati forniranno materiale per la costruzione di tane a numerose specie.

I prati, quindi, contribuiranno al mantenimento dei suoli, alla riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, al miglioramento della qualità delle acque; aumenteranno la quantità di materia organica nel terreno e lo renderanno più fertile per la pratica agricola, una volta che l'impianto sarà arrivato a fine vita e dismesso.

I prati verranno collocati con una rotazione poliennale che consentirà un'alta biodiversità. Ciò vale in particolare per i prati sottostanti la mitigazione e l'area di boschetto (complessivamente 65.000 mq).

2.15.4 Utilizzo per il pascolo

Il prato, entro la recinzione e quindi per 113.000 mq, sarà specializzato per l'alimentazione delle pecore o capre a pascolo. In particolare, per la gestione da parte di un gregge di ca 700 pecore da latte di razza sarda.

Allo scopo di consentire la corretta alimentazione ad almeno 50 capi in rotazione bisognerà calibrare in modo specifico il mix di erbe ed il loro grado di fogliosità (entrambi dipendono strettamente dalla razza della pecora, e anche dalle abitudini specifiche del branco, età, clima, ed altri fattori difficilmente preventivabili). In genere si potrà prevedere un ciclo di pascolo di 7-8 ore, intervallato da riposo per ruminare all'ombra dei pannelli.

L'alimento con erba viva è insostituibile, in particolare per le pecore da latte, in quanto dotato di nutrienti ad alto valore biologico come zuccheri, aminoacidi, fibre digeribili, minerali e vitamine.

Nel paragrafo 2.16.5 saranno approfonditi alcuni aspetti tecnici.

2.15.4 Monitoraggio faunistico

Allo scopo di garantire la conservazione e il rafforzamento della biodiversità con andamento annuale sarà condotta una campagna di monitoraggio della presenza di specie (rilievi faunistici) nidificanti su alberi e cespugli, della entomofauna e della erpetofauna. I rilievi fitosociologici sia con riferimento alla componente floristica, sia faunistica tenderà a mettere in evidenza i rapporti quali-quantitativi con cui le piante occupano lo spazio, sia geografico sia ecologico, in equilibrio dinamico con i fattori ambientali, abiotici e biotici che lo caratterizzano.

Lo scopo sarà di individuare, all'interno delle fisionomie vegetazionali ambiti omogenei nei quali sviluppare con la cadenza indicata, ed a cura di personale abilitato preferibilmente di livello universitario (sarà realizzata una convenzione con l'Università della Tuscia), rilievi fitosociologici in accordo con il "Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia" dell'ISPRA. Di regola si tratterà di individuare un numero adeguato di plot da 10 x 10 mt all'interno dei quali effettuare dei censimenti delle specie per stabilire i relativi rapporti di abbondanza.

Le aree di insediamento naturalistico, estranee a qualunque uso produttivo, saranno realizzate su circa 6 ettari.



Figura 65 - Monitoraggio della fauna

2.16 Progetto agronomico produttivo: pascolo specializzato

L'impianto, oltre a produrre 19 GWh elettrici all'anno, prevede la messa a dimora di 281 alberi e 604 arbusti oltre che 22,5 ettari di prato polifita.



Figura 66 - Pascolo ed impianti ad inseguimento

2.16.1 generalità

Nello specifico, considerate le condizioni pedoclimatiche del luogo e l'orografia del terreno le aree interne dell'impianto, grazie ad una progettazione rialzata dei pannelli, il cui punto di imposta si presenta ad oltre 3 metri di altezza, in modo da non lasciare mai meno di 1,3 metri tra il terreno e il colmo inferiore dei pannelli, si è progettato un uso a pascolo del terreno.

Le pecore, circa 700 capi di un'azienda del territorio, utilizzeranno il prato permanente messo a disposizione dall'impianto per il pascolo a rotazione.

I vantaggi saranno soprattutto termici, e di protezione dei capi di bestiame dal clima.

Ciascun gruppo, a rotazione, sarà portato a pascolare nel campo fotovoltaico e verrà lasciato al suo interno per il tempo necessario alla rasatura del prato che dipenderà dal periodo dell'anno in cui ci si trova, e dal numero di capi. Nel campo saranno predisposti diversi punti d'acqua per abbeveraggio del gregge, mentre non sono previsti ricoveri stabili.

I pannelli forniranno zone d'ombra durante le ore più calde e garantiranno un microclima più mite durante l'inverno.

2.16.2 pascolo nella regione

La zona è particolarmente vocata all'allevamento ovino, sia per le specie da lana (come la locale Sopravvissana) sia per quelle da carne e latte (come la Sarda e l'Appenninica).

Sfortunatamente le stagioni particolarmente siccitose, sia in fase estiva come autunnale, che contraddistinguono gli ultimi anni (e che sono derivate dall'incipiente cambiamento climatico) mettono gravemente in crisi la pastorizia umbra. La CIA Umbria ha a tal fine lanciato un allarme⁹ che riguarda in particolare gli erbai freschi di cui ha bisogno la razza sarda. È quindi indispensabile una corretta programmazione, e cura, per seminare in primavera erbai poliennali con erba medica, trifoglio e violetto, e quindi, in tarda estate seminare incarnato. Le pecore sono portate al pascolo alla fine dell'autunno, in inverno ed in primavera.

Il problema è che la carenza di piogge produce cali di produzione, disseccamenti, e i freddi invernali arresto della crescita, aggiungono danno animali selvaggi come i cinghiali sulle scarse risorse rimaste. In questo modo va a rischio la stagione del latte, tra novembre e luglio, e di conseguenza l'industria del formaggio e dei derivati.



Figura 67- Pascoli secchi

⁹ - <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/zootecnia/2021/12/14/umbria-pascoli-secchi-a-rischio-la-pastorizia/73489>

2.16.3 Caratteristiche e tecniche della soluzione proposta

L'offerta promossa dal progetto è una risposta a questi problemi. Gli 11 ettari di pascolo recintato e protetto, ben difeso dalle intemperie, dal vento e dall'eccesso di piogge, ma anche dotato di acqua per i periodi siccitosi, è dimensionato per portare al pascolo oltre cinquanta capi contemporaneamente, che tra un periodo di alimentazione e l'altro, potranno ruminare tranquillamente sotto l'ombra dei pannelli¹⁰.



L'adattamento del pascolo (mix di erbe e loro grado di fogliosità) e dell'intensità di uso sarà calibrata in funzione dello specifico gregge al fine di tenerlo entro il range ottimale (né troppo basse, né troppo alte). Con pascoli fogliosi (5-9 cm di altezza degli steli), il gregge di turno pascolerà per 7-8 ore e poi riposerà all'ombra per la ruminazione.

Non esiste un'unica regola, o modalità di pascolo, ma un adattamento ecosistemico tra animali e territorio in funzione del tipo di prodotto che si vuole ottenere.

Infatti ogni erba ha un suo ciclo caratteristico, con una fase vegetativa in cui produce soprattutto foglie, indispensabili per la fotosintesi, ed una riproduttiva, in cui sviluppa le spighe ed i fiori che daranno luogo ai semi, necessari per permettere la "rinascita" del pascolo nella successiva stagione di pascolamento. La crescita dipende anche da come l'erba è coltivata (esempio dalle concimazioni

¹⁰ - https://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20140203163233.pdf

effettuate) e dal modo in cui è utilizzata. Inoltre, durante la crescita, cambia anche la composizione chimico-nutrizionale dell'erba. Via via che la stagione avanza, la crescita dell'erba aumenta e la disponibilità raggiunge livelli elevati ma la qualità del pascolo peggiora: l'erba contiene meno aminoacidi, misurati come proteina grezza (PG) mentre aumenta la fibra, sia quella poco digeribile (neutro-detersa o NDF) che quella indigeribile (lignina). L'erba matura ingombra il ruminante con la sua fibra tanto da limitare l'ingestione e quindi ridurre la produzione di latte.

Infine con la stagione, cambia anche il comportamento dell'erbivoro al pascolo. Le pecore e le capre infatti non pascolano allo stesso modo nelle diverse stagioni e, a parità di stagione, in qualsiasi ora del giorno. Nel corso della giornata alternano in genere fasi di pascolamento (pasti) e di riposo associato alla ruminazione. L'attività alimentare giornaliera è dettata dal fotoperiodo, dalle condizioni meteo e dai fabbisogni degli animali che variano con lo stadio fisiologico (gravidanza, lattazione). Le pecore e le capre preferiscono pascolare la mattina presto ed il pomeriggio piuttosto che a metà mattina, specie in estate. Inoltre, nel pascolare, scelgono le erbe e le parti di pianta che preferiscono: le pecore in genere preferiscono le leguminose (es. i trifogli) alle graminacee (es. l'avena) e le foglie agli steli. Tutto ciò è utile alle pecore, perché scegliendo in genere brucano un'erba di migliore qualità rispetto a quella media dell'offerta e possono raggiungere ingestioni più elevate di nutrienti. Le capre si comportano similmente anche se sono meno attratte dalle leguminose.

In sostanza un pascolo non è solo un alimento, ma parte di un eco-sistema complesso insieme agli animali che se ne cibano.

Prediligendo un pascolamento continuo (senza inserire recinti), a carico variabile, l'erba si dovrebbe mantenere in una forbice di altezza tra i 3 ed i 15 cm, creando al contempo una tendenza naturale all'aumento di densità del prato e della fogliosità specifica.

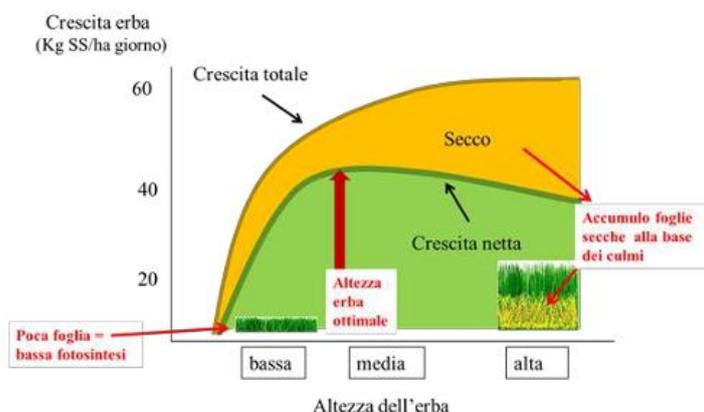


Figura 68 - Schema crescita erba

Se il pascolo è calibrato (tenendo anche conto delle condizioni microclimatiche e di illuminazione specifiche) per un corretto range di altezza/fogliosità/densità il tempo di pascolamento si manterrà

corretto e il processo di digestione avrà il suo spazio per produrre un buon latte, senza necessità di integrazioni.

La coltivazione di graminacee, quindi, dovrebbe massimizzare la produzione di latte avendo cura che l'altezza dell'erba sia adeguata nella stagione di pascolo secondo la seguente tabella.

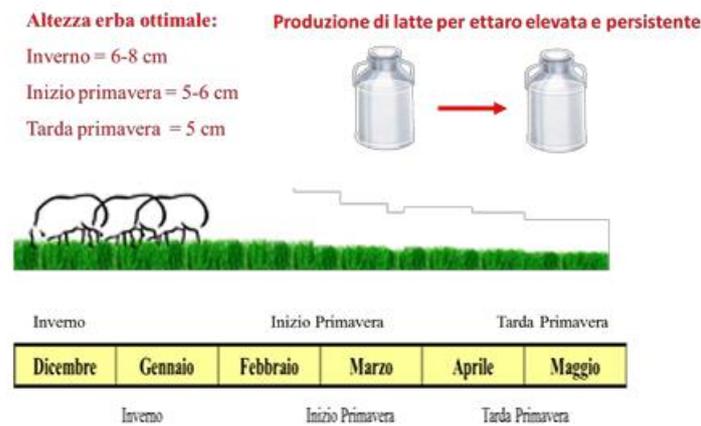


Figura 69 - Tabella produzione di latte ottimale

Le specie utilizzate potrebbero essere:

- Loglio italico,
- Cereali (sorgo),
- Medica sativa,
- Trifoglio alessandrino,
- Trifoglio sotterraneo e mediche annuali.

2.16.4 Regole operative interfaccia agricolo/fotovoltaico

Lo schema garantisce l'integrazione efficiente tra il sistema olivo e fotovoltaico. A tal fine, inoltre, sono state definite le seguenti clausole:

1. Quando un operatore entra nel campo fotovoltaico per portare le pecore al pascolo, ai fini della sicurezza sul lavoro e dell'agevolazione delle attività i pannelli devono essere orientati con un'inclinazione massima di 15 gradi.
2. Lo stesso avviene quando si entra con mezzi agricoli per le operazioni di semina e risemina.
3. In particolare, è preferibile che durante le attività operative gli inseguitori vengano posizionati rispettivamente con una inclinazione di +15° e -15°. In questo modo, il piccolo trattore necessario alle attività di semina, non interferisca con i pannelli.
4. Non è importante disattivare l'impianto durante i lavori di gestione e manutenzione del terreno dal momento che i moduli fotovoltaici rimangono in tensione e continuano a produrre corrente continua. La tensione a cui sono sottoposti i pannelli viene chiamata 'tensione a vuoto' ed è presente quando c'è irraggiamento e anche se gli inseguitori non sono connessi.

5. Su comunicazione da parte dei gestori dell'impianto ovi-caprino il giorno anteriore allo svolgimento delle operazioni colturali, saranno comunicati i settori e le ore di intervento per le operazioni colturali con un buffer di tempo predefinito di 15 minuti per passaggio in ogni singola sezione.
6. La nomenclatura dei singoli lotti/sezioni dell'impianto fotovoltaico sarà condivisa dalla parte gestore dell'impianto ovi-caprino al fine di uniformare i gestionali e le modalità di comunicazione tra le due parti, ivi compreso identificazione punti di pericolo, in formato digitale e georeferenziati.
7. E' fatto carico alla parte fotovoltaica l'implementazione di eventuali strumenti o ausili informatici per la comunicazione e la gestione del flusso di dati tra ambo le parti.
8. È fatto carico alla parte fotovoltaica il costo delle operazioni di semina e per la messa a disposizione di acqua per le esigenze del prato e degli animali.

Per minimizzare le interferenze tra le due attività, inoltre:

1. I cavidotti in fase di realizzazione saranno installati ad una profondità di 1,4-1,6 mt per quanto riguarda quelli di media tensione (colore rosso) e di 1,1 mt per quanto riguarda quelli di bassa tensione (colore blu). Tale profondità non creerà alcuna interferenza con l'eventuale installazione dell'impianto di irrigazione, le quali tubazioni principali lungo la strada verranno installate ad una profondità di 60-70 cm, mentre quelle per la testata delle ali gocciolanti ad una profondità di 50-60 cm
2. Il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico dovrà tenere conto delle caratteristiche e necessità del pascolo.
3. Sui cavidotti di bassa tensione (linee blu nella mappatura) con profondità di ca. 1,1 cm e sui cavidotti di media tensione (linee rosse nella mappatura) con profondità di ca. 1,40 mt si potrà transitare con dei macchinari con un peso massimo di 300 quintali e, qualora ce ne sia bisogno, anche piantumare.
4. Sul terreno dell'impianto verranno situate delle piazzole occupate dalle cabine inverter in calcestruzzo o metallo (3mt x 6/12mt) con delle ventole ad areazione forzata per il raffreddamento dei trasformatori.
5. Tra l'area di pascolo e le aree di mitigazione che segnano il confine dell'impianto dovranno essere presenti sempre almeno 5 metri di spazio libero per il transito dei macchinari appositi per la gestione delle attività operative

2.17 Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio

2.17.1 Generalità

Il presente capitolo fa riferimento anche al documento di progetto “*Prime indicazioni stesura Piani di Sicurezza*” cui si rimanda per la nomenclatura, le indicazioni normative generali e procedurali.

Si distinguerà in questa fase tra sicurezza e sua documentazione tipica in fase:

- Di cantiere (di costruzione e dismissione),
- Di esercizio,
- In manutenzione.

2.17.2 Fase di cantiere, il “Piano di Sicurezza e Coordinamento”

Il *Piano di sicurezza e coordinamento* dovrà essere redatto dal Coordinatore della progettazione dell'opera che valuterà i rischi connessi alla realizzazione delle opere dei cantieri temporanei o mobili avendo come riferimento le norme di legge, le misure di buona tecnica, le norme e l'esperienza del Coordinatore, in conformità a quanto previsto dall'art. 100 del D. Lgs. 81/08 e quindi dall'Allegato XV; ed in coerenza con il *Fascicolo dell'opera* secondo l'Allegato XVI allo stesso Decreto.

Esso è sostanzialmente una valutazione preventiva dei rischi legati alle specifiche attività che saranno svolte nella realizzazione delle opere e sarà fatta, in maniera dettagliata, immaginando un prevedibile scenario che poi dovrebbe essere realizzato al momento di avviare il cantiere tenendo presente il particolare tipo di intervento. Il *Piano operativo di sicurezza* sarà invece predisposto dal datore di lavoro dell'impresa esecutrice dell'opera avendo egli stesso la conoscenza effettiva e certa di come svolgerà l'incarico assegnato. In definitiva i due piani di sicurezza faranno parte di due momenti distinti nella realizzazione delle opere. L'uno non sostituirà l'altro ma anzi saranno necessariamente complementari pur rimanendo le responsabilità della loro redazione a due soggetti distinti ovvero il committente per il “Piano di sicurezza e coordinamento” previsto dal D.Lgs. n. 81/2008. L'impresa esecutrice potrà far proprio il Piano di sicurezza e coordinamento predisposto a cura del committente. Tuttavia tale acquisizione potrebbe generalmente non bastare e rendere perciò necessario che l'impresa lo integri con il proprio “Piano operativo di sicurezza”.

Le attività necessarie all'esecuzione dell'opera sono meglio descritte nel paragrafo 2.20 “*Descrizione del cantiere, rischi, mezzi, attrezzature*”.

Oltre a tale elenco il PSC dovrà individuare, seguendo le indicazioni della norma, i soggetti responsabili delle diverse fasi e tenuti ad intervenire in esse, avendo particolare cura ad individuare e risolvere le interferenze lavorative.

La pianificazione delle fasi di lavorazione servirà ad individuare, in funzione delle caratteristiche e responsabilità delle diverse imprese appaltatrici (un cantiere di questa dimensione ha spesso una società incaricata della pianificazione e sorveglianza, un general contractor e numerose imprese appaltatrici, oltre a diversi professionisti specializzati) e le interferenze tra queste.

Il Piano di sicurezza e coordinamento redatto in fase esecutiva stimerà il costo intrinseco ed analitico di ciascuna lavorazione nonché il costo degli apprestamenti necessari affinché il lavoro, nel corso della sua realizzazione, non provochi infortuni o danneggiamenti a terzi, persone o cose. Il piano conterrà altresì le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva delle varie imprese ovvero dei lavoratori autonomi e sarà redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario, l'utilizzazione di impianti comuni quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva. Il piano è costituito da una relazione tecnica e prescrizioni operative correlate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione.

Il PSC dovrà contenere:

- Le modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- Le protezioni o le misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno;
- La definizione dei servizi igienico-assistenziali;
- Le protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
- La indicazione della viabilità principale di cantiere e delle prescrizioni per il suo utilizzo;
- L'individuazione degli impianti di alimentazione e delle reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- L'esatta indicazione degli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- Le misure generali di protezione da adottare contro il rischio di caduta dall'alto;
- Le misure generali di sicurezza da adottare nel caso di estese demolizioni o manutenzioni, ove le modalità tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto;
- Le misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere;
- Le disposizioni per dare attuazione in merito alla consultazione dei rappresentanti per la sicurezza;

- Le disposizioni per dare attuazione in merito all'organizzazione tra i datori di lavoro;
- La valutazione, in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano;
- Le misure generali di protezione da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura;
- Il Capitolato per la sicurezza;
- Il Fascicolo di manutenzione dell'opera per il successivo esercizio dell'impianto.

Per procedere in modo sistematico nell'analisi e valutazione dei rischi, il Coordinatore per la progettazione della sicurezza dovrà individuare le realtà tecnologico/organizzative (macchinari, impianti, servizi, ecc.) presenti nel cantiere in modo da avere una rappresentazione di tutti gli ambiti/aree/luoghi di lavoro rilevanti ai fini della valutazione dei rischi. Dovranno essere, inoltre, individuate tutte le fasi lavorative a rischio. Per ognuna di queste entità saranno redatte delle apposite Schede di riferimento che, per ogni fase di lavoro, detteranno le misure generali di sicurezza e prevenzione raggruppate in apposite appendici tematiche (segnaletica, macchine, lavoratori, attrezzi, rischi, prevenzioni).

Il PSC deve essere aggiornato ogni qual volta in cantiere avvengono variazioni sia per i contenuti dei lavori (nuove lavorazioni non previste originariamente) sia nei tempi di realizzazione (non conformità con il programma dei lavori) sia nei soggetti che li eseguono (frazionamento di fasi lavorative in più imprese, originariamente assegnabili ad una singola), nelle tecnologie impiegate, nelle sostanze eventualmente pericolose e nei DPI adottati.

Nel caso in specie, e salvo le definizioni ulteriori da elaborare in sede di progettazione esecutiva (nella quale, si ricorda, deve essere redatto il PSC) sono da prevedere:

Fase 1

- Campionamenti terreni;
- Monitoraggio del fondo elettromagnetico nei pressi degli elettrodotti;
- Indagini di rischio;
- Nomina responsabili e verifica Libretti delle imprese esecutrici;
- Dichiarazioni e presentazioni documentazione prevista a Comune, Inail, VVFF, ...;

Fase 2

- Pulizia terreno e messa in sicurezza luoghi;

- Approntamento del cantiere mediante realizzazione della recinzione e degli accessi e viabilità pedonali/ carrabili di cantiere;
- Predisposizione dell'impianto elettrico, idrico, di messa a terra di cantiere, di protezione dalle scariche atmosferiche;
- apposizione della segnaletica di sicurezza;
- allestimento dei depositi, delle zone di stoccaggio e dei servizi igienico assistenziali.

Fase 3

- Movimentazione, carico/scarico dei materiali (strutture metalliche, moduli fotovoltaici e componenti vari) presso i luoghi di deposito provvisori;

Fase 4

- Per sottocampo:
- Rilievo topografico esecutivo con particolare riguardo ai profili per determinare la profondità di infissione dei pali battuti
- Picchettamento terreno
- Realizzazione viabilità perimetrale
- Battitura dei pali
- Montaggio struttura tracker

Fase 5

- Sistemazione del piano di posa delle cabine
- Installazione inverter distribuiti
- Montaggio pannelli

Fase 6

- Realizzazione degli scavi di trincea per i cavidotti BT e MT
- Realizzazione scavi per i cavidotti di consegna MT
- Cablaggio pannelli

Fase 7

- Posa cabine
- Allestimento elettrico delle cabine
- Realizzazione sezione AT

Fase 8

- Realizzazione recinzione definitiva

- Realizzazione impianto di videosorveglianza/antifurto

Fase 9

- Misure elettriche e collaudo impianti

Fase 10

- Rimozione rifiuti
- Pulizia finale
- Smantellamento dei baraccamenti di cantiere

Fase 11

- Dichiarazione di fine lavori
- Collaudo finale
- Messa in servizio degli impianti

2.17.3 Fase di cantiere il “Piano Operativo per la Sicurezza”

Prima della consegna dei lavori, l'appaltatore od il concessionario redige e consegna al committente un “Piano operativo di sicurezza” per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del “Piano di sicurezza e di coordinamento” e dell'eventuale “Piano generale di sicurezza”, quando questi ultimi siano previsti ai sensi del D.Lgs. n. 81/08. Il “Piano operativo di sicurezza” sarà, quindi, il documento che il datore di lavoro dell'impresa esecutrice redigerà in riferimento al singolo cantiere ai sensi del D. L.vo 81/08.

I contenuti minimi del “Piano operativo di sicurezza” ai sensi del D.Lgs 81/2008, allegato XV, punto 3.2 sono:

- a. i dati identificativi dell'impresa esecutrice, che comprendono:
 - 1- il nominativo del datore di lavoro, gli indirizzi ed i riferimenti telefonici della sede legale e degli uffici di cantiere;
 - 2- la specifica attività e le singole lavorazioni svolte in cantiere dall'impresa esecutrice e dai lavoratori autonomi sub-affidatari;
 - 3- i nominativi degli addetti al pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori e, comunque, alla gestione delle emergenze in cantiere, del rappresentante dei lavoratori per la sicurezza, aziendale o territoriale, ove eletto o designato;
 - 4- il nominativo del medico competente ove previsto;

- 5- il nominativo del responsabile del servizio di prevenzione e protezione;
 - 6- i nominativi del direttore tecnico di cantiere e del capocantiere;
 - 7- il numero e le relative qualifiche dei lavoratori dipendenti dell'impresa esecutrice e dei lavoratori autonomi operanti in cantiere per conto della stessa impresa;
- b. le specifiche mansioni, inerenti la sicurezza, svolte in cantiere da ogni figura nominata allo scopo dall'impresa esecutrice;
 - c. la descrizione dell'attività di cantiere, delle modalità organizzative e dei turni di lavoro;
 - d. l'elenco dei ponteggi, dei ponti su ruote a torre e di altre opere provvisorie di notevole importanza, delle macchine e degli impianti utilizzati nel cantiere;
 - e. l'elenco delle sostanze e preparati pericolosi utilizzati nel cantiere con le relative schede di sicurezza;
 - f. l'esito del rapporto di valutazione dei rischi e del rumore;
 - g. l'individuazione delle misure preventive e protettive, integrative rispetto a quelle contenute nel PSC quando previsto, adottate in relazione ai rischi connessi alle proprie lavorazioni in cantiere;
 - h. le procedure complementari e di dettaglio, richieste dal PSC quando previsto;
 - i. l'elenco dei dispositivi di protezione individuale forniti ai lavoratori occupati in cantiere;
 - j. la documentazione in merito all'informazione ed alla formazione fornite ai lavoratori occupati in cantiere.

2.17.4 Fase di esercizio: descrizione del “Fascicolo di manutenzione dell’opera”

Il “Fascicolo dell’opera” viene predisposto in fase di progettazione esecutiva dal CSP (coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione) in collaborazione con i costruttori delle opere, la DL nonché il Committente. Deve quindi essere ricordato, con la consegna alla Committenza, l’obbligo del controllo e aggiornamento nel tempo del Fascicolo informativo. Il Fascicolo informativo deve essere consultato ad ogni operazione lavorativa, di manutenzione ordinaria, straordinaria o di revisione dell’opera e per ogni ricerca di documentazione tecnica dell’opera. Il Committente è l’ultimo destinatario e quindi responsabile della tenuta, aggiornamento e verifica delle disposizioni contenute. Il Fascicolo per le attività manutentive previste definisce i rischi e individua le misure preventive e protettive. In particolare, le misure individuate sono distinte in due tipologie:

- misure messe in esercizio, cioè incorporate nel sito e che diventano di proprietà della committenza (misure preventive e protettive in dotazione dell’opera);
- misure non in esercizio e cioè specifiche richieste che vengono fatte alle imprese, intese come requisiti minimi indispensabili per eseguire i lavori manutentivi successivi sull’opera (misure

preventive e protettive ausiliarie).

In sostanza il Fascicolo costituisce un'utile guida da consultare ogni qualvolta si devono effettuare interventi di ispezione e manutenzione dell'opera, ai sensi dell'art. 91 comma 2 del D.Lgs. 81/2008.

2.17.5 Operazioni da effettuarsi prima dell'avvio dell'impianto fotovoltaico

Il personale addetto alla gestione e manutenzione degli impianti prima di operare su di essi deve aver preso conoscenza delle informazioni tecniche relative all'impianto ed ai suoi componenti fondamentali, previa visione del "Progetto Esecutivo", inoltre deve trattarsi di personale addestrato ed abilitato ad operare su impianti elettrici. Tale personale deve essere fornito delle chiavi necessarie per l'apertura del Quadro di parallelo/interfaccia e del Quadro di ricovero degli inverter qualora non fossero accessibili a vista.

Partendo dallo stato in cui l'impianto non è in servizio (esempio nel caso di primo avviamento dell'impianto), deve accertarsi che tutti gli organi di interruzione dell'impianto siano in uno stato di OFF (aperti).

2.17.6 Operazioni per la messa in funzione

Nei quadri (Quadro di Parallelo Stringhe) posti in prossimità del campo di pannelli fotovoltaici sarà necessario:

- Chiudere i gruppi porta-fusibili delle relative stringhe.

Nel Quadro generale (Quadro di parallelo/interfaccia) posto in prossimità dell'inverter:

- 1- Chiudere l'interruttore Magnetotermico "Dispositivo generale".
- 2- Chiudere gli interruttori Magnetotermici "Dispositivi inverter".

Nel quadro generale (Quadro di parallelo/interfaccia) posto in prossimità dell'inverter:

- 3- Chiudere l'interruttore Magnetotermico.

L'inverter si sincronizza alla rete elettrica (tempo max 1 minuto). La spia dell'inverter diventa verde.

Se la giornata risulta soleggiata sul display degli inverter è possibile leggere la potenza istantanea che viene immessa nella rete elettrica. Per una verifica dettagliata dell'impianto si può esplorare il menù sul display dell'inverter dove è possibile leggere tutte le caratteristiche elettriche della sezione del campo fotovoltaico servita. Per i dettagli sul menù dell'inverter si può fare riferimento al manuale di istruzioni relativo. Ricordare che i valori elettrici visualizzati sul display dell'inverter sono soggetti a fluttuazioni dovute all'irraggiamento solare e alla temperatura ambiente. Le continue fluttuazioni della potenza generata dall'inverter è un'indicazione positiva. L'inverter cerca continuamente di

migliorare il punto di lavoro elettrico, ottimizzando sempre la resa energetica. Verificato il corretto funzionamento dell'inverter si possono richiudere tutti i Quadri di ricovero. Nel caso si fossero riscontrate delle anomalie effettuare le operazioni riportate nelle schede di corredo all'Inverter.

Attraverso il contatore e attraverso i display degli inverter si possono controllare i valori di energia immessa in rete dell'impianto dal momento del primo avvio.

2.17.7 Verifiche e manutenzioni in esercizio

Tutti i lavori di verifica e manutenzione sopra descritti devono essere eseguiti in conformità alle norme antinfortunistiche secondo quanto previsto dal D.Lgs. 81/2008 In particolare si evidenzia che:

- i cantieri dovranno essere opportunamente delimitati e segnalati al fine di evitare il transito sul luogo di lavoro di persone ed automezzi estranei al lavoro;
- Gli addetti alla manutenzione dovranno lavorare sempre in coppia, e mai da soli, dovranno transitare sulle superfici utilizzando sempre i dispositivi di sicurezza permanenti e dovranno sempre utilizzare i DPI in dotazione;
- gli automezzi e macchine operatrici da utilizzare sul cantiere dovranno essere conformi alle normative CEE;

Per effettuare le normali verifiche di funzionamento basta verificare lo stato delle misure visualizzate dal display presente sugli inverter.

Verificare se i vari strumenti indicatori si comportano in maniera ragionevole. Occorre sempre tener presente che i valori derivanti dal campo fotovoltaico dipendono in modo determinante dalle condizioni atmosferiche, in particolar modo dal soleggiamento dei moduli fotovoltaici. Nel caso in cui si riscontrasse un basso livello di potenza attiva e di corrente immessa in rete o addirittura una loro assenza, nonostante le buone condizioni atmosferiche, si rende necessaria una verifica sull'inverter e sul quadro di parallelo/interfaccia. Per far ciò occorre dotarsi delle chiavi adatte all'apertura del Quadro di parallelo/interfaccia e dell'eventuale quadro di ricovero inverter.

Occorre inoltre munirsi di un multimetro digitale che consenta di effettuare misure di tensione e corrente in continua. Le prove devono essere effettuate da personale esperto, si ricorda che i livelli di tensione a circuito aperto raggiungono valori molto elevati. Per quanto riguarda le verifiche sullo stato dell'inverter rilevabili dai LED e dal display si rimanda al Manuale uso e manutenzione dell'inverter. Nel caso lo stato dei LED rilevasse un'assenza della rete all'ingresso dell'inverter verificare lo stato degli interruttori presenti nel quadro di parallelo/interfaccia. Nel caso le grandezze

visualizzate dal display dell'inverter evidenziassero una potenza non adeguata del campo fotovoltaico verificare lo stato dei fusibili presenti nei quadri di campo.

Verificato lo stato di efficienza dei fusibili, misurare il livello di tensione delle stringhe in arrivo al quadro di campo corrispondente (fare attenzione che la misura del multimetro utilizzato sia predisposta per una tensione in continua). Verificata un'assenza di tensione controllare lo stato delle connessioni verso la stringa e successivamente lo stato delle connessioni tra i singoli moduli. Nel caso si verificasse la continuità del circuito di connessione delle stringhe, il problema risiede probabilmente in qualche modulo. Occorre quindi verificare i valori di tensione presenti ai morsetti dei diversi moduli fotovoltaici.

Gli scaricatori di protezione contro le sovratensioni hanno una finestra che ne indica lo stato: verde significa che le condizioni sono ottime, se si annerisce lo scaricatore va sostituito. Gli interruttori differenziali hanno un tasto di prova che deve essere premuto per verificarne il potere di intervento, la prova va effettuata almeno ogni 2 mesi.

Si riporta un esempio di Schede di Intervento precedentemente citate.

2.17.8 Schede tecniche di intervento

| COD. | INTERVENTO | CADENZA (massima) | SCHEDA | INCARICATO |
|---|--|-------------------|--|------------------------|
| 1.1 | Pulizia e sgombero eventuale sporco dai pannelli fotovoltaici | 1 anno | 01 | Manodopera qualificata |
| RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI | | | | |
| RISCHI FISICI Scivolamenti, cadute a livello; | | | | |
| Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione | | | | |
| Punti critici | Misure preventive messe in Esercizio | | Misure preventive ausiliarie | |
| Accesso al posto di lavoro | L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti. | | DPI | |
| Prodotti pericolosi | Non previsti | | Non previsti | |
| Attrezzature critiche | Messa in opera e utilizzo robot di pulizia | | | |
| Interferenze e protezione terzi | Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi. | | Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti | |
| Altre misure | L'intera area è dotata di impianto di rivelazione e spegnimento con naspi, idranti ed estintori presenti nelle varie aree. Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate. | | Non previste | |
| DPI | Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. | | | |

| | |
|-----------------|--|
| | In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; Si raccomanda in particolare l'uso dei dispositivi individuali antisdrucchiolo, dei guanti di lavoro, caschi. |
| Tavole allegate | Fascicolo opere edili, strutturali e impianti |

| COD. | INTERVENTO | CADENZA (massima) | SCHEDA | INCARICATO |
|------|---|-------------------|--------|------------------------|
| 1.2 | Pulizia e sostituzione pannelli FTV e strutture di supporto | 5 anno | 02 | Manodopera qualificata |

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

| | |
|---|--|
| <p>RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti;</p> | <p>RISCHI CHIMICI Polveri, fibre; Fumi; Nebbie; Getti, schizzi; Gas, vapori; RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI Allergeni; Infezioni da microrganismi; Avvelenamento da puntura di insetto; Oli minerali e derivati;</p> |
|---|--|

Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione

| Punti critici | Misure preventive messe in Esercizio | Misure preventive ausiliarie |
|---|--|---|
| Accesso al posto di lavoro | L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti. | DPI |
| Alimentazione energia elettrica | Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato con la Committenza (vedere progetto impianto elettrico). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori. | Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio. |
| Approvvigionamento materiali e macchine | L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro. | Carrelli elevatori, automezzi |
| Prodotti pericolosi | Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI. | In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare la committenza ed il responsabile dell'ente dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione. |
| Interferenze e protezione terzi | Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche. | Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti |
| Altre misure | L'intero sito è dotato di impianto di rivelazione e spegnimento con naspì, idranti ed estintori presenti nei vari locali Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate con la Committenza ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate. | Non previste |
| DPI | Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; Si raccomanda in particolare l'uso dei dispositivi individuali antisdrucchiolo, i guanti di lavoro e caschi e il rispetto delle procedure per l'utilizzo dell'eventuale cestello sollevatore | |

| | |
|-----------------|---|
| | In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - occhiali di protezione; - Indumenti protettivi; - Attrezzatura anticaduta, Imbracatura di protezione con dispositivi inerziali di ritenuta - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori |
| Tavole allegate | Fascicolo opere edili, strutturali e impianti |

| COD. | INTERVENTO | CADENZA (massima) | SCHEDA | INCARICATO |
|------|--|-------------------|--------|------------------------|
| 1.3 | Pulizia e verifica cassette di raccolta parallelo stringhe | 5 anno | 03 | Manodopera qualificata |

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

| | |
|---|---|
| RISCHI FISICI Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Elettrocuzione; Punture di insetti; | RISCHI CHIMICI Polveri, fibre; RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI Avvelenamento da puntura di insetto; |
|---|---|

Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione

| Punti critici | Misure preventive messe in esercizio | Misure preventive ausiliarie |
|---|--|--|
| Accesso al posto di lavoro | L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti. | Non previste |
| Alimentazione energia elettrica | Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato con la Committenza (vedere progetto impianto elettrico presso archivio Committenza). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori. | Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio. |
| Approvvigionamento materiali e macchine | L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro. | Non previste |
| Prodotti pericolosi | Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI. | In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare il responsabile dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione. |
| Interferenze e protezione terzi | Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche. | Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti |
| Altre misure | Non Previste | Non previste |
| DPI | Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - occhiali di protezione; | |

| | |
|-----------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Indumenti protettivi; - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori |
| Tavole allegate | Fascicolo opere edili, strutturali e impianti |

| COD. | INTERVENTO | CADENZA (massima) | SCHEDA | INCARICATO |
|------|--|-------------------|--------|------------------------|
| 1.4 | Manutenzione interruttori e componentistica cabine Elettriche, Inverter, Consegna, Trafo | 5 anno | 04 | Manodopera qualificata |

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

| | |
|--|---|
| <p>RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti</p> | <p>RISCHI CHIMICI Polveri, fibre; Fumi; Nebbie; Getti, schizzi; Gas, vapori; RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI Allergeni; Infezioni da microrganismi; Avvelenamento da puntura di insetto; Oli minerali e derivati;</p> |
|--|---|

Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione

| Punti critici | Misure preventive messe in esercizio | Misure preventive ausiliarie |
|---|--|--|
| Accesso al posto di lavoro | L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti. | Non previste |
| Alimentazione energia elettrica | Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato (vedere progetto impianto elettrico presso archivio). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori | Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio. |
| Approvvigionamento materiali e macchine | L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro. | Non previste |
| Prodotti pericolosi | Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI. | In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare il responsabile dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione. |
| Interferenze e protezione terzi | Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche. | Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti |
| Altre misure | L'intero sito è dotato di impianto di rivelazione e spegnimento con naspri, idranti ed estintori presenti nei vari locali Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate. | Non previste |
| DPI | Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: <ul style="list-style-type: none"> - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; | |

| | |
|-----------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - occhiali di protezione; - Indumenti protettivi; - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori |
| Tavole allegate | Fascicolo opere edili, strutturali e impianti |

2.17.9 Incidenti e procedure di emergenza

Evacuazione in caso di emergenza

L'impresa deve attivarsi per gestire le eventuali emergenze che dovessero verificarsi sul luogo di lavoro. Per ogni postazione di lavoro è necessario individuare una "via di fuga", da mantenere sgombra da ostacoli o impedimenti, che il personale potrà utilizzare per la normale circolazione ed in caso di emergenza.

Dispositivi di protezione individuale

Sono da prendere in particolare considerazione:

- Casco
- Calzature di sicurezza
- Calzature isolanti
- Occhiali
- Maschere per la protezione delle vie respiratorie
- Otoprotettori
- Guanti
- Indumenti protettivi
- Attrezzatura anticaduta

Sorveglianza sanitaria

In relazione alle attività svolte dai singoli gruppi omogenei di lavoratori interessati alla fase di lavoro sono da prendere in considerazione le seguenti tipologie di sorveglianza sanitaria:

- Vaccinazione antitetanica
- Preassuntiva generale attitudinale
- Periodica generale attitudinale
- Vibrazioni
- Radiazioni (non ionizzanti)
- Rumore
- Movimentazione manuale dei carichi
- Polveri, fibre

- Fumi
- Gas, vapori
- Allergeni
- Infezioni da microrganismi
- Oli minerali e derivati

Informazione, formazione e addestramento

Oltre alla formazione di base e/o specifica, tutti i lavoratori devono essere informati sui rischi di fase analizzati e ricevere le istruzioni di competenza.

Segnaletica

Relativamente alla segnaletica che deve essere prevista per la fase lavorativa manutentiva, sono da prendere in considerazione:

Cartelli con segnale di divieto

- Divieto d'accesso alle persone non autorizzate;
- Cartelli con segnale di avvertimento;
- Pericolo di inciampo;
- Sostanze nocive o irritanti.
-

Cartelli con segnale di prescrizione

0. Casco di protezione obbligatorio;
1. Protezione obbligatoria dell'udito;
2. Calzature di sicurezza obbligatorie;
3. Guanti di protezione obbligatori;
4. Protezione obbligatoria delle vie respiratorie;
5. Protezione obbligatoria del corpo;
6. Protezione obbligatoria del viso;
7. Protezione individuale obbligatoria contro le cadute dall'alto.

Rischio incendio

In linea generale possono essere individuate le seguenti possibili cause di incendio:

1. Elettriche:
dovute a sovraccarichi e/o corto circuiti
2. Fulmini
dovuta a fulmini su strutture
3. Surriscaldamento

dovuto a forti attriti su macchine operatrici in movimento o su organi metallici

4. Autocombustione

dovuta a sostanze organiche o minerali lasciate per prolungati periodi in contenitori chiusi

5. Esplosioni o scoppi

dovuti ad alta concentrazione di sostanze tali da poter esplodere

6. Azioni colpose

dovute all'azione dell'uomo ma non alla sua volontà di provocare l'incendio (mozzicone di sigaretta, uso scorretto di materiali facilmente infiammabili, ecc.)

7. Atti vandalici

dovuti all'azione dell'uomo con volontà di provocare l'incendio.

Classe di incendio ed elementi estinguenti

1. Classe A

Incendi di materiali solidi combustibili come il legno, la carta, i tessuti, le pelli, la gomma ed i suoi derivati, i rifiuti e la cui combustione comporta di norma la produzione di braci ed il cui spegnimento presenta particolari difficoltà.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto BUONO

Schiuma con un effetto BUONO

Polvere con un effetto MEDIOCRE

CO₂ con un effetto SCARSO

2. Classe B

Incendi di liquidi infiammabili per il cui spegnimento è necessario un effetto di copertura e soffocamento, come alcoli, solventi, oli minerali, grassi, eteri, benzine, ecc.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto MEDIOCRE

Schiuma con un effetto BUONO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto MEDIOCRE

3. Classe C

Incendi di gas infiammabili quali metano, idrogeno acetilene, ecc.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto MEDIOCRE

Schiuma con un effetto INADATTO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto MEDIOCRE

4. Classe D

Incendi di materiali metallici

5. Classe E

Incendi di apparecchiature elettriche, trasformatori, interruttori, quadri, motori ed apparecchiature elettriche in genere per il cui spegnimento sono necessari agenti elettricamente non conduttivi.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto INADATTO (se non nebulizzata)

Schiuma con un effetto INADATTO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto BUONO

Poiché nelle emergenze è essenziale non perdere tempo, è fondamentale predisporre alcune semplici misure che consentano di agire adeguatamente e con tempestività per evitare il propagarsi dell'incendio ed in caso di eventi di piccole dimensioni provvedere allo spegnimento dei focolai ed alla rimozione delle cause che li hanno provocati:

1. predisporre e garantire l'evidenza del numero di chiamata per il più vicino comando dei vigili del fuoco;
2. predisporre le indicazioni più chiare e complete per permettere l'utilizzo dei mezzi estinguenti da parte del personale addetto per effettuare le procedure di estinzione e controllo dove possibile dell'incendio;
3. cercare di fornire già al momento del primo contatto con i vigili del fuoco, un'idea abbastanza chiara della localizzazione del cantiere, la condizione attuale del luogo e la presenza di eventuali feriti;
4. in attesa dei soccorsi tenere sgombra e segnalare adeguatamente una via di facile accesso al

cantiere;

5. utilizzare i mezzi estinguenti presenti in cantiere seguendo le istruzioni per le modalità di estinzione incendio e il tipo di estintore da utilizzare a seconda della classe di incendio;
6. Agire con prudenza, non impulsivamente né sconsideratamente;
7. Valutare quanto prima se la situazione necessita di altro aiuto oltre al proprio;
8. Verificare se c'è pericolo (di scarica elettrica, esalazioni gassose, esplosioni...) e prima di intervenire, adottare tutte le misure di prevenzione e protezione necessarie;
9. spostare eventuale materiale infiammabile solo se strettamente necessario o c'è pericolo imminente o continuato di propagazione incendio, senza comunque sottoporsi a rischi;
10. conservare stabilità emotiva per riuscire a superare gli aspetti spiacevoli di una situazione d'urgenza e controllare le sensazioni di sconforto o disagio che possono derivare da essi.

2.18 Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, misure di sicurezza

2.18.1 Generalità

Il termine *radiazione* viene abitualmente usato per descrivere fenomeni apparentemente assai diversi tra loro, quali l'emissione di luce da una lampada, di calore da una fiamma, di particelle elementari da una sorgente radioattiva, etc. Caratteristica comune a tutti questi tipi di emissione è il trasporto di energia nello spazio. Questa energia viene ceduta quando la radiazione è assorbita nella materia. Ciò si può dimostrare constatando un aumento di temperatura in prossimità del punto in cui è avvenuto l'assorbimento. L'aumento di temperatura non è però l'unico effetto prodotto dall'assorbimento di radiazione nella materia.

L'eventuale azione lesiva delle particelle ionizzanti sull'organismo è una diretta conseguenza dei processi fisici di eccitazione e ionizzazione degli atomi e delle molecole dei tessuti biologici dovuti agli urti delle particelle, che sono dette appunto *particelle ionizzanti* o anche *radiazioni ionizzanti*, quando hanno energia sufficiente per produrre questi processi. Più in particolare, a seconda che la ionizzazione del mezzo irradiato avvenga per via diretta o indiretta si usa distinguere tra *radiazioni direttamente ionizzanti* e *radiazioni indirettamente ionizzanti*. Sono direttamente ionizzanti le particelle cariche (elettroni, particelle beta, particelle alfa, etc.); sono invece indirettamente ionizzanti i fotoni (raggi X e raggi gamma), i neutroni, etc.

Le particelle cariche, dotate di massa e di carica elettrica, e i neutroni, dotati di massa, ma non di carica elettrica, sono radiazioni corpuscolari. I fotoni invece non hanno massa, nè carica elettrica,

sono radiazioni elettromagnetiche che si propagano con la velocità della luce.

Il termine radiazioni non ionizzanti (NIR) viene usato in prevalenza per indicare onde elettromagnetiche a bassa energia, che non provocano la ionizzazione degli atomi attraversati. Il parametro critico dell'onda e.m., dal quale dipende l'energia, è la **frequenza** ν , ed è quindi questa a determinare il livello di interazione fra la radiazione e la materia attraversata.

I tipi principali di radiazione non ionizzante con i quali si può entrare in contatto sono:

- **radiofrequenze RF** ($10^4 < \nu < 10^9$ Hz), tra cui anche gli **ultrasuoni US** ($10^6 < \nu < 10^7$ Hz)
- **microonde MW** ($10^9 < \nu < 10^{12}$ Hz)
- **raggi infrarossi IR** ($10^{12} < \nu < 10^{15}$ Hz)
- **raggi ultravioletti UV** ($10^{15} < \nu < 10^{16}$ Hz)

L'interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia è dovuta essenzialmente alla polarizzazione delle molecole del mezzo, ed al loro successivo rilassamento. Nei tessuti biologici l'intensità I dell'onda incidente decresce con la distanza x secondo la relazione:

- $I = I_0 e^{-ax}$ dove I_0 è l'intensità per $x = 0$, e a è il coefficiente di assorbimento, di dimensioni $[L^{-1}]$; $\lambda = 1/a$ è detta lunghezza di penetrazione, e dipende dalla conducibilità elettrica e dalla costante dielettrica del mezzo, e dalla frequenza dell'onda incidente; i differenti valori di queste costanti per i diversi tipi di tessuto che l'onda incontra portano a diversi valori di assorbimento e riflessione, con conseguenti fenomeni di interferenza.

In ogni caso, l'interazione con la radiazione comporta **fenomeni termici** dovuti all'assorbimento dell'onda (fenomeni che possono innalzare la temperatura dei tessuti), e **fenomeni "non termici"** conseguenti al rilassamento dei dipoli indotti ed al conseguente riarrangiamento delle strutture: il campo elettrico dell'onda incidente può ad esempio interagire con la membrana cellulare, alterando il potenziale di membrana e la sua funzione nella conduzione degli impulsi nervosi.

Nel 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", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

- "Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica

e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];

- “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” [art. 3, comma 2];
- “Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”. [art. 4]

2.18.2 Norme e fasce di rispetto da elettrodotti

Il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica avvengono tramite elettrodotti, vale a dire conduttori aerei sostenuti da opportuni appositi tralicci, in cui fluisce corrente elettrica alternata alla frequenza di 50 Hz. Dagli elettrodotti si genera un campo elettromagnetico, la cui intensità – com'è ovvio – è direttamente proporzionale alla tensione di linea.

Le linee elettriche sono classificabili in funzione della **tensione di esercizio** come:

- linee ad altissima tensione (380 kV), dedicate al trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica;
- linee a media tensione (generalmente 15 kV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini ecc.;
- linee a bassa tensione (220-380 V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni.

Le linee a 380 kV, 220 kV e 132 kV sono linee aeree, con due o più conduttori mantenuti ad una certa distanza da tralicci metallici e sospesi a questi ultimi mediante isolatori. L'elettricità ad alta tensione viene trasportata in trifase da terne di conduttori fino alle cabine primarie di trasformazione, poste in

prossimità dei centri urbani, nei quali la tensione viene abbassata a un valore tra 5 e 20 kV e si attua il passaggio alla corrente monofase che viene poi utilizzata dalle utenze domestiche (alle utenze industriali viene invece consegnata anche corrente trifase).

La **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 (3 μ T).

Poiché la corrente trasportata da un elettrodotto non è costante, ma dipende dalla richiesta di energia elettrica, anche la valutazione del campo di induzione magnetica, sulla base della proporzionalità tra campo magnetico e corrente, dipende dalla corrente considerata. La legge prevede che la valutazione sia effettuata con un preciso valore di corrente, che, per le linee elettriche con tensione superiore ai 100 kV corrisponde alla portata in corrente in servizio normale (definita dalla norma **CEI 11-60**). Tale corrente generalmente è superiore a quella che transita sulla linea, quindi, non è possibile determinare l'estensione della fascia con misure sul campo, ma è necessario effettuare una valutazione teorica (tramite software dedicato), che risulta cautelativa rispetto ai dati misurabili.

Il **D.M. 29 maggio 2009** prevede che l'individuazione della fascia possa essere effettuata attraverso un procedimento semplificato con la determinazione della "**Distanza di prima approssimazione**" (Dpa) della linea.

Dal canto suo, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 prevede che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità, ossia «nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a **permanenze non inferiori a quattro** ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio».

Le distanze da linee e impianti elettrici sono stabilite anche nel D.Lgs. 9 aprile 2008, n 81 (Testo Unico Sicurezza sul Lavoro) e indicate nella seguente tabella:

| Tensione nominale | Distanza minima consentita |
|-------------------|----------------------------|
| Un | |
| kV | m |
| ≤ 1 | 3 |
| 10 | 3,5 |
| 15 | 3,5 |
| 132 | 5 |
| 220 | 7 |
| 380 | 7 |

Il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che **il gestore** debba calcolare la *Distanza di Prima Approssimazione*, definita come “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”. In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni, viene invece introdotto il concetto di Area di Prima Approssimazione, calcolata secondo i procedimenti riportati nella metodologia di calcolo, di cui al par. 5.1.4 dell’Allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

La materia è, poi, regolata da una norma tecnica europea, la norma CEI EN 50110-1, ed. II, 2005-2, CEI 11-48, fasc. 7523, “*Esercizio degli impianti elettrici*”. Essa prescrive le modalità operative sicure di attività di lavoro, sia sugli impianti elettrici sia nelle vicinanze degli stessi.

La materia è regolata anche da una normativa tecnica europea, sufficientemente precisa e dettagliata, ed in particolare dalla norma CEI EN 50110-1, ed. II, 2005-2, CEI 11-48, fasc. 7523, “*Esercizio degli impianti elettrici*”, che prescrive le modalità operative sicure di attività di lavoro, non solo sugli impianti elettrici ma anche nelle vicinanze degli stessi. La predetta normativa tecnica prevede l’individuazione di tre zone attorno ad una parte nuda in tensione (vedi fig. 1) da trattare ciascuna con modalità diverse.

- Zona di lavoro sotto tensione caratterizzata dalla distanza DL
- Zona di lavoro in prossimità caratterizzata dalla distanza DV
- Zona di lavoro esente da rischio elettrico per distanza $> DV$

Nei cantieri edili è necessario mantenersi nella zona esente da rischio elettrico (distanza minima $> Dv$) quando la tipologia dei lavori che vi si svolgono sono quelli contemplati nell’art. 6.4.4 sotto riportati.

6.4.4 Lavori di costruzione ad altri lavori non elettrici.

- lavori su impalcature;
- lavori con mezzi elevatori, macchine per costruzioni e convogliatori;
- lavori di installazione;
- lavori di trasporto;
- verniciature e ristrutturazioni;
- montaggio di altre apparecchiature e di apparecchiature per la costruzione.

Confronto dei limiti:

| Estratto dalla Tab. A.1 | | | Limite previsto dal D.P.R. 164/1956 | Limite previsto dal D. Lgs 81/2008 |
|-------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Tensione nominale | Limite esterno della zona di lavoro sotto tensione | Limite esterno della zona prossima | | |
| | DL | Dv | | |
| kV efficaci | m | m | m | m |
| ≤ 1 | Nessun contatto | 0,30 | 5,00 | 3,00 |
| 10 | 0,12 | 1,15 | 5,00 | 3,50 |
| 15 | 0,16 | 1,16 | 5,00 | 3,50 |
| 132 | 1,10 | 3,00 | 5,00 | 5,00 |
| 220 | 1,60 | 3,00 | 5,00 | 7,00 |
| 380 | 2,50 | 4,00 | 5,00 | 7,00 |

Il confronto della colonna Dv (distanza oltre la quale non vi è rischio elettrico) delle norme porta a concludere che anche le distanze ridotte di nuova adozione sono più che sicure. In realtà un più accurato esame del fascicolo della norma europea mette in luce che sono richieste altre condizioni da rispettare per dare un senso alle predette distanze ed in particolare:

- deve essere definito ed individuato il “posto di lavoro” ed i suoi accessi con precisione specie nei dintorni di linee aeree a conduttori nudi in tensione,
- devono essere esposti idonei segnali indicanti il rischio di elettrocuzione come stabilito dall’art. 4.8 (non sull’ingresso del cantiere come burocraticamente si fa ma nelle zone ove detto rischio si manifesta),
- deve essere sicuramente mantenuta la distanza indicata non inferiore a DV, mediante opportuni segnali visibili e sotto il controllo del responsabile del cantiere, tenendo conto:
 - o dell’oscillazione dei carichi,
 - o dell’uso dei mezzi di trasporto e di sollevamento,
 - o dell’equipaggiamento da impiegare,
 - o del fatto che le persone che operano sono “persone comuni” cioè prive di conoscenze nel settore elettrico,
 - o di quanto recita l’estratto dall’art. 6.4.4.

2.18.3 Impianto ed interferenze con le linee elettriche

L'impianto non prevede la realizzazione di alcun elettrodotto aereo, bensì solo di elettrodotti interrati in BT e MT che sono valutati nel Quadro Ambientale.

Tuttavia l'impianto è attraversato da una linea in AT che interessa una porzione inferiore del campo esclusa dal progetto. Tutte le linee sono state trattate secondo le stesse distanze minime a vantaggio di sicurezza secondo il caso più severo.

La distanza dell'impianto è stata regolata secondo le norme di TERNA.

Nessuna alberatura è stata posizionata sotto la linea in tensione.



Figura 70 - Particolare punto di attraversamento linea AT

2.19 Automazione operazioni

2.19.1 - Pulizia pannelli

Una delle poche occasioni nelle quali il personale staziona presso i pannelli per un tempo significativo, è per le operazioni di pulizia delle stringhe e dei pannelli. In particolare, per quanto attiene alle file più vicine alle linee aeree, tale operazione potrebbe prolungarsi per qualche ora, anche se molto difficilmente per più di quattro.

Tuttavia, questa attività è perfettamente automatizzabile con molti tipi di robot presenti nel mercato. Normalmente si tratta di dispositivi da posizionare sulla stringa da parte degli operatori che in seguito si muovono autonomamente per effettuare la pulizia. La quale può avvenire sia in secco come in umido. La società, in accordo con i fornitori degli inseguitori monoassiali, si doterà dei sistemi di automazione necessari per rendere questa operazione semplice e rapida, minimizzando in tutte le circostanze la presenza degli operatori.

Complessivamente si stima l'operazione di pulizia (che può e deve essere anche parziale e solo quando necessaria) in circa 120.000 litri per un ciclo di pulizia con spazzole idrocinetiche che facciano uso di acqua demineralizzata senza detersivi. L'acqua sarà portata con autocisterne e travasata per l'operazione in cisternette da 2 mc portate in situ (entro 50 metri dalla macchina pulitrice anche robotizzata) da piccoli carrelli elevatori cingolati. L'operazione, da non condurre contemporaneamente su tutto l'impianto, ma per ampie sezioni, sarà condotta in se necessario circa una volta all'anno.



Figura 71 - Esempio di robot di pulizia

Ovviamente l'acqua in tal modo impiegata fungerà anche da irrigazione sia del prato, sia della circostante mitigazione.

| CODE |  Larghezza spazzola |  Sistema pulizia |  Velocità rotazione |  Velocità Max avanzamento |  Velocità Max pulizia |  Consumo acqua |  Pressione Max bar |  Dim. macchina cm |  Peso Corpo/Spazzola |
|----------|--|---|--|--|---|--|---|---|---|
| MMSOLAR1 | 1390 mm | Spazzola Nylon 1220 mm | 250 giri/min | 60 m/min | 1500 mq/h | ≥ 6 L/min | 10 | 93x88x60 | 45 12 |

Figura 72 - Caratteristiche robot

2.19.2 Gestione prato

Le parti di prato permanente non soggette a pascolamento (67.000 mq) saranno sfalciate con regolarità, preferibilmente con mezzi automatici.

Le parti soggette a pascolamento (117.000 mq) saranno gestite per l'alimentazione delle pecore.

2.20 *Descrizione del cantiere, rischi, mezzi ed attrezzature*

2.20.1 Avvertenze e misure generali

Vista l'ubicazione e le caratteristiche dell'area, occorrerà delimitare con adeguate recinzioni le zone interessate dai lavori, in modo da impedire l'accesso a persone estranee.

Anche in questo paragrafo si fa riferimento all'elaborato "*Prime indicazioni stesura piani di sicurezza*".

La viabilità sarà limitata ai soli automezzi necessari per l'esecuzione dei lavori previsti ed ai veicoli necessari per le operazioni di approvvigionamento dei materiali.

La Ditta appaltatrice dovrà applicare idonea segnaletica di sicurezza, in conformità con quanto stabilito dal D.Lgs. 81/08 e s.m.i. per rischi che non possono essere evitati o ridotti. In particolare, dovrà essere tale da avvertire un rischio alle persone esposte, vietare comportamenti che potrebbero causare pericolo, prescrivere determinati comportamenti necessari ai fini della sicurezza, attirare in modo rapido e facilmente comprensibile l'attenzione su oggetti e situazioni di lavoro che possono provocare determinati pericoli e fornire altre indicazioni in materia di prevenzione e sicurezza.

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme alle prescrizioni riportate negli allegati del D.Lgs. 81/08, mentre per le situazioni di rischio non considerate negli allegati del D.Lgs. 81/08 deve essere fatto riferimento alla normativa nazionale di buona tecnica, applicabile nei casi specifici.

Per ogni singola area di cantiere è necessario sempre prevedere due cancelli di ingresso, tenendo conto delle seguenti disposizioni:

- l'accesso dovrà essere consentito alle sole persone debitamente autorizzate;
- la sosta dei mezzi adibiti al trasporto dei materiali sarà consentita esclusivamente nel luogo in cui avverranno le operazioni di carico e scarico;
- occorrerà fare molta attenzione nelle operazioni di ingresso e di uscita, in particolare, durante l'immissione in circolazione sulle strade principali, l'operatore deve essere coadiuvato da personale a terra.

La pianificazione ed il posizionamento dei depositi ed aree di stoccaggio, sarà curata dal Coordinatore per l'esecuzione in coordinamento con l'Impresa appaltatrice, e saranno predisposti in modo tale da non costituire alcuna interferenza né con le strutture presenti nel cantiere, né con le lavorazioni che

dovranno essere eseguite, né con l'ambiente circostante.

Tutti i macchinari e le attrezzature operanti nel cantiere dovranno, per caratteristiche tecniche, costruttive e stato di manutenzione, essere conformi o rese tali, a cura dei rispettivi proprietari, alle direttive previste dalle norme vigenti.

2.20.2 Attrezzature di cantiere

In particolare, i macchinari presenti in cantiere dovranno essere in regola con le certificazioni (certificazione CE per apparecchiature nuove, attestazione di conformità per attrezzature antecedenti al 12 settembre 1996) e non devono essere fonte di pericolo per gli addetti.

In cantiere saranno presenti almeno i seguenti mezzi, attrezzature e materiali.

1. automezzi targati e non:

- Macchine battipali per l'infissione dei pali di supporto delle strutture,
- Escavatore,
- Pala meccanica,
- Autogrù,
- Autocarri,
- Bulldozer,
- Betoniere,
- Benne, recipienti di grandi dimensioni,
- Automezzi personali,

2. Piccole attrezzature a mano:

- Saldatrici di qualsiasi tipo,
- Mezzi ed attrezzature per la realizzazione di impianti elettrici,
- Piccone, pala o badile o altra attrezzatura per battere e scavare,
- Attrezzi per il taglio,
- Pompa per calcestruzzo,
- Vibratori per calcestruzzo,
- Molazza,
- Carriola,
- Martello, mazza, piccone, pala o badile o altra attrezzatura per battere o scavare,
- Argani di qualsiasi genere,
- Scale o piccoli ponteggi anche su ruote,
- Gruppo elettrogeno di emergenza,

3. materiali:

- Materiali per recinzioni,
- Cavi elettrici, prese, raccordi,

- Materiali per la lavorazione dell'impianto di messa a terra (puntazze, cavo di rame, tubazione in PVC, morsetti, ecc.),
- Tubi corrugati in materiale plastico,
- Tubi in acciaio,
- Ferro tondo,
- Funi,
- Tubi in polietilene,
- Pannelli fotovoltaici,
- Componenti vari di carpenteria metallica,
- Pannelli metallici per opere di carpenteria,
- Legname per carpenterie,

2.20.3 Operazioni di cantiere

Il ciclo produttivo del cantiere sarà suddiviso nelle seguenti fasi principali:

1- Fase 1

Indagini di rischio.

2- Fase 2

Approntamento del cantiere mediante realizzazione della recinzione e degli accessi e viabilità pedonali/ carrabili di cantiere, la predisposizione dell'impianto elettrico, idrico, di messa a terra di cantiere, di protezione dalle scariche atmosferiche e segnaletica di sicurezza, l'allestimento dei depositi, delle zone di stoccaggio e dei servizi igienico assistenziali.

3- Fase 3

Movimentazione, carico/scarico dei materiali (strutture metalliche, moduli fotovoltaici e componenti vari) presso i luoghi di deposito provvisori.

4- Fase 4

Infissione pali e realizzazione struttura di metallo per inseguitori

5- Fase 5

Posa dei soprastanti pannelli FTV, staffaggio e cablaggio fino a cassette di stringa.

6- Fase 6

Opere murarie per realizzazione basamenti delle cabine di trasformazione ed eventuale livellamento locale.

7- Fase 7

Realizzazione di scavi di trincea per la posa di nuovi cavidotti sino ad intercettare la cabina generale.

8- Fase 8

Collegamenti elettrici, allestimento zona inverter e quadro elettrico nella nuova cabina.

9- Fase 9

Misure elettriche e collaudi impianti.

10- Fase 10

Messa in servizio degli impianti,

11- Fase 11

Smobilizzo del cantiere, dei baraccamenti

12- Fase 12

Smantellamento recinzioni provvisorie, pulizia finale.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico consisterà in una serie di attività necessarie. Verranno realizzate le seguenti opere:

- 1- cabina primaria (MT/AT) di allaccio alla SE TERNA;
- 2- cabine secondarie (BT/MT) provviste di sistemi di misura e protezione situate all'interno delle singole piastre d'impianto;
- 3- cavi e conduttori di connessione;
- 4- stringhe di moduli FV e relativi meccanismi di sostegno ed azionamento;
- 5- viabilità di collegamento, sistemi di drenaggio e trattenuta suolo;
- 6- sistemi di sicurezza fisica;
- 7- realizzazione delle opere di mitigazione ambientale e di compensazione naturalistica;
- 8- realizzazione delle opere agricole produttive.

Le operazioni preliminari di preparazione al sito prevederanno una verifica puntuale dei confini e il tracciamento della recinzione d'impianto così come autorizzata. La realizzazione delle opere di mitigazione potrà avvenire in più fasi anche in base alla stagionalità.

Successivamente, a valle del rilievo topografico, verranno delimitate le aree. Si procederà all'installazione delle strutture di supporto dei moduli. Tale operazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di trivelle da campo, mosse a cingoli, che consentono un'agevole ed efficace infissione dei montanti verticali dei supporti nel terreno, fino alla profondità necessaria a dare stabilità alla fila di moduli. Eventuali piccoli dislivelli saranno assorbiti attraverso la differente profondità di infissione. Il corretto posizionamento dei pali di supporto verrà attuato mediante stazioni di misura GPS, essendo la tolleranza di posizionamento dell'ordine del cm.

Successivamente verranno sistemate e fissate le barre orizzontali di supporto. Montate le strutture di sostegno, si procederà allo scavo del tracciato dei cavidotti e alla realizzazione delle platee per le cabine di campo.

Le fasi finali prevedono il montaggio dei moduli, il loro collegamento e cablaggio, la posa dei cavidotti interni al parco e la ricopertura dei tracciati.

Dato il raggruppamento in blocchi dell'impianto, legato alla soluzione tecnologica scelta, le installazioni procederanno in serie, ovvero si installerà completamente un blocco e poi si passerà al successivo.

Data l'estensione del terreno e le modalità di installazione descritte, si prevede di utilizzare aree interne al perimetro per il deposito dei materiali e il posizionamento delle baracche di cantiere.

Tali aree saranno delimitate da recinzione temporanea, in rete metallica, idoneamente segnalate e regolamentate, e saranno gestite e operate sotto la supervisione della direzione dei lavori.

L'accesso al sito avverrà utilizzando l'esistente viabilità locale, che non necessita di aggiustamenti o allargamenti e risulta adeguata al transito dei mezzi di cantiere. A installazione ultimata, il terreno verrà ripristinato, ove necessario, allo stato naturale.

Per le lavorazioni descritte si prevede un ampio coinvolgimento di manodopera locale e ditte locali. Come indicato anche nel paragrafo 2.17 di seguito si riporta una lista delle operazioni previste per la realizzazione dell'impianto e la sua messa in produzione. Fatta eccezione per le opere preliminari, tutte le altre operazioni presentano un elevato grado di parallelismo, in quanto si prevede di realizzare l'impianto per lotti.

Opere preliminari:

- a) operazione di rilievo di dettaglio;
- b) realizzazione recinzioni perimetrali e realizzazione delle mitigazioni (anche in fasi successive);
- c) predisposizione fornitura acqua ed energia tramite installazione di quadristica di cantiere;
- d) direzione approntamento cantiere;
- e) delimitazione dell'area di cantiere e posizionamento della segnaletica;

Opere di tipo civile:

- a) preparazione del terreno;
- b) realizzazione della viabilità interna;
- c) realizzazione basamenti delle cabine e posa dei prefabbricati;
- d) realizzazione del gruppo di conversione cabina e successivo alloggiamento.

Opere elettromeccaniche

- a) montaggio delle strutture metalliche di supporto;
- b) montaggio moduli fotovoltaici;
- c) posa cavidotti MT e pozzetti;
- d) posa cavi MT / Terminazioni cavi;
- e) posa cavi BT in CC/ AC;
- f) cablaggio stringhe;

- g) installazione inverter;
- h) installazione Trasformatori MT/BT;
- i) installazione Quadri di media;
- j) lavori di collegamento;
- k) collegamento alternata;

Montaggio del sistema di monitoraggio

Montaggio del sistema di videosorveglianza

Collaudi/commissioning:

- a) collaudo cablaggi;
- b) collaudo quadri;
- c) collaudo inverter;
- d) collaudo sistema montaggio;

Fine lavori

Collaudo finale

Connessione in rete

2.20.4 Fasi di sviluppo per sottocampi

La centrale sarà realizzata con un unico cantiere e due sottocantieri secondo tre direttrici di sviluppo.

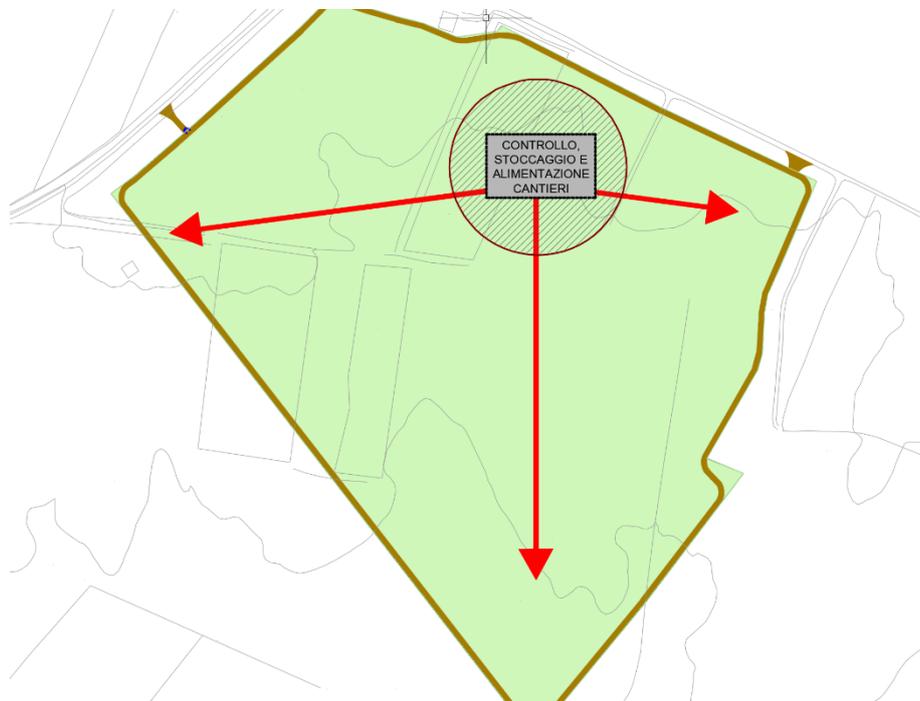


Figura 73 – Localizzazione dei sottocantieri

Dopo aver predisposto la recinzione di cantiere lungo il perimetro, si procederà al tracciamento della viabilità di cantiere e alla predisposizione delle strutture temporanee che ospiteranno l'ufficio di

direzione cantiere ed ufficio tecnico, l'ufficio ricevimenti merci, gli spogliatoi, i servizi igienici, la mensa e l'infermeria.

I mezzi di trasporto merci accederanno ai lotti adibiti alla ricezione dei materiali. Dopo aver superato i controlli di sicurezza ed effettuata la registrazione dei documenti di trasporto, verrà organizzato lo scarico dei materiali e la movimentazione che sarà effettuata tramite mezzi controbilanciati e transpallet elettrici.

Nelle fasi preparatorie saranno installati i baraccamenti di cantiere, sarà predisposta un'area per il deposito del materiale ed uno spazio per i rifiuti.



Figura 74 – Fase di ricezione, stoccaggio e movimentazione

I siti di stoccaggio dei materiali saranno riforniti costantemente in base alle lavorazioni in modo da garantire l'approvvigionamento dei sottocantieri che permetteranno la realizzazione in parallelo delle opere. Le prime forniture riguarderanno i materiali per la realizzazione delle recinzioni perimetrali e della viabilità interna che dovrà essere realizzata per permettere la movimentazione interna dei mezzi di cantiere.

In questa fase si procederà allo stoccaggio ed alla distribuzione nei sottocantieri delle strutture ed in particolare dei pali di fondazione in acciaio zincato che saranno infissi tramite macchine a battimento. I bilici con i moduli fotovoltaici saranno ricevuti in cantiere solo dopo aver completato il montaggio delle strutture di supporto.

Seguendo le diverse fasi (infissione pali, montaggi pannelli, realizzazione elettrodotti, posa ed allestimento cabine, cablaggi) i sottocantieri saranno impegnati in sequenza, per ogni fase una volta

completati i cantieri più distanti rispetto al polo di coordinamento centrale, si procederà radialmente con all'allestimento dei lotti più vicini.

Man mano che saranno ultimate le opere di montaggio delle strutture, dei moduli fotovoltaici, la stringatura degli inverter ed il posizionamento delle cabine BT/MT all'interno degli specifici lotti e la realizzazione delle mitigazioni ambientali, si procederà ad una riduzione graduale dell'area di cantiere.

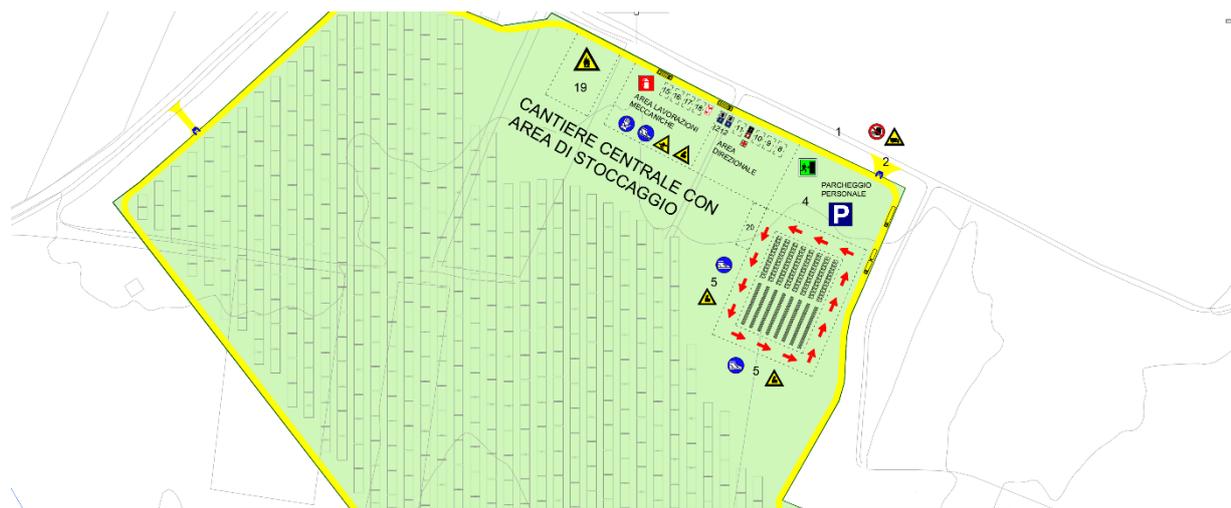


Figura 75- Cantiere durante le fasi installative di strutture e mobili

Nell'ultima fase di cantiere saranno poste in opera la cabina principale di raccolta dal quale partirà il cavidotto MT esterno. Il posizionamento avverrà tramite autogrù portata 50 t dotata di braccio telescopico a sfilamento completamente idraulico.

Si procederà quindi con le opere di collaudo finale in modo da poter procedere alla rimozione delle segnalazioni temporanee, le delimitazioni, e tutta la cartellonistica. Si procederà alla pulizia delle aree di stoccaggio dei materiali, allo smontaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se installate e di tutte le recinzioni provvisorie, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai fini della sicurezza, nonché la dismissione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali, nonché lo smantellamento dei container adibito ad ufficio di cantiere.

2.21 Ripristino dello stato dei luoghi

La vita utile di una centrale è di circa 30 anni, con semplici operazioni di manutenzione ordinaria. Al termine del periodo di esercizio previsto dall'autorizzazione, salvo rinnovo della stessa previa manutenzione straordinaria (è evidente che le tecnologie di generazione di energia elettrica tra trenta anni non sono prevedibili oggi), si dovrà procedere allo smantellamento e ripristino dello stato dei luoghi.

Salvo le autorità dispongano diversamente saranno ripristinate anche le opere agrarie, e quindi le mitigazioni e le fasce di compensazione ambientale, qualora nel frattempo non si provveda diversamente (ad esempio, potrebbero nel tempo essere riscattate dagli attuali proprietari, che le concedono in Diritto di Superficie, e donate al Comune).

2.21.1 Descrizione delle operazioni

Previo idoneo titolo abilitativo e sotto il controllo di società debitamente specializzata, e previa approvazione del relativo progetto esecutivo, saranno eseguite le seguenti operazioni:

1. smontaggio delle opere civili:
 - a. ringhiera,
 - b. cabine elettriche
 - c. cabina inverter
 - d. supporti dei pannelli fotovoltaici
 - e. condutture per i cavi
2. smontaggio e messa in sicurezza delle parti elettriche:
 - a. quadri elettrici,
 - b. inverter,
 - c. trasformatori,
 - d. cavi elettrici
3. smontaggio dei pannelli
 - a. pannelli fotovoltaici
4. invio a recupero o smaltimento
5. ripristino suolo
 - a. rimozione della viabilità interna

2.21.3 Computo delle operazioni di dismissione

Come indicato nell'elaborato "*Piano di Dismissione, Computo metrico estimativo*", e nel quadro economico del progetto, il costo stimato delle operazioni di dismissione dell'impianto è di 735.551,08 €, da rivalutare con indice Istat.

Tale stima, da considerare ovviamente indicativa per l'enorme distanza temporale dell'evento che si cerca di descrivere, è soggetta all'ipotesi del tutto plausibile che molti materiali recuperabili (e tra trenta anni, considerando l'enorme volume delle installazioni attualmente presente nel mondo, e la crescita di queste nel tempo, saranno ancora più presenti e disponibili soluzioni di recupero) potranno essere valorizzati e/o ritirati gratuitamente. Ad esempio, come già visto, l'alluminio, il rame ed i materiali ferrosi. Considerando anzi l'andamento delle scorte mondiali di bauxite e di rame è molto probabile che alla metà del secolo tali materiali avranno un valore molto consistente.

In ogni caso, a beneficio di robustezza, nel calcolo sono stati tutti considerati a zero.

2.22 Stima dei rifiuti prodotti e materiali a recupero/riciclo

2.22.1 Rifiuti prodotti

Le attività di cantiere sono del tutto simili a qualsiasi altro cantiere per la realizzazione di un impianto elettrico.

Il cantiere produrrà le seguenti classi di rifiuti tipici:

CER 150101 imballaggi di carta e cartone

CER 150102 imballaggi in plastica

CER 150103 imballaggi in legno

CER 150104 imballaggi metallici

CER 150105 imballaggi in materiali compositi

CER 150106 imballaggi in materiali misti

CER 150110* imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze

CER 150203 assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 150202

CER 160304 rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 160303

CER 160306 rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305

CER 160604 batterie alcaline (tranne 160603)

CER 160601* batterie al piombo

CER 160605 altre batterie e accumulatori

CER 170107 miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106

CER 170202 vetro

CER 170203 plastica

CER 170302 miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301

CER 170407 metalli misti

CER 170411 cavi, diversi da quelli di cui alla voce 170410

CER 170504 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503

CER 170604 materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603

CER 170903* altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose

(in rosso i rifiuti pericolosi).

Per quanto riguarda il particolare codice CER 170504, riconducibile alle terre e rocce provenienti dagli scavi, si prevede di riutilizzarne la totalità per i rinterri, livellamenti, riempimenti, rimodellazioni e rilevati previsti funzionali alla corretta installazione dell'impianto in tutte le sue componenti strutturali (moduli fotovoltaici e relativi supporti, cabine elettriche, cavidotti, recinzioni ecc....).

Coerentemente con quanto disposto D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., e del DPR 120/2017 il riutilizzo in loco di tale quantitativo di terre (per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati) viene effettuato nel rispetto generale di alcune condizioni:

- L'impiego diretto delle terre escavate deve essere preventivamente definito;
- La certezza dell'integrale utilizzo delle terre escavate deve sussistere sin dalla fase di produzione;
- Non deve sussistere la necessità di trattamento preventivo o di trasformazione preliminare delle terre escavate ai fini del soddisfacimento dei requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego ad impatti qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- Deve essere garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- Le terre non devono provenire da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica;
- Le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna degli habitat e delle aree naturali protette.

Per il presente progetto, si ricade nella disciplina del Titolo IV del Decreto, "Esclusione dalla disciplina sui rifiuti", e in particolare dell'art. 24 che specifica che, per poter essere escluse dalla disciplina sui rifiuti le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti dell'art. 185, comma 1, lettera c), del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

In particolare, devono essere utilizzate nel sito di produzione, la loro non contaminazione deve essere verificata in base ai disposti dell'Allegato 4, e la loro conformità deve essere verificata con la redazione di un "Piano Preliminare di utilizzo in sito" allegato al presente SIA.

2.22.2 Riciclo dei pannelli e degli altri materiali a fine vita

La grandissima maggioranza dei materiali impiegati nell'impianto sono facilmente recuperabili a termine del ciclo di vita dell'impianto.

Una opportuna operazione di smontaggio dell'impianto e la corretta divisione dei materiali durante

le operazioni, insieme alla cura di recuperare i materiali e componenti ancora riusabili, porterà al sostanziale recupero dei materiali indicati in tabella.

Chiaramente alcuni saranno interamente riciclati (400 t di alluminio, 38 t di rame, 470 t di ferro), altri saranno sottoposti ad operazioni di riuso, previa selezione (2.250 t di pietrisco, 110 t di CLS, 28 t di legno), o di recupero a mezzo di cicli termici (282 t di vetro, 19 t di silicio, 68 t di plastiche) altri a smaltimento, se ne frattempo non saranno stati messi a punto efficienti e sicuri procedimenti di riciclaggio.

| | Quantità | U.m. | Stima materiali (ton) | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------|------|-----------------------|--------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|
| | | | legno | pietrisco | alluminio | rame | fibra | ferro | elettronica | vetro | silicio | plastiche | CLS |
| Recinzione | 1.405 | m | 28 | | | | | | | | | | |
| Misto granulare | 1.500 | mc | | 2.250 | | | | | | | | | |
| Cavo MT alluminio (est) | 3.048 | m | | | 51 | | | | | | | | 0,2 |
| Cavo MT alluminio (int) | 2.044 | m | | | 18 | | | | | | | | 0,1 |
| Cavo BT alluminio | 68.751 | m | | | 303 | | | | | | | | 4,8 |
| Cavo solare | 149.841 | m | | | | 11 | | | | | | | 10,5 |
| Corde rame | 1.300 | m | | | | 0,7 | | | | | | | 0,1 |
| Cavi in fibra ottica | 1.405 | m | | | | | 0,1 | | | | | | 0,1 |
| Struttura Tracker | 404 | cad. | | | | | | | 469 | | | | 0,0 |
| Inverter | 34 | cad. | | | | | | | 0 | 1 | | | |
| Moduli | 18.768 | cad. | | | 38 | 26 | | | | | 282 | 19 | 53 |
| Acciaio in barre | 120 | m | | | | | | | 0 | | | | |
| Cabine (+ vol tecnici+ raccolta) | 5 | cad. | | | | | | | | 7,5 | | | 110 |
| Totale | | | 28 | 2.250 | 409 | 38 | 0,1 | 469 | 8 | 282 | 19 | 68 | 110 |

Figura 77 - Stima materiali a riciclo

Per quanto attiene i pannelli fotovoltaici, sui quali c'è un notevole grado di confusione, bisogna intanto considerare che dal 28 marzo 2014 il Decreto legge n.49/2014 “Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)” è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale. Per la prima volta, i pannelli fotovoltaici rientrano nella categoria RAEE.

La normativa prevede una suddivisione degli adempimenti in base alla grandezza degli impianti.

- Per rifiuti derivanti da **impianti con potenza inferiore a 10kWp** (“RAEE domestici”), la responsabilità dello smaltimento è a carico dei produttori presenti sul mercato nell’anno in cui si verificano tali costi, in base alla rispettiva quota di mercato. Per i proprietari è quindi gratuito.
- Per rifiuti originati da pannelli installati in **impianti con potenza superiore o uguale a 10kWp** immessi nel mercato prima del 12 aprile 2014, la responsabilità è a carico dei produttori nel caso di sostituzione ma a carico dell’utente detentore negli altri casi. Per moduli immessi nel mercato dopo il 12 aprile 2014 **la responsabilità è a carico dei produttori.**

Dunque, per l’impianto in oggetto la responsabilità nel recupero e riciclaggio dei pannelli è a carico del produttore degli stessi ed il relativo costo è stato già pagato nel prezzo di acquisto.

Inoltre, ai sensi del DM 5 maggio 2011 tutti i pannelli devono disporre di un certificato rilasciato dal

produttore o importatore dei moduli, attestante l'adesione del medesimo a un Sistema o Consorzio europeo che garantisca il riciclo dei moduli al termine della loro vita utile. PV Cycle è il sistema europeo di raccolta e riciclo del fotovoltaico che stima il grado di recupero attuale dei materiali nell'ordine del 96%.

Allo stato attuale il riciclo di un pannello fotovoltaico può avvenire con un processo semiautomatico, in uso presso diversi consorzi¹¹, che:

- stacca meccanicamente il vetro dal foglio plastico, recuperandolo.
- Sulla plastica restano attaccate tutte le altre componenti e talvolta anche frammenti di vetro.
- La macchina spazzola via il vetro e poi trita finemente il materiale rimasto che viene infine fatto passare attraverso una serie di vagli e cicloni a soffio di aria, che separano i vari materiali a secondo della loro densità. Si ottengono così:
 - o polvere di plastica,
 - o rame,
 - o argento dei contatti elettrici
 - o silicio.

Tutti questi componenti sono riutilizzabili.

In particolare il silicio, pur essendo in quantità di poche decine di grammi per pannello, è di qualità molto alta e può essere riutilizzato per applicazioni elettroniche (o per nuovi pannelli fotovoltaici).

¹¹ - Ad esempio presso RAecycle a Siracusa. https://www.askanews.it/economia/2016/02/17/raecycle-in-sicilia-primi-impianto-al-mondo-per-riciclare-tv-pn_20160217_00242/

2.23 *Manutenzione ordinaria degli impianti*

2.23.1 Premessa

Per manutenzione si intende il complesso delle attività tecniche ed amministrative rivolte al fine di conservare, o ripristinare, la funzionalità e l'efficienza di un apparecchio o di un impianto, intendendo per funzionalità la sua idoneità ad adempiere alle sue funzioni, ossia fornire le prestazioni previste, e per efficienza la sua idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, dell'economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno.

Un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione non richiede una manutenzione ordinaria impegnativa ed in genere le verifiche preventive possono essere effettuate da personale anche non specificatamente esperto in tecnologia fotovoltaica, purché in possesso dei requisiti necessari per operare su parti in tensione e solo dopo aver preso visione del “Manuale d’uso e manutenzione”. Peraltro, il generatore fotovoltaico non ha parti meccaniche in movimento, per cui la manutenzione è limitata al controllo visivo dei singoli moduli al fine di rilevare eventuali deterioramenti e/o sporcizia sulla superficie captante. In genere i moduli potrebbero essere oggetto di deposito di elementi pulviscolari che vanno ad imbrattare il rivestimento vetrato degli stessi, dovuti in generale all’inquinamento dell’aria e, nella fattispecie, ad eventuali prodotti di combustione localizzati emessi dalle canne fumarie dell’impianto di riscaldamento.

Nella stagione invernale, stagione peraltro meno significativa ai fini della producibilità rispetto alle altre, a fronte di un eventuale persistente imbrattamento dovuto alla neve potrebbe verificarsi utile procedere ad un asporto della medesima con utensili non abrasivi. Relativamente alla struttura di sostegno dei moduli, sarà necessario procedere a particolari controlli atti a verificare l’integrità e la stabilità degli elementi portanti e di fissaggio dei moduli a questi ultimi.

Il controllo delle grandezze in uscita dal generatore fotovoltaico sarà effettuato dal sistema di acquisizione dati con cui è equipaggiato il sistema. È opportuno che venga effettuata un’ispezione con cadenza almeno semestrale dei componenti del B.O.S. (Balance of system: insieme dei dispositivi necessari per trasformare e adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell'utenza finale), con particolare riguardo ai cavi di collegamento stringhe inverter e al collegamento di quest’ultimi con il quadro di parallelo. Eventuali verifiche mirate a rilevare ad esempio infiltrazioni d’acqua, guasti meccanici e/o elettrici dovranno essere effettuate da personale tecnico competente, con impianto fuori servizio e rispettando le indicazioni del “manuale d’uso e manutenzione” relativo

al dispositivo oggetto di ispezione.

Tutte le operazioni di manutenzione delle attrezzature elettromeccaniche sono riportate nei relativi libretti di uso e manutenzione. Al netto della “*manutenzione correttiva*”, necessaria a seguito di guasti, il presente paragrafo individua la necessità di base della “*manutenzione preventiva*”, ovvero quelle operazioni eseguite ad intervalli predeterminati e volte a ridurre le probabilità dei guasti e salvaguardare l’efficiente funzionamento dell’impianto. Nelle operazioni di manutenzione si avrà un consumo di materiali e di pezzi di ricambio specificamente necessari allo scopo. A tal fine presso l’impianto o in aree a deposito nei pressi dello stesso andranno tenute a disposizione:

- oli lubrificanti necessari durante il normale funzionamento delle apparecchiature;
- prodotti per l’ingrassaggio di parti meccaniche in movimento;
- disincrostanti, detersivi, solventi e sostanze chimiche in genere nonché le attrezzature necessarie (scope, stracci, spugne, etc.) per l’effettuazione degli interventi mirati alla migliore conservazione degli impianti tecnologici e/o i locali ospitanti gli stessi;
- guarnizioni comuni delle valvole di intercettazione e delle rubinetterie;
- vernici nelle qualità, quantità e colore necessarie per l’espletamento delle operazioni manutentive di ritocco e/o di sostituzioni;
- viteria d’uso;
- componentistica elettrica (ed uno stock di pannelli di riserva);
- trasformatori di riserva per servizi ausiliari;
- attuatori di riserva tracker.

Le operazioni di manutenzione si distinguono tra:

- manutenzione opere civili (recinzioni, cancelli, porte, cabine, ventole)
- manutenzione opere elettriche (quadri, inverter, trasformatori, protezioni)
- manutenzione opere agricole (alberi, arnie per le api, colture)

Solo le seconde saranno assegnate a società non locali, per l’elevato grado di specializzazione e centralizzazione richiesto (naturalmente a parità di garanzia di qualità sarà data priorità a società locali).

2.23.2 Lista delle operazioni di manutenzione

Le operazioni di manutenzione “correttiva” derivano dalle verifiche sottoelencate.

| Operazioni di verifica impianto elettrico ed opere connesse | | |
|---|--|-------------|
| Componente | Operazione | Cadenza |
| Opere elettriche | | |
| Moduli fotovoltaici | - Verifica integrità fisica, - verifica stato di pulizia, - a campione verifica dell'integrità delle cassette di terminazione e stato dei diodi di by-pass | Annuale |
| | - pulizia | Semestrale |
| Stringhe | - verifica prestazioni | Annuale |
| Strutture di sostegno | - Ispezione visiva | Annuale |
| | - Controllo dei serraggi | |
| Quadri elettrici | - ispezione visiva | Annuale |
| Dispositivi di manovra e protezione | - verifica stato di conservazione | Annuale |
| | - controllo elettrico e tarature | |
| Cablaggi | - verifica integrità | Annuale |
| Inverter | - ispezione visiva involucro e display | Annuale |
| | - pulizia aperture di areazione | |
| | - controllo elettrico dei dispositivi di manovra | |
| Impianto di messa a terra | - verifica integrità, - verifica serraggio connessioni | Annuale |
| | - prova di continuità tra conduttori di protezione ed equipotenziali | |
| | - verifica isolamento cavi | |
| | - verifica integrità cartellonistica | |
| | - integrità circuito e dispositivi del pulsante di emergenza | Semestrale |
| | - prova pulsanti di sgancio | |
| Spie indicatrici del funzionamento sugli inverter | - verifica anomalie segnalate | mensilmente |
| Trasformatori MT/AT | - verifica funzionamento | Semestrale |
| Opere civili | | |
| Recinzioni | - verifica integrità | Semestrale |

| | | |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Piattaforme cabine e accumuli | - verifica visiva integrità | Annuale |
| Tralicci | - verifica integrità | Annuale |
| Opere agricole e naturali | | |
| Impianto di irrigazione | - verifica funzionalità | Semestrale |
| Stato di salute alberi | - verifica parassiti, malattie, etc.. | Annuale |
| Arnie e loro componentistica | - verifica funzionalità, parassiti, malattie, | frequente o continua (telecontrollo) |

Le operazioni di manutenzione programmata e/o di sostituzione integrale sono:

| Operazioni di manutenzione programmata | | |
|--|---|-------------|
| Componente | Operazione | Cadenza |
| Opere elettriche | | |
| Moduli fotovoltaici | - verifica funzionale, sostituzione pannelli con hot spot o altri ammaloramenti | Annuale |
| | - pulizia | Semestrale |
| Stringhe | - Verifica serraggio, sostituzione componenti ammalorate | Annuale |
| Strutture di sostegno | - Sostituzione componenti danneggiate | Annuale |
| Quadri elettrici | - Verifica sostituzione parti ammalorate | Annuale |
| Dispositivi di manovra e protezione | - Verifica meccanica, sostituzione | Annuale |
| Cablaggi | - Verifica morsetti, sostituzione eventuale | Annuale |
| Inverter | - Controllo visivo, verifica integrità, assistenza qualificata fornitore | Annuale |
| Cabine | - Controllo visivo, verifica integrità, assistenza qualificata fornitore | Annuale |
| Impianto di messa a terra | - Pulizia | Annuale |
| | - Controllo funzionalità | Semestrale |
| Spie indicatrici del funzionamento sugli inverter | - verifica e (eventuale) sostituzione | mensilmente |
| Trasformatori MT/AT | - controllo cavi, connessioni, conduttori (eventuale sostituzione) | Semestrale |
| Opere civili | | |

| | | |
|--------------------------------------|---|---------------|
| Recinzioni | - Controllo e riparazione | Semestrale |
| Piattaforme cabine e accumuli | - Verifica e riparazione | Annuale |
| Tralicci | - Pittura antiruggine | Annuale |
| Opere agricole e naturali | | |
| Impianto di irrigazione | - pulizia | Semestrale |
| Alberi | - trattamento biologico contro parassiti | Annuale |
| Prato-pascolo | - pulizia, trattamenti specifici, risemina | Cadenza varia |

2.24 Investimento

2.24.1 Impianto elettrico ed opere connesse

Il quadro economico di investimento dell'impianto, come espresso dall'allegato "Quadro economico", prevede un investimento totale di € 10.700.442,26

Questo investimento è diviso nel seguente modo:

| QUADRO ECONOMICO GENERALE | | | |
|---|---------------------|-------|-------------------------|
| Valore complessivo dell'opera privata | | | |
| DESCRIZIONE | IMPORTI IN € | IVA % | TOTALE € (IVA compresa) |
| A) COSTO DEI LAVORI | | | |
| A.1) Interventi previsti | 8.164.420,54 | 10% | 8.980.862,59 |
| A.2) Oneri di sicurezza | 97.994,97 | 10% | 107.794,47 |
| A.3) Opere di mitigazione | 265.792,24 | 10% | 292.371,46 |
| A.4) Spese previste da Studio di impatto ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale | 40.000,00 | 22% | 48.800,00 |
| A.5) Opere connesse (agricole+ dismissione) | 602.910,72 | 10% | 663.201,79 |
| TOTALE A | 9.171.118,47 | | 10.093.030,32 |
| B) SPESE GENERALI | | | |
| B.1) Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità | 250.000,00 | 22% | 305.000,00 |
| B.2) Spese consulenza e supporto tecnico | 60.000,00 | 22% | 73.200,00 |
| B.3) Collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici | 42.151,06 | 22% | 51.424,30 |
| B.4) Spese per rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (incluse spese per attività di monitoraggio ambientale) | 40.000,00 | 22% | 48.800,00 |
| B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1,B2,B4 e collaudi B.3 | 14.000,00 | 22% | 17.080,00 |
| B.6) Imprevisti | 91.711,18 | 22% | 111.887,65 |
| B.7) Spese varie | | 22% | 0,00 |
| TOTALE B | 497.862,25 | | 607.391,94 |
| C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge | | | 0,00 |
| "Valore complessivo dell'opera" | | | |
| TOTALE (A+B+C) | 9.668.980,72 | | 10.700.422,26 |

Figura 78 - Quadro economico

2.24.2 Investimento mitigazioni e compensazioni

Le opere di mitigazione e compensazione hanno un costo complessivo di € 265.795,24.

2.24.3 Parte produttiva agronomica

L'investimento della parte agronomica, interamente sostenuto dall'investitore agricolo, è stimata in 226.795,24 € secondo il seguente computo:

| OPERE A VERDE | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------|
| Vegetazione | Superficie/lunghezza | Quantità | Prezzo unitario medio | Prezzo totale |
| Fornitura arbusti in contenitore 7 litri | | | | |
| <i>Arbutus unedo</i> | | 112,00 | 16,10 | 1.803,20 € |
| <i>Crataegus laevigata</i> | | 223,00 | 61,20 | 13.647,60 € |
| <i>Mespilus germanica</i> | | 59,00 | 29,40 | 1.734,60 € |
| <i>Pyracantha coccinea</i> | | 70,00 | 15,40 | 1.078,00 € |
| Frutti di bosco | | 140,00 | 13,00 | 1.820,00 € |
| Subtotale arbusti | | 604,00 | | 20.083,40 € |
| Fornitura alberi circ 14/16 cm e altezza 200 cm | | | | |
| <i>Acer campestre</i> | | 40,00 | 157,50 € | 6.300,00 € |
| <i>A. Monsepeulanum</i> | | 43,00 | 123,60 € | 5.314,80 € |
| <i>Cupressus sempervirens</i> | | 18,00 | 152,90 € | 2.752,20 € |
| Malus domestica | | 6,00 | 90,50 € | 543,00 € |
| <i>Morus alba</i> | | 3,00 | 105,80 € | 317,40 € |
| <i>Morus nigra</i> | | 10,00 | 105,80 € | 1.058,00 € |
| <i>Prunus avium</i> | | 8,00 | 105,00 € | 840,00 € |
| <i>Pyrus communis</i> | | 22,00 | 129,30 € | 2.844,60 € |
| <i>Quercus pubescens</i> | | 131,00 | 141,00 € | 18.471,00 € |
| Subtotale alberi | | 281,00 | | 38.441,00 € |
| Realizzazione tappeto erboso su tutta l'area di progetto (incluso prato pascolo interno al campo ma escluso viabilità interna) | | 224.141,00 | 0,17 € | 38.103,97 € |
| Messa a dimora arbusti | | 604,00 | 18,50 € | 11.174,00 € |
| Messa a dimora alberi di circonferenza 16/18 cm | | 281,00 | 105,00 € | 29.505,00 € |
| Impianto d'irrigazione | | 179.000,00 | 0,5 euro /mq | 89.500,00 € |
| TOTALE | | | | 226.795,24 € |

2.25 Bilanci energetici ed ambientali

2.25.1 Emissioni CO₂ evitate e combustibili risparmiati

L'impianto produce importanti e ben quantificabili effetti sull'ambiente gassoso, poiché porta il proprio contributo al perseguimento degli obiettivi di Parigi; nella sua normale vita produttiva consentirà il risparmio di fonti fossili e di emissioni di anidride carbonica nelle seguenti misure:

- combustibili fossili risparmiati 3.714 tep/anno
- emissioni di CO₂ evitate 6.178 t/anno

Ciò oltre ad altre azioni bio-impattanti, rappresentate su larga scala dall'effetto serra e dalle piogge acide, alle quali contribuirebbero le seguenti quantità (evitate in base al mix regionale di emissioni) *nel sistema regionale*:

| fattore di emissione | mix energetico italiano | unità di misura | emissioni evitate 30 anni | emissioni evitate 1° anno | unità di misura |
|--|-------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| anidride carbonica (CO ₂)* | 312,0 | g/KWh | 185.328 | 6.178 | tCO ₂ |
| ossidi di azoto (Nox) | 227,4 | mg/Kwh | 135.076 | 4.503 | t/Nox |
| Ossidi di zolfo (Sox) | 63,6 | mg/Kwh | 37.778 | 1.259 | t/Sox |
| composti organici volatili (COV) | 83,8 | mg/Kwh | 49.777 | 1.659 | t/COV |
| Monossido di carbonio (CO) | 97,7 | mg/Kwh | 58.034 | 1.934 | t/CO |
| Ammoniaca (NH ₃) | 0,5 | mg/Kwh | 273 | 9 | t/NH ₃ |
| particolato (PM10) | 5,4 | mg/Kwh | 3.208 | 107 | t/PM10 |

* Fonte "Fattori di emissione atmosferica di gas ad effetto serra nel settore elettrico" Ispra 2020

2.25.2 Territorio energy free

La produzione elettrica interamente senza emissioni e da fonte rinnovabile garantita dall'impianto corrisponde al consumo annuale di ca. 6.000 famiglie. In base alle stime Terna¹² il consumo domestico per abitante del Umbria si è attestato nel 2018 a 1.044 kWh/anno.

La produzione dell'impianto, dunque, potrebbe coprire i consumi domestici di 18.000 persone.

In altre parole, in seguito all'intervento i comuni del comprensorio potrebbero (acquistando l'energia e la relativa certificazione dall'impianto) qualificarsi come "carbon free" a km 0. Interamente

¹² - https://download.terna.it/terna/Annuario%20Statistico%202018_8d7595e944c2546.pdf p.122

alimentati da energia elettrica prodotta localmente da fonte rinnovabile.

2.25.3 Vantaggi per il territorio e l'economia

In base a questo bilancio l'impianto produrrà in 30 anni circa 600 GWh, produrrà vantaggi fiscali (stimati in riferimento agli utili attesi) di 5 Ml €. Cosa anche più importante, nel periodo di esercizio comporterà per il paese la mancata importazione di 150.000.000 mc di metano, per un costo di oltre 289 ml €.

La riduzione della bolletta energetica, con riferimento alle fonti fossili, e della dipendenza del paese (e dell'Europa) è una precisa politica di rilevante rango, come si può leggere nel "Quadro Generale".

L'impianto, dunque, senza comportare alcun costo per il bilancio pubblico o le bollette energetiche (essendo del tutto privo di incentivi), produrrà significativi vantaggi per l'economia locale, quella regionale e nazionale, vantaggi fiscali cumulati superiori allo stesso investimento (interamente condotto con risorse private) e notevole beneficio per il bilancio energetico e commerciale del paese. Ciò per tacere del beneficio ambientale locale (come noto, a causa della priorità di dispacciamento, i 600 GWh prodotti dalla fonte solare eviteranno che gli stessi siano prodotti da fonti più inquinanti senza priorità di dispacciamento, come il carbone o il gas naturale in centrali obsolete senza cogenerazione).

2.26 Monitoraggi

2.26.1 Monitoraggi elettrici

L'impianto in fase di esercizio sarà telecontrollato da remoto per quanto attiene alla produzione elettrica e tutti i relativi sottosistemi.

Il sistema di telecontrollo si connette al pannello di interfaccia omologato ENEL DK 5740 o equivalente. Lo scopo è sorvegliare il funzionamento della rete e in caso di anomalie comandare l'apertura del dispositivo d'interfaccia e disalimentare l'impianto.

Le funzioni principali sono:

- 1- sorvegliare le tensioni di rete e attuare la protezione per minima o massima tensione, facendo diseccitare il relè finale di scatto. La disconnessione avviene entro 0,1 sec.
- 2- Sorvegliare la frequenza e protezione per la minima e massima frequenza facendo diseccitare il relè finale di scatto.

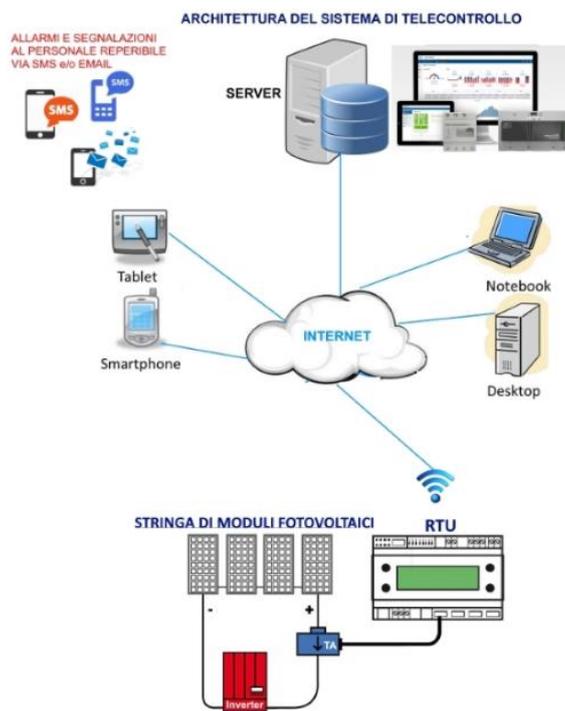


Figura 79 - Schema sistema di telecontrollo

Tutti i dati acquisiti dal dispositivo datalogger (energia, potenza istantanea, tensione, corrente, stato, allarme, guasto) saranno trasmessi al server remoto e resi disponibili per una visualizzazione protetta da crittografia. Il server in automatico predisporrà rapporti periodici di funzionamento che saranno archiviati e inviati ai responsabili e supervisor.

Il sistema complessivamente renderà i seguenti dati:

- Monitoraggio di ogni stringa dell'impianto fotovoltaico
- Monitoraggio della potenza istantanea e dello stato dell'inverter
- Monitoraggio dei dati provenienti dai sensori in campo (esempio temperatura, vento, irraggiamento)
- Allarme in caso di guasto e/o anomalie tramite SMS e/o email
- Misura dell'energia autoprodotta
- Misura dell'energia immessa in rete
- Misura dell'energia autoconsumata
- Previsione del rendimento annuale dell'impianto fotovoltaico
- Storici Tabellari e Grafici dei consumi, dell'energia prodotta, autoconsumata in sito ed immessa in rete

La stazione meteorologica sarà composta da:

- Piranometro e cella di riferimento per ogni sottocampo con omogeneo orientamento
- Sonde di temperatura per ogni sottocampo con omogeneo orientamento
- 1 termometro per la temperatura esterna
- 3 anemometri posti nella sezione Nord, Centro e Sud del campo

2.26.2 Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo

Rumore

La relazione tecnica previsionale sul Rumore, redatta e sottoscritta dall'ing. Patrizia Zorzetto, iscritta all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al n. 6732 ha accertato che i limiti di immissione di onde sonore (Leq 70 dB diurni e 60 dB notturni) sono rispettati dal progetto di impianto, tenendo conto delle misurazioni del fondo effettuate.

Le misurazioni sono state condotte sui punti sensibili, come meglio esplicitato nel paragrafo 3.7.1. sui medesimi punti, con cadenza annuale, saranno condotte ulteriori misurazioni come parte del "Rapporto Ambientale" che l'impianto trasmetterà al Comune ed all'Arpa entro marzo di ogni anno.

Elettromagnetismo

Nella stessa occasione saranno condotte misurazioni delle emissioni elettromagnetiche nei pressi

delle cabine dell'impianto, al limite della distanza di DPI di 4,6 mt come calcolato nella Relazione "Valutazione di impatto elettromagnetico" e riportato nel paragrafo 3.7.2.2. Inoltre, in almeno tre punti dell'elettrodotto MT di collegamento con la Stazione AT di consegna.

2.26.3 Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità

Quale parte del "Rapporto Ambientale" annuale sarà prodotta una relazione agronomica circa lo stato di salute delle presenze arboree e naturali insediate sia a titolo di mitigazione, sia di impianto produttivo e della produzione caprina.

Dato che uno degli obiettivi del progetto è di garantire il potenziamento, e non solo la mera tutela, della biodiversità nell'area, sotto il controllo e la responsabilità di un naturalista certificato, preferibilmente di livello universitario, da scegliere tra i professionisti locali, sarà condotta una campagna di monitoraggio annuale della presenza di specie (rilievi faunistici) nidificanti su alberi e cespugli, della entomofauna e della erpetofauna. Come indicato nel paragrafo 2.15.4 questi rilievi fitosociologici saranno condotti nelle aree di rinaturalizzazione e saranno finalizzati a mettere in evidenza i rapporti quali-quantitativi con cui le piante occupano lo spazio, sia geografico sia ecologico, in equilibrio dinamico con i fattori ambientali, abiotici e biotici che lo caratterizzano.

Il Rapporto e la metodologia seguita rispetteranno il "Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia" dell'ISPRA¹³ (anche se l'area non sarebbe tenuta).



Figura 80- Ispra. "Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia"

¹³ - <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuali-per-il-monitoraggio-di-specie-e-habitat-di-interesse-comunitario-direttiva-92-43-cee-in-italia-habitat>

2.27 Cronogramma generale

La realizzazione del cantiere prevede un impiego massimo contemporaneo di 70 operai. E' previsto che le opere vengano realizzate in circa 132 giorni lavorativi.

All'interno del cronoprogramma non sono considerate le tempistiche necessarie per l'approvvigionamento dei materiali. Sarà responsabilità della committenza, dei fornitori e delle imprese installatrici una corretta pianificazione delle forniture in modo tale da assicurare la presenza del materiale nelle corrette quantità tali da non ritardare l'avvio delle singole fasi di lavorazione.

Nella tabella successiva viene dettagliata la durata delle singole attività necessarie alla realizzazione dell'opera.

| Attività | Ore uomo | ULA | Uomini giorno | Durata gg | operai |
|--|-----------------|-------------|----------------|-----------|--------|
| Pulizia del terreno Cantiere 1 | 194,4 | 0,1 | 24,3 | 5,0 | 5,0 |
| Pulizia del terreno Cantiere 2 | 194,4 | 0,1 | 24,3 | 5,0 | 5,0 |
| Allestimento, messa in sicurezza e pulizia del cantiere 1 | 360,0 | 0,2 | 45,0 | 5,0 | 10,0 |
| Allestimento, messa in sicurezza e pulizia del cantiere 2 | 360,0 | 0,2 | 45,0 | 5,0 | 10,0 |
| Picchettaggio terreno 1 | 194,4 | 0,1 | 24,3 | 5,0 | 5,0 |
| Picchettaggio terreno 2 | 194,4 | 0,1 | 24,3 | 5,0 | 5,0 |
| Realizzazione viabilità e piazzole 1 | 324,0 | 0,2 | 40,5 | 8,0 | 5,0 |
| Realizzazione viabilità e piazzole 2 | 324,0 | 0,2 | 40,5 | 8,0 | 5,0 |
| Realizzazione recinzione 1 | 270,0 | 0,2 | 33,8 | 7,0 | 5,0 |
| Realizzazione recinzione 2 | 270,0 | 0,2 | 33,8 | 7,0 | 5,0 |
| Infissione pali/viti e montaggio delle strutture di supporto 1 | 3.596,4 | 2,0 | 449,6 | 45,0 | 10,0 |
| Infissione pali/viti e montaggio delle strutture di supporto 2 | 3.596,4 | 2,0 | 449,6 | 45,0 | 10,0 |
| Sistemazione piano di posa per cabine 1 | 75,6 | 0,0 | 9,5 | 2,0 | 4,0 |
| Sistemazione piano di posa per cabine 2 | 75,6 | 0,0 | 9,5 | 2,0 | 4,0 |
| Posizionamento cabine e realizzazione impianto terra 1 | 129,6 | 0,1 | 16,2 | 4,0 | 4,0 |
| Posizionamento cabine e realizzazione impianto terra 2 | 129,6 | 0,1 | 16,2 | 4,0 | 4,0 |
| Installazione inverter 1 | 216,0 | 0,1 | 27,0 | 3,0 | 10,0 |
| Installazione inverter 2 | 216,0 | 0,1 | 27,0 | 3,0 | 10,0 |
| Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro 1 | 324,0 | 0,2 | 40,5 | 4,0 | 10,0 |
| Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro 2 | 324,0 | 0,2 | 40,5 | 4,0 | 10,0 |
| Montaggio dei moduli fotovoltaici 1 | 2.311,2 | 1,3 | 288,9 | 12,0 | 25,0 |
| Montaggio dei moduli fotovoltaici 2 | 2.311,2 | 1,3 | 288,9 | 12,0 | 25,0 |
| Stringatura e cablaggi cc 1 | 3.780,0 | 2,1 | 472,5 | 47,0 | 10,0 |
| Stringatura e cablaggi cc 2 | 3.780,0 | 2,1 | 472,5 | 47,0 | 10,0 |
| Cablaggi cavidotti MT 1 | 280,8 | 0,2 | 35,1 | 7,0 | 5,0 |
| Cablaggi cavidotti MT 2 | 280,8 | 0,2 | 35,1 | 7,0 | 5,0 |
| Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite 1 | 270,0 | 0,2 | 33,8 | 6,0 | 6,0 |
| Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite 2 | 270,0 | 0,2 | 33,8 | 6,0 | 6,0 |
| Allestimento cabina di consegna 1 | 16,2 | 0,0 | 2,0 | 1,0 | 4,0 |
| Allestimento cabina di consegna 2 | 16,2 | 0,0 | 2,0 | 1,0 | 4,0 |
| Realizzazione cavidotto esterno MT (unica lavorazione) | 1.920,0 | 1,1 | 240,0 | 30,0 | 8,0 |
| Realizzazione sezione AT (unica lavorazione) | 2.400,0 | 1,4 | 300,0 | 60,0 | 5,0 |
| Realizzazione impianto di illuminazione e recinzione finale 1 | 1.188,0 | 0,7 | 148,5 | 19,0 | 8,0 |
| Realizzazione impianto di illuminazione e recinzione finale 2 | 1.188,0 | 0,7 | 148,5 | 19,0 | 8,0 |
| Realizzazione impianto videosorveglianza/antifurto 1 | 864,0 | 0,5 | 108,0 | 18,0 | 6,0 |
| Realizzazione impianto videosorveglianza/antifurto 2 | 864,0 | 0,5 | 108,0 | 18,0 | 6,0 |
| Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane | 8,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree 1 | 324,0 | 0,2 | 40,5 | 3,0 | 15,0 |
| Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree 2 | 324,0 | 0,2 | 40,5 | 3,0 | 12,0 |
| Dichiarazione fine lavori | 8,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | 33.773,2 | 19,2 | 4.221,7 | | |

Figura 81 - Tabella dei lavori

2.28 Conclusioni del Quadro Progettuale

Nel Quadro Progettuale è stato descritto sinteticamente il progetto, riportando tutte le informazioni rilevanti su caratteristiche, localizzazione e dimensioni. Esso descrive, inoltre, le misure progettate per evitare e compensare gli impatti negativi, le misure di monitoraggio, le ragioni delle scelte.

L'impianto si presenta in un'ampia area libera, sul margine della piana di Castel Giorgio, a sufficiente distanza dal comune e dalle strutture collinari retrostanti.

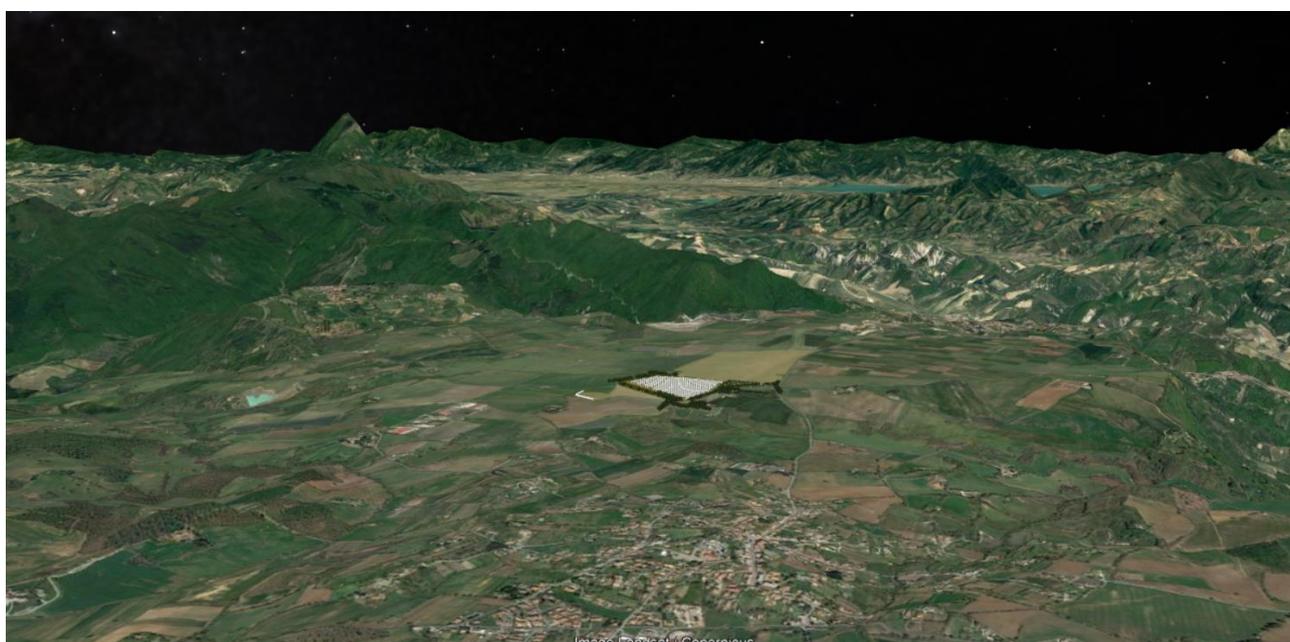


Figura 83 - veduta strutturale Google Heart con esaltazione altezza (x3)

Complessivamente, è stato proposto un impianto da ca 11,48 MW in immissione su una superficie complessiva di 63 ha, di cui 11,8 recintati. L'area dell'impianto utilizza dunque solo il 19% del lotto disponibile.

Nella superficie che costituisce il “tassello” agrivoltaico, conforme alle “Linee Guida” emanate dal MITE nel giugno 2022 (cfr & 0.4.2), il 95% è dedicato a prato-pascolo specializzato per l'allevamento di pecore “sarde” da latte. La superficie radiante è di 5,2 ha.

Inoltre circa 5 ha sono stati dedicati alle **mitigazioni**, e quasi 2 ettari a boschi ed aree da frutto per inserimento ecologico.

Il progetto prevede l'accordo con agricoltori locali.

Il progetto, che non prevede alcuna alterazione del normale scorrimento delle acque o interventi sui profili altimetrici e le linee di impluvio o compluvio. L'energia prodotta annuale sarà di 19.800.000 kWh (cfr. 2.8). L'impianto utilizza in massima parte strutture di sostegno ad inseguitore monoassiale a doppio pannello, fissate al terreno con pali di fondazione metallici battuti e senza alcun blocco di fondazione, gli inverter saranno del tipo distribuito. Saranno disposte 21 cabine di trasformazione BT/MT e 283 inverter distribuiti.

L'impianto sarà rialzato da terra di circa 3,5 metri in modo da garantire che l'altezza minima sia sempre superiore a 1,3 metri in modo da consentire il pascolo in sicurezza.

L'energia prodotta sarà dispacciata attraverso un elettrodotto interrato per ca 1 km fino alla stazione elettrica TERNA (cfr. 2.7.1). Saranno disposti tutti i più avanzati sistemi di sicurezza elettrica e di controllo e monitoraggio (cfr. 2.7.5) e le politiche gestionali più esigenti (cfr. 2.9).

Tra le alternative valutate nel corso del lungo processo di scelta e decisione, ci sono numerose alternative di localizzazione (cfr. 2.10.1), alternative di taglia e potenza (cfr. 2.10.2), tecnologiche (cfr. 2.10.3), e riguardanti compensazioni e mitigazioni (cfr. 2.10.4). Durante le varie fasi analitiche il sito è stato valutato idoneo, ma la potenza è stata ridotta del 10%, rispetto a quella inizialmente programmata, per dare spazio alle aree di rinaturalizzazione necessarie per il potenziamento della biodiversità e per consentire la produzione agricola al massimo livello di efficienza.

In definitiva l'impianto "*Maag Black Sheet*" realizza un sistema "agro-voltaico" realmente integrato che fornisce adeguato spazio ad una produzione agricola non marginale ed a importanti presidi di biodiversità e naturalità.

Questa dimensione del progetto assolve ai seguenti compiti:

- 1- *Mitiga l'inserimento paesaggistico dell'impianto* tecnologico cercando nella misura del possibile non solo di non farlo vedere, quanto di inserirlo armonicamente nei segni preesistenti. Lasciando, quindi, inalterati al massimo i caratteri morfologici dei luoghi, garantendo spessi insediamenti di vegetazione confinale (tratto comunque presente nel territorio, con riferimento in particolare ai bordi delle strade) particolarmente attenta alla riduzione della visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viabilistiche.
- 2- *Riqualifica il paesaggio*, evidenziando progettualmente le linee caratterizzanti, che si presentano oggi residuali, le linee di impluvio o le macchie vegetali presenti, dove possibile assecondando le trame catastali e l'andamento orografico del sito.

- 3- *Tutela gli ecosistemi e la biodiversità*, allo scopo di migliorare con il progetto e gli ingenti investimenti naturalistici proposti la qualità dei luoghi, incrementando in particolare la variabilità vegetazionale.
- 4- *Salvaguarda le attività rurali*, lungo spessi confini, ben oltre la normale prassi; a tal fine sono stati realizzati idonei e infrastrutturati, per essere produttivi, spazi dedicati al pascolo.

Questa scelta è in linea con le migliori pratiche internazionali ed una delle pratiche più studiate, sia in Europa come in Usa (cfr. paragrafo 2.16.3) a tutela della biodiversità e della perfetta armonizzazione tra dimensioni produttive (ed estetiche) del progetto.

Completano il Quadro Progettuale le indicazioni sulla sicurezza (2.17, 2.18), il cantiere (2.20, cronogramma 2.27), il ripristino dello stato dei luoghi, con relativa tempistica e costi (2.21), la definizione della tipologia e gestione dei rifiuti prodotti e materiali a riciclo (2.22), le manutenzioni (2.23). Da ultimo i bilanci energetici ed ambientali (emissioni evitate, vantaggi territoriali, cfr paragrafo 2.25) e il monitoraggio (elettrico, rumore ed elettromagnetismo, ambiente naturale e biodiversità, cfr. paragrafo 2.26), oggetto peraltro anche dell'allegato PMA.

Infine, il quadro di investimento (2.24) che assomma complessivamente a circa 10 milioni di euro (inclusa Iva e costi di progettazione e sicurezza). Dei 10 milioni di investimento netto la parte naturalistica e agricola produttiva incide per ca 260 mila € (2,5 %).

Indice delle figure:

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Cella fotovoltaica | 5 |
| Figura 2 - Pannello fotovoltaico..... | 6 |
| Figura 3 - Schema del prato pascolo..... | 13 |
| Figura 4 - Inquadramento territoriale..... | 14 |
| Figura 5 - Lay generale dell'impianto..... | 15 |
| Figura 6 - Incrocio SP 47 | 16 |
| Figura 7 - Viabilità..... | 16 |
| Figura 8 - Vialeto centrale e masseria..... | 17 |
| Figura 9 - Veduta del terreno, dalla Strada Provinciale..... | 17 |
| Figura 10 - Rilievo fotografico | 17 |
| Figura 11 - Sezione tipo dell'assetto agrovoltaiico | 18 |
| Figura 12 - Ubicazione della nuova SE | 19 |
| Figura 13 - Particolare dell'area..... | 21 |
| Figura 14 - Mappa bacino topografico..... | 22 |
| Figura 15 - Dati di sintesi dell'impianto..... | 23 |
| Figura 16 - Suddivisione delle piastre e delle cabine..... | 23 |
| Figura 17 - Schema inseguitori | 24 |
| Figura 18 - Piastre di sottocampo | 24 |
| Figura 19 - Tracker monoassiali (esempio) | 25 |
| Figura 20 - Tracker in posizione orizzontale | 26 |
| Figura 21 - Tracker in posizione inclinata | 26 |
| Figura 22 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG350HX..... | 29 |
| Figura 23 - Efficienza inverter | 30 |
| Figura 24 - Cabina tipo MT/BT | 31 |
| Figura 25 - Cabina di raccolta e control room | 32 |
| Figura 26 - Tracciato del cavidotto MT esterno verso la nuova SE | 33 |
| Figura 27 - Caratteristiche tecniche elettrodotto consegna alla SE | 34 |
| Figura 28 - Elettrodotto..... | 34 |
| Figura 29 - Particolare strada interpoderale..... | 35 |
| Figura 30 - Particolare parte terminale strada interpoderale..... | 35 |
| Figura 31 - Particolare della strada comunale..... | 36 |
| Figura 32 - Area della nuova SE..... | 36 |
| Figura 33 - Dettaglio SE ed elettrodotto | 36 |
| Figura 34 - Cavidotti BT interni | 37 |
| Figura 35 - Esempio di impianto di terra | 40 |
| Figura 36 - Schema rete di distribuzione, Italia | 42 |
| Figura 37 - Nuova SE..... | 43 |
| Figura 38 - Simulazione producibilità, sommario | 47 |
| Figura 39 - Simulazione producibilità, dati | 48 |
| Figura 40 - Simulazione producibilità, modello | 49 |
| Figura 41 - Simulazione producibilità, diagrammi | 50 |
| Figura 42 - Simulazione producibilità, perdite | 51 |
| Figura 43 - Simulazione producibilità, output | 52 |
| Figura 44 - Proceno TAV C..... | 56 |
| Figura 45 - Tarquinia, area ZPS..... | 57 |
| Figura 46 - Sito a Civita Castellana (VT) | 58 |
| Figura 47 - Civita Castellana (VT), secondo sito valutato..... | 59 |
| Figura 48 - Sito a Montalto di Castro (VT) | 60 |

| | |
|---|-----|
| Figura 49 - Particolare impianto | 64 |
| Figura 50 - Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato..... | 65 |
| Figura 51 - Sezione tipo di elettrodotto BT | 66 |
| Figura 52 - Cabina tipo | 66 |
| Figura 53 - Recinzione, particolare..... | 68 |
| Figura 54 - Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza..... | 69 |
| Figura 55 - Veduta dell'area..... | 72 |
| Figura 56 - Stralcio del progetto del verde suddiviso per aree funzionali | 75 |
| Figura 57 - Vista dell'area con fotoinserimento | 80 |
| Figura 58 - Esempio di un tratto di mitigazione | 81 |
| Figura 59 - Quantità alberi e arbusti | 81 |
| Figura 60 - Sezione impianto | 82 |
| Figura 61 - Identificazione delle aree di monitoraggio della piccola fauna..... | 83 |
| Figura 62 - Prospetto area naturalistica..... | 84 |
| Figura 63 - Prospetti della mitigazione | 85 |
| Figura 64 - Legenda vegetazione del bosco frutteto | 86 |
| Figura 65 - Monitoraggio della fauna | 88 |
| Figura 66 - Pascolo ed impianti ad inseguimento | 89 |
| Figura 67 - Pascoli secchi | 90 |
| Figura 68 - Schema crescita erba | 92 |
| Figura 69 - Tabella produzione di latte ottimale..... | 93 |
| Figura 70 - Particolare punto di attraversamento linea AT..... | 117 |
| Figura 72 - Esempio di robot di pulizia | 118 |
| Figura 73 - Caratteristiche robot | 119 |
| Figura 74 - Localizzazione dei sottocantieri | 125 |
| Figura 75 - Fase di ricezione, stoccaggio e movimentazione | 126 |
| Figura 77 - Cantiere durante le fasi installative di strutture e mobili | 127 |
| Figura 79 - Cronogramma opere di dismissione cantiere | 129 |
| Figura 80 - Stima materiali a riciclo | 133 |
| Figura 81 - Quadro economico | 140 |
| Figura 82 - Schema sistema di telecontrollo | 144 |
| Figura 83 - Ispra. “Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario” | 146 |
| Figura 84 - Tabella dei lavori..... | 147 |
| Figura 85 - Cronogramma..... | 148 |
| Figura 86 - Veduta strutturale Google Heart con esaltazione altezza (x3) | 149 |