



REGIONE
PUGLIA

COMUNE DI TROIA (FG)

Progettazione della Centrale Solare "Frutti Antichi Troia" da 21.890,40 kWp



Proponente:

PACIFICO

Pacifico Ametista s.r.l.

Piazza Walther-von-der-Vogelweide,8 - 39100 (BZ)

Titolo: Studio di Impatto Ambientale - Quadro Progettuale - C.02

**progetto
verde**
studio di architettura del paesaggio

AEDES GROUP
ENGINEERING

**MARE
RINNOVABILI**

N° Elaborato: 02

Cod: VR_01-b

tipo di progetto:

- ☐ RILIEVO
- ☐ PRELIMINARE
- ☒ DEFINITIVO
- ☐ ESECUTIVO

**Progetto dell'inserimento paesaggistico
e mitigazione**

Progettista:

Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi
Arch. Alessandro Visalli

Collaboratori:

Agr. Rosa Verde
Urb. Patrizia Ruggiero
Arch. Anna Sirica
Urb. Sara De Rogatis
Paes. Rosanna Annunziata

Progettazione elettrica e civile

Progettista:

Ing. Rolando Roberto
Ing. Marco Balzano

Collaboratori:

Ing. Simone Bonacini
Ing. Giselle Roberto

Consulenza geologia

Geol. Gaetano Ciccarello

Consulenza archeologia

Archeol. Concetta C. Costa

Rev.	descrizione	data	formato	elaborato da	controllato da	approvato da
00		Luglio 2021	A4	Alessandro Visalli	Rosa Verde	Fabrizio Cembalo Sambiasi
01	Nuova consegna	Febbraio 2023	A4	Alessandro Visalli	Patrizia Ruggiero	Fabrizio Cembalo Sambiasi
02						
03						

Sommario

2 - Quadro Progettuale.....	5
2.1 Premesse.....	5
2.2 Contenuto del Quadro Progettuale.....	10
2.3 Localizzazione.....	11
2.3.1 Analisi della viabilità	14
2.3.2 Lo stato dei suoli.....	16
2.4 Descrizione generale.....	17
2.5 La regimazione delle acque	22
2.6 Le opere elettromeccaniche	24
2.6.1 Generalità.....	24
2.6.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale.....	25
2.6.3 Moduli fotovoltaici	26
2.6.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter)	28
2.6.5 Sotto-cabine MT	31
2.6.6 Area di raccolta cabine MT.....	31
2.7 Il dispacciamento dell'energia prodotta.....	32
2.7.1 Elettrodotto	32
2.7.2 Cavidotti interni	34
2.7.3 Sicurezza elettrica	35
2.7.4 Stazione di trasformazione AT/MT e di consegna finale.....	38
2.8 Producibilità	40
2.8.1 Generalità.....	40
2.8.2 Simulazione	40
2.8.3 Tabelle PVsyst	42
2.9 Politiche gestionali.....	50
2.9.1 Misure di sicurezza dei lavoratori	50
2.10 Alternative	52
2.10.1 Alternative di localizzazione.....	52
2.10.2 Alternative di taglia e potenza	53
2.10.3 Alternative tecnologiche	53
2.10.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni	54
2.11 Superfici e volumi di scavo	57
2.11.1 Quantità.....	57
2.11.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti	59
2.12 Altri materiali e risorse naturali impiegate	60
2.12.1 Stima materiali da utilizzare	60
2.13 Intervento agrario: obiettivi e scopi	63
2.14 Mitigazioni previste.....	66
2.14.1 Generalità.....	66
2.14.2 Specie utilizzate	67
2.15 Descrizione dell'intervento naturalistico	70
2.15.1 Generalità.....	70
2.15.2 Arbusti e corridoi ecologici	72
2.15.4 Monitoraggio faunistico.....	74
2.16 Progetto agricolo: apicoltura, olivicoltura, frutteto, prato fiorito	75
2.16.1 a) oliveto specializzato.....	75
2.16.1.1 - Cenni storici.....	76
2.16.2 b) Frutteto	82

2.16.3	c) apicoltura	96
2.16.3.1	- Apicoltura, cenni storici	98
2.16.3.2	- L'opportunità e i casi internazionali	100
2.16.3.3	- Caratteristiche e tecniche	103
2.16.3.4	- Apicoltori in provincia di Foggia	104
2.16.4	b) Prati fioriti	105
2.17	Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio	109
2.17.1	Generalità.....	109
2.17.2	Fase di cantiere, il "Piano di Sicurezza e Coordinamento"	109
2.17.2	Fase di cantiere il "Piano Operativo per la Sicurezza"	113
2.17.3	Fase di esercizio: descrizione del "Fascicolo di manutenzione dell'opera"	114
2.17.4	Operazioni da effettuarsi prima dell'avvio dell'impianto fotovoltaico	115
2.17.5	Operazioni per la messa in funzione	115
2.17.6	Verifiche e manutenzioni in esercizio	116
2.17.7	Schede tecniche di intervento	117
2.17.8	Incidenti e procedure di emergenza	121
2.18	Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, misure di sicurezza.....	125
2.18.1	Generalità.....	125
2.18.2	Norme e fasce di rispetto da elettrodotti	127
2.18.3	Impianto ed interferenze con le linee elettriche	130
2.18.4	Scelte progettuali e prescrizioni	130
2.19	Automazione operazioni	131
2.19.1	Pulizia pannelli	131
2.19.2	Sfalcio prato fiorito	131
2.20	Descrizione del cantiere, rischi, mezzi ed attrezzature	132
2.20.1	Avvertenze e misure generali.....	132
2.20.2	Attrezzature di cantiere	133
2.20.3	Operazioni di cantiere	134
2.21	Ripristino dello stato dei luoghi	141
2.21.1	Descrizione delle operazioni	141
2.21.2	Cronogramma delle opere di dismissione	142
2.21.3	Computo delle operazioni di dismissione	143
2.22	Stima dei rifiuti prodotti e materiali a recupero/riciclo	144
2.22.1	Rifiuti prodotti	144
2.22.2	Riciclo dei pannelli e degli altri materiali a fine vita	145
2.23	Manutenzione ordinaria degli impianti.....	148
2.23.1	Premessa	148
2.23.2	Lista delle operazioni di manutenzione.....	149
2.24	Investimento	153
2.24.1	Impianto elettrico ed opere connesse	153
2.24.2	Investimento mitigazioni e compensazioni	154
2.25	Bilanci energetici ed ambientali.....	155
2.25.1	Emissioni CO ₂ evitate e combustibili risparmiati	155
2.25.2	Territorio energy free	156
2.25.3	Vantaggi per il territorio e l'economia.....	156
2.26	Monitoraggi	157
2.26.1	Monitoraggi elettrici	157
2.26.2	Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo.....	158
2.26.3	Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità.....	159
2.27	Cronogramma generale.....	160
2.28	Conclusioni del Quadro Progettuale	161

QUADRO PROGETTUALE

2 - Quadro Progettuale

2.1 Premesse

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

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

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

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

tra la massima potenza P_{max} [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.

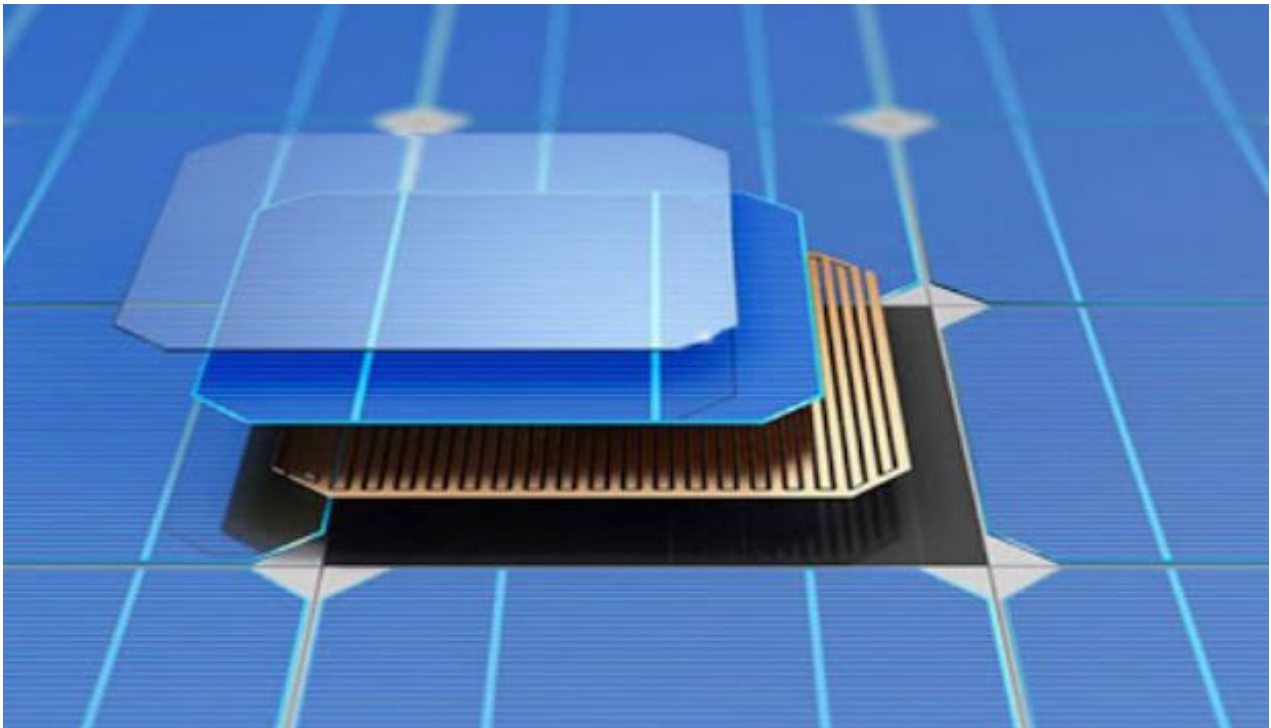


Figura 1- Cella fotovoltaica

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.

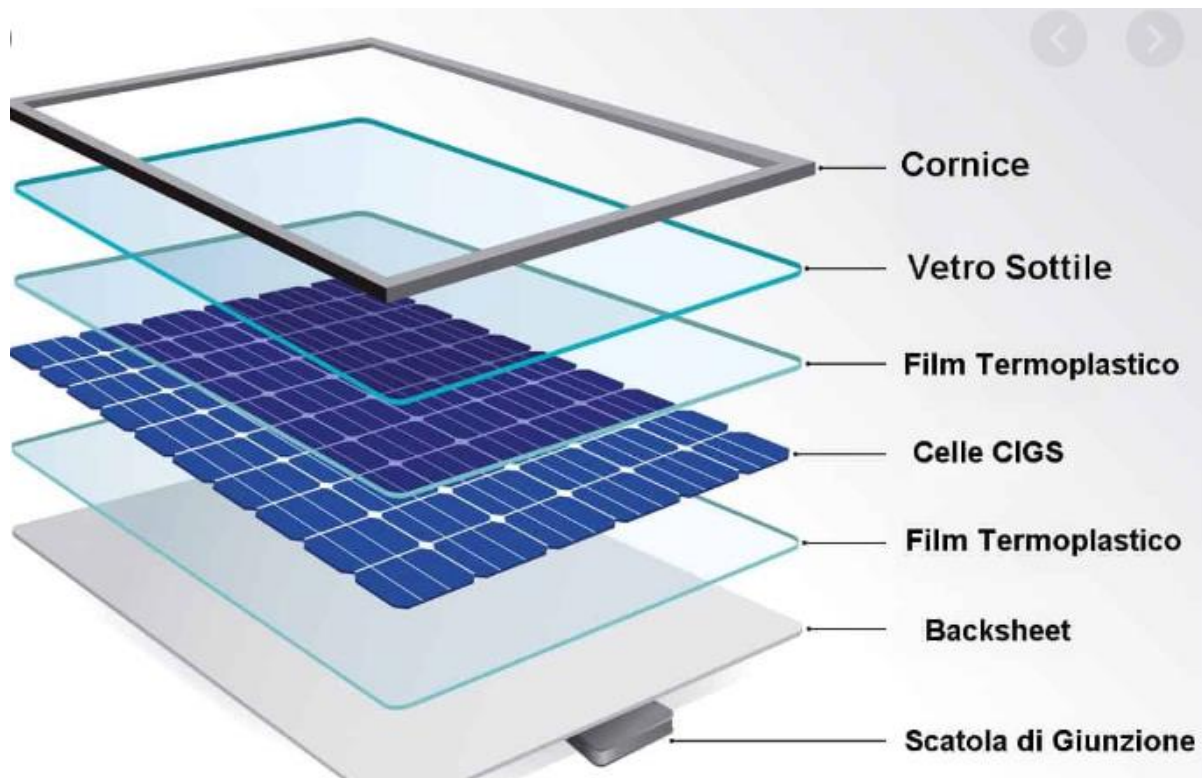


Figura 2- Pannello fotovoltaico

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.
- **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.

Da ultimo bisogna considerare che le prestazioni di un generatore fotovoltaico dipendono dalle

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

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

2.2 *Contenuto del Quadro Progettuale*

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

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

Contiene, più in dettaglio:

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

2.3 Localizzazione

L'impianto è proposto nel comune di Troia, in Puglia, in Provincia di Foggia. Si tratta di un territorio a forte vocazione agricola, di cui il progetto ne impegna il 0,02 %, ma per oltre il 90% lasciando attività agricole. Anzi inserendo attività agricole di maggior pregio, affidate ad aziende locali sotto la responsabilità del proponente, e significative aree naturalistiche di nuovo impianto.

L'impianto è localizzato alle coordinate:

- 41°21'44.95''N,
- 15°20'12.14''E

Il terreno su cui verrà collocato l'impianto fotovoltaico, è complessivamente pianeggiante, salvo che nell'area più vicina all'abitato che non sarà utilizzata ma dedicata ad una coltivazione ulivicola, bene esposto ai fini dell'applicazione specifica e con l'orizzonte libero. La superficie complessiva del terreno è di mq 404.546 a destinazione agricola.

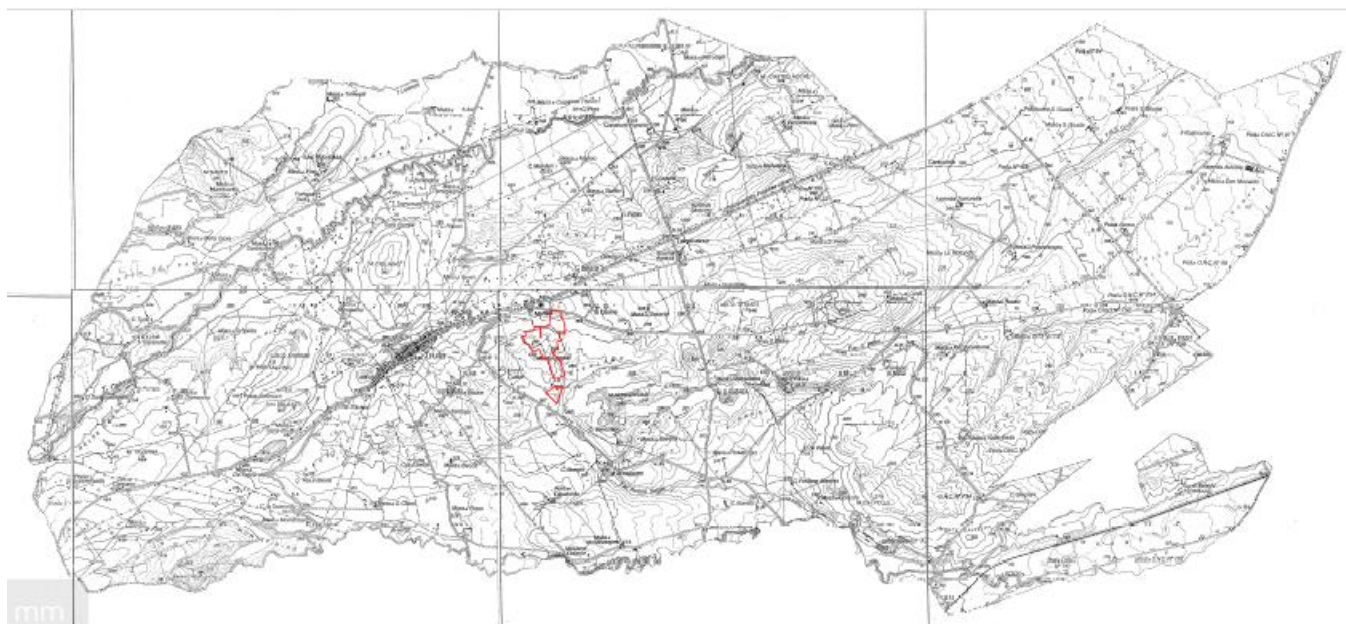


Figura 3 - Inquadramento territoriale

Identificazione catastale

L'identificazione catastale dei lotti è la seguente:

1	Dedda Donata/ Viola Maria Pia	Troia	54	14	Diritto di Superficie
2	Consiglia Tredanari	Troia	54	1	Diritto di Superficie
3	Consiglia Tredanari	Troia	54	2	Diritto di Superficie
4	Consiglia Tredanari	Troia	54	3	Diritto di Superficie
5	Consiglia Tredanari	Troia	54	13	Diritto di Superficie
6	Consiglia Tredanari	Troia	54	61	Diritto di Superficie
7	Consiglia Tredanari	Troia	50	521	Diritto di Superficie
8	Vincenzo Pillo	Troia	50	32	Diritto di Superficie
9	Vincenzo Pillo	Troia	50	408	Diritto di Superficie
10	Maria Grazia Tredanari	Troia	50	35	Diritto di Superficie
11	Maria Grazia Tredanari	Troia	50	77	Diritto di Superficie
12	Maria Grazia Tredanari	Troia	50	78	Diritto di Superficie
13	Maria Grazia Tredanari	Troia	50	111	Diritto di Superficie
14	Leonardo Rutigliano	Troia	50	79	Diritto di Superficie
15	Giuseppe Tredanari	Troia	50	36	Diritto di Superficie
16	Giuseppe Tredanari	Troia	50	528	Diritto di Superficie
17	Giovanni Curato	Troia	50	33	Diritto di Superficie
18	Giovanni Curato	Troia	50	75	Diritto di Superficie
25	Ersiglia Borgia/ Giuseppe Ricchetti	Troia	51	160	Diritto di Superficie
26	Ersiglia Borgia/ Giuseppe Ricchetti	Troia	51	161	Diritto di Superficie
27	Ersiglia Borgia/ Giuseppe Ricchetti	Troia	51	162	Diritto di Superficie
28	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	50	39	Diritto di Superficie
29	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	50	86	Diritto di Superficie
30	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	50	87	Diritto di Superficie
31	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	51	123	Diritto di Superficie
32	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	51	125	Diritto di Superficie
33	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	26	Diritto di Superficie
34	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	27	Diritto di Superficie
35	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	50	Diritto di Superficie
36	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	77	Diritto di Superficie
37	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	99	Diritto di Superficie
38	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	111	Diritto di Superficie
39	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	114	Diritto di Superficie
40	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	117	Diritto di Superficie
41	Carmela Tredanari/ Vincenzo Bonghi	Troia	54	120	Diritto di Superficie
42	Angela Moffa	Troia	50	81	Diritto di Superficie
43	Angela Moffa	Troia	50	150	Diritto di Superficie

Figura 4- Particelle catastali



Figura 5 – Impianto su mappa catastale

Come si vede dall'immagine seguente l'impianto si dispone con andamento Nord-Sud su 3 piastre di dimensione variabile.

Una porzione del terreno, in adiacenza ad un fosso agricolo che corre sul lato Ovest del terreno è stata impostata come area di rinaturalizzazione, si tratta di 3,5 ha (8,7 % del lotto). Le ampie e diversificate, in funzione delle vedute, fasce di mitigazione interessano altri 8 ha (20% del lotto). Alcuni usi agricoli specializzati, o compresenti a quelli fotovoltaici, sono stati disposti su ampie superfici del lotto. Si tratta di un frutteto didattico su 0,7 ha (1,7% del lotto), di un'area ulivicola per 2,4 ha (6%) e soprattutto di un'ampia area di cultura apicola, con un prato fiorito di 22 ha e 100 arnie. La mera superficie radiante dell'impianto (calcolata come superficie complessiva dei pannelli, se si vuole come proiezione a terra degli stessi quando sono in posizione orizzontale) impegna il 35,5% dell'area recintata.



Figura 6 – Impianto – veduta del modello

2.3.1 Analisi della viabilità

Alla città di Troia si accede attraverso la SP 123, provenendo da Sud-Est (ovvero dalla Campania, Ariano Irpino), oppure da Ovest (da Foggia) con la SP115. Infine, sull'altro asse Nord-Sud si può prendere la SP109 da Lucera che prosegue verso Ascoli Satriano.

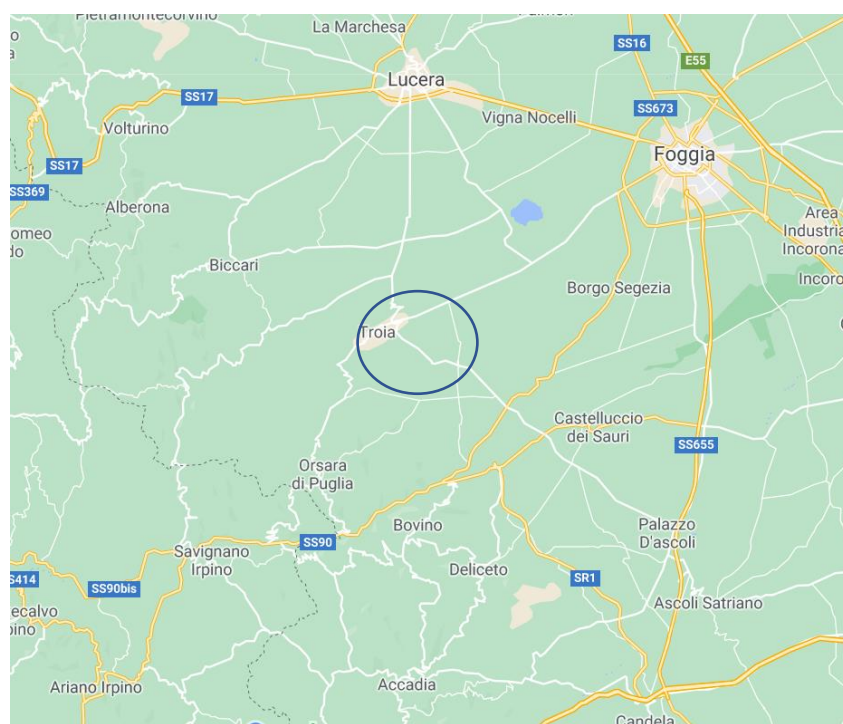


Figura 7 - Localizzazione territoriale

Troia è una delle città dell'antica "Pentapoli" e porta di ingresso della Puglia dal lato campano.



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



Figura 8- veduta della viabilità

2.3.2 Lo stato dei suoli

I suoli sono attualmente ad uso agricolo e in buono stato generale. Nel Quadro Ambientale è presente una caratterizzazione di maggiore dettaglio.

Gli appezzamenti confinanti sono coltivati a cereali.



Figura 9- veduta del terreno



Figura 10 - Veduta del terreno

2.4 Descrizione generale

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

Più precisamente:

		mq	%	su
A	Superficie complessiva del lotto	404.548		
B	superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	273.921	67,7	A
B1	di cui superficie netta radiante impegnata	97.142	35,5	B
B2	di cui superficie minima proiezione tracker	42.749	15,6	B
C	Superficie viabilità totale	16.303	4,0	A
D	Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A	273.921		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	225.000	82,1	E/D
E2	di cui prato fiorito	225.000	82,1	E2/D
F	Aree agricole esterne	31.197	7,7	A
F1	di cui alberi storici	7.000	1,7	A
F2	di cui uliveto tradizionale	24.197	6,0	A
G	Altre aree naturali	115.371	28,5	A
G1	superficie mitigazione	80.371	19,9	A
G2	superficie connessione ecologica	35.000	8,7	A
H	Superficie agricola Totale	371.568	91,8	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. In realtà tale superficie è ancora inferiore considerando l'altezza dei pannelli e la loro giacitura e può essere stimata in area di prevalente ombreggiamento come inferiore al 10 % del lotto.

Come vedremo meglio nel seguito della relazione è stata prestata particolare cura alla definizione del bordo di contatto tra il campo e il territorio contermini.

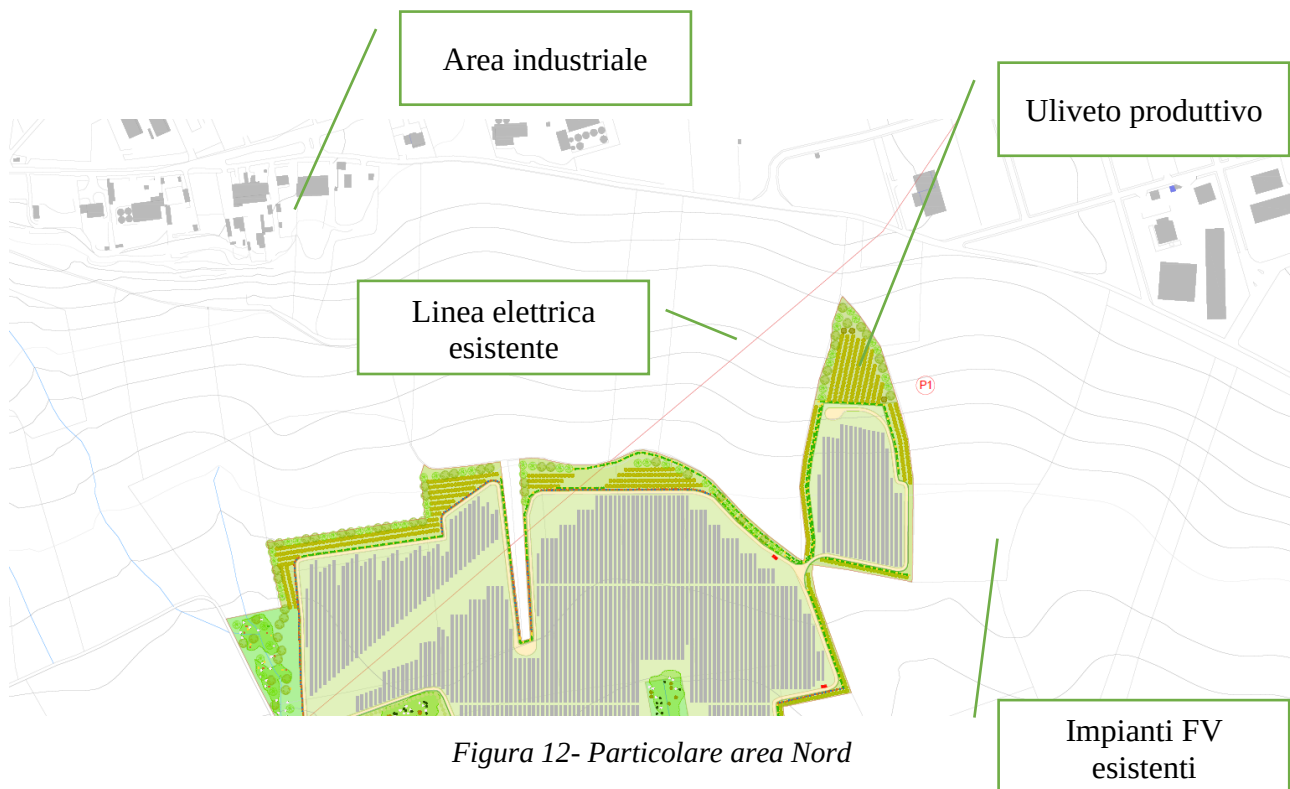


Figura 12- Particolare area Nord

Il confine Nord dell'impianto, sottoposto alle propaggini estreme dell'abitato di Troia è stato particolarmente curato, disponendo quasi per intero a nord della diagonale istituita dalla linea elettrica Enel un'area di produzione ulivicola e alberi di mitigazione più alti.



Figura 13 - particolare dell'impianto, zona Centrale

La sezione centrale dell'impianto è interessata da un ampio spessore interposto al margine Ovest, dal lato della città di Troia e della strada panoramica, organizzato come boschetto naturale e centro

didattico con aree di coltivazione di alberi da frutto tradizionali. Segue un tratto di mitigazione con alberi di grandezza idonea di significativo spessore intervallati da piccole aree di uliveto. Dal lato opposto il canale è stato circondato da una fascia ampia 15 metri trattata con arbusti e altre forme di insediamento naturale spontaneo.



Figura 14- Particolare area Sud

Nell'area Sud la mitigazione segue l'andamento dei lotti, avendo cura di prendere distanza nei bordi, per creare un effetto più naturale, e di distanziare l'impianto dalle aree di tutela.

Dal punto di vista elettrico l'impianto avrà una potenza di picco di 21.890 kW e sarà costituito da 31.272 moduli di silicio cristallino. Saranno posti 60 inverter di stringa dalla potenza nominale di 320 kW.

L'impianto sarà esercito in parallelo alla rete elettrica nazionale di TERNA, il collegamento sarà da effettuarsi in antenna in alta tensione (AT) a 150 kV con una potenza massima in immissione pari a

19.200 kW. L'intera produzione sarà immessa in rete e venduta secondo le modalità previste dal mercato libero dell'energia.

Quasi tutti i lotti sono stati interessati da una soluzione ad inseguimento monoassiale che ha il vantaggio di incrementare la produttività rispetto ai sistemi fissi con un piccolo aggravio in termini di costo di investimento e manutenzione. Inoltre, in questo modo una parte della produzione verrà immessa in rete in orari che non si trovano in concorrenza con la tradizionale produzione fotovoltaica nazionale, garantendo una migliore competitività al di fuori delle fasce zonali di massima produzione in cui il prezzo di vendita risulterebbe più basso.

Ciò è particolarmente importante perché l'impianto non accederà ad alcun incentivo nazionale.



Figura 15 - Inseguitore monoassiale

L'impianto ha un pitch di 5 mt, ne consegue che le stringhe di inseguitori, con pannello da 700 Wp e dimensioni 2.382 x 1.305 x 40 mm, saranno poste a 3 mt di distanza in proiezione zenitale a pannello perfettamente orizzontale.

I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il convogliamento alla stazione di trasformazione AT/MT (150/30 kV) per l'elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV su un ampliamento della stazione elettrica di trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata “Troia”.

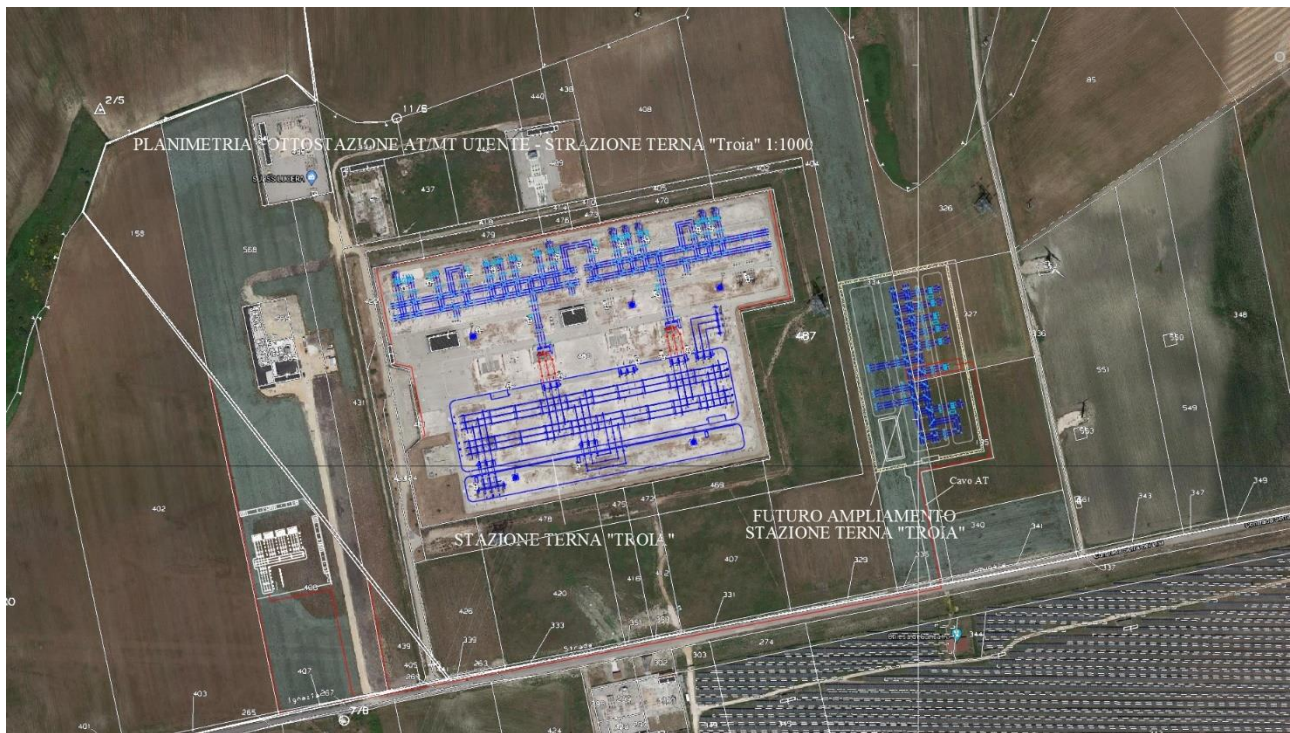


Figura 16 - Ampliamento SE e ubicazione della stazione di elevazione AT/MT

La rete di raccolta dell’impianto sarà costituita da n.5 cabine inverter/trasformatore collegate in media tensione alla Cabina di Raccolta centrale collegata alla stazione di elevazione AT/MT.

Cabine	n. Piastra	Tipologia	n. moduli	Potenza modulo (W)	Potenza tot (kWp)
4x6 MW	1	Tracker N/S	27.408	700	19.186
1x3 MW	2	Tracker N/S	3.864	700	2.705
			31.272		21.890

Figura 17- Suddivisione piastre-cabine

I moduli fotovoltaici che saranno presi in considerazione per l’impianto “Troia” saranno composti da celle in silicio cristallino ad alta efficienza. I moduli saranno collegati in serie, in modo tale che il livello di tensione raggiunto in uscita rientri nel range di tensione ammissibile dagli inverter considerati nel progetto (max 1.500 V).

2.5 La regimazione delle acque

Il progetto prevede interventi di regimazione delle acque utili a migliorare il naturale deflusso verso il corso d'acqua ai margini dell'intervento e l'uso per agricoltura del terreno. Tutte le linee di impluvio naturali sono state rispettate e utilizzate per creare il corretto drenaggio superficiale del suolo.



Figura 18 - Particolare area Nord

Nella realizzazione dell'impianto nessun movimento di terra, volto a modificare o rettificare queste linee di impluvio o spartiacque naturali, sarà compiuto. La pendenza generale è stata valutata pienamente compatibile con la tecnologia di installazione dal fornitore dei tracker (eccetto che nel lotto P1 in cui sono state previste strutture fisse orientate a sud) e qualche lieve gobbosità, sia essa concava o convessa sarà riassorbita o con utilizzo di tracker da 25, anziché 50 moduli, o con la profondità di infissione dei pali.

Si procederà nel seguente modo:

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

La linea di impluvio o spartiacque correrà in alcuni casi sotto le stringhe, avendo cura in sede di progettazione esecutiva a che il palo di infissione non capiti nell'arco di un metro da queste. Quando possibile sarà lasciata tra le file di pannelli. Le aree di compluvio saranno opportunamente drenate e, se possibile e necessario, lasciate libere dai pannelli in sede di progettazione esecutiva.

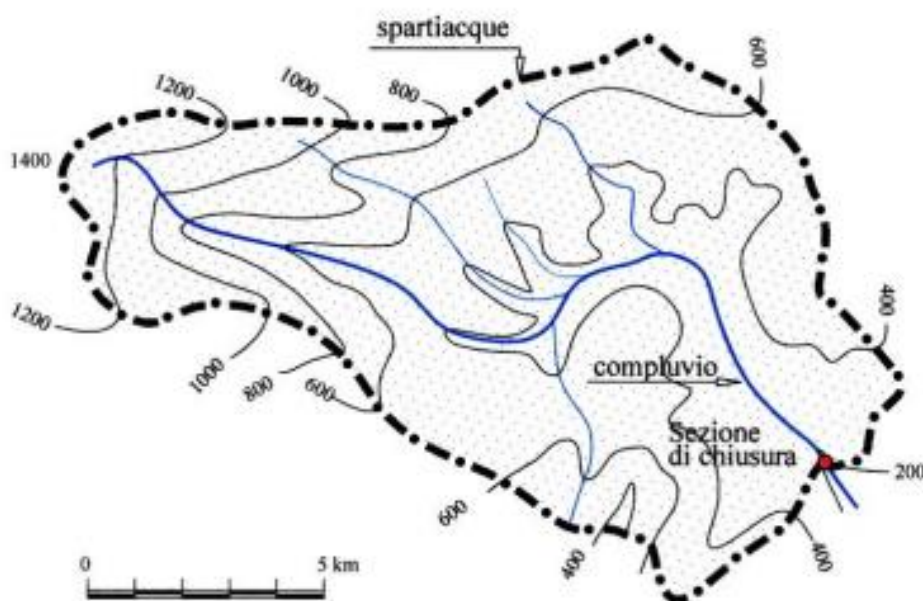


Figura 19 - Mappa bacino topografico

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

2.6 Le opere elettromeccaniche

2.6.1 Generalità

L'impianto sarà suddiviso in:

- n° 2 Piastre che alimentano n° 5 Cabine BT/MT,
- n° 31.272 moduli da 700 W
- = n° 60 inverter di stringa dalla potenza nominale di 320 kW

Cabine	n. Piastra	Tipologia	n. moduli	Potenza modulo (W)	Potenza tot (kWp)
4x6 MW	1	Tracker N/S	27.408	700	19.186
1x3 MW	2	Tracker N/S	3.864	700	2.705
			31.272		21.890

Figura 20 - Suddivisione delle piastre e delle cabine

Tutta la distribuzione a valle del trasformatore AT-MT sarà quindi a 30 kV fino alle cabine MT-BT interne al campo.

Il campo adopererà un sistema di inseguitori monoassiali.

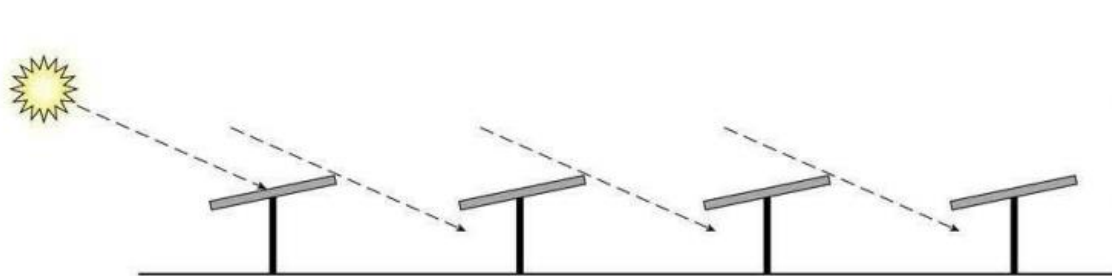


Figura 21- schema inseguitori

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

Di seguito sono esposti i motivi che hanno determinato le scelte progettuali dei principali componenti

dell'impianto:

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

2.6.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale

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

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

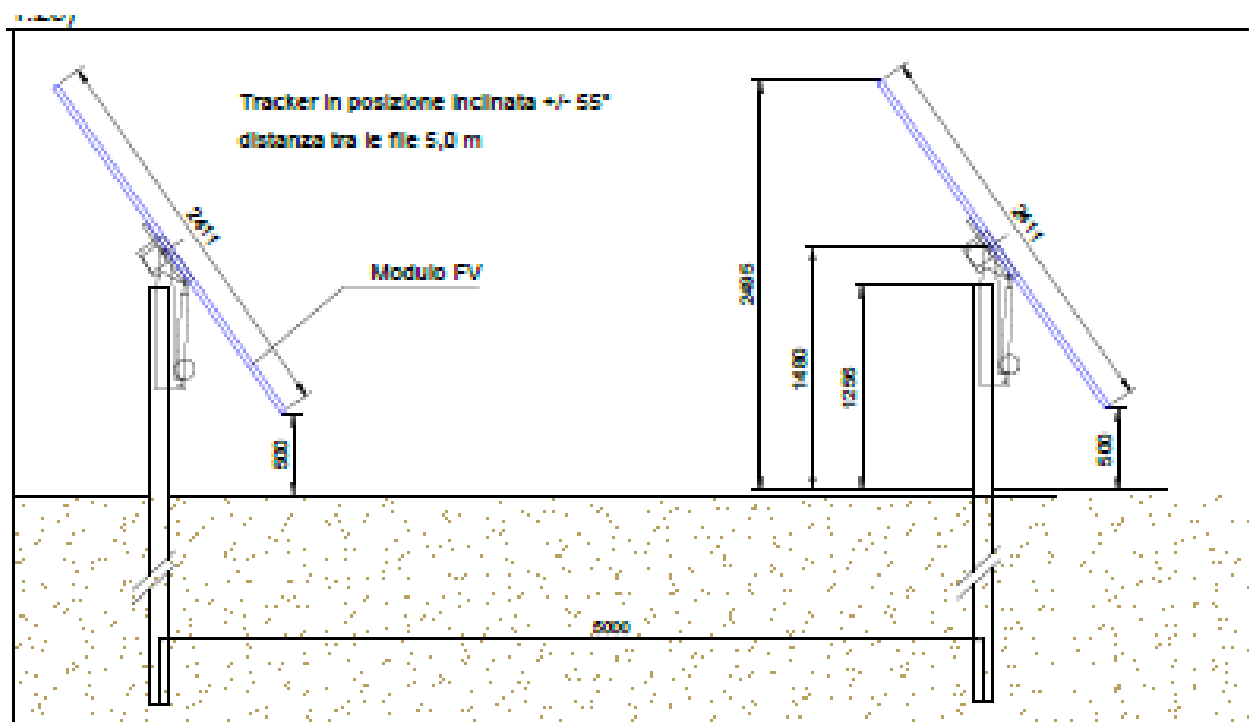


Figura 22- Tracker

Tutta l'elettronica di comando è a bordo macchina, posta in appositi quadri stagni. L'assieme è quindi contenuto negli ingombri e non richiede il posizionamento in quadro di ulteriori quadri, apparecchiature o cabinati di controllo. Lo stesso attuatore lineare atto alla traslazione del piano dei moduli è sostanzialmente integrato negli elementi della struttura di supporto. Si avranno

indicativamente una potenza installata di circa 250 W per singolo attuatore lineare. Ogni inseguitore di lunghezza di circa 50 m avrà indicativamente n°4 attuatori, con un fattore di contemporaneità di esercizio pari a 0,5.

Sono presenti anche stringhe dimezzare, con 25 moduli e quindi una lunghezza equivalente.

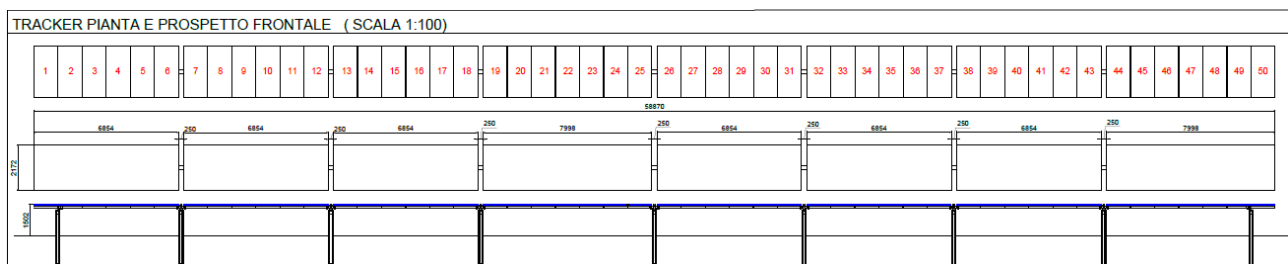


Figura 23 - Particolare del montaggio dei tracker Convert TRJ

2.6.3 Moduli fotovoltaici

I moduli utilizzati nella progettazione saranno in silicio e saranno costituiti da celle collegate in serie tra un vetro temperato ed alta trasmittanza e due strati di materiali polimerici (EVA) e di Tedlar, impermeabili agli agenti atmosferici e stabili alle radiazioni UV. La struttura del modulo fotovoltaico sarà completata da una cornice in alluminio anodizzato provvista di fori di fissaggio, dello spessore di 50 mm. Ciascun modulo sarà dotato, sul retro, di n° 1 scatola di giunzione a tenuta stagna IP68 contenente 3 diodi di bypass e tutti i terminali elettrici ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi.

Le caratteristiche costruttive e funzionali dei pannelli dovranno essere rispondenti alle Normative CE, e i pannelli stessi sono qualificati secondo le specifiche IEC 61215 ed. 2, IEC 61730-1 e IEC 61730-2.

Le specifiche tecniche e dimensionali dei singoli moduli dovranno essere documentate da attestati di prova conformi ai suddetti criteri.

È allegata una scheda tecnica di un pannello preso a base della progettazione.

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con n. 31.272 moduli da 700 Wp cadauno marca Joliwood modello JW-HD132N o similare.

Electrical Properties

STC*

Testing Condition	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side
Peak Power (Pmax) (W)	675	680	685	690	695	700
MPP Voltage (Vmp) (V)	38.6	38.8	39.0	39.2	39.4	39.5
MPP Current (Imp) (A)	17.50	17.54	17.58	17.62	17.66	17.73
Open Circuit Voltage (Voc) (V)	46.2	46.4	46.6	46.8	47.0	47.1
Short Circuit Current (Isc) (A)	18.57	18.62	18.67	18.72	18.76	18.82
Module Efficiency (%)	21.73	21.89	22.05	22.21	22.37	22.53

*STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, AM1.5

The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing

Power Measurement Tolerance ±3%

Electrical Properties

NOCT*

Testing Condition	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side
Peak Power (Pmax) (W)	511	514	518	522	526	530
MPP Voltage (Vmp) (V)	36.2	36.4	36.6	36.7	36.9	37.0
MPP Current (Imp) (A)	14.11	14.14	14.17	14.21	14.24	14.29
Open Circuit Voltage (Voc) (V)	44.2	44.3	44.5	44.7	44.9	45.0
Short Circuit Current (Isc) (A)	14.97	15.01	15.05	15.09	15.13	15.17

*NOCT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

Operating Properties

Operating Temperature (°C)	-40°C ~ +85°C
Maximum System Voltage (V)	1500V (IEC)
Maximum Series Fuse Rating (A)	30
Power Tolerance	0 ~ +5W
Bifaciality*	75%

*Bifaciality = Pmaxrear (STC) / Pmaxfront (STC) , Bifaciality tolerance: ±5%

Temperature Coefficient

Temperature Coefficient of Pmax*	-0.320%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.260%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.046%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	42±2°C

*Temperature Coefficient of Pmax±0.03%/°C

Figura 24- caratteristiche tecniche del pannello.

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

Mechanical Properties	
Cell Type	210.00mm*105.00mm
Number of Cells	132pcs(12*11)
Dimension	2384mm*1303mm*35mm
Weight	38kg
Front / Rear Glass*	2.0mm/2.0mm
Frame	Anodized Aluminium
Junction Box	IP68 (3 diodes)
Length of Cable*	4.0mm², +300mm/-180mm
Connector	MC4 Compatible
*Heat strengthened glass	
*Cable length can be customized	

Figura 25 - Caratteristiche meccaniche

2.6.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter)

La produzione di energia elettrica in un campo fotovoltaico avviene in corrente continua (DC). Per effettuare l'immissione nella rete di distribuzione a 20 kV è necessario effettuare la conversione della corrente da continua ad alternata e quindi la trasformazione da bassa a media tensione.

Per ottimizzare l'efficienza della conversione si è scelto di utilizzare un sistema di conversione "distribuita" adoperando inverter che saranno installati direttamente sulle relative stringhe. Saranno impiegati 60 inverter.

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

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

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

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

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

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

Figura 26 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG250HX

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. Ogni stringa verrà connessa al singolo MPPT dell'inverter. Il numero di stringhe per macchina è variabile, in funzione delle singole piastre.

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

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

- controllo di correnti disperse;

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

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

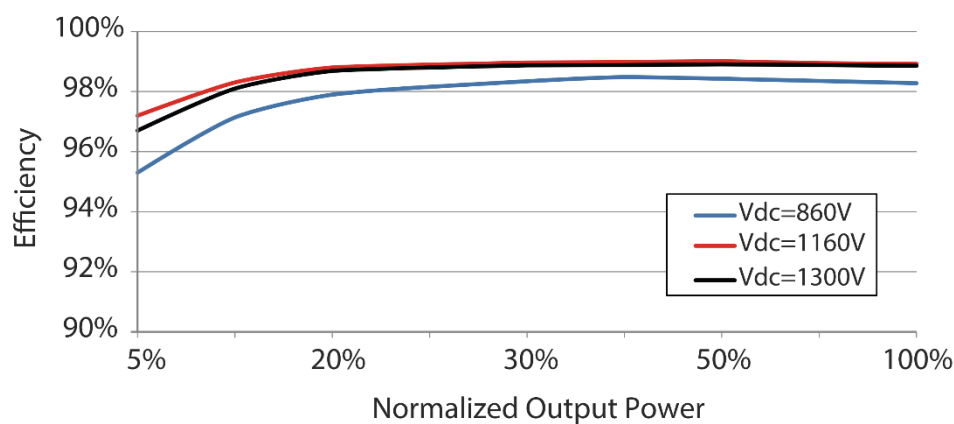


Figura 27 - Efficienza inverter

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.

Le macchine saranno in particolare installate direttamente in campo. Al fine di evitare basamenti cementizi si utilizzeranno elementi infissi nel terreno parimenti ai sistemi di inseguimento. Tali elementi saranno opportunamente dimensionati allo scopo di sollevare il singolo inverter almeno di 60 cm rispetto al terreno, oltre che per evitare rischi di ribaltamento dello stesso. Si prevede infine di proteggere ogni singola macchina dalle intemperie attraverso piccole velette di copertura.

I singoli inverter verranno posizionati al fine di minimizzare il loro impatto visivo, si terrà in considerazione in ogni caso di possibili ombreggiamenti dovuti all'inverter stesso oltre che alla struttura di sostegno utilizzata. Quando possibile le macchine saranno posate a nord dei singoli sottocampi.

2.6.5 Sotto-cabine MT

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

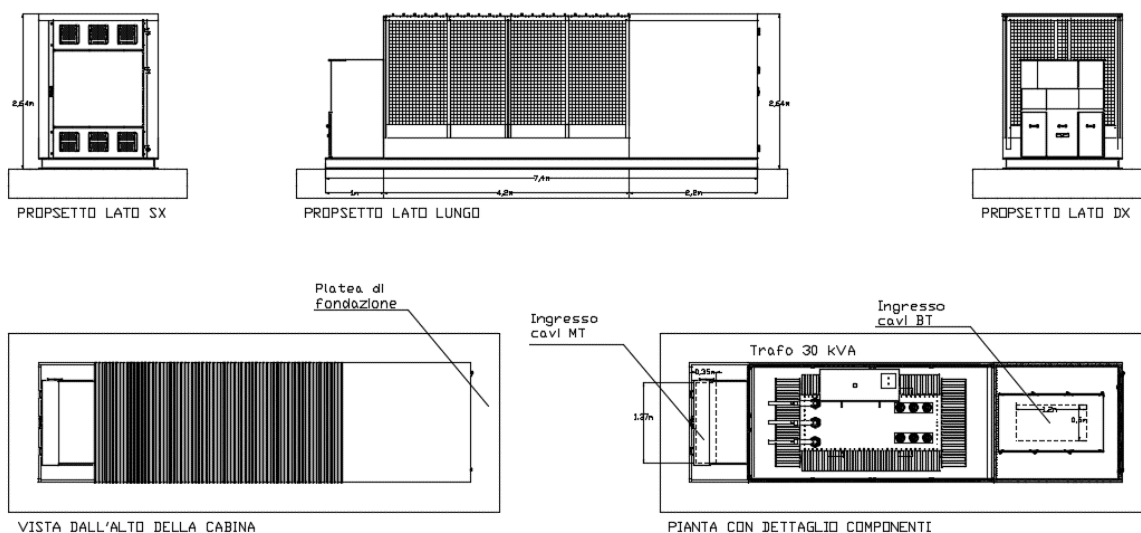


Figura 28 – Cabina tipo MT/BT

Ogni sotto cabina sarà dotata di adeguato trasformatore MT/BT e di interruttori BT atti a proteggere le linee in partenza per ogni inverter. I fabbricati saranno realizzati con soluzioni standard prefabbricate dotate di quando 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.

2.6.6 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, quale interruttore di protezione linea. Sarà pertanto sempre possibile lavorare in sicurezza nella singola

sottocabina operando sugli interruttori di manovra previsti. Alla medesima cabina di raccolta verranno convogliati tutte le cabine presenti.

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

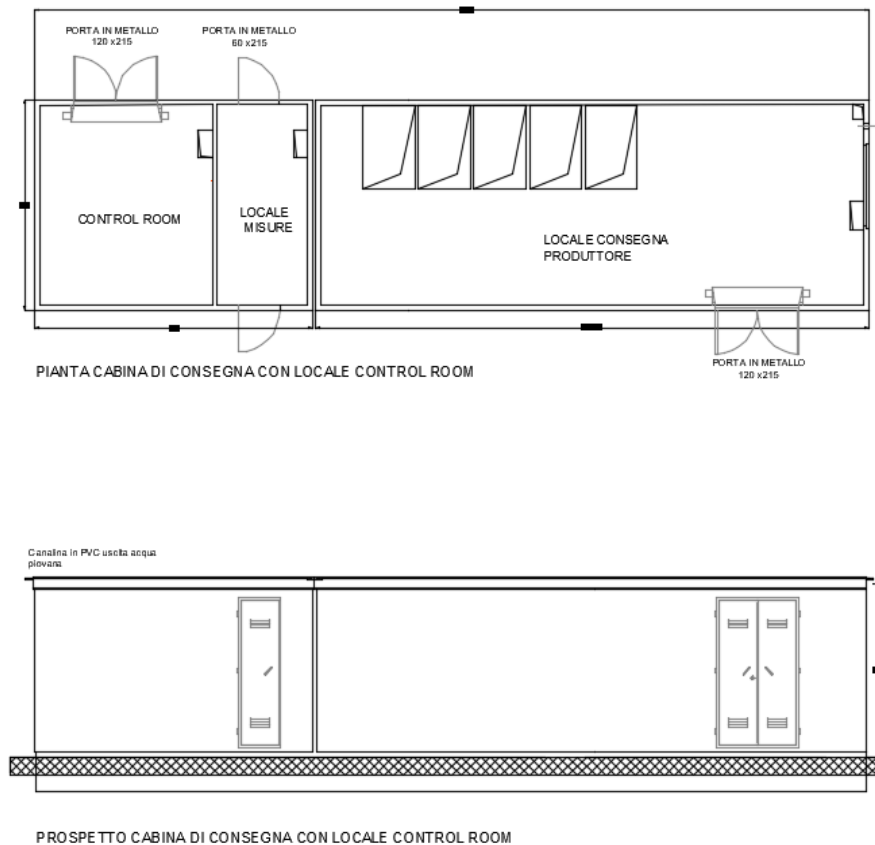


Figura 29- Cabina di raccolta e control room

Dall'area di raccolta partirà la linea dorsale in media tensione di lunghezza pari a circa 10.000 m diretta verso la sottostazione AT di TERNA.

2.7 Il dispacciamento dell'energia prodotta

2.7.1 Elettrodotto

Per potere immettere in rete una potenza elettrica superiore a 1 MW si rende necessario effettuare una connessione con linea elettrica di sezione adeguata alla potenza massima erogata dall'impianto. Seguendo i criteri per la realizzazione di impianti fotovoltaici della Regione Puglia si prevede di realizzare un elettrodotto in MT interamente interrato della lunghezza di 10 km.



Figura 30- Tracciato del cavidotto MT esterno verso la SE

L'elettrodotto si svilupperà lungo le sedi stradali pubbliche nella sua sezione iniziale e finale e lungo alcuni terreni agricoli nella parte centrale.

L'elettrodotto non attraversa corsi d'acqua, ponti, e corre per almeno due terzi sulla strada asfaltata pubblica. Tuttavia attraversa alcuni fossi agricoli lungo passaggi e cavalcavia esistenti. Nella relazione tecnica sono indicati i tipici di attraversamento.

La sezione dei conduttori da utilizzarsi è calcolata cautelativamente sulla massima potenza di esercizio pari a 19.200 kVA. Considerando una tensione nominale di 30kV e un $\cos\phi = 0,9$, si calcola una corrente di impiego di circa 410 A.

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

- k_{temp} : 0,96
- $k_{res.}$: 0,95 (tenuto conto di una resistività pari a 1 $k\cdot m/W$)
- k_{posa} : 0,96 (tenuto conto di una posa a profondità pari a 1,2 m)
- Da cui si deriva la portata del cavo $I = I_n \cdot k_{temp} \cdot k_{res.} \cdot k_{posa} = 413$ A
- Dove I_n è la portata di 472 A indicata in tabella per il cavo da 300 mmq

Si prevede pertanto di utilizzare n°1 cavi da 300 mmq per fase.

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics								
U max: 36 kV								
Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portata di corrente			
Size	Approx. conduct. Ø	Average insulation thickness	Max outer Ø	Approx. cable weight	Current rating			
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	A			
					in aria In air	in piano flat	interrato* buried*	in piano flat
1 X 35	7,0	8,0	33,5	1030,0	144,0	152,0	142,0	149,0
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1150,0	174,0	183,0	168,0	177,0
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1300,0	218,0	229,0	207,0	218,0
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1450,0	266,0	280,0	247,0	260,0
1 x 120	12,9	8,0	40,0	1650,0	309,0	325,0	281,0	296,0
1 x 150	14,3	8,0	41,0	1800,0	352,0	371,0	318,0	335,0
1 x 185	16,0	8,0	43,1	2020,0	406,0	427,0	361,0	380,0
1 x 240	18,3	8,0	45,0	2300,0	483,0	508,0	418,0	440,0
1 x 300	21,0	8,0	47,0	2620,0	547,0	576,0	472,0	497,0
1 x 400	23,6	8,0	51,1	3080,0	640,0	674,0	543,0	572,0
1 x 500	26,5	8,0	53,0	3630,0	740,0	779,0	621,0	654,0
1 x 630	30,1	8,0	60,2	4250,0	862,0	907,0	706,0	743,0

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

Figura 31- Caratteristiche tecniche elettrodotti MT consegna alla SE

2.7.2 Cavidotti interni

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

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

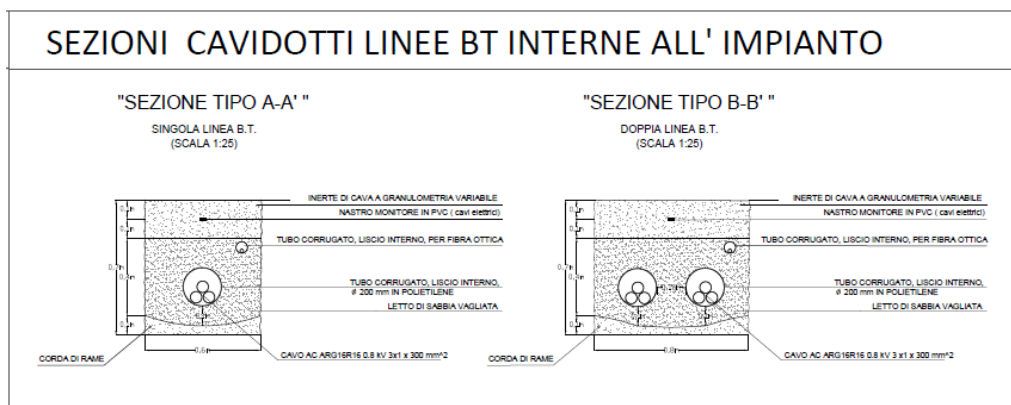


Figura 32- Cavidotti BT interni

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

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

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

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

Si utilizzano le seguenti sezioni minime dei conduttori:

- 0,75 mmq conduttori di circuiti ausiliari e/o di segnalazione;
- 1,5 mmq per punti luce e prese 10°;
- 2,5 mmq per prese da 16A e utenze FM.

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

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

2.7.3 Sicurezza elettrica

Misure di protezione contro i contatti diretti

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

Misure di protezione contro i contatti indiretti

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

Viene essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

dove:

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

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

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

Impianto di terra

L'impianto di terra soddisferà le seguenti prescrizioni:

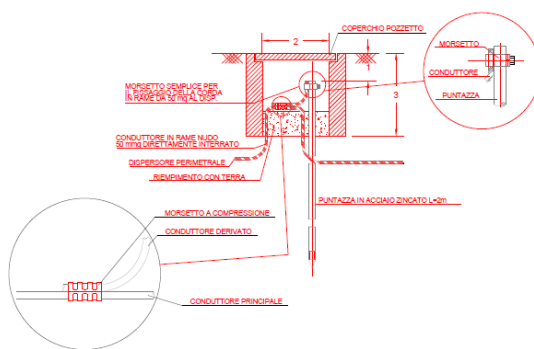
- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- evitare danni a componenti elettrici o a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle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

Dal collettore di terra principale all'interno dei quadri generali e delle singole cabine si distribuiranno i conduttori di protezione ed equipotenziali. Intorno alle cabine sarà realizzato a ca 50 mc di profondità un dispersore in rame opportunamente dimensionato. Saranno realizzati in accordo con le norme vigenti.

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

❖ corda nuda a tondino in rame da 50 mm² direttamente interrata nel terreno, ove possibile,

DETTAGLIO DI MONTAGGIO POZZETTO CON DISPERSORE



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 “risultato” del cantiere.

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

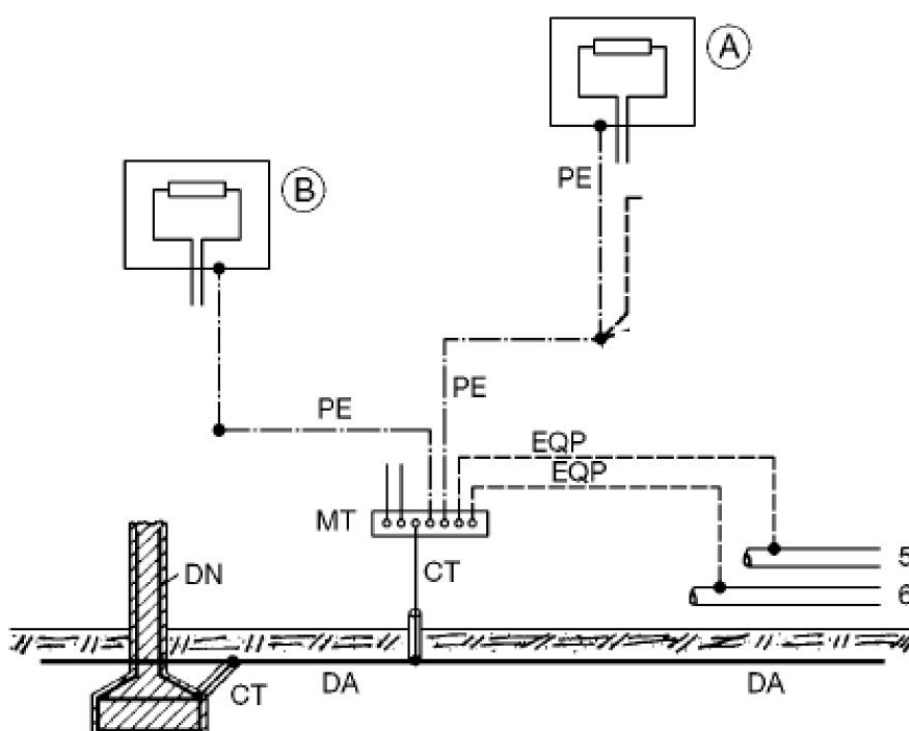


Figura 33 - Esempio di impianto di terra

DA = Dispersore (intenzionale)

DN = Dispersore (di fatto)

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

MT = Collettore (o nodo) principale di terra

PE = Conduttore di protezione

A, B = Masse

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

Protezione delle condutture

Tutte le linee risultano protette dagli effetti dei cortocircuiti o sovraccarichi con idoneo interruttore magnetotermico. Nella verifica delle protezioni si tiene conto delle sezioni minime componenti la linea, se queste non dispongono di autonomo organo di protezione.

2.7.5 Stazione di trasformazione AT/MT e di consegna finale

La stazione di trasformazione sarà realizzata nella posizione più favorevole per il collegamento alla rete RTN. La stazione sarà costituita da un unico montante di trasformazione AT/MT da 70 MVA (ONAN/ONAF).

Come noto, la connessione alla rete elettrica nazionale è regolamentata secondo quanto previsto dal Codice di rete¹, ex art 1, c.4 del DPCM 11 maggio 2004, redatto da Terna S.p.a. in forza della Concessione alla società Gestore della rete di trasmissione nazionale S.p.A. delle attività di trasmissione e dispacciamento dell'energia elettrica nel territorio nazionale, attribuita con decreto del Ministro delle Attività produttive in data 20 aprile 2005 e pubblicata nella G.U.R.I. del 29 aprile 2005 n. 98.

La rete di trasmissione nazionale è costituita da un complesso di linee lungo le quali transita l'energia elettrica che collegano i centri di produzione con i centri di consumo ed un insieme di stazioni necessarie per la trasformazione dell'energia da un livello di tensione superiore ad un livello inferiore nonché dai sistemi di teleconduzione e controllo.

La rete italiana è caratterizzata da tre livelli di tensione: 380 kV, 220 kV, 150- 132-120 kV.

Ai sensi del punto 1°.6.4 “*Adempimenti successivi all'accettazione della STMG*”, il soggetto richiedente, in questo caso la Kingdom, concorda con il Gestore (Terna S.p.a.) un programma cronologico di massima per la realizzazione dell'intervento e può richiedere, come di fatto ha chiesto, di espletare direttamente la procedura autorizzativa (1.A.6.4.2) anche per gli impianti RTN per la connessione.

In tal caso deve predisporre i necessari progetti come indicato nel paragrafo 1A.6.5.2. In tal caso il soggetto richiedente deve sottoporre al Gestore il progetto dell'impianto RTN per la connessione al fine del rilascio del “parere di rispondenza” ai requisiti tecnici (1°.6.5.3 a).

La sottostazione utente sarà suddivisa in quattro sezioni indipendenti. Ogni sezione afferirà ad un singolo produttore come d'accordo di condivisione sottoscritto e allegato al seguente progetto.

¹ - <https://download.terna.it/terna/0000/0886/78.PDF>

Il collegamento tra le SSE e la SE avverrà mediante cavo interrato a 150 kV che si attesterà ad uno stallo di protezione AT. La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Troia (FG), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA. L'area individuata è identificata al N.C.T. di Foggia nel foglio di mappa 5 particelle 406, come rappresentato nella tavola allegata.



Figura 34- Sottostazione

Nel caso in oggetto il Gestore di rete ha inviato un Preventivo di Connessione, codice pratica 202002360, intestato alla Mare Rinnovabili S.r.l., accettato e successivamente volturato alla Pacifico ed allegato al presente progetto, il quale prevede che il progetto sia collegato in antenna a 150 kV con su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata "Troia".

Per i dettagli si rimanda a relazione tecnica specifica.

2.8 *Producibilità*

2.8.1- Generalità

L'energia generata dipende:

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

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

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

per i seguenti valori:

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

2.8.2 - Simulazione

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

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

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

Valori di albedo medio mensile

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

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

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

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

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

Per semplicità si riporta la simulazione di un singolo campo composto da 28 stringhe da 25 moduli in serie, inverter SGX 350 con potenza $P_{ac} = 320$ kW per la piastra P1, sistema fisso azimuth 0° e di un singolo campo composto da 28 stringhe da 25 moduli in serie, inverter SG 350 con potenza $P_{ac} = 320$ kW per la piastra P2, sistema ad inseguimento monoassiale N/S.

Tenute in conto le specifiche perdite dovute allo sporcamento, decadimento annuo producibilità moduli, perdita LID, perdita per mismatching e temperatura si stima una producibilità specifica di:

1.579 kWh/kWp/a.

2.8.3 – Tabelle PVsyst



PVsyst V7.2.16

VC0, Simulation date:
30/01/23 09:42
with v7.2.16

Project: Troia (FG)

Variant: Pitch 5,0m 1P_700W

Aedes Group Engineering (Italy)

Geographical Site

Troia

Italy

Meteo data

Troia

Meteonorm 8.0 (1986-2005), Sat=100% - Sintetico

Situation

Latitude41.36 °N

Longitude15.32 °E

Altitude399 m

Time zoneUTC+1

Project settings

Albedo0.20

Grid-Connected System

Simulation for year no 8

PV Field Orientation

Orientation

Tracking plane, tilted axis

Avg axis tilt2.1 °

Avg axis azim.0.0 °

System information

PV Array

Nb. of modules31272 units

Pnom total21.89 MWp

User's needs

Unlimited load (grid)

Tracking system with backtracking

Tracking algorithm

Irradiance optimization

Backtracking activated

Near Shadings

Linear shadings

Inverters

Nb. of units60 units

Pnom total19.20 MWac

Pnom ratio1.140

Results summary

Produced Energy35 GWh/year

Specific production1579 kWh/kWp/year

Perf. Ratio PR82.81 %

Table of contents

Project and results summary2

General parameters, PV Array Characteristics, System losses3

Near shading definition - Iso-shadings diagram5

Main results6

Loss diagram7

Special graphs8

Figura 35- Simulazione producibilità, inseguitori sommario



PVsyst V7.2.16
 VCO, Simulation date:
 30/01/23 09:42
 with v7.2.16

Project: Troia (FG)
Variant: Pitch 5,0m 1P_700W
 Aedes Group Engineering (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	
Orientation		Irradiance optimization	
Tracking plane, tilted axis		Backtracking activated	
Avg axis tilt	2.1 °	Backtracking array	
Avg axis azim.	0.0 °	Nb. of trackers	
		891 units	
		Sizes	
		Tracker Spacing	
		5.00 m	
		Collector width	
		2.38 m	
		Ground Cov. Ratio (GCR)	
		47.7 %	
		Phi min / max.	
		+/- 55.0 °	
		Backtracking strategy	
		Phi limits	
		+/- 61.3 °	
		Backtracking pitch	
		5.00 m	
		Backtracking width	
		2.38 m	
Models used		Near Shadings	
Transposition	Perez	Linear shadings	
Diffuse	Perez, Meteonorm	User's needs	
Circumsolar	separate	Unlimited load (grid)	
Horizon			
Free Horizon			

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jolywood	Manufacturer	Sungrow
Model	JW-HD132-N	Model	SG350HX-20A-Preliminary
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	700 Wp	Unit Nom. Power	320 kWac
Number of PV modules	31272 units	Number of inverters	60 units
Nominal (STC)	21.89 MWp	Total power	19200 kWac
Array #1 - Campo FV		Array #1 - Campo FV	
Number of PV modules	25608 units	Number of inverters	50 units
Nominal (STC)	17.93 MWp	Total power	16000 kWac
Modules	1067 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	16.18 MWp	Operating voltage	500-1500 V
U mpp	845 V	Max. power (=>30°C)	352 kWac
I mpp	19159 A	Phom ratio (DC:AC)	1.12
Array #2 - Sottocampo #2		Array #2 - Sottocampo #2	
Number of PV modules	3864 units	Number of inverters	7 units
Nominal (STC)	2705 kWp	Total power	2240 kWac
Modules	161 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	2442 kWp	Operating voltage	500-1500 V
U mpp	845 V	Max. power (=>30°C)	352 kWac
I mpp	2891 A	Phom ratio (DC:AC)	1.21
Array #3 - Sottocampo #3		Array #3 - Sottocampo #3	
Number of PV modules	1800 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	1260 kWp	Total power	960 kWac
Modules	75 Strings x 24 In series		

Figura 36- simulazione producibilità, inseguitori dati



PVsyst V7.2.16

VC0, Simulation date:
30/01/23 09:42
with v7.2.16

Project: Troia (FG)

Variant: Pitch 5,0m 1P_700W

Aedes Group Engineering (Italy)

PV Array Characteristics

Array #3 - Sottocampo #3

At operating cond. (50°C)

P_{mpp} 1138 kWp
U_{mpp} 845 V
I_{mpp} 1347 A

Operating voltage 500-1500 V
Max. power (≈30°C) 352 kWac
P_{nom} ratio (DC:AC) 1.31

Total PV power

Nominal (STC) 21890 kWp
Total 31272 modules
Module area 97142 m²
Cell area 91020 m²

Total inverter power

Total power 19200 kWac
Number of inverters 60 units
P_{nom} ratio 1.14

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 1.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
U_c (const) 29.0 W/m²K
U_v (wind) 0.0 W/m²K/m/s

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.4 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

Module average degradation

Year no 8
Loss factor 0.4 %/year
Mismatch due to degradation
Imp RMS dispersion 0.4 %/year
Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

ASHRAE Param.: IAM = 1 - b₀ (1/cos i - 1)
b₀ Param. 0.05

DC wiring losses

Global wiring resistance 0.60 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #1 - Campo FV

Global array res. 0.74 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #2 - Sottocampo #2

Global array res. 4.9 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #3 - Sottocampo #3

Global array res. 11 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Figura 37 - Simulazione producibilità, inseguitore modello



PVsyst V7.2.16
VC0, Simulation date:
30/01/23 09:42
with v7.2.16

Project: Troia (FG)
Variant: Pitch 5,0m 1P_700W
Aedes Group Engineering (Italy)

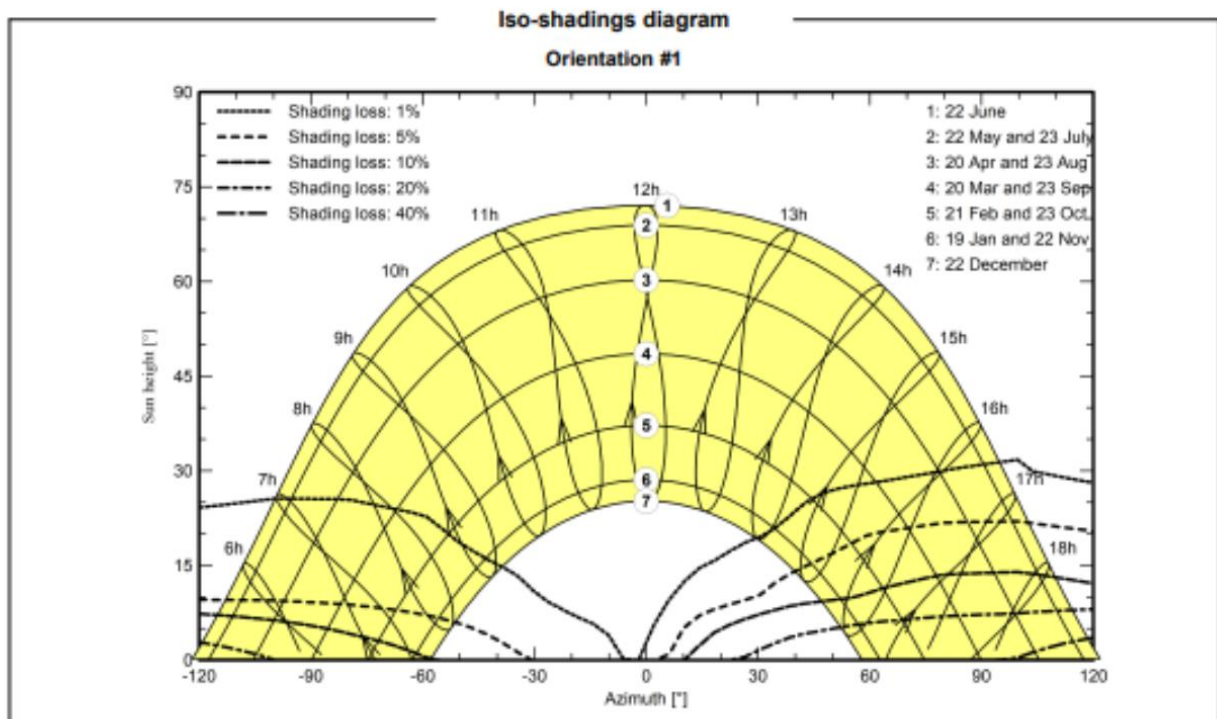
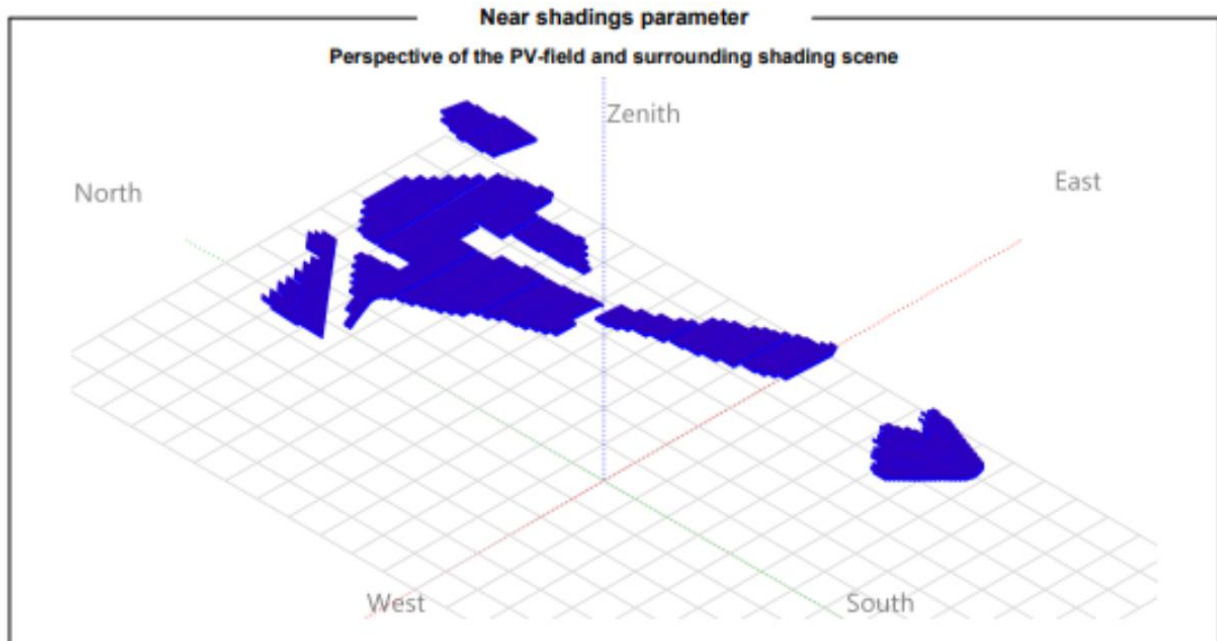


Figura 38- Simulazione producibilità, inseguire diagrammi



PVsyst V7.2.16

VC0, Simulation date:
30/01/23 09:42
with v7.2.16

Project: Troia (FG)
Variant: Pitch 5,0m 1P_700W
Aedes Group Engineering (Italy)

Main results

System Production

Produced Energy

35 GWh/year

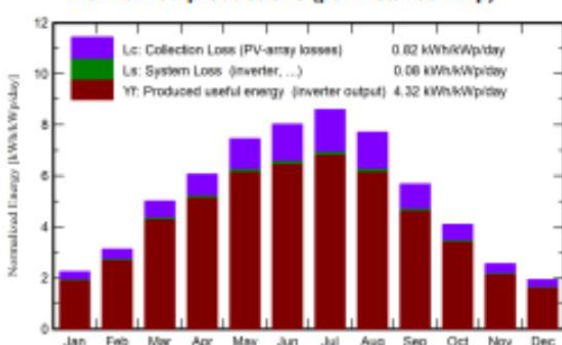
Specific production

1579 kWh/kWp/year

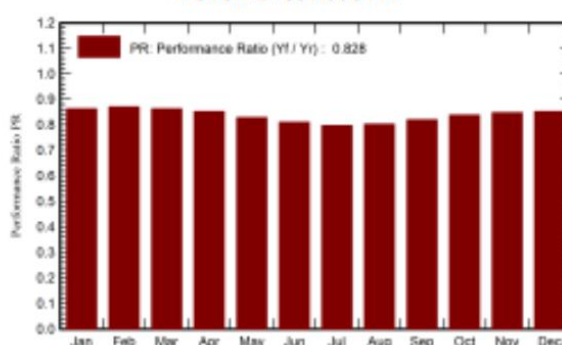
Performance Ratio PR

82.81 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	GWh	GWh	ratio
January	51.3	23.10	7.68	69.5	64.9	1.339	1.313	0.863
February	66.5	32.63	8.19	87.5	82.4	1.697	1.667	0.870
March	120.5	52.38	11.15	155.2	147.9	2.983	2.931	0.863
April	145.4	71.23	14.08	182.0	174.5	3.454	3.395	0.852
May	183.0	81.29	19.42	231.3	222.3	4.268	4.194	0.828
June	190.7	77.08	24.19	240.7	232.1	4.345	4.270	0.810
July	206.1	73.37	27.00	266.5	256.7	4.732	4.651	0.797
August	185.2	67.45	26.71	239.1	230.3	4.275	4.200	0.802
September	130.2	56.56	21.38	170.5	162.6	3.114	3.060	0.820
October	96.0	43.83	17.49	127.1	120.1	2.375	2.333	0.838
November	56.8	29.14	12.47	76.8	71.7	1.452	1.425	0.848
December	43.8	22.00	8.85	59.9	55.5	1.140	1.117	0.852
Year	1475.7	630.07	16.60	1906.1	1821.0	35.173	34.555	0.828

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio



PVsyst V7.2.16
VC0, Simulation date:
30/01/23 09:42
with v7.2.16

Project: Troia (FG)
Variant: Pitch 5,0m 1P_700W
Aedes Group Engineering (Italy)

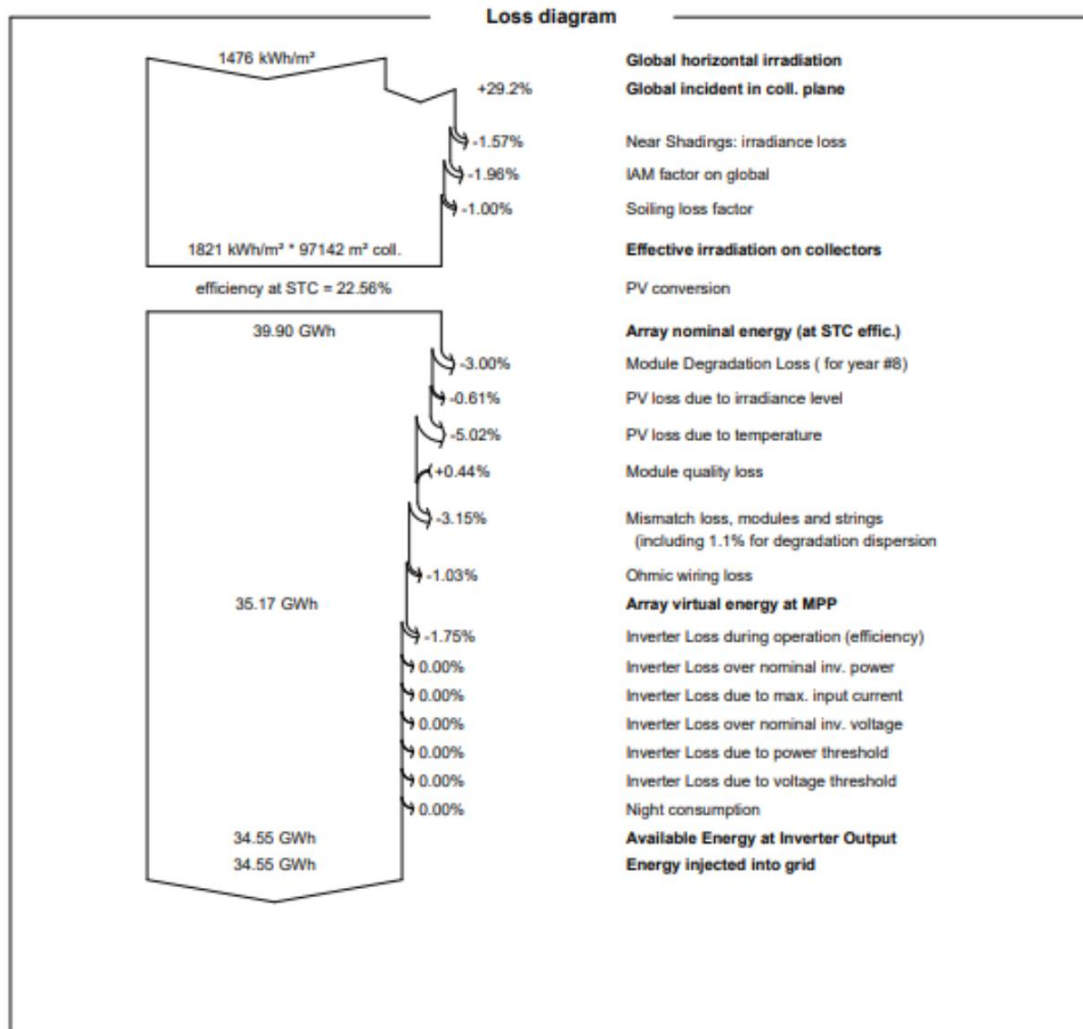
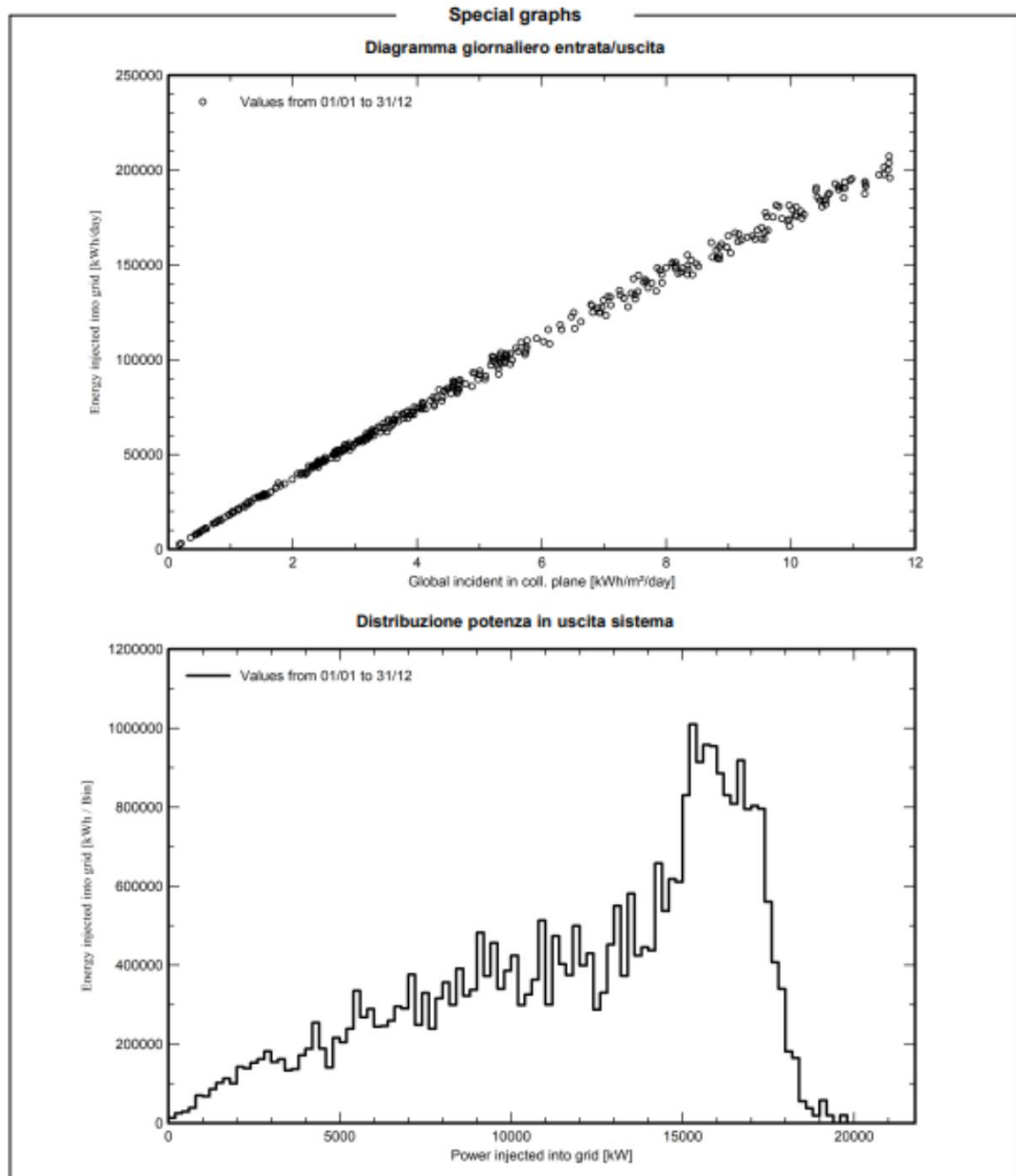


Figura 40- Simulazione producibilità, inseguitore perdite



PVsyst V7.2.16
VC0, Simulation date:
30/01/23 09:42
with v7.2.16

Project: Troia (FG)
Variant: Pitch 5,0m 1P_700W
Aedes Group Engineering (Italy)



30/01/23

PVsyst Licensed to Aedes Group Engineering (Italy)

Page 8/8

Figura 41 - Inseguitore diagrammi finali

2.9 Politiche gestionali

2.9.1 Misure di sicurezza dei lavoratori

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

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

- a) Installare e manipolare l'attrezzatura soltanto da personale qualificato;
- b) Non installare il modulo in un punto se non debitamente fissato. Un'eventuale caduta potrebbe rompere il vetro;
- c) Utilizzare il modulo soltanto per l'uso cui è destinato. Non smontare il modulo né rimuovere qualsivoglia parte, etichetta o pezzo installato dal produttore;
- d) Non concentrare la luce solare o altre fonti di luce artificiale sul modulo;
- e) Un modulo fotovoltaico genera elettricità quando è esposto alla luce solare o ad altre fonti di luce. Coprirne completamente la superficie con un materiale opaco durante le operazioni d'installazione, smontaggio e manipolazione;
- f) Utilizzare strumenti appositamente rivestiti con materiale isolante quando si opera sul modulo;
- g) Lavorare sempre a condizioni non umide, sia per quanto riguarda il modulo che gli strumenti;
- h) Non installare il modulo laddove vi siano gas o vapori infiammabili;
- i) Evitare scariche elettriche nelle operazioni di installazione, cablaggio, messa in funzione o manutenzione dei moduli;
- j) Non toccare i morsetti mentre il modulo è esposto alla luce dei sole; Il monitoraggio dell'isolamento dell'impianto fotovoltaico lato CC è realizzato mediante apposita apparecchiatura, facente parte degli inverter di conversione, a due soglie d'intervento:

- ❖ Al superamento della prima soglia di allarme dell'isolamento segnalare mediante invio automatico di sms/email a persona incaricata dal committente.
- ❖ Superata la seconda soglia di allarme attivare una segnalazione acustica prevista nel quadro allarmi ed una esterna in posizione da definire con il committente. All'attivazione della segnalazione di allarme dovuta ad una diminuzione di isolamento, dovrà essere proibito

l'accesso del personale al campo fotovoltaico. Si ricorda che eventuali operazioni di controllo, manutenzione e riparazione nell'impianto fotovoltaico dovranno essere eseguite durante le ore prive di irraggiamento solare (ore notturne) o in altro modo mediante coperture dei pannelli solari con appositi teli.

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



2.10 *Alternative*

2.10.1 Alternative di localizzazione

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

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

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

La ricerca siti nella regione Puglia ha condotto alla fine a privilegiare il sito di Troia nel quale:

- La densità di progetti è abbastanza alta, ma complessivamente nella media dei comuni con ottimo accesso alla rete di trasmissione nazionale (è palese che questo fattore tende ad attrarre i progetti),
- La sensibilità del paesaggio è significativa ma mitigabile in modo efficace,
- La sensibilità ambientale è nella scala medio-bassa della norma,

- La concentrazione vincolistica è bassa,
- La distanza dalla rete elettrica compatibile con i caratteri economici dell'investimento.

2.10.2 Alternative di taglia e potenza

Individuato il sito di Troia 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. Sono stati escluse alcune parti troppo acclivi per realizzare impianto con inseguitori e difficili anche, senza rettifiche del terreno che si è scelto a priori di non proporre, per gli impianti “fissi”.

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

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

2.10.3 Alternative tecnologiche

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

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

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

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

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

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

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

- ❖ impianti fissi
- ❖ impianti ad inseguitore solare

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

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

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

Confrontando le due simulazioni è stato scelto di privilegiare, ogni qual volta possibile, il sistema ad inseguimento monoassiale, il quale consente:

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

2.10.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni

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

- 1- In primo luogo, è stata realizzata una ricostruzione dettagliata delle curve di livello, con distinzione di 1 metro, al fine di assicurarsi della fattibilità dell'installazione degli inseguitori (che, come noto, sono sensibili alle pendenze) e, d'intesa con il produttore è stata stabilita la compatibilità fino al 9-10%;
- 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 6%, rispetto a quella inizialmente programmata, per fare spazio ad alcune compensazioni reputate necessarie (area di rinaturalizzazione a Ovest e alcuni segmenti di quella a Nord e Sud).



Figura 42- Particolare comparto Nord-Ovest

In questo modo nel comparto sono presenti aree produttive e di compensazione paesaggistica che offrono significative contropartite al territorio.

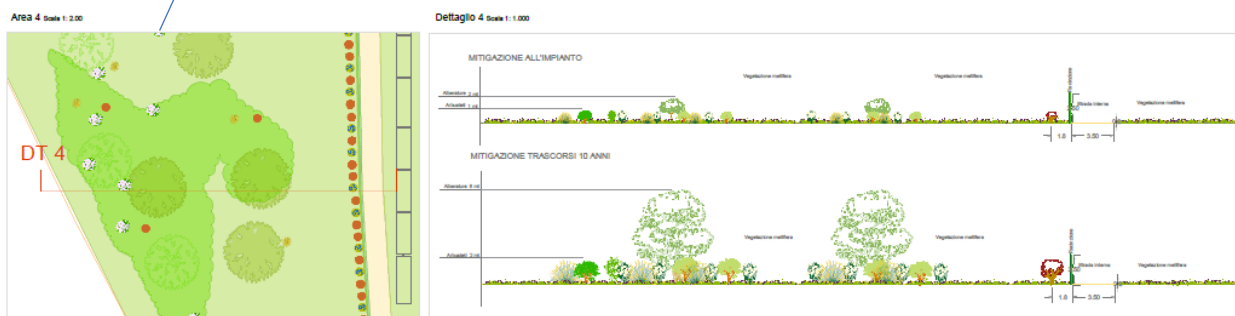


Figura 43 - Mitigazione area Ovest

Alcune di queste aree potevano essere impegnate con l'impianto produttivo, ricavando da 2 a 3 MW aggiuntivi, ma nella valutazione comparata dei siti potenziali la sensibilità paesaggistica era stata considerata il punto relativamente debole del sito. Per ridurre questo gap è stato ritenuto necessario caratterizzare il progetto in particolar modo sotto questo versante.



Figura 44- Particolare comparto Nord-Est



Figura 45 - Prospetto 1-1'

2.11 Superfici e volumi di scavo

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

2.11.1 Quantità

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

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

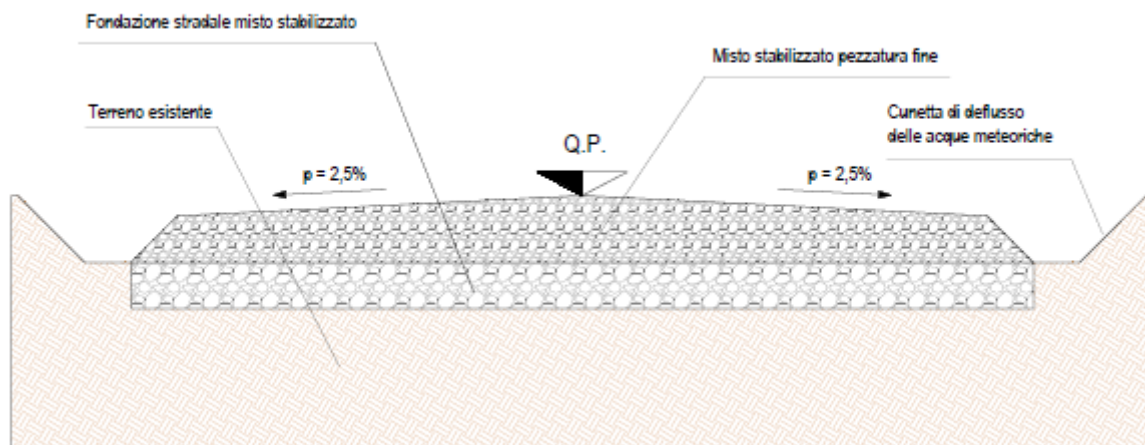


Figura 46- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato

Si stima la quantità di misto stabilizzato da utilizzare in 6.315 mc. La quantità di terra rimossa e movimentata può essere stimata in 2/3 della cifra sopra indicata, e quindi pari a 4.000 mc.

L'alloggiamento dei cavidotti BT comporterà la rimozione di circa 2.190 mc, per il cavidotto MT ca. 9.600 mc. Circa il 60%-70% del terreno escavato per i cavidotti BT e MT sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo.

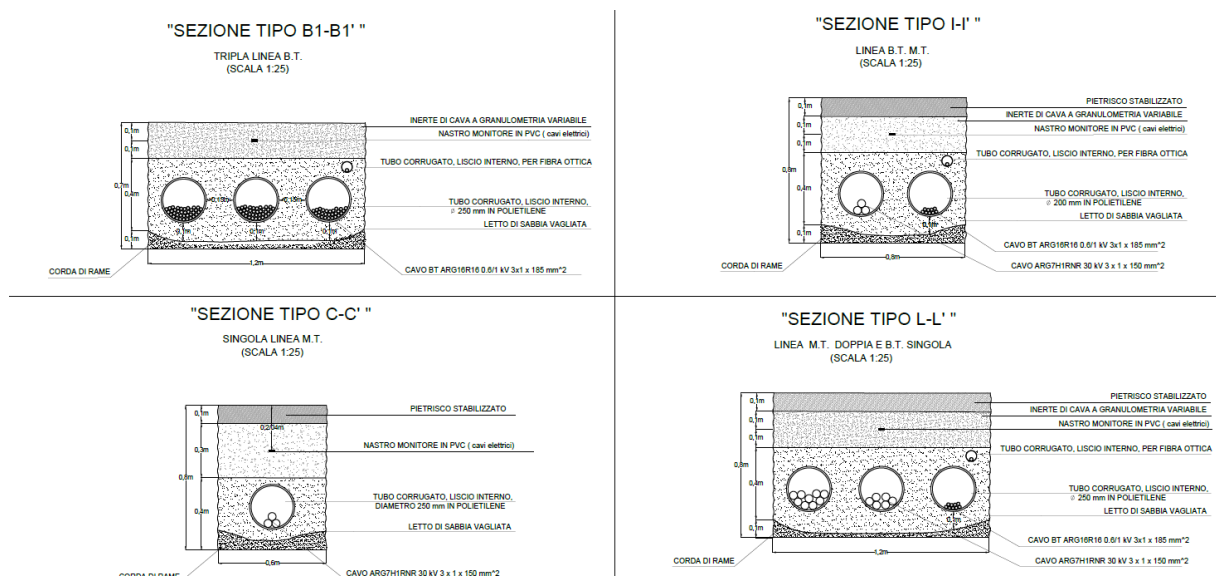


Figura 47 - Sezione tipo di elettrodotto BT e MT

Le 5 cabine comporteranno lo scavo di una vasca di fondazione da 6,7 x 2,5 x 0,65 mt, avente quindi un volume di ca 10 mc.



Figura 48 - Cabina tipo

I pali di illuminazione sono circa 100, i relativi plinti possono comportare la rimozione di circa 0,5 mc. Quindi 50 mc.

In definitiva il terreno da movimentare è stimabile in:

	mc	quantità riusata	quantità residua
strade interne	6.300	30%	4.000
cavidotti BT	2.190	60%	1.252
cavidotti MT	9.600	60%	5.700
cabine	50	10%	45
pali illuminazione	50	0%	100
	15.840		11.097

2.11.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti

La fascia di mitigazione dell'impianto occupa una superficie di 80.371 mq, mentre la superficie naturalistica di 35.000 mq

In totale le due aree impegnano una superficie di 115.371 mq, pari al 28,5 % del totale.

Su tali aree saranno ripartite le 11.097 mc residuanti dalle attività di scavo. In definitiva per uno spessore medio di 10 cm. Precisamente saranno utilizzati 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. In particolare tale effetto sarà prodotto nel lotto Sud, dove l'impianto è adiacente ad una possibile area di allagamento.



Figura 49- Piastra 3, Sud

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 si rimanda al Piano di Utilizzo.

2.12 Altri materiali e risorse naturali impiegate

2.12.1 Stima materiali da utilizzare

La realizzazione della recinzione comporterà l'impiego di circa 13.500 mq di rete metallica con relativi pali di legno.

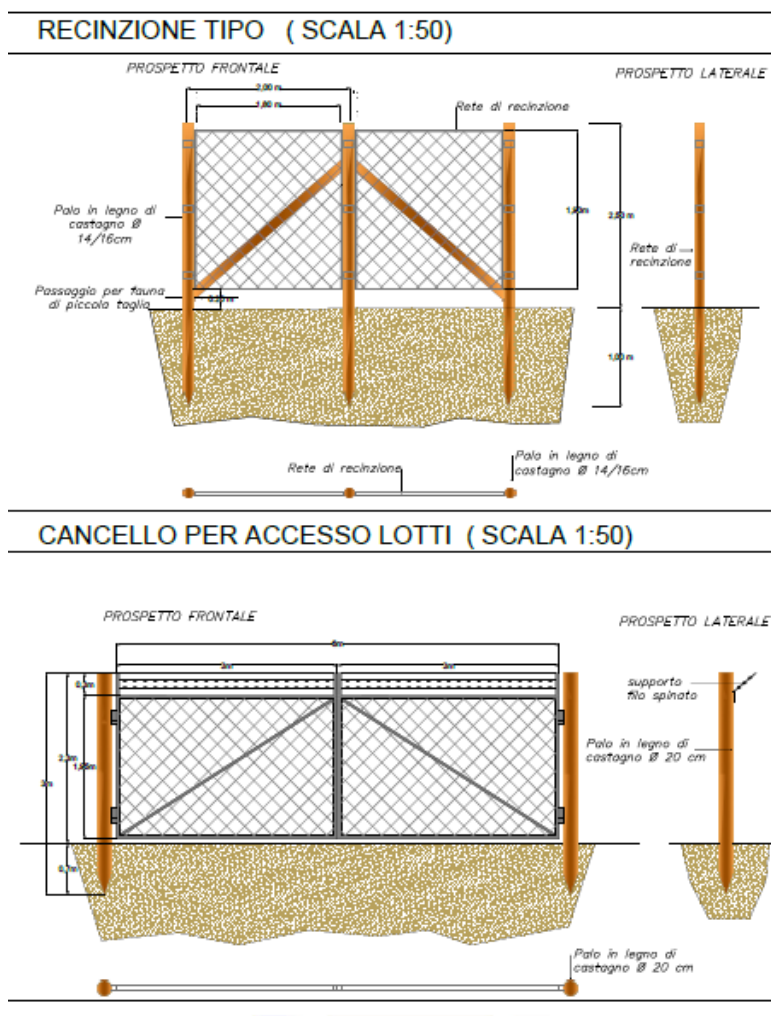


Figura 50 - Recinzione, particolare

L'impianto di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione di 100 pali in acciaio zincato, ognuno corredato di plinto di fondazione, fascio a luce LED con puntatore e termocamera e videocamera, relativi cablaggi.

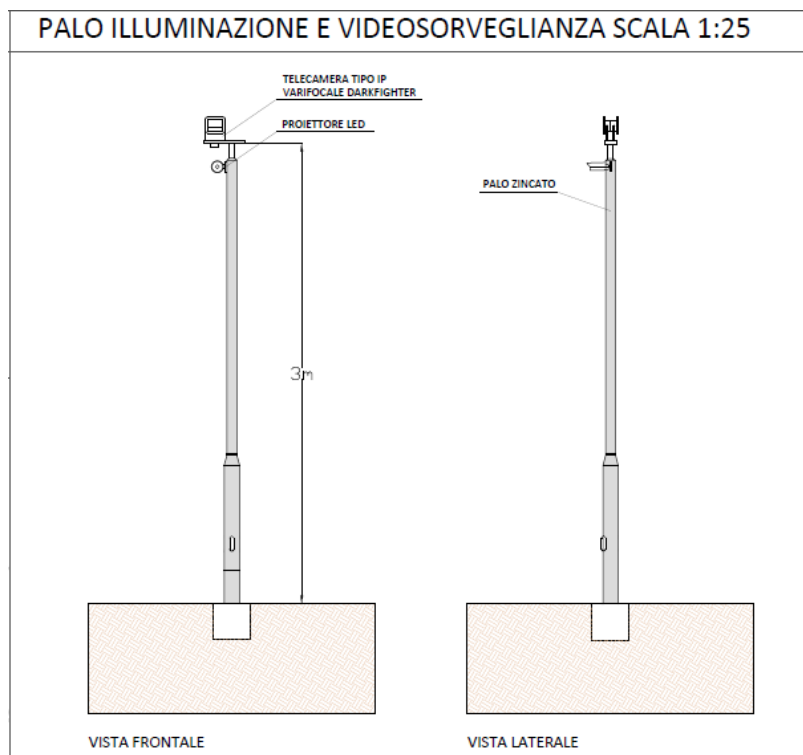


Figura 51- Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza

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.

	Quantità	U.m.	Stima materiali (ton)										
			legno	pietrisco	alluminio	rame	fibra	ferro	elettronica	vetro	silicio	plastiche	CLS
Recinzione	4.473	m	89										
Misto granulare	6.022	m3		9.033									
Cavo MT alluminio (est)	30.000	m			501							2,1	
Cavo MT alluminio (int)	11.175	m			97							0,8	
Cavo BT alluminio	117.558	m			517							8,2	
Cavo solare	120.000	m				9						8,4	
Corda rame	6.782	m				3,4						0,5	
Cavi in fibra ottica	4.473	m					0,2					0,3	
Struttura Tracker	878	cad.						1.018				0,06146	
Inverter	60	cad.						1	1			0,0042	
Moduli	31.272	cad.			63	44				469	31	88	
Acciaio in barre	9.760	kg						10					
Cabine (+ vol tecnici+ raccolta)	6	cad.							9				132
Totale			89	9.033	1.178	56	0,2	1.029	10	469	31	108	132

Figura 52 - Tabella materiali impiegati

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.

Complessivamente si stima quest'ultima in circa 120.000 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.



Figura 53 - Esempio di robot di pulizia

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

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

Figura 54 - Caratteristiche robot

2.13 Intervento agrario: obiettivi e scopi

Il complessivo progetto mira all'inserimento del parco fotovoltaico nel contesto agricolo e paesaggistico cercando di salvaguardare nella misura del possibile il concetto di multifunzionalità che nell'ultimo trentennio ha modificato il modo stesso di intendere l'agricoltura. Secondo quanto dichiarato dall'Ocse si tratta di garantire che “oltre alla sua funzione primaria di produrre cibo e fibre”, l'agricoltura possa anche “disegnare il paesaggio, proteggere l'ambiente e il territorio e conservare la biodiversità, gestire in maniera sostenibile le risorse, contribuire alla sopravvivenza socioeconomica delle aree rurali, garantire la sicurezza alimentare. Quando l'agricoltura aggiunge al suo ruolo primario una o più di queste funzioni può essere definita multifunzionale”². Introdotto per la prima volta alla *Conferenza di Rio* nel 1992, e ripreso dalla PAC Europea³ viene approvato nel 1999 nell'ambito dell'*Agenda 2000*⁴, quando i temi della difesa dell'ambiente e della biodiversità assumono un ruolo strategico. Nella nostra normativa il tema viene introdotto dal D.Lgs. 228 del 2001. Come argomenteremo nell'ambito dei più recenti studi internazionali nel Quadro Ambientale un impianto fotovoltaico di per sé, se correttamente progettato e condotto, può costituire esso stesso un presidio di biodiversità. Tuttavia, nel progetto qui presentato si è cercato di andare oltre.

L'idea progettuale sulla quale si è lavorato è di realizzare un sistema realmente integrato, agro-fotovoltaico che, se pure sotto la preminenza della produzione energetica (essenziale per garantire, come illustrato in precedenza, la transizione energetica al paese e la risposta attiva alle quattro sfide climatica, pandemica, energetica, politica, e decisiva per evitare al mondo il ritorno delle “tre sorelle” trecentesche⁵), dia adeguato spazio ad una produzione agricola non marginale ed a importanti presidi di biodiversità e naturalità.

Una quota non irrilevante, pari a circa 3,5 ettari (una superficie pari a circa un terzo di quella impegnata per i pannelli che è 9,7 ha), del terreno è stata dedicata ad aree naturalistiche, altre aree di mitigazione per 8 ha e dedicate ad alberi storici per 0,7 ha. Sono stati dunque riservati ampi spazi per rafforzare i sistemi naturali presenti con funzione di collegamento tra ambienti adiacenti (per favorire il trasferimento del biotopo da un sistema all'altro). Questo effetto è stato creato attraverso la realizzazione di ecotoni capaci di consolidare il mantenimento e la diffusione delle componenti

² - Commissione agricoltura dell'OCSE - Organizzazione per lo Sviluppo e la Cooperazione Economica - 2001

³ - Politica Agricola Comunitaria

⁴ - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l60001>

⁵ - 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.

abiotica (elementi climatici), merobiotica (terreno, acqua e loro componenti) e biotica (forme viventi animali e vegetali).

La realizzazione di questa tipologia di sistemazione a verde mira, in altre parole, a costituire una copertura vegetale diffusa e variabile capace di instaurare la connessione con la componente vegetazionale esterna, di rafforzare i punti di contatto tra i vari sistemi quali il corridoio ecologico delle aree depresse, i fossi di regimentazione delle acque, il comparto agricolo ed il campo fotovoltaico. Si persegue l'obiettivo di aumentare la biodiversità, attraverso la realizzazione di una complessità strutturale ed ecologica che possa autosostenersi nel tempo e continuare a vivere anche oltre la durata dell'impianto fotovoltaico.

Più dettagliatamente le valutazioni condotte sul territorio, sotto il profilo pedoclimatico e vegetazionale, e riportate nella "Relazione agronomica" allegata, hanno portato ad un concetto progettuale che cerca di favorire l'integrazione dell'opera nel paesaggio e con le caratteristiche agricole dei luoghi.

Al progetto sono stati affidati i seguenti compiti:

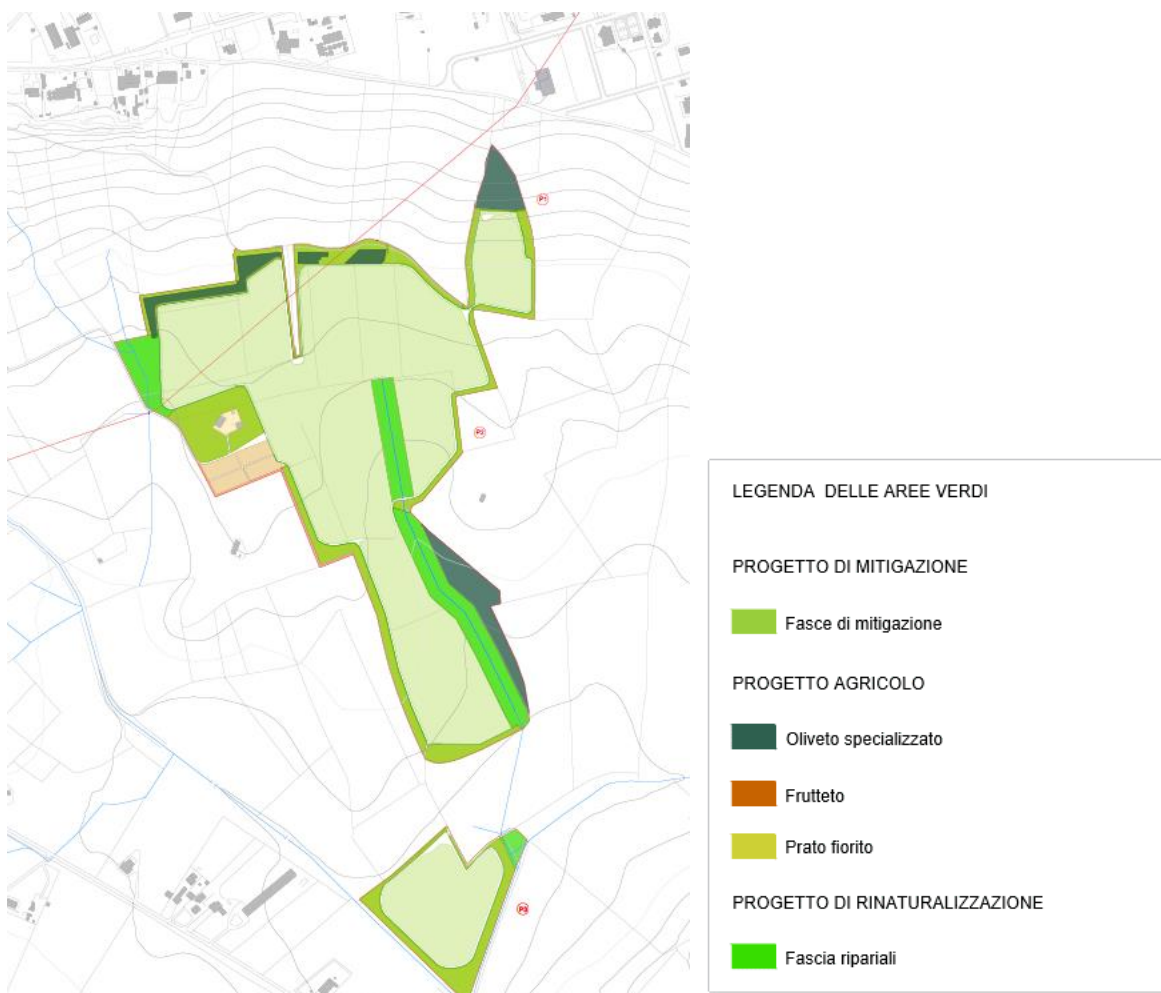
- *Mitigare l'inserimento delle piastre fotovoltaiche*, che hanno necessariamente un carattere discontinuo con l'insieme dei segni storicizzati, disponendo inevitabilmente schermi arborei e vegetazionali tra l'impianto ed i punti di intramissione visiva. Questa funzione inevitabile è stata, tuttavia, modulata in modo da non riprodurre l'effetto "strada pubblica" (una fila ininterrotta di alberi di alto fusto ritmati), ma di conservare varietà e articolazione sia di forme come di colori;
- *Riqualificare il paesaggio*, in una piana che è caratterizzata da una agricoltura intensiva molto aperta, seminativa, con poca struttura visibile, lo sforzo del progetto è anche di evidenziare alcune linee caratterizzanti, ad esempio di impluvio, le trame catastali e l'andamento orografico;
- *Salvaguardare le attività rurali*, in un territorio di intenso uso agricolo nel quale sono compresenti ampie aree seminate aperte e tasselli di alberi produttivi, l'impianto inserisce in più punti nuovi uliveti ed altri alberi da frutto storicizzati, salvaguardando le attività in essere e potenziandole con nuovi investimenti pari, complessivamente, ad oltre il 4% del totale;
- *Tutelare gli ecosistemi e la biodiversità*, sia il netto miglioramento della variabilità vegetazionale e la destinazione di oltre 2 ettari alla colonizzazione naturale, in prossimità del canale agricolo, possono garantire la salvaguardia delle keystone species e quindi il potenziamento degli habitat;
- *Il sequestro del carbonio*, allo scopo di diminuire nel tempo la presenza di carbonio in eccesso nell'aria, con conseguente cambiamento climatico, la costante copertura vegetale, con pratiche di

tutela della biodiversità, unitamente a tecniche di minimo disturbo meccanico del suolo massimizzeranno la sua capacità di cattura (sink).

Dunque tutte le funzioni attribuite al progetto verde saranno tra loro correlate e condurranno alla realizzazione di un sistema ecologico che oltre a favorire l'inserimento dell'opera nel contesto paesaggistico e rurale migliorerà la fruibilità delle aree di progetto, attualmente utilizzate esclusivamente per lo sfruttamento dei suoli a scopo agricolo.

Di seguito viene dettagliato il progetto del verde che, per semplicità di lettura, è stato suddiviso in:

- progetto di mitigazione;
- progetto agricolo;
- progetto di rinaturalizzazione.



2.14 Mitigazioni previste

2.14.1 Generalità

La sistemazione ambientale delle aree di margine si è basata su un'accurata indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali della larghezza media di dieci metri lungo la viabilità principale e quella interpoderale.

In dettaglio, 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. Il sistema è ottenuto attraverso l'inserimento di piante autoctone, appartenenti alla vegetazione potenziale dell'area fitoclimatica. Al fine di ottimizzare il raggiungimento dell'obiettivo è prevista quindi 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. Una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta della macchia mediterranea.

La necessità di minima interferenza dell'elemento vegetale con il campo fotovoltaico (l'ombreggiamento porterebbe una perdita di produzione che andrebbe a contrastare con le finalità di produzione di energia rinnovabile la quale, anche ai sensi dei criteri di cui al DM 10 settembre 2010, deve invece essere massimizzata a parità di superficie impiegata) ha portato alla scelta di specie sempreverdi e decidue a chioma espansa e a portamento colonnare. Il portamento, le dimensioni e l'habitus vegetativo delle diverse specie arboree ed 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, degradante verso l'interno, è stata decisa sulla base anche della velocità di accrescimento delle piante e sull'ombreggiamento delle stesse 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.

Lungo il perimetro del campo fotovoltaico, la recinzione sarà permeabile al passaggio di piccoli animali in transito, grazie al varco lasciato dalla rete metallica che sarà sollevata da terra di circa 20 cm. La recinzione sarà schermata da piante rampicanti sempreverdi, a rapido accrescimento, quale è il caprifoglio (*Lonicera caprifolium*).

La specie è di tipo lianosa, i fusti sono rampicanti e volubili (si avvolgono ad altri alberi o arbusti), possono arrivare fino a 5 metri di estensione e nella fase iniziale dello sviluppo sono molto ramosi. Le foglie sono semplici a margine intero senza stipole. I fiori sono ermafroditi, delicatamente profumati, riuniti in fascetti apicali, sessili.

2.14.2 Specie utilizzate

La vegetazione arborea sarà costituita da alberi di I e II grandezza, disposti in filare. Allo scopo saranno messi a dimora degli olivi (*Olea europaea*) internamente alla fascia ed un filare alternato di roverelle (*Quercus pubescens*) e fragni (*Quercus trojana*).

- ***Olea europaea*** (olivo) Pianta sempreverde a portamento arboreo, ha la chioma espansa ed è alta da 2 a 10m. L'olivo coltivato appartiene alla vasta famiglia delle *Oleaceae*, Fra le piante arboree, l'*Olea europaea* si distingue per la sua longevità: questa sua caratteristica è da imputarsi soprattutto al fatto che riesca a rigenerare completamente o in buona parte l'apparato epigeo e ipogeo danneggiati. Il suo habitus vegetativo è tipicamente conico, in quanto è una pianta basitona, ossia ha la caratteristica di spostare la vegetazione e la produzione nelle parti basse. Questo suo meccanismo di compensazione si verifica quando c'è uno squilibrio tra la parte aerea e la parte radicale della pianta a seguito del mancato germogliamento delle gemme oppure in conseguenza ad interventi drastici di potatura o danni da agenti esterni.

A differenza di altre specie da frutto dove la fase giovanile o improduttiva è corta, nell'olivo invece può risultare più lunga soprattutto quando la pianta viene propagata per seme, oppure ricostituita a partire da polloni che per un certo periodo manifestano uno sviluppo vegetativo anche per 5 o 6 anni. L'aspetto giovanile dell'olivo si può manifestare anche attraverso lo sviluppo di foglie di forme diverse.

Le piante giovani hanno foglie più corte e rotondeggianti, mentre le piante adulte hanno foglie più allungate e strette. Tuttavia, le differenze di forma variano anche in base alle diverse varietà e all'interno della stessa varietà il passaggio è graduale con contemporanea presenza di foglie giovani e adulte.

- ***Quercus pubescens*** (roverella) è un albero di taglia media, inferiore alle altre querce del gruppo; mediamente 12-15 m ma può arrivare anche a 25 m di altezza in buone condizioni

edafiche; specie abbastanza longeva può avere diametri del tronco notevoli, anche 2-2.5 m a petto d'uomo. Ha fusto normalmente corto ed anche sinuoso che si diparte presto in grosse branche anch'esse sinuose che formano una chioma ampia e globosa negli esemplari isolati. Specie molto frugale, eliofila, termofila e xerofila ma resiste molto bene anche alle basse temperature, ma le sue formazioni si trovano in Italia fra i 200 e gli 800 (1200) m slm, prevalentemente nei versanti esposti a sud; è specie di grande plasticità ecologica trovandosi in numerosissime associazioni e gruppi sociologici.

- ***Quercus trojana*** (fragno) è una quercia con origini nell'Europa sudorientale, dalla Puglia, ai Balcani, fino al Mar Nero. È una specie tipicamente mediterranea che cresce dal livello del mare fino ai 600 metri circa di quota. In Italia si trova in Puglia (Murge e Salento) e in Basilicata (Matera). In Italia forma associazioni con altre specie di quercia come il leccio (*Quercus ilex*), la roverella (*Quercus pubescens*), il cerro (*Quercus cerris*), la quercia spinosa (*Quercus coccifera*) in formazioni boschive abbastanza fitte. è un albero che può raggiungere i 15 metri di altezza ma, allo stato spontaneo, ha spesso un portamento quasi arbustivo. Ha una chioma globosa ed espansa in orizzontale, con tronco diritto e ramoso fino alla base. Il fragno è una specie eliofila e piuttosto termofila. Preferisce i terreni a matrice calcarea ma in Puglia lo si ritrova anche su terre rosse ben umificate, profonde e fresche

Gli arbusti, che a maturità saranno alti circa 2-3 metri, formeranno una fascia perimetrale, prossima alla recinzione del campo fotovoltaico. Le specie scelte sono sia sempreverdi che caducifoglie: *Spartium junceum*, *Prunus spinosa*, *Arbutus unedo*, e *Mespilus germanica*.

- ***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;
- ***Prunus spinosa*** (prugnolo selvatico) è un arbusto spontaneo appartenente alla famiglia delle *Rosaceae* e al genere *Prunus*, viene chiamato anche prugno spinoso, strozzapreti o semplicemente prugnolo. È un arbusto o un piccolo albero folto, è caducifoglie e latifoglie alto tra i 2,5 e i 5 metri. La corteccia è scura, talvolta i rami sono contorti, le foglie sono ovate verde scuro; i fiori numerosissimi e bianchissimi, compaiono in marzo o all'inizio d'aprile e

ricoprono completamente le branche. Produce frutti tondi di colore blu-viola, la cui maturazione si completa a settembre-ottobre, molto ricercati dalla fauna selvatica come fonte di nutrimento. Un tempo in Italia veniva utilizzato come essenza costituente delle siepi interpoderali, in ragione delle spine e del fitto intreccio di rami; la siepe di prugnolo selvatico costituiva, infatti, una barriera pressoché impenetrabile.

- ***Arbutus unedo*** (corbezzolo) è un albero da frutto appartenente alla famiglia delle *Ericaceae* e al genere *Arbutus*; è un arbusto molto rustico, resistente alla siccità, al freddo ed ai parassiti. Uno stesso arbusto ospita contemporaneamente fiori e frutti maturi, per il particolare ciclo di maturazione; questo insieme al fatto di essere un sempreverde lo rende particolarmente ornamentale (visti i tre colori del corbezzolo: verde per le foglie, bianco per i fiori e rosso per i frutti; colori presenti sulla bandiera italiana, il corbezzolo è un simbolo patrio italiano). Il corbezzolo è longevo e può diventare plurisecolare, con crescita rapida, è una specie mediterranea che meglio si adatta agli incendi, in quanto reagisce vigorosamente al passaggio del fuoco emettendo nuovi polloni. Si presenta come un cespuglio o un piccolo albero, che può raggiungere i 10 metri, è una pianta latifolia 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, amaro 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.
- ***Mespilus germanica*** (nespolo comune) è un albero da frutto appartenente alla famiglia delle *Rosaceae* e al genere *Mespilus*. È un albero di medie dimensioni che raggiunge i 4-5 metri d'altezza con una larghezza della chioma che spesso supera l'altezza; è una latifolia caducifolia, molto longeva con crescita molto lenta. Nei soggetti selvatici i rami giovani possono essere spinosi. Le foglie sono grandi, ellittiche o oblunghie, sono caduche, alterne, semplici con picciolo molto corto e stipole ovate, hanno il margine intero, o al più dentellato nella porzione apicale; la pagina superiore è di colore verde scuro. La fioritura è piuttosto tardiva, avviene dopo l'emissione delle foglie, molto decorativa. I fiori ermafroditi, di colore bianco puro sono semplici a 5 petali, molto visitati dalle api. I frutti appaiono come piccoli pomi tondeggianti che vengono raccolti verso ottobre-novembre ancora non idonei alla consumazione per essere poi consumati dopo un periodo di ammezzimento (una maturazione fuori dall'albero con trasformazione dei tannini in zuccheri) in luogo asciutto e ventilato.



Figura 55 - Prospetto impianto

2.15 Descrizione dell'intervento naturalistico

2.15.1 Generalità

Un recente studio di Rolf Peschel, Tim Peschel, Martine Marchand e Jörg Hauke, dell'associazione tedesca Neue Energiewirtschaft (BNE)⁶, condotto su ben 75 impianti esistenti in 9 diversi stati federali tedeschi, ha dimostrato un impatto *positivo* sulla biodiversità degli stessi con un aumento nelle aree occupate da animali e piante, in particolare negli spazi tra le file dei moduli. Lo studio ha analizzato le caratteristiche della vegetazione e la colonizzazione da parte di diversi gruppi animali dei parchi fotovoltaici, alcuni dei quali sono stati descritti dettagliatamente. Vengono inoltre presentati anche i risultati di studi analoghi effettuati nel Regno Unito.

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

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

⁶ "Solarparks - Gewinne für die Biodiversität", Bne https://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/20191119_bne_Studie_Solarparks_Gewinne_fuer_die_Biodiversitaet_online.pdf

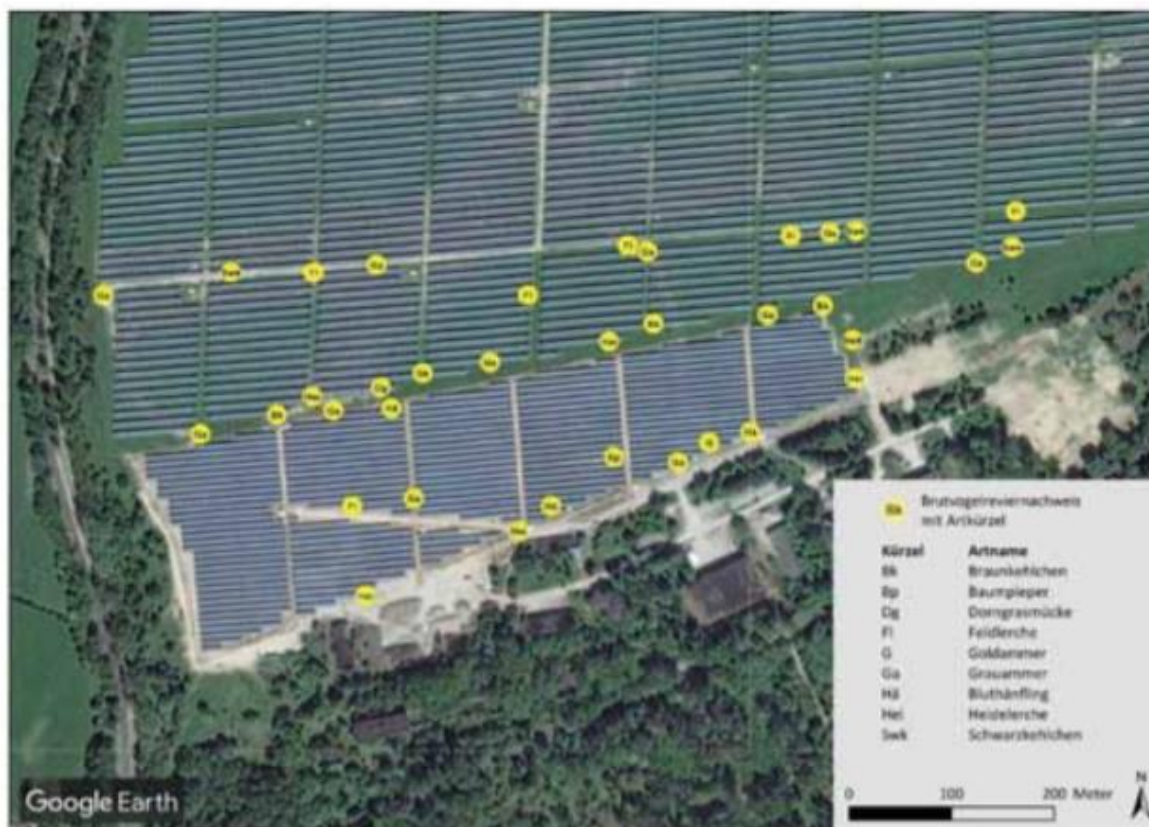


Abbildung 3-9: Darstellung der Revlerzentren und / oder Brutplätze der nachgewiesenen Brutvogelarten in dem Untersuchungsraum im Untersuchungszeitraum 2017 (Quelle: 2017, © 2009 GeoBasis-DE/BKG, © 2018 Google)

Figura 56- identificazione delle aree di monitoraggio della piccola fauna

In ragione di quanto detto e per potenziare intenzionalmente questo effetto, le piante considerate saranno caratterizzate da portamento e presenza di fioriture e bacche utili ad offrire rifugio e cibo alla fauna del luogo.

La funzione ecologica del progetto si arricchisce oltremodo con la realizzazione di veri e propri spazi naturali, senza alcuna funzione produttiva diretta, per la formazione di ecotopi che costituiranno il tessuto connettivo rurale, forestale e lineare lungo i corsi d'acqua.

Questa attenzione è particolarmente necessaria in quanto le particelle più meridionali dell'area d'intervento ricadono in zona di ripopolamento e cattura di cui all'art 12, comma 1, lettera b, L. R. del 2/5/1995 n. 17 "*Norme per la tutela della fauna selvatica e la gestione programmata dell'esercizio venatorio*" destinate alla riproduzione della fauna selvatica allo stato naturale, al suo irradamento nelle zone circostanti ed alla cattura della medesima per l'immissione sul territorio, in

tempi e condizioni utili all'ambientamento, fino alla ricostituzione ed alla stabilizzazione della densità faunistica ottimale del territorio.

Esse devono essere costituite in terreni idonei alla specie per le quali sono destinate e non soggetti a coltivazioni specializzate o suscettibili di particolare danneggiamento per la rilevante presenza di fauna selvatica; in esse è vietata ogni forma di esercizio venatorio. 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.

Ad ogni conto, per favorire questa funzione il progetto prevede la realizzazione proprio in queste aree di spazi naturali per la formazione di ecotopi che costituiranno il tessuto connettivo tra l'ambiente rurale e quello forestale, utili al ripopolamento e all'incremento della biodiversità. Allo scopo, si inseriranno piante caratterizzate da portamento e presenza di fioriture e bacche utili ad offrire rifugio e cibo alla fauna del luogo.



2.15.2 Arbusti e corridoi ecologici

Figura 57- Veduta del progetto con interposizione dell'area naturalistica

L'area oggetto d'intervento è percorsa da alcuni canali, più o meno profondi, che si configurano come fossi per la regimentazione delle acque pluviali. Considerando una fascia di rispetto larga mediamente 40 m lungo i suddetti canali, riportati in cartografia come corsi d'acqua, si ottiene una superficie complessiva di circa **3,5 ettari** che non verrà interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici. Questi spazi saranno, invece, oggetto di rinaturalizzazione con vegetazione arborea ed arbustiva tipica degli ambienti ripariali del sud Italia.

Fungeranno da fasce tampone efficaci anche per limitare l'inquinamento prodotto dai campi coltivati. Nel dettaglio saranno fasce di vegetazione erbacea, arborea ed arbustiva, poste lungo i corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, in grado di agire come "filtri" per la riduzione di inquinanti che le attraversano, grazie a diversi processi:

- 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.

Il canale di carico viene rapidamente colonizzato da vegetazione acquatica che svolge la funzione di sedimentazione (deposito e accumulo di solidi sospesi e fosforo) e fitodepurazione; l'acqua immagazzinata nel canale di carico filtra poi lentamente attraverso la fascia tampone (per via sub-superficiale, e quindi con trattamento anche dell'azoto nitrico) per raggiungere il corpo idrico.

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 quali *Salix capraea* (salicone), *Ulmus minor* (olmo campestre) e *Alnus cordata* (ontano napoletano) che si ritrovano spesso come vegetazione spontanea lungo i corsi d'acqua

- ***Salix caprea*** (salicone) è un alberello deciduo, alto fino a 15 metri, spesso policonico e a portamento cespuglioso, con chioma slanciata. Pianta pioniera cresce nelle zone umide, in terreni freschi ma non intrisi di acqua. Esigente in fatto di luce vive prevalentemente ai margini dei boschi, nelle radure e nei terreni ruderali; viene impiegato come specie pionieristica negli interventi di rinaturazione ambientale.
- ***Ulmus minor*** (olmo campestre) è un albero di prima grandezza che in condizioni ottimali può raggiungere i 30-40 m di altezza e un diametro del tronco di 1,5-2 m.; spesso, in condizioni difficili, mostra un portamento arbustivo o come piccolo albero, nell'ambito di macchie formate da numerosi polloni radicali dato la grande capacità pollonifera della specie. Specie molto plastica, allo stato spontaneo lo possiamo trovare nei boschi xerofili a Roverella e in tutto l'orizzonte delle latifoglie eliofile. L'olmo campestre si propaga bene sia per seme sia per polloni radicali; è stato molto usato per alberature stradali e come tutore della vite e perciò si trova facilmente nelle siepi ai bordi dei campi coltivati che se abbandonati colonizza velocemente.
- ***Alnus cordata*** (ontano napoletano) è una pianta a portamento arboreo, alta in media 15 m (fino a 25), con chioma ordinariamente piramidale, talora globosa; il fusto in alcuni esemplari può superare, a maturità, i 50 cm di diametro. L'optimum ecologico è costituito da impluvi o

nei pressi di corsi d'acqua, in terreni profondi, ricchi di nutrienti e piuttosto umidi, purché non asfittici e privi di ristagni. Pianta di facile propagazione, per l'abbondante produzione di seme leggero e volatile, favorita nell'affermarsi dalla rapida crescita giovanile, agisce in qualità di ricolonizzatrice in aree soggette a movimenti del suolo o interessate dal passaggio d'incendi, competendo con successo nei confronti di altre specie. Grazie alla presenza nelle radici di batteri azoto-fissatori, è considerata specie miglioratrice del suolo. Possiede, tra l'altro, il pregio di una scarsa infiammabilità.

2.15.4 Monitoraggio faunistico

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

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

Le aree di insediamento naturalistico, estranee a qualunque uso produttivo, saranno realizzate su circa 8 ettari.



2.16 Progetto agricolo: apicoltura, olivicoltura, frutteto, prato fiorito

Oltre ad avere un'impronta meramente naturalistica e paesaggistica, il progetto del verde prevede di gestire le aree libere dai pannelli fotovoltaici come dei veri e propri campi agricoli dove poter effettuare sia la coltivazione che l'apicoltura. Perciò alcune aree saranno destinate alla coltivazione di olivi, altre a frutteti; mentre all'interno dei campi fotovoltaici saranno seminati prati melliferi. Vediamo uno alla volta questi interventi.

2.16.1 a) oliveto specializzato

Alcune particelle del fondo, inidonee ad accogliere l'impianto fotovoltaico, saranno destinate alla coltivazione intensiva di oliveti specializzati. Questi saranno localizzati essenzialmente lungo il confine settentrionale del campo fotovoltaico e la superficie investita è di circa **2,4 ettari**.

L'impianto olivicolo sarà di tipo intensivo e prevede la coltivazione di varietà da olio e di alcuni alberi di varietà da tavola nell'appezzamento più a nord. Qui, all'interno del campo, un filare di mandorli interrompe la monotonia dell'oliveto e richiama la consociazione tradizionale di olivi e mandorli la cui fioritura preannuncia l'arrivo della primavera. L'inserimento del mandorlo, oltre a migliorare l'aspetto paesaggistico, consentirà un aumento di biodiversità.

Tale tipologia d'impianto mitigherà il campo fotovoltaico senza mai occludere la vista sulla vallata.

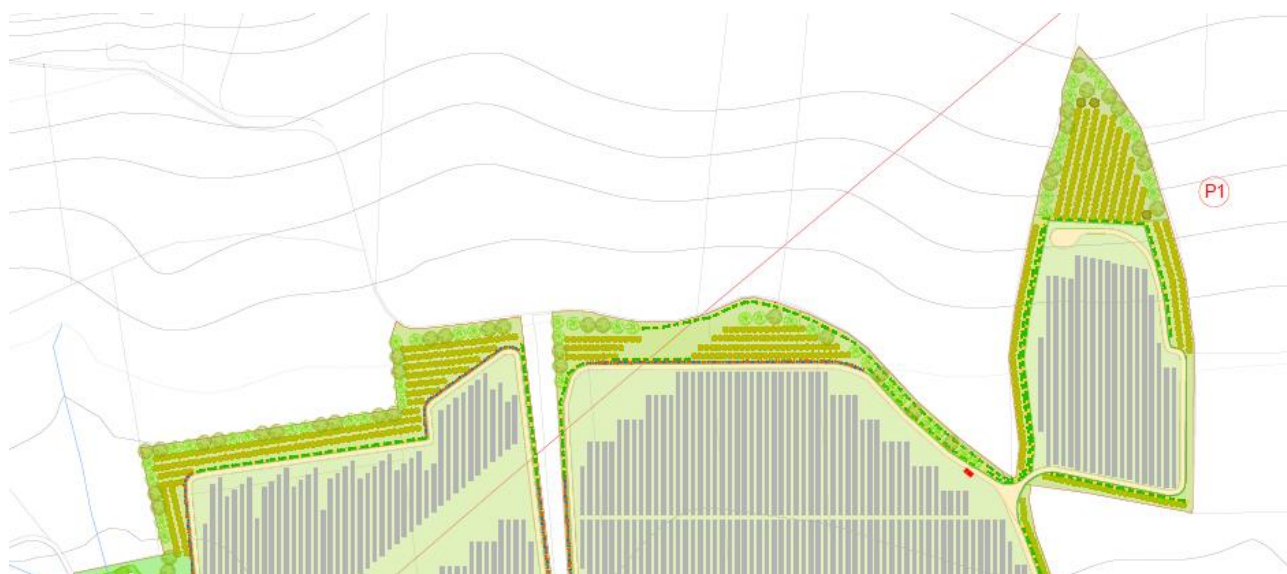


Figura 58- Oliveto specializzato lungo il confine settentrionale

2.16.1.1 Cenni storici

L'Ulivo è la pianta centrale nella storia delle civiltà che si affacciano sul Mediterraneo. 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.



Figura 59 - Uliveti

Preistoria

Ci sono tracce di olivicoltura sin dalla Preistoria. Nei pressi di Bologna sono stati ritrovate foglie fossili di oleastro (un tipo di piana di ulivo selvatico) risalenti al Terziario, mentre sulla Riviera Francese, nei pressi di Mentone, noccioli di oliva risalenti al Paleolitico. In Spagna e in Puglia, alcuni reperti risalgono al Neolitico. Sul Lago di Garda ritrovamenti dell'Età del Bronzo testimoniano che l'ulivo era già presente nell'alimentazione umana.

Da Creta al Mediterraneo

Testimonianze certe di antichissima coltivazione dell'ulivo nel bacino del Mediterraneo si trovano a Creta, risalenti all'età minoica. Nel 2000 a.C. è già presente in Egitto, mille anni dopo compare in Palestina. Tra l'IX e l'VIII secolo a.C. dai Fenici viene introdotto in tutta la Grecia, a Cartagine e in Cirenaica e, successivamente, gli stessi Fenici lo diffondono in Sicilia. Un secolo dopo raggiunge il Lazio, da dove progressivamente, grazie agli Etruschi, si espande nel centro e in alcune aree dell'Italia settentrionale.

La civiltà cretese deve la sua ricchezza proprio al commercio dell'olio. Nel palazzo di Cnosso sono state ritrovate gigantesche anfore ed enormi depositi per l'olio.



Figura 60 - Giare contenti olio

È stato ritrovato anche un libro mastro dell'amministrazione del palazzo, che dà conto dei luoghi di produzione e di destinazione dell'olio prodotto, delle forme di pagamento e della qualità meno pregiata di olio, ricavata dalla sansa che veniva cotta nell'acqua bollente. I libri poi distinguono l'olio destinato all'uso alimentare da quello usato per scopi medici a quello infine destinato ai luoghi di culto.

Sempre a Cnosso, è stata rinvenuta la più antica rappresentazione iconografica che riguarda l'ulivo, raffigurato in un affresco risalente al 1400 a.C. Le navi di Creta erano per la maggior parte dirette in Egitto, dove l'olio veniva usato durante l'imbalsamazione dei defunti: nessuno poteva avvicinarsi agli dèi dell'oltretomba se non aveva il corpo unto di olio d'oliva.

A spiegare l'importanza dell'olio di oliva nell'antichità è anche il fatto che la luce nell'antichità dipendeva dall'olio che bruciava nelle lampade (il così detto olio lampante).

Dalla Grecia a Roma

In Grecia l'olio non era meno importante. L'ulivo era ritenuto pianta sacra dedicata alla dea Minerva; Omero ci racconta come Ulisse avesse costruito il talamo nuziale con il legno dell'ulivo, mentre uomini e cavalli delle saghe omeriche traevano forza dall'effetto balsamico dell'olio. Ancora, sull'acropoli vi era un ulivo centenario venerato dagli ateniesi, poiché si credeva che la stessa Minerva lo avesse piantato: i suoi rami erano utilizzati per intrecciare ghirlande per gli eroi e l'olio estratto dalle drupe degli ulivi che ricoprivano le pendici del Partenone veniva offerto in premio ai vincitori dei giochi Panatenei.

Tra il VI e il IV secolo la diffusione intensiva dell'olivicoltura copre l'area centrale della penisola

italica grazie alle navi dei fenici, l'ulivo è diffuso anche sulle monete dell'epoca.

La massima diffusione dell'olivicoltura nel bacino del Mediterraneo si deve ai romani. Non appena si stabilivano le legioni, venivano piantati ulivi, viti e grano. I romani si ungevano il corpo con l'olio per renderlo più vigoroso, mentre durante l'inverno era utilizzato dai soldati per proteggere la pelle dal freddo.

Verso il 100 a.C. il commercio e la produzione di olio erano così diffusi che cominciarono a sorgere le prime corporazioni di oleari, sia in Grecia che a Roma. Plinio, che visse verso la metà del I sec. d.C., sosteneva che in Italia si commercializzasse il miglior olio al minor prezzo. Erano già avanzati gli studi sull'olivicoltura circa la natura del terreno, l'esposizione, il clima, la propagazione per talea o per innesto, la distanza da interporre tra albero e albero; c'era già una classificazione delle olive, c'erano già dei criteri prediletti per la frangitura delle drupe e per la conservazione ottimale dell'olio; addirittura si stabiliva che l'olio di oliva prodotto dalla frangitura di olive non ancora mature fosse migliore; si faceva infine già distinzione tra gli oli sapidi della Sabina e quelli leggeri della Liguria.

Dal Medioevo al Rinascimento

È proprio la caduta dell'Impero Romano a determinare in Italia una crisi nell'olivicoltura, che subisce il colpo definitivo con le invasioni barbariche. L'olio di oliva torna a essere una merce rara e pregiata, il cui consumo è riservato principalmente a un uso liturgico. Dal tardo Impero la storia del Mediterraneo volge verso un periodo di guerre tanto che intorno all'anno Mille l'olio diventa un bene rarissimo.

Se l'ulivo riesce a sopravvivere al Medioevo e ad arrivare fino a noi, lo si deve all'opera degli ordini religiosi Benedettini e Cistercensi. Sono proprio le comunità monastiche che danno impulso all'agricoltura a partire dall'anno Mille, bonificano i terreni dalle acque e mettono a dimora nuove piante di vite e ulivo. A partire dal XII secolo, la pianta assume dignità e importanza di "coltura da reddito".

Ulivo e vite sono protagonisti nel Rinascimento. Il governo mediceo di Firenze sarà il primo in Italia a intuire l'importanza dell'olivicoltura. I Medici danno grande impulso a questa coltivazione, concedendo gratuitamente vaste estensioni di terreno collinare a patto che vi vengano piantati anche degli ulivi.

L'olio durante l'Illuminismo

Il secolo XVIII è il secolo d'oro dell'olivicoltura nazionale: studi, trattati, produzioni incentivate e l'Italia è produttrice dei migliori oli. Nel 1830 papa Pio VII garantisce un premio in denaro per ogni ulivo piantato e curato sino all'età di diciotto mesi. L'olivicoltura comincia ad essere conosciuta anche all'estero. Russia, Inghilterra e Francia sono i maggiori importatori di olio italiano. La

popolazione cresce, l'olio è presente in casa sia sulla tavola che per i vari usi quotidiani. Nell'industria l'olio viene richiesto soprattutto nei settori del tessile, della lana e del sapone. La coltura dell'ulivo diventa un ottimo investimento, e ne viene incentivata la produzione.

Vengono bonificate intere aree del Meridione, per essere coltivate a ulivi a perdita d'occhio.

L'olio dall'Ottocento ai giorni nostri

Nel XIX secolo la coltivazione dell'ulivo si estende sempre di più: l'olio viene usato per le lampade, nell'industria sempre più fiorente e sulle tavole di una popolazione in crescita.

Gli alberi d'ulivo vengono ritenuti sempre di più un solido investimento e l'olivicoltura incoraggiata. Dalla seconda metà del secolo, in seguito a un'epidemia che colpisce le piante, e a condizioni climatiche avverse in alcune zone dell'Italia meridionale gli ulivi vengono abbattuti e usati come legna. La produzione cala e per diversi anni resta stazionaria.

Dagli anni Trenta in avanti, grazie a leggi che promuovono l'olivicoltura in tutta Italia, la produzione di olio ricomincia a crescere, fino a dopo la Seconda Guerra Mondiale, quando la cucina tradizionale italiana viene ritenuta troppo povera rispetto a quella d'oltreoceano, e il burro ritenuto più nobile dell'olio. La produzione di margarina aumenta e invade le tavole degli italiani. L'uso dell'olio d'oliva cala considerevolmente, perché non di moda.

Finché verso gli anni '80, con la riscoperta di cibi più naturali e genuini, l'olio extravergine di oliva diventa di nuovo protagonista sulle tavole degli italiani, e la dieta mediterranea che si diffonde anche all'estero riporta l'olio evo al suo giusto splendore.

Nel Mediterraneo l'ulivo ha finito per costituire una dominante del territorio, oltre che, unitamente al frumento e alla vite, un simbolo della cultura, del costume e dell'economia: vi si produce, infatti, il 95% del raccolto mondiale, prime fra tutte la Spagna e l'Italia, ma anche Grecia, Turchia e Tunisia. Verso la metà del Novecento l'ulivo è giunto anche nelle Americhe, in Africa meridionale e in Estremo Oriente.

2.16.1.2 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, 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 e 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 con un numero di piante ad ettaro che varia tra 400 a 600 piante ad ettaro.

L'Olivicoltura intensiva assicura una remuneratività 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.

2.16.1.3 L'olivicoltura in Puglia

In Puglia la superficie investita ad olivo è di circa 375mila ettari. Il 15% delle aree coltivate ad olivo è condotto con metodi di produzione biologica che rappresenta il 32% della superficie biologica a livello nazionale.

L'olivicoltura pugliese è così ripartita: Bari 27%, Lecce 25%, Brindisi 17%, Foggia 13%, Taranto 9% e Barletta-Andria-Trani 9%. Le Dop presenti nella regione sono cinque e interessano rispettivamente le province di: Brindisi (Collina di Brindisi), Foggia (Dauno), Bari (Terra di Bari), Lecce, Taranto e Brindisi (Terre d'Otranto), Taranto (Terre Tarantine).

In provincia di Foggia sono coltivati circa 15 varietà, quasi tutti di origine autoctona o presenti nel territorio già da diversi secoli. L'assortimento varietale dell'olivicoltura foggiana risente della concentrazione della coltura in aree diverse scarsamente comunicanti tra loro. Tra le più coltivate:

- **Peranzana**: proveniente dalla Provenza ed introdotta nella Daunia da Raimondo de Sangro verso la metà del 1700, ha trovato il suo clima ideale in quest'angolo della Puglia producendo un olivo capace di trasformarsi in un olio extravergine unico, dalle richiestissime proprietà organolettiche e nutrizionali. La *Peranzana* presenta una media resistenza alle avversità

climatiche freddo e parassitarie, una costanza produttiva, una bassa resa in olio anche se le qualità organolettiche, come è noto, risultano eccellenti.

- **Coratina**: originaria della città di Corato è una cultivar di olivo tipica della Puglia, caratterizza soprattutto gli uliveti di pianura dell'area del Basso Tavoliere (Cerignola, San Ferdinando di Puglia, Trinitapoli, eccetera) e in parte del Subappennino meridionale e centrale. La varietà *Coratina* è caratterizzata dall'avere una maggiore predisposizione al fenomeno dell'alternanza anche se presenta una media resistenza alle avversità climatiche (freddo) e parassitarie; la resa di olio è medio-alta. Per quanto concerne le caratteristiche organolettiche, gli oli di coratina si distinguono per il fruttato netto e il classico retrogusto di amaro.
- **Ogliarola Garganica**: la sua storia ha origini antichissime, risale ai Romani che dopo aver colonizzato le nostre terre riconobbero nell'olivo un frutto importantissimo per il loro fabbisogno. Lo stesso imperatore Traiano fece coniare una moneta raffigurante una ragazza con un ramo d'olivo in grembo. A causa delle invasioni barbariche, però, e la successiva caduta dell'Impero Romano d'Occidente, la coltivazione dell'olivo subì uno stallo. Con l'unificazione dell'Italia, la Puglia ebbe un nuovo periodo di fioritura nella produzione di olio di oliva e nella sua coltivazione. La varietà *Ogliarola*, diffusa prevalentemente nel territorio del Parco Nazionale del Gargano, è caratterizzata dall'avere una maggiore percentuale di olio nella drupa e al contempo una maggiore predisposizione al fenomeno dell'alternanza.
- **Rotondella**: fatta risalire anche a diversi secoli prima di Cristo, epoca nella quale la varietà potrebbe essere stata introdotta ad opera dei Focesi, coloni greci provenienti dell'Asia Minore. Probabilmente nei Monti Picentini è stata introdotta dopo il 202 A.C. a seguito alla sconfitta di Annibale ad opera dei Romani, quando Picenzia, alleata di Annibale, venne rasa al suolo ed i superstiti furono dispersi nelle colline della zona più interna, ove si formarono numerose borgate, che per Roma divennero l'Ager Picentinus. La varietà *Rotondella* caratterizza essenzialmente l'olivicoltura del Subappennino Dauno e funge da impollinatore per la Peranzana.

Sul territorio sono presenti anche altre cultivar di olivo che rappresentano tuttavia una parte marginale del panorama varietale della Daunia in quanto utilizzate prevalentemente come impollinatori. Si tratta di varietà non autoctone da olio come *Leccino*, *Frantoio*, *Picholine* e altre minori. Nella provincia di Foggia la denominazione Dauno dop, che ha ben quattro poli di produzione, è considerata una tra le migliori.

- Il Gargano, che per il 60% è prodotto con la varietà Ogliarola, è ottenuto attraverso una selezione delle migliori olive di cultivar “ogliarola garganica” prodotte a Vieste e nel Gargano. Il suo colore è giallo tendente al verde presenta una nota olfattiva, che ricorda la fragranza delle olive appena frante, a cui fa seguito all’assaggio un retrogusto fruttato dolce.;
- il Basso Tavoliere è ottenuto per il 70% da Coratina;
- l'Alto Tavoliere è ottenuto da Peranzana per l'80%;
- il Sub Appennino è ottenuto per il 70% da varietà Ogliarola, Rotondella e Coratina.

La Puglia, con il 20% della produzione nazionale, riveste un ruolo importante anche nel comparto delle olive da mensa. Nella provincia di Foggia è dominante la varietà Bella di Cerignola caratterizzata anche dal riconoscimento della DOP e diffusa in maniera particolare nel comprensorio del Comune di Cerignola.

- **Bella di Cerignola**: la più grande oliva da tavola del mondo, ha origini molto antiche. Alcuni autori ritengono che questa cultivar derivi dalle olive “Orchite” dell’antica Roma, di cui vi è traccia negli scritti di Columella. Secondo altri sarebbe stata introdotta dalla Spagna, intorno al 1400, nel territorio di Cerignola, il che secondo loro giustificerebbe il sinonimo di “Oliva di Spagna” usato in passato. Secondo altri, invece, il sinonimo “Oliva di Spagna” deriverebbe dal tipo di trasformazione utilizzato a Cerignola, per l’appunto il metodo “spagnolo” o “sivigliano”.

Per la realizzazione degli oliveti previsti dal progetto agronomico, verranno utilizzate le varietà che rientrano nel disciplinare di produzione dell’Olio Dauno DOP, in percentuali idonee all’impollinazione tra cultivar.

2.16.2 b) Frutteto

Il progetto prevede la realizzazione di un frutteto che si svilupperà su un’area di 7.000 mq, situata ad ovest del campo fotovoltaico e più precisamente nella parte meridionale della particella dove insistono dei fabbricati rurali.

La proposta progettuale prevede di realizzare dei campi regolari rettangolari da destinare ognuno ad una specie diversa. All’interno dello stesso campo verranno coltivate diverse varietà antiche di quella stessa specie.



Figura 61- Frutteto

2.16.2.1 Importanza della biodiversità in Puglia

La biodiversità rappresenta un patrimonio inestimabile per ogni Paese. Le motivazioni di tale importanza hanno origini antropologiche.

Con l'avvento della frutticoltura industriale, le cultivar delle specie arboree fruttifere sono state progressivamente selezionate in base a criteri noti; inoltre, il crescente ricorso ad acquisizioni di nuove cultivar da altri paesi ha preso rapidamente il sopravvento sulle varietà locali delle diverse aree italiane, la cui produzione, nel corso dei decenni ha iniziato inesorabilmente a diminuire. Questo ha generato la perdita di un numero non specificato di specie autoctone, in Puglia sono presenti diverse varietà autoctone, in via di estinzione, caratterizzate da un elevato pregio sia per caratteristiche vegetative, sia per aspetti produttivi. La regione rappresenta una vera e propria miniera inesplorata per il germoplasma autoctono.

Il paesaggio rurale pugliese ha subito negli ultimi decenni trasformazioni radicali in tutte le province; la sostituzione dei muretti a secco, per esempio, 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. Elementi arborei di questi margini, spesso completamente avviluppati tra

i muretti a secco sono specie come il perastro, il prugnolo, l'olivastro; su queste specie i contadini innestavano relative ed in particolare le varietà un tempo più diffuse, piccole, rustiche, resistenti alla siccità, che poi davano gusto e ristoro nel periodo della loro maturazione. Questi esemplari rappresentano pertanto dei veri e propri rifugi di biodiversità, i frutti prodotti sono ancora custodi, di uno straordinario patrimonio genetico.

2.16.2.2 Cenni storici della frutticoltura pugliese

L'agricoltura ha rappresentato per la Puglia la principale, occupazione e, direttamente o indirettamente, la fonte di reddito fondamentale dei suoi abitanti, dalle origini fino al primo conflitto mondiale (Colombo, 2001). Come in altre parti d'Italia il differente uso del suolo regionale è stato condizionato dai fattori di diversa natura, come la posizione geografica e le tradizioni locali che sono spesso retaggio delle numerose colonizzazioni subite nel corso della sua storia da parte di popoli molto diversi (greci, arabi, normanni, francesi, spagnoli, ecc.). La situazione agricola e sociale che si presentava all'inizio del 1500 mostrava i segni evidenti di quanto si era andato sviluppando nel precedente periodo medievale, che a sua volta si era adattato, nelle sue linee fondamentali, ad una realtà agricola e società già definita nel corso del plurisecolare arco di tempo (Poli, 1990).

Nei secoli successivi le colture arboree in Puglia si sono incentrate su olivo, vite e mandorlo, con dimensioni più ridotte le colture di fico e poi gli agrumi. Il resto delle colture arboree da frutto sono tutte di dimensioni ridotte, tipiche dei frutteti familiari, anche se con numerose cultivar.

Pero

Il *Pyrus communis* L., appartiene alla famiglia delle *Rosaceae*, sottofamiglia *Pomoideae*. La maggior parte dei botanici ritiene che il genere *Pyrus* si sia differenziato nel periodo Terziario, nel territorio della Cina Occidentale, da lì si sarebbe diffuso sia a ovest che ad est adattandosi ai diversi ambienti e generando diverse specie. La specie *Pyrus communis* è originaria dell'Europa centro-orientale e dell'Asia Minore. La coltivazione del pero affonda nell'antichità, con reperti provenienti da Aia e Europa di età superiori a 4000 anni. Tra leggenda e storia abbiamo trascrizioni dell'esistenza del pero coltivato già nell'Odissea di Omero, come pianta presente nel giardino del re Alicnoo a Laerte. Nel 350 a.C. la coltivazione era già estesa nella Magna Grecia, perché Teofrasto menziona varietà domestiche e quelle coltivate; successivamente in epoca romana Plinio dà precise indicazioni sulla diffusione del pero e sulle sue cultivar, già all'epoca se ne menzionano circa 40 cultivar.

Il pero è un albero alto fino a 15-20 m, con corteccia marrone o nerastra, fessurata in piccolissime scaglie quadrate, rametti a volte spinosi. Le foglie sono in genere ovate, di colore verde scuro sulla

pagina superiore, più chiare su quella inferiore, sono portate da un picciolo lungo fino a 5 cm con stipole caduche. I fiori, tipici delle *Rosaceae*, sono formati da 5 sepali, 5 petali liberi, caduchi e di colore bianco; possiedono dai 17-30 stami con antere rossastre, ovario infero, diviso in 5 logge e sormontato da 5 stili filiformi e stimmi giallastri. La maggior parte delle varietà sono autoincompatibili.

Il frutto in realtà è un falso frutto, in quanto deriva dall'ingrossamento del ricettacolo florale, è un pomo di forma varia: può essere appiattito, tondeggianti o allungato. Anche la pezzatura è diversa, varia da pere piccolissime a pere molto grandi; in genere il frutto è attenuato alla base e non ombelicato, ha polpa deliquescente a maturità in cui sono immersi numerosi granelli duri chiamati sclereidi. Il peduncolo presenta caratteristiche assai distintive, la buccia può avere colorazione molto diversa da verde a gialla, rossa o rugginosa, con la presenza di sovra colore; grande variabilità presenta anche la polpa per sapore, succosità, consistenza e resistenza all'ammazzamento; ogni frutto contiene semi di colore bruno o giallastro.

Varietà frutteto

- **Ingannauallano d'inverno**

Origine: varietà dei Monti Dauni, in particolare è presente a Celenza Valforte (FG), anche se è rarissimo. Il suo nome è dovuto all'aspetto e il colore che rimane verde a maturazione, tanto da ingannare il contadino; veniva conservato anche sott'aceto. Esiste anche l'Ingannauallano d'estate

Albero: di medio-elevato vigore e habitus espenso.

Frutto: medio-piccolo (peso medio 40-60gr), forma sferoidale, leggermente asimmetrico, posizione del diametro massimo centrale, profilo lato concavo, cavità peduncolare assente, cavità calicina poco profonda e stretta, sepali aperti; buccia liscia, colore verde, sottile, rugginosa. Mediamente saporita e dolce, elevata acidità. **La maturazione avviene tra la prima e la seconda decade di ottobre.**

- **Mastantuono**

Origine: antichissima varietà recuperata sui Monti Dauni, in particolare tra Troia, Lucera e altri piccoli paesi al confine con la provincia di Avellino. I frutti si consumavano anche sott'aceto, oltre che per produrre confetture varie e mostarde.

Albero: di medio vigore e habitus aperto

Frutto: piccolo (peso medio 30-50 gr); forma maliforme, leggermente asimmetrico, posizione del diametro massimo a metà, profilo lati convesso, cavità calicina mediamente profonda, sepali aperti. Buccia liscia, colore verde-giallo, sovra colore generalmente assente, sottile, rugginosità assente.

Mediamente saporita e dolce, acidità media. **Maturazione tra la prima e la seconda decade di agosto.**

- **Peruddu**

Origine: con ogni probabilità è un tipo di pero primitivo, selezionatosi dal pero selvatico. È il pero più precoce e pertanto apprezzato per la sua rusticità. Presente in buona parte della regione in solitarie masserie è indicato anche come “Pero di Maggio”

Albero: di medio vigore e habitus eretto

Frutto: piccolo (peso medio 30-50 gr); forma piriforme troncato, asimmetrico, posizione del diametro massimo verso il calice, profilo lati convesso, cavità peduncolare quasi assente, cavità calicina poco profonda e stretta, sepali aperti. Buccia liscia, colore verde-giallo, sottile e non rugginosa. Saporita, dolce con bassa acidità. **Maturazione tra la terza decade di giugno e la prima decade di luglio.**

- **Rosciolo**

Origine: varietà recuperata sui Monti Dauni, precisamente a Volturino (FG), grazie a un agricoltore che custodisce diverse varietà di frutti. È presente anche in Molise. Il nome deriva dalla sfumatura rossa che assume la parte esposta al sole.

Albero: di medio vigore e habitus espanso.

Frutto: piccolo (peso medio 30-50gr); forma turbinato, leggermente asimmetrico, posizione del diametro massimo verso il calice, profilo lati convesso, cavità peduncolare poco profonda e poco ampia, cavità calicina assente, sepali aperti. Buccia liscia, colore verde-giallo, sopra colore rosso chiaro presente sulla parte esposta al sole, sottile e rugginosità assente. Sapore intermedio ed acidità bassa. **Maturazione tra la seconda e la terza decade di luglio.**

Melo

Il melo è una delle piante di più antica coltivazione, le varietà coltivate appartengono alla specie *Malus x domestica* (Borkh); il genere *Malus* appartiene alla famiglia delle *Rosaceae*, sottofamiglia *Pomoidee*.

La regione geografica di origine del melo è il Turkestan occidentale, in un territorio che comprende il Kazakistan al confine con la Cina, il Turkmenistan, l'Uzbekistan, il Tagikistan, il Kirghizistan. Nel Kazakistan si trova, nei pressi della capitale Almaty (Alma Ata cioè luogo dei meli), la residua foresta dei meli del Tien Shan, residua di un insediamento fitogeologico del Terziario. I meli presenti in questa foresta appartengono alla specie *Malus sieversii*, considerata la specie progenitrice del melo coltivato (A.A.V.V., 2016 e Barbera, 2016). Albero biblico e carico di molti simbolismi, il frutto è

stato da sempre associato alla bellezza e allo splendore della natura, prima che alla sua utilità alimentare.

Tracce di frutti di melo sono stati ritrovati in Europa negli insediamenti del Neolitico anche se appartenenti alla specie *Malus sylvestris*. Era noto ai popoli della Mesopotamia, della Grecia e dell'Impero Romano, mentre pare che fosse sconosciuto agli Egizi. Grazie alle conquiste dell'Impero Romano giunse in Occidente e da qui, in tutta Europa continentale. Nel Medioevo, i contadini e i monaci di tutta Europa producevano numerose qualità di mele, che sarebbero poi state alla base di un'attivissima selezione in epoca Rinascimentale.

In alcune zone dei Monti Dauni e del Gargano è abbastanza comune il *Malus sylvestris* Miller, ovvero il melo selvatico, dai frutti piccoli e aciduli, utilizzato anche come portainnesto. I pastori garganici chiamano questi frutti col nome di *Melaini gentili* o *Melazzi* sui Monti Dauni, alcuni con frutti particolarmente interessanti su un piano morfologico e sensoriale. La presenza delle colture del melo in Puglia è concentrata soprattutto in alcuni territori particolarmente dotati come la zona dei Monti Dauni, dove tuttavia non ci sono meleti specializzati.

Il melo è un albero alto fino a 15 m con chioma svasata, che con l'età si apre sempre di più fino ad avere, in alcune varietà, i rami pendenti. Il fusto è eretto, liscio, ricoperto di una corteccia grigiastro, scagliosa e rugosa nelle parti vecchie; la corteccia è cosparsa di lenticelle ben visibili, lisce e lucenti, i giovani germogli sono rosso bruni, coperti da una leggera peluria mentre quelli adulti sono più scuri. Le foglie sono verdi scure, alterne, ovali o ovali ellittiche, dal margine seghettato o dentato. Il picciolo di solito è corto e spesso e accompagnato da stipule. I fiori sono di colore bianco rosa, i petali sono grandi, quasi sessili o brevemente pedunculati; sono ermafroditi, riuniti in un'infiorescenza a corimbo, in un numero di 3-7, provviste di una rosetta di foglie basale. Sono pentameri, i sepali sono persistenti, hanno una ventina di stami e antere gialle.

L'impollinazione è entomofila e le varietà sono in genere autoincompatibili. Il frutto è in realtà un falso frutto detto pomo, che si forma in seguito allo sviluppo del ricettacolo florale; ha diverse forme, secondo le varietà, il peduncolo è più o meno breve, inserito sempre in una cavità. L'epidermide assume un colore di fondo che va dal verde al giallo, il sovraccolore va dal rosa pallido al rosso intenso molto carico, assumendo tipologie diverse.

Varietà frutteto

- **Gelata**

Origine: si tratta di una cultivar molto antica, citata da Gallesio (1817-1839), Molon G. (1901). Molto conosciuta in tutto il Sud Italia, in particolare in Sicilia, Abruzzo, Molise e Campania. È presente in Puglia soprattutto nella zona dei Monti Dauni; è presente anche sul Gargano, probabilmente

proveniente dal Molise, sulla scia dei legami pastorali(transumanza). Nell'elenco delle cultivar autoctone italiane sono segnalate almeno sette tipi con il nome di “gelata” o “gelato”. Il nome deriva dalla caratteristica vitrescenza della polpa che quando viene sezionata sembra che il frutto abbia subito i danni di una gelata.

Albero: di medio vigore e habitus espanso

Frutto: medio-piccolo (peso medio 70-80 gr), forma appiattito, asimmetrico, posizione del diametro massimo centrale, costolatura debole, cavità peduncolare mediamente profondo, cavità calicina poco profonda e mediamente spessa a forma di catino, sepali ripiegati. Buccia cerosa, colore giallo biancastro, sovraccolore rosso sfumato fino al 20% della superficie del frutto, medio spessore, rugginosità fino al 25% a livello della cavità calicina e peduncolare, lenticelle grandi. Sapore dolce aromatico. **La maturazione avviene tra la seconda decade di ottobre e la seconda decade di novembre.**

- **Limoncella rossa**

Origine: clone della Limoncella classica da cui ha avuto origine probabilmente in val D'Angri; la selezione è stata in particolare ritrovata nel comune di Panni (FG), grazie ad un agricoltore che ne ha recuperato la coltivazione.

Albero: di medio vigore e habitus aperto.

Frutto: medio-piccolo (peso medio 80gr), forma conico stretta, asimmetrico, posizione del diametro massimo verso il peduncolo, costolatura assente, cavità peduncolare mediamente profonda, cavità calicina poco profonda e mediamente spessa a forma di catino, sepali ripiegati. Buccia cerosa, colore verde, sovraccolore rosso intenso mazzato su tutta la superficie, medio spessore, rugginosità sino al 25% aa livello della cavità calicina e peduncolare, lenticelle grandi. Sapore dolce acidulo. **La maturazione avviene tra la seconda decade di ottobre e la seconda decade di novembre.**

- **Gaetanella**

Origine: sconosciuta, è diffusa nel comune di Serracapriola, dove era conservata per gran parte dell'inverno ed usata anche per la profumazione dei corredi delle future spose. È conosciuto anche un clone denominato localmente Gaetanella “scacchi russi”, con delle striature rosse

Albero: di medio vigore e habitus assurgente

Frutto: medio (peso medio 100-120 gr) forma sferico-conico, asimmetrico, posizione del diametro massimo centrale, costolatura assente, cavità peduncolare mediamente profonda, cavità calicina poco profonda e mediamente spessa a forma di catino, sepali ripiegati. Buccia cerosa, colore verde-giallo, sovraccolore sul 20% della superficie colore rosso intenso striato, medio spessore, rugginosità fino al 25% a livello della cavità calicina, lenticelle di medie dimensioni. Sapore dolce, acidula aromatica. **La maturazione è tra la terza decade di ottobre e la seconda decade di novembre.**

- **Cucuzzara**

Origine: di origine campana da cui si è diffusa alle regioni limitrofe, rappresenta una varietà conosciuta in molti comuni dei Monti Dauni sia Settentrionali che Meridionali a confine con la Campania e il Molise. Il suo nome è dovuto alla caratteristica forma che ricorda quella di una zucca, ma anche alle sue dimensioni.

Albero: di medio vigore e habitus espanso

Frutto: grande (peso medio 140-160 gr), forma rettangolare, asimmetrico, posizione del diametro massimo centrale, costolatura media, cavità peduncolare mediamente profonda, cavità calicina poco profonda e mediamente spessa a forma di catino, sepali ripiegati. Buccia ruvida, colore verde-giallo, sovraccolore rosa fino al 20% della superficie del frutto, elevato spessore, rugginosità fino al 50 % della superficie del frutto, lenticelle grandi. **La maturazione avviene tra la seconda decade di ottobre e la prima di novembre.**

Fico

Il Fico (*Ficus carica* L.), appartenente alla famiglia delle *Moraceae*, all'interno della specie si distinguono due tipi: *Ficus carica sativa* (tipo domestico comune o femminile, nei cui frutti i fiori femminili sono predominanti o esclusivi) a frutti eduli, e *Ficus carica caprificus* (tipo selvatico o caprifico o maschile con fiori unisessuali maschili o femminili) a frutti non eduli. Il frutto di alcune varietà cosiddette partenocarpiche si sviluppa senza che i fiori siano stati impollinatori, mentre altre varietà dette non partenocarpiche richiedono interventi di impollinazione. La tecnica utilizzata prende il nome di caprificazione, poiché tra i rami delle varietà non partenocarpiche vengono appese le infiorescenze del caprifico, che possiedono i fiori maschili. A maturità dei frutti del caprifico, l'ovario dei fiori pistilliferi si è trasformato in galla e vi compie il suo sviluppo un piccolo imenottero la *Blastophaga psenes* L. che entra nei fiori femminili del fico e li feconda.

Il fico può raggiungere un'altezza di 8 metri, è caratterizzato da una corteccia liscia e grigia e da foglie decidue e alterne, notevolmente lobate, ruvide sulla pagina superiore e lanugineose su quella inferiore. Minuscoli fiori del fico sono racchiusi all'interno di una struttura carnosa, chiamata ricettacolo, da cui in seguito si sviluppa il frutto, che in realtà è un falso frutto, ovvero un siconio entro il quale si sviluppano i veri frutti della specie, gli acheni, costituiti da piccoli granellini diffusi nella polpa. Il siconio termina nella parte superiore con un foro detto ostiolo, munito di squame, il quale permette la comunicazione della cavità interna con l'esterno.

Varietà frutteto

- **Agostinella**

Origine: varietà abbastanza diffusa sui Monti dauni e sul Gargano; è conosciuto anche come fico “vuciddinè” (di uccelli) a Ischitella e Peschici perché particolarmente ricercato dagli uccelli; a Vico è individuato come Fico d’agosto. Può ritenersi il fico maggiormente legato alla tradizione frutticola garganica e dauna. Utilizzato per l’essiccazione e il forno. Con questo fico si preparano dolci, noti come “fico a croce” (due fichi secchi incrociati, riempiti con mandorla e poi passati al forno).

Albero: di medio vigore e portamento aperto, la fruttificazione è unifera, partenocarpica.

Frutto: piccolo (peso medio 20-50 gr), la forma è piriforme-appiattita, asimmetrico, apice piatto. La buccia è sottile, di colore marrone verde con bande regolari viola, lenticelle scarse di medie dimensioni e bianche; il sapore risulta aromatico e intenso. **La maturazione dei frutti avviene in epoca precoce tra la prima e seconda decade di agosto.**

- **Bottapezzenti**

Origine: varietà dei Monti Dauni, ma ormai rarissima, rinvenuta a Troia; è anche chiamata Bottavalana, il nome riconduce all’abbondanza della produzione che sfamava i più poveri.

Albero: di medio vigore e portamento espanso con fruttificazione unifera, partenocarpica.

Frutto: grande (peso medio 90-120 gr), forma oblata, asimmetrico, apice piatto; buccia mediamente spessa. **La maturazione avviene in epoca intermedia tra la seconda e terza decade di agosto.**

- **Dottato**

Origine: varietà antichissima, forse portata in Italia dai Greci prima del IV secolo a.C.; il nome dottato deriverebbe dal greco optào o optetèon, ovvero essiccato o da essiccare, ed indicherebbe l’attitudine all’essiccazione dei frutti (Casella 1957).

Albero: di medio vigore e portamento eretto, la fruttificazione è bifera, partenocarpica.

Frutto: medio (peso medio 50-90gr). La forma è piriforme, asimmetrico, apice piatto, ostiolo mediamente largo con squame medie di colore rosa, costole longitudinali. La buccia è mediamente spessa, colore verde, lenticelle mediamente presenti di medie dimensioni e bianche. Il sapore risulta intenso e aromatico. **La maturazione avviene in epoca intermedia tra la seconda e la terza decade di agosto.**

- **Muso Rosso**

Origine: varietà tipica dei Monti Dauni, ma ormai rarissima, rinvenuta a Troia, Orsara di Puglia e Volturara Appula; esiste anche una varietà a buccia color violetto.

Albero: di medio vigore e portamento espanso, la fruttificazione è unifera e partenocarpica

Frutto: medio-piccolo (40-60 gr). La forma è piriforme, simmetrico, apice piatto, ostiolo mediamente largo con squame medie rosa-rosso, costole longitudinali. La buccia è mediamente spessa, colore verde giallastro, lenticelle elevate medio-piccole e bianche. Il sapore risulta dolce a maturità

completa, con retrogusto acidulo. **La maturazione avviene in epoca intermedia tra la seconda e terza decade di agosto.**

- **Natalegna**

Origine: varietà antichissima, presente in molte zone della Puglia con diversi nomi. Viene chiamata anche Di Natale, Natale nera, Varnea nera.

Albero: di elevato vigore e portamento aperto. La fruttificazione è bifera, produce pochi fioroni, partenocarpica.

Frutto: medio-piccolo (peso medio 40-60 gr). La forma è piriforme, simmetrico, apice piatto, ostiolo mediamente largo con squame medie dello stesso colore della buccia, costole longitudinali. La buccia è mediamente spessa, di colore blu o nero-violaceo, lenticelle elevate medio-piccole e bianche. Il sapore a maturità risulta dolce a maturità completa, con retrogusto acidulo. **La maturazione avviene in epoca molto tardiva tra la prima decade di settembre e la terza decade di ottobre.**

- **Plinio**

Origine: varietà rara, ritrovata sui Monti Dauni meridionali, in particolare ad Ascoli Satriano e comuni limitrofi.

Albero: di medio vigore e portamento espanso, fruttificazione unifera e partenocarpica.

Frutto: medio (peso 50-90 gr). La forma è globoso, asimmetrico, apice piatto. La buccia è mediamente spessa, colore rosa chiaro con bande verdi irregolari, lenticelle elevate di dimensioni medie e bianche. Il sapore risulta dolce. **La maturazione avviene in epoca intermedia tra la seconda e la terza decade di agosto.**

- **Rigato**

Origine: varietà nota in Italia dal '600, costituita da biotipi simili originatosi per mutazione gemmaria spontanea (chimera) della varietà Dottato, come dimostra un lavoro di caratterizzazione genetica di Lumare del 2007 che la distingue dalla Panachè francese. In Puglia è presente nel Salento dal 1850 in quanto presente nel catalogo dell'Orto Botanico della città di Lecce; è presente anche un biotipo del Gargano e della Daunia che sembrerebbe a frutto un po' più allungato.

Albero: di medio vigore e portamento eretto, la fruttificazione è bifera, partenocarpica.

Frutto: medio (peso medio 50-90 gr). La forma è sferica, asimmetrico, apice piatto. La buccia è mediamente spessa, di colore verde con bande regolari gialle, lenticelle elevate di dimensioni medie e bianche. Il sapore risulta intenso. **La maturazione avviene in epoca intermedia tra la seconda e la terza decade di agosto.**

- **Troianella**

Origine: probabilmente campana, testimonianze lo indicano coltivata nel Napoletano dalla fine del Cinquecento (Della Porta G.B., 1952), ed è citata anche nella Pomona di Gallesio; questa accessione è stata selezionata sui Monti Dauni meridionali, in particolare a Troia (FG). Era conosciuta però anche a Cerignola

Albero: di medio vigore e portamento espanso, la fruttificazione è unifera e partenocarpica.

Frutto: medio (peso medio 50-90gr). La forma è globosa, asimmetrico, apice piatto. La buccia è mediamente spessa, di colore verde giallo con lenticelle elevate di dimensioni medie e bianche. Il sapore risulta dolce e aromatico. **La maturazione avviene in epoca intermedia tra la seconda e terza decade di agosto.**

- **Verde di Natale**

Origine: varietà antichissima presente in quasi tutta la regione con diversi nomi quali Natalina, Natalina verde, Natalina bianca, fico d'inverno, Arnea bianca, etc.

È probabile che le molte sinonime però, non siano tutte tali, sotto questi nomi potrebbero nascondersi varietà con il solo punto in comune della maturazione tardiva. Spesso nel mese di dicembre si assiste alla caduta delle foglie e alla contemporanea maturazione dei frutti che però si spaccano.

Albero: di medio-elevato vigore e portamento eretto, la fruttificazione è unifera e partenocarpica.

Frutto: medio-piccolo (peso-medio 40-60 gr). La forma è piriforme appiattito, leggermente asimmetrico, apice piatto, ostiolo mediamente largo con squame medie dello stesso colore della buccia, costole longitudinali non evidenti. La buccia è mediamente spessa, di colore verde, lenticelle elevate medio-piccole e bianche. Il sapore risulta poco dolce e con retrogusto acidulo. **La maturazione avviene in epoca molto tardiva tra la terza decade di settembre e la prima decade di ottobre.**

- **Zingarello Bianco**

Origine: varietà antichissima, presente in molte zone della regione, dalla Daunia fino al Salento, conosciuta però con nomi diversi; nell'alto Salento è conosciuto come Culumm Tunn, nel Barese come Stravasciul, in Valle d'Itria come Culumbr Zingaridd.

Albero: di medio-elevato vigore e portamento aperto. La fruttificazione è bifera, partenocarpica per i fioroni e per i forniti.

Frutto: medio-piccolo (peso medio 40-60gr). La forma è piriforme o piriforme appiattito, simmetrico, apice piatto, ostiolo mediamente largo con squame medie rosa chiaro, costole longitudinali. La buccia è mediamente spessa, di colore verde con bande gialle, lenticelle mediamente

numerose, medio grandi e bianche. Il sapore risulta dolce a maturità completa, con bassa acidità. **La maturazione dei fioroni avviene in epoca tardiva durante la prima decade di luglio.**

- **Zingarello Nero**

Origine: varietà antichissima, presente in molte zone della regione, dalla Daunia fino al Salento, conosciuta però con nomi diversi. Nell'Alto Salento è anche conosciuto come Zingariello, nel Barese come Duacidd, in Valle d'Itria come Columbr Zingaridd nero o viola. È vero però anche il contrario, con tal nome sono conosciute anche varietà diversissime fra loro. Esiste un'elevata variabilità clonale in questa varietà con colorazioni diverse della buccia che può essere più o meno violetta.

Albero: di medio-elevato vigore e portamento aperto. La fruttificazione è bifera, partenocarpica per i fioroni e per i forniti.

Frutto: medio (peso medio 50-90gr). La forma è piriforme, simmetrico, apice piatto, ostiolo stretto con squame piccole dello stesso colore della buccia, costole longitudinali e prominenti. La buccia è mediamente spessa, di colore violetto con bande verdi, lenticelle elevate, medio-piccole e bianche. Il sapore risulta dolce a maturità completa, con bassa acidità. **La maturazione dei fioroni avviene in epoca tardiva durante la prima decade di luglio.**

Susino

Il Susino, al contrario delle altre *Drupaceae*, non è ascrivibile a una sola specie; il susino appartiene all'ordine delle *Rosales*, famiglia *Rosacea*, sottofamiglia *Prunoideae*, genere *Prunus*, sottofamiglia *Prunophora* (Redher, 1954).

Per il susino si distinguono diversi gruppi di specie a seconda dell'area geografica di provenienza. La classificazione del Morettini (1963) suddivide le principali specie di susino in tre grandi gruppi:

- Susino asiatico-europei a cui appartengono i susini europei ovvero *Prunus domestica* L., i siriaci (*P.domestica* subsp.*insititia* Schneider), i mirabolani (*P.cerasifera* Ehrh) e altre specie selvatiche quali il prugnolo (*P.spinosa* L.)
- Susini cino-giapponesi, il più importante dei quali è il *Prunus salicina* Lindl., e altre specie meno importanti;
- Susini americani, come il *Prunus americana* Marsh., il *P.mexicana* Wats e altre specie.

La massima variabilità la ritroviamo nelle cultivar cino-giapponesi che derivano quasi sempre dall'ibridazione di specie asiatiche, con altre americane ed euroasiatiche.

La presenza del susino europeo nel vecchio continente è molto antica; semi risalenti al periodo preistorico sono stati rinvenuti in zone lacustri della Svizzera, Savoia e Delfinato. Nel VI secolo a.C. poeti greci menzionano le prugne damaschine, mentre Plinio il Vecchio nel I sec. d.C. riporta notizie

sull'esistenza di numerose varietà di prugne. Virgilio e Ovidio distinguevano tipologie a frutto blu e a frutto giallo. Le testimonianze più significative della coltivazione dei susini si hanno nella seconda metà del Cinquecento, come testimoniano i dipinti di numerosi pittori come Caravaggio e Arcimboldo. Alla fine del Seicento, Cosimo III dei Medici dette incarico a Pier Antonio Micheli di produrre manoscritti e al pittore Bartolomeo del Bimbo di raffigurare sulla tela le varie tipologie di frutti presenti all'epoca nei Pomari delle ville medicee fiorentine. In particolare, in una tela del 1699 il Bimbi raffigurò ben 39 tipi diversi di susine appartenenti a diversi susini europei, mirabolani e prugnoli.

Gli alberi di susino possono raggiungere i 5-10 metri di altezza e presentano corteccia scura, rami dritti e fiori bianchi che si differenziano prima delle foglie. Ovviamente, fra specie e specie esistono delle differenze botaniche; i susini europei, per esempio, hanno foglie spesse, di forma ovale, di colore verde scuro e con la pagina inferiore lievemente pelosa; i frutti, sono solitamente di forma ovale con colori che variano dal giallo, al verde rosso e al viola-bluastrò. I susini cino-giapponesi, invece, hanno foglie sottili lanceolate e di colore verde chiaro; la fioritura è più precoce di quella delle specie europee; i frutti hanno solitamente forma rotondeggiante e il colore varia dal giallo, al rosso e al blu-nerastro la polpa può variare dal verde, al giallo, al rossastro.

Varietà frutteto

- **Aulicini**

Origine: susino europeo. Sono tra le prime varietà di susino europeo comparse nel Subappennino dauno; rinvenute in vari comuni dell'appennino, sono presenti quasi allo stato spontaneo data l'alta attitudine pollonifera, per cui si trovano molto spesso ai margini delle strade. Erano anche utilizzati come portainnesto di altre varietà di susino europei. I frutti non erano molto apprezzati a causa del sapore molto acido, anche de aromatico, ma erano spesso essiccati.

Albero: di scarso vigore e habitus pendulo.

Frutto: molto piccolo (peso medio 15-20 gr). La forma è obovata con apice arrotondato, cavità peduncolare poco ampia e poco profonda, linea di sutura evidente, chiara, peduncolo piccolo. La buccia è liscia, pruinosa, di colore blu scuro-violetto, con sovraccolore assente, sottile con lenticelle di piccole dimensioni. Il sapore risulta acidulo e aromatico. **La maturazione dei frutti avviene nella terza decade di luglio.**

- **Cascaville**

Origine: susino europeo. Antichissima varietà presente nei Monti Dauni, soprattutto quelli meridionali, nelle zone tra Orsara di Puglia e Bovino. Erano molto apprezzate per la dolcezza e l'aroma, e, una volta raccolte, erano conservate per qualche settimana.

Albero: di medio vigore e habitus pendulo.

Frutto: molto piccolo (peso medio 20-30 gr). La forma è obovata con apice appiattito, cavità peduncolare poco ampia e poco profonda, linea di sutura evidente, chiara, peduncolo corto. La buccia è liscia, pruinosa, di colore verde-giallo, con sovraccolore assente, medio-sottile con lenticelle di medie dimensioni. Il sapore risulta intermedio e aromatico. **La maturazione dei frutti avviene tra la terza decade di settembre e la prima decade di ottobre.**

- **Regina verde**

Origine: susino europeo. Tali susine si richiamano ad un tipo storicamente noto come Regina Claudia. Si tratta in realtà di un gruppo di origine antiche e ne parla lo stesso Gallesio: “la Claudia è la regina delle Susine, bella nelle forme e di colorito modesto ma gentile, essa supera tutte in delicatezza, in abbondanza ed in sapore.” È presente nei Monti Dauni, ma anche nel Gargano.

Albero: di medio vigore e habitus espanso.

Frutto: piccolo (peso medio 30-50 gr). La forma è ovata con apice appiattito, cavità peduncolare poco ampia e poco profonda, linea di sutura evidente, chiara, peduncolo medio. La buccia è liscia, pruinosa, di colore verde, mediamente spessa con lenticelle elevate e piccole. Il sapore risulta acidulo.

La maturazione del frutto avviene tra la prima e seconda decade di agosto.

- **Sanguigna**

Origine: susino cino-giapponese. Probabilmente progenitore della Sanguine del Drago, a cui somiglia molto, è abbastanza diffuso in molte zone della Puglia nei frutteti famigliari; il nome deriva dal colore della polpa.

Albero: di medio-elevato vigore e habitus espanso.

Frutto: molto piccolo (peso medio 20-30 gr). La forma è sferoidale con apice appiattito, cavità peduncolare poco ampia e poco profonda, linea di sutura evidente, rossa, peduncolo corto. La buccia è liscia, pruinosa, di colore verde-giallo, con sovraccolore rosso scuro sul 100% della superficie, sottile con lenticelle elevate di medie dimensioni. Il sapore risulta acidulo. **La maturazione avviene tra la seconda e la terza decade di giugno.**

- **Cazcaville nera**

Origine: mirabolano. Origine sconosciuta, presente nei Monti Dauni, tra Troia, Orsara di Puglia, Biccari, ma anche a Castelnuovo della Daunia, San Paolo di Civitate, Serracapriola, Chieuti. Sul Gargano è invece denominata Perenella nera.

Albero: di scarso vigore e habitus espanso.

Frutto: molto piccolo (peso medio 15-20 gr). La forma è ovata con apice appiattito, cavità peduncolare poco ampia e poco profonda, linea di sutura poco evidente, scura, peduncolo corto. La

buccia è liscia, pruinosa, di colore nero violaceo, sottile con lenticelle elevate e piccole. Il sapore risulta acidulo. **La maturazione del frutto avviene tra la prima e la seconda decade di agosto.**

- **Prunedda**

Origine: mirabolano. Origine sconosciuta, sono state le prime varietà di susino conosciute nella regione, rare ma presenti dal Gargano al Salento. Si innestavano anche sul prugnolo o sul mandorlo, raggiungendo grandi dimensioni. Conosciute anche con il nome di Pernelle rosse sul Gargano e sui Monti Dauni, prunedde nel Barese, pirnedde nel Brindisino e Tarantino, prunelle o brunelle nel Salento.

Albero: di medio-elevato vigore e habitus espanso.

Frutto: molto piccolo (peso medio 15-20 gr). La forma è sferoidale, simmetrico con apice tondo, cavità peduncolare poco ampia e poco profonda, linea di sutura evidente, rossa, peduncolo corto. La buccia è liscia, pruinosa, di colore verde-giallo, con sovraccolore rosso sfumato sul 60-70% della superficie, sottile con lenticelle elevate di medie dimensioni. Il sapore risulta acidulo. **La maturazione del frutto avviene tra la prima e la seconda decade di giugno.**

2.16.3 c) apicoltura

Il progetto agronomico-naturalistico va oltre la mera sistemazione di specie vegetali ma mira ad affiancare all'attività energetica una fattiva e produttiva agricoltura. 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.

Quindi l'intero lotto di superficie pari a 47 ettari sarà inerbito con prati polifiti fioriti, idonei ad ospitare arnie per l'apicoltura.

La stessa presenza dei pannelli fotovoltaici creerà le 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; unitamente a questo 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*".

La presenza delle api è particolarmente importante in questa strategia. Come sottolinea Stefano Palmisano, avvocato ambientale e alimentare, nell'articolo "*La tutela delle api*"⁷ (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 Europa⁸.

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 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,



⁷ - 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/>)

⁸ - Si veda <https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-1880>

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 FAO⁹). 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 BeeLife¹⁰ sottolinea che le api possono essere anche ottimi indicatori di salute dell'ambiente¹¹ e le sue relazioni con la PAC¹².

2.16.3.1 - Apicoltura, cenni storici

Già in epoca preistorica veniva praticata la raccolta del miele, così come è attestato dalla pittura rupestre della «*cueva de la Araña*» (la grotta del ragno) che si trova presso Valencia, in Spagna. Vi si vede un uomo appeso a delle liane che porta un paniere per contenere la raccolta, con la mano infilata in un tronco d'albero alla ricerca del favo di miele.

Non si sa con precisione quando l'uomo imparò ad allevare le api. Tuttavia l'apicoltura era un'attività normale durante l'Antico Regno dell'Egitto, 2400 anni prima di Cristo: scene di raccolta e conservazione del miele sono raffigurate in rappresentazioni riportate alla luce nel tempio del re della V dinastia Niuserra a Abusir. Il mondo classico nutriva una vera predilezione per il microcosmo delle api, di cui parlarono Aristotele, Varrone, Nicandro di Colofone e altri. Presenti nel mito della nascita di Zeus/ Giove, in quanto lo avevano nutrito con il miele sul monte Ditta a Creta, le api erano ammirate perché fornivano una materia prima dolcificante (il miele) a una civiltà che ignorava lo zucchero. Alle api gli antichi guardavano inoltre come modello di società compatta e ordinata. Soprattutto da questa personalità collettiva delle api è attratto Virgilio, che nel libro IV delle Georgiche, oltre alle circostanze di clima, vegetazione, posizione ecc. adatte all'apicoltura, si sofferma a descrivere con minuzia di dettagli la respublica delle api. Peraltro, il poeta era figlio di un piccolo proprietario terriero divenuto facoltoso tra l'altro mediante l'apicoltura. E sono proprio le api che compaiono sullo sfondo del paesaggio pastorale delle Bucoliche e diventano l'oggetto del libro IV delle Georiche, composte a Napoli tra il 37 a. C. e il 30 a. C. Ma Virgilio inserisce le api anche nel racconto dell'Eneide dove assumono un ruolo fondamentale, messaggere di volontà divina. Le api che come ci ricorda Virgilio nel IV libro delle Georgiche, sono «piccoli esseri che offrono

⁹ - Fonte: <http://www.fao.org/news/story/pt/item/1194910/icode/>

¹⁰ - Si veda <https://www.bee-life.eu/>

¹¹ - Position paper sul monitoraggio tramite le api https://579f1725-49c5-4636-ac98-72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4_64053c5804d04000ae252d5e4a9c2410.pdf

¹² - Position Paper sulla PAC https://579f1725-49c5-4636-ac98-72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4_d19d71b1d1374afc9d7797204a70ef83.pdf

all'uomo il dono celeste del miele», ma ancor più sono ammirate per la loro struttura sociale, quasi un modello di organizzazione, laboriosità e diligenza.

“Così alcune provvedono al cibo e secondo un accordo stabilito si affannano nei campi; una parte, nel chiuso delle case, pone come base dei favi lacrime di narciso e glutine vischioso di corteccia, poi vi stende sopra cera tenace; altre accompagnano fuori i figli svezzati, speranza dello sciame; altre accumulano miele purissimo e colmano le celle di limpido nettare. Ad alcune è toccata in sorte la guardia delle porte e a turno osservano se in cielo le nubi minacciano pioggia, raccolgono il carico delle compagne in arrivo e, schierate a battaglia, cacciano dall'alveare il branco ozioso dei fuchi: ferve il lavoro e il miele fragrante odora di timo. Come fra i Ciclopi, quando con il metallo incandescente forgiavano febbrilmente i fulmini, alcuni aspirano e soffiano l'aria con mantici di cuoio, altri fra stridori immergono nell'acqua la lega; sotto il peso delle incudini geme l'Etna; e quelli alternando lo sforzo sollevano a ritmo le braccia, voltano e rivoltano il ferro stretto fra le tenaglie; così, se è giusto confrontare il piccolo col grande, un'avidità istintiva di possedere spinge le api di Cècrope ognuna al suo compito. Alle anziane sono affidati gli alveari, l'ossatura dei favi, la costruzione dell'arnia a regola d'arte; le più giovani invece tornano sfiancate a notte fonda con le zampe cariche di timo; prendono il cibo in ogni luogo, sui corbezzoli e i salici grigi, la cassia, il croco rossastro, il tiglio unto e i giacinti scuri. Per tutte uguale il turno di riposo, per tutte il turno di lavoro: la mattina sfrecciano fuori, e non c'è sosta; poi, quando la sera le induce a lasciare campi e pasture, solo allora tornano a casa e pensano a sé stesse; in un brusio crescente ronzano intorno all'arnia davanti alle entrate. Quando infine dentro le celle vanno a riposare, cala il silenzio della notte e un giusto sonno pervade le membra stanche.”¹³

Nello stesso poema ci sono le istruzioni all'apicoltore sul luogo adatto per un alveare e l'elenco delle cure che esso richiede. Deve essere posto dove non ci sia passaggio di venti e di animali che pascolando calpestino i fiori, o di uccelli insettivori,

«ma vi siano limpide fonti e stagni verdeggianti di muschio / e un ruscello che corre sottile in mezzo all'erba / e una palma o un grande oleastro ombreggi l'entrata».

Seguono consigli sul modo di costruire le arnie, con tutti gli accorgimenti per evitare che il freddo dell'inverno addensasse troppo il miele. A primavera le api riprendono liete l'attività:

«quando l'aureo sole allontana l'inverno e lo scaccia sottoterra, / e dischiude il cielo alla luce estiva, le api subito / attraverso balze e selve, mietono fiori purpurei / e lievi

¹³ - Virgilio, “Georgiche”, Libro IV

delibano limpide acque. Da allora, colme di non so quale dolcezza, / si preoccupano di preparare i nidi per la prole».

Se si alza in volo uno sciame simile a «*una nube nera trasportata dal vento*», bisogna cercare di catturarlo, invogliando le api a posarsi nel posto opportunamente preparato. Si piantano intorno agli alveari alberi e piante odorose che spargono aromi; sui fiori di quel piccolo giardino le api si posano e poi si nascondono nei più profondo dei nidi delle arnie. Anche per i filosofi, le api rappresentano esempi di organizzazione del lavoro, Seneca scrive a Lucilio: «*Non vedi con quanta precisione le api costruiscono la loro casa, con quanta concordia da parte di tutte ciascuna attende ai rispettivi compiti?*».

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

Un siffatto progetto è stato attuato in un'azienda del Minnesota dove i coniugi Bolton posizionano le loro arnie nei prati coltivati tra i pannelli solari, ricevono un compenso per il loro lavoro e alla fine della stagione consegnano ai proprietari del campo una parte del loro prodotto, il miele "fotovoltaico", il Solar Honey. «*Crediamo nella collaborazione tra l'energia solare e l'apicoltura locale*», scrivono sul loro sito. «*Vogliamo così promuovere la creazione di nuovi habitat di foraggiamento sia al di*

sotto che intorno ai pannelli solari, per tutta una serie di impollinatori, uccelli e altri animali selvatici”¹⁴.



Figura 62 - 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

¹⁴ - Solar Honey è stato accompagnato da una apposita legge che, sotto il coordinamento del “Center for Pollinators and energy” (<https://fresh-energy.org/beeslovesolar/>) ha approvato tra il 2016 e il 2018 norme in Minnesota, Maryland, Vermont e Illinois, oltre che New York, i “Pollinator Friendly Solar Act” (<https://nylcv.org/press-item/5128/> vedi anche <https://legiscan.com/NY/bill/A08083/2017>, testo <https://legiscan.com/NY/text/A08083/2017>), dettano linee guida per consentire ai proprietari degli impianti a terra di mantenere prati adatti agli insetti. Le leggi sono basate sullo studio Pee Review “Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United States” (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b00020>). Come si legge nello studio: “I seguenti cinque tipi di colture dipendenti dagli impollinatori rappresentavano oltre il 90% dell'agricoltura vicino alle strutture USSE e questi potrebbero trarre il massimo vantaggio dalla creazione di habitat per gli impollinatori nelle strutture USSE esistenti e pianificate: soia, erba medica, cotone, mandorle e agrumi. Discutiamo di come i nostri risultati possono essere utilizzati per comprendere le potenziali implicazioni agroeconomiche dell'habitat degli impollinatori solari. I nostri risultati mostrano che il ripristino dei servizi ecosistemici attraverso la creazione di habitat per gli impollinatori potrebbe migliorare la sostenibilità degli sviluppi di energia rinnovabile su larga scala nei paesaggi agricoli.”

*‘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.”¹⁵*

Del resto, il caso del Minnesota non è neppure isolato, sono presenti, sempre negli Usa, anche progetti di legge analoghi in Maryland¹⁶, Vermont e Illinois e altri studi accreditati¹⁷. Il concetto portato avanti da influenti centri d'azione, come il “Center for Pollinators and energy”¹⁸ è che il danno per l'ambiente e gli animali (in particolare gli uccelli migratori¹⁹) 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> .

¹⁵ - <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b00020>

¹⁶ - <http://mgaleg.maryland.gov/webmga/frmMain.aspx?pid=billpage&stab=01&id=sb1158&tab=subject3&ys=2017rs>

¹⁷ - Es. Moore-O'Leary, KA ; Hernandez, RR ; Johnston, DS ; Abella, SR ; Tanner, KE ; Swanson, AC ; Kreidler, J. ; Lovich, JE “Sostenibilità dell'energia solare su scala industriale: concetti ecologici critici”. *Davanti. Ecol. Environ* 2017.

¹⁸ - <https://fresh-energy.org/beeslovesolar/>

¹⁹ - Si veda l'influente rapporto del 2014 del “Centro” <http://climate.audubon.org/>



Figura 63 - Convegno su agrivoltaico, Università di Yale, 2018-19



2.16.3.3 Caratteristiche e 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 si 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 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.

2.16.2.4 Apicoltori in provincia di Foggia

Nel Comune di Troia è presente:

- la Cooperativa "L'alveare", che svolge gestione dell'attività apistica, formazione di sciame per vendita e servizio di impollinazione, oltre che produzione di miele. La stessa cooperativa produce olio extravergine di oliva del cultivar Frantoio. Dal 2014 referente regionale Confcooperative per il comparto apistico.

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

tecnologia²⁰), altre con l'impiego di antagonisti (ad esempio un falco per i gruccioni). Il Position Paper²¹ 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.

2.16.4 b) Prati fioriti

In definitiva il progetto del fotovoltaico andrà ad occupare una superficie di circa 30 ettari. Il suolo sotto i pannelli solari non può e non deve rimanere privo di vegetazione; ed è per tale motivo che all'interno dei campi fotovoltaici si prevede la coltivazione dei prati fioriti per fare apicoltura.

Passare ad una vegetazione ad hoc permette all'azienda di risparmiare sulla manutenzione del terreno, riducendo così il numero di sfalci necessari altrimenti per contenere il tappeto erboso solitamente presente tra i pannelli.



Figura 64 - Veduta impianto e 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,

²⁰ - Si vedano, ad esempio, quelle di questa start up italiana <https://www.3bee.com/>

²¹ - Cit.

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 trattengono le particelle terrose e modificheranno i flussi idrici superficiali esercitando una protezione del suolo dall’erosione;
- Ci sarà la stabilizzazione delle polveri perché i prati impediranno il sollevamento delle particelle di suolo sotto l’azione del vento;
- I prati contribuiscono al miglioramento della fertilità del terreno, soprattutto attraverso l’incremento della sostanza organica proveniente dal turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;
- L’area dotata di 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.



Figura 65 - Lepre



Figura 66 - Volpe

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. 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.

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*, *Bupthalmum salicifolium*, *Campanula glomerata*, *Centaurea jacea*, *Centaureum 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
- Installazione inverter distribuiti
- Montaggio pannelli

Fase 6

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

Fase 7

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

Fase 8

- Realizzazione recinzione definitiva
- Realizzazione impianto di videosorveglianza/antifurto

Fase 9

- Misure elettriche e collaudo impianti

Fase 10

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

Fase 11

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

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

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

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

- a. i dati identificativi dell'impresa esecutrice, che comprendono:
 - 1- il nominativo del datore di lavoro, gli indirizzi ed i riferimenti telefonici della sede legale e degli uffici di cantiere;
 - 2- la specifica attività e le singole lavorazioni svolte in cantiere dall'impresa esecutrice e dai lavoratori autonomi sub-affidatari;

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

2.17.3 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.

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

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

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

2.17.5 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.

2.17.6 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.

2.17.7 Schede tecniche di intervento

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

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.2	Pulizia e sostituzione pannelli FTV e strutture di supporto	5 anno	02	Manodopera qualificata
RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI				
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 antidrucciolo, i guanti di lavoro e caschi e il rispetto delle procedure per l'utilizzo dell'eventuale cestello sollevatore In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - occhiali di protezione;			

	- Indumenti protettivi; - Attrezzatura anticaduta, Imbracatura di protezione con dispositivi inerziali di ritenuta - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

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

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

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

Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione

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

2.17.8 Incidenti e procedure di emergenza

Evacuazione in caso di emergenza

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

Dispositivi di protezione individuale

Sono da prendere in particolare considerazione:

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

Sorveglianza sanitaria

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

- Vaccinazione antitetanica
- Preassuntiva generale attitudinale
- Periodica generale attitudinale
- Vibrazioni
- Radiazioni (non ionizzanti)
- Rumore
- Movimentazione manuale dei carichi
- Polveri, fibre
- Fumi
- Gas, vapori
- Allergeni
- Infezioni da microrganismi

- Oli minerali e derivati

Informazione, formazione e addestramento

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

Segnaletica

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

Cartelli con segnale di divieto

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

Cartelli con segnale di prescrizione

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

Rischio incendio

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

1. Elettriche: dovute a sovraccarichi e/o corto circuiti
2. Fulmini: dovuta a fulmini su strutture
3. Surriscaldamento: dovuto a forti attriti su macchine operatrici in movimento o su organi metallici
4. Autocombustione: dovuta a sostanze organiche o minerali lasciate per prolungati periodi in contenitori chiusi
5. Esplosioni o scoppi: dovuti ad alta concentrazione di sostanze tali da poter esplodere
6. Azioni colpose: dovute all'azione dell'uomo ma non alla sua volontà di provocare l'incendio (mozzicone di sigaretta, uso scorretto di materiali facilmente infiammabili, ecc.)
7. Atti vandalici: dovuti all'azione dell'uomo con volontà di provocare l'incendio.

Classe di incendio ed elementi estinguenti

1. Classe A

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

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto BUONO

Schiuma con un effetto BUONO

Polvere con un effetto MEDIOCRE

CO₂ con un effetto SCARSO

2. Classe B

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

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto MEDIOCRE

Schiuma con un effetto BUONO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto MEDIOCRE

3. Classe C

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

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto MEDIOCRE

Schiuma con un effetto INADATTO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto MEDIOCRE

4. Classe D

Incendi di materiali metallici

5. Classe E

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

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto INADATTO (se non nebulizzata)

Schiuma con un effetto INADATTO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto BUONO

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

1. predisporre e garantire l'evidenza del numero di chiamata per il più vicino comando dei vigili del fuoco;
2. predisporre le indicazioni più chiare e complete per permettere l'utilizzo dei mezzi estinguenti da parte del personale addetto per effettuare le procedure di estinzione e controllo dove possibile dell'incendio;
3. cercare di fornire già al momento del primo contatto con i vigili del fuoco, un'idea abbastanza chiara della localizzazione del cantiere, la condizione attuale del luogo e la presenza di eventuali feriti;
4. in attesa dei soccorsi tenere sgombra e segnalare adeguatamente una via di facile accesso al cantiere;
5. utilizzare i mezzi estinguenti presenti in cantiere seguendo le istruzioni per le modalità di estinzione incendio e il tipo di estintore da utilizzare a seconda della classe di incendio;
6. Agire con prudenza, non impulsivamente né sconsideratamente;
7. Valutare quanto prima se la situazione necessita di altro aiuto oltre al proprio;
8. Verificare se c'è pericolo (di scarica elettrica, esalazioni gassose, esplosioni...) e prima di intervenire, adottare tutte le misure di prevenzione e protezione necessarie;
9. spostare eventuale materiale infiammabile solo se strettamente necessario o c'è pericolo imminente o continuato di propagazione incendio, senza comunque sottoporsi a rischi;
10. conservare stabilità emotiva per riuscire a superare gli aspetti spiacevoli di una situazione d'urgenza e controllare le sensazioni di sconcerto o disagio che possono derivare da essi.

2.18 Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, misure di sicurezza

2.18.1 Generalità

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

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

Le particelle cariche, dotate di massa e di carica elettrica, e i neutroni, dotati di massa, ma non di carica elettrica, sono radiazioni corpuscolari. I fotoni invece non hanno massa, nè carica elettrica, sono radiazioni elettromagnetiche che si propagano con la velocità della luce.

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

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

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

L'interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia è dovuta essenzialmente alla polarizzazione delle molecole del mezzo, ed al loro successivo rilassamento. Nei tessuti biologici

l'intensità I dell'onda incidente decresce con la distanza x secondo la relazione:

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

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

Nel DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

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

- "Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 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 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

2.18.2 Norme e fasce di rispetto da elettrodotti

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

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

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

Le linee a 380 kV, 220 kV e 132 kV sono linee aeree, con due o più conduttori mantenuti ad una certa distanza da tralicci metallici e sospesi a questi ultimi mediante isolatori. L'elettricità ad alta tensione viene trasportata in trifase da terne di conduttori fino alle cabine primarie di trasformazione, poste in prossimità dei centri urbani, nei quali la tensione viene abbassata a un valore tra 5 e 20 kV e si attua il passaggio alla corrente monofase che viene poi utilizzata dalle utenze domestiche (alle utenze industriali viene invece consegnata anche corrente trifase).

La **fascia di rispetto** è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti (al di sopra e al di sotto del livello del suolo), caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T).

Poiché la corrente trasportata da un elettrodotto non è costante, ma dipende dalla richiesta di energia elettrica, anche la valutazione del campo di induzione magnetica, sulla base della proporzionalità tra campo magnetico e corrente, dipende dalla corrente considerata. La legge prevede che la valutazione sia effettuata con un preciso valore di corrente, che, per le linee elettriche con tensione superiore ai 100 kV corrisponde alla portata in corrente in servizio normale (definita dalla norma **CEI 11-60**).

Tale corrente generalmente è superiore a quella che transita sulla linea, quindi non è possibile determinare l'estensione della fascia con misure sul campo, ma è necessario effettuare una valutazione teorica (tramite software dedicato), che risulta cautelativa rispetto ai dati misurabili.

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

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

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

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

Il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che **il gestore** debba calcolare la *Distanza di Prima Approssimazione*, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”. In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni, viene invece introdotto il concetto di Area di Prima Approssimazione, calcolata secondo i procedimenti riportati nella metodologia di calcolo, di cui al par. 5.1.4 dell'Allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

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

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

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

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

6.4.4 Lavori di costruzione ad altri lavori non elettrici.

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

Confronto dei limiti:

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

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

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

2.18.3 Impianto ed interferenze con le linee elettriche

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

Tuttavia l’impianto è attraversato diagonalmente da una linea elettrica MT di Enel S.p.a. da 20 kV. È stata disposta una fascia di rispetto di grande tutela nell’ordine di 10 metri in entrambe le direzioni minimo. Si sottolinea che comunque l’impianto fotovoltaico non è un luogo nel quale sosterranno lavoratori per un periodo di tempo superiore alla mezz’ora, dunque largamente inferiore al limite delle 4 ore.

2.18.4 Scelte progettuali e prescrizioni

Considerato il quadro normativo precedentemente descritto, e l’attraversamento del campo da parte di linee elettriche in alta tensione, il progetto ha scelto a vantaggio di sicurezza di non disporre alcun elemento elettrico in una fascia di 10 metri dai conduttori da entrambi i lati.

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.

Come già scritto nel paragrafo 2.12.1, l'utilizzo di efficienti robot di pulizia potrà ridurre il consumo di acqua (circa 6 l/min e quindi 3 l/pannello) ed evitare quello di detergenti. Si tratta di un'operazione da condurre due volte all'anno e che corrisponde ad una blanda normale irrigazione del campo (di fatto alla fine si riduce a quest'ultima, dato che il terreno è coltivato).

2.19.2 sfalcio prato fiorito

Lo sfalcio del prato fiorito potrà essere realizzato con robot tagliaerba elettrici ed automatizzati, su aree definite e delimitate previamente con fili.

Ci sono ormai in commercio numerosissimi robot, anche per grandi superfici, e ne saranno acquistati nel numero idoneo ad uno sfalcio semestrale a rotazione. Si tratta di macchine molto compatte e maneggevoli, come, ad esempio, il Robot tagliaerba Honda Miimo 520, idoneo per prati di qualche migliaio di m².



Figura 67 - Esempio di robot tagliaerba elettrico

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.

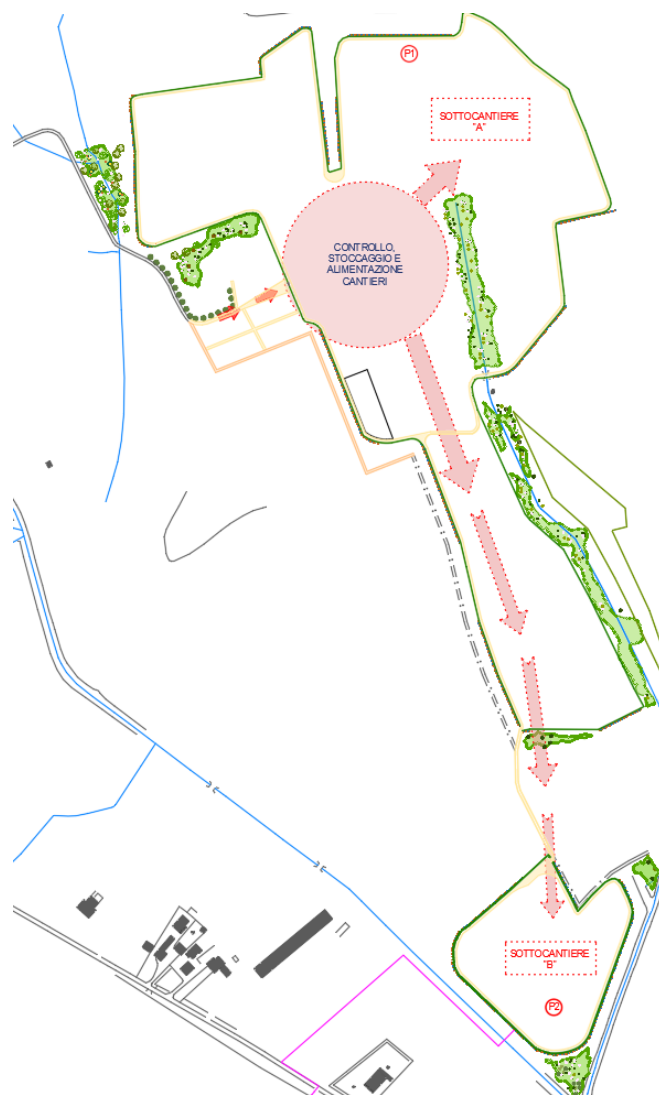


Figura 68 - Alimentazione cantieri

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



Figura 69 - Posizione dell'area di stoccaggio

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 provenienti dalla SP109 accederanno dall'accesso ovest del lotto. 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. Il sito di stoccaggio del materiale sarà allestito nella parte centrale.

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.



Figura 70 - Sottocantiere piastra P1

In questa fase si procederà allo stoccaggio ed alla distribuzione 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.

I primi cantieri operativi di montaggio allestiti riguarderanno le piastre 2 all'interno dei quali saranno installati i baraccamenti di cantiere, sarà predisposta un'area per il deposito del materiale ed uno spazio per i rifiuti giornalieri (opportunamente recintato e realizzato con misto stabilizzato).

Seguendo le diverse fasi (infissione pali, montaggi pannelli, realizzazione elettrodotti, posa ed allestimento cabine, cablaggi) le diverse aree saranno impegnate 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.

Nell'ultima fase di cantiere saranno poste in opera la cabina principale di raccolta dal quale partirà il cavidotto MT esterno, le cabine relative.



Figura 71- Segnaletica di cantiere

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

2.21 *Ripristino dello stato dei luoghi*

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

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

2.21.1 Descrizione delle operazioni

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

1. smontaggio delle opere civili:
 - a. ringhiera,
 - b. cabine elettriche
 - c. cabina inverter
 - d. supporti dei pannelli fotovoltaici
 - e. condutture per i cavi
2. smontaggio e messa in sicurezza delle parti elettriche:
 - a. quadri elettrici,
 - b. inverter,
 - c. trasformatori,
 - d. cavi elettrici
3. smontaggio dei pannelli
 - a. pannelli fotovoltaici

4. invio a recupero o smaltimento
5. ripristino suolo
 - a. rimozione della viabilità interna
 - 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 50 giorni lavorativi come stimato nel cronoprogramma di fig.2. Le attività di dismissione consisteranno nello smantellamento fino alla pulizia delle aree temporanee di stoccaggio dei materiali.



Figura 72 - Cronogramma opere di dismissione cantiere, 1, 2, 3

2.21.3 Computo delle operazioni di dismissione

Come indicato nell'elaborato “Piano di Dismissione, Computo metrico estimativo”, il costo stimato delle operazioni di dismissione dell'impianto è di 1.472.571,30. €, 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 valorizzate e/o ritirate 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.

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

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 riutilizzabili, porterà al sostanziale recupero dei materiali indicati in tabella. Il calcolo seguente, a vantaggio di sicurezza, non tiene conto della riduzione di circa il 10% dell'impianto.

Chiaramente alcuni saranno interamente riciclati (1.140 t di alluminio, 68 t di rame, 1.700 t di ferro), altri saranno sottoposti ad operazioni di riuso, previa selezione (9.400 t di pietrisco, 132 t di CLS, 90 t di legno), o di recupero a mezzo di cicli termici (630 t di vetro, 42 t di silicio, 137 t di plastiche) altri a smaltimento, se ne frattempo non saranno stati messi a punto efficienti e sicuri procedimenti di riciclaggio.

	quantità	unità	stima materiali (tonn.)										
			legno	pietrisco	alluminio	rame	fibra	ferro	elettronica	vetro	silicio	plastiche	CLS
recinzione	4.529	ml	91										
misto granulare	6.315	mc		9.473									
Cavo MT alluminio (est)	30.000	ml			501							2,1	
Cavo MT alluminio (int)	11.403	ml			99							0,8	
Cavo BT alluminio (est)	97.604	ml			429							6,8	
Cavo alluminio messa a terra	6.052	ml			27							0,4	
cavo solare	120.000	ml				9						8,4	
corda rame	180	ml				0,1						0,0	
cavi in fibra ottica	4.528	ml					0,2					0,3	
struttura tracker da 50	752	cad.						872				0,1	
struttura tracker da 25	176	cad.						102				0,0	
Pali inseguitori	7.648	cad.						711					
inverter	60	cad.						1	1			0,0	
moduli	42.000	cad.			84	59				630	42	118	
acciaio in barre*	11.187	ml						17					
batterie sistemi	-	cad.											0
cabine	6	cad.							9				132
Totale			91	9.473	1.140	68	0,2	1.703	10	630	42	137	132

Figura 73 - Stima materiali a riciclo

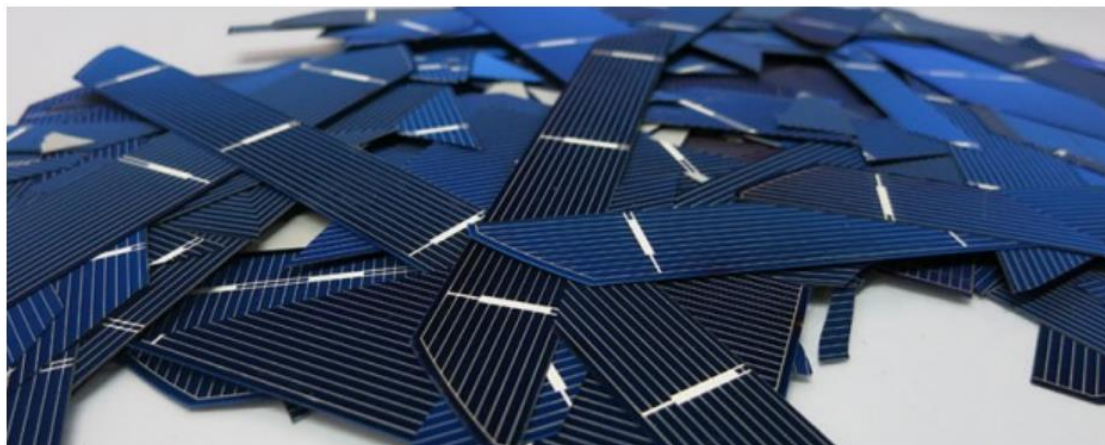
Per quanto attiene i pannelli fotovoltaici, sui quali c'è un notevole grado di confusione, bisogna intanto considerare che dal 28 marzo 2014 il Decreto legge n.49/2014 "Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)" è stato pubblicato in Gazzetta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

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

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

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

Inoltre, ai sensi del DM 5 maggio 2011 tutti i pannelli devono disporre di un certificato rilasciato dal produttore o importatore dei moduli, attestante l'adesione del medesimo a un Sistema o Consorzio europeo che garantisca il riciclo dei moduli al termine della loro vita utile. PV Cycle è il sistema europeo di raccolta e riciclo del fotovoltaico che stima il grado di recupero attuale dei materiali nell'ordine del 96%.



Allo stato attuale il riciclo di un pannello fotovoltaico può avvenire con un processo semiautomatico, in uso presso diversi consorzi²², che:

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

²² - 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/

2.23 *Manutenzione ordinaria degli impianti*

2.23.1 Premessa

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

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

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

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

al dispositivo oggetto di ispezione.

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

- oli lubrificanti necessari durante il normale funzionamento delle apparecchiature;
- prodotti per l’ingrassaggio di parti meccaniche in movimento;
- disincrostanti, 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	Annuale
	- Controllo dei serraggi	
Quadri elettrici	- ispezione visiva	Annuale
Dispositivi di manovra e protezione	- verifica stato di conservazione	Annuale
	- controllo elettrico e tarature	
Cablaggi	- verifica integrità	Annuale
Inverter	- ispezione visiva involucro e display	Annuale
	- pulizia aperture di areazione	
	- controllo elettrico dei dispositivi di manovra	
Impianto di messa a terra	- verifica integrità, - verifica serraggio connessioni - 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 funzionamento sugli inverter	- verifica anomalie segnalate	mensilmente
Trasformatori MT/AT	- verifica funzionamento	Semestrale
Opere civili		
Recinzioni	- verifica integrità	Semestrale

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

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

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

Recinzioni	- Controllo e riparazione	Semestrale
Piattaforme cabine e accumuli	- Verifica e riparazione	Annuale
Tralicci	- Pittura antiruggine	Annuale
Opere agricole e naturali		
Impianto di irrigazione	- pulizia	Semestrale
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 € 18.372.465,00

QUADRO ECONOMICO GENERALE Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti	14.196.074,82	10%	15.615.682,30
A.2) Oneri di sicurezza	194.191,94	10%	213.611,13
A.3) Opere di mitigazione	203.590,00	10%	223.949,00
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	40.000,00	22%	48.800,00
A.5) Opere connesse	1.410.617,62	10%	1.551.679,38
TOTALE A	16.044.474,38		17.653.721,82
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,	280.000,00	22%	341.600,00
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	50.000,00	22%	61.000,00
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	144.912,15	22%	176.792,82
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (includere le spese per le attività di monitoraggio ambientale)	20.000,00	22%	24.400,00
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)	14.000,00	22%	17.080,00
B.6) Imprevisti	80.222,37	22%	97.871,29
B.7) Spese varie			
TOTALE B	589.134,52		718.744,11
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)	16.633.608,90		18.372.465,93

Figura 74 - Quadro economico

2.24.2 Investimento mitigazioni e compensazioni

Descrizione	Superficie (ha)	N. piante	Sesto d'impianto	Prezzo unitario	Costo	Totali
Oliveto e mandorleto						
lavorazioni terreno, fornitura piante uliveto produttivo (standard)	2,40	550	4 m x 6m	50,00 €	27.500,00 €	32.050,00 €
Fornitura olivi circ. fusto 16/18 cm per olive da tavola		40	9 m sulla fila	70,00 €	2.800,00 €	
Fornitura di alberi di mandorli (<i>Prunus amygdalus</i>) con circonferenza fusto 8/10 cm		35	4 m sulla fila	50,00 €	1.750,00 €	
Prato fiorito (parziale superficie lotto 46-15,6 ettari = 30,4)						
Miscuglio semi	26,00		25/30 kg ad ettaro	60,00 €	39.000,00 €	44.200,00 €
Semina meccanica		260.000,00		0,02 €	5.200,00 €	
Mitigazione						
Fornitura di piante di olivo circ. fusto 16-18 cm	4,50	250	4 m x 6 m	50,00 €	12.500,00 €	149.220,00 €
Fornitura e messa a dimora di piante di querce (<i>Quercus pubescense</i> <i>Q. trojana</i>) in zolla di altezza 3,5-4 m		186	0,1 pt/ m	120,00 €	22.320,00 €	
Fornitura e messa a dimora arbusti in contenitore 7 litri		2.000	0,5 pt/ m	25,00 €	50.000,00 €	
Forniturae messa a dimora rampicanti su 4.600 m di recinzione		2.300	0,5 pt/ m	28,00 €	64.400,00 €	
Fasce di rispetto canali						
Fornitura e messa a dimora di Salix caprea in zolla, circ. fusto 8-10 cm	3,40	170	0,005 pt/mq	50,00 €	8.500,00 €	45.900,00 €
Fornitura e messa a dimora di Ulmus minor in zolla, circ. fusto 8-10 cm		170	0,005 pt/mq	60,00 €	10.200,00 €	
Fornitura e messa a dimora di Alnus glutinosa circ. fusto 14/16 cm		170	0,005 pt/mq	100,00 €	17.000,00 €	
Fornitura e messa a dimora arbusti in contenitore 7 litri		340	0,01 pt/mq	30,00 €	10.200,00 €	
Frutteto						
Fornitura varietà antiche di pero, melo, fico e susino con circonferenza fusto 8/10 cm		330	4m x4m	20,00 €	6.600,00 €	19.800,00 €
Messa dimora piante da frutto		330		40,00 €	13.200,00 €	
Centro aziendale						
Fornitura e messa dimora alberi di pino d'Aleppo (<i>Pinus halepensis</i>) in zolla, altezza 2,5-3 m	1,3 ha	33		70,00 €	2.310,00 €	4.246,00 €
Fornitura e messa a mdimora di cotogno (<i>Cydonia oblonga</i>)		44		44,00 €	1.936,00 €	
Totale						295.416,00 €

Figura 75 - Investimento mitigazioni e compensazioni

2.25 Bilanci energetici ed ambientali

L'impianto produce il primo anno 34.566.520 kWh, con una perdita di efficienza stimata del 0,4 % all'anno per 30 anni.

2.25.1 Emissioni CO₂ evitate e combustibili risparmiati

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

- combustibili fossili risparmiati 6.464 tep/anno (183.080 in 30 anni)
- CO₂ non emessa 10.785 t/anno (323.000 in 30 anni)

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 nazionale di emissioni stimato da Ispra per il 2020). Emissioni che si verificherebbero *nel sistema regionale*:

fattore di emissione	mix energetico italiano	unità di misura	emissioni evitate 30 anni	emissioni evitate 1° anno	unità di misura
anidride carbonica (CO ₂)*	312,0	g/KWh	323.543	10.785	tCO ₂
ossidi di azoto (Nox)	227,4	mg/Kwh	235.813	7.860	t/Nox
Ossidi di zolfo (Sox)	63,6	mg/Kwh	65.953	2.198	t/Sox
composti organici volatili (COV)	83,8	mg/Kwh	86.900	2.897	t/COV
Monossido di carbonio (CO)	97,7	mg/Kwh	101.314	3.377	t/CO
Ammoniaca (NH ₃)	0,5	mg/Kwh	477	16	t/NH ₃
particolato (PM10)	5,4	mg/Kwh	5.600	187	t/PM10

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

Figura 76- Stima emissioni evitate (da dati Ispra 2020)

La componente naturalistica del progetto, con il suo inserimento di 2.100 alberi (1.000 produttivi, 1.100 non produttivi), per una densità per ettaro media di 57 alberi /ha, prati, arbusti (4300, 100/ha) produce assorbimenti di inquinanti nella seguente misura *nel sistema locale*:

- Ozono (O₃) 0,7 t/anno

- Anidride solforosa (SO₂) 0,25 t/anno
- Biossidi di azoto (NO₂) 0,35 t/anno
- Polveri sottili (PM₁₀) 1,5 t/anno
- Monossido di carbonio (CO) 0,1 t/anno
- Anidride carbonica (CO₂) 15,5 t/anno

2.25.2 Territorio energy free

La produzione elettrica interamente senza emissioni e da fonte rinnovabile garantita dall'impianto corrisponde al consumo domestico annuale di ca. 31.000 abitanti (13.000 famiglie). In base alle stime Terna²³ il consumo domestico per abitante del Puglia si è infatti attestato nel 2018 a 1.035 kWh/ab/anno. Il consumo procapite incluso la componente produttiva diventa 4.508 kWh/ab/anno.

Energy Free	kWh/anno	abitanti	famiglie
Consumi domestici	1.096	31.539	13.020
Consumi totali	4.508	7.668	3.165

Figura 77 - Popolazione "Energy Free"

2.25.3 Vantaggi per il territorio e l'economia

In base a questo bilancio l'impianto produrrà in 30 anni circa 1.000 GWh, produrrà vantaggi fiscali (stimati in riferimento agli utili attesi) di ca. 7 Ml € e un valore della CO₂ non emessa per ulteriori 417 ml € (all'altissimo valore attuale). Cosa anche più importante, nel periodo di esercizio comporterà per il paese la mancata importazione di 260 milioni di mc di metano, per un costo di oltre 70 ml €.

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

L'impianto, dunque, senza comportare alcun costo per il bilancio pubblico o le bollette energetiche (essendo del tutto privo di incentivi), produrrà significativi vantaggi per l'economia locale, quella regionale e nazionale, vantaggi fiscali cumulati superiori allo stesso investimento (interamente condotto con risorse private) e notevole beneficio per il bilancio energetico e commerciale del paese. Ciò per tacere del beneficio ambientale locale (come noto, a causa della priorità di dispacciamento, i 1.000 GWh prodotti dalla fonte solare eviteranno che gli stessi siano prodotti da fonti più inquinanti senza priorità di dispacciamento, come il carbone o il gas naturale in centrali obsolete senza cogenerazione, cosa che innalzerebbe tutte le stime, dato che la produzione termoelettrica nazionale mediamente emette 410 gCO₂/KWh e quella regionale anche di più).

²³ - https://download.terna.it/terna/Annuario%20Statistico%202018_8d7595e944c2546.pdf p.122

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.

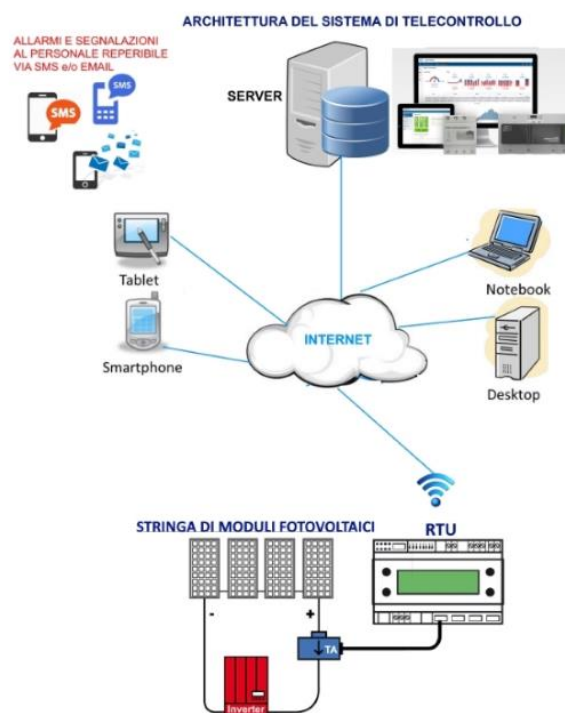


Figura 78 - Schema sistema di telecontrollo

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

Il sistema complessivamente renderà i seguenti dati:

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

La stazione meteorologica sarà composta da:

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

2.26.2 Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo

Rumore

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

Le misurazioni sono state condotte su 2 punti sensibili, come meglio esplicitato nel paragrafo 3.7.1. sui medesimi punti, con cadenza annuale, saranno condotte ulteriori misurazioni come parte del "Rapporto Ambientale" che l'impianto trasmetterà al Comune ed all'Arpa entro marzo di ogni anno.

Elettromagnetismo

Nella stessa occasione saranno condotte misurazioni delle emissioni elettromagnetiche nei pressi

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

2.26.3 Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità

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

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'ISPRA²⁴ (anche se l'area non sarebbe tenuta).



Figura 79- Ispra. "Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia"

²⁴ - <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuali-per-il-monitoraggio-di-specie-e-habitat-di-interesse-comunitario-direttiva-92-43-cee-in-italia-habitat>

2.27 Cronogramma generale

La realizzazione del cantiere prevede un impiego massimo contemporaneo di 100 operai. E' previsto che le opere vengano realizzate in circa 184 giorni.

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.

Il cantiere si svilupperà complessivamente in 26 settimane, impegnando in tre fasi le diverse piastre dell'impianto, partendo (fase 1) con le piastre estreme e proseguendo verso il centro (dove è posto il deposito principale dei materiali. Tra le fasi principali, l'infissione pali interesserà dalla 5° alla 20° settimana, sovrapposto a questo il montaggio delle strutture dalla 6° alla 24° settimana e il montaggio dei pannelli dalla 10° alla 25° settimana. Le attività che hanno a che fare con il terreno si svolgono dall'8° alla 26° settimana (scavo cavidotti interni BT e MT e cabine). Le opere di rete, dalla 9° alla 21° settimana (Cabina utente e cavidotto MT esterno).

Dimensione sottocantiere (MWp)	12,25	Sottocantieri		2					
Dimensione complessiva impianto (MWp)	24,5								
Attività	Ore uomo	ULA	Uomini giorno	Durata gg	operai	Inizio giorno	Fine giorno	Data inizio	Data fine
Pulizia del terreno Cantiere 1	330,8	0,2	41,3	8,0	5,0	0,0	8,0	03/01/2023	12/01/2023
Pulizia del terreno Cantiere 2	330,8	0,2	41,3	8,0	5,0	29,3	37,3	23/02/2023	04/03/2023
Allestimento, messa in sicurezza e pulizia del cantiere 1	551,3	0,3	68,9	10,0	7,0	8,0	18,0	13/01/2023	26/01/2023
Allestimento, messa in sicurezza e pulizia del cantiere 2	551,3	0,3	68,9	10,0	7,0	37,3	47,3	05/03/2023	18/03/2023
Picchettaggio terreno 1	330,8	0,2	41,3	8,0	5,0	18,0	26,0	27/01/2023	07/02/2023
Picchettaggio terreno 2	330,8	0,2	41,3	8,0	5,0	47,3	55,3	19/03/2023	30/03/2023
Realizzazione viabilità e piazzole 1	551,3	0,3	68,9	14,0	5,0	26,0	40,0	08/02/2023	25/02/2023
Realizzazione viabilità e piazzole 2	551,3	0,3	68,9	14,0	5,0	55,3	69,3	31/03/2023	19/04/2023
Realizzazione recinzione 1	459,4	0,3	57,4	11,0	5,0	0,0	11,0	03/01/2023	17/01/2023
Realizzazione recinzione 2	459,4	0,3	57,4	11,0	5,0	29,3	40,3	23/02/2023	09/03/2023
Infissione pali/Viti e montaggio delle strutture di supporto 1	6.118,9	3,5	764,9	51,0	15,0	33,0	84,0	13/02/2023	20/04/2023
Infissione pali/Viti e montaggio delle strutture di supporto 2	6.118,9	3,5	764,9	51,0	15,0	62,3	113,3	05/04/2023	14/06/2023
Sistemazione piano di posa per cabine 1	128,6	0,1	16,1	8,0	2,0	40,0	48,0	26/02/2023	09/03/2023
Sistemazione piano di posa per cabine 2	128,6	0,1	16,1	8,0	2,0	69,3	77,3	20/04/2023	29/04/2023
Posizionamento cabine e realizzazione impianto terra 1	220,5	0,1	27,6	14,0	2,0	48,0	62,0	10/03/2023	29/03/2023
Posizionamento cabine e realizzazione impianto terra 2	220,5	0,1	27,6	14,0	2,0	77,3	91,3	30/04/2023	19/05/2023
Installazione inverter 1	367,5	0,2	45,9	5,0	10,0	62,0	67,0	30/03/2023	05/04/2023
Installazione inverter 2	367,5	0,2	45,9	5,0	10,0	91,3	96,3	20/05/2023	26/05/2023
Realizzazione cavidotti, posa cingoli e pozzetti, reinterro 1	551,3	0,3	68,9	7,0	10,0	55,0	62,0	11/03/2023	21/03/2023
Realizzazione cavidotti, posa cingoli e pozzetti, reinterro 2	551,3	0,3	68,9	7,0	10,0	84,3	91,3	01/05/2023	10/05/2023
Montaggio dei moduli fotovoltaici 1	3.932,3	2,2	491,5	16,0	30,0	58,5	74,5	14/02/2023	07/03/2023
Montaggio dei moduli fotovoltaici 2	3.932,3	2,2	491,5	16,0	30,0	87,8	103,8	06/04/2023	27/04/2023
Stringatura e cablaggi cc: 1	6.431,3	3,7	803,9	40,0	20,0	66,5	106,5	15/02/2023	11/04/2023
Stringatura e cablaggi cc: 2	6.431,3	3,7	803,9	40,0	20,0	95,8	135,8	06/04/2023	31/05/2023
Cablaggi cavidotti MT 1	477,8	0,3	59,7	12,0	5,0	62,0	74,0	22/03/2023	06/04/2023
Cablaggi cavidotti MT 2	477,8	0,3	59,7	12,0	5,0	91,3	103,3	11/05/2023	26/05/2023
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite 1	459,4	0,3	57,4	8,0	7,0	74,0	82,0	07/04/2023	18/04/2023
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite 2	459,4	0,3	57,4	8,0	7,0	103,3	111,3	27/05/2023	07/06/2023
Allestimento cabina di consegna 1	27,6	0,0	3,4	1,0	5,0	82,0	83,0	19/04/2023	19/04/2023
Allestimento cabina di consegna 2	27,6	0,0	3,4	1,0	5,0	111,3	112,3	08/06/2023	08/06/2023
Realizzazione cavidotto esterno MT	3.600,0	2,0	450,0	90,0	5,0	62,0	152,0	23/03/2023	26/07/2023
Realizzazione cavidotto esterno MT	3.600,0	2,0	450,0	90,0	5,0	62,0	152,0	12/05/2023	14/09/2023
Realizzazione sezione AT	2.400,0	1,4	300,0	60,0	5,0	83,0	143,0	20/04/2023	12/07/2023
Realizzazione sezione AT	2.400,0	1,4	300,0	60,0	5,0	83,0	143,0	09/06/2023	31/08/2023
Realizzazione impianto di illuminazione e recinzione finale 1	2.021,3	1,1	252,7	25,0	10,0	106,5	131,5	12/04/2023	07/05/2023
Realizzazione impianto di illuminazione e recinzione finale 2	2.021,3	1,1	252,7	25,0	10,0	135,8	160,8	01/06/2023	05/07/2023
Realizzazione impianto videosorveglianza/antifurto 1	1.470,0	0,8	183,8	18,0	10,0	114,8	132,8	12/04/2023	05/05/2023
Realizzazione impianto videosorveglianza/antifurto 2	1.470,0	0,8	183,8	18,0	10,0	144,1	162,1	01/06/2023	26/06/2023
Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane	8,0	0,0	1,0	1,0	1,0	162,1	163,1	01/09/2023	01/09/2023
Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree 1	551,3	0,3	68,9	10,0	7,0	132,8	142,8	06/05/2023	19/05/2023
Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree 2	551,3	0,3	68,9	10,0	7,0	162,1	172,1	27/06/2023	08/07/2023
Dichiarazione fine lavori	8,0	0,0	1,0	1,0	1,0	172,1	173,1	15/09/2023	15/09/2023
	61.316,1	34,8	7.664,5						

Figura 80 – Cronogramma

2.28 Conclusioni del Quadro Progettuale

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

L'impianto si adagia su una struttura morfologica allungata con andamento Nord-Sud e costeggiata solo da un modesto fosso agricolo. La scelta dei terreni ha privilegiato questo andamento, adattandosi ad esso, e preferendo disporsi su più piastre semiseparate in modo da consentire la ricucitura del territorio grazie alla spessa mitigazione in parte con finalità produttiva. Si tratta quindi di un impianto da ca 20 MW in immissione disposto su 3 piastre di dimensione variabile.

La superficie complessivamente interessata è di 40 ha, ma di questi 3,4 sono stati dedicati interamente ad aree naturalistiche e 8 alle mitigazioni, inoltre 0,7 ha sono stati dedicati a frutteto didattico e 2,4 a uliveto (in parte interno alla mitigazione). Complessivamente, quindi, oltre un quinto dell'area è stata rilasciata per usi naturali e altrettanto per usi produttivi agricoli. La superficie netta, calcolata come proiezione ortogonale a terra dei pannelli in posizione orizzontale (massimo impegno) è circa il 35% del complessivo terreno disponibile. Anche senza considerare il prato fiorito l'area impiegata per usi naturalistici o produttivi è superiore a quella impiegata per usi elettrici nella proporzione 3/2.

La centrale sarà collegata, in base alla STMG rilasciata da Terna, in antenna a 150 kV con un ampliamento della SE "Troia" (cfr. 2.7.5).

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 21.890 kWp. Ed è costituita da 31.272 moduli fotovoltaici in silicio cristallino, 60

inverter di stringa di potenza nominale da 225 kW.

L'energia prodotta annuale sarà di $1.579 \times 21.890 = 34.566.520$ kWh (cfr. 2.8).

L'impianto utilizza strutture di sostegno ad inseguitore monoassiale, fissato al terreno con pali di fondazione metallici battuti e senza alcun blocco di fondazione, gli inverter saranno del tipo distribuito. Saranno disposte 5 cabine di trasformazione BT/MT.

L'energia prodotta sarà dispacciata attraverso un elettrodotto interrato che correrà lungo la strada pubblica, secondo le specifiche e raccomandazioni comunali, per 10 km fino alla stazione elettrica TERNA (cfr. 2.7.1). Saranno disposti tutti i più avanzati sistemi di sicurezza elettrica e di controllo e monitoraggio (cfr. 2.7.3) e le politiche gestionali più esigenti (cfr. 2.9).

Tra le alternative valutate nel corso del lungo processo di scelta e decisione, ci sono alternative di localizzazione (cfr. 2.10.1), alternative di taglia e potenza (cfr. 2.10.2), tecnologiche (cfr. 2.10.3), e riguardanti compensazioni e mitigazioni (cfr. 2.10.4). Durante le varie fasi analitiche il sito è stato valutato idoneo, ma la potenza è stata ridotta del 7-8%, rispetto a quella inizialmente programmata, per dare spazio alle aree di rinaturalizzazione necessarie per il potenziamento della biodiversità (eletta ad obiettivo specifico del progetto nel corso del processo di decisione). Si sottolinea che la scelta di “perdere” circa 2 MW potenziali deriva dalla valutazione comparata tra i siti, ed ha lo scopo di intervenire su quello che era stato valutato in senso comparato come uno dei punti sensibili del progetto.

Una dimensione caratterizzante e sulla quale è stata spesa molta energia progettuale dell'impianto “Troia” 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. Vengono messi in opera complessivamente 2.100 alberi tra produttivi e non e 4.300 arbusti, tra uso naturalistico ed estetico.

Complessivamente una quota superiore a quella rappresentata dalla proiezione massima a terra dei pannelli è stata dedicata ad aree naturalistiche, quanto ad un terzo, e per metà a impegni produttivi (ulivo e frutteto, oltre all'apicoltura).

La mitigazione, oltre a garantire sia il completo mascheramento dell'impianto dalla prospettiva ravvicinata, si inserisce nel territorio in modo assolutamente conforme al suo normale andamento ed espressione.

Questa dimensione del progetto assolve ai seguenti compiti:

- 1- *Mitiga l'inserimento paesaggistico* dell'impianto tecnologico cercando nella misura del possibile non solo di non farlo vedere, quanto di inserirlo armonicamente nei segni preesistenti. Lasciando, quindi, inalterati al massimo i caratteri morfologici dei luoghi, garantendo spessi insediamenti di vegetazione confinale (tratto comunque presente nel

territorio) particolarmente attenta alla riduzione della visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viabilistiche, anche panoramiche.

- 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 e dedicando superfici per oltre 3,5 ettari (il 7,4% del totale) a insediare superfici vocate alla colonizzazione ed alla conseguente formazione di nuove aree boschive che saranno mantenute per oltre trenta anni.
- 4- *Salvaguarda le attività rurali*, lungo spessi confini, ben oltre la normale prassi; a tal fine realizza idonei e infrastrutturati, per essere produttivi, spazi dediti all'agricoltura per ca 8 ettari (il 20% della superficie). Questa funzione produttiva potrà essere favorita anche dal riuso delle acque piovane in eccesso, convogliate dall'impianto e accumulate in bacini (sfruttando il canale esistente) dedicati che saranno proposti in sede di progettazione esecutiva.



Figura 81 - Inserimento della mitigazione di bordo nel paesaggio, campo lungo

Le attività produttive agricole che saranno inserite, a cura di aziende locali che la società si impegna a selezionare e coinvolgere nel progetto nella fase esecutiva, avranno a disposizione un budget già definito nel quadro economico per realizzare (cfr. paragrafo 2.16):

- Una azienda ulivicola con circa 1.000 piante produttive;
- Un'area di frutteti storici con 360 piante;
- La realizzazione su tutta la superficie non naturale di un "prato fiorito" e dell'allevamento di api con oltre 100 sciami.

Alberi		
di cui ulivi	940	2.110
di cui mandorli	35	
di cui querce	186	
di cui salix caprea	170	
di cui ulmun minor	170	
di cui alnus glutinosa	170	
di cui pino d'Aleppo	33	
di cui cotogno	44	
di cui peri, meli, fichi, e susini antichi	362	
Arbusti		
arbusti vari	2.000	4.300,00
rampicanti per mitigazione	2.300	
Allevamento apicolo		
superficie prato fiorito (mq)	225.000	
numero sciami	100	

Figura 82- Tabella inserimenti naturali

Questa scelta è in linea con le migliori pratiche internazionali ed una delle pratiche più studiate, sia in Europa come in Usa (cfr. paragrafo 2.16.2.2) 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 2.28), il ripristino dello stato dei luoghi, con relativa tempistica e costi (2.21), la definizione della tipologia e gestione dei rifiuti prodotti e materiali a riciclo (2.22), le manutenzioni (2.23). Da ultimo i bilanci energetici ed ambientali (emissioni evitate, vantaggi territoriali, cfr paragrafo 2.25) e il monitoraggio (elettrico, rumore ed elettromagnetismo, ambiente naturale e biodiversità, cfr. paragrafo 2.26).

Infine, il quadro di investimento (2.24) che assomma complessivamente a circa 18 milioni di euro (inclusa Iva e costi di progettazione e sicurezza). La parte naturalistica e agricolo produttiva incide per ca 0,3 milioni (ca. 2%).

Indice delle Figure

Figura 1- Cella fotovoltaica	6
Figura 2- Pannello fotovoltaico.....	8
Figura 3 - Inquadramento territoriale.....	11
Figura 4- Particelle catastali.....	12
Figura 5 – Impianto su mappa catastale.....	13
Figura 6 – Impianto – veduta del modello	14
Figura 7 - Localizzazione territoriale.....	14
Figura 8- veduta della viabilità	15
Figura 9- veduta del terreno	16
Figura 10 - Veduta del terreno	16
Figura 11 - Tabella aree impegnate dall'impianto.....	17
Figura 12- Particolare area Nord.....	18
Figura 13 - particolare dell'impianto, zona Centrale.....	18
Figura 14- Particolare area Sud.....	19
Figura 15 - Inseguitore monoassiale	20
Figura 16 - Ampliamento SE e ubicazione della stazione di elevazione AT/MT.....	21
Figura 17- Suddivisione piastre-cabine.....	21
Figura 18 - Particolare area Nord.....	22
Figura 19 - Mappa bacino topografico.....	23
Figura 20 - Suddivisione delle piastre e delle cabine.....	24
Figura 21- schema inseguitori.....	24
Figura 22- Tracker	25
Figura 23 - Particolare del montaggio dei tracker Convert TRJ	26
Figura 24- caratteristiche tecniche del pannello.	27
Figura 25 - Caratteristiche meccaniche.....	27
Figura 26 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG250HX.....	29
Figura 27 - Efficienza inverter	30
Figura 28 – Cabina tipo MT/BT	31
Figura 29- Cabina di raccolta e control room	32
Figura 30- Tracciato del cavidotto MT esterno verso la SE	33
Figura 31- Caratteristiche tecniche elettrodotti MT consegna alla SE	34
Figura 32- Cavidotti BT interni	34
Figura 33 - Esempio di impianto di terra	37
Figura 34- Sottostazione	39
Figura 35- Simulazione producibilità, inseguitori sommario	42
Figura 36- simulazione producibilità, inseguitori dati	43
Figura 37 - Simulazione producibilità, inseguitore modello.....	44
Figura 38- Simulazione producibilità, inseguitore diagrammi	45
Figura 39 - Simulazione producibilità, inseguitore diagrammi	47
Figura 40- Simulazione producibilità, inseguitore perdite.....	48
Figura 41 - Inseguitore diagrammi finali	49
Figura 42- Particolare comparto Nord-Ovest.....	55
Figura 43 - Mitigazione area Ovest.....	55
Figura 44- Particolare comparto Nord-Est.....	56
Figura 45 - Prospetto 1-1'	56
Figura 46- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato	57
Figura 47 - Sezione tipo di elettrodotto BT e MT.....	58
Figura 48 - Cabina tipo	58
Figura 49- Piastra 3, Sud.....	59

Figura 50 - Recinzione, particolare.....	60
Figura 51- Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza.....	61
Figura 52 - Tabella materiali impiegati.....	61
Figura 53 - Esempio di robot di pulizia	62
Figura 54 - Caratteristiche robot	62
Figura 55 - Prospetto impianto.....	70
Figura 56- identificazione delle aree di monitoraggio della piccola fauna.....	71
Figura 57- Veduta del progetto con interposizione dell'area naturalistica.....	72
Figura 58- Oliveto specializzato lungo il confine settentrionale	75
Figura 59 - Uliveti.....	76
Figura 60 - Giare contenti olio.....	77
Figura 61- Frutteto	83
Figura 62 - veduta allegata alla proposta di legge americana	101
Figura 63 - Convegno su agrivoltaico, Università di Yale, 2018-19	103
Figura 64 - Veduta impianto e prati fioriti.....	105
Figura 65 - Lepre.....	107
Figura 66 - Volpe	107
Figura 67 - Esempio di robot tagliaerba elettrico	131
Figura 68 - Alimentazione cantieri	136
Figura 69 - Posizione dell'area di stoccaggio.....	138
Figura 70 - Sottocantiere piastra P1	139
Figura 71- Segnaletica di cantiere.....	140
Figura 72 - Cronogramma opere di dismissione cantiere, 1, 2, 3	143
Figura 73 - Stima materiali a riciclo	146
Figura 74 - Quadro economico	153
Figura 75 - Investimento mitigazioni e compensazioni	154
Figura 76- Stima emissioni evitate (da dati Ispra 2020)	155
Figura 77 - Popolazione "Energy Free"	156
Figura 78 - Schema sistema di telecontrollo	157
Figura 79- Ispra. “Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia”	159
Figura 80 – Cronogramma	160
Figura 81 - Inserimento della mitigazione di bordo nel paesaggio, campo lungo	163
Figura 82- Tabella inserimenti naturali.....	164