PROGETTO DELLA CENTRALE SOLARE
"ENERGIA DELL'OLIO DI VILLASOR"
da 53,99 MWp a Villasor (SU)

REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

TR02
PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
QUADRO PROGETTUALE

Peridot Solar
GREEN ENERGY SOLUTIONS

OXY CAPITAL ADVISORS

progetto verde
studio di architettura del paesaggio

AEDES GROUP
ENGINEERING

MARE RINNOVABILI

OLIO DANTE

Proponente

Peridot Solar Violet S.r.l.
Via Alberico Albricci, 7 - 20122 Milano (MI)

Investitore agricolo superintensivo

OXY CAPITAL ADVISOR S.R.L.
Via A. Bertani, 6 - 20154 (MI)

Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione
Progettista: Agr. Fabrizio Cembalo Sambiase, Arch. Alessandro Visalli
Coordinamento: Arch. Riccardo Festa
Collaboratori: Urb. Daniela Marsone, Arch. Anna Manzo, Arch. Paola Ferraioli, Arch. Ilaria Garzillo, Agr. Giuseppe Maria Massa, Agr. Francesco Palombo

Progettazione elettrica e civile
Progettista: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto
Collaboratori: Ing. Marco Balzano, Ing. Simone Bonacini

Progettazione oliveto superintensivo
Progettista Agron. Giuseppe Rutigliano

Consulenza geologia
Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia
GEA Archeologia

Dott. Ing. ROLANDO ROBERTO
ORDINE INGEGNERI ROMA n. A 35440 settore a

01 2024

rev	descrizione	formato	elaborazione	controllo	approvazione
00	Prima consegna	A4	Giuseppe Maria Massa	Alessandro Visalli	Fabrizio Cembalo Sambiase
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					

Signed by: CEMBALO SAMBIASE SANSEVER FABRIZIO
Issuer: Namirial CA Firma Qualificata
Signing time: 14-02-2024 15:36 UTC +01

QUADRO PROGETTUALE

Sommario

2 - Quadro Progettuale *5*

2.1 Premesse **5**

2.2 Contenuto del Quadro Progettuale **12**

2.3 Localizzazione e descrizione generale **13**

2.3.1 Generalità 13

2.3.2 - Descrizione dell'impianto proposto. 16

2.3.3 Analisi della viabilità 18

2.3.4 Lo stato dei suoli 19

2.4 Descrizione generale **21**

2.4.1 - Componente fotovoltaica 21

2.4.2 Componente agricola produttiva 25

2.5 Le opere elettromeccaniche **26**

2.5.1 Generalità 26

2.5.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale 27

2.5.3 Moduli fotovoltaici 28

2.5.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter) 29

2.5.5 Sotto-cabine MT 32

2.5.6 Area di raccolta cabine MT 33

2.6 Il dispacciamento dell'energia prodotta **35**

2.6.1 Elettrodotto R1-SE. Descrizione del percorso e degli attraversamenti 36

2.6.2 Sicurezza elettrica 40

2.6.2.1 – Descrizione della soluzione di connessione 44

2.7 Producibilità **46**

2.8.1 Misure di sicurezza dei lavoratori 58

2.9 Alternative **60**

2.9.1 Alternative di localizzazione 60

2.9.2 Alternative di taglia e potenza 60

2.9.3 Alternative tecnologiche 61

2.9.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni 63

2.9.5 Alternative di modalità agrivoltaiche 63

2.9.5.1 Scelta del "tipo" di agrivoltaico, criteri C 63

2.9.5.2 Scelta della cultivar 67

2.10 Superfici e volumi di scavo **68**

2.10.1 Quantità 68

2.10.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti 71

2.11 Altri materiali e risorse naturali impiegate **72**

2.11.1 Stima materiali da utilizzare 72

2.12 Intervento agrario: obiettivi e scopi **76**

2.13 Mitigazioni previste **79**

2.13.1 Generalità 79

2.14 Descrizione degli effetti naturalistici **89**

2.14.1 Generalità 89

2.14.2 Prati fioriti 90

2.15 Progetto agronomico produttivo: uliveto superintensivo 93
2.15.1 Generalità 93
2.15.2 Origine e diffusione 95
2.15.3 Olivicoltura italiana tra tradizione e modernità 96
2.15.4 - Caratteristiche e tecniche della soluzione superintensiva proposta 97
2.15.5 – Regole operative interfaccia agricolo/fotovoltaico 98
2.15.6 - Analisi del terreno 100
2.15.7 Scelta della "cultivar" 101
2.15.8 – Interventi fitosanitari 102
2.15.9 Frantoi in provincia di Sud Sardegna 104

2.16 Progetto agronomico produttivo: apicoltura 105
2.16.1 Generalità 105
2.16.2 L'opportunità ed i casi internazionali 106
2.16.3 - Caratteristiche tecniche 108
2.16.4 – Apicoltori in provincia di Sud Sardegna 111
2.16.5 – Prati fioriti 112

2.17 Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio 114
2.17.1 Generalità 114
2.17.2 Fase di cantiere, il "*Piano di Sicurezza e Coordinamento*" 114
2.17.3 Fase di cantiere il "*Piano Operativo per la Sicurezza*" 118
2.17.4 Fase di esercizio: descrizione del "*Fascicolo di manutenzione dell'opera*" 119
2.17.5 Operazioni da effettuarsi prima dell'avvio dell'impianto fotovoltaico 120
2.17.6 Operazioni per la messa in funzione 120
2.17.7 Verifiche e manutenzioni in esercizio 121
2.17.8 Schede tecniche di intervento 123
2.17.9 Incidenti e procedure di emergenza 128

2.18 Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, ... 133
2.18.1 Generalità 133
2.18.2 Norme e fasce di rispetto da elettrodotti 135
2.18.3 Impianto ed interferenze con le linee elettriche 138

2.19 Automazione operazioni 139
2.19.1 - Pulizia pannelli 139
2.19.2 Sfalcio prato 140

2.20 Descrizione del cantiere, rischi, mezzi ed attrezzature 140
2.20.1 Avvertenze e misure generali 140
2.20.2 Attrezzature di cantiere 141
2.20.3 Operazioni di cantiere 142
2.20.4 Fasi di sviluppo per sottocampi 146

2.21 Ripristino dello stato dei luoghi 150
2.21.1 Descrizione delle operazioni 150
2.21.2 Cronogramma delle opere di dismissione 151
2.21.3 Computo delle operazioni di dismissione 152

2.22 Stima dei rifiuti prodotti e materiali a recupero/riciclo 153
2.22.1 Rifiuti prodotti 153
2.22.2 Riciclo dei pannelli e degli altri materiali a fine vita 154

2.23 Manutenzione ordinaria degli impianti 157
2.23.1 Premessa 157
2.23.2 Lista delle operazioni di manutenzione 159

2.24 Investimento 162
2.24.1 Impianto elettrico ed opere connesse 162
2.24.2 Investimento mitigazioni e compensazioni 163

2.24.3 Parte produttiva agronomica 163
2.25 Bilanci energetici ed ambientali 164
2.25.1 Emissioni CO_2 evitate e combustibili risparmiati 164
2.25.2 Territorio energy free 164
2.25.3 Vantaggi per il territorio e l'economia 165
2.25.4 Vantaggi comparati di agricoltura e produzione energetica 165
2.25.5 Cenni sul ciclo di vita dei due settori 167
2.25.6 Calcolo del LER 168
2.26 Monitoraggi 171
2.26.1 Monitoraggi elettrici 171
2.26.2 Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo 172
2.26.3 Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità 173
2.27 Conclusioni del Quadro Progettuale 175
Indice delle figure: 180

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 Pmax[Wp] 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.

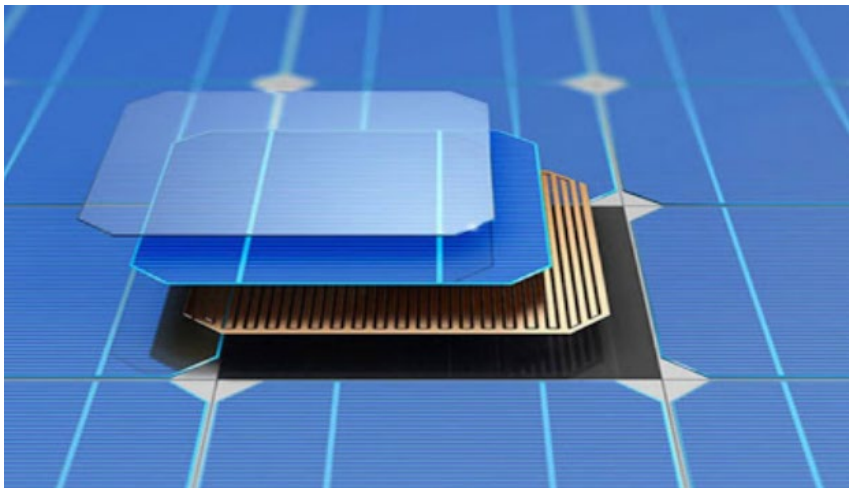


Figura 1- Cella fotovoltaica

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.

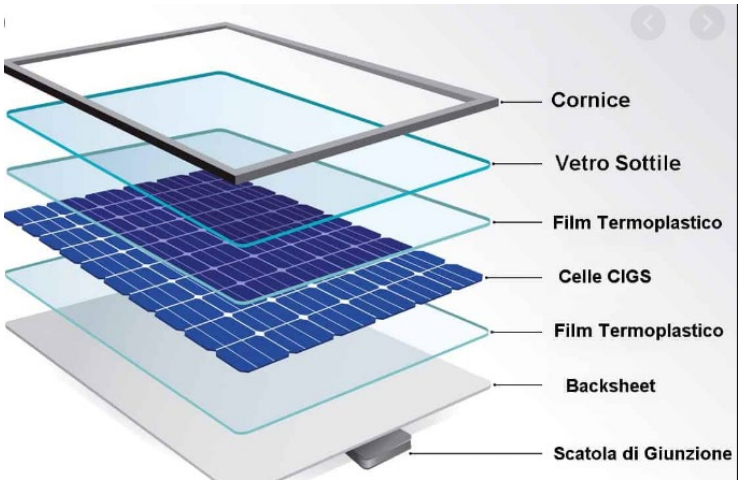


Figura 2 - Pannello fotovoltaico

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 $\beta max = (90° - \Phi) + 23{,}45°$; l'altezza solare al solstizio d'inverno $\beta min = (90° - \Phi) - 23{,}45°$
- 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'amper (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/m^2.
- **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, inverters, 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 progetta un'ombra sulla totalità o su una parte di cella, modulo, stringa o impianto FV.
- **Performance Ratio** (PR): rapporto tra l'indice di produzione Yf e l'indice di referenza Yr (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.

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

2.3.1 Generalità

L'impianto è proposto nel comune di Villasor, in Sardegna ed in Provincia di Sud Sardegna, la connessione nel medesimo comune. Si tratta di un territorio a forte vocazione agricola, confermata dal progetto che **inserisce un'attività produttiva olivicola di grande impatto e valenza economica**. Insieme alla produzione fotovoltaica, necessaria per adempiere agli obblighi del paese, verranno infatti inseriti circa **76.927 alberi di olivo in assetto "superintensivo"** i quali occuperanno **il 63 % del terreno lordo recintato** (pari a ca 42,6 ettari), includendo spazi di lavorazione e superfici di manovra mezzi, mentre includendo anche la superficie per apicoltura (una pratica agricola complementare e sinergica, forte di ca. 78 arnie), **si arriva al 89,9%**.
Complessivamente **solo un terzo (34 %) del terreno sarà interessato dalla proiezione zenitale dei pannelli** fotovoltaici (tipicamente a metà giornata), mentre le mitigazioni impegneranno il 12 % del terreno lordo oltre aree di compensazione naturalistiche per il 10 % (in totale 1.724 alberi e 3.372 arbusti). L'intera superficie sarà protetta da prato permanente (in parte fiorito per ca. 178.000 di mq).

La produzione complessiva annua è stimabile in:

- 98, 05 GWh elettrici,
- 3.800 quintali di olive, quindi 50.000 litri di olio extra vergine di oliva tracciato.
- 2.300 kg miele

Bisogna sottolineare che in assetto tradizionale (100 alberi/ha e 40 kg/albero di produzione) questa quantità di prodotto sarebbe stata ottenuta con ca. 96 ha di superficie (e 9.600 alberi).

L'impianto, dunque, produce contemporaneamente energia elettrica, miele e olive da olio, impegnando una superficie di gran lunga inferiore a quella che sarebbe stata interessata da una coltivazione tradizionale *a parità di prodotto*. Le olive saranno molite e raffinate in frantoi locali.

La produzione, che sarà tracciata e produrrà un **olio 100% italiano**, non interferirà con il mercato locale in quanto sarà interamente ritirata dall'operatore industriale **Olio Dante,** controllato dai soci di Oxy Capital (per il quale rappresenta un flusso di piccola entità, ma anche l'avvio di una strategia di grande portata). L'impatto del progetto agricolo, con la sua alta resa e basso costo di produzione, dunque **non interferirà con la valorizzazione di prezzo del prodotto locale** e **determinerà una esternalità positiva sull'economia agraria** con riferimento alla molitura del prodotto appena raccolto e alla manodopera agricola diretta ed indiretta.

Il progetto agricolo, interamente finanziato in modo indipendente, individua nell'associazione con il fotovoltaico l'occasione per promuovere un **olio** che entri all'interno del concetto di filiera produttiva: un olio che sia di **grande qualità** (tracciato e certificato, 100% italiano e sviluppato con tecnologie avanzate tra cui verrà valutato anche l'utilizzo della blockchain), ma allo stesso tempo **di prezzo competitivo**, tale da rendere possibile l'imbottigliamento e la distribuzione da parte di un operatore industriale come Olio Dante, e quindi **non in competizione con la produzione locale** di un olio ad alta artigianalità.

Figura 3 - Schizzo dell'assetto impiantistico: un filare FV e due siepi ulivicole alternate

L'utilizzo della tecnologia superintensiva e **dell'agricoltura di precisione**, infatti, grazie a risparmi sugli

investimenti ed alla meccanizzazione delle attività di potatura e raccolta, consente alla produzione olivicola promossa di **stare sul mercato in modo competitivo**, **pur conservando una filiera produttiva interamente italiana, tracciata e certificata**.

L'impianto è localizzato alle coordinate:

39°23'47.78"N
8°49'43.03"E

Identificazione catastale (alcune particelle, o parti di esse, sono state escluse dal progetto, come indicato in mappa).

Comune di Villasor:

Foglio 3, part.lle 61, 77, 111, 114, 148, 149, 150, 158, 159, 165, 168, 169, 182, 183, 184, 205, 206, 208, 209, 215, 216, 221, 222, 230, 232, 235, 237, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 268, 271, 274, 333, 336, 365, 369, 372, 373, 374, 375, 377, 379, 381, 382, 384, 386, 387, 390, 392, 393, 394, 395, 398, 400, 402, 405, 406, 408, 414, 415, 417, 419, 420, 431, 448, 450, 451, 453, 454, 456, 457, 459, 461, 463, 464, 465, 467, 469, 472, 473, 482, 483, 484, 485

Foglio n. 10, p.lle 1, 2, 13, 15

Foglio n. 11, p.lle 8, 9 ,10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 30, 31, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 55, 56, 57, 59, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 115, 141, 162, 165, 169, 170, 171, 175, 177, 183, 185, 186, 188, 189, 192, 198, 200, 201, 203, 205, 209, 211, 212, 217, 218, 220, 220, 222, 223, 225, 226, 228, 229, 231, 232, 236, 238, 239, 241, 243, 245, 250, 255, 258, 263, 266, 278, 290, 366, 411, 422, 424, 425, 426, 449, 453, 462, 474, 476, 491, 493, 495, 497, 499, 501, 503, 505, 506, 511

Foglio 12, p.lle 1, 3, 6, 24, 25, 26, 34, 35, 36, 46, 59, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 89, 162, 203, 207, 208, 209, 210

La SE è nel comune di Villasor,

Foglio n.44, part.lle 74

2.3.2 - Descrizione dell'impianto proposto.

L'intero impianto, nel comune di Villasor, viene a trovarsi su un territorio prettamente pianeggiante.

Figura 4 - Veduta verso Villasor (8 km) e Serramanna (7 km)

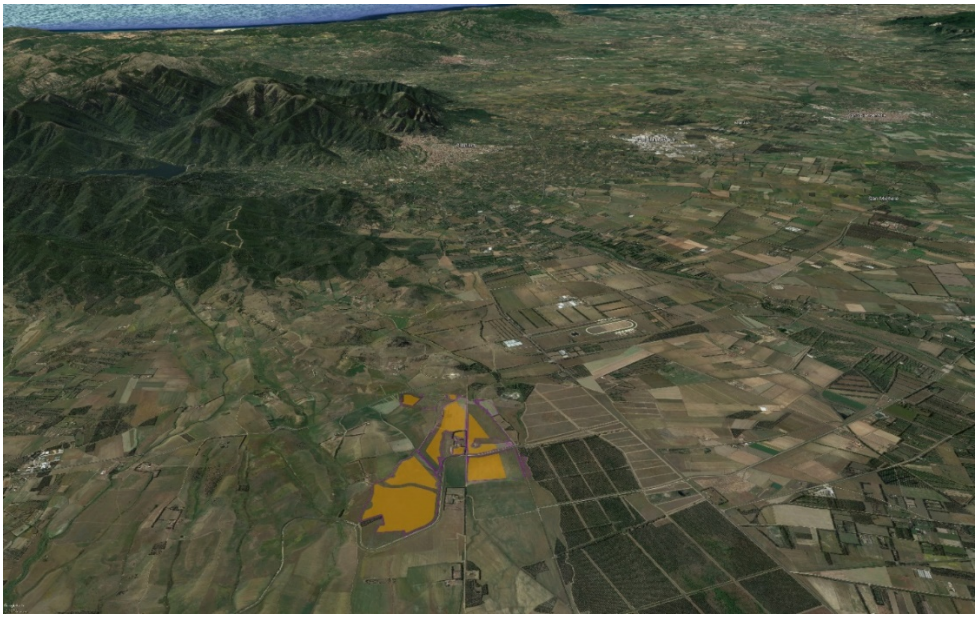


Figura 5 – Veduta verso la costa (39 km)

La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Villasor.

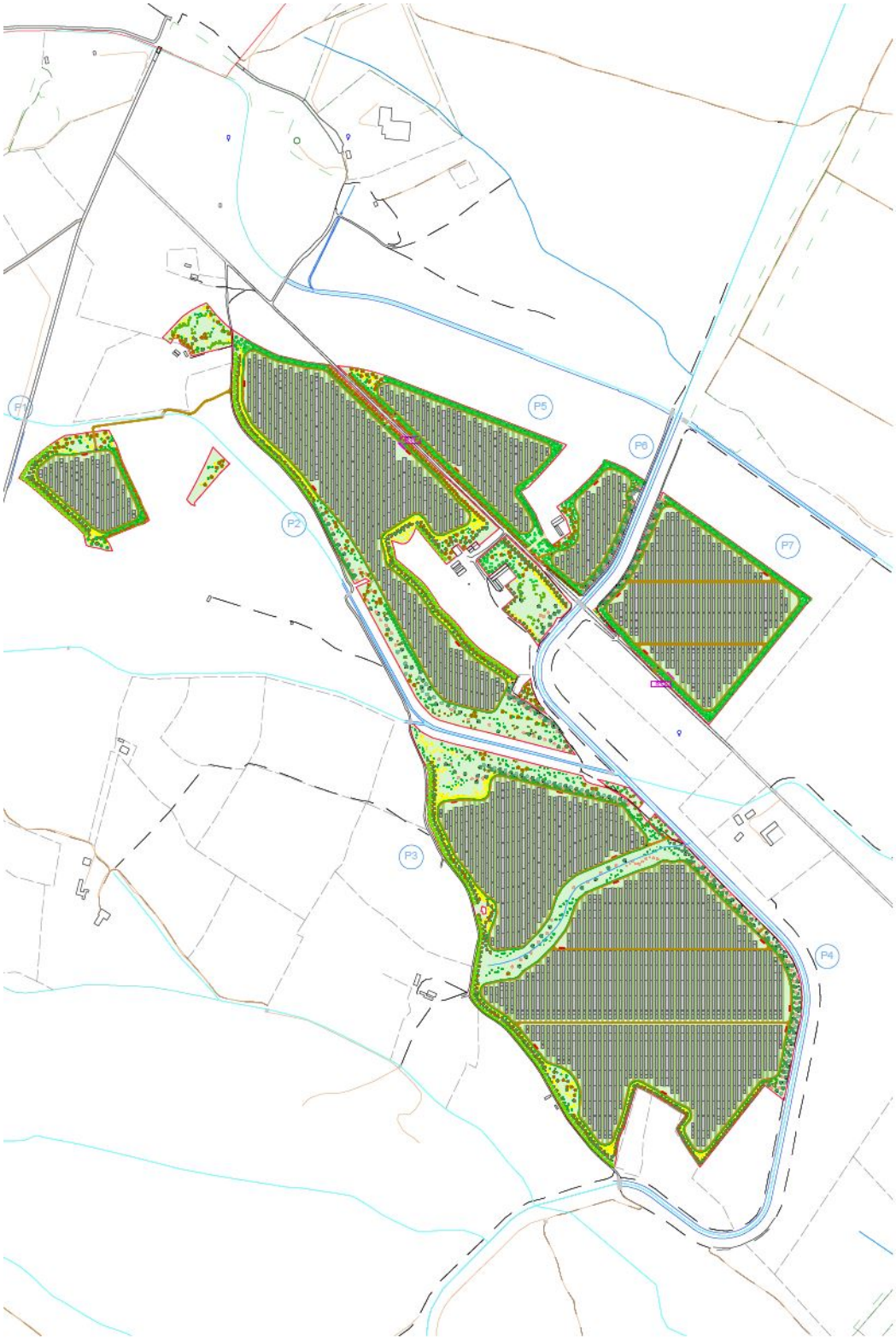


Figura 6 - Layout generale dell'impianto, 1

La gran parte dell'impianto è interessata dall'innovativo layout con doppio pannello rialzato da terra e con un passo attentamente calibrato per consentire una coltivazione intensiva ulivicola e tutte le relative

operazioni di gestione. La distanza è stata scelta per ridurre al miglior compromesso possibile l'ombreggiamento dei pannelli e l'intensità di uso del terreno, *sia sotto il profilo elettrico sia sotto quello ulivicolo*. Con il pitch 11.00 metri è stato possibile raddoppiare i filari di ulivi, in modo da averne 2 per ogni filare fotovoltaico, in modo da garantire un'efficiente produzione in grado di autosostenersi sia sotto il profilo dell'investimento (capex) sia sotto quello dei costi di gestione (opex).

2.3.3 Analisi della viabilità

La viabilità di accesso si avrà attraverso la SS 293 limitrofa all'impianto.

Figura 7- Accesso da SS 293

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

2.3.4 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 per lo più da cereali o foraggio, talvolta a pascolo, ma non mancano gli oliveti, se pure l'attività principale arboricola è quella degli eucalitteti.

Nel territorio di Villasor l'area di impianto è interessata da colture temporanee, prati stabili e altre colture permanenti, intervallate da appezzamenti di seminativi non irrigui e, talvolta, piccole aree di produzione di piante medicinali, o aromatiche.

Figura 8 - Veduta del territorio dal drone, volo a giugno '23

In alcuni casi sono presenti frutteti, mandorleti, o oliveti.

Alcun e aree, classificate al codice 224, sono classificate come "altre colture permanenti" e "arboricoltura da legno", da distinguere dai soprassuoli boschivi naturali, scarsamente presenti. Si tratta di Eucalipti che rappresentano una presenza molto importante e caratterizzante l'area.

Figura 9 - Vedute degli Eucalipti

Figura 10 - Veduta dei terreni

2.4 Descrizione generale

2.4.1 - Componente fotovoltaica

La disposizione dei pannelli è stata attuata avendo cura che l'impegno di suolo rientri in parametri di sostenibilità.

Più precisamente:

		mq	%	su
A	**Superficie complessiva del lotto**	**1.154.000**		
B	superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	672.000	58,2	A
B1	di cui superficie netta radiante impegnata	229.242	34,1	B
B2	di cui superficie minima proiezione tracker	142.795	21,2	B
C	Superficie viabilità interna	40.179	3,5	A
D	**Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A**	**672.000**		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	604.426	**89,9**	D
E1	di cui uliveto superintensivo	426.255	63,4	D
E2	di cui prato fiorito	178.171	26,5	D
G	**Altre aree naturali**	**259.871**	**22,5**	**A**
G1	superficie mitigazione	142.320	12,3	A
G2	superficie naturalistica	117.551	10,2	A
H	**Superficie agricola Totale**	**864.297**	**74,9**	A

Figura 11 - Tabella aree impegnate dall'impianto

La superficie impegnata netta corrisponde alla superficie sulla quale insiste la copertura determinata dai pannelli come proiezione sul piano orizzontale ed è pari al 34 % del lotto recintato. 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 21 % del lotto recintato. La superficie recintata è pari al 58% del lotto lordo.

L'area impegnata da usi agricoli produttivi ad alto investimento e resa è pari al 63 % del lotto recintato, cui va aggiunta l'apicoltura per ulteriore 26 %. La superficie netta interessata dalle siepi produttive ulivicole, escludendo gli spazi di lavorazione, è di 12,7 ettari (sola chioma alberi), mentre includendo i canali laterali liberi per la corretta distanza tra gli alberi sale a 38,6 ettari. L'area includendo spazi di

lavorazione, tare e viabilità è di 42,6 ettari. L'area impegnata dalla mitigazione è pari al 12% del totale (14,2 ha) e quella delle aree di compensazione naturalistica è del 10,2 % (11,7 ettari). Ai fini della conformità ai parametri dell'agrivoltaico (A), la Superficie agricola produttiva totale è pari al 89 % della superficie recintata (il solo impianto olivicolo al 63%). Cfr. $ 0.1.9

D	**Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A**	**672.000**		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	604.426	**89,9**	D
E1	di cui uliveto superintensivo	426.255	63,4	D
E2	di cui prato fiorito	178.171	26,5	D

Figura 12 - Tabella di calcolo del requisito A

***L'impianto ha un pitch di 11 mt**, ne consegue che le stringhe di inseguitori monoassiali, con pannello da 700 Wp e dimensioni 2.380 x 1.300 x 40 mm, saranno poste a circa 5,78 mt di distanza in proiezione zenitale a pannello perfettamente orizzontale.*

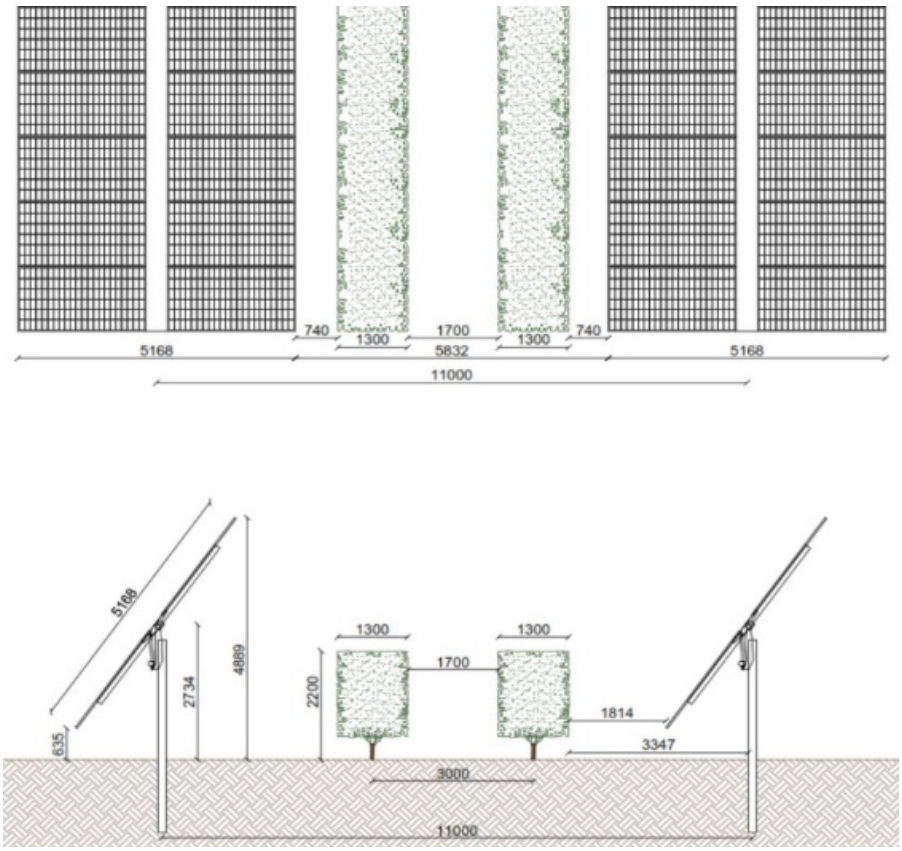


Figura 13 - Sezione tipo dell'assetto agrovoltaico

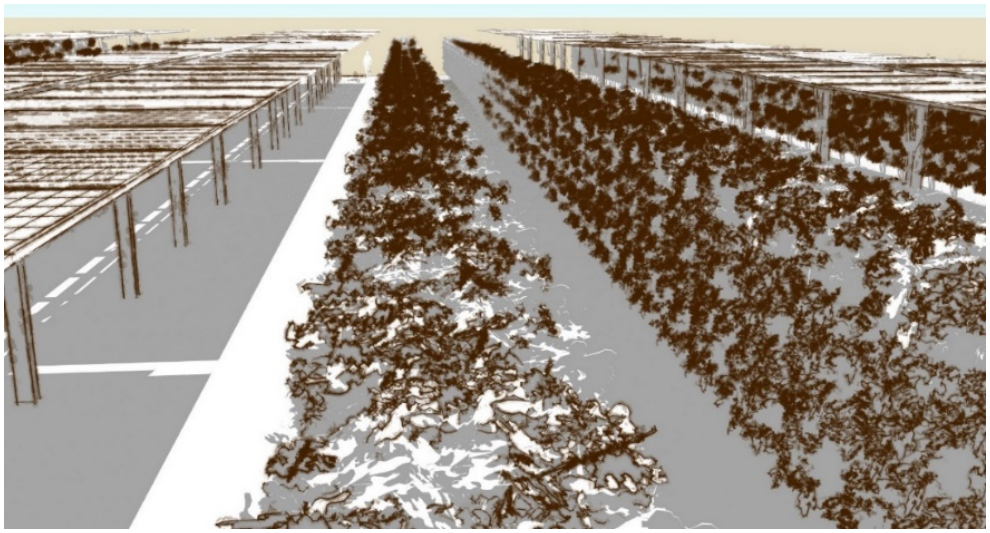


Figura 14 – veduta del modello 3D, interno impianto, 1

Figura 15 - Veduta del modello 3D, interno impianto, 2

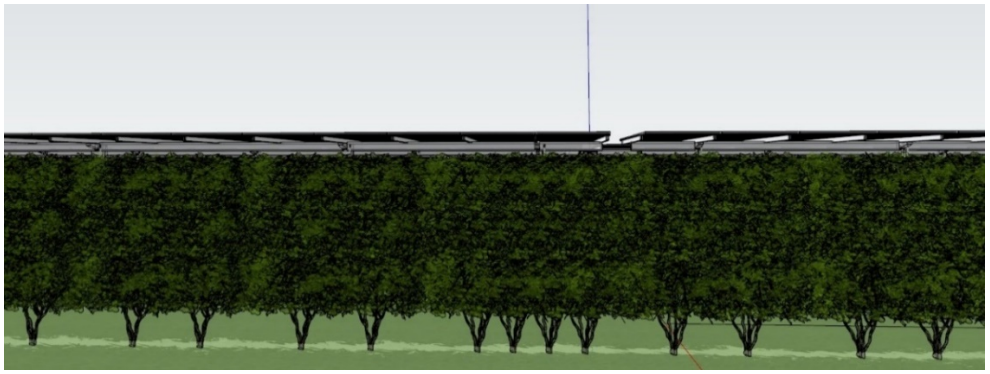


Figura 16 - Veduta del modello 3D, interno impianto, 3

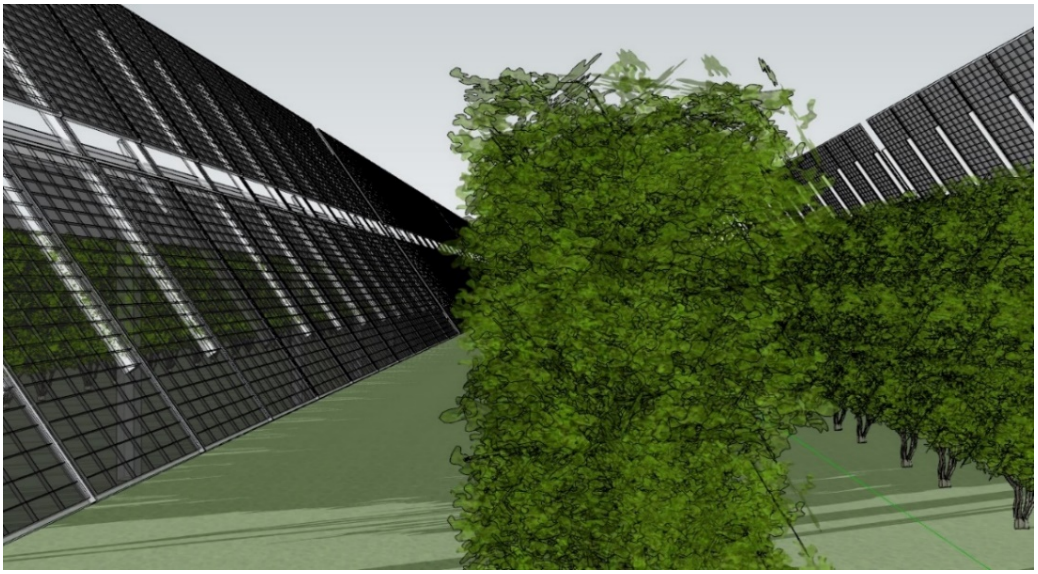


Figura 17 - Veduta del modello 3D, interno impianto, 4

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.

Figura 18 - Nuova SE

In base alla soluzione di connessione oggetto del preventivo cod. pr. 202201942, lo schema di

allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36kV di una futura stazione elettrica (SE) della RTN 150/36 kV da inserire in entra-esce alle linee a 150 kV "Tuili-Villasor" e "Taloro-Villasor". La sottostazione MT/AT rappresenterà sia il punto di raccolta dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 36 kV, per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale. La sottostazione utente sarà unica. Il collegamento tra le SSE e la SEU avverrà mediante cavo interrato a 36 kV che si attesterà ad uno stallo di protezione AT.

2.4.2 Componente agricola produttiva

La componente agricola del progetto prevedrà un **uliveto superintensivo coltivato a spalliera** e tenuto all'altezza standard per una raccolta meccanizzata (tra 2,2 e 2,5 mt). Per ottenere un elevato rendimento per ettaro gli uliveti superintensivi sono ottimali per l'associazione con la produzione elettrica, infatti:

- *massimizzano la produzione agricola a parità di superficie* utilizzabile;
- hanno *un andamento Nord-Sud analogo a quello dell'impianto ad inseguimento*;
- *per altezza e larghezza sono compatibili con le distanze che possono essere lasciate tra i filari fotovoltaici* senza penalizzare eccessivamente la produzione elettrica (che, in termini degli obiettivi del paese è quella prioritaria) né quella olivicola;
- *la lavorazione interamente meccanizzata minimizza le interazioni tra uomini e impianto* elettrico in esercizio;
- *si prestano a sistemi di irrigazione a goccia e monitoraggio avanzato* che sono idonei a favorire il pieno controllo delle operazioni di manutenzione e gestione.

La distanza tra i tracker è stata calibrata per consentire un doppio filare di olivi, in modo da garantire una produzione elevata per ettaro. La distanza interna tra le due siepi è stata fissata a 3 metri, mentre la larghezza di ciascuna a 1,3 metri. Il sesto di impianto è dunque 3 x 1,33 x 2,5 (h).

Dei circa 67 ettari di terreno utilizzabili per l'impianto agrofotovoltaico (area recintata) la superficie occupata materialmente dall'impianto ulivicolo (ovvero la superficie dell'apparato fogliare delle piante, da non confondere con quello dell'area impegnata (quella inclusiva delle aree di lavorazione), sarà pari a 12,7 ettari (19 % della superficie recintata), mentre il numero di piante sarà pari a circa 76.927. Inoltre, saranno presenti anche ca. 78 arnie per apicoltura.

2.5 Le opere elettromeccaniche

2.5.1 Generalità

L'impianto agrovoltaico "Energia dell'Olio di Villasor" sviluppa una potenza di picco pari a 53.996,64 kWp costituito da 73.968 moduli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza specifica di 700 Wp, assieme a n. 156 inverter di stringa di potenza nominale 320 kW.
Saranno realizzate due cabine di raccolta, da una delle quali (RT1) partirà un cavidotto MT verso nuova Stazione Elettrica
Dalla cabina RT2 di raccolta partiranno un cavidotto MT verso nuova Stazione Elettrica e la linea dorsale in media tensione di lunghezza pari a circa **4.000 m** diretta verso la nuova SE.

La potenza nominale ai fini dell'immissione in rete dell'intero impianto sarà di 49.920 kW

Dati di sintesi impianto	
Potenza nominale impianto (kW)	53.990
Moduli fotovoltaici 700 W (pcs)	73.968
Inverter di stringa 320 kW (pcs)	156
Cabina di trasformazione inverter MT/BT (pcs)	20
Cabina di raccolta (pcs)	2

L'intera produzione sarà immessa in rete e venduta secondo le modalità previste dal mercato libero dell'energia senza giovarsi di alcun incentivo.

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 MT/AT per l'elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale.
La centrale, dunque, sarà esercita in parallelo con la rete elettrica nazionale di Terna e collegata in antenna **stazione elettrica (SE) della RTN 150/36 kV da inserire in entra-esce alle linee a 150 kV "Tuili-Villasor" e "Taloro-Villasor".** La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Villasor (SU), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA.

Il sito analizzato è stato suddiviso in **n. 7 macro-piastre** afferenti a diversi lotti di terreno in disponibilità del proponente. Tali aree risultano prevalentemente pianeggianti.
Il campo adopera un sistema di inseguitori monoassiali che porta il numero di ore equivalenti in un anno, ad un risultato pari a **1.866,00**.

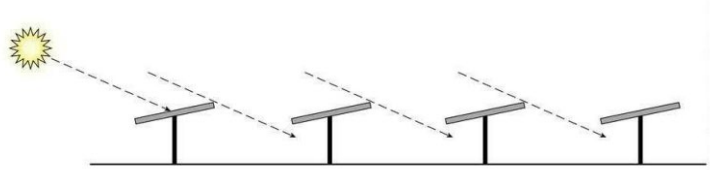


Figura 19- schema inseguitori

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

Energia = 53.996 * 1.816,00 = 98.057.898 kWh

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.

2.5.2 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.

Figura 20- Tracker monoassiali (esempio)

La struttura sarà posta ad altezza di 2,8 metri per consentire una maggiore distanza, e riuscire ad inserire una doppia fila di siepi ulivicole, e ridurre l'ombreggiamento tra i moduli ed i pannelli e sarà predisposta per l'eventuale uso di moduli bifacciali.

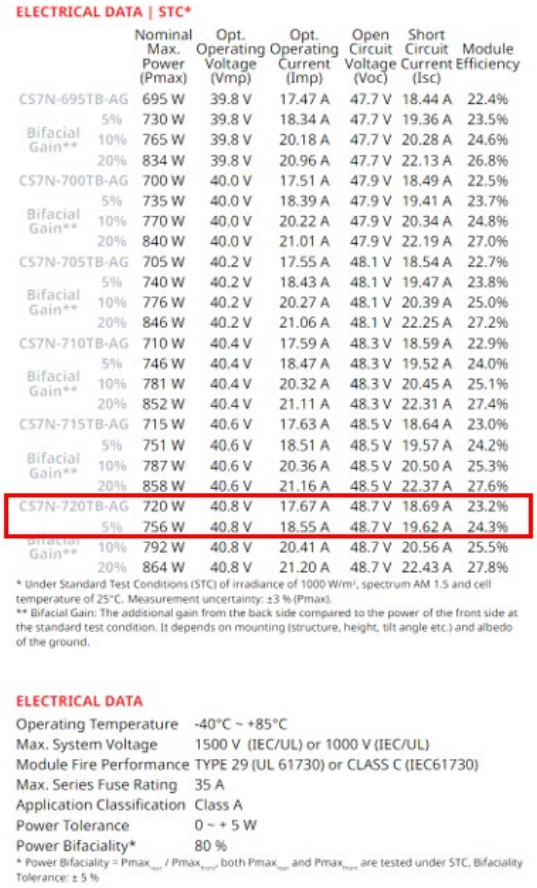
Tutta l'elettronica di comando è a bordo macchina, posta in appositi quadri stagni. L'assieme è quindi contenuto negli ingombri e non richiede il posizionamento in quadro di ulteriori quadri, apparecchiature o cabinati di controllo. Lo stesso attuatore lineare atto alla traslazione del piano dei moduli 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 56 m avrà indicativamente n°4 attuatori, con un fattore di contemporaneità di esercizio pari a 0,5.

2.5.3 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 moduli saranno obbligatoriamente conformi alle normative di prodotto IEC 61215 e IEC 61730. 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. 73.968 moduli** da 700 Wp cadauno, marca Canadian Solar modello CS7N-700TB-AG o equivalente.
I dati caratteristici sono forniti dal produttore come evidenziato nella tabella di seguito.



ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-695TB-AG		695 W	39.8 V	17.47 A	47.7 V	18.44 A	22.4%
Bifacial Gain**	5%	730 W	39.8 V	18.34 A	47.7 V	19.36 A	23.5%
	10%	765 W	39.8 V	20.18 A	47.7 V	20.28 A	24.6%
	20%	834 W	39.8 V	20.96 A	47.7 V	22.13 A	26.8%
CS7N-700TB-AG		700 W	40.0 V	17.51 A	47.9 V	18.49 A	22.5%
Bifacial Gain**	5%	735 W	40.0 V	18.39 A	47.9 V	19.41 A	23.7%
	10%	770 W	40.0 V	20.22 A	47.9 V	20.34 A	24.8%
	20%	840 W	40.0 V	21.01 A	47.9 V	22.19 A	27.0%
CS7N-705TB-AG		705 W	40.2 V	17.55 A	48.1 V	18.54 A	22.7%
Bifacial Gain**	5%	740 W	40.2 V	18.43 A	48.1 V	19.47 A	23.8%
	10%	776 W	40.2 V	20.27 A	48.1 V	20.39 A	25.0%
	20%	846 W	40.2 V	21.06 A	48.1 V	22.25 A	27.2%
CS7N-710TB-AG		710 W	40.4 V	17.59 A	48.3 V	18.59 A	22.9%
Bifacial Gain**	5%	746 W	40.4 V	18.47 A	48.3 V	19.52 A	24.0%
	10%	781 W	40.4 V	20.32 A	48.3 V	20.45 A	25.1%
	20%	852 W	40.4 V	21.11 A	48.3 V	22.31 A	27.4%
CS7N-715TB-AG		715 W	40.6 V	17.63 A	48.5 V	18.64 A	23.0%
Bifacial Gain**	5%	751 W	40.6 V	18.51 A	48.5 V	19.57 A	24.2%
	10%	787 W	40.6 V	20.36 A	48.5 V	20.50 A	25.3%
	20%	858 W	40.6 V	21.16 A	48.5 V	22.37 A	27.6%
CS7N-720TB-AG		720 W	40.8 V	17.67 A	48.7 V	18.69 A	23.2%
Bifacial Gain**	5%	756 W	40.8 V	18.55 A	48.7 V	19.62 A	24.3%
	10%	792 W	40.8 V	20.41 A	48.7 V	20.56 A	25.5%
	20%	864 W	40.8 V	21.20 A	48.7 V	22.43 A	27.8%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C. Measurement uncertainty: ±3 % (Pmax).
** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 5 W
Power Bifaciality*	80 %

* Power Bifaciality = $Pmax_{rear}$ / $Pmax_{front}$, both $Pmax_{rear}$ and $Pmax_{front}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

Figura 21 - Dati moduli

2.5.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter)

In base al dimensionamento del sistema e alle caratteristiche elettriche determinate per il generatore per la conversione dell'energia elettrica da corrente continua (DC) a corrente alternata è previsto l'impiego di **156 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.

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 / Ajustable 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 Inverter

La sintesi degli elementi sopra descritti ha condotto alla scelta di macchine prodotte dalla società SUNGROW modello SG350HX.

Nella figura precedente le caratteristiche elettriche principali.

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 adotteranno pertanto stringhe tutte uguali tra loro, con un numero di moduli pari a 25 o 24 a seconda del tipo di struttura impiegata. 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" unito all'elevato valore di tensione ammessa sul lato corrente continua consente 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 tra 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.

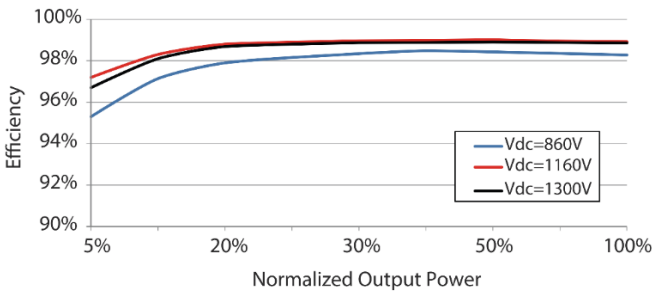


Figura 23 - Efficienza Inverter

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.

2.5.5 Sotto-cabine MT

Come evidenziato negli elaborati progettuali e come espresso nelle tabelle di riepilogo, 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. Nella sostanza 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 raffrescamento di cabina, le alimentazioni ausiliare delle apparecchiature di verifica e monitoraggio e gli attuatori dei sistemi di inseguimento monoassiale in campo.

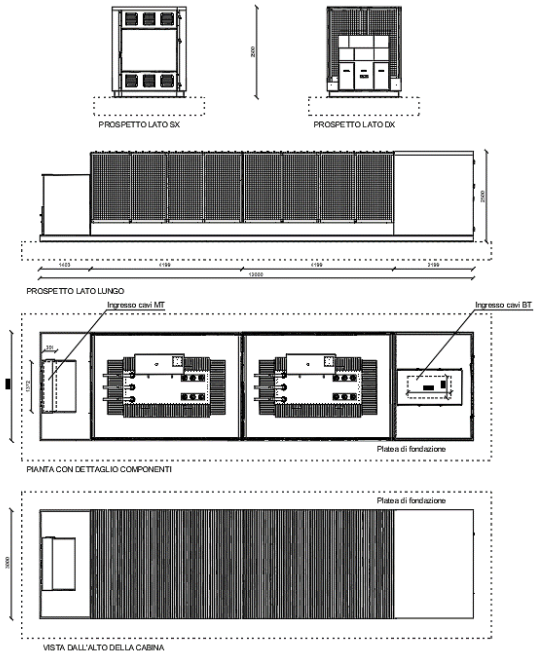


Figura 24 - Cabina tipo MT/BT

2.5.6 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 di pertinenza, 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 convogliate tutte le cabine di pertinenza.

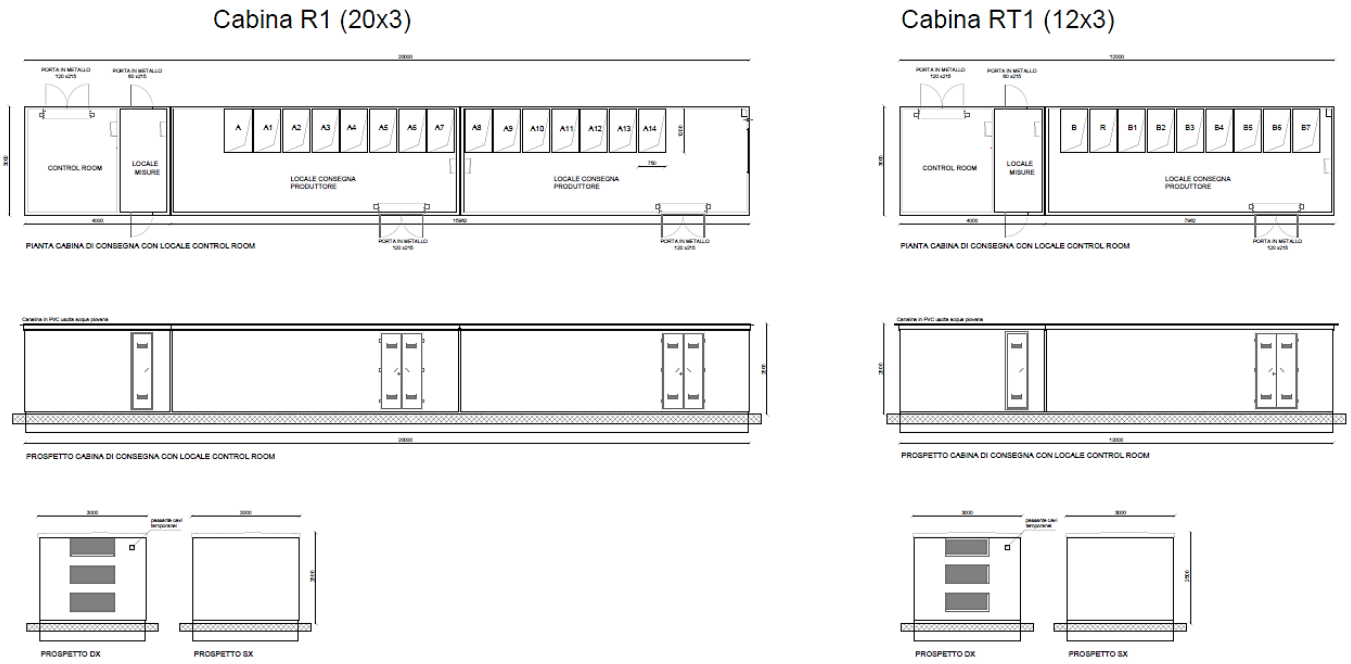


Figura 25 - Cabina di raccolta e control room

Sarà inoltre possibile togliere l'alimentazione agendo sull'interruttore generale della specifica cabina di Raccolta in media tensione operando quindi un sezionamento per tutte le cabine MT/BT ad essa connesse.

Come già detto, si avranno due cabine di raccolta. Dalla cabina RT2 di raccolta partirà la linea dorsale in media tensione di lunghezza pari a circa **4.000 m** diretta verso la nuova SE.

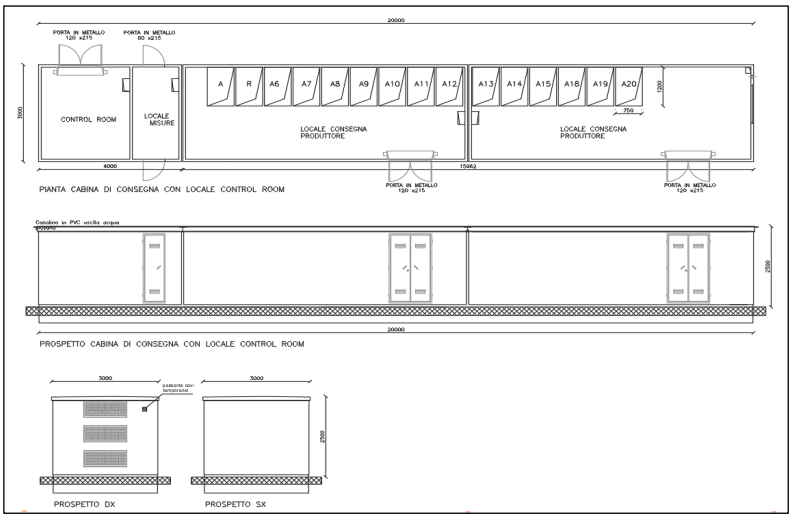


Figura 26 - Cabina di raccolta 20 m x 3 m e control room

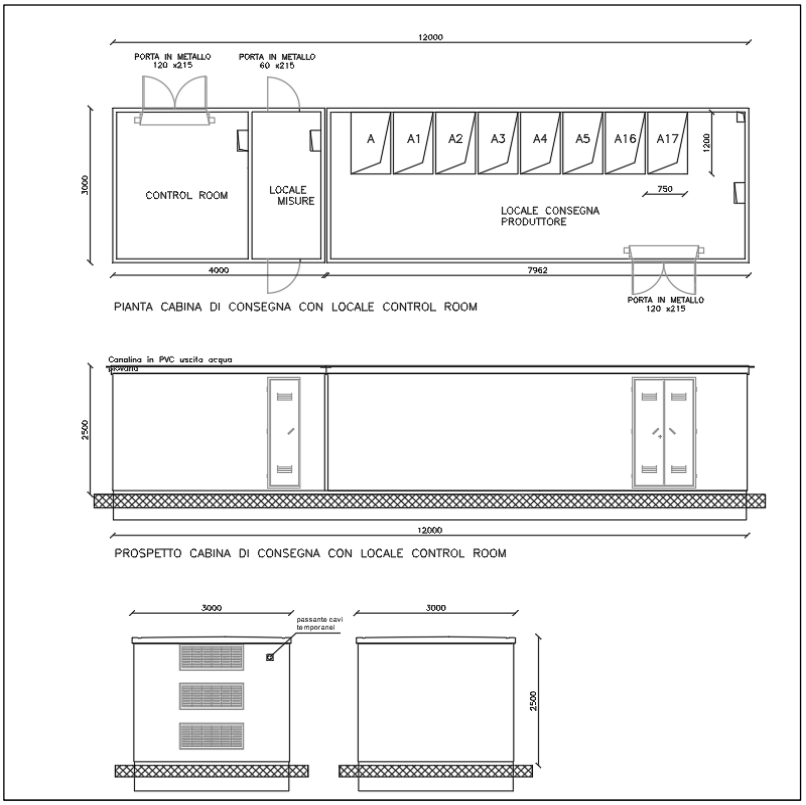


Figura 27 - Cabina di raccolta 12m x 3 m e control room

2.6 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.
Il cavidotto di connessione alla RTN del' impianto agrivoltaico ha una lunghezza di circa 4 km e interessa i territori del Comune di Villasor. I cavidotti saranno posati quasi interamente in corrispondenza della viabilità esistente .In alcuni limitati tratti il percorso dei cavidotti attraverserà terreni privati. Il cavidotto MT che porta alla sottostazione utente MT/AT avrà origine dalla parte Nord della piastra 6, da questo punto in poi segue il percorso decritto di seguito:

- Si dirige verso sud-est, lungo strada non asfaltata per circa 3.778 metri;
- Arriva alla SSE.

Tenuto conto dei diversi fattori correttivi (resistività terreno, tipo di posa, profondità di posa) si prevede di utilizzare **n.2 conduttori da 400 mm^2 per fase.**

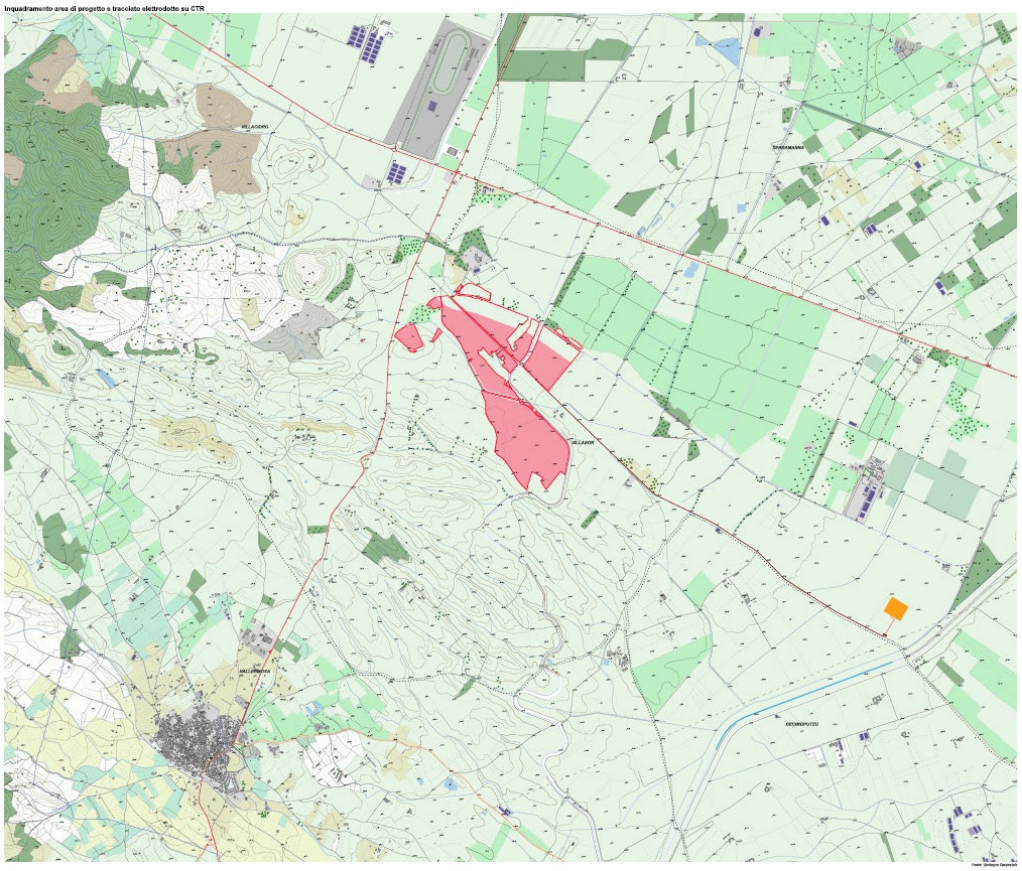


Figura 28 - Tracciato dell'elettrodotto MT

2.6.1 Elettrodotto R1-SE. Descrizione del percorso e degli attraversamenti

Il cavidotto MT che porta alla sottostazione utente MT/AT avrà origine dalla Cabina di Raccolta.
Rinviando alla rappresentazione cartografica e su mappa catastale allegata al progetto, M_06, si descrive brevemente il percorso seguito.
Il cavidotto MT che porta alla sottostazione utente MT/AT avrà origine dalla parte Ovest della piastra 6, da questo punto in poi segue il percorso descritto di seguito:

- Si dirige verso sud-est, lungo strada non asfaltata per circa 3.778 metri;
- Arriva alla SSE.

Figura 29 –Innesto su strada interpoderale

Figura 30 - Attraversamento ponte

Figura 31 - Arrivo alla Stazione Utente

Gli attraversamenti dei ponticelli saranno gestiti come segue:

- una mensola metallica per ognuno dei due cavidotti saldata alla piastra;
- una piastra metallica ancorata al ponte tramite tirafondi;
- una lamiera di copertura dei cavidotti in acciaio zincato

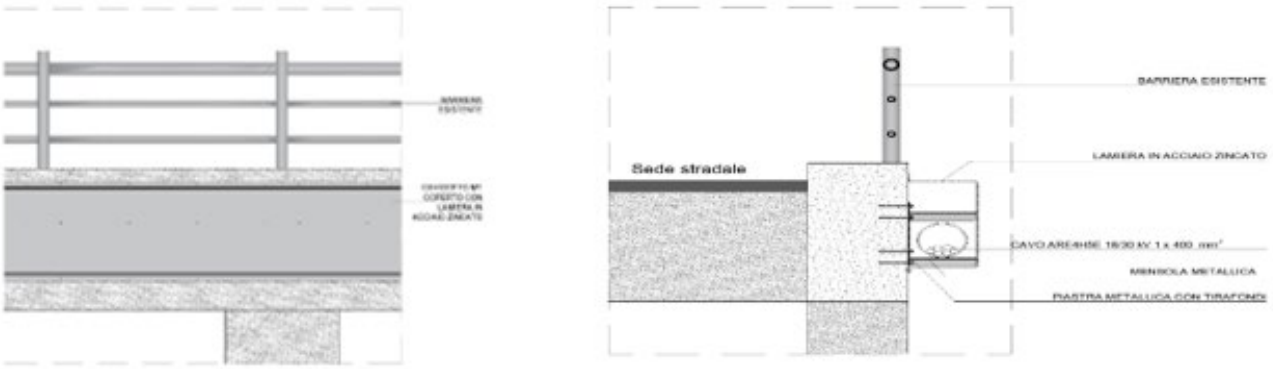


Figura 32 - Particolari attraversamento del ponte

2.7.2- Cavidotti interni

I cavidotti interni e di collegamento d'impianto saranno realizzati completamente interrati. Come da particolari presenti nella tavola tecnica "Tracciati BT-MT", i cavidotti BT ed MT interni d'impianto, i

cavidotti MT di collegamento tra lotti d'impianto e la sottostazione utente avranno profondità e larghezza variabile.
Lungo il percorso delle tubazioni, saranno previsti pozzetti di sezionamento ed ispezione; sarà privilegiata quando possibile la posa in corrispondenza della viabilità esistente, fin quando possibile, in affiancamento nella banchina stradale, e si interesserà la sede stradale solo ove non sia disponibile uno spazio di banchina.
Il cavidotto sarà posato quasi interamente in corrispondenza della viabilità esistente, che risulta essere sia asfaltata che sterrata (viabilità regionale, provinciale, comunale, vicinale e interpoderale).
In alcuni limitati tratti il percorso del cavidotto attraverserà terreni privati, mantenendo comunque il suo percorso su strade sterrate esistenti, non censite in catasto e classificabili, quindi, come strade private.
Nelle zone in cui i cavidotti attraverseranno i corsi d'acqua si utilizzerà l'affiancamento ai ponti stradali esistenti. I cavidotti MT saranno posati in affiancamento alla viabilità esistente, risulteranno completamente interrati e quindi non visibili.
Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame (o alluminio) con le seguenti prescrizioni:

- tipo FG16 (o ARG16), ARE4R, ARE4H5E se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;
- tipo FS17 se all'interno di cavidotti interni a cabine.

Si dovrà porre particolare attenzione alle tensioni di isolamento. In particolare, le tratte di potenza in corrente alternata distribuite in bassa tensione saranno a 800V nominali (tensione di uscita degli inverter). Per queste tratte la tensione minima di isolamento dovrà essere 0,6/1 kV.
Le sezioni dei cavi per energia sono scelte in modo da:

- contenere le cadute di tensione in servizio ordinario entro il 4% (valore imposto dalla normativa vigente). Il valore deve intendersi riferito tra i morsetti di bassa tensione del punto di fornitura o del trasformatore, ed il punto di alimentazione di ciascuna utenza;
- rispettare le tabelle CEI-UNEL relative alla portata dai cavi, tenendo conto dei coefficienti correttivi in ragione delle condizioni di posa;
- le sezioni delle singole linee sono come da schema elettrico allegato e comunque mai inferiori a 1,5 mm^2.

Le condutture sono messe in opera in modo che sia possibile il controllo del loro isolamento e la localizzazione di eventuali guasti, in particolare è stato vietato l'annegamento sotto intonaco o nelle strutture. Questa prescrizione vale anche per i conduttori di terra (con la sola esclusione dei collegamenti

equipotenziali). I tubi per la distribuzione delle condutture saranno in materiale plastico PVC flessibile di tipo pesante per la distribuzione nei tratti incassati nei pavimenti e nei tratti incassati nelle pareti. Tutte le curve saranno con largo raggio, le derivazioni saranno eseguite solamente a mezzo di cassette di derivazione.

I tubi per la posa a vista saranno di tipo rigido, ad elevata resistenza meccanica ed in materiale autoestinguente. I tubi avranno un percorso verticale od orizzontale sulle pareti. Saranno rigorosamente evitate le pose oblique. Il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti, con un minimo di 11 mm e con un coefficiente di riempimento 0,4. Eventuali canali portacavi saranno in lamiera di acciaio zincato. Si utilizzerà un coefficiente di riempimento non superiore a 7/10, laddove si presentino rischi di abrasione delle condutture si utilizzano particolari accorgimenti per evitare detti rischi.

I cavi di connessione all'interno del campo fotovoltaico saranno ubicati in cavidotti in politilene 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 ≥ di 600 mm 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.

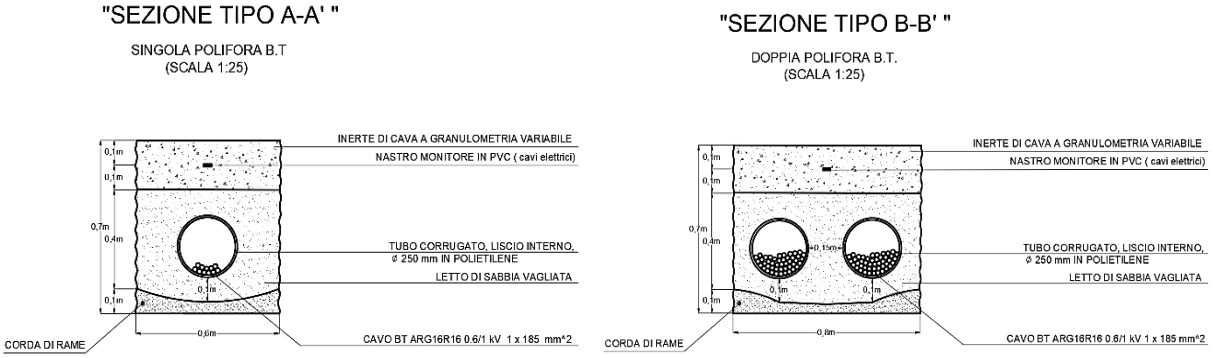


Figura 33- Cavidotti BT interni

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.

2.6.2 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:

$R_A \times Ia \leq 50$

dove:

- R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- Ia 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, Ia è la corrente nominale differenziale Idn.

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.

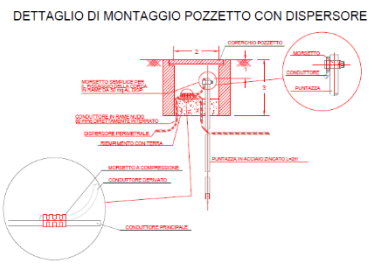
Impianto di terra

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 mm^2 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 "risulta" del cantiere.

Le sezioni dei conduttori di protezione saranno pari alle sezioni dei conduttori di fase; per sezioni superiori a 16 mm^2 la sezione è pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16 mm^2 e comunque in grado di soddisfare le condizioni stabilite dalle norme CEI 64.8.

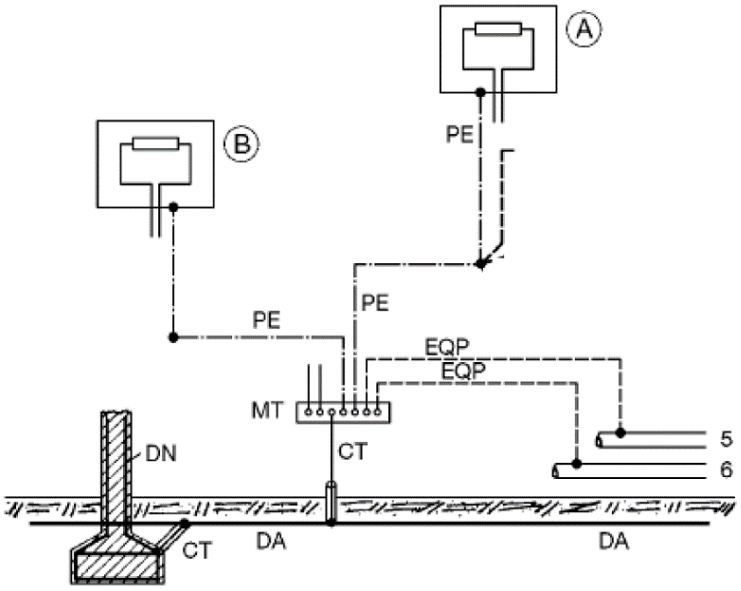


Figura 34 - Esempio di impianto di terra

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.

2.7.4 – Analisi del preventivo di connessione alla RTN

Per considerare correttamente la connessione occorre tenere presente quanto segue:

1- Come risulta dal sito Terna[1] la provincia di Sud Sardegna è una "*regione critica AT*" con riferimento alla connessione alla rete di trasmissione. Inoltre, risulta "critica" la linea AT in oggetto.
2- Ai sensi del Codice di rete[2] 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";

[1] - https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/rete/connessione-rete/aree-linee-critiche
[2] - https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/codici-rete/codice-rete-italiano

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).

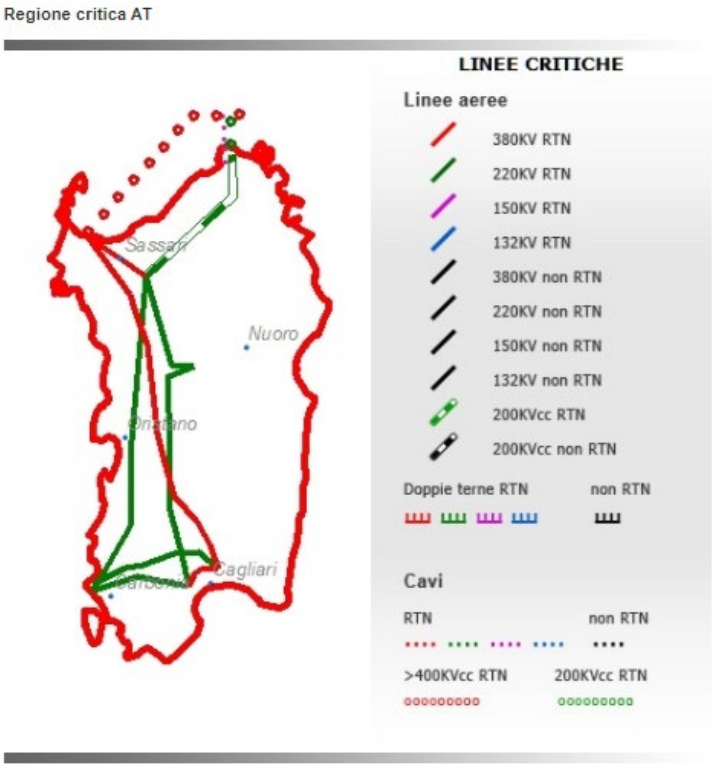


Figura 35 - Aree critiche

In questo caso si applica quanto previsto dalla Delibera ARERA ARG/elt 226/12[3] (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 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.

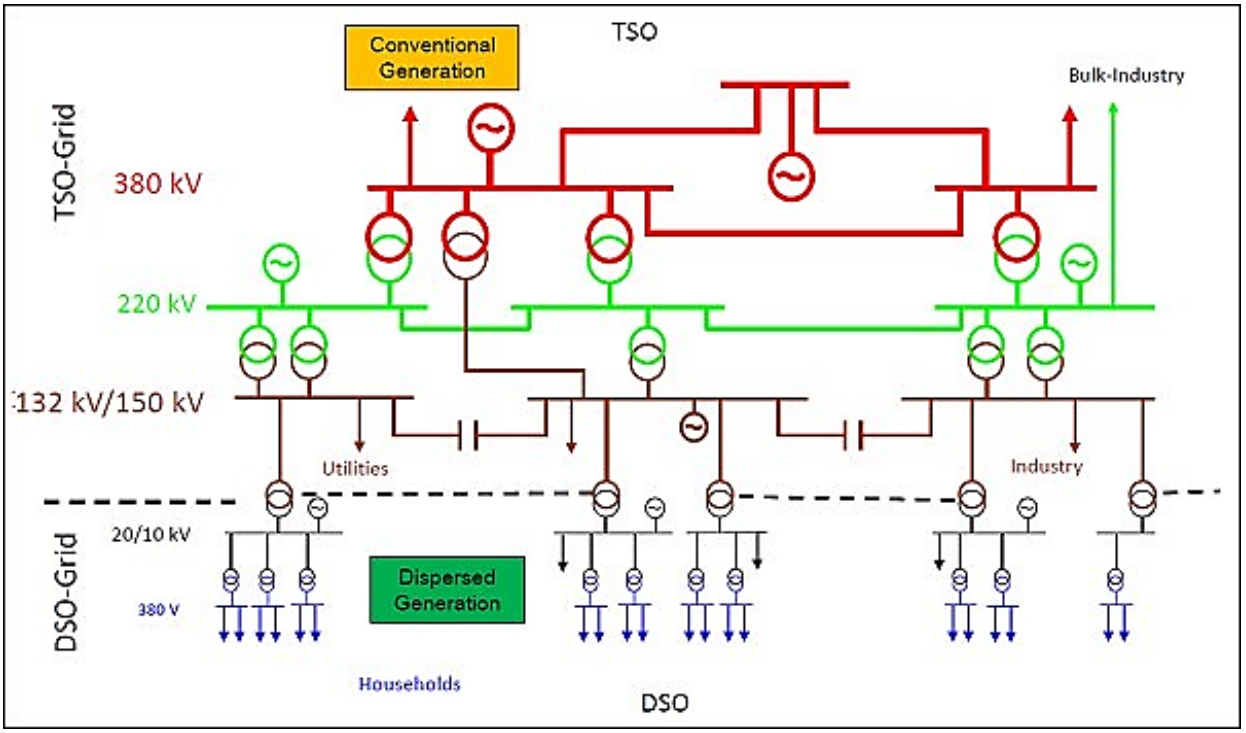


Figura 36 - Schema rete di distribuzione, Italia

2.6.2.1 – Descrizione della soluzione di connessione

Il Preventivo di Connessione, prot. 202200484, da Terna S.p.a. per una potenza di immissione di 53,99 MW, successivamente accettato, prevede (estratti dalla STMG):

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

La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN 150/36 kV da inserire in entra – esce alle linee a 150 kV Tuili-Villasor" e "Taloro-Villasor".

La sottostazione MT/AT rappresenterà sia il punto di raccolta dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 36 kV, per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale.

I tempi massimi previsti sono:

I tempi di realizzazione delle opere RTN necessarie alla connessione della Vs. centrale sono pari a 20 mesi per la nuova SE RTN e 8 mesi + 1 mese /km per i rispettivi raccordi. I tempi di realizzazione suddetti decorrono dalla data di stipula del contratto di connessione di cui al Codice di Rete, che potrà avvenire solo a valle dell'ottenimento di tutte le autorizzazioni necessarie, nonché dei titoli di proprietà o equivalenti sui suoli destinati agli impianti di trasmissione.

Come da richieste Terna, lo stallo di arrivo non sarà condiviso tra diversi proponenti, ma sarà predisposta una sezione d'infrastruttura di rete dedicata.
La connessione in antenna avverrà mediante raccordo in cavo interrato AT tra la sottostazione utente e lo stallo di arrivo in stazione RTN.

L'elettrodotto passerà per il territorio comunale di Villasor (SU).
La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Villasor (SU), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA.

L'area individuata è identificata al N.C.T. di Villasor (SU) al foglio di mappa 44, particella 77, come rappresentato nella tavola allegata.

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. L'ubicazione è prevista su un terreno classificato come area "E – Zona Agricola\Pastorale" dal vigente strumento urbanistico del Comune di Villasor (SU).

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

2.7 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:

Totale perdite [%] = [1 – (1 – a – b) x (1 – c - d) x (1 – e) x (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
0.13	0.14	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.14	0.13	0.13	0.13

L'albedo medio annuo è pari a **0.15**

È 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.7.2.16
Per semplicità si riporta la simulazione di un singolo campo composto da 24 stringhe da 24 moduli in serie inverter SG 350 con potenza Pac= 320 kW, sistema ad inseguimento monoassiale N/S del tipo double portrait con pitch 11,0 m. Il Software analizza dinamicamente la producibilità in base alle differenti inclinazioni dei tracker ma non tiene conto della crescita delle piante nei diversi periodi dell'anno. E 'stata, quindi, eseguita una duplice simulazione impostando l'altezza delle siepi ulivicole prima a 2,2m e poi a 2,5 m per poi normalizzare il dato finale (riportato in tabella 4).

Tecnologia modulo	BDV
Struttura inseguitore	2P
Pitch (m)	11,0
Altezza uliveto (m)	2,5/2,2
Producibilità media (kWh/kWp/y) con uliveto	1.816
Producibilità (kWh/kWp/y) senza uliveto	1.833
Distanza da Benchmark (%)	**-0.9**

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 media d'impianto senza siepi ulivicole è di 1.880 kWh/kWp/a. Considerando le siepi ulivicole la producibilità stimabile è di **1.816 kWh/kWp/a.**

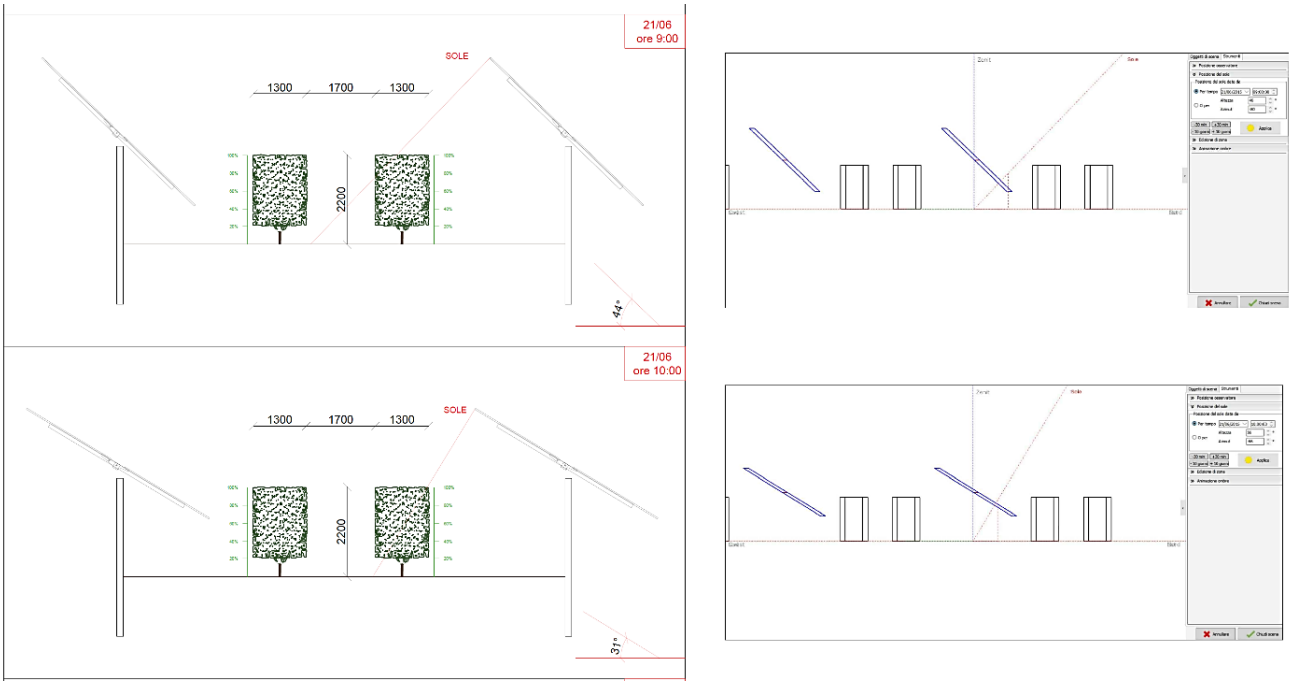


Figura 37 - Studio tipo ombreggiamento con influenza del progetto agricolo

Lo studio degli ombreggiamenti nel caso di struttura ad inseguimento monoassiale è stato effettuato considerando l'assetto agrofotovoltaico tenendo conto di un'altezza media della siepe ulivicola variabile tra i 2,2 m.ed i 2,5 m. Si sottolinea che in fase di progettazione esecutiva andrà effettuato uno studio degli ombreggiamenti più dettagliato anche in relazione al posizionamento finale delle mitigazioni e dei filari degli uliveti.

Di seguito si riportano le tabelle di sintesi in merito alla stima di producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole.

PVsyst V7.2.16
VC0, Simulation date:
27/12/23 15:43
with v7.2.16

Project: Villasor 1 27_12

Variant: Nuova variante di simulazione

Aedes Group Engineering (Italy)

Project summary

Geographical Site
Villasor
Italia

Situation

Latitude	39.38 °N
Longitude	8.94 °E
Altitude	21 m
Time zone	UTC+1

Project settings

Albedo	0.20

Meteo data
Villasor
Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=22% - Sintetico

System summary

Grid-Connected System

Tracking system with backtracking

PV Field Orientation
Orientation
Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Tracking algorithm
Irradiance optimization
Backtracking activated

Near Shadings
Linear shadings

System information

PV Array

Nb. of modules	73968 units
Pnom total	54.00 MWp

Inverters

Nb. of units	156 units
Pnom total	49.92 MWac
Pnom ratio	1.082

User's needs
Unlimited load (grid)

Results summary

Produced Energy	99 GWh/year	Specific production	1833 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	87.82 %

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Near shading definition - Iso-shadings diagram 6
Main results 7
Loss diagram 8
Special graphs 9

Figura 38 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 1.

PVsyst V7.2.16
VC0, Simulation date:
27/12/23 15:43
with v7.2.16

Project: Villasor 1 27_12

Variant: Nuova variante di simulazione

Aedes Group Engineering (Italy)

General parameters

Grid-Connected System

Tracking system with backtracking

PV Field Orientation

Orientation		Tracking algorithm		Backtracking array	
Tracking plane, horizontal N-S axis		Irradiance optimization		Nb. of trackers	1079 units
Axis azimuth	0 °	Backtracking activated		**Sizes**	
				Tracker Spacing	11.0 m
				Collector width	5.17 m
				Ground Cov. Ratio (GCR)	47.0 %
				Phi min / max.	-/+ 55.0 °
				Backtracking strategy	
				Phi limits	+/- 61.9 °
				Backtracking pitch	11.0 m
				Backtracking width	5.17 m

Models used

Transposition	Perez
Diffuse	Perez, Meteonorm
Circumsolar	separate

Horizon	Near Shadings	User's needs
Free Horizon	Linear shadings	Unlimited load (grid)

Bifacial system

Model 2D Calculation
unlimited trackers

Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	11.00 m	Ground albedo	0.20
Tracker width	5.17 m	Bifaciality factor	80 %
GCR	47.0 %	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	TW Solar	Manufacturer	Sungrow
Model	TWMHF-66HD 700W	Model	SG350HX-20A-Preliminary
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	730 Wp	Unit Nom. Power	320 kWac
Number of PV modules	73968 units	Number of inverters	156 units
Nominal (STC)	54.00 MWp	Total power	49920 kWac

Array #1 - Piatra 1

Number of PV modules	2616 units	Number of inverters	5 units
Nominal (STC)	1910 kWp	Total power	1600 kWac
Modules	109 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	1799 kWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	943 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.19
I mpp	1908 A		

Figura 39 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 2

PV Array Characteristics

Array #2 - Piastra 2			
Number of PV modules	14832 units	Number of inverters	32 units
Nominal (STC)	10.83 MWp	Total power	10240 kWac
Modules	618 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	10.20 MWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	943 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.06
I mpp	10818 A		
Array #3 - Piastra 3			
Number of PV modules	10368 units	Number of inverters	21 units
Nominal (STC)	7569 kWp	Total power	6720 kWac
Modules	432 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	7132 kWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	943 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.13
I mpp	7562 A		
Array #4 - Piastra 4			
Number of PV modules	28224 units	Number of inverters	61 units
Nominal (STC)	20.60 MWp	Total power	19520 kWac
Modules	1176 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	19.41 MWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	943 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.06
I mpp	20585 A		
Array #5 - Piatra 5			
Number of PV modules	4776 units	Number of inverters	10 units
Nominal (STC)	3486 kWp	Total power	3200 kWac
Modules	199 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	3285 kWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	943 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.09
I mpp	3483 A		
Array #6 - Piastra 6			
Number of PV modules	2208 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	1612 kWp	Total power	1280 kWac
Modules	92 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	1519 kWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	943 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.26
I mpp	1610 A		
Array #7 - Piastra 7			
Number of PV modules	10944 units	Number of inverters	23 units
Nominal (STC)	7989 kWp	Total power	7360 kWac
Modules	456 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	7528 kWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	943 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.09
I mpp	7982 A		

Figura 40 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 3

PVsyst V7.2.16
VC0, Simulation date:
27/12/23 15:43
with v7.2.16

Project: Villasor 1 27_12

Variant: Nuova variante di simulazione

Aedes Group Engineering (Italy)

PV Array Characteristics

Total PV power		**Total inverter power**	
Nominal (STC)	53997 kWp	Total power	49920 kWac
Total	73968 modules	Number of inverters	156 units
Module area	229771 m²	Pnom ratio	1.08

Array losses

Array Soiling Losses
Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 1.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.1 %

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance 0.19 mΩ
Loss Fraction 1.0 % at STC

Array #1 - Piatra 1		**Array #2 - Piastra 2**	
Global array res.	5.3 mΩ	Global array res.	0.94 mΩ
Loss Fraction	1.0 % at STC	Loss Fraction	1.0 % at STC
Array #3 - Piastra 3		**Array #4 - Piastra 4**	
Global array res.	1.3 mΩ	Global array res.	0.49 mΩ
Loss Fraction	1.0 % at STC	Loss Fraction	1.0 % at STC
Array #5 - Piatra 5		**Array #6 - Piastra 6**	
Global array res.	2.9 mΩ	Global array res.	6.3 mΩ
Loss Fraction	1.0 % at STC	Loss Fraction	1.0 % at STC
Array #7 - Piastra 7			
Global array res.	1.3 mΩ		
Loss Fraction	1.0 % at STC		

System losses

Auxiliaries loss
constant (fans) 269 kW
0.0 kW from Power thresh.
Night aux. cons. 130 kW

Figura 41 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 4

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage	800 Vac tri
Loss Fraction	1.65 % at STC
Inverter: SG350HX-20A-Preliminary	
Wire section (156 Inv.)	Alu 156 x 3 x 240 mm²
Average wires length	276 m

MV line up to Injection

MV Voltage	30 kV
Average each inverter	
Wires	Alu 3 x 50 mm²
Length	50 m
Loss Fraction	0.01 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage	30 kV

Transformer from Datasheets		**Operating losses at STC**	
Nominal power	4000 kVA	Nominal power at STC	51027 kVA
Iron loss	0.04 kVA	Iron loss (24/24 Connexion)	0.04 kW/Inv.
Loss Fraction	0.00 % of PNom	Loss Fraction	0.00 % at STC
Copper loss	32.96 kVA	Coils equivalent resistance	3 x 1.32 mΩ/Inv.
Loss Fraction	0.82 % of PNom	Loss Fraction	0.53 % at STC

Figura 42 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 5

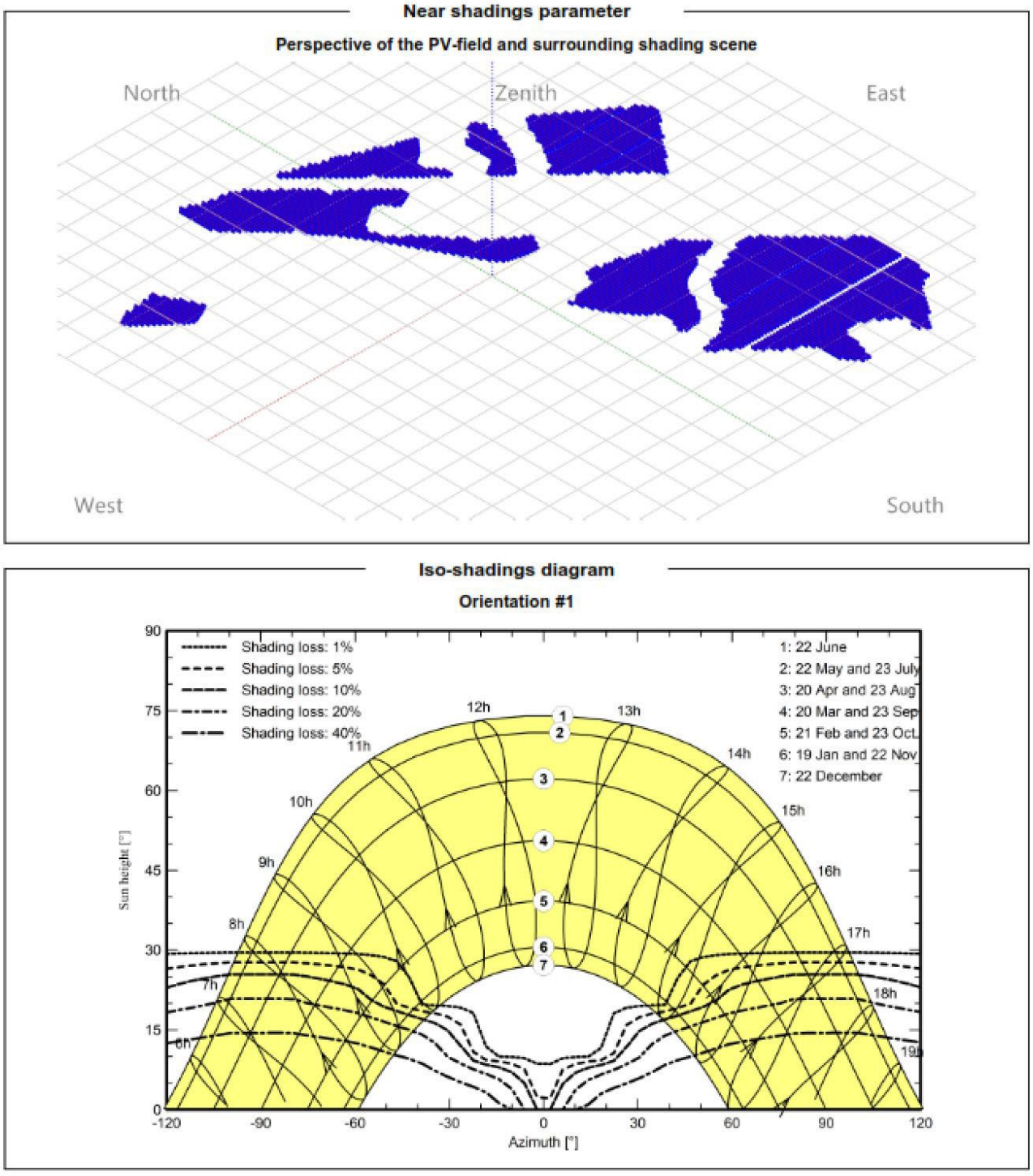


Figura 43 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 6

PVsyst V7.2.16
VC0, Simulation date:
27/12/23 15:43
with v7.2.16

Project: Villasor 1 27_12

Variant: Nuova variante di simulazione

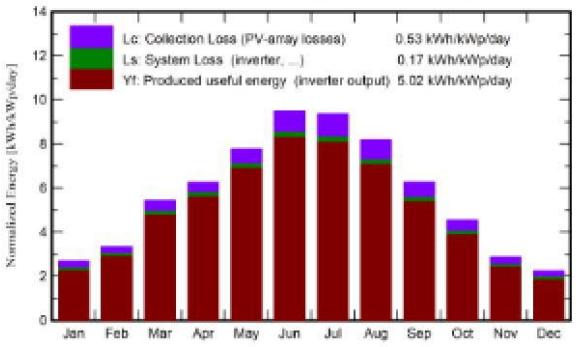
Aedes Group Engineering (Italy)

Main results

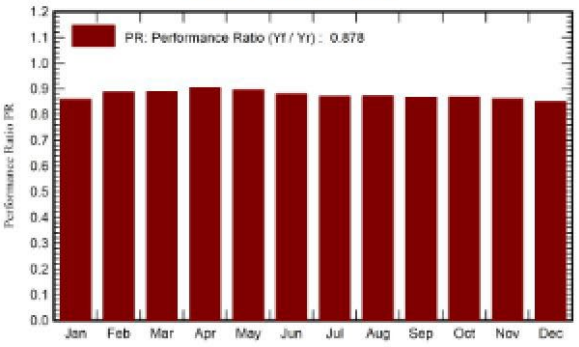
System Production

Produced Energy	99 GWh/year	Specific production	1833 kWh/kWp/year
		Performance Ratio PR	87.82 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
January	64.5	31.28	9.13	83.3	73.9	4.06	3.86	0.859
February	73.8	36.47	9.35	93.4	85.3	4.68	4.48	0.888
March	131.2	52.18	12.17	168.8	155.3	8.38	8.10	0.889
April	152.5	73.58	14.89	187.9	176.2	9.47	9.17	0.904
May	193.4	86.01	19.25	240.6	226.0	11.97	11.63	0.895
June	222.1	78.38	24.13	284.8	268.3	13.92	13.54	0.881
July	226.9	76.49	27.60	290.1	272.8	14.03	13.64	0.871
August	198.0	72.64	27.43	253.5	237.6	12.27	11.92	0.871
September	144.1	53.29	22.78	188.4	174.1	9.12	8.82	0.867
October	109.2	46.93	19.49	141.1	128.5	6.86	6.62	0.869
November	67.1	32.36	14.11	86.0	77.4	4.20	4.00	0.861
December	55.2	28.17	10.53	69.5	61.6	3.38	3.19	0.850
Year	1638.1	667.77	17.62	2087.4	1937.0	102.34	98.98	0.878

Legends

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

Figura 44 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 7

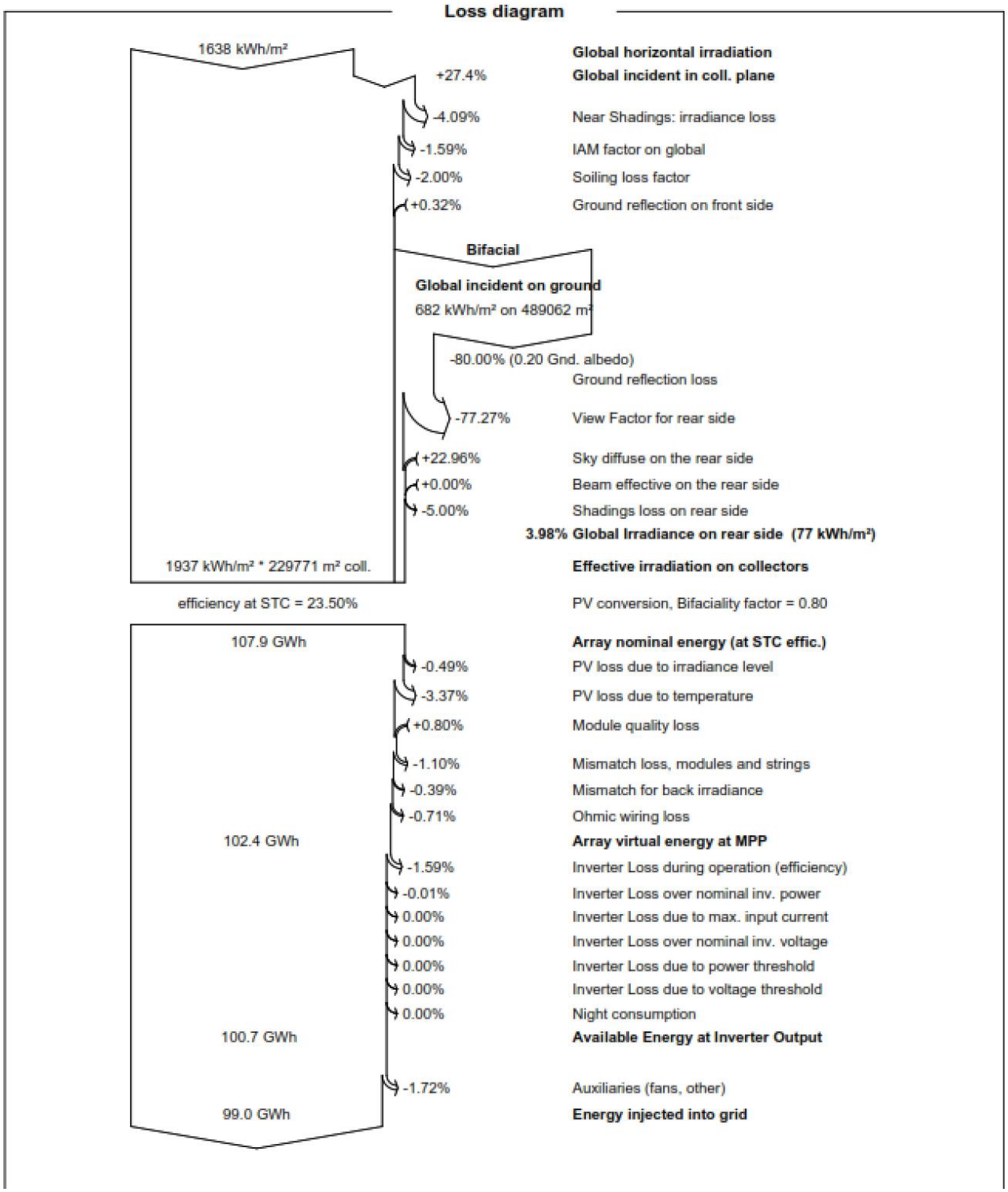
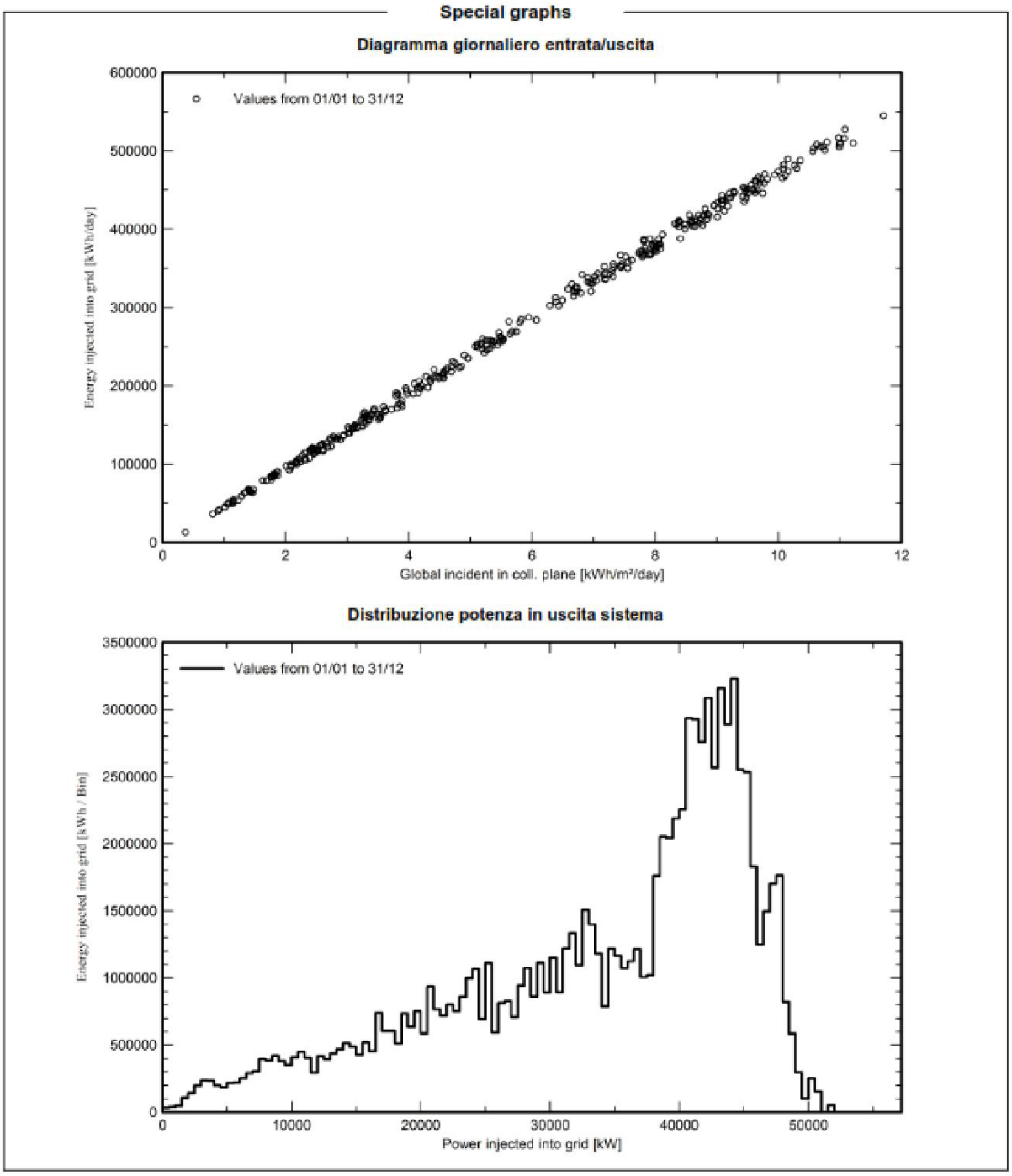


Figura 45 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 8



20%

Figura 46 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 9

2.8 Politiche gestionali

2.8.1 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.

I lavoratori agricoli dovranno rispettare le medesime prescrizioni e ricevere adeguata formazione ai sensi del D.lgs. 81/2008 e della CEI 11-27, oltre che CEI-PAS 82-93, CEI 64-8. Ogni lavoratore dovrà ricevere la qualifica di "Persona Idonea" (PEI) dal datore di lavoro, e sapere che:

1- l'impianto fotovoltaico durante il giorno non può essere messo fuori tensione,
2- le tensioni nominali in corrente continua possono andare da 400 a 1.000 volt,
3- possono essere registrate conseguenze a carico dell'apparato cardiocircolatorio per effetto dell'induzione elettromagnetica in caso di malfunzionamento dei sistemi di messa a terra e occorre tenere opportune distanze da tutti gli elementi in tensione (cassette, cabine),
4- sussiste il rischio di propagazione di incendio sia dalla coltura verso le parti dell'impianto in tensione, sia viceversa,
5- bisogna evitare la presenza nel campo in caso di lavori elettrici in corso,
6- per ogni lavorazione che preveda scavi in profondità superiore a cm 40 si deve verificare il percorso degli elettrodotti in BT,
7- il percorso di grandi macchine agricole deve essere pianificato nel Manuale di impianto e gestito con cartellonistica e sensoristica di allarme, per non interferire con linee elettriche a profondità tale da poter subire danni,

2.9 Alternative

2.9.1 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 diversi 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;
5- Ricerca di terreni idonei, esenti da vincoli e connettibili 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'inviluppo 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.

2.9.2 Alternative di taglia e potenza

Individuato il sito di Villasor 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, per la grande dimensione del sito, è stata avviata una concertazione tecnico-imprenditoriale con la proprietà di Oxy Capital che aveva sviluppato per suo conto il progetto "*Turbolivo*" (uliveti superintensivi per produrre olio di filiera tracciata italiana).
Inoltre, si è deciso di prevedere una fascia di mitigazione, successivamente meglio precisata nelle fasi di progettazione seguenti, di 15 metri medi (da 10 a 30), 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.

2.9.3 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 e 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 1.310.
Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta dall'impianto:

Energia = 53.990 * 1.300 = 70.187.000kWh/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 1.886.

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

Energia = 53.990 * 1.816 98.057,898 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.

2.9.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni

Individuato il sito, ed avuta conferma della connessione da Terna per entrambe le 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'istallazione 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- Questa fase ha visto una riduzione di potenza circa del 5%, rispetto a quella inizialmente programmata, per fare spazio ad alcune fasce di rispetto dalle aree boscate, ed escludere alcune aree.

2.9.5 Alternative di modalità agrivoltaiche

Restano da considerare un'ampia e complessa serie di alternative che hanno a che fare con la scelta della tipologia di impianto agrivoltaico, di tipo di coltivazione, di intensità dell'uno e dell'altro.
Si tratta spesso di scelte "a pacchetto", nel senso che alcune modalità installative comportano vincoli che la coltura deve considerare e viceversa.

2.9.5.1 Scelta del "tipo" di agrivoltaico, criteri C

Le Linee Guida individuano tre "tipi" di coltivazione agrivoltaica:

- Tipo 1- coltivazione tra le file e sotto di essa[4]
- Tipo 2 – coltivazione solo tra le file[5]

[4] - *"**L'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole** (o zootecniche) **anche sotto ai moduli fotovoltaici**. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una **integrazione massima** tra l'impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono".*

[5] - *"L'altezza dei moduli da terra **non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici**. Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l'impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono **alcuna** funzione sinergica alla coltura)"*

- Tipo 3 – moduli verticali[6]

Per metterli a confronto è necessario costruire una serie di assunzioni:

- Il "tipo 1" prevede strutture "alzate da terra" quanto basta da consentire la coltivazione e comunque almeno quanto necessario per avere un'altezza da terra di 2,1 mt, calcolata come altezza media (cfr. Quadro Programmatico, 0.2.5.4, requisito "C").
- Il "tipo 2" può prevedere altezze standard,
- Il "tipo 3" ha altezza da definire, ma immaginando un singolo pannello stimabili in 2,8 metri.

Per quanto attiene alla necessità di fondazioni cementizie, siano essi plinti o pali:

- Il "tipo 1", se supera i tre metri di altezza al mozzo, prevede fondazioni in quasi tutti i terreni,
- Il "tipo 2" prevede solo pali infissi di acciaio,
- Il "tipo 3" se con singolo pannello può prevedere pali infissi.

Per quanto attiene il costo stimato delle sole strutture (gli altri elementi sono abbastanza simili):

- Il "tipo 1", in alcune installazioni particolarmente alte, può essere stimato anche tra 300 e 500 €/kWp.
- Il "tipo 2" può essere stimato a 150 €/kWp.
- Il "tipo 3" può essere stimato a 100 €/kWp.

Per quanto attiene l'intensità di potenza installata per ha:

- Il "tipo 1" può essere stimato in 850 kWp/ha (produzione / ettari impegnati).
- Il "tipo 2" può essere stimato in 850 kWp/ha (produzione / ettari impegnati).
- Il "tipo 3" può essere stimato nella metà in 425 kWp/ha (produzione / ettari impegnati).

Per quanto attiene l'efficienza di generazione elettrica in kWh/kWp:

- Il "tipo 1" può essere stimato in 1.720 kWh/kWp.

[6] - *"i moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale (figura 11). L'altezza minima dei moduli da terra non incide significativamente sulle possibilità di coltivazione (se non per l'ombreggiamento in determinate ore del giorno), ma può influenzare il grado di connessione dell'area, e cioè il possibile passaggio degli animali, con implicazioni sull'uso dell'area per attività legate alla zootecnia. Per contro, l'integrazione tra l'impianto agrivoltaico e la coltura si può esplicare nella protezione della coltura compiuta dai moduli fotovoltaici che operano come barriere frangivento"*

- Il “tipo 2” può essere stimato in 1.670 kWh/kWp.
- Il “tipo 3” può essere stimato in 1.000 kWh/kWp.

Per quanto attiene le emissioni di CO2 eq in termini di LCA (cfr. 2.17.5):

- Il “tipo 1” può essere stimato in 28.812 gCO_{2eq}/kW
- Il “tipo 2” può essere stimato in 20.257 gCO_{2eq}/kW.
- Il “tipo 3” può essere stimato in 15.986 gCO_{2eq}/kW.

Per quanto attiene l’utilizzo energetico in MJ in termini di LCA (cfr. 2.17.5):

- Il “tipo 1” può essere stimato in 3.165 MJ/kW
- Il “tipo 2” può essere stimato in 2.221 MJ/kW.
- Il “tipo 3” può essere stimato in 1.737 MJ/kW.

Per quanto attiene l’utilizzo di risorse minerarie in termini di LCA (cfr. 2.17.5):

- Il “tipo 1” può essere stimato in 1.209.000 gSb_{eq}/kW
- Il “tipo 2” può essere stimato in 476.000 gSb_{eq}/kW.
- Il “tipo 3” può essere stimato in 620.000 gSb_{eq}/kW.

In termini riassuntivi:

altezza			presenza fondazioni	costo stimato strutture €/kWp	intensità potenza	efficienza di generazione elettrica kWh/kW	impatto LCA					
							climate change gCO2 eq		uso risorse MJ		uso di risorse minerali g Sb eq	
minima	all'imposta	massima			kWp/ha		kWh	kW	kWh	kW	kWh	kW
2,1	4,30	6,50	si	300,00	856,31	1.720	16,75	28.812	1,84	3.165	703	1.209.992
0,6	2,80	5,00	no	150,00	856,31	1.670	12,13	20.257	1,33	2.221	285	476.523
0,3	nd	2,80	no	100,00	428,16	1.253	14,71	18.424	1,60	2.004	572	716.165

Figura 47 - Tabella di confronto modelli criterio C

Attribuendo dei pesi ordinali ai precedenti dati nella scala (di impatto, e dunque negativa):

punteggi (impatti)	
molto alto	4
alto	3
medio	2
basso	1
nullo	0

E' possibile produrre la seguente matrice di confronto:

Matrice confronto				
		tipo 1	tipo 2	tipo 3
impatto paesaggistico		4	3	2
uso del suolo	perdita agricola	1	2	2
	intensità energetica	1	1	4
antropizzazione suolo		4	1	1
impegno risorse	economiche	4	2	2
	energetiche	3	2	1
	minerali	4	1	2
emissioni	CO2 eq	3	2	1
Totale		**24**	**14**	**15**

Figura 48 - Confronto alternative, criterio C

Da questa matrice si ricava che la soluzione proposta è meno impattante, in senso complessivo, rispetto a quella "alta" di "tipo 1", e d è abbastanza vicina quella di "tipo 3".

Il parametro che la fa preferire rispetto a quella "tipo 3" è l'impiego di suolo. In quanto l'intensità di produzione per unità di suolo impegnato dall'impianto ha evidenti conseguenze a scala italiana, risultando nel suo complesso in una evidente minore presenza del fotovoltaico.

I target, come visto, sono relazionati in termini rapporto tra la produzione da rinnovabili ed in consumi. Ne consegue che una bassa efficienza elettrica, oltre a provocare impatti globali, induce anche una maggiore estensione di suolo per raggiungerli.

Tutto ciò prescindendo dalla eleggibilità agli incentivi che si reputa essere possibile anche per l'impianto in oggetto.

2.9.5.2 Scelta della cultivar

Di seguito si riporta scheda della varietà 'Oliana' individuata per la realizzazione del progetto. Una alternativa potrebbe essere costituita dalla varietà Italiana "Olidia", dalle caratteristiche simili.

La cultivar

"Oliana", ha le seguenti caratteristiche: è una varietà caratterizzata dal basso vigore e da un habitus di crescita molto adeguato a una meccanizzazione integrale dell'oliveto. Si differenzia per la sua precoce entrata in produzione e la sua elevata e costante produttività. Olio fruttato medio, leggermente amaro e piccante, molto adatto per il mercato della grande distribuzione.
Caratteristiche:

- Precoce entrata in produzione.
- 2º foglia> 1kg di olive/albero
- 3º foglia> 5kg di olive/albero
- Portamento compatto. Facile conduzione in asse. Riduzione dei costi di potatura.
- Basso vigore. 20-40 % inferiore a Arbequina, riduzione dei sesti di impianto.
- Dimensione del frutto similare ad Arbequina. Peso 1.3 – 1.9 gr.
- Epoca di maturazione media. Compresa fra Arbequina e Arbosana
- Buon Rendimento in grasso. 14 - 21% di olio - 40 al 47% di olio sms con IM: 1.5 – 2.8
- Produttività molto alta. Senza alternanza.
- Mediamente Tollerante all'occhio di pavone (Spilocaea oleagina)

"Olidia" ha le seguenti caratteristiche: è stata sviluppata dall'Università di Bari, in un accordo tra UniBa, coordinato dal prof. Camposeo e la società Agromillora Research, esperta ed attiva nel settore degli oliveti superintensivi. Il primo brevetto è stato relativo alla varietà 'Lecciana' (innesto di Leccino e Arbosana). La seconda è stata 'Olidia Coriana' e 'Elviana'[7].

I vantaggi di questa linea di varietà è la resistenza al freddo più elevata ed un vigore medio, inoltre la raccolta è leggermente anticipata.

[7] - https://www.uniba.it/it/ateneo/rettorato/ufficio-stampa/comunicati-stampa/anno-2023/selezionata-nuova-varieta-per-olio-nutraceutico-made-in-italy

2.10 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 (163) e relativi parametri analitici.

2.10.1 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,

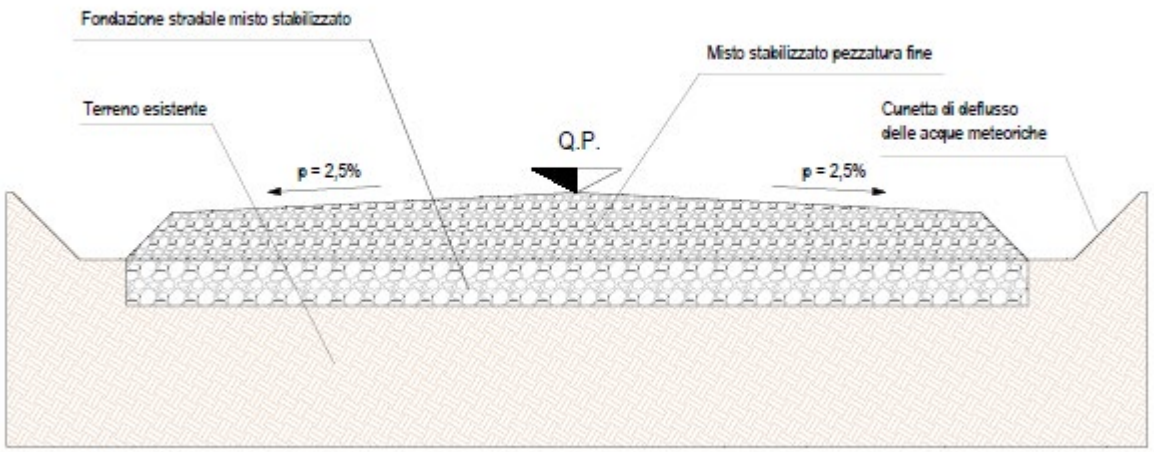


Figura 49- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato

Le strade in misto stabilizzato sviluppano ca. 10.008 metri di sviluppo e quindi una produzione di terra di scavo di ca 10.473 m³. La quantità di terra rimossa e movimentata può essere stimata nell'80 % della cifra sopra indicata, e quindi pari a 8.378 m³.
Gli elettrodotti in BT e MT interni hanno uno sviluppo di ca 12.654 metri lineari per un volume di scavo di 9.620 m3 e seguiranno i seguenti profili tipici. Di questi materiali di scavo, tuttavia, circa l'80% sarà

direttamente riutilizzato in situ per ricolmare le fosse di scavo.

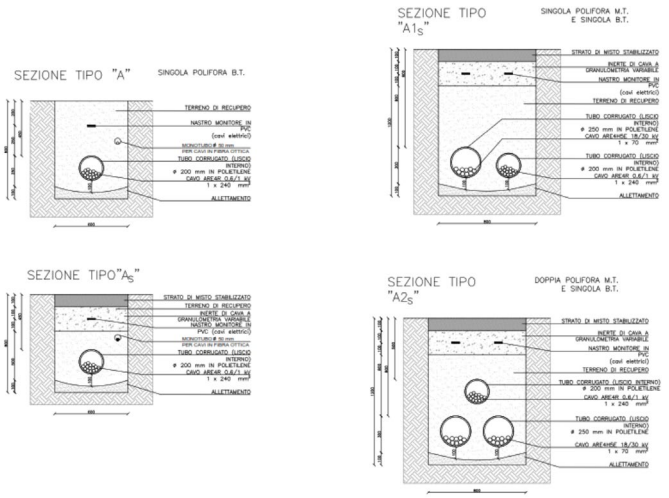


Figura 50 - Sezione tipo di elettrodotti

Il cavidotto MT esterno si sviluppa per circa 4.200 m con un volume di scavo di circa 3.150 m³. Di questo, circa il 75% sarà direttamente riutilizzato in situ per ricolmare la fossa di scavo.

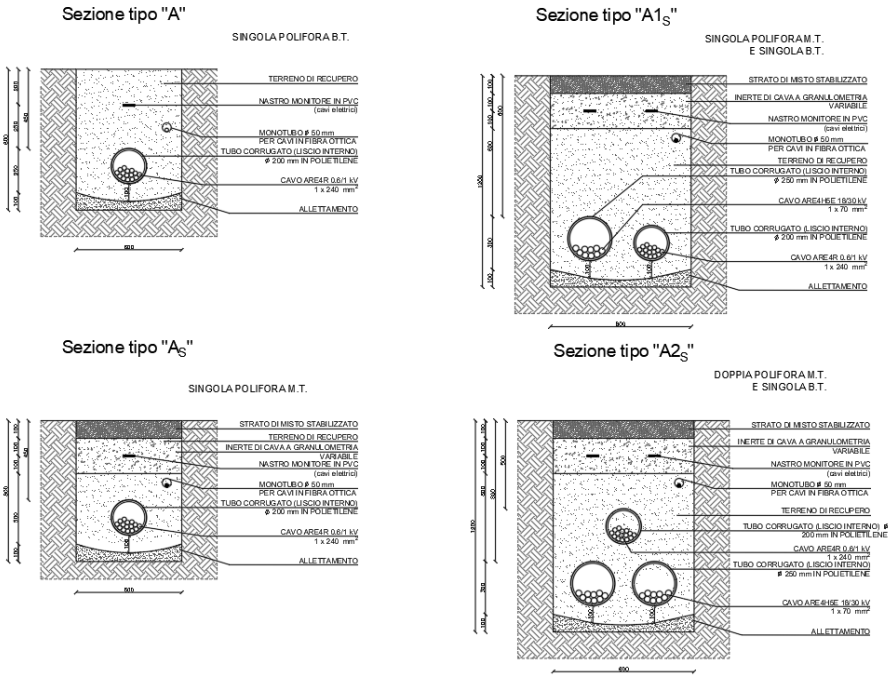


Figura 51 - Cavidotto

Figura 52 - Cabina tipo

Cabine.

L'impianto è dotato di n. 20 cabine di trasformazione BT/MT e 2 cabine di raccolta principali.

Ogni cabina MT/BT è dotata di una vasca di fondazione di 14,0 x 4,0 x 0,4 m e necessita di un volume di scavo di ca 28,0 m³. Le cabine di raccolta sono dotate rispettivamente di una vasca di fondazione da 22 x 4,0 x 0,4 m e 14 x 4,0 x 0,4 e necessita di un volume di scavo di ca 44 m³ per la prima e ca 28 m³ per la seconda. Ne deriva una quantità di terre di scavo da ca. 632 m³.

I pali di illuminazione sono circa 207, i relativi plinti possono comportare la rimozione di circa 1 m^3. Quindi 101 m^3.

In definitiva il terreno da movimentare è stimabile in:

Tabella 1 Quantità terra da movimentare

	Quantità totale (m³)	Quantità riusata (%)	Quantità residua (m³)
Strade interne	10.473	20%	8.378
Cavidotti BT / MT	9.620	80%	1.924
Cavidotto MT esterno	3.150	75%	788
Cabine	632	20%	506
Pali illuminazione	101	0%	101
Totale	**23.976**	**51%**	**11.696**

2.10.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti

La fascia di mitigazione e compensazione dell'impianto occupa una superficie di 259.871 m².
Su tali aree saranno ripartiti i 11.696 m³ residuanti dalle attività di scavo, in definitiva per uno spessore medio di 4,5 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 (145 punti di prelievo previsti) si rimanda al Piano di Utilizzo che sarà redatto prima dell'avvio di cantiere e dopo le caratterizzazioni.
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 presente Piano.

2.11 Altri materiali e risorse naturali impiegate

2.11.1 Stima materiali da utilizzare

La realizzazione della recinzione comporterà l'impiego di circa 9.484 m di rete metallica (h. 2,5 mt) con relativi pali di legno.

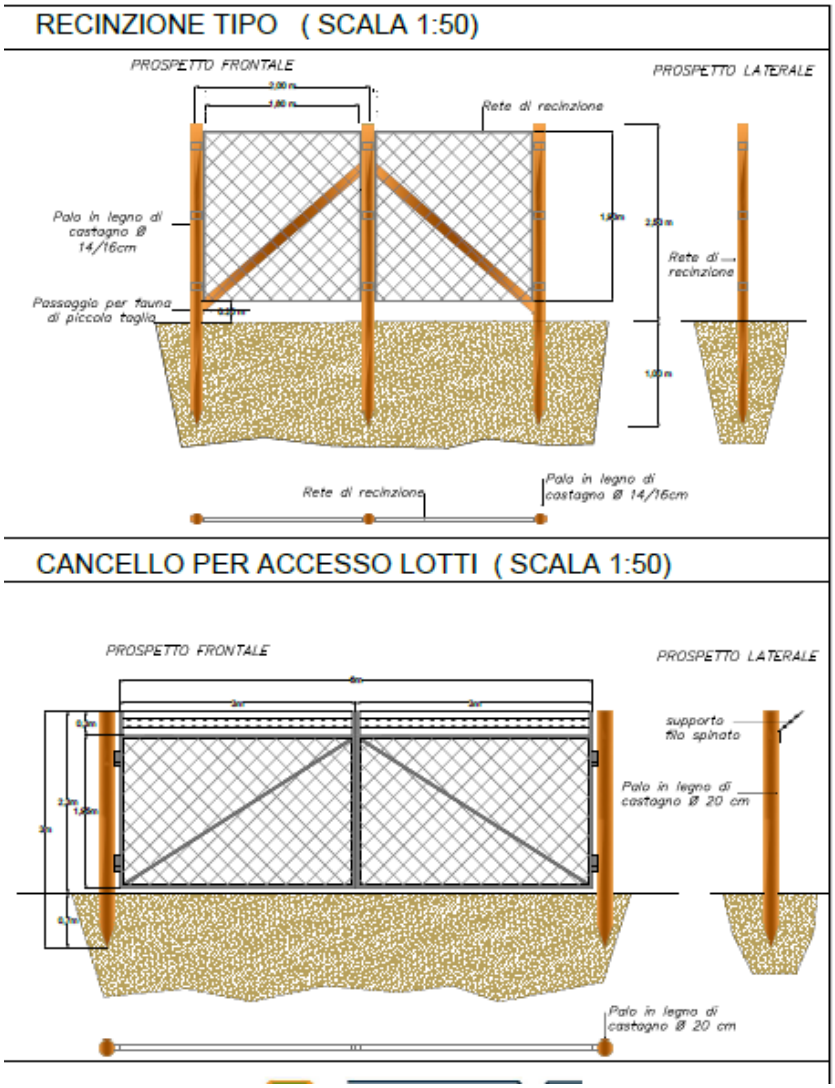


Figura 53 - Recinzione, particolare

Il sistema di illuminazione e videosorveglianza perimetrale comporta piccoli scavi per i plinti di fondazione dei pali e per i pozzetti di ispezione. Conteggiando n. 207 pali e altrettanti pozzetti, avremo uno scavo di ca 101 m³

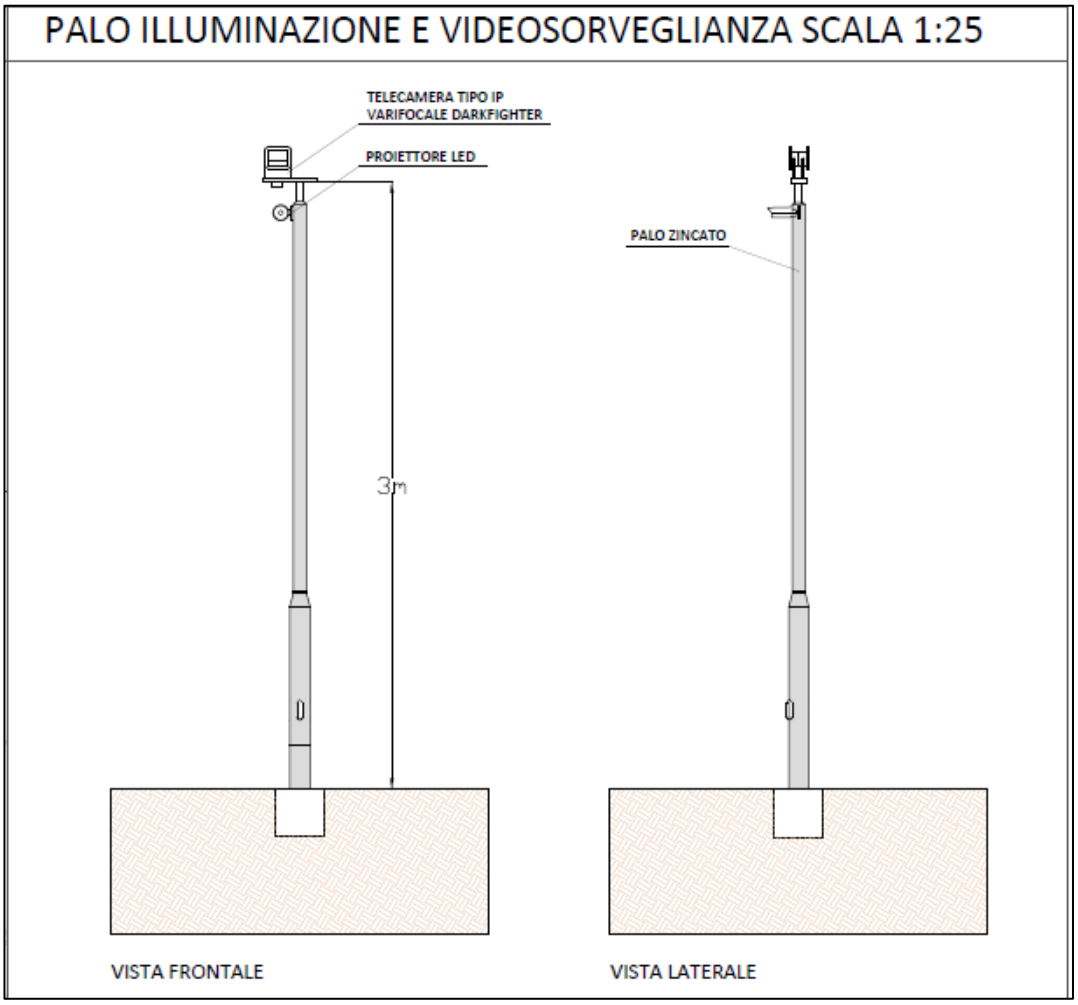


Figura 54- Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza

I proiettori saranno del tipo ad alta efficienza luminosa, tecnologia LED a ridotto consumo energetico. I vantaggi della tecnologia a LED sono molteplici, tra i quali:

- *lunga durata ed elevata affidabilità*: i LED garantiscono un ciclo di vita di 60.000/100.000 ore di funzionamento;
- *sicurezza*, funzionamento anche a bassa tensione;
- *economicità* dovuta all'elevatissima efficienza e alle elevate ore di funzionamento ed assenza pressoché totale di manutenzione;
- *atossicità*, i LED sono costruiti con materiali atossici nel più completo rispetto per l'ambiente. I materiali di cui sono costituiti sono riciclabili;

L'orientamento dei proiettori sarà totalmente orizzontale in maniera tale da non disperdere il flusso luminoso verso l'alto. Inoltre, sarà installata una sorgente luminosa con efficienza elevata (maggiore 90 lm/W) e con funzionalità integrata di settaggio del flusso luminoso. I valori di emissione saranno

inferiori a 15 cd/klm a 90° se con ottiche simmetriche, 5 cd/klm a 90° se con ottiche asimmetriche e comunque 0 cd/klm a 100° e oltre per entrambi i tipi.

Di seguito si riporta la scheda tecnica tipo del proiettore LED e relativo solido fotometrico di riferimento (Fig.3). La forma della curva fotometrica è importante per capire in modo intuitivo il comportamento dell'apparecchio che stiamo analizzando. Risulta importante che la curva fotometrica invii la luce solo nelle direzioni interessate e con le giuste intensità luminose. Il "Solido Fotometrico" rappresenta graficamente come una sorgente luminosa emette luce nello spazio. Vale a dire in quali direzioni e con quale intensità. A qualsiasi oggetto che emette luce può essere associata una curva fotometrica, sia esso una semplice lampadina, che un apparecchio illuminante o uno schermo che riflette luce. Per costruire un solido fotometrico è necessario misurare l'intensità luminosa, cioè "vedere" con quale intensità la sorgente emette luce in una determinata direzione. In pratica è come se si girasse attorno alla sorgente e a diverse angolazioni, si misurasse l'intensità della luce emessa.

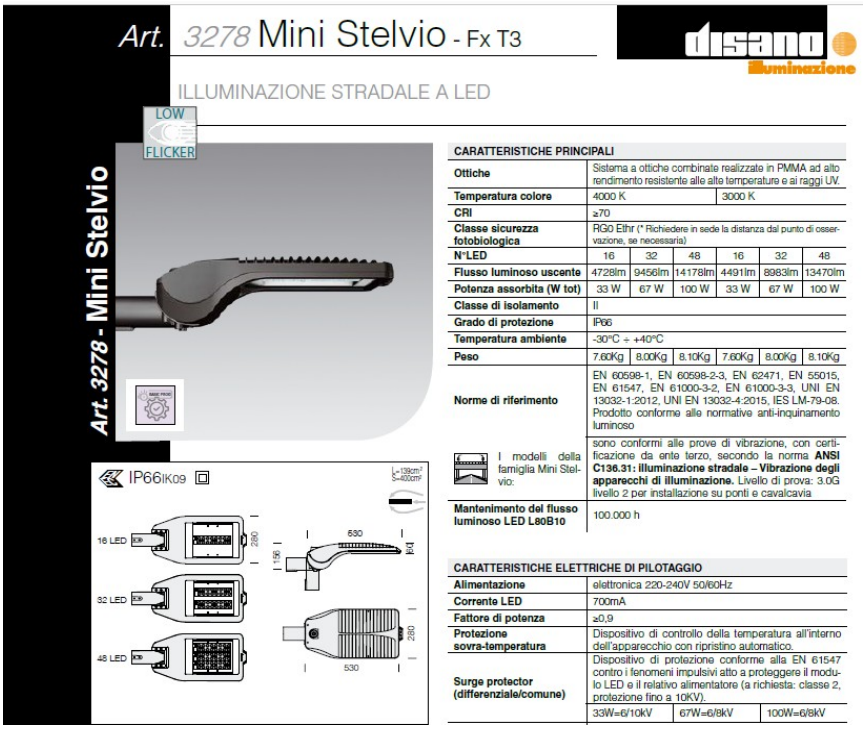
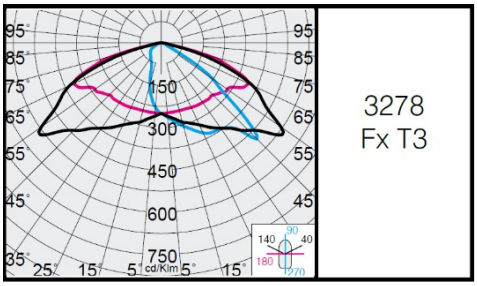


Figura 55 - Scheda tecnica proiettore LED tipo



FUNZIONI DISPONIBILI BASIC PROG (CLD BASIC)

Settaggio del **flusso luminoso**	Avviene tramite programmazione della corrente di pilotaggio da richiedere in sede in fase d'ordine/progetto

OPZIONI DI GESTIONE DEL PUNTO LUCE A RICHIESTA

possibilità di scegliere diversi sistemi di gestione del punto luce a seconda dell'esigenze dell'impianto da realizzare:

Regolazione 1-10V ordinare con **sottocodice -12**	Possibilità di regolazione 10%-100% con sistema 1-10V
Mezzanotte virtuale ordinare con **sottocodice -30**	Sistema Stand alone con riduzione automatica del flusso su **4 step** di luminosità. Per ottimizzare il risparmio energetico durante le ore notturne di minore presenza di persone e veicoli, l'apparecchio può essere programmato secondo un determinato profilo (personalizzabile a richiesta). La riduzione del flusso avviene attraverso un processo di auto-apprendimento dell'apparecchio che in funzione alle accensioni e spegnimenti pregressi, determina l'ipotetica "mezzanotte virtuale", media tra l'istante di accensione (tramonto) e quello di spegnimento (alba). Il dispositivo è integrato nel LED driver e di conseguenza non richiede alcuna modifica sull'impianto. *Affinché il sistema funzioni correttamente è necessario che l'impianto venga regolato da un dispositivo che accenda e spenga l'impianto regolarmente ogni giorno.* ***ATTENZIONE:** su richiesta è possibile modificare i settaggi e le fasce orarie delle impostazioni di fabbrica della mezzanotte virtuale fino ad un max di 8 step.*

Impostazioni di fabbrica

Orario	Flusso
accensione ÷ 22:00	100%
22:00 ÷ 23:30	75%
23:30 ÷ 02:30	50%
02:30 ÷ 04:00	75%
04:00 ÷ spegnimento	100%

Telegestione ad onde convogliate ordinare con **sottocodice -0078**	Sistema di controllo gestione e diagnosi punto punto dell'intero impianto

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 40.000 mq (circa il 3,5% della superficie).

			Stima materiali (ton)										
	Quantità	U.m.	legno	pietrisco	alluminio	rame	fibra	ferro	elettronica	vetro	silicio	plastiche	CLS
Recinzione	13.614	m	272										
Misto granulare	14.857	m3		22.286									
Cavo MT alluminio (est)	248.400	m			4148							17,4	
Cavo MT alluminio (int)	69.140	m			602							4,8	
Cavo BT alluminio	89721,198	m			395							6,3	
Cavo solare	408228,322	m				31						28,6	
Corda rame	12.387	m				6,2						0,9	
Cavi in fibra ottica/Dati	46.279	m					2,3					3,2	
Struttura Tracker	1.020	cad.						1.183				0,0714	
Inverter	155	cad.						2	3				
Moduli	75.552	cad.			151	106				1.133	76	212	
Acciaio in barre	57.280	kg						57					
Cabine (+ vol tecnici+ raccolta)	25	cad.							37,5				550
Totale			272	22.286	5.296	143	2,3	1.242	41	1.133	76	273	550

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.

2.12 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"[8]. Introdotto per la prima volta alla *Conferenza di Rio* nel 1992, e ripreso dalla PAC Europea[9] viene approvato nel 1999 nell'ambito *dell'Agenda 2000*[10]. 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. **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" trecentesche[11]), dia adeguato spazio ad una produzione agricola non marginale ed a presidi di biodiversità e naturalità.

La superficie complessiva delle aree interessate dal progetto è di circa 115 ettari distribuiti su diverse particelle. In linea generale la realizzazione della sistemazione a verde mira 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 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. L'obiettivo è 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.

---

[8] - Commissione agricoltura dell'OCSE - Organizzazione per lo Sviluppo e la Cooperazione Economica - 2001
[9] - Politica Agricola Comunitaria
[10] - https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l60001
[11] - 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.

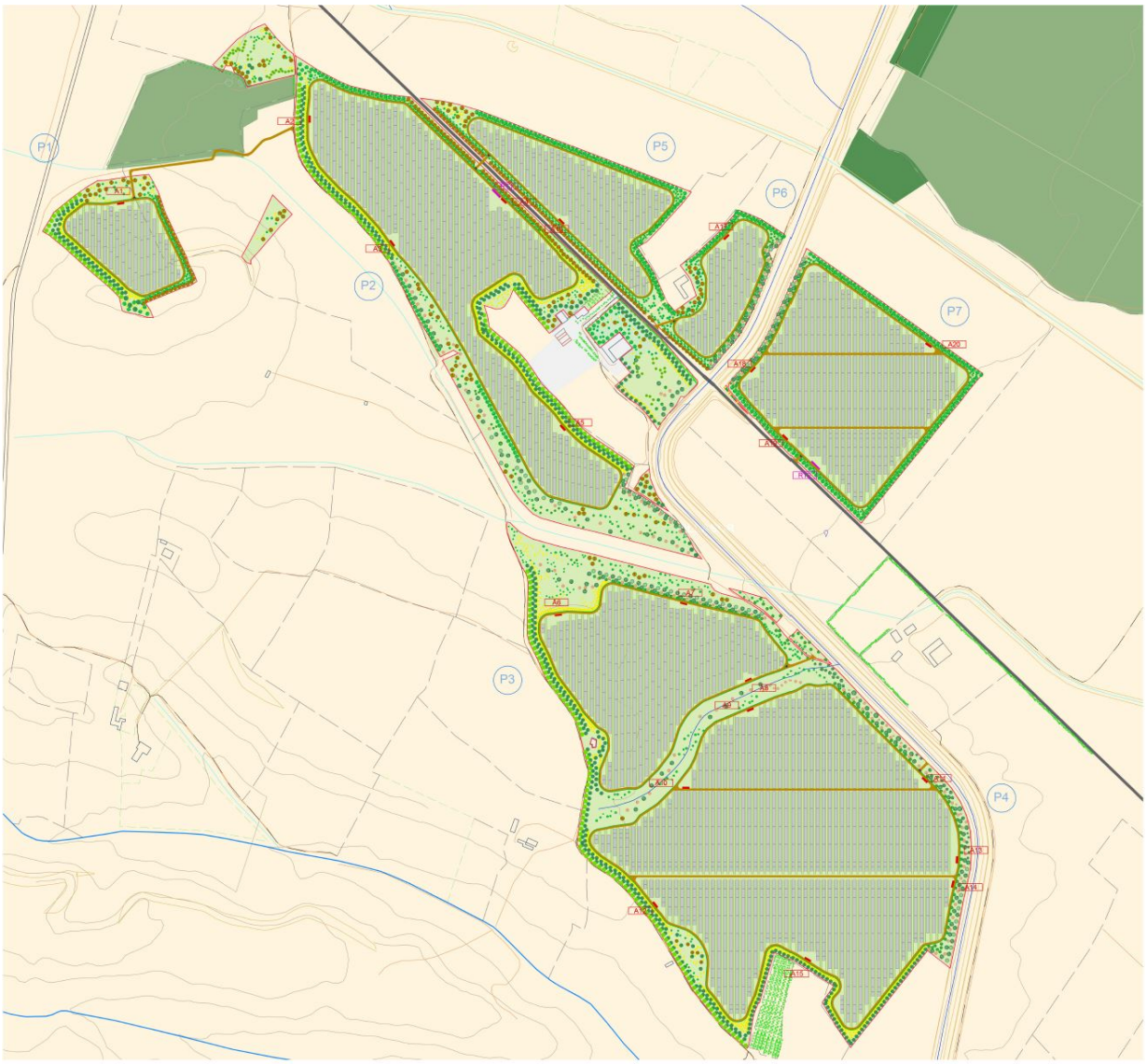


Figura 56 - Inquadramento dell'area sulla cartografia dell'uso del suolo

In linea generale il progetto scaturisce dalla sovrapposizione di diverse griglie d'ordine:

- La griglia fotovoltaica, che per cogenti ragioni di efficienza di produzione (un valore ambientale in sé, come è sempre il caso ricordare), deve avere un andamento coerente con il ciclo solare ed essere composta con elevata regolarità e modularità;
- La griglia agricola, che rappresenta il secondo intervento produttivo antropico, in sé non meno forte sotto il profilo del sistema d'ordine;
- Altre presenze antropiche, come strade, linee elettriche, abitati,
- La struttura dell'intervento di bordo a fini paesaggistici e naturalistici.

Lo scopo che si può perseguire in un grande impianto areale con bordi naturalizzati è di riammagliare 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, sulla superficie di intervento è stato necessario svolgere uno studio molto approfondito di ecologia del paesaggio.

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 un qualificato impianto ulivicolo superintensivo, realizzato con proprie risorse economiche e condotto da uno dei principali produttori di olio di oliva extravergine italiano. Impianto che prevede l'installazione di oltre 76.927 alberi e la produzione finale di 50.697 litri di olio di oliva, previa raccolta di 3.847 q.[li] di olive da inviare a molitura presso gli impianti provinciali.
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.

2.13 Mitigazioni previste

2.13.1 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 venti metri lungo la viabilità principale e quella interpoderale.

I fattori considerati e le misure prese sono rivolti:

- **alla mitigazione**: al fine di inserire armonicamente, nella misura del possibile, l'opera con i segni preesistenti. Pur con la necessaria modifica dei luoghi, inevitabile con l'inserimento di impianti areali vasti, che sono indispensabili per consentire la transizione energetica del paese, la vegetazione di progetto andrà a definire i contorni dei campi al fine di ridurne la visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viarie limitrofe.
- **alla riqualificazione paesaggistica**: per evidenziare le linee caratterizzanti il paesaggio assecondando le trame catastali e l'assetto viario;
- **alla salvaguarda delle attività rurali**: realizzando spazi destinati all'agricoltura sia all'interno del campo, con l'inserimento di oliveti super intensivi tra i pannelli e oliveti tradizionali all'esterno dei campi dove il terreno presenta pendenze elevate;
- **alla tutela degli ecosistemi e della biodiversità**: l'inserimento di ampie fasce di mitigazione migliora la qualità dei luoghi incrementando la variabilità vegetazionale e con essa la salvaguardia delle *keystone species* (quelle specie che hanno la capacità "ingegneristica" e costruttiva, sono capaci di modificare in modo significativo l'habitat rendendolo ospitale per molte altre specie). L'intervento persegue l'obiettivo di aumentare la biodiversità attraverso la realizzazione di complessità strutturale ed ecologica capace di autosostenersi nel tempo e continuare a vivere anche oltre la durata dell'impianto fotovoltaico.
- **protezione del suolo**: le piante proteggono da erosione e smottamenti. Con le loro radici stabilizzano il suolo, mentre con le parti aeree lo proteggono dall'azione battente delle precipitazioni e schermano la superficie dal vento. 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".
- **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.

A tal proposito, un recente studio tedesco, *Solarparks – Gewinne für die Biodiversität* pubblicato dall'associazione federale dei mercati energetici innovativi (*Bundesverband Neue Energiewirtschaft*, in inglese *Association of Energy Market Innovators*), sostiene che nel complesso i parchi fotovoltaici sono una "vittoria" per la biodiversità.

Gli autori dello studio hanno raccolto molteplici dati provenienti da 75 installazioni FV in nove stati tedeschi, affermando che questi parchi solari "hanno sostanzialmente un effetto positivo sulla biodiversità", perché consentono non solo di proteggere il clima attraverso la generazione di energia elettrica rinnovabile, ma anche di migliorare la conservazione del territorio. Le installazioni solari a terra formano un ambiente favorevole e sufficientemente "protetto" per la colonizzazione di diverse specie, alcune anche rare che difficilmente riescono a sopravvivere sui terreni troppo sfruttati, o su quelli abbandonati e incolti.

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.

Tale scelta deriva anche dalla seguente considerazione.
Il paesaggio rurale ha subito negli ultimi decenni trasformazioni radicali; la presenza dell'agricoltura moderna, ad alto input energetico, ha portato drasticamente all'annullamento di un vero e proprio paesaggio arboreo ed arbustivo, costituito dagli elementi vegetali più strettamente legati all'ambiente rupestre o comunque più resistenti ad una forma di confino rispetto alle parti più fertili degli appezzamenti terrieri.
L'utilizzo del territorio per fini agricoli ha spesso spinto la lavorazione del terreno quanto più vicino possibile ai canali ripariali, rifugio fondamentale della biodiversità e indispensabili elementi di connessione ecologica. Il progetto cerca di potenziare questi canali, in particolare lungo gli assi Nord-Sud, ricavando nuovi presidi di biodiversità e connessione.

Più in generale, il nostro 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 che andremo a realizzare, costituiscono dal punto di vista ecologico e paesaggistico dei veri e propri corridoi, intesi come "ecosistemi" (o meglio "ecotopi") di forma grossomodo lineare con caratteri e specie propri del luogo e del territorio dove verranno collocate.

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:

- larghezza,
- profondità e conformazione del canale naturale,
- diversità delle specie.

Nessuna area tutelata risulta essere limitrofa o contigua all'area di intervento, ma, nonostante ciò, le aree boschive ed i canali di acqua, possono fungere da vettore per il movimento della fauna.

L'area oggetto d'intervento è lambita, al lato Ovest, da un *fosso* per la regimentazione delle acque pluviali con andamento a S. Considerando una fascia di rispetto larga mediamente 50 m, si ottiene una superficie complessiva di circa 2 ha che non verrà interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici. In detta superficie, al netto di interventi di ingegneria naturalistica lungo i fossi sarà per trenta anni consentita la piena colonizzazione naturalistica.

Continuità ecologica, A	Continuità ecologica, B

Figura 70 - Esempio di Piastre e trattamento di bordo per continuità ecologica (Punti A, B)

Il progetto del verde mira, dunque, soprattutto nell'area di continuità ecologica alla creazione di sistemi agroforestali con microhabitat molto 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).

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.

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.

Nel dettaglio le fasce di vegetazione arborea ed arbustiva poste lungo i corsi d'acqua saranno in grado di agire come "filtri" per la riduzione degli inquinanti che le attraversano, grazie a diversi processi chimici e fisici quali:

- assimilazione, trasformazione e immagazzinamento dei nutrienti presenti nel terreno;
- ritenzione del sedimento e degli inquinanti ad esso adsorbiti;
- azione di sostegno all'attività metabolica dei microrganismi presenti nel suolo;
- rallentamento del deflusso idrico a favore di un maggiore assorbimento di acqua da parte del suolo.

Soprattutto per i canali minori si prevede una rapida colonizzazione della vegetazione acquatica che avrà la funzione di sedimentazione (deposito e accumulo di solidi sospesi e fosforo) e fitodepurazione: l'acqua immagazzinata nel canale filtra lentamente attraverso la fascia tampone

(per via sub-superficiale, e quindi con trattamento anche dell'azoto nitrico) prima di raggiungere la falda o altri corpi idrici.

Verrà considerato dunque, per la messa a dimora, un sistema che dia una visione quanto più naturale possibile con piani vegetazionali integrati l'uno nell'altro. A tale scopo saranno utilizzate: specie arboree quali *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* (frassino mediterraneo) e *Ulmus minor (*olmo); specie arbustive quali *Salix purpurea (*salice rosso) e *Tamarix gallica* (tamerice), che si ritrovano sovente come vegetazione spontanea lungo i corsi d'acqua.

- ***Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa*** (frassino mediterraneo): è una pianta arborea, appartenente alla famiglia delle Oleaceae, che può raggiungere i 20 metri di altezza. È molto presente in Italia. La specie è caratterizzata da una corteccia di colore grigio chiaro, profondamente e finemente fessurata. Le foglie sono decidue. Le infiorescenze sono delle pannocchie. Il frutto è una samara. L'apparato radicale è superficiale di tipo fascicolato, adatto ad ambienti umidi.
- ***Ulmus minor*** (olmo campestre): è un albero appartenente alla famiglia delle Ulmaceae, diffuso in Europa, Africa nord-occidentale e Asia occidentale. È un albero di media grandezza, potendo raggiungere i 15 metri. L'epiteto "minor" deriva dalle foglie che misurano 2-9 cm e sono decisamente più piccole rispetto a *Ulmus glabra.* Le foglie sono caduche. I fiori sono piccoli a petali verdastri, si manifestano nel periodo tra febbraio e marzo. Il frutto è una (mono)samara. È una pianta longeva e vigorosa, che può raggiungere i 600 anni.
- ***Salix purpurea*** (salice rosso): è un albero di ridotte dimensioni che raggiunge un'altezza di 5-6 m appartenente alla famiglia delle Salicaceae. L'epiteto specifico risale al latino purpureus "di color porpora", a sua volta dal greco πορφύρᾱ (porphùrā), riferibile agli amenti e ai rametti di colore rossastro. Vegeta in Europa, Asia occidentale e Nord Africa. Il suo habitat naturale è rappresentato dalle aree di bosco umido e dal greto di fiumi, torrenti e ruscelli. Vegeta a quote comprese tra 0 e 600 metri.
- ***Tamarix gallica*** (tamerice)*:* è arbusto o piccolo albero legnoso appartenente alla famiglia delle Tamaricaceae, raggiunge un'altezza di 5-6 (massimo 9-10) metri, semi-sempreverde; ed è la specie della sua famiglia più diffusa in Italia. È nota anche con i nomi volgari di cipressina, tamarisco, tamerisco e scopa marina. È una specie mediterraneo-atlantica con areale centrato sulle coste del Mediterraneo occidentale, presente in molte regioni d'Italia, dal livello del mare agli 800 m circa. Cresce in greti di torrenti, su sabbie umide subsalse, ed è resistente alle inondazioni di acqua salmastra. Elimina gli eccessi disale dalle foglie, che sono disseminate

di ghiandole escretrici che liberano gocce liquide grazie alle quali la pianta elimina gli eccessi di sale. Presenta il tronco corto ed eretto, ma spesso incurvato, con la corteccia del fusto e dei rami di colore cinerino e con profonde incisioni; la chioma è di forma cespugliosa ed irregolare, di un bel colore verde-grigio glauco, con i rami lunghi sottili e flessibili; le foglie alterne piccolissime e squamiformi ad apice acuto, ovato-lanceolate, i fiori, piccolissimi e numerosi, di colore biancastro o rosato, sono riuniti in spighe terminali, fioriscono nei mesi da maggio a luglio e sono molto frequentati dalle api per il generoso contributo di nettare e polline,

La mitigazione farà uso di alberi e arbusti diversi.

- ***Ceratonia siliqua*** (carrubo): unica specie del genere Ceratonia, è originario delle regioni orientali del bacino del Mediterraneo e dell'Asia Minore, in Italia è diffuso principalmente nelle regioni centro-meridionali. Cresce in macchie e garighe molto aride, soprattutto lungo le coste, dal livello del mare a 500 m circa, ed è una delle specie che caratterizzano la flora mediterranea. Coltivato già dai Romani per i frutti commestibili, viene ancora oggi coltivato in alcune zone dell'Italia meridionale. I frutti sono legumi cuoiosi e appiattiti, lunghi fino a 25 cm, contengono una polpa dolce, si conservano per molto tempo e possono essere consumati comunemente freschi o secchi o, in alternativa, passati leggermente al forno. I baccelli vengono anche utilizzati come foraggio per gli animali. Un tempo furono usati come materiale da fermentazione per la produzione di alcool etilico. I semi, immangiabili, sono particolarmente uniformi come dimensione e peso e costituivano l'unità di misura (il carato, dall'arabo 'khirat', cioè 'seme di carrubo') usata per la valutazione delle gemme.
- ***Quercus ilex*** (leccio) è una specie di quercia sempreverde appartenente alla famiglia delle Fagaceae. Alta fino a 25 m con diametri del tronco che possono superare il metro, ha chioma globosa e molto densa di colore verde cupo. Le foglie sono persistenti e coriacee con un breve picciolo tomentoso, con stipole brune di breve durata; sono verde scuro e lucide nella pagina superiore ma grigio feltrose per una forte pubescenza nella pagina inferiore. La pianta è dotata di una spiccata eterofillia e di conseguenza la lamina fogliare può avere sulla stessa pianta, diverse dimensioni e forme. Le ghiande maturano nell'anno in autunno inoltrato, sono portate in gruppi di 2-5 su peduncoli di 10-15 mm. Il leccio si adatta a tanti tipi di substrato, evitando solo i terreni argillosi, compatti e quelli con ristagno idrico.
- ***Quercus suber*** (sughera): è un albero sempreverde della famiglia delle Fagaceae. Originaria dell'Europa sud-occidentale e dell'Africa nord-occidentale è da tempi remoti naturalizzata e spontanea in tutto il bacino occidentale del mar Mediterraneo, molto longeva e può diventare

plurisecolare. Si tratta di una specie termofila che predilige ambienti caldi e moderatamente siccitosi, rifuggendo la siccità estrema o le frequenti gelate invernali. Vegeta prevalentemente su suoli derivati da rocce silicee acide, diventando sporadica su suoli basaltici e calcarei. In Italia vegeta nella sottozona calda e media del Lauretum spingendosi fino ai 900 metri d'altitudine in alcune zone della Sicilia e della Sardegna sud-occidentale. La sughera ha un portamento arboreo, con altezza che può raggiungere i 20 metri e chioma lassa ed espansa. La vita media è di 250-300 anni, diminuisce negli esemplari sfruttati per il sughero. La caratteristica più evidente di questa specie è il notevole sviluppo in spessore del ritidoma, che non si distacca mai dalla corteccia, formando un rivestimento suberoso detto in termine commerciale sughero.

Gli arbusti, che a maturità saranno alti circa 2-3 metri, formeranno insieme agli alberi e alle specie erbacee spontanee, delle macchie riproducenti nell'insieme la distribuzione random dei sistemi naturali.

- ***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 piò 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.

- ***Myrtus communis*** (mirto) è un arbusto sempreverde, dal profumo aromatico e resinoso, eretto, con chioma densa, fusto lignificato e ramificato sin dalla base, rami opposti, ramuli angolosi. Le

foglie sono coriacee, semplici, a margine intero che emettono una gradevole fragranza. I fiori sono bianchi dal profumo molto intenso, sono solitari o appaiati all'ascella delle foglie e compaiono nel periodo primaverile-estivo. Il mirto è uno dei principali componenti della macchia mediterranea bassa, frequente sui litorali, dune fisse, garighe e macchie. Forma densi cespugli resistenti al vento nelle aree a clima mite. Si adatta molto bene a qualsiasi tipo di terreno anche se predilige un substrato sabbioso, tollera bene la siccità. Vegeta dal livello del mare sino a 500 m s.l.m.

- ***Pistacia lentiscus*** (lentisco) è un arbusto sempreverde della famiglia delle Anacardiacee. a pianta ha un portamento cespuglioso, raramente arboreo, in genere fino a 3-4 metri d'altezza. La chioma è generalmente densa per la fitta ramificazione, glaucescente, di forma globosa. L'intera pianta emana un forte odore resinoso. La corteccia è grigia cinerina, il legno di colore roseo. l lentisco è una specie diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo prevalentemente nelle regioni costiere, in pianura e in bassa collina. In genere non si spinge oltre i 400-600 metri. La zona fitoclimatica di vegetazione è il Lauretum. In Italia è diffuso in Liguria, nella penisola e nelle isole. È una pianta eliofila, termofila e xerofila, resiste bene a condizioni prolungate di aridità, mentre teme le gelate. Non ha particolari esigenze pedologiche. È uno degli arbusti più diffusi e rappresentativi dell'Oleo-ceratonion, spesso in associazione con l'olivastro e il mirto. Più sporadica è la sua presenza nella macchia mediterranea e nella gariga. Grazie alla sua frugalità e ad una discreta resistenza agli incendi è piuttosto frequente anche nei pascoli cespugliati e nelle aree più degradate residue della macchia.

- ***Spartium junceum*** (ginestra) è un arbusto a foglie caduche, originario del bacino mediterraneo. Può raggiungere i 2-3 metri di altezza e presenta un portamento eretto,tondeggiante, con chioma molto ramificata; i fusti sono sottili, legnosi, molto flessibili, di colore verde scuro o marrone; le foglie sono piccole, lanceolate o lineari, di colore verde scuro, molto distanziate le une dalle altre, cadono all'inizio della fioritura. Da maggio a luglio produce numerosissimi fiori di colore giallo oro, delicatamente profumati, sui fusti spogli; ai fiori fanno seguito i frutti: lunghi baccelli pubescenti, che contengono 10-15 semi appiattiti;
- ***Calitocome spinosa*** (ginestra spinosa, sparzio)*:* è una pianta arbustiva della famiglia delle Fabacee, tipica degli ambienti di gariga e macchia mediterranea. Arbusto eliofilo, xerofilo, vive preferibilmente nelle zone litoranee o in aree caratterizzate da clima caldo arido, degradate, spesso precedentemente interessate da incendi. Resiste ai venti salmastri ed alla forte insolazione. Costituisce formazioni vegetali estese, fitte ed impenetrabili sia monospecifiche

che in consociazione con le altre specie xerofile della macchia mediterranea. Il suo limite altitudinale è intorno agli 800 metri.

Lungo il perimetro del campo fotovoltaico, la recinzione sarà permeabile al passaggio di piccoli animali in transito, grazie ad alcuni varchi lasciati nella rete metallica che sarà sollevata da terra in alcuni punti di circa 20 cm.

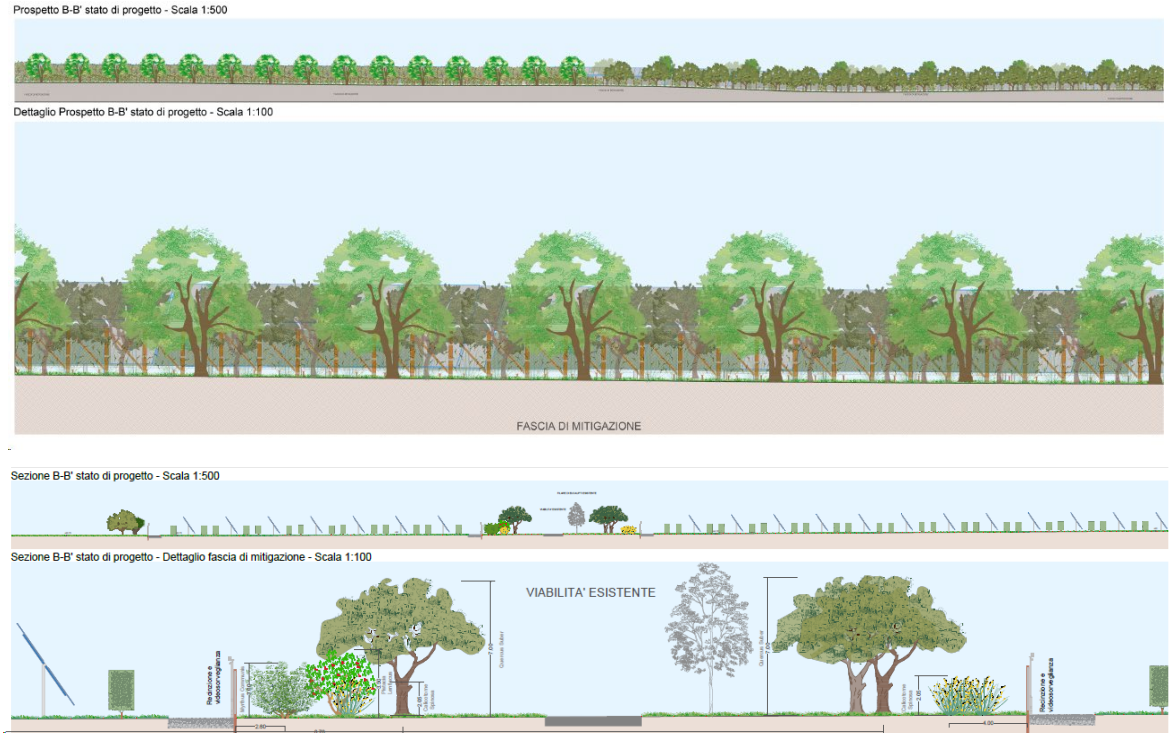


Figura 57 - Esempi di tratti di mitigazione

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.

Fornitura arbusti	n.
Arbutus unedo	276
Calicotome spinosa	1.705
Myrtus communis	207
Ficus carica	61
Pistacia lentiscus	207
Spartium junceum	561
Tamarix gallica	214
Salix purpurea	141
Subtotale arbusti	**3.372**
Fornitura alberi	**n.**
Pyrus pyraster	598
Quercus suber	307
Ceratonia siliqua	339
Quercus ilex	214
Fraxinus oxycarpa	65
Ulmus minor	219
Subtotale alberi	**1.742**
Realizzazione tappeto erboso su tutta l'area di progetto	178.171 mq

Figura 58 - Quantità di alberi e arbusti

2.14 Descrizione degli effetti naturalistici

2.14.1 Generalità

Un recente studio di Rolf Peschel, Tim Peschel, Martine Marchand e Jörg Hauke, dell'associazione tedesca Neue Energiewirtschaft (BNE)12, 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.

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

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;
- 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.

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.

2.14.2 Prati fioriti

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".*

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 tratterranno 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 del 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.
Per un equilibrio ecologico, sugli appezzamenti coltivati sarà garantito un avvicendamento colturale con specie "miglioratrici" in grado di potenziare la fertilità del terreno. A rotazione, i terreni verranno messi a maggese ed in questo caso saranno effettuate esclusivamente le seguenti lavorazioni:

a. Sovescio anche con specie biocide;
b. Colture senza raccolto ma utili per la fauna
c. Lavorazioni di affinamento su terreni lavorati allo scopo di favorire il loro inerbimento spontaneo o artificiale per evitare fenomeni di erosione superficiale.

Figura 59 - Miscuglio fiorito

2.15.3 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 nel 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.

2.15 Progetto agronomico produttivo: uliveto superintensivo

L'impianto, oltre a produrre 98 GWh elettrici all'anno, produce anche circa 3.846 q.li di olive che saranno trasformati in ca 50.695 litri di olio dopo invio a molitura presso impianti provinciali, e poi ceduti annualmente alla società Olio Dante S.p.a., che si occuperà, presso i suoi impianti a Montesarchio (BN), delle attività di conservazione sotto azoto, raffinazione, imbottigliamento e commercializzazione.

Questa duplice funzione del terreno, rispettivamente condotta da due investitori di livello nazionale ed internazionale, professionali, che sostengono interamente la propria parte di investimento, determina una elevatissima produttività sia elettrica come agricola.

La stessa quantità di prodotto sarebbe infatti stata ottenuta impiegando oltre 96 ettari di terreno, con un minore apporto di capitale e tecnologia.

2.15.1 Generalità

Considerate le condizioni pedoclimatiche del luogo e l'orografia del terreno si è pensato di avviare impianto ulivicolo ad alto rendimento e con la collaborazione un operatore specializzato che ha una quota del mercato nazionale del 27%. L'uliveto sarà tenuto a siepe e ad altezza standard di 2,2/2,5 metri in modo da consentire una raccolta meccanizzata.

Figura 60 - Esempio di uliveto superintensivo in fase di raccolta

Figura 61 - Raccoglitrice

Come già visto, **il principale elemento caratterizzante il progetto è dato dall'innovativo modello di interazione tra due investitori professionali e di livello internazionale**:

- il primo, Pacifico S.r.l., che rileva il suolo, realizza l'investimento fotovoltaico e lo gestisce, richiedendo le prescritte autorizzazioni;
- il secondo, di pari livello, Oxy Capital, che realizza l'investimento agricolo, incluso opere accessorie, e garantisce la produzione e la commercializzazione attraverso la società **Olio Dante.** Oxy Capital è un operatore di Private Equity Sud Europeo (presente in Italia ed Iberia) con una filosofia d'investimento volta alla creazione di valore attraverso una crescita sostenibile a medio termine. Oxy Capital nutre una forte esperienza nel settore, avendo investito (ed attualmente gestendo) in Portogallo oltre 2.000 ettari di oliveti superintensivi integrati in una completa filiera produttiva, di cui ca 1.300 ettari per il progetto *Rabadoa.*

La struttura dei rapporti di investimento è esemplificata nella seguente immagine:

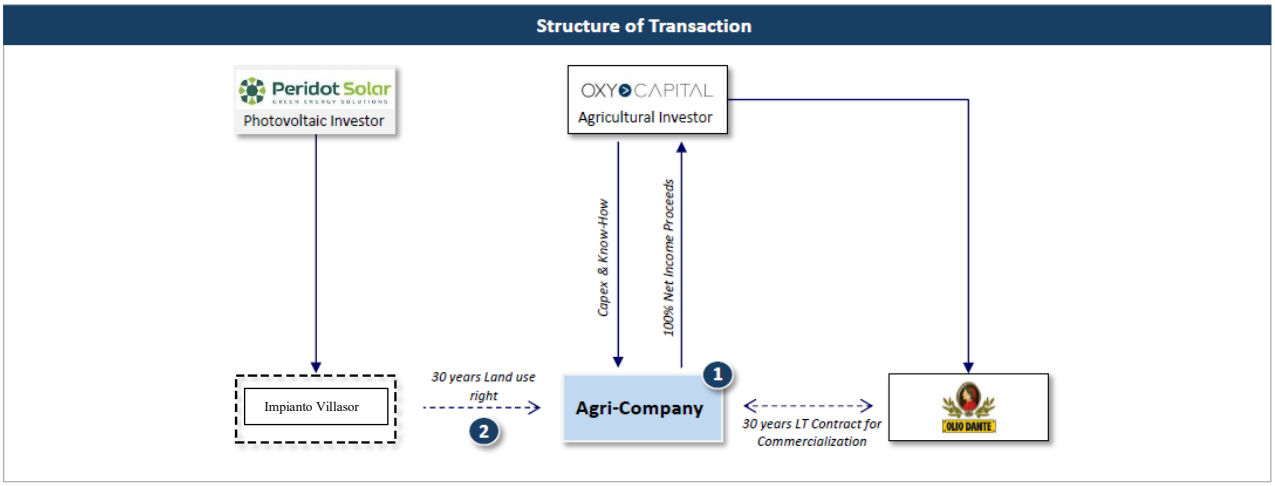


Figura 62 - Schema dei rapporti di investimento

Investitore elettrico e proponente	Acquirente olive e partner industriale	Investitore parte agricola

Entrambe le unità di business sono redditive secondo standard internazionali e reciprocamente autosufficienti.

2.15.2 Origine e diffusione

L'olivo è una pianta originaria del Medio Oriente che si è perfettamente adattata da millenni al nostro clima e condizioni.

Columella, scrittore romano di agricoltura, nel suo «De Rustica» sosteneva che "*Olea prima omnium arborum est*" (I sec. D.c.), cioè, "L'Ulivo è il primo tra tutti gli alberi".

Sacro ad Atena (Minerva nel mondo romano), perché dono della dea agli uomini, ma anche raccolto ai confini del mondo da Ercole nel luogo che diventerà il bosco consacrato a Zeus, addirittura proveniente dal Paradiso Terrestre secondo una leggenda che lo vorrebbe nato sulla tomba di Adamo, seppellito sul monte Tabor, l'ulivo affonda le proprie radici nella storia stessa dell'umanità e il suo

significato si intreccia con i racconti popolari, la mitologia, la poesia e la religione.
È una delle piante arboree da frutto più diffuse al mondo e di origine più antica. Proviene, secondo un'ipotesi accreditata, dall'area geografica compresa tra l'Asia Minore e l'Asia Centrale, dov'era presente più di seimila anni fa.

2.15.3 Olivicoltura italiana tra tradizione e modernità

L'Olivicoltura italiana rappresenta una parte importante e tipica dello scenario agricolo mediterraneo; d'altronde per le particolari condizioni strutturali del nostro territorio, la nostra Olivicoltura è condizionata da una forte frazionamento e da giaciture molto difficili soprattutto nel centro Italia dove istituzioni come la mezzadria hanno fortemente limitato l'impiego e quindi lo sviluppo della meccanizzazione. Pur vantando una tradizione millenaria e rappresentando una delle attività più interessanti nel panorama agricolo nazionale, l'Olivicoltura ha una superficie media aziendale molto bassa. Molteplici sono le funzioni a cui adempie: fra queste, quella paesaggistica, icona fondamentale del nostro territorio in tutto il mondo, e quella di tutela ambientale e di presidio nelle zone marginali. Ciò che in molti casi sostiene ancora il mantenimento dell'oliveto è la passione che caratterizza i coltivatori italiani. L'Olivicoltura tradizionale, infatti, mantiene ancora il forte legame fra piccola struttura aziendale e la tradizione rurale (spesso derivante dalla mezzadria); ciò è particolarmente evidente nella raccolta e nella frangitura delle olive, che rappresenta un momento di aggregazione per le famiglie è che è rimasto l'unico ed ultimo dei quattro eventi sociali che caratterizzano annualmente la società contadina: la fienagione, la mietitura e la battitura, la vendemmia, la raccolta e la frangitura delle olive.

Oggi l'Olivicoltura italiana guarda "al futuro" attraverso a nuovi metodi di gestione si sta passando infatti, da un sistema a poche piante per ettaro a sesti d'impianto che virano verso un sistema di oliveto di tipo intensivo o superintensivo, con un numero di piante ad ettaro che varia tra 400 a 600 piante ad ettaro nel primo caso e da 700 a 2.500 nel secondo.
L'Olivicoltura intensiva assicura una remunerativitá economica maggiore rispetto a quella tradizionale e una resa migliore; anche se la potatura viene eseguita ancora manualmente, la raccolta pianta per pianta è meccanizzata.

Nella olivicoltura "superintensiva", invece, irrigazione a goccia, potatura e raccolta sono tutte meccanizzate, ottenendo un abbattimento dei costi di gestione che può arrivare al 70%. Inoltre può comportare un notevole risparmio idrico e di fertilizzanti.

2.15.4 - Caratteristiche e tecniche della soluzione superintensiva proposta

La componente agricola del progetto prevedrà un uliveto superintensivo coltivato a siepe e tenuto all'altezza standard per una raccolta e potatura meccanizzata (tra 2,2 e 2,5 mt).
Gli oliveti superintensivi sono ottimali per l'associazione con la produzione elettrica, infatti:

- massimizzano la produzione agricola a parità di superficie agricola utilizzabile;
- hanno un andamento Nord-Sud analogo a quello dell'impianto ad inseguimento;
- per altezza e larghezza sono compatibili con le distanze che possono essere lasciate tra i filari fotovoltaici senza penalizzare eccessivamente la produzione elettrica (che, in termini degli obiettivi del paese è quella prioritaria), né quella olivicola;
- la lavorazione interamente meccanizzata, sia in fase di raccolta come di potatura, minimizza le interazioni tra uomini e impianto in esercizio;
- si prestano a sistemi di irrigazione a goccia e monitoraggio avanzato che sono idonei a favorire il pieno controllo delle operazioni di manutenzione e gestione.

La distanza tra i tracker è stata calibrata per consentire un **doppio filare** di olivi, in modo da garantire una produzione elevata per ettaro. La distanza interna tra le due siepi è stata fissata a 3 metri, mentre la larghezza di ciascuna a 1,3 metri. Il sesto di impianto è dunque 3 x 1,33 x 2,5 (h).

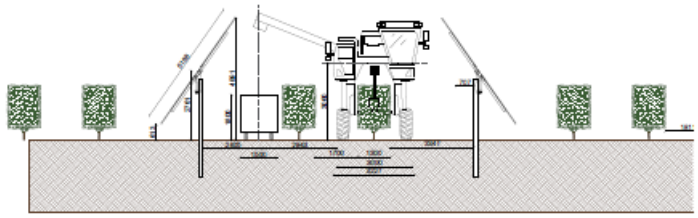
Dei circa 67ettari di terreno utilizzabile per l'impianto agrofotovoltaico (area recintata) la superficie occupata materialmente dall'impianto ulivicolo sarà quindi pari a 43 ettari, mentre **il numero di piante sarà di circa 76.927.**

L'interasse tra la struttura e l'altra dei moduli è di 11 metri, lo spazio libero tra i moduli varia quindi da un minimo di 5,78 metri nelle ore centrali del giorno, ad un massimo di 8,60 metri con i moduli in verticale. Questa caratteristica è stata calibrata per consentire il passaggio alle macchine trattrici, sapendo che le più grandi in commercio non sono più larghe di 2,50 metri.
L'impianto fotovoltaico è diviso in cluster individuati nel Protocollo di Operatività e nei documenti di Manutenzione e Gestione come un'unità composta da una sezione composta da file di inseguitori e siepi di oliveto quanto più possibile idonee a rendere efficiente una operazione sugli uni o gli altri. Le sezioni sono delimitate da cavidotti e percorsi di viabilità interna.
Dal punto di vista olivicolo saranno composti da almeno 6 filari continui.

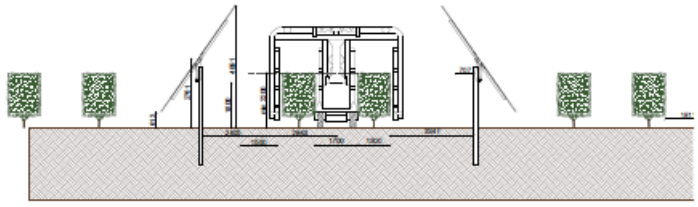
2.15.5 – Regole operative interfaccia agricolo/fotovoltaico

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

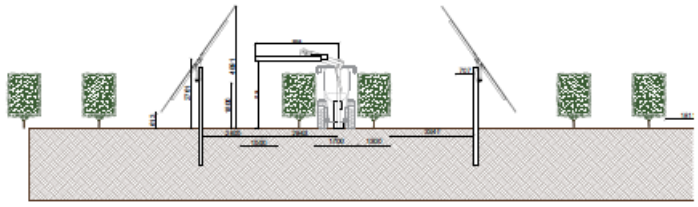
1. Quando un operatore entra con un macchinario all'interno dei filari, ai fini della sicurezza sul lavoro e dell'agevolazione delle attività di manutenzione i pannelli devono essere orientati con un'inclinazione massima di 55 gradi.
2. In particolare, è preferibile che durante le attività operative gli inseguitori vengano posizionati rispettivamente con una inclinazione di +55° e -55° in modo tale da escludere qualsiasi tipo di contaminazione accidentale da parte di polveri. In questo modo, il trattore, passando nell'interfila tra i due pannelli inclinati in maniera opposta verrà a contatto solamente con la parte inferiore dell'inseguitore evitando di sporcare la superficie superiore adibita alla recezione dei raggi solari.
3. 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.



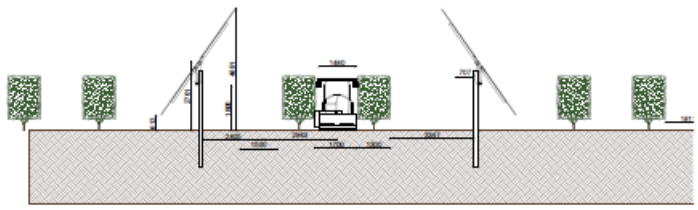
Harvesting
Nuova Braud 10.90X Olive



Fitosanitary Treatments



Pruning
Potatrice meccanica BeG modello DGO 3000



4. Su comunicazione da parte dei gestori dell'impianto olivicolo 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.
5. La nomenclatura dei singoli lotti/sezioni dell'impianto fotovoltaico sarà condivisa dalla parte gestore dell'impianto olivicolo 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.
6. È 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.

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'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

Lo schema seguente illustra le attività operative standard e le possibili interferenze con l'impianto fotovoltaico.

#	Attività	Descrizione	Possibili interferenze	Mitiganti
1	Dinamica crescita siepe	- Crescita verticale della siepe - Crescita laterale della siepe	Impatto sul cono d'ombra dei pannelli	Crescita verticale della siepe avviene solitamente nel periodo aprile-luglio - Prevista un'attività di potatura a fine Luglio e una eventualmente a Giugno Crescita laterale della siepe di circa 10 cm durante l'anno - previsto quindi potatura dopo la raccolta
2	Raccolta delle olive	Operazione di coglitura olive	Nessuna	Nessuna
3	Gestione del terreno	Operazioni di trincia e diserbo chimico per la manutenzione del terreno	Presenza di elementi infestanti che potrebbero sporcare i pannelli	Utilizzo di macchinari con barre con ugelli anti deriva e di trince con ruote specifiche che permettono di evitare l'emissione di polveri di qualsiasi genere
4	Gestione fitosanitaria	- Trattamento delle piante mediante fungicidi ed insetticidi	Creazione di derive e polveri che potrebbero sporcare i pannelli	- Utilizzo di prodotti dell'agricoltura biologica per trattamenti insettici - Utilizzo di un apposito atomizzatore con sistema anti-deriva - Installazione di un sistema di autocontrollo onde evitare rischi di derive accidentali - Posizionamento dei pannelli con inclinazione di 55 ° - Pulizia dei pannelli a Novembre immediatamente dopo l'ultimo trattamento fitosanitario e la raccolta
5	Manutenzione e pulizia	Operazioni di manutenzione e pulizia dei pannelli	Potenziale impatto sul sistema agricolo	- Utilizzo esclusivo di acqua demineralizzata e somonizzata - Utilizzo di macchinari oggetti a compliance - Attività di svuotamento delle tubature dell'impianto di irrigazione per la sostituzione dell'acqua dei pozzi con l'acqua mineralizzata

Figura 63 - Schema attività ed interferenze

Il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico dovrà tenere conto delle caratteristiche e necessità dell'oliveto: il filare dell'oliveto non dovrà subire interruzioni se non rappresentate da viabilità interna di servizio e avere spazi di manovra alla fine del filare di almeno 8 metri per le capezzagne.

Sempre per motivi di efficienza operativa è essenziale che l'operatore entri ed esca dalla fila in pochi minuti. La velocità delle trattrici agricole è pari a minimo circa 0,8/1,5km ad ora per un massimo di 10 km/h, salvo contare eventuali fermi macchina dovuti a imprevisti di diversa natura: quali rotture delle attrezzature portate o trainate o della stessa trattrice.

Per la caratteristica delle operazioni colturali eseguite nell'oliveto e per la tipologia di attrezzature scelte non è possibile una volta entrati nel filare eseguire operazioni di retromarcia, non è possibile pertanto apporre ostacoli all'interno dell'interfila degli oliveti.

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.

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.

Tra la piantumazione e le aree di mitigazione che segnano il confine dell'impianto dovranno essere presenti sempre almeno 10 metri di spazio libero per il transito dei macchinari appositi per la gestione delle attività operative

2.15.6 - Analisi del terreno

Il terreno è stato opportunamente campionato durante la fase progettuale della coltura effettuando nelle aree campione sistematici prelievi di terreno ogni 100-200 metri lineari lungo le linee di attraversamento del terreno. Una volta identificati i punti di prelievo, opportunamente picchettati e georeferenziati, in modo da poter ottenere delle informazioni confrontabili nel tempo, si è proceduto allo scavo attraverso idoneo escavatore meccanico per raggiungere la profondità di 70-100 cm e prelevare il campione di terreno all'altezza di 30-50 cm, profondità idonea che verrà interessata dalla colonizzazione delle radici della pianta.

È particolarmente importante nel caso del solo in oggetto che sia condotta un'efficace ed efficiente irrigazione, per la quale saranno destinati significativi investimenti. Il suolo è, infatti, di II, III, e IV classe.

Il terreno è risultato essere di medio impasto, tendenzialmente all'argilloso per il 90% della superficie, con un franco di coltivazione importante superiore al metro di profondità che tuttavia per un oliveto ad alta densità sono sufficienti. I valori di ph, calcare attivo totale e sostanza organica, superiore in media all'1%, sono nella norma, predisponendo ad un corretto sviluppo dell'apparato radicale.

Nel caso in questione dell'impianto di Villasor, dalle analisi preliminari non sono emerse condizioni ostative alla realizzazione dell'impianto di oliveto progettato, purché adeguatamente irrigato e preparato.

2.15.7 Scelta della "cultivar"

Il cultivar prescelto è "Oliana" che per le sue caratteristiche agronomiche e commerciali è stato definito dai progettisti della parte agricola in linea con le finalità del relativo investitore. Si tratta, infatti, di una pianta a basa vigoria, compatta, con minimi costi di potatura e idonea alla piantagione di alta densità fino alle 3.000 piante per ettaro. Ha inoltre una tolleranza media alla *macchia fogliare dell'Olivo*, una fitopatologia che attacca le foglie. Entra in produzione molto velocemente, ha elevata produttività e ha buone qualità organolettiche dell'olio, fruttato medio, leggermente amaro e piccante e molto adatto alla grande distribuzione.

Tra le file saranno disposte miscele di erbe di tipo riseminanti per ottenere un prato permanente che interessi almeno ¾ della superficie interessata dalla coltivazione e l'intera superficie sotto i pannelli. Saranno privilegiate a questo fine graminacee e azotofissatrici di bassa dimensione quali trifoglio subterraneo per unire alla funzione di gestione del suolo anche quella di apportare azoto al terreno quale elemento indispensabile alla crescita delle stesse piante. L'inerbimento controllato a differenza di quello spontaneo permetterà di controllare meglio la esecuzione di tutte le opere di gestione ordinaria riducendo in numero di interventi e riducendo il rischio di accidentali sversamenti di polveri nel sistema.

Lo studio dell'ombreggiamento è stato condotto con particolare cura. Si è stimato che nei mesi da maggio ad agosto, cruciali sia per la produzione elettrica come per la produttività agricola, tutto l'impianto ulivicolo avrà una esposizione in pieno sole tra le 6 e le 8 ore. Nel periodo autunnale ed

invernale tale condizione peggiora per cui la cultivar è stato selezionato tra quelli che svolgono il ciclo riproduttivo nel periodo primaverile e maturano all'inizio dell'autunno.
Come viene evidenziato da una crescente letteratura in materia, l'ombreggiamento creato dai moduli è svantaggiosa nel periodo invernale (per cui occorre una pianta che arresta la sua crescita in tale periodo), ma riduce l'evotraspirazione estiva, consentendo quindi una decisa ottimizzazione dell'apporto idrico.
L'Oliana raggiunge al massimo i 2,5 metri di altezza (e quindi non rischia di ombreggiare i pannelli) e rimane ferma nei mesi invernali, da settembre a marzo. In tale periodo sarà quindi ridotta a 2,2 metri in modo che nel periodo successivo possa riguadagnare da 20 a 30 cm. La potatura avverrà a fine luglio. La larghezza potrebbe crescere di 7/10 cm durante l'anno e quindi a novembre sarà effettuata un'altra operazione di potatura, subito dopo la raccolta.

I rami bassi, entro 40-50 cm da terra non possono essere raccolti dalle macchine e quindi la parete produttiva partirà da 50 cm. Per cui nei primi due anni sarà effettuata una pulizia dei rami bassi con apposite macchine tagliatrici.
La raccolta delle ulive sarà compiuta meccanicamente a raggiungimento della maturità delle drupe, tra metà ottobre e inizio novembre. Si adopereranno macchine vendemmiatrici modificate con kit olivo e trattrice agricola con rimorchio per lo scarico. La macchina lavora ad una velocità tra 1 e 3 km/h e sopporta una pendenza massima del 22%.
Sotto le file sarà compiuta una operazione di diserbo chimico con tre trattamenti annui e tre operazioni di trincia nell'interfila (aprile, giugno, settembre).

2.15.8 – Interventi fitosanitari

Le attività fitosanitarie prevedono 4 trattamenti funghicidi all'anno e 2 insetticidi.

I trattamenti insettici vengono effettuati mediante *prodotti che rientrano nell'agricoltura biologica* e che pertanto non arrecano danni né ai pannelli fotovoltaici né all'ambiente. Per i trattamenti fitosanitari dei mesi di settembre ed ottobre, invece, verranno utilizzati fungicidi mescolati ad acqua, che, pur non arrecando danni ambientali, potrebbero creare derive e polveri che possono appoggiarsi sui pannelli, creando opacità ed una conseguente diminuzione nel rendimento del pannello stesso.
Al fine di evitare che tali residui possano danneggiare l'impianto fotovoltaico sono stati protocollati i seguenti mitiganti:

- Verrà utilizzato un apposito atomizzatore con sistema anti-deriva, mediante la presenza moduli di recupero che permettono il recupero dell'acqua in eccesso, per non arrecare danni alle superfici fotoassorbenti dei pannelli.
- Per ovviare ai casi in cui una parziale deriva possa essere scaturita da eventi esterni ed/ o imprevisti come potrebbe vento, l'incapacità dell'operatore o altre eventualità, è prevista l'installazione di un sistema interno di autocontrollo (o mediante sensori) che permetterà al manutentore di operare in assenza di rischi di derive.

- In ogni caso, durante le attività di manutenzione/ gestione del suolo e dell'impianto agricolo, la parte della struttura contigua alle operazioni sarà disconnessa e tenuta con una inclinazione di 55°. In questo modo, la deriva potrà eventualmente intaccare solo le superfici inferiori dei pannelli.
- Il livello di produzione dell'impianto fotovoltaico verrà comunque monitorato giornalmente da un sistema di controllo, il quale avvertirà un eventuale necessità di effettuare un'attività di pulizia ulteriore dei pannelli a causa dei detriti generati.

Tutti i prodotti utilizzati rientrano all'interno delle *Linee guida nazionali di produzione integrata delle colture: sezione difesa fitosanitaria e controllo degli infestanti,* redatto a Novembre 2020 dal GDI ed approvato nello stesso mese dall'"Organismo Tecnico Scientifico" del "Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali".

In ogni caso, non saranno inoltre utilizzati prodotti a base di zolfo che potrebbero danneggiare le superfici del pannello. L'impianto di irrigazione sarà spurgato 3 volte all'anno.

2.15.9 Frantoi in provincia di Sud Sardegna

Sarà richiesta offerta per la molitura in loco delle olive. Al termine della frangitura il prodotto (olio) sarà inviato agli stabilimenti di Olio Dante S.p.a. a Montesarchio (BN), per l'imbottigliamento, la conservazione sotto azoto e la commercializzazione.

Nell'area sono presenti numerosi frantoi che saranno contattati.

Figura 64 - Frangitura delle olive

2.16 Progetto agronomico produttivo: apicoltura

2.16.1 Generalità

Parte integrante del progetto è affidato all'*apicoltura* che ci permette di raggiungere più obiettivi: dalla produzione di miele all'aumento di biodiversità, dall'aumento della resilienza degli alveari alla diffusione di conoscenza e apprezzamento verso le api a sostegno di una cultura più vicina alla natura.

Come sottolinea Stefano Palmisano, avvocato ambientale e alimentare, nell'articolo "La tutela delle api"[13] (blog Micromega) "Circa l'84% delle specie vegetali e il 78% delle specie di fiori selvatici nell'Unione Europea dipendono dall'impollinazione. Quindi, anche e soprattutto dalle api. Almeno una specie su dieci di api e farfalle in Europa è a rischio di estinzione. Basterebbe questo dato per illustrare lo stringente bisogno di tutela di questi insetti". Conferma questo dato il recentissimo Rapporto dell'EFSA sulla mortalità delle api in Europa[14].
Le api tendono a scomparire in natura, e sopravvivono, riuscendo a svolgere la loro attività, ormai quasi solo quando supportate dall'attività dell'uomo.
Le cause sono molteplici:

1. Cambiamenti climatici, che alterano la produzione di nettare dei fiori;
2. Utilizzo di pesticidi in agricoltura;
3. Presenza endemica di parassiti, come la Varroa;
4. Altre malattie, come pesti del miele, virosi o batteri;
5. Perdita di habitat causati dalle monocolture;
6. Predatori, come la vespa velutina e i gruccioni.

Più in particolare, come scrivono in *3bee.it*, la moria delle api ha iniziato effettivamente a destare preoccupazioni a partire dagli anni 2000, da quando si è iniziato a registrare una vera e propria sparizione di intere colonie. Tuttavia, il fenomeno non è ristretto a quegli anni e non è limitato alla sola *Sindrome da spopolamento degli alveari (SSA).* Negli USA, tra il 1947 e il 2005, si è perso il 59% delle colonie di api, mentre in Europa, dal 1985 al 2005, il 25%. Secondo i dati STEP (Status and trends of European pollinators), solo in Europa il 9,2% delle

[13] - Stefano Palmisano, "La tutela penale delle api, note a margine di un procedimento pilota", Originariamente Micromega, ora qui (https://iustlab.org/stefano.palmisano/la-tutela-penale-delle-api-note-a-margine-di-un-procedimento-pilota/
[14] - Si veda https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-1880

1965 specie di insetti impollinatori sta per estinguersi, mentre un ulteriore 5,2% potrebbe essere minacciato nel prossimo futuro. Tenendo conto che l'70-80% delle piante esistenti dipende dall'impollinazione delle api, e, a valle, molti animali (come uccelli o pipistrelli) che se ne nutrono, si capisce quanto la portata del fenomeno può essere devastante. La Ue ha qualificato il danno dell'eventuale scomparsa in 22 miliardi di euro a carico dell'agricoltura. Le cause sono molteplici e interconnesse l'una all'altra. Più dettagliatamente, con la sola attenzione alle piante da frutto o comunque utilizzate nell'alimentazione umana, si tratta di mele, noci, mandorle, frutti di bosco, pomodori, cetrioli, caffè, cioccolato e molte altre, secondo alcune stime il 52% dei prodotti ortofrutticoli in vendita nei supermercati. Oltre il 35% della complessiva produzione agricola (media mondiale, dati FAO[15]). Del resto, il settore pesa in Europa per 14,2 miliardi di fatturato e 620.000 addetti, per 4,3 milioni di alveari produttivi.

L'Ong europea BeeLife[16] sottolinea che le api possono essere anche ottimi indicatori di salute dell'ambiente[17] e le sue relazioni con la PAC[18].

2.16.2 L'opportunità ed i casi internazionali

Attualmente, l'altissimo grado di specializzazione, raggiunto in secoli di adattamento, fa delle api il migliore agente impollinatore esistente, impareggiabile per efficienza e scrupolosità nel lavoro svolto quotidianamente. L'apicoltura è inoltre una delle rare forme di allevamento il cui frutto non contempla né la sofferenza né il sacrificio animale e che ha una ricaduta molto positiva sull'ambiente e sulle produzioni agricole e forestali.

In quest'ottica, pensiamo che gli impianti fotovoltaici possono fornire lo spazio necessario a ricreare l'habitat ideale per le api. Nel progetto sarà utilizzato un mix di sementi pensato ad hoc che permetta di ricreare le condizioni ecologiche ideali a sostenere le popolazioni di api, di farfalle e di tutti gli altri insetti utili. Mentre il mantenimento dei suoli, la riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, per oltre trenta anni, migliora di per sé la qualità delle acque, aumenta la quantità di materia organica nel terreno e lo rende più fertile per la pratica agricola, una volta che l'impianto sarà arrivato a fine vita e dismesso. Passare, inoltre, ad una vegetazione ad hoc permette all'azienda di

[15] - Fonte: http://www.fao.org/news/story/pt/item/1194910/icode/
[16] - Si veda https://www.bee-life.eu/
[17] - Position paper sul monitoraggio tramite le api https://579f1725-49c5-4636-ac98-72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4_64053c5804d04000ae252d5e4a9c2410.pdf
[18] - Position Paper sulla PAC https://579f1725-49c5-4636-ac98-72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4_d19d71b1d1374afc9d7797204a70ef83.pdf

risparmiare sulla manutenzione del terreno, riducendo così il numero di sfalci necessari altrimenti per contenere il tappeto erboso solitamente presente tra i pannelli.

Figura 65 - Veduta allegata alla proposta di legge americana

Si riporta dallo studio richiamato nella legge "Pollinator-Friendly Solar Act", A08083A / S06339A, dello stato di New York, richiamata in nota:

"... attenzione recente è stata posta sugli sviluppi dell'USSE [impianti fotovoltaici a terra di grande generazione] che integrano misure per conservare l'habitat, mantenere la funzione dell'ecosistema e supportare molteplici usi continui della terra da parte dell'uomo nel paesaggio (di seguito 'compatibilità del paesaggio'). Esistono opportunità per migliorare la compatibilità paesaggistica delle singole strutture USSE nelle regioni agricole attraverso approcci che possono ridurre gli impatti della preparazione del sito (ovvero, dalla rimozione della vegetazione, dalla compattazione del suolo e / o dalla classificazione), ottimizzare i molteplici usi del suolo e ripristinare i servizi ecosistemici. Ad esempio, la collocazione dello sviluppo USSE e della produzione agricola (cioè, piantare colture tra le infrastrutture solari) potrebbe massimizzare il potenziale di utilizzo del suolo degli sviluppi USSE come siti di produzione di energia e cibo. Inoltre, gli approcci di gestione della vegetazione in loco potrebbero ripristinare i servizi ecosistemici come l'impollinazione delle colture e il controllo dei parassiti che possono mantenere o migliorare la produzione sui terreni agricoli vicini. Recentemente l'accento è stato posto sulla creazione e il mantenimento dell'habitat degli impollinatori presso le strutture USSE (di seguito 'habitat degli impollinatori solari'), che è il concetto di piantare miscele di semi di piante autoctone regionali come euforbia (Asclepias spp.) e

altri fiori selvatici, all'interno dell'impronta dell'infrastruttura solare dopo la costruzione, come tra i pannelli solari o altre superfici riflettenti, o in aree esterne adiacenti a l'impianto solare, che attira e sostiene gli insetti impollinatori nativi fornendo fonti di cibo, rifugi e habitat di nidificazione."[19]

Del resto, il caso del Minnesota non è neppure isolato, sono presenti, sempre negli Usa, anche progetti di legge analoghi in Maryland[20], Vermont e Illinois e altri studi accreditati[21]. Il concetto portato avanti da influenti centri d'azione, come il "Center for Pollinators and energy"[22] è che il danno per l'ambiente e gli animali (in particolare gli uccelli migratori[23]) può essere mitigato proprio dal riservare delle aree libere per decenni dalle coltivazioni intensive e dal relativo inquinamento attraverso i campi fotovoltaici che dal "Centro" sono chiamati "Santuari Solari".
Si veda anche questo webinar disponibile liberamente in rete:
https://www.youtube.com/watch?v=jdLgh9Kdayw e questo convegno dell'Università di Yale:
https://yale.hosted.panopto.com/Panopto/Pages/Viewer.aspx?tid=8a70ecb0-09d9-4df8-b342-aa23011954af .

2.16.3 - Caratteristiche tecniche

L'apicoltura viene svolta in arnie poste in zone ben localizzate dall'apicoltore. Queste zone prendono in considerazione le necessità delle api:

- una giusta variabilità di specie mellifere da cui estrarre i prodotti necessari all'alveare;
- una distanza idonea ai voli delle operaie;
- l'utilizzo di materiale (arnie) perfettamente sterilizzare per evitare l'incidenza di patologie;
- una collocazione che tenga in considerazione i venti dominanti e le relative direzioni;
- una collocazione che nel periodo invernale fornisca un minimo di protezione dal freddo;
- sistemi di mitigazione dai razziatori dell'arnia

Le api domestiche o mellifiche, appartengono alla specie Apis Mellifera; si tratta di insetti sociali appartenenti all'ordine degli Imenotteri, famiglia degli Apidi. L'Ape Mellifera ligustica o ape italiana, è originaria del nord Italia e i distingue dalle altre perché le operaie hanno i primi segmenti dell'addome giallo chiaro, i peli sono anch'essi di colore giallo, in particolare nei maschi e le regine

[19] - https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b00020
[20] . http://mgaleg.maryland.gov/webmga/frmMain.aspx?pid=billpage&stab=01&id=sb1158&tab=subject3&ys=2017rs
[21] - Es. Moore-O'Leary, KA ; Hernandez, RR ; Johnston, DS ; Abella, SR ; Tanner, KE ; Swanson, AC ; Kreitler, J .; Lovich, JE "Sostenibilità dell'energia solare su scala industriale: concetti ecologici critici". *Davanti. Ecol. Environ* 2017.
[22] - https://fresh-energy.org/beeslovesolar/
[23] - Si veda l'influente rapporto del 2014 del "Centro" http://climate.audubon.org/

sono giallo dorato o color rame. Si tratta di una razza particolarmente operosa, molto docile, poco portata alla sciamatura, con regine precoci e prolifiche. È considerata l'ape industriale per eccellenza ed in zone a clima mite come quelle d'origine e con idonee colture non teme confronti.

Ogni arnia produce mediamente da 20 a 50 kg di miele ogni anno, e quindi nel calcolo ci si attesterà su un valore medio di 30 kg. Considerando i mq disponibili (500 fiori/mq per 178.000 mq), ed un'attività itinerante complementare, si può stimare una produzione di 2.300 kg di miele con 78 arnie. Sono previste quindi ca. 78 arnie di api, e quindi sciami con ape regina. Le arnie saranno poste in 8 aree, dalle quali, considerando il raggio di pascolo (da 700 a 800 metri) degli insetti impollinatori, potranno raggiungere tutte le aree dotate di prati fioriti. Nei siti saranno poste 10 arnie a rotazione.

Apicoltura		
Dati		
produzione miele per ape	0,6	g/anno
fiori per mq	500	fiori/mq
mq per 1 kg di miele	438	mq/kg
numero di api per 1 kg di miel	3.000	n./kg
mq fiori per ape	438	mq/ape
api per arnia	50.000	n./arnia
kg miele per arnia	30	kg/anno
mq per arnia	13.151	mq/arnia
mq disponibili	218.783	mq
valore prodotti		
valore miele	12,00 €	€/kg
cera d'api	14,40 €	€/kg
pappa reale	300,00 €	€/kg
propoli	300,00 €	€/kg
polline	43,75 €	€/kg

Figura 66 – Apicoltura, dati e stime

produzione		
miele	2.329	kg/anno
cera d'api	35	kg/anno
pappa reale	39	kg/anno
propoli	8	kg/anno

Figura 67 - Apicoltura, produzione stimata

In ragione di tali stime di produzione, chiaramente da sottoporre alla prova dei fatti, si può definire il seguente conto economico di massima.

Capex		
costo arnia	100,00 €	€/cad
costo sciami	70,00 €	€/cad
telaini per arnia (10)	6,00 €	€/kg
attrezzatura escludi regina	3.000,00 €	€/cad
melari	800,00 €	€/cad
fogli cerei	250,00 €	€/cad
maschera, tuta e attrezzatura	1.300,00 €	€/cad
furgone	12.000,00 €	€/cad
deposito	3.000,00 €	€/cad
costo totale	**53.173,21 €**	

Opex		
sostituzione regine	300,00 €	€/anno
trattamento	621,09 €	€/anno
prodotti igienizzanti	200,00 €	€/anno
nutrizione di supporto	300,00 €	€/anno
vasetti	300,00 €	€/anno
consumi vari	500,00 €	€/anno
personale	9.300,00 €	€/anno
costo totale	**11.521,09 €**	€/anno

Figura 68 - Costi apicoltura, investimento e circolante

vendita prodotti		
vendita miele	27.949,19 €	€/anno
vendita cera d'api	503,09 €	€/anno
vendita pappa reale	11.645,50 €	€/anno
vendita propoli	2.329,10 €	€/anno
Totale vendita	**42.426,87 €**	€/anno
	848,54 €	€/ha
Utile lordo	**30.905,78 €**	€/anno
ammortamento	5.317,32 €	€/anno
oneri finanziari	1.329,33 €	€/anno

EBITDA	**24.259,13 €**

Figura 69 - Vendita prodotti e rendimento economico

Le arnie saranno posizionate nella mitigazione, in posizione libera e modificabile secondo le necessità.

Figura 70 - Schema apicoltura

2.16.4 – Apicoltori in provincia di Sud Sardegna

Nel Comune di Villasor è presente:

- Apistica Tocco
- Cooperativa apistica Mediterranea A.r.l.

Questo genere di competenze locali saranno chiamate a fare da partner all'iniziativa. L'apicoltura è, infatti, un'attività che richiede molta competenza, in particolare se condotta con metodiche biologiche, per la lotta agli antagonisti delle api stesse ed i parassiti, per ottenere la produzione idonea e della qualità voluta, per lo sviluppo e la commercializzazione dei prodotti secondari. Alcune problematiche possono essere attenuate con l'opportuna tecnologia (ad esempio, con arnie ad alta tecnologia[24]), altre con l'impiego di antagonisti (ad esempio un falco per i gruccioni). Il Position Paper[25] di BeeLife può dare un'idea generale circa le piante utili per l'impollinazione la Lavanda, tra queste come vedremo abbiamo scelto un mix bilanciato e adatto alle nostre tradizioni e latitudini.
Completerà il progetto, condotto secondo un rigorosissimo protocollo biologico, la stesura di convenzioni con gli altri agricoltori limitrofi entro un raggio da stabilire in funzione delle esigenze della coltivazione, per la condivisione di buone pratiche e la messa al bando di cattive (ad esempio, l'uso di pesticidi altamente dannosi per la biodiversità e la stessa sopravvivenza delle api). Ciò anche dietro corresponsione da parte della società di ristori ed indennizzi.

[24] - Si vedano, ad esempio, quelle di questa start up italiana https://www.3bee.com/
[25] - Cit.

2.16.5 – Prati fioriti

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".*

Ne consegue che:

- Il suolo ricoperto da una vegetazione avrà un'evapotraspirazione (ET) inferiore ad un suolo nudo;
- I prati tratterranno 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 del turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;
- 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;
- La presenza di arbusti e alberi favorirà il riposo delle specie migratorie, che nei prati potranno trovare sostentamento;
- La presenza dei prati consentirà un maggior cattura del carbonio atmosferico, che verrà trasformato in carbonio organico da immagazzinare nel terreno;
- Terreni che avrebbero potuto assumere forme vegetazionali infestanti verranno, invece utilizzati per uno scopo ambientale e di agricoltura votata all'apicoltura;
- Forniranno materiale per la costruzione di tane a numerose specie.

I prati quindi si occuperanno del mantenimento dei suoli, della riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, del 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.

Per seminare i prati si ricorre a semi di piante mellifere in miscuglio dove vi è la presenza di almeno 20 specie in percentuali diverse ad esempio:

- Miscuglio 1: *Achillea millefolium, Anthoxantum odoratum, Anthyllis vulneraria, Betonica officinalis, Brachypodium rupestre, Briza media, Papaver rhoeas, Bromopsis erecta, Buphthalmum salicifolium, Campanula glomerata, Centaurea jacea, Centaurium erythraea, Daucus carota, Filipendula vulgaris, Galium verum, Holcus lanatus, Hypericum perforatum*, *Hypochaeris radicata, Leucanthemum vulgare, Sanguisorba minor, Scabiosa triandra, Securigera varia, Silene flos-cuculi, Thymus pulegioides, Trifolium rubens*.

- Miscuglio 2: Borragine, Fiordaliso, Cosmo, Testa di drago, Calendula, Viola orientale, Lino, Grano saraceno, Salvia, Margherita, Campanula, Melissa, Trifogli, Papavero, Origano.

- Miscuglio 3: *Trifolium alexandrinum* (Trifoglio alessandrino), *Borago officinalis* (Borragine), *Fagopyrum esculentum* (Grano saraceno), *Pisum sativum* (Pisello), *Lupinus* (Lupino), *Raphanus sativus* (Ravanello da olio), *Trifolium resupinatum* (Trifoglio persico), *Phacelia tanacetifolia* (Facelia), *Ornithopus sativus* (Serradella), *Vicia sativa* (Veccia estiva), *Helianthus annuus* (Girasole)

- Miscuglio 4*:* Facelia, Grano saraceno, Trifoglio incarnato, Trifoglio persiano, Girasole, Lino, Coriandolo, Cumino dei prati, Calendula, Senape, Finocchio selvatico, Fiordaliso, Malva, Aneto.

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
- Istallazione 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 provvisionali 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 0FF (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 antisdrucciolo, 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	
RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti;	**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;

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 naspi, 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 antisdrucciolo, 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).	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).

	Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori.	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; - 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

RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti	**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;

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 naspi, 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: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - 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	

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.5	Operazioni agricole su sistema di irrigazione	1 anno	05	Manodopera qualificata

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti	**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;

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, **in particolare con le attività di manutenzione elettrica**
Altre misure	L'intero sito è dotato di impianto di rivelazione e spegnimento con naspi, 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: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - 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, mappa sottoservizi	

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.6	Operazioni agricole su alberi	3 anno	06	Manodopera qualificata

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti	**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;

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).	Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a

	Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori	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, **in particolare con le attività di manutenzione elettrica**
Altre misure	L'intero sito è dotato di impianto di rivelazione e spegnimento con naspi, 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: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - 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, mappa sottoservizi	

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

CO_2 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

CO_2 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

CO_2 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

CO_2 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,

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** ($104 < \nu < 109$ Hz), tra cui anche gli **ultrasuoni US** ($106 < \nu < 107$ Hz)
- **microonde MW** ($109 < \nu < 1012$ Hz)
- **raggi infrarossi IR** ($1012 < \nu < 1015$ Hz)
- **raggi ultravioletti UV** ($1015 < \nu < 1016$ 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 = Io e - a x dove *Io* 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 μT 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 μT, 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 μT 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 μT).

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 Un	Distanza minima consentita
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:
    - dell’oscillazione dei carichi,
    - dell’uso dei mezzi di trasporto e di sollevamento,
    - dell’equipaggiamento da impiegare,
    - del fatto che le persone che operano sono “persone comuni” cioè prive di conoscenze nel settore elettrico,
    - 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.

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 500.000 litri per un ciclo di pulizia con spazzole idrocinetiche che facciano uso di acqua demineralizzata senza detergenti. 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.
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 71 - Caratteristiche robot

2.19.2 Sfalcio prato

Lo sfalcio del prato potrà essere realizzato a cura del gestore agricolo e secondo il relativo disciplinare allegato, in nessun caso saranno impiegati prodotti chimici diserbanti non biologici. Gli sfalci terranno conto dell'ecologia e biologia delle specie floristiche, così da essere effettuati rispetando i periodi di fioritura e spargimento naturale dei semi.

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

Per ridurre i tempi delle opere si ritiene necessario definire un cantiere dal quale si svilupperanno le diverse fasi di lavorazione.

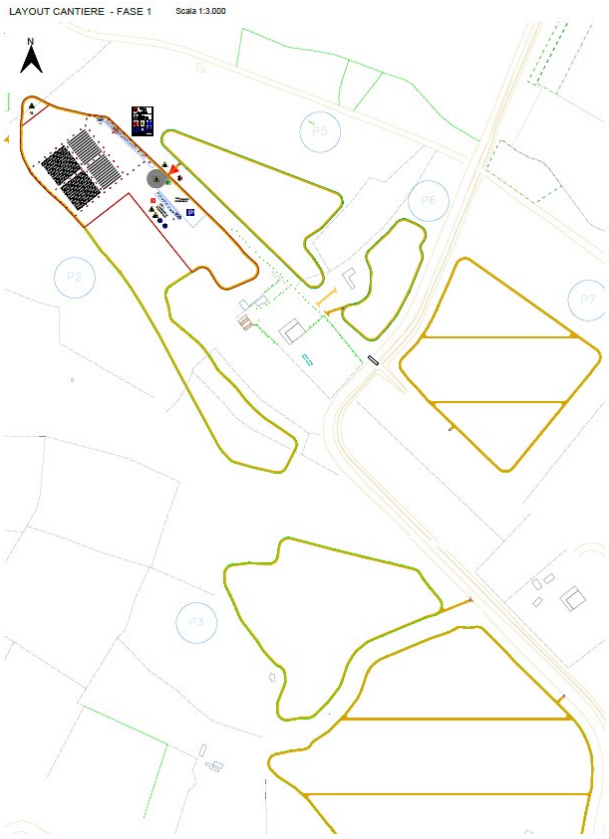


Figura 72 - Fase 1,

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. Gli apprestamenti saranno compiuti nelle piastre indicate in modo da risultare baricentrici.

Figura 73 - Area di cantiere1 - fase 2

I siti di stoccaggio dei materiali saranno riforniti costantemente in base alle lavorazioni in modo da garantire l'approvvigionamento dei cantieri 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.

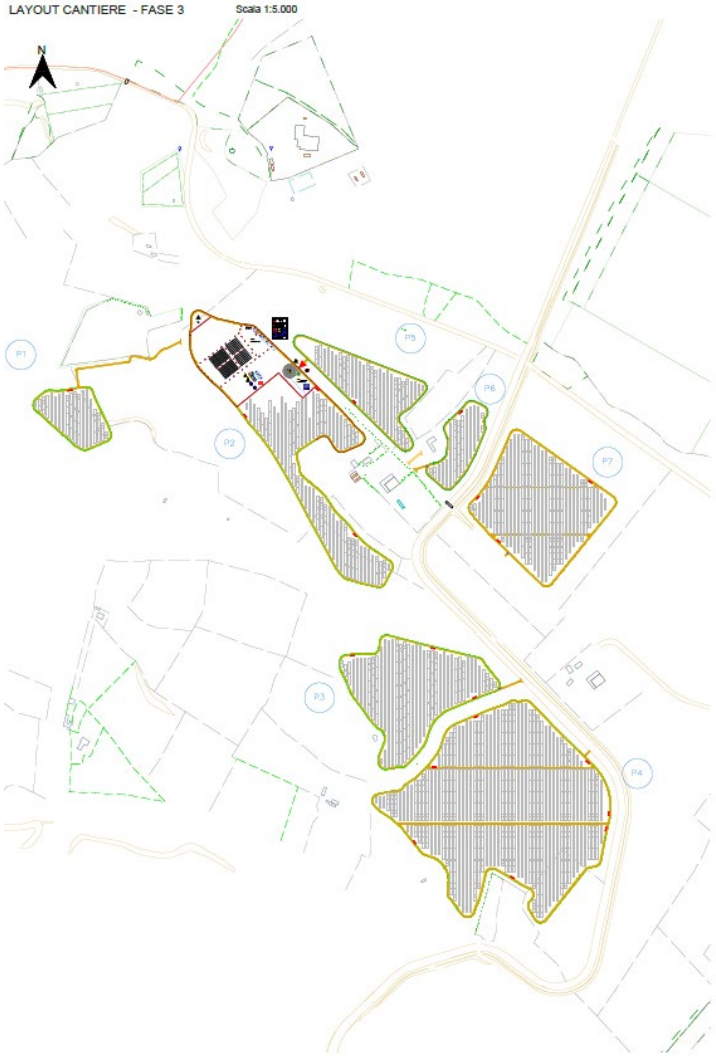


Figura 74- Cantiere, fase 3

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.

Il sito di stoccaggio del materiale sarà adibito nelle parti centrali delle piastre. In questo modo verranno garantiti l'approvvigionamento dei sotto cantieri 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 abbattimento. 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) gli altri sotto-cantieri saranno impegnati in sequenza procedendo radialmente per il completamento delle opere.

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.

Infine, per ultimo si procederà alla realizzazione dell'impianto di irrigazione e alla piantumazione degli uliveti superintensivi e non.

La mitigazione sarà realizzata alla corretta stagionalità,

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
    b. lavorazione del suolo

c. apporto di ammendanti
d. semina

In ordine di esecuzione tali azioni possono essere descritte nel seguente modo:

1. Rimozione dei pannelli fotovoltaici, delle strutture e dei cavi di collegamento;
2. Rimozione dei prefabbricati di cabina e dei relativi basamenti in CLS;
3. Rimozione delle fondazioni dei pannelli fotovoltaici;
4. Rimozione dei cavidotti e dei relativi pozzetti;
5. Rimozione della recinzione;
6. Rimozione della viabilità interna,
7. Ripristino del suolo.

I materiali ricavati dallo smantellamento saranno avviati alle operazioni consentite dalla norma al momento dello smantellamento (ovvero, in caso non sia significativamente variata, alle operazioni di recupero, riciclaggio e/o riuso, e, se necessario di smaltimento).

2.21.2 Cronogramma delle opere di dismissione

Le operazioni di dismissione a fine vita verranno effettuate in circa **82 giorni lavorativi** come stimato nel cronoprogramma e una presenza contemporanea massima di 70 operai.
Le attività di dismissione consisteranno nello smantellamento fino alla pulizia delle aree temporanee di stoccaggio dei materiali.

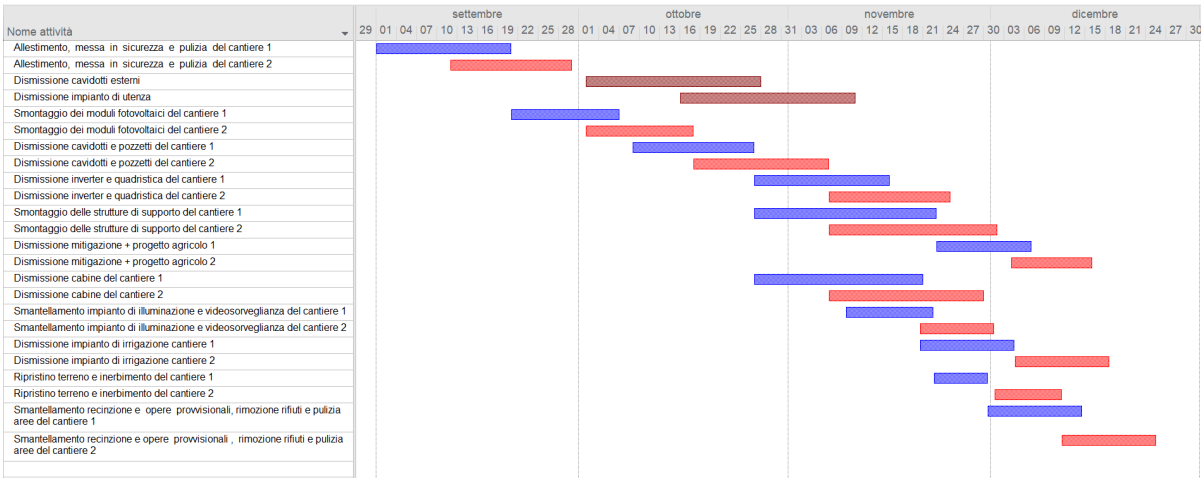


Figura 75 - Cronogramma opere di dismissione cantiere

2.21.3 Computo delle operazioni di dismissione

Come indicato nell'elaborato "*Piano di Dismissione e ripristino*", il costo stimato delle operazioni di dismissione dell'impianto è di 1.910.011,57€ 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 (5.296 t di alluminio, 143 t di rame, 1.242 t di ferro), altri saranno sottoposti ad operazioni di riuso, previa selezione (22.286 t di pietrisco, 550 t di CLS, 272 t di legno), o di recupero a mezzo di cicli termici (1.133 t di vetro, 76 t di silicio, 409 t di plastiche) altri a smaltimento, se ne frattempo non saranno stati messi a punto efficienti e sicuri procedimenti di riciclaggio.

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 consorzi[26], che:

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

- 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:
    - polvere di plastica,
    - rame,
    - argento dei contatti elettrici
    - 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).

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 riportare 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, detergenti, 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 - Controllo dei serraggi	Annuale
Quadri elettrici	- ispezione visiva	Annuale
Dispositivi di manovra e protezione	- verifica stato di conservazione - controllo elettrico e tarature	Annuale
Cablaggi	- verifica integrità	Annuale
Inverter	- ispezione visiva involucro e display - pulizia aperture di areazione - controllo elettrico dei dispositivi di manovra	Annuale
Impianto di messa a terra	- verifica integrità, - verifica serraggio connessioni - prova di continuità tra conduttori di protezione ed equipotenziali - verifica isolamento cavi - verifica integrità cartellonistica	Annuale
	- integrità circuito e dispositivi del pulsante di emergenza - prova pulsanti di sgancio	Semestrale
Spie indicatrici del	- verifica anomalie	mensilmente

funzionamento sugli inverter		segnalate	
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
Olivi e altri alberi	-	trattamento biologico contro parassiti	Annuale
Arnie e loro componentistica	-	pulizia, trattamenti specifici	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 € 38.748.737,06 €

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	30.116.519,86	10%	33.128.171,85
A.2) Oneri di sicurezza	415.337,16	10%	456.870,88
A.3) Opere di mitigazione	1.001.691,73	10%	1.101.860,90
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	60.000,00	22%	73.200,00
A.5) Opere connesse (dismissione + opere agricole)	2.584.811,57	10%	2.843.292,73
TOTALE A	**34.178.360,32**		**37.603.396,35**
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,	400.000,00	22%	488.000,00
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	60.000,00	22%	73.200,00
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	159.176,06	22%	194.194,79
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (*incluse le spese per le attività di monitoraggio ambientale*)	50.000,00	22%	61.000,00
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)	20.400,00	22%	24.888,00
B.6) Imprevisti	170.891,80	22%	208.488,00
B.7) Spese varie	78.336	22%	95.569,92
TOTALE B	**938.803,86**		**1.145.340,71**
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (...specificare) oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero.			
"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A + B + C)	**35.117.164,18**		**38.748.737,06**

Figura 76 - Quadro economico

2.24.2 Investimento mitigazioni e compensazioni

Le opere di mitigazione e compensazione hanno un costo complessivo di € 1.056.344

2.24.3 Parte produttiva agronomica

L'investimento della parte agronomica, interamente sostenuto dall'investitore agricolo, è stimato in 1.056.334,03€, secondo il business plan allegato al progetto.

			n.	Prezzo cadauno	h (m)	
Arbutus unedo	15060026		281,0	22,88	1	6.429,28 €
Calicotome spinosa	15060598		1.708,0	18,30	1	31.256,40 €
Myrtus communis	15060404		209,0	19,45	1	4.065,05 €
Ficus carica	15120639		61,0	15,00	2	915,00 €
Pistacia lentiscus	15060462		201,0	30,00	1	6.030,00 €
Spartium junceum	15060598		560,0	18,30	1	10.248,00 €
Tamarix gallica	15060612		214,0	21,05	1	4.504,70 €
Salix purpurea	15060582		132,0	18,50	1	2.442,00 €
Subtotale arbusti			**3.366,00**			**65.890,43 €**
				Prezzo cadauno		
Fornitura alberi	diametro fusto 12/14 cm				h (m)	
Pyrus pyraster	15121241		601,0	194,35	2,5-3	116.804,35 €
Quercus suber	15121269		303,0	274,82	2,5-3	83.270,46 €
Ceratonia siliqua	15120450		339,0	176,40	2,5-3	59.799,60 €
Quercus ilex	15121269		213,0	274,82	2,5-3	58.536,66 €
Fraxinus oxycarpa	15120659		64,0	98,02	2,5-3	6.273,28 €
Ulmus minor	15121511		204,0	164,42	2,5-3	33.541,68 €
Subtotale alberi			**1.724,00**			**358.226,03 €**
Realizzazione tappeto erboso su tutta l'area di progetto	25020074	126.091		1,30 €		**163.287,85 €**
Messa a dimora arbusti	25020005			13,98 €		13,98 €
Messa a dimora alberi di circonferenza 10/12 cm	25020010		3.366,0	75,89 €		255.445,74 €
					Tot messa a dimora	**255.459,72 €**
Impianto d'irrigazione fascia mitigazione	mq	142320		1,5 euro /mq		**213.480,00 €**
Fascia mitigazione				1,5		
TOTALE						**1.056.344,03 €**

La componente di apicoltura inciderà per circa 53.173,21 € euro di investimento per 78 arnie.

2.25 Bilanci energetici ed ambientali

2.25.1 Emissioni CO_2 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 18.777 tep/anno
- emissioni di CO_2 evitate 31.330 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 (CO2)*	312,0	g/KWh	939.891	31.330	tCO2
ossidi di azoto (Nox)	227,4	mg/Kwh	685.036	22.835	t/Nox
Ossidi di zolfo (Sox)	63,6	mg/Kwh	191.593	6.386	t/Sox
composti organici volatili (COV)	83,8	mg/Kwh	252.445	8.415	t/COV
Monossido di carbonio (CO)	97,7	mg/Kwh	294.318	9.811	t/CO
Ammoniaca (NH3)	0,5	mg/Kwh	1.386	46	t/NH3
particolato (PM10)	5,4	mg/Kwh	16.267	542	t/PM10
* Fonte "Fattori di emissione atmosferica di gas ad effetto serra nel settore elettrico" Ispra 2020					

Rapporto Ispra[27]

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. 37.000 famiglie. In base alle stime Terna[28] il consumo domestico per abitante in Sardegna si è attestato nel 2018 a 1.174 kWh/anno.
La produzione dell'impianto, dunque, potrebbe coprire i consumi domestici di 91.000 persone.

[27] - https://cdn.qualenergia.it/wp-content/uploads/2019/04/R_303_19_gas_serra_settore_elettrico.pdf
[28] - https://download.terna.it/terna/Annuario%20Statistico%202018_8d7595e944c2546.pdf p.130

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 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 2,9 TWh, produrrà vantaggi fiscali (stimati in riferimento agli utili attesi) di 61 Ml €. Cosa anche più importante, nel periodo di esercizio comporterà per il paese la mancata importazione di 755.000.000 mc di metano, per un costo di oltre 206 mln €.
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 2,9 TWh 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).

2.25.4 Vantaggi comparati di agricoltura e produzione energetica

L'impianto, nella sua attuale conformazione, sviluppa sul medesimo terreno 53.996 MW di potenza fotovoltaica (con un'efficienza di 1.816 MWh/MW) e 76.927 olivi in assetto superintensivo. La parte fotovoltaica non emette CO_2 in atmosfera, mentre la parte arboricola assorbe CO_2 nel processo di crescita e, in misura minore, quando giunta a maturità.

Per mettere a confronto i due contributi, se pure tale esercizio appare arduo e solo indicativo, un modo è considerare che l'energia elettrica prodotta, in base alla normativa europea e per mera questione di fatto, evita la produzione di un'analoga quantità di energia prodotta, stimabile secondo il mix energetico italiano (come noto la cosiddetta "priorità di dispacciamento" delle rinnovabili, a consumi invariati, implicano che ogni MWh immesso nella rete elettrica nazionale implica la mancata

produzione ed immissione di un MWh da fossili). A MW questa produce emissioni di sola CO_2 pari a 500 t/anno (calcolando una produzione MWh/MW di 1.648). Mentre gli olivi in assetto superintensivo assorbono una media (considerati i primi 4 anni di crescita e 27 di mantenimento) di 0,0083 t/albero/anno. Dato che porta ad ha a 17,7 t/ha/anno (dato che l'intensità è di più di 2.500 olivi/ha). Si può in prima approssimazione considerare l'equivalenza MW/ha e quindi.

Dunque:

emissioni assorbite o evitate annue (t/CO2)		%
fotovoltaico (per MW)	499,2	96,6
olivi superintensivi (per ha)	17,7	3,4
Totale	**516,9**	

Figura 77 - Emissioni CO_2 parte fotovoltaica ed agricola

In conseguenza di ciò (la produzione elettrica contribuisce quanto al 96,6 % delle emissioni evitate dall'intero impianto agrivoltaico), se si decidesse di ampliare il pitch dell'impianto aumentando proporzionalmente (o anche più che proporzionalmente) la produzione agricola a danno di quella fotovoltaica gli effetti a carico dei gas climalteranti, e dunque degli impegni del paese assunti nel Pniec, sarebbero:

	esempio pitch 11 mt			esempio pitch 14 mt			esempio pitch 22 mt			
	all'anno	per 30 anni		all'anno	per 30 anni		all'anno	per 30 anni		
anidride carbonica (CO2)*	31.330	939.891	0%	- 6.278	- 188.354	-20%	- 15.696	- 470.885	-50%	impianto fotovoltaico
	373	11.199	0%	75	2.240	20%	373	11.199	100%	impianto olivicolo
totale	**31.703**	**951.090**		**- 6.204**	**- 186.114**		**- 15.323**	**- 459.687**		
	benchmark			-19,57			-48,33			

Figura 78 - Confronto tra perdita di produzione elettrica e guadagno agricolo (CO_2 non emessa)

Come si vede allargare il pitch, anche se aumenta l'anidride carbonica assorbita dalla componente agricola, produce emissioni (non evitate, ovvero prodotte dal mix energetico italiano per effetto della necessaria sostituzione dell'energia non prodotta) di diversi ordini di grandezza superiori. Risultandone un 'danno' rispettivamente del 20% (di emissioni in eccesso) e del 50%, rispetto al benchmark.

2.25.5 Cenni sul ciclo di vita dei due settori

Non sono molti gli studi che analizzano il ciclo di vita degli impianti fotovoltaici di nuova generazione e, pochissimi quelli che prendono in considerazione la nuova pratica del cosiddetto "agrivoltaico". Tra questi si può citare uno studio del 2021 del RSE[29], concentrato sulla tecnologia PERC. Lo studio stima per la configurazione agrivoltaica un impatto *complessivo* di 16,7 g/CO_2 eq/Kwh per un impianto ipotetico a Catania. La conclusione è che "l'agrivoltaico, per via delle maggiori dimensioni delle strutture di supporto dei moduli, risulta essere penalizzato dal punto di vista ambientale ad eccezione della categoria land use". Invece il solo 'tempo di ritorno energetico' della parte fotovoltaica (EPBT) è stimato in di un lusinghiero 0,84 anni nel caso di Catania.
L'agrivoltaico preso in considerazione nello studio è quello 'elevato da terra", ovvero la tipologia "avanzata", e incentivabile, che nel criterio C delle Linee Guida cade nel "tipo 1".

La seguente figura, tratta dallo studio citato, mostra i risultati della LCA per tre diverse configurazioni (tracker, fissi e agrivoltaici) per due siti a Sud e Nord Italia, secondo i diversi indicatori. Calcolo per ogni kWh immesso in rete. In pratica l'agrivoltaico (come detto elevato da terra, tipo 1) è penalizzato in quasi tutti.

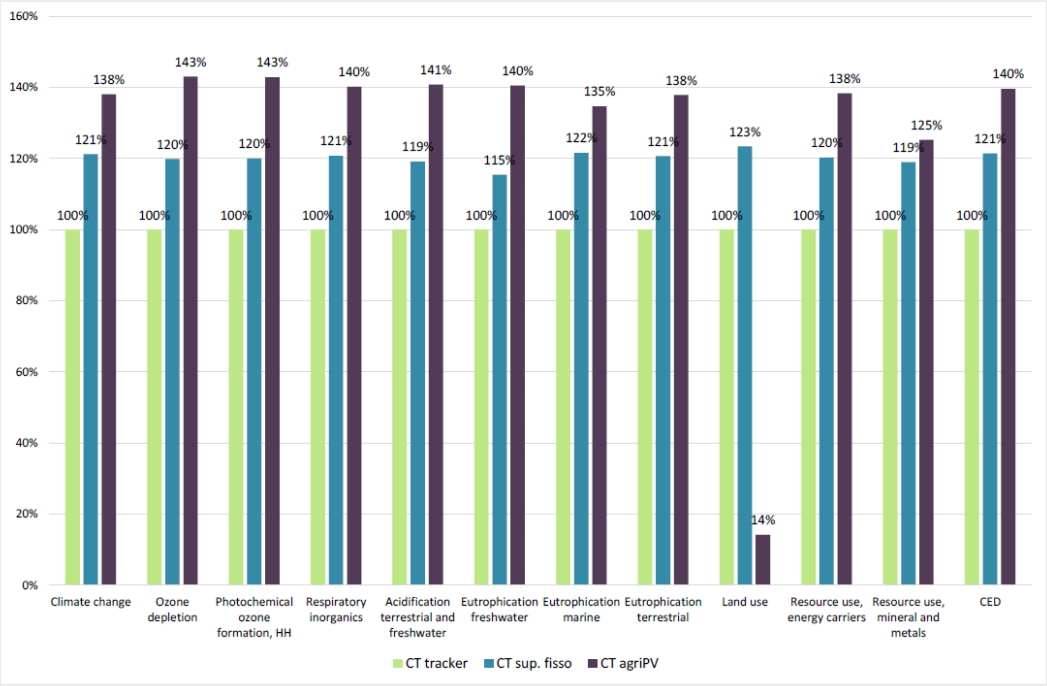


Figura 79 Confronti analisi LCA

[29] - https://www.rse-web.it/rapporti/analisi-lca-di-un-impianto-fotovoltaico-piano-con-moduli-perc-e-confronto-con-altre-tecnologie-innovative/

		Catania			Piacenza		
Categoria d'impatto	**Unità**	**tracker**	**sup. fisso**	**agriFV**	**tracker**	**sup. fisso**	**agriFV**
Climate change	g CO_2 eq	12,13	14,71	16,75	16,48	18,58	21,16
Ozone depletion	g CFC11 eq	7,20E-07	8,63E-07	1,03E-06	9,79E-07	1,09E-06	1,30E-06
Photochemical ozone formation, HH	g NMVOC eq	4,20E-02	5,04E-02	6,00E-02	5,70E-02	6,37E-02	7,58E-02
Respiratory inorganics	disease inc.	8,13E-10	9,82E-10	1,14E-09	1,10E-09	1,24E-09	1,45E-09
Acidification terrestrial and freshwater	mol H+ eq	8,31E-05	9,90E-05	1,17E-04	1,13E-04	1,25E-04	1,48E-04
Eutrophication freshwater	g P eq	7,26E-03	8,38E-03	1,02E-02	9,87E-03	1,06E-02	1,28E-02
Eutrophication marine	g N eq	1,76E-02	2,14E-02	2,37E-02	2,40E-02	2,70E-02	2,99E-02
Eutrophication terrestrial	mol N eq	1,40E-04	1,69E-04	1,93E-04	1,91E-04	2,14E-04	2,44E-04
Land use	Pt	8,75E-01	1,08E+00	1,24E-01	1,19E+00	1,37E+00	1,57E-01
Resource use, energy carriers	MJ	1,33E-01	1,60E-01	1,84E-01	1,80E-01	2,03E-01	2,33E-01
Resource use, mineral and metals	g Sb eq	4,11E-04	4,89E-04	5,15E-04	5,59E-04	6,18E-04	6,50E-04
CED	MJ	1,54E-01	1,87E-01	2,15E-01	2,10E-01	2,36E-01	2,71E-01
EPBT	anni	0,76	0,92	1,05	1,03	1,16	1,33
NREPBT	anni	0,61	0,74	0,84	0,83	0,93	1,07

Figura 80 - Risultati LCA di confronto per ogni kWh

In definitiva, come recitano le conclusioni, “questa soluzione comporta un incremento dei potenziali impatti in tutte le categorie, eccetto per il land use, mediamente di circa il 38% rispetto alla soluzione con tracker nel caso di Catania e del 29% nel caso di Piacenza.” Ovvero, e questo è interessante, la penalizzazione cresce al crescere dell’efficienza del sistema fotovoltaico, più al Sud che al Nord. Come continua: “questo risultato è determinato dal fatto che la struttura di supporto dei moduli negli impianti agrivoltaici ha dimensioni e peso maggiore rispetto alle strutture adottate nelle altre due configurazioni.”

2.25.6 Calcolo del LER

Il medesimo studio di RSE dichiara che non esistono metodologie accettate per affrontare un’analisi LCA di impianti agrivoltaici, in quanto come è evidente le metriche tra parte agricola e fotovoltaica sono molto diverse. Precisamente, non esiste consenso su come “allocare gli impatti tra la produzione agricola e quella fotovoltaica”. Probabilmente perché i risultati sarebbero oltremodo penalizzanti per quella agricola.

Alcuni (Wilckox ed al[30]) propongono un indicatore "adimensionale" (ovvero non un indicatore[31]), chiamato *Land Equivalent Ratio* (citato anche nei recenti documenti dell'UNI), che può semplicemente mettere a confronto due progetti, o lo stesso progetto nel tempo.

$$LER = \frac{E\left(Y_{agri,AV}\right)}{E\left(Y_{agri,N}\right)} + \frac{Y_{el,AV}}{Y_{el,N}}$$

Figura 81 - Land Equivalent Ratio

Abbiamo semplicemente due frazioni, resa agricola dell'impianto e di confronto e resa elettrica dell'impianto e di confronto. Per cui se l'impianto "x" ha una resa agricola superiore di quella di confronto ed una resa elettrica inferiore, mentre quello "y" ha una resa agricola eguale, ma una elettrica superiore, il migliore è quello in cui il parametro è complessivamente maggiore di 1 di una misura superiore. Ciò ignorando che la parte fotovoltaica ha un impatto 30 volte superiore sulla riduzione delle emissioni e un tempo di ritorno dell'energia molto buono.

Esistono numerosi altri problemi nella costruzione di questo indicatore adimensionale. Ad esempio, si richiede di calcolare Y_{agri} come resa agricola in condizioni "normali" e "fotovoltaiche", ma in kg/ha. Ciò presume che la resa agricola sia analoga quanto a prodotto, o che il campo "normale" sia fattibile in normali condizioni di mercato. Nel nostro caso la presenza stessa di un altro investitore (Maag, quello fotovoltaico e proponente), che si fa carico dell'acquisto del terreno, cambia del tutto i parametri di fattibilità economica, rendendo possibile con un investimento aggiuntivo compatibile (di Oxy Capital, investitore agricolo) di intervenire e proporre un impianto ad alto rendimento sia in termini di massa come economico che, altrimenti, sarebbe fattibile solo per superfici di 105 ettari o più. Dunque, per applicare la prima frazione bisognerebbe confrontare un uso olivicolo standard con l'uso applicato (anche se un impianto olivicolo standard richiederebbe pitch maggiori e quindi minore produzione elettrica).

[30] - B. Willockx, B. Uytterhaegen, B. Ronsijn, B. Herteleer e J. Cappelle, «A standardized classification and performance indicators of agrivoltaic systems,» in *37th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*, Lisbona, 2020.

[31] - In matematica applicata alle scienze, un numero adimensionale, o numero puro, o gruppo adimensionale, è una grandezza fisica esprimibile come un numero senza alcuna unità di misura. Tale gruppo viene generalmente definito come prodotto o rapporto di quantità dimensionali di riferimento, in modo tale che il risultato sia privo di dimensione; *la scelta delle grandezze di riferimento è fondamentale*, giacché una scelta arbitraria porterebbe a un risultato puramente formale. Operando opportunamente, si ottengono numeri adimensionali che sono, in generale, il rapporto tra forze che intervengono nel fenomeno.

Ovvero:

LER - frazione agricola			
confronto	superficie analoga	7.200	n. piante
	produzione	40	kg/albero
		288.000	kg
progetto	superficie analoga	76.927	n. piante
	produzione	5	kg/albero
		384.634	kg

Figura 82 - Calcolo LER_frazione agricola

Invece Y_{el} è la resa energetica, mettendo a confronto un sistema fotovoltaico nella stessa posizione ed orientamento. Nel nostro caso è stata stimata una perdita di produzione, causata dalla presenza della siepe olivicola inferiore al 3%.

Ovvero:

LER - frazione elettrica			
confronto	produzione unitaria	1.648	kWh/kW
	produzione totale	88.976	MWh
progetto	produzione unitaria	1.600	kWh/kW
	produzione totale	86.384	MWh

Figura 83 - Calcolo LER_frazione elettrica

Seguendo questo metodo, con i suoi evidenti limiti, il LER dell'impianto è:

LER = 384.634 / 288.000 + 88.976 / 86.384

LER	agricolo	elettrico	totale
	1,336	1,030	2,37

Figura 84 - Calcolo LER

Mettendo a confronto, invece, la CO_2 evitata (assorbita o non emessa) dei due sistemi, con impianto fotovoltaico ma senza olivi e con olivi ma senza impianto fotovoltaico, secondo le stime prima esplicate, prevale la pur modesta perdita energetica sul significativo aumento della resa agricola:

Confronto emissioni			
	t CO2 assorbita per ha	t CO2 evitata per MW	**totale**
progetto	17,7	521	**538,700**
benchmark	13,25	499	**512,453**
saldo	***4,447***	***21,800***	***26,247***

Figura 85 - CO_2 evitata

Come si vede la combinazione dell'impianto fotovoltaico ad alta efficienza di generazione, ed impianto olivicolo ad alta efficienza di produzione è quella migliore possibile.

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.

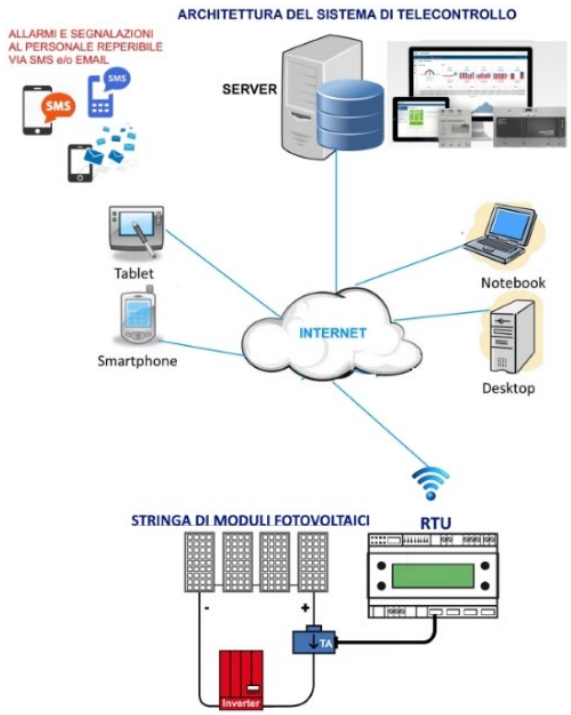


Figura 86 - Schema sistema di telecontrollo

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 supervisori.

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 meteoclimatica 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 esplicato 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'ISPRA[32] (anche se l'area non sarebbe tenuta).

[32] - 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

2.28 Cronogramma generale

La realizzazione del cantiere prevede un impiego massimo contemporaneo di 208 operai.

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.

Il cantiere avrà una durata di circa 223 giorni lavorativi.

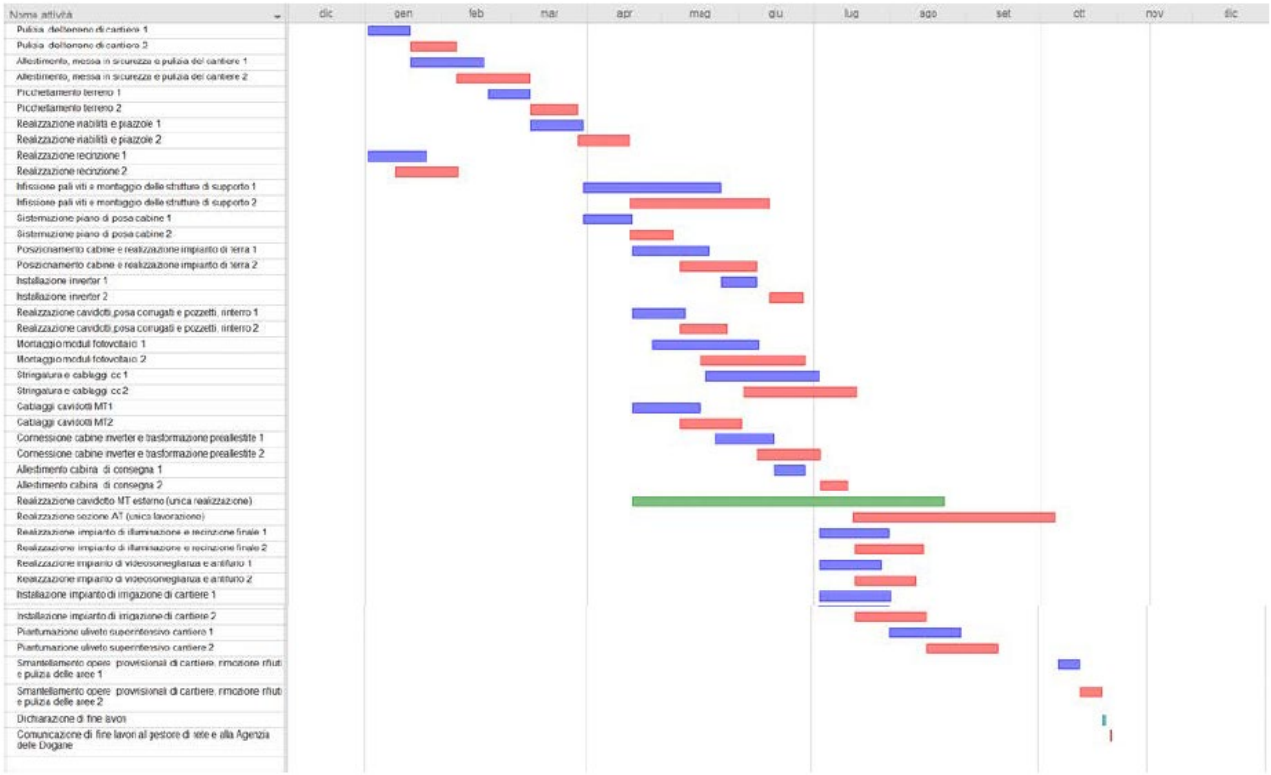


Figura 87 – Cronogramma

2.27 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 estremo ovest del comune di Villasor, nel quale insiste la connessione e la nuova SE, al confine con quello di Vallermosa.

Complessivamente, è stato proposto un impianto da ca 53,99 MW in immissione su una superficie complessiva di 115 ha, di cui solo 65 recintati. Il 35 % del terreno compromesso non sarà utilizzato dal progetto per la produzione elettrica. Il 12 % dell'area sarà impiegata per mitigare l'impatto paesaggistico e produrre le necessarie distanze dalle aree di pregio o dalla viabilità principale, l'10% per creare un sistema di connessione ecologica di bordo. Il 63% del terreno è stato impegnato con **un oliveto superintensivo composto da 76.927piante, accompagnato da apicoltura,** ed affidato ad un **investitore professionale** tra i più importanti nello scacchiere nazionale.
Inoltre circa 12 ha sono stati dedicati alle **mitigazioni**, e 10 ha a aree di compensazione naturalistica.

Usi naturali	259.871	23%
Usi produttivi agricoli	564.247	49%
Usi elettrici	229.242	20%

Calcolando i dati sopra indicati ai fini della percentuale per la qualifica di agrivoltaico, ovvero rispetto al 'tassello' recintato, si ottengono i seguenti valori:

D	**Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A**	**672.000**		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	604.426	**89,9**	D
E1	di cui uliveto superintensivo	426.255	63,4	D
E2	di cui prato fiorito	178.171	26,5	D

Gli usi produttivi agricoli utilizzano direttamente oltre metà dell'area di progetto e l'attenzione alla qualità e salvaguardia del suolo in tutto. La superficie netta, calcolata come proiezione ortogonale a terra dei pannelli in posizione verticale (impegno in fase di lavorazione agricola) è del 35% del complessivo terreno disponibile, in proiezione zenitale sarebbe del 22%.

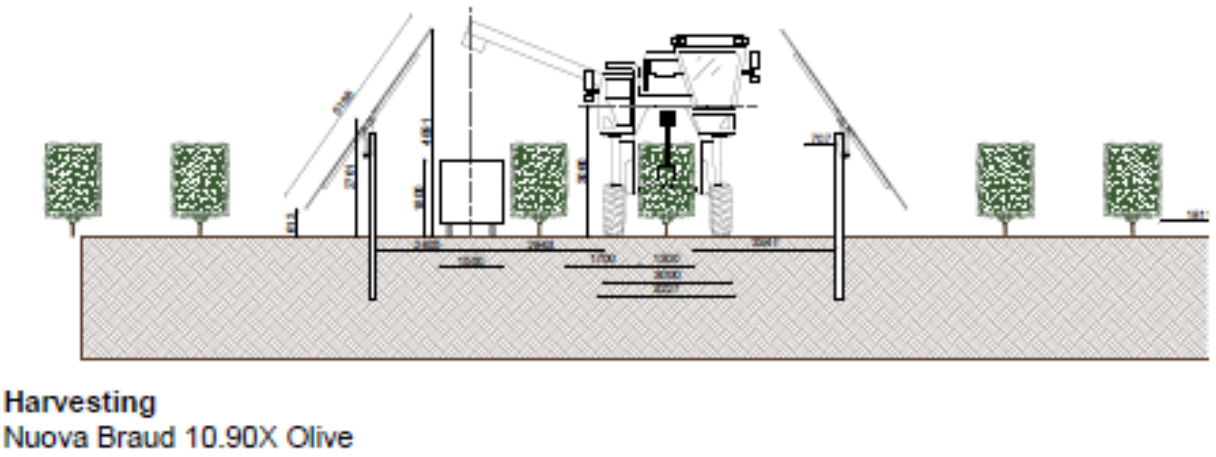


Figura 88 - Posizione in fase di raccolta

Circa la metà del suolo è concretamente utilizzata da **un'attività agricola di mercato, ad alto investimento** e con applicazione di tecnologie innovative, adatta al tipo di suolo del sito (a seguito di indagini specifiche), con un sesto di impianto ed una interfila fotovoltaica che sono state oggetto di una progettazione integrata multidisciplinare lungo diversi mesi. La produzione attesa è di 50 quintali di olio (3.847 quintali di olive) per ettaro, da moltiplicare per 43 ha netti. Dunque, di oltre 50.695 litri di olio.

Figura 89 - Partner industriale agricolo

Parte agricola intensiva		
olivi	76.927	
densità ulivi	1.992,53	alberi/ha
ettari lordi (incluso strade)	43	ha
ettari netti (escl. strade)	39	ha
produzione albero	5,00	kg/albero
produzione olive	3.846	q
produzione olio	50.695	l
efficienza conversione	13%	
valore olio	4	€/l
fatturato olio	202.778,83 €	€/anno
rendimento per ettari lordi	4.757,22 €	

Figura 90 - Calcolo produzione olio

Il **contratto a lungo termine** con la società Olio Dante stabilisce il ritiro dell'intera produzione ad un prezzo stabilito e prevede un fatturato di ca 200.000,00 euro all'anno, con la messa a regime dal terzo anno ed il 40% della produzione dal secondo.

La co-progettazione tra i due gruppi di lavoro, afferenti ai due investitori, ha portato ad individuare una soluzione che prevede:

- tracker alti, distanziati 11 metri;
- due siepi di olivi per ogni canale di coltivazione;
- reti di trasporto energia e fertilizzanti accuratamente calibrate per non andare in conflitto;
- percorsi dei mezzi per le operazioni rispettive di manutenzione e trattamento attentamente valutati e dimensionati;
- procedure di accesso, gestione, interazione discusse ed approvate in protocolli legalmente consolidati;
- accordi commerciali tra le parti definiti al giusto livello di definizione e stipulati ante l'avvio del procedimento.

Il progetto, che non prevede alcuna alterazione del normale scorrimento delle acque o interventi sui profili altimetrici e le linee di impluvio o compluvio, sviluppa una **potenza nominale (di picco) complessiva di 53.990 kWp**. Ed è costituita da 73.968 moduli fotovoltaici in silicio cristallino.
L'energia prodotta annuale sarà di 98.057,898 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.

L'energia prodotta sarà dispacciata attraverso un elettrodotto interrato che correrà per terreni e strade pubbliche, secondo le specifiche e raccomandazioni comunali, fino ad una nuova 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), alternative sulla cultivar olivicola (2.10.5). Durante le varie fasi analitiche il sito è stato valutato idoneo, ma la potenza è stata ridotta del 20%, rispetto a quella inizialmente programmata, per dare spazio ad una significativa mitigazione e per consentire la produzione agricola al massimo livello di efficienza.

In definitiva una dimensione caratterizzante e sulla quale è stata spesa molta energia progettuale dell'impianto "Energia dell'olio di Villasor" è l'intervento agrario che cerca di realizzare un sistema "agro-voltaico" realmente integrato che dia 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 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 dediti alla produzione di olive da olio.

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 2.25), oggetto peraltro anche dell'allegato PMA.

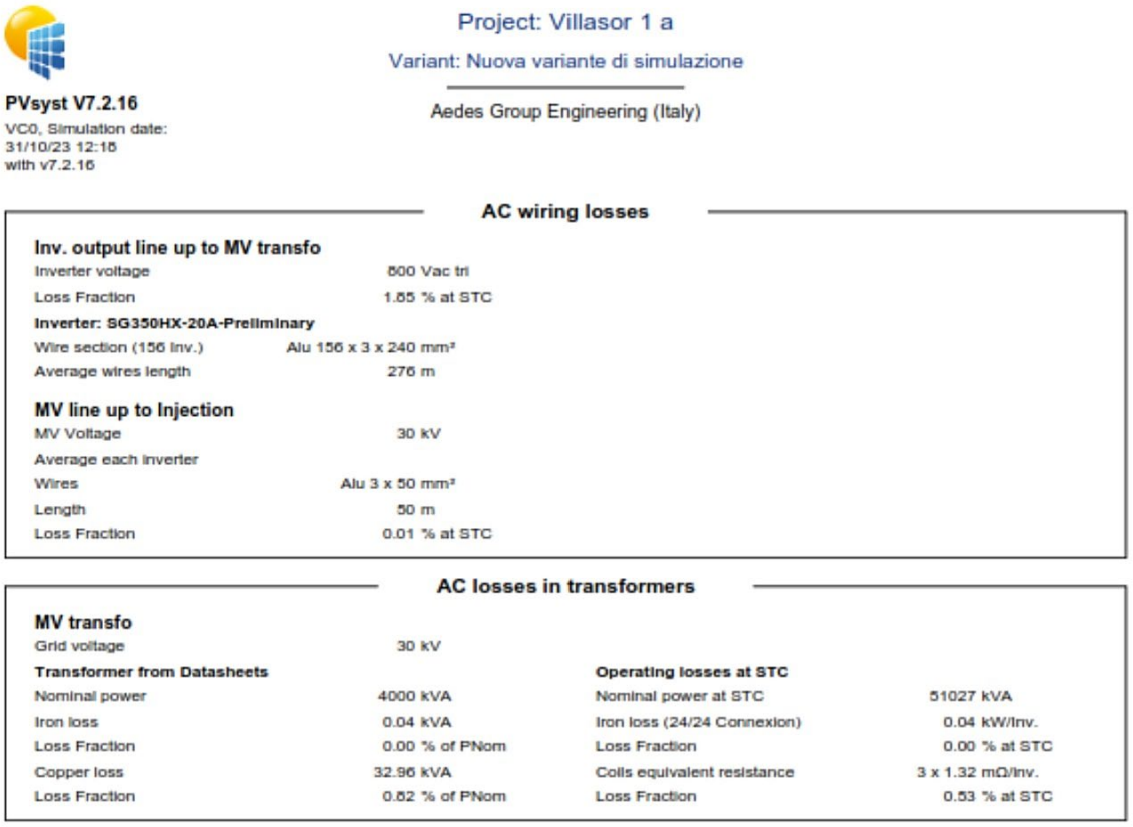
Infine, il quadro di investimento (2.24) che assomma complessivamente a circa 37 milioni di euro (inclusa Iva e costi di progettazione e sicurezza). Di questi la parte naturalistica e agricola produttiva incide per ca 1 milione (3 %), ma impiega pienamente e con accordi contrattuali precisi e vincolanti oltre il 90% del suolo di impianto.

Il sito è potenzialmente inquinato, come rilevato nel Quadro Programmatico, par. 1.15.
Sarà quindi proposta, parallelamente al presente procedimento (cfr. figura 38, par. 1.15.4) un processo di Caratterizzazione autorizzato dalla DG USSRI, Divisione VII, del MASE. A seguito dell'eventuale Analisi di rischio le aree che dovessero risultare inquinate saranno sottoposte a procedure di 'Messa in sicurezza permanente' conformi al Regolamento 1° marzo 2019, m. 46 e secondo le ipotesi illustrate nel par. 2.4.3.3 e 2.4.3.4.

Indice delle figure:

Figura 1- Cella fotovoltaica 6
Figura 2 - Pannello fotovoltaico 7
Figura 3 - Schizzo dell'assetto impiantistico: un filare FV e due siepi ulivicole alternate 14
Figura 4 - Veduta verso Villasor (8 km) e Serramanna (7 km) 16
Figura 5 – Veduta verso la costa (39 km) 16
Figura 6 - Layout generale dell'impianto, 1 17
Figura 7- Accesso da SS 293 18
Figura 8 - Veduta del territorio dal drone, volo a giugno '23 19
Figura 9 - Vedute degli Eucalipti 20
Figura 10 - Veduta dei terreni 20
Figura 11 - Tabella aree impegnate dall'impianto 21
Figura 12 - Tabella di calcolo del requisito A 22
Figura 13 - Sezione tipo dell'assetto agrovoltaico 22
Figura 14 – veduta del modello 3D, interno impianto, 1 23
Figura 15 - Veduta del modello 3D, interno impianto, 2 23
Figura 16 - Veduta del modello 3D, interno impianto, 3 23
Figura 17 - Veduta del modello 3D, interno impianto, 4 24
Figura 18 - Nuova SE 24
Figura 19- schema inseguitori 27
Figura 20- Tracker monoassiali (esempio) 28
Figura 21 - Dati moduli 29
Figura 22 Caratteristiche Inverter 30
Figura 23 - Efficienza Inverter 31
Figura 24 - Cabina tipo MT/BT 32
Figura 25 - Cabina di raccolta e control room 33
Figura 26 - Cabina di raccolta 20 m x 3 m e control room 34
Figura 27 - Cabina di raccolta 12m x 3 m e control room 34
Figura 28 - Tracciato dell'elettrodotto MT 35
Figura 29 –Innesto su strada interpoderale 36
Figura 30 - Attraversamento ponte 36
Figura 31 - Arrivo alla Stazione Utente 37
Figura 32 - Particolari attraversamento del ponte 37
Figura 33- Cavidotti BT interni 39
Figura 34 - Esempio di impianto di terra 41
Figura 35 - Aree critiche 43
Figura 36 - Schema rete di distribuzione, Italia 44
Figura 37 - Studio tipo ombreggiamento con influenza del progetto agricolo 48
Figura 38 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 1. 49
Figura 39 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 2 50
Figura 40 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 3 51

Figura 41 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 4



PVsyst V7.2.16
VC0, Simulation date:
31/10/23 12:16
with v7.2.16

Project: Villasor 1 a
Variant: Nuova variante di simulazione
Aedes Group Engineering (Italy)

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo	
Inverter voltage	800 Vac tri
Loss Fraction	1.65 % at STC
Inverter: SG350HX-20A-Preliminary	
Wire section (156 Inv.)	Alu 156 x 3 x 240 mm²
Average wires length	276 m
MV line up to Injection	
MV Voltage	30 kV
Average each inverter	
Wires	Alu 3 x 50 mm²
Length	50 m
Loss Fraction	0.01 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo			
Grid voltage	30 kV		
Transformer from Datasheets		**Operating losses at STC**	
Nominal power	4000 kVA	Nominal power at STC	51027 kVA
Iron loss	0.04 kVA	Iron loss (24/24 Connexion)	0.04 kW/Inv.
Loss Fraction	0.00 % of PNom	Loss Fraction	0.00 % at STC
Copper loss	32.96 kVA	Coils equivalent resistance	3 x 1.32 mΩ/Inv.
Loss Fraction	0.82 % of PNom	Loss Fraction	0.53 % at STC

....52
Figura 42 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 5 53
Figura 43 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 6 54
Figura 44 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 7 55
Figura 45 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 8 56
Figura 46 - Tabella di sintesi della producibilità d'impianto senza le siepi ulivicole, 9 57
Figura 47 - Tabella di confronto modelli criterio C....65
Figura 48 - Confronto alternative, criterio C 66
Figura 49- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato....68
Figura 50 - Sezione tipo di elettrodotti 69
Figura 51 - Cavidotto 69
Figura 52 - Cabina tipo 70
Figura 53 - Recinzione, particolare....72
Figura 54- Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza....73
Figura 55 - Scheda tecnica proiettore LED tipo 74
Figura 56 - Inquadramento dell'area sulla cartografia dell'uso del suolo....77
Figura 57 - Esempi di tratti di mitigazione 88
Figura 58 - Quantità di alberi e arbusti 89
Figura 59 - Miscuglio fiorito....92
Figura 60 - Esempio di uliveto superintensivo in fase di raccolta 93
Figura 61 - Raccoglitrice....94
Figura 62 - Schema dei rapporti di investimento....95
Figura 63 - Schema attività ed interferenze 99
Figura 64 - Frangitura delle olive 104
Figura 65 - Veduta allegata alla proposta di legge americana 107
Figura 66 – Apicoltura, dati e stime....109

Figura 67 - Apicoltura, produzione stimata 109
Figura 68 - Costi apicoltura, investimento e circolante 110
Figura 69 - Vendita prodotti e rendimento economico 110
Figura 70 - Schema apicoltura 111
Figura 71 - Caratteristiche robot 139
Figura 72 - Fase 1,..... 146
Figura 73 - Area di cantiere1 - fase 2..... 147
Figura 74- Cantiere, fase 3 148
Figura 75 - Cronogramma opere di dismissione cantiere 151
Figura 76 - Quadro economico 162
Figura 77 - Emissioni CO_2 parte fotovoltaica ed agricola 166
Figura 78 - Confronto tra perdita di produzione elettrica e guadagno agricolo (CO_2 non emessa). 166
Figura 79 Confronti analisi LCA 167
Figura 80 - Risultati LCA di confronto per ogni kWh..... 168
Figura 81 - Land Equivalent Ratio..... 169
Figura 82 - Calcolo LER_frazione agricola 170
Figura 83 - Calcolo LER_frazione elettrica 170
Figura 84 - Calcolo LER..... 170
Figura 85 - CO_2 evitata 170
Figura 86 - Schema sistema di telecontrollo 171
Figura 87 – Cronogramma 174
Figura 88 - Posizione in fase di raccolta 176
Figura 89 - Partner industriale agricolo 176
Figura 90 - Calcolo produzione olio 177