

PROGETTO DELLA CENTRALE SOLARE
"Energia del Panaro"
da 83,2 MWp - Finale Emilia (MO)



ENRICO TOMMASEL
18.03.2026 14:45:54
GMT+01:00

TR01

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO PROGRAMMATICO



Proponente

ENGIE FINALE EMILIA S.r.l.

Via Chiese, 72, 20126 Milano MI

Vizzoli
Alessandro



Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Coordinamento alla progettazione: Dott. Agr. Fabrizio Cembalo Sambiase,
Dott. Francesco Semmola, Arch. Alessandro Visalli,
Arch. Riccardo Festa

Progettisti: Arch. Paola Ferraioli, Arch. Anna Manzo

Collaboratori: Dott. Carmine Perna, Dott. Agr. Giuseppe Maria Massa,
Dott. Agr. Vincenzo Meola



Progettazione elettrica e civile

Progettisti: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto

Collaboratori: Ing. Giuseppe Fava, Ing. Filippo Angarano,
Ing. Karim Ait Hamd, Ing. Marco Balzano,
Ing. Simone Bonacini



Progettazione mandorleto superintensivo

Progettisti: Dott. Agr. Fabrizio Cembalo Sambiase, Dott. Agr. Giuseppe Maria Massa,
Dott. Agr. Francesco Palombo

Consulenza geologica

Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologica

GeA Archeologia Preventiva

Consulenza agronomica

iGreen System, Imola



02 • 2026

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

Studio di Impatto Ambientale

“Energia del Panaro”

Sommario

2- Quadro Progettuale.....	6
2.1 - Localizzazione e descrizione generale	6
2.1.1 - Generalità.....	6
2.1.2 - Analisi della viabilità.....	13
2.1.3 - Lo stato dei suoli.....	16
2.1.4 - Regimazione delle acque	20
2.1.4.1 – Tecniche di ingegneria naturalistica	21
2.1.5 – Impianto di irrigazione e fertirrigazione.....	24
2.2 Le opere elettromeccaniche	26
2.2.1 Generalità.....	26
2.2.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale.....	27
2.2.3 Moduli fotovoltaici	28
2.2.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter).....	29
2.2.5 Sotto-cabine MT	32
2.2.6 Area di raccolta cabine MT.....	33
2.3 - Il dispacciamento dell’energia prodotta	35
2.3.1 – Analisi del preventivo di connessione alla RTN	35
2.3.2 – Descrizione della soluzione di connessione	37
2.3.2.1 – Stazione Elettrica.....	37
2.3.2.2 – Raccordi aerei AT alla Linea RTN 380 kV.....	40
2.3.2.3 – Elettrodotti utente in MT	42
2.3.2.4 – Cavidotto MT. Descrizione del percorso e degli attraversamenti	43
2.3.3 - Cavidotti interni MT e BT	56
2.3.4 Sicurezza elettrica	58
2.4 - Producibilità.....	61
2.5 - Progetto agronomico.....	73
2.5.1 - Premessa	73
2.5.2 - Analisi del terreno.....	79
2.5.3 – Impostazione generale e parametri agrivoltaici.....	81
2.5.4 - Progetto agronomico produttivo: mandorleto a spalliera.....	87
2.5.4.1 - Generalità.....	87
2.5.4.2 - Caratteristiche e tecniche della soluzione proposta.....	88
2.5.4.3 – Regole operative interfaccia agricolo/fotovoltaico.....	90

2.5.4.4 - Scelta della “cultivar	92
2.5.4.5 - Operazioni Colturali.....	93
2.5.4.6 - Trattamenti fitosanitari.....	98
2.5.4.7 - Sensoristica	103
2.5.4.8 - Regime di coltivazione in deficit idrico	107
2.5.4.9 – Costi impianto e rese	108
2.5.5 – Progetto agronomico: seminativo.....	109
2.5.5.1 - Premessa	109
2.5.5.2 – Preparazione del suolo	110
2.5.5.3 – Irrigazione	111
2.5.5.4 – Semina.....	111
2.5.5.5 – Concimazione.....	111
2.5.5.6 – Trattamenti fitosanitari.....	111
2.5.5.7 – Raccolta.....	112
2.5.5.8 – Macchine ed operazioni.....	112
2.5.5.9 - Costi di impianto e rese.....	112
2.5.6 - Progetto agronomico produttivo: apicoltura.....	115
2.5.6.1 – Generalità e contesto	115
2.5.6.2 - L’opportunità ed i casi internazionali.....	116
2.5.6.3- Caratteristiche tecniche	118
2.5.6.5 - Prati fioriti.....	120
2.5.7 – Aree agricole di sperimentazione	124
2.6.7.1 – Premessa.....	124
2.5.7.2 - Terreni.....	125
2.5.7.3 – Macchine e spazi di manovra	126
2.5.7.4 – Irrigazione	129
2.5.7.5 – Sperimentazione 1: oliveto.....	130
2.5.7.6 – Sperimentazione 2: corileto.....	131
2.5.7.7 – Sperimentazione 3: seminativo.....	132
2.5.7.8 – Potenziali filiere di commercializzazione.....	133
2.6 - Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio	134
2.6.1 Generalità.....	134
2.6.1.1 – Sicurezza dei lavoratori	134
2.6.2 - Fase di cantiere, il “Piano di Sicurezza e Coordinamento”	135
2.6.3 - Fase di cantiere il “Piano Operativo per la Sicurezza”	140
2.6.4 - Fase di esercizio: descrizione del “ <i>Fascicolo di manutenzione dell’opera</i> ”	141
2.6.5 - Operazioni da effettuarsi prima dell’avvio dell’impianto fotovoltaico	141
2.6.6 - Operazioni per la messa in funzione.....	142
2.6.7 - Verifiche e manutenzioni in esercizio	142
2.7 - Altri materiali e risorse naturali impiegate	145

2.7.1	- Stima materiali da utilizzare	145
2.7.2	- L'impianto di illuminazione e videosorveglianza	146
2.8	- Realizzazione dell'impianto agrovoltaico	149
2.8.1	- Avvertenze e misure generali	149
2.8.2	Attrezzature di cantiere	150
2.8.3	Operazioni di cantiere	151
2.8.4	- Fasi di sviluppo per sottocampi	155
2.9	Superfici e volumi di scavo	159
2.9.1	Quantità	159
2.10.2	Utilizzo in sito e come sottoprodotti	161
2.10	- Mitigazioni previste	162
2.11	- Campi elettromagnetici indotti	171
2.11.1	- Generalità	171
2.11.2	- Norme	173
2.11.3	- Impianto ed interferenze con linee elettriche	177
2.12	- Operazioni di automazione	178
2.12.1	- Pulizia pannelli	178
2.12.2	- Sfalciato	178
2.13	- Stima dei rifiuti prodotti e materiali di recupero/riciclo	179
2.13.1	- Rifiuti prodotti	179
2.13.2	- Riciclo dei pannelli e degli altri materiali	181
2.14	- Investimento	183
2.14.1	- Quadro economico generale	183
2.14.2	- Investimento mitigazioni e compensazioni	183
2.14.3	- Parte produttiva agricola	184
2.15	- Monitoraggi	187
2.15.1	- Monitoraggi elettrici	187
2.15.2	- Monitoraggi rumore ed elettromagnetismo	188
2.15.3	- Monitoraggio ambiente e biodiversità	189
2.16	- Alternative	190
2.16.1	- Alternative di localizzazione	190
2.16.2	- Alternative di taglia e potenza	198
2.16.3	- Alternative tecnologiche	198
2.16.4	- Alternative circa compensazioni e mitigazioni	200
2.16.5	- Alternative di modalità agrovoltaiche	200
2.16.5.1	- Scelta del "tipo" agrovoltaico, criterio C	200
2.16.6	- Alternative circa le soluzioni di connessione alla RTN	203

2.17 - Ripristino dello stato dei luoghi.....	212
2.17.1 Descrizione delle operazioni	212
2.17.2 Cronogramma delle opere di dismissione	213
2.18 – Bilanci energetici ed ambientali.....	214
2.26.1 Emissioni CO ₂ evitate e combustibili risparmiati	214
2.26.2 Territorio energy free	214
2.26.3 Vantaggi per il territorio e l'economia	215
2.26.4 Vantaggi comparati di agricoltura e produzione energetica	215
2.26.5 - Cenni sul ciclo di vita dei due settori	217
2.26.6 - Calcolo del LER.....	219
2.26.7 – Calcolo LCOE esteso, Thünen-Böhm	221
2.19 – Cronogramma generale	224
2.20 - Conclusioni parziali	225
<i>Indice delle figure:</i>	<i>230</i>

2- Quadro Progettuale

2.1 - Localizzazione e descrizione generale

2.1.1 - Generalità

Come già detto, l'impianto è proposto nel comune di Finale Emilia, in Emilia-Romagna ed in Provincia di Modena, la connessione e l'elettrodotto sono compresi nel medesimo comune e nel comune di San Felice sul Panaro (MO). Si tratta di un territorio a forte vocazione agricola, confermata dal progetto che inserisce un'attività produttiva mandorlicola e seminativa di grande impatto e valenza economica. Insieme alla produzione fotovoltaica, necessaria per adempiere agli obblighi del paese, verranno infatti inseriti due sistemi agricoli principali nelle "aree idonee" di cui al D.lgs. 199/2021, art. 20 comma 8 *c-ter*:

- un seminativo per 72 ha lordi,
- un mandorleto tenuto a spalliera per 29,5 ha lordi.
- La piastra 2 (18,5 ha dell'area recintata) nella prima fase sarà a seminativo, ma se la coltura del mandorlo dovesse dare risultati adeguati verrà poi convertita a mandorleto a spalliera.

A questi due sistemi si aggiungono **tre aree di sperimentazione** di nocciololetto, oliveto e seminativo con 3 pitch diversi: 7, 7,5 e 8 m, nelle "aree idonee" art. 20 comma 8 *c-quater* (dove, ai sensi della DAL 125/23 la superficie dei pannelli può occupare solo il 10% della superficie).

Il mandorleto, in primo impianto, sarà composto da circa 29.000 alberi di mandorlo che occuperanno il 77% del terreno lordo recintato (pari a ca 29,5 ettari), delle piastre 8, 9 e 12, includendo spazi di lavorazione e superfici di manovra mezzi, includendo anche la superficie per apicoltura (una pratica agricola complementare e sinergica, forte di ca. 80 arnie), si arriva al 89%. Per il seminativo invece interesserà complessivamente 58 ha che raggiunge l'81 % della superficie recintata di 72,7 ha.

Complessivamente, nelle aree c-ter, un terzo del terreno sarà interessato dalla proiezione zenitale dei pannelli fotovoltaici (tipicamente a metà giornata), rispettivamente il 29% per il mandorleto e il 34% per il seminativo. A queste aree si aggiungono superfici dedicate alla mitigazione e compensazione naturalistica per il 23% (in totale **3.451** alberi e **4.508** arbusti). L'intera superficie sarà protetta da prato permanente (in parte fiorito per ca. 11 ha).



Figura 1 - Masterplan

L'impianto svilupperà una potenza di picco di 83,2 MW, con 110.976 moduli fotovoltaici, 220 inverter di stringa ed una potenza di immissione in rete di 70,4 MW e potenza di picco pari a 83.232 kWp.



La produzione complessiva annua elettrica e delle colture principali è stimabile in:

- 125 GWh elettrici,
- 670 quintali di mandorle con guscio, quindi 445 quintali di mandorle sgusciate.
- 310 t di granella di grano
- 2.500 kg miele

Geograficamente l'area è divisa in tre sezioni, individuate dalle seguenti coordinate:

Sezione Ovest: Lat. 44°49'14.46"N Long. 11°15'42.07"E

Sezione Nord Est : Lat. 44°51'28.51"N Long. 11°14'34.11"E

Sezione Est : Lat. 44°50'39.74"N Long. 11°20'16.29"E

Identificazione catastale

Comune di Finale Emilia, particelle di impianto:

Fg. 35 part.^{lle} 18, 33, 35,

Fg. 50 part.^{lle} 24, 37, 38, 74, 78, 80

Fg. 51 part.^{lle} 81, 148

Fg. 70 part.^{lle} 35, 36, 49, 125, 126, 129, 130,

Fg. 71 part.^{lle} 11, 13, 14, 75, 76, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 102, 110, 120, 127, 142

Fg. 98 part.^{lle} 10, 56, 57, 63, 64, 104, 105, 106, 107

Fg. 100 part.^{lle} 4, 5, 9, 60

Fg. 106 part.^{lle} 60, 79, 80, 111, 112,

Fg. 108 part.^{lle} 91, 92, 95, 98, 157, 158, 159, 160, 161, 188

Fg. 118 part.^{lle} 3, 6, 7, 8, 9, 10, 35, 55

Particelle delle opere di rete:

Per l'ampliamento della SE di Massa Finalese: Fg. 34 part.^{lle} 47

Per la SE di progetto: Fg. 35 part.^{lle} 12, 15, 16

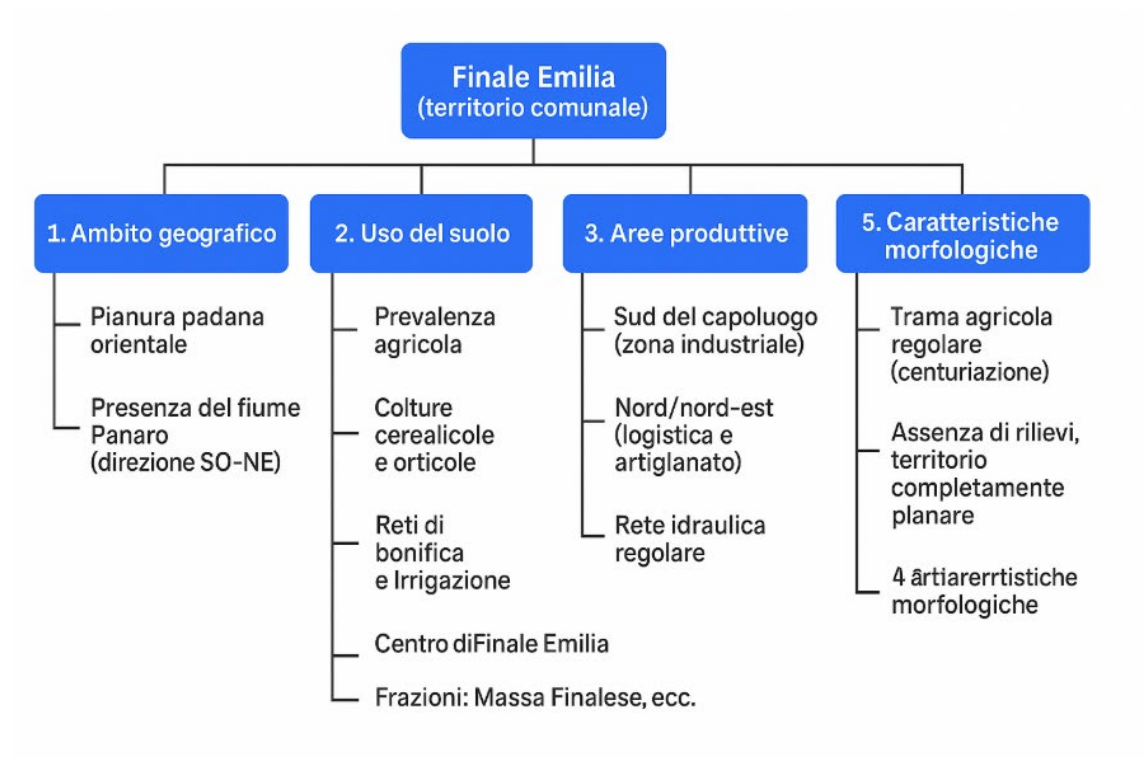
Per la SSEU di progetto: Fg. 35 part.^{lle} 15, 16

Descrizione dell'impianto proposto.

L'intero impianto, nel comune di Finale Emilia, che si collega alla rete terna nazionale RTN nel comune di San Felice Sul Panaro (MO), viene a trovarsi su un territorio pianeggiante, tra il fiume Panaro e la provincia di Ferrara. Un territorio prevalentemente agricolo, ma attraversato da rilevanti infrastrutture e punteggiato da attività industriali ed artigianali. La struttura del territorio è caratterizzata da una densità bassa, con centri urbani connessi da infrastrutture viabilistiche, lungo le quali si trovano episodi industriali per lo più sparsi. Il fiume Panaro organizza lo spazio, soprattutto per effetto dei suoi alti argini artificiali. Canali e fossi di bonifica caratterizzano l'intero paesaggio dal carattere fortemente antropico.

L'ambiente rurale è conformato da campi rettangolari e regolari, ben delimitati e caratteristici della piana della bonifica padana. Le colture sono per lo più cerealicole, ma anche orticole e foraggere. Sono presenti, diffusi, frutteti per lo più dediti alla coltivazione della pera. Negli ultimi anni questa filiera è in crisi a causa dei cambiamenti climatici, dell'aggressione di parassiti e delle dinamiche di mercato.

Il paesaggio è stato chiaramente costruito dall'uomo per adattarlo alle sue esigenze economiche e produttive. È pianeggiante, e caratterizzato in ogni sua parte dalla gestione dell'acqua. La "Venezia degli Estensi", è punteggiata da case coloniche e più rade ville gentilizie. Nell'area del comune di Finale Emilia è particolarmente rilevante la Oasi di protezione della fauna "Le Melenghine", oggetto di una mirata progettazione e fondi pubblici ai quali l'impianto potrebbe contribuire a titolo di compensazione, se una richiesta in tal senso dovesse pervenire dalle autorità.



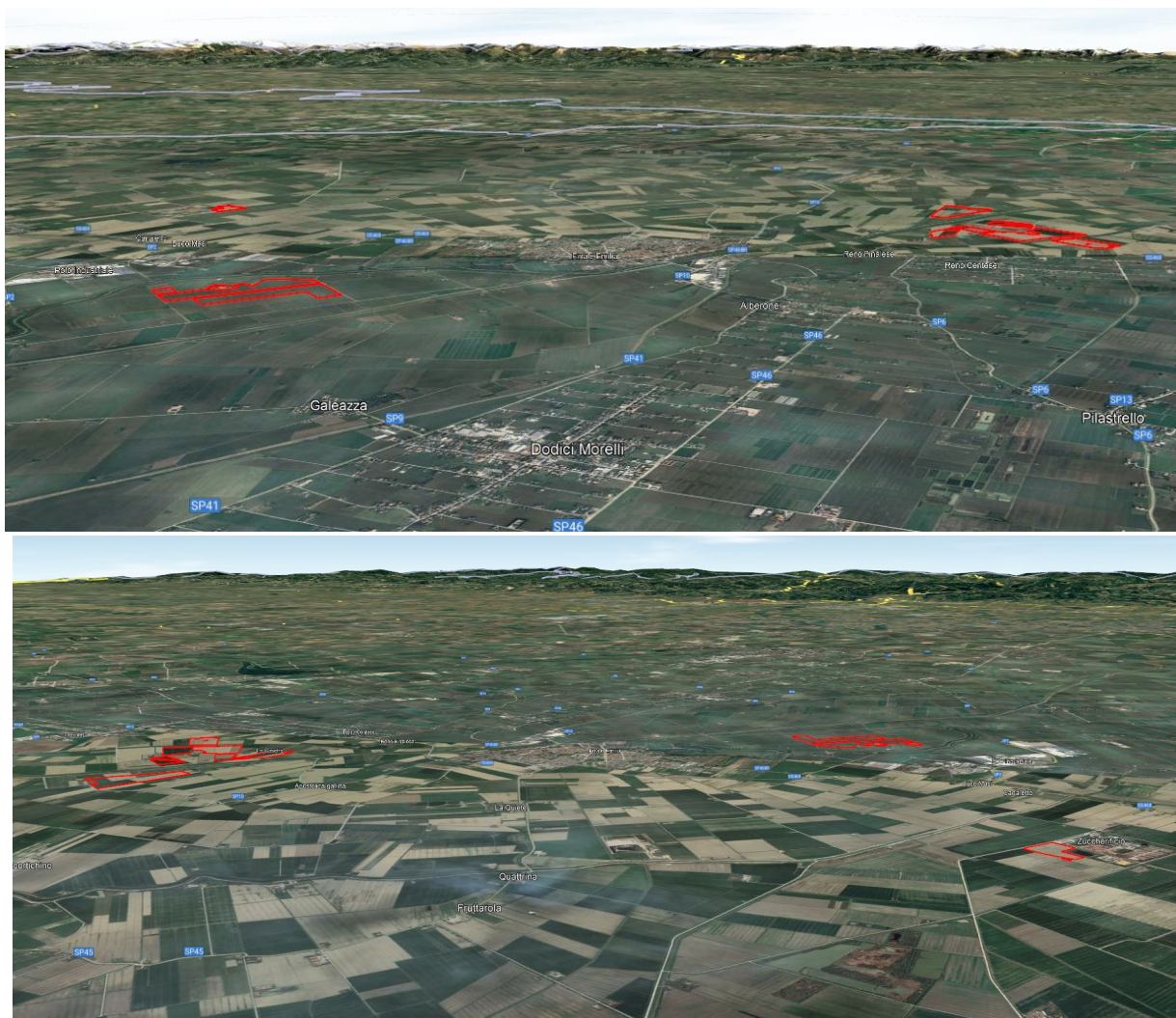


Figura 2 - Veduta del territorio (in rosso le aree di impianto)

Uno dei criteri che, dialogando con la comunità agricola locale, ha caratterizzato il percorso di scelta progettuale è **la crisi della tradizionale coltura del pereto**. La produzione di pere è una delle colture simbolo dell'Emilia-Romagna, e in particolare della zona del modenese e del ferrarese, compreso il territorio di Finale Emilia. Si coltivano varietà pregiate come la Abate Fetel, la Conference e la Kaiser, destinate sia al mercato interno che all'esportazione.

Negli ultimi anni, tuttavia, la crisi del comparto sta accelerando.



I principali fattori di crisi sono:

- 1- Eventi climatici estremi, come gelo tardivo, grandinate ed ondate di calore;
- 2- Siccità crescente;
- 3- Fitopatie e parassiti, come la maculatura bruna e la cimice asiatica;
- 4- Il calo della redditività

Questi fattori stanno portando ad un **calo della superficie coltivata** che va dal 30 al 50%, spesso lasciando i terreni incolti, o cercando colture alternative e più remunerative.

Come vedremo, in coerenza con questa analisi, il progetto **seleziona alcune alternative**, principalmente tramite un frutto duro, meno sensibile ad eventi estremi, nelle varietà con fioritura tardiva, e con un buon mercato. Altre ipotesi saranno verificate nelle aree di sperimentazione.

La gran parte dell'impianto è interessata dall'innovativo layout con pannello rialzato da terra e con un passo attentamente calibrato per consentire una coltivazione del seminativo e la mandorlicola con tutte le relative operazioni di gestione.

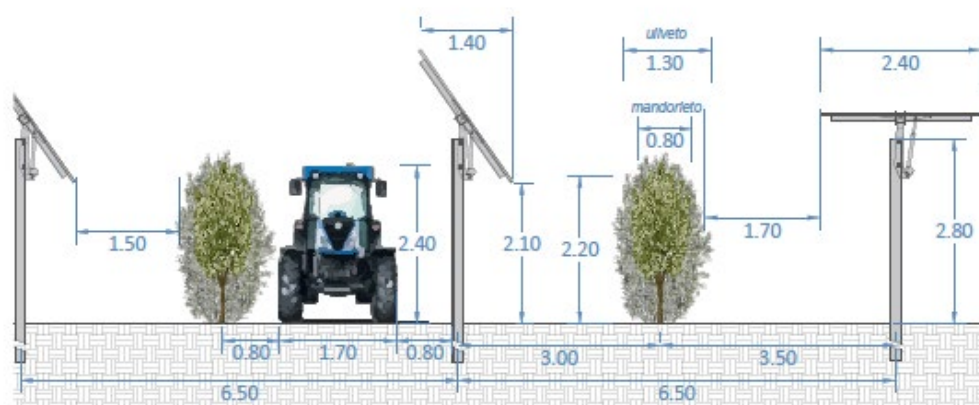


Figura 3 - Sezione di impianto

La distanza è stata scelta per ridurre al miglior compromesso possibile l'ombreggiamento dei pannelli e l'intensità di uso del terreno, *sia sotto il profilo elettrico sia sotto quello agricolo*. Con il pitch di 5,5 m per il seminativo e di 6,5 per il mandorleto metri si ritiene possibile garantire un'efficiente produzione in grado di autosostenersi sia sotto il profilo dell'investimento (capex) sia sotto quello dei costi di gestione (opex).

Dal punto di vista elettrico, la realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Finale Emilia, frazione di Massa Finalese, i raccordi aerei di collegamento alla rete nazionale RTN nel comune di San Felice Sul Panaro (MO).

2.1.2 - Analisi della viabilità

Nel dettaglio l'area d'intervento è costituita da cinque lotti, tre localizzati ad Est dell'abitato di Finale Emilia e gli altri due ad ovest, quattro di questi lotti insistono sul fiume Panaro e sulle relative fasce di rispetto.

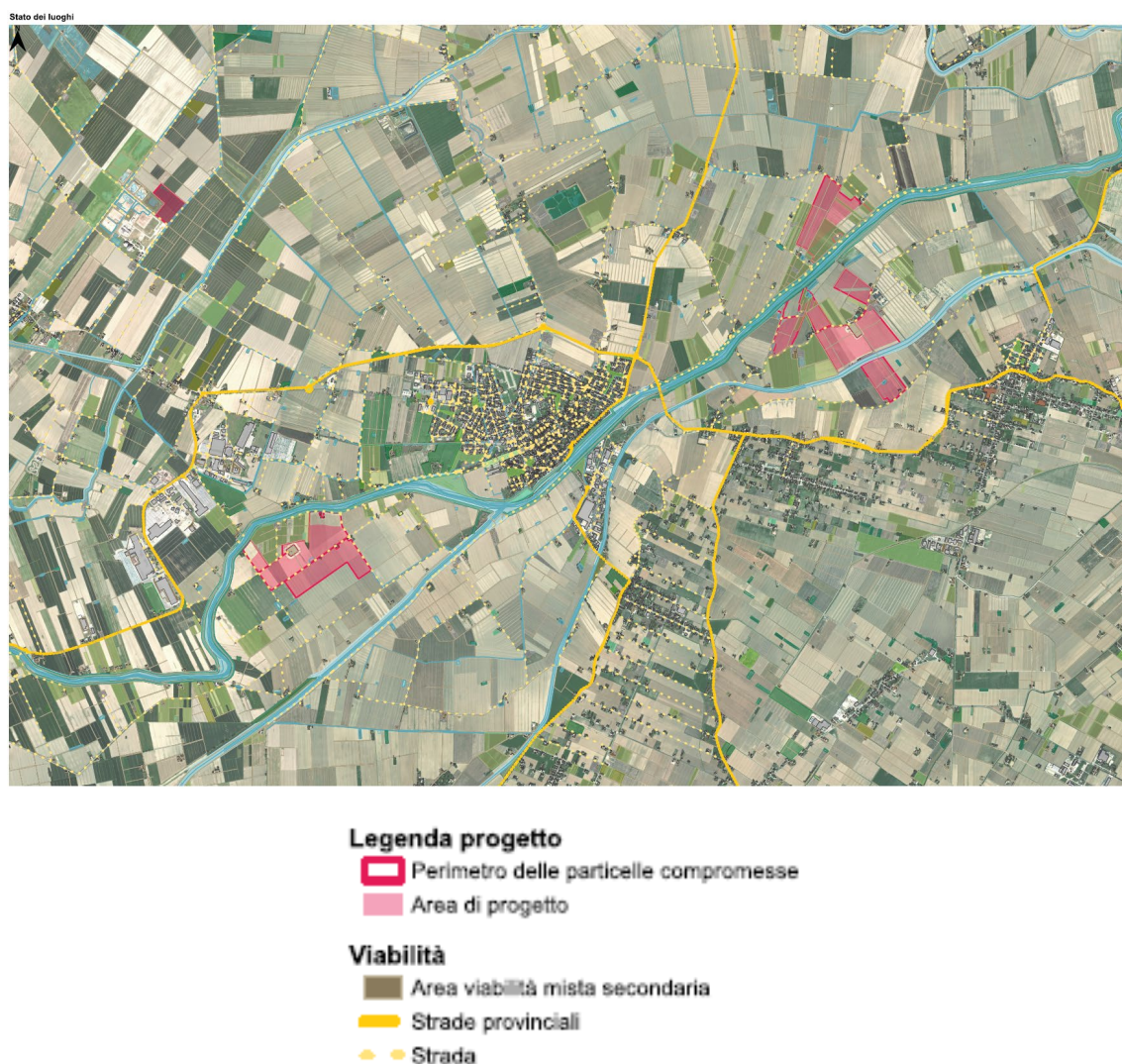
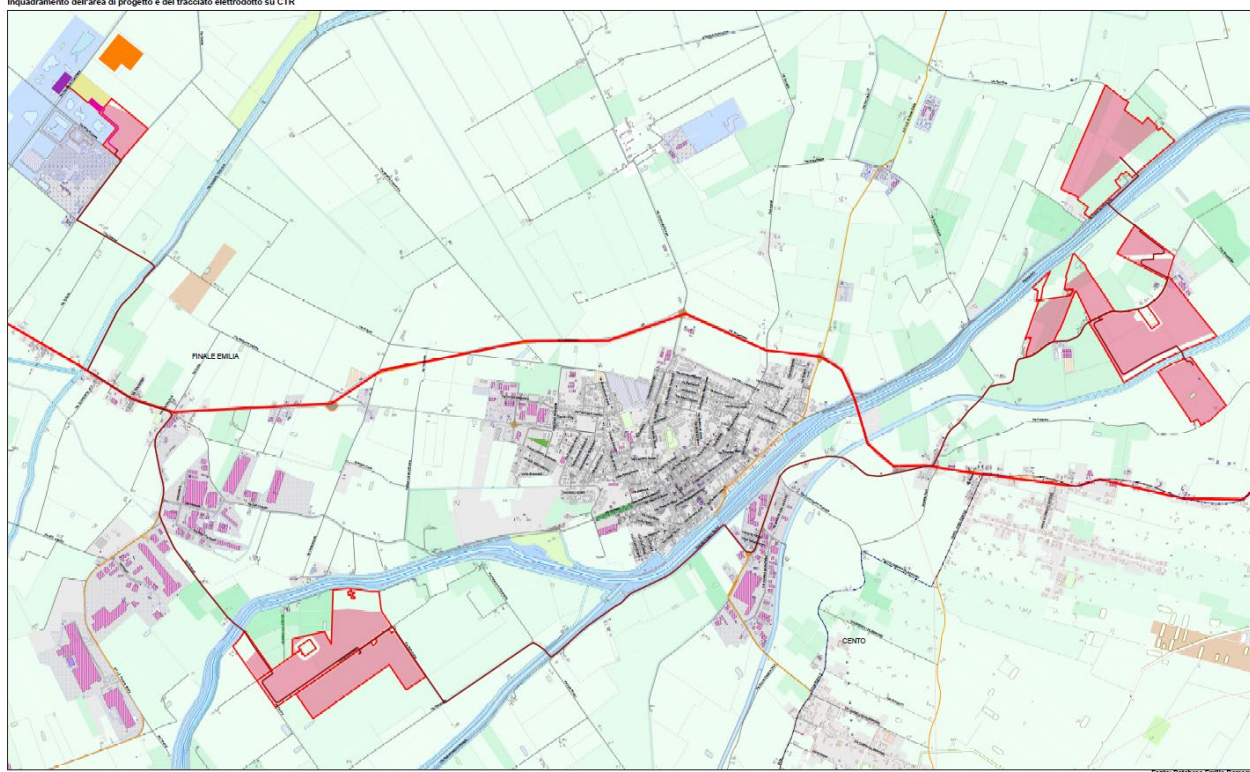


Figura 4 - Inquadramento delle principali infrastrutture viarie

Il lotto denominato in questo caso “lotto 1” si sviluppa a Sud della SP2 e del fiume Panaro, e sono raggiungibili mediante “Via Selvabella”, una strada comunale asfaltata, e poi “Via Carina” una strada bianca che consente di raggiungere il lotto con autovetture.



Legenda Progetto

- Perimetro delle particelle compromesse
- Area di progetto

VIABILITÀ, MOBILITÀ E TRASPORTI

Strada

- Strada Comunale
- Strada Provinciale

Area stradale

- D (strada urbana di scorrimento)
- E (strada urbana di quartiere)
- Elemento di viabilità mista secondaria
- Area di circolazione pedonale
- Area di circolazione veicolare
- Tratto stradale

IMMOBILI E ANTROPIZZAZIONI

Manufatti

- Manufatto industriale
- Manufatto monumentale e di arredo urbano
- Area antropizzata indifferenziata
- Manufatto lineare
- Manufatto di trasporto
- Sostegno a traliccio
- Palo
- Manufatto di impianto sportivo/ricreativo

Edificato

- cabina trasformazione energia
- campanile
- chiesa/basilica
- edificio cimiteriale di servizio
- edificio industriale
- edificio rurale
- tribuna di stadio
- Unità volumetrica

Opere delle infrastrutture di trasporto

- Ponte, viadotto, cavalcavia

Opere idrauliche, di difesa e di regimentazione delle acque

- Argine
- Opera idraulica di regolazione
- Imbocco corso d'acqua sotterraneo

Opere di connessione

- Cavidotto MT
- Cavidotto MT verso SSEU
- Cavidotto AT verso SE
- SSEU - Stazione utile condivisa
- Stazione SE 132kV esistente e ampliamento
- SE 380 kV di progetto

IDROGRAFIA

- Fiume Panar
- Canale

Specchio d'acqua

- cava in falda
- lago
- lago artificiale
- macero
- palude
- stagno

VEGETAZIONE

Verde urbano

- Filare di alberi
- Area verde

Aree agro forestali

- Area temporaneamente priva di vegetazione

Coltura agricola

- frutteto
- in area irrigua
- orto
- formazione arbustiva generica

OROGRAFIA

- Orli di scarpata
- Forma naturale terreno
- Alveo
- Scarpata
- Area di trasformazione

AREE DI PERTINENZA

- Cave e Discariche
- Area di impianto industriale
- Area ricreativa o servizio

Figura 5 – Inquadramento area di progetto e tracciato elettrodotto su CTR



Figura 6 - Viabilità lotto 1

I lotti 2, 3 e 4 si trovano ad Est dell'abitato di Finale Emilia, e rispettivamente a Sud e a Nord del fiume Panaro, sulle due sponde opposte. I lotti 2 e 3 a Sud del Panaro, ed è compreso tra la SP 10 e la SP 468. Il lotto è raggiungibile mediante "Via Pullarolo" e poi proseguendo su "Via Campodoso". Il lotto 4 è localizzato immediatamente a Nord rispetto al 3 e si trova a Nord del fiume Panaro, è collegata mediante "Via Finale Santa Bianca" e via "Sant'Elia", entrambe strade asfaltate di rango comunale.



Figura 7 - Lotto 3

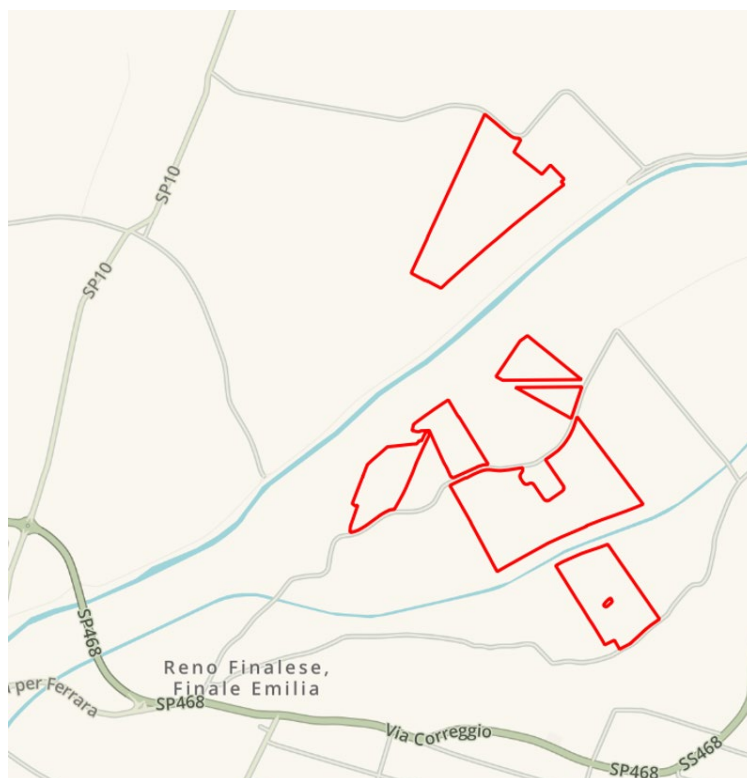


Figura 8 - Viabilità lotto 4

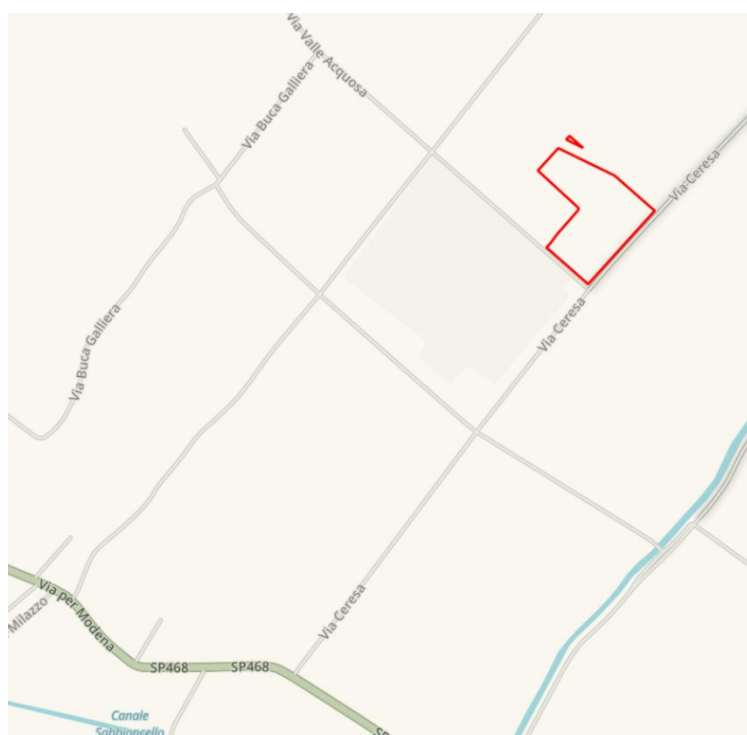


Figura 9 - Viabilità lotto 5

Il lotto 5 è collegato da due strade bianche, via Ceresa e via Valle acquosa.

2.1.3 - Lo stato dei suoli

I suoli sono attualmente ad uso agricolo e in buono stato generale. Di seguito è presente una caratterizzazione di maggiore dettaglio. Gli appezzamenti confinanti sono occupati per lo più da cereali o foraggio, talvolta sono presenti dei frutteti (meleti e pereti), anche se in dismissione o a grande rischio di dismissione.

Nel territorio di Finale Emilia l'area di impianto è interessata da colture temporanee, prati stabili e altre poche colture permanenti, intervallate da appezzamenti di seminativi da granella o trinciato per biomassa.



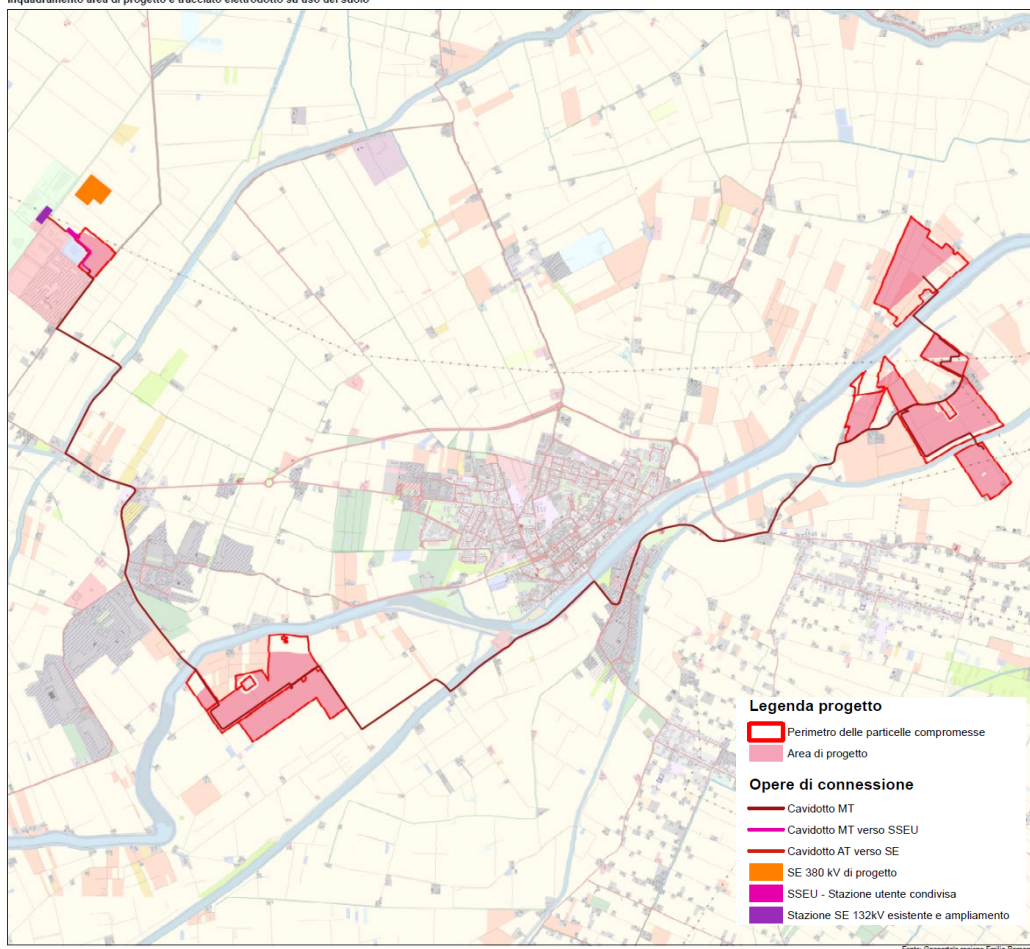
Figura 10 - Veduta del territorio dal drone

Dalla carta di uso del suolo è emerso che il territorio limitrofo all'area di intervento è dominato da seminativi semplici non irrigui (2111) e da accostamento di piccoli appezzamenti di colture annuali diverse, pascoli e/o colture permanenti (242). L'uso del suolo è costituito da appezzamenti con alberi da frutto o arbusti di specie fruttifere singole o miste, o alberi da frutto associati a superfici permanentemente erbose, che include castagneti e noci (222).

Il lotto Ovest dell'area di intervento si sviluppa a Sud di un canale principale e include porzioni di terreno con codici di uso del suolo che vanno dal seminativo intensivo irriguo (2121) a frutteti (2220) a boschi ripariali igrofilo (3116), evidenziando una varietà di destinazioni. Il perimetro attraversa aree prevalentemente agricole, con coltivazioni miste e fossi limitrofi¹.

¹ - <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/approfondimenti/database-uso-del-suolo>

Inquadramento area di progetto e tracciato elettrodotto su uso del suolo



Legenda uso del suolo

1111 Ec Tessuto residenziale compatto e denso	2121 Se Seminativi semplici irrigui
1112 Er Tessuto residenziale rado	2122 Sv Vivai
1121 Ed Tessuto residenziale urbano	2123 So Colture orticole
1122 Es Strutture residenziali isolate	2210 Cv Vigneti
1211 Ia Insediamenti produttivi	2220 Cf Frutteti
1212 Iz Insediamenti agro-zootecnici	2241 Cp Pioppeti colturali
1213 Ic Insediamenti commerciali	2242 Ci Altre colture da
1214 Is Insediamenti di servizi	2310 Pp Prati stabili
1215 Io Insediamenti ospedalieri	2410 Zi Colture temporanee associate a colture permanenti
1216 It Impianti tecnologici	2420 Zo Sistemi colturali e particellari complessi
1222 Rs Reti stradali	3114 Bp Boschi planiziani a prevalenza di farnie e frassini
1223 Rv Aree verdi associate alla	3116 Br Boscaglie ruderali
1227 Re Reti per la distribuzione e produzione dell'energia	3231 Tn Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione
1228 Ro Impianti fotovoltaici	3232 Ta Rimboschimenti recenti
1229 Ri Reti per la distribuzione idrica	4110 Ui Zone umide interne
1322 Qu Discariche di rifiuti solidi urbani	5111 Af Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa
1323 Qr Depositi di rottami	5112 Av Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante
1331 Qc Cantieri e scavi	5113 Ar
1332 Qs Suoli rimaneggiati e artefatti	5114 Ac Canali e
1411 Vp Parchi	5123 Ax Bacini artificiali
1412 Vv Ville	5124 Aa Acquaculture in ambiente continentale
1413 Vx Aree incolte	
1422 Vs Aree	
1425 Vi Ippodromi	
1430 Vm Cimiteri	

Figura 11 - Uso del suolo

L'area di intervento Est si espande in modo più frammentato, includendo seminativi, zone con:

- coltivazioni miste (2420 e 2430)
- seminativi intensivi irrigui (2121),
- vivai (2123),
- vigneti (cod. 2210),
- frutteti (2220),
- alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa (5111),
- argini (5113),
- canali e idrovie (5114)
- bacini artificiali (5123).

L'area di intervento Nord rientra completamente in seminativi intensivi irrigui (2121). In adiacenza, ci sono bacini artificiali (5123) e rimboschimenti recenti (3232) e reti per la distribuzione e produzione di energia (1227).

La distribuzione dei codici riflette una zona con alta biodiversità potenziale, data la presenza di aree naturali o semi-naturali integrate con la rete agricola.

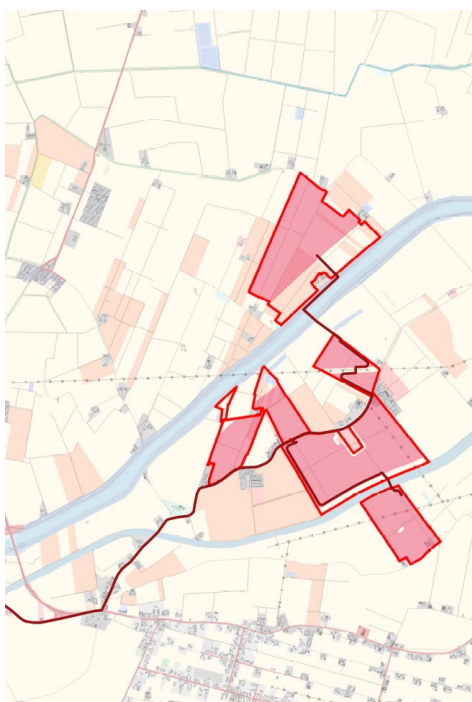


Figura 12 - Corine land cover lotto Est

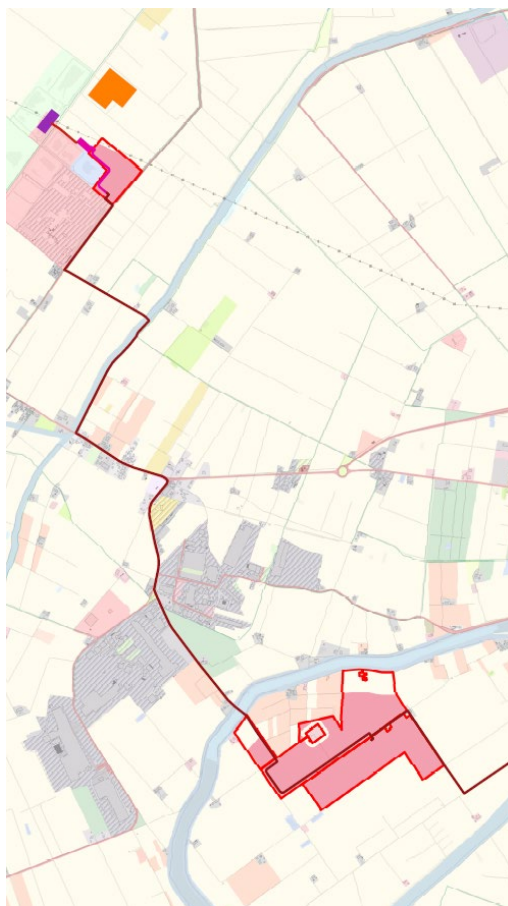


Figura 13 - Corine land cover lotto Ovest

2.1.4 - Regimazione delle acque

Il progetto non prevede interventi di regimazione delle acque se non minimi interventi, qualora necessari a migliorare il naturale deflusso verso il corso d'acqua ai margini dell'intervento e l'uso per agricoltura del terreno. Tutte le linee di impluvio naturali saranno rispettate e utilizzate per creare il corretto drenaggio superficiale del suolo. Nella realizzazione dell'impianto non sarà realizzato nessun movimento di terra, volto a modificare o rettificare queste linee di impluvio o spartiacque naturali.

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.

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.

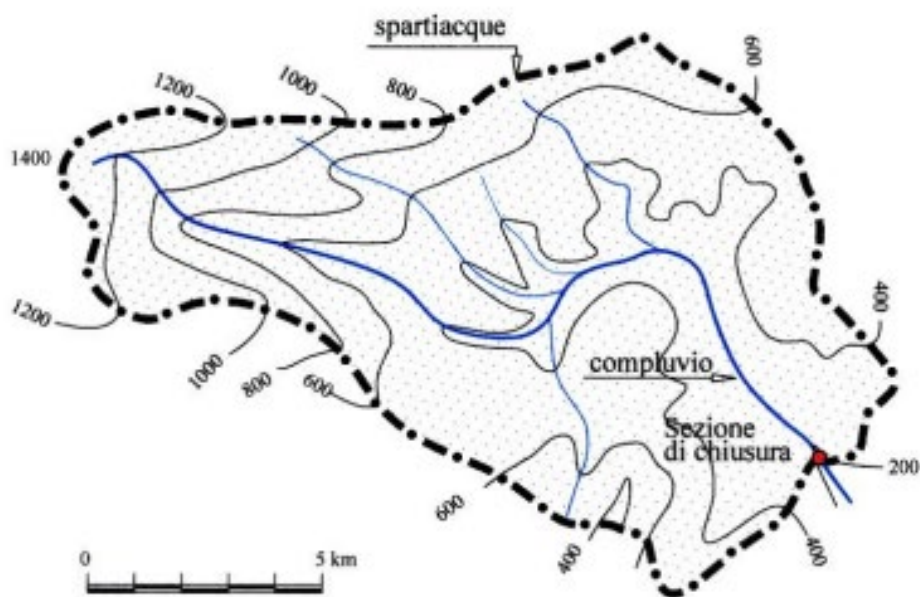


Figura 14 - Mappa concettuale di bacino topografico

2.1.4.1 – Tecniche di ingegneria naturalistica

Ogni intervento di sistemazione degli argini, per quanto modesto, sarà compiuto con interventi di ingegneria naturalistica², rispettando la “Legge del Minimo”.

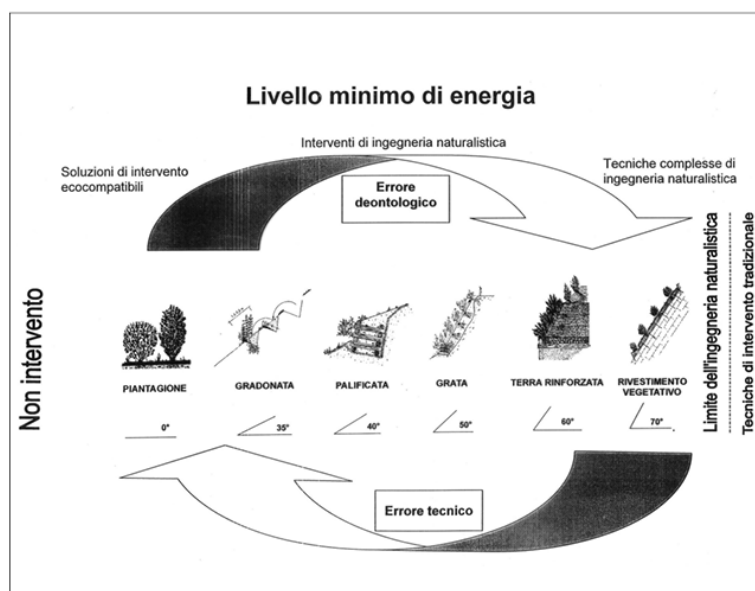
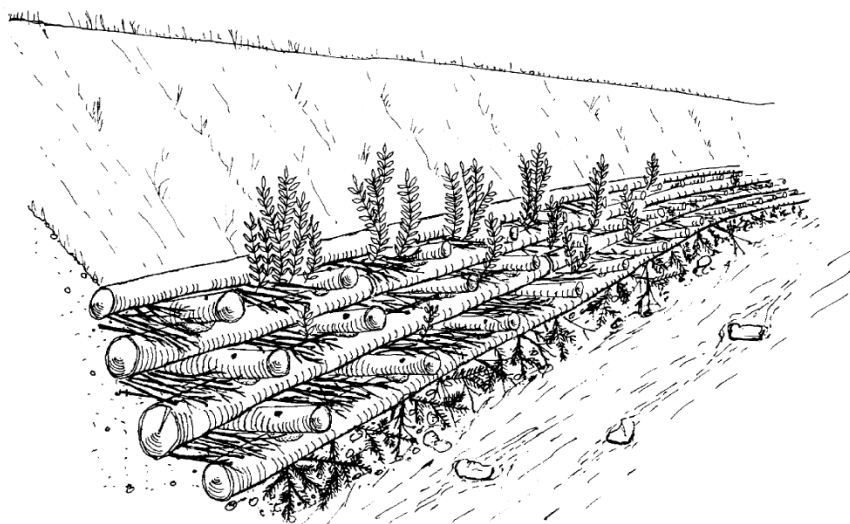


Figura 15 - Legge del minimo

I principi che saranno seguiti sono:

² - <https://www.cai.it/wp-content/uploads/2022/02/Manuale-Di-Ingegneria-Naturalistica.pdf>

- 1- impiegare la minima tecnologia necessaria, privilegiando il “non intervento” quando possibile ed opportuno e ricorrendo all’ingegneria classica solo se indispensabile,
- 2- riutilizzare quanto più possibile il materiale vegetale esistente,
- 3- impiegare la minima quantità necessaria di energia e di materiali non ricavati in situ, massimizzare il riuso ed il recupero,
- 4- alterare il meno possibile l’equilibrio consolidato dei luoghi,



Gli interventi saranno conformi alla più diffusa manualistica del settore ed alle relative buone pratiche.

Alcuni esempi di intervento di consolidamento spondale e per la fascia di continuità naturalistica.

SEZIONE TRASVERSALE

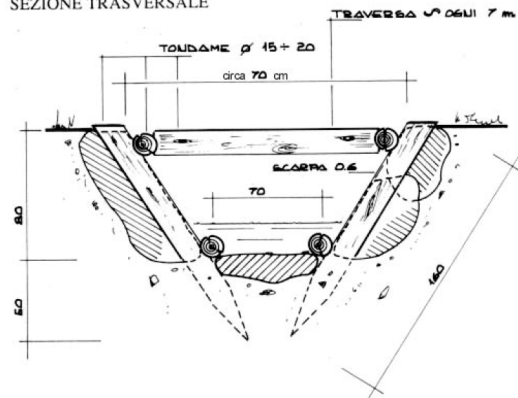


Figura 16 - Canaletta di legname

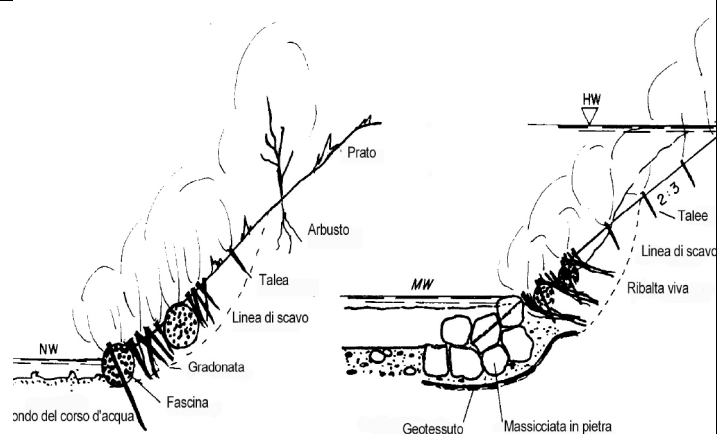


Figura 17 - Ribalta viva

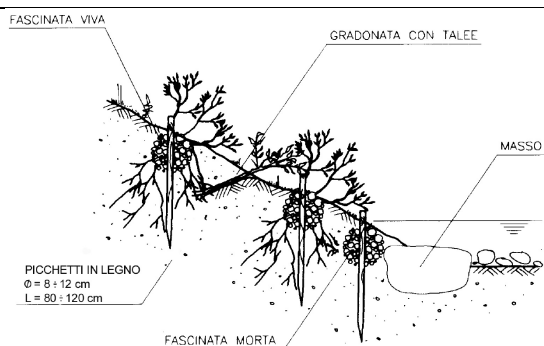


Figura 18 - Fascinata

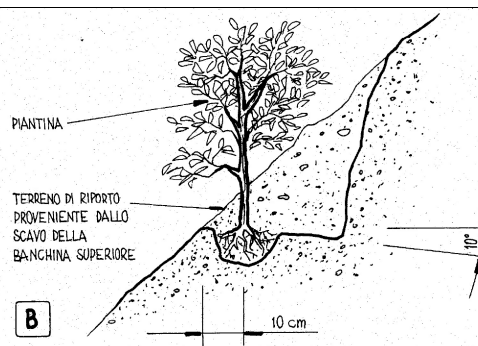


Figura 19 - Cordonata viva

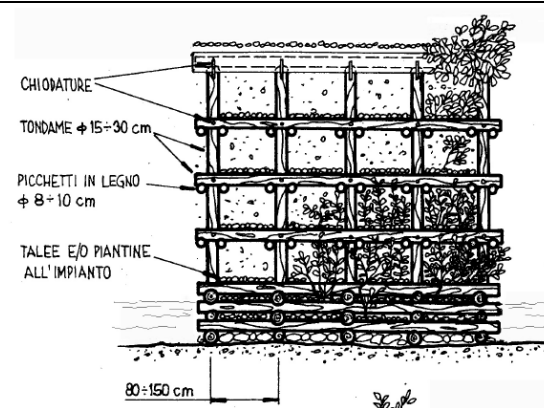
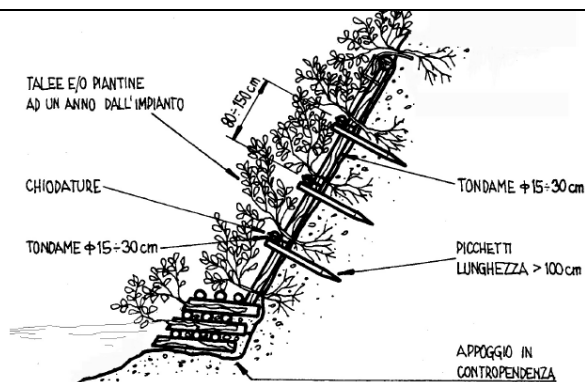


Figura 20 - Grata



2.1.5 – Impianto di irrigazione e fertirrigazione

L'impianto richiede una costante e mirata fornitura di acqua e di fertilizzante. A tale scopo nel progetto una società specializzata sarà incaricata di predisporre un progetto per impianto di irrigazione che farà uso dei pozzi esistenti e già autorizzati.

Il mandorleto a spalliera richiede, tuttavia, un minor apporto di acqua, in quanto sono praticamente assenti le classiche strutture dicotomiche che costituiscono l'architettura della pianta nei sistemi tradizionali, ma che al tempo stesso sono un fattore di consumo di acqua.

Strutturalmente l'impianto prevede, oltre alle condotte principali di adduzione per il trasporto delle acque all'interno dell'appezzamento (che saranno opportunamente interrato), l'utilizzo di ali gocciolanti auto compensanti, poste lungo le file dell'impianto per la distribuzione lungo le file. Si è scelto di utilizzare ali gocciolanti e non tubazioni con gocciolatori singoli per prevenire eventuali rotture di gocciolatori durante il passaggio della macchina raccogliatrice. Le ali gocciolanti avranno una portata di 2 litri/h per cada gocciolatore e un interspazio di 50-60 cm considerando le caratteristiche del terreno tendenzialmente argilloso.

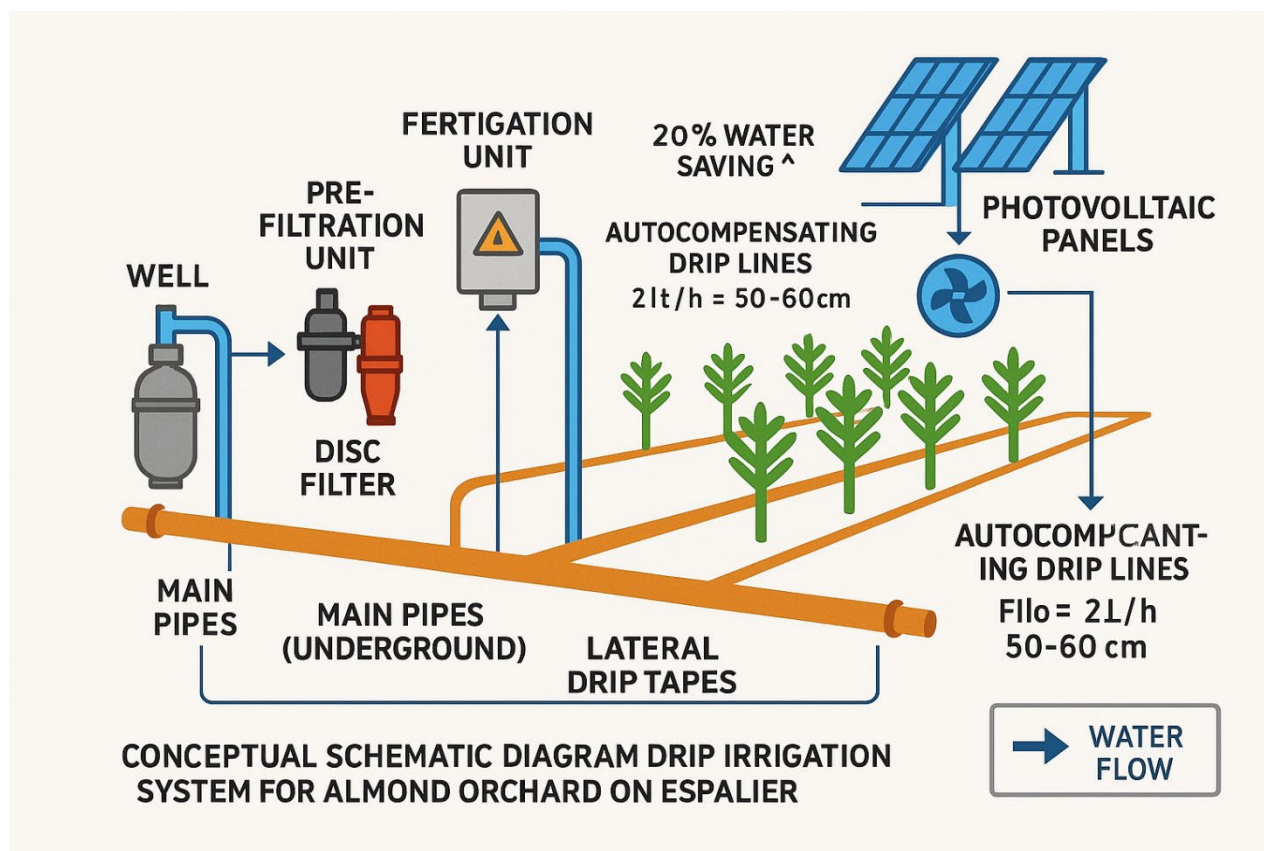


Figura 21 - Schema impianto di irrigazione

L'acqua utilizzata per l'impianto di irrigazione proverrà da un numero adeguato di pozzi già presenti, o di nuova realizzazione, da cui dipartiranno le condotte principali e sui cui boccapozzi saranno installati impianti di pre-filtrazione a graniglia di sabbia e filtrazione a dischi 60 mesh. Inoltre, è previsto il montaggio di un impianto di fertirrigazione (tre elementi macro più acidi) che consentirà di apportare al terreno tutti gli elementi nutritivi necessari attraverso la pratica dell'irrigazione.

La presenza del sistema fotovoltaico porterà ad un risparmio della risorsa idrica di circa il 20%, in base a dati di letteratura.

2.2 Le opere elettromeccaniche

2.2.1 Generalità

La centrale fotovoltaica “*Energia del Panaro*” sviluppa una potenza nominale complessiva di 83.232 kWp. Ed è costituita da 110.976 moduli fotovoltaici in silicio cristallino da 750 W di potenza, 220 inverter di stringa di potenza nominale da 320 kW, 16 cabine di trasformazione, 4 cabine di raccolta.

Dati di sintesi impianto	
Potenza nominale impianto (kW)	83.232
Moduli fotovoltaici 750 W (pcs)	110.976
Inverter di stringa 320 kW (pcs)	220
Cabina di trasformazione inverter MT/BT (pcs)	16
Cabina di raccolta (pcs)	4

La centrale, dunque, sarà esercita in parallelo con la rete elettrica nazionale di Terna e collegata in antenna a 132 kV su un ampliamento/adeguamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV denominata “Massa Finalese”, previa realizzazione di una nuova sezione a 380 kV da collegare in entra-esce alla linea RTN a 380 kV “Martignone-Sermide”.

Il campo adopera un sistema di inseguitori monoassiali che porta il numero di ore equivalenti in un anno, ad un risultato pari a **1.509 kWh/kWp**.

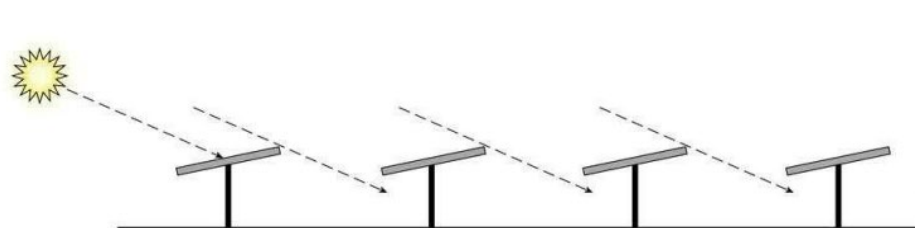


Figura 22 - Schema inseguitori

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

$$\text{Energia} = 83.232 \text{ kW} \cdot 1.509 = 125.597.088,00 \text{ kWh}$$

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

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

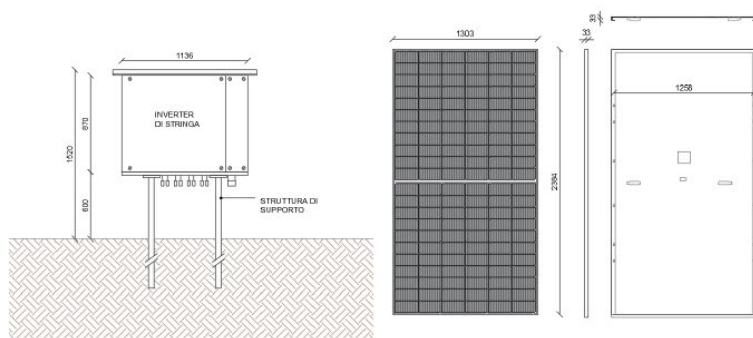
- Struttura di Sostegni ad inseguitore monoassiale
- Moduli fotovoltaici
- Sistema di conversione DC/AC (Inverter)
- Trasformatore Mt/Bt
- Quadri di Media tensione.

2.2.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale

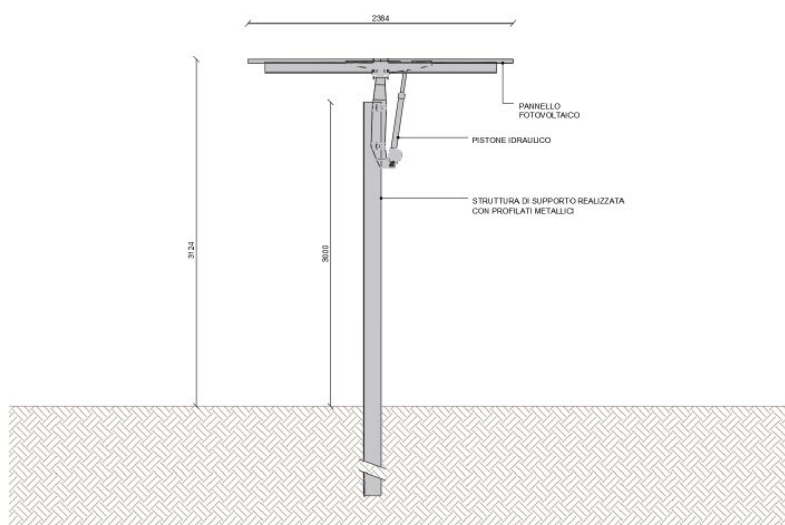
I moduli fotovoltaici saranno assemblati in blocchi motorizzati. È stato scelto un sistema di inseguitore monoassiale che consente, attraverso apposito software, di orientare i moduli in direzione est-ovest secondo un'inclinazione che varia nelle 8.760 ore dell'anno. Il sistema di fissaggio scelto è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

Tutta l'elettronica di comando è a bordo macchina, posta in appositi quadri stagni. L'assieme è quindi contenuto negli ingombri e non richiede il posizionamento in quadro di ulteriori quadri, apparecchiature o cabinati di controllo. Lo stesso attuatore lineare atto alla traslazione del piano dei moduli è sostanzialmente integrato negli elementi della struttura di supporto. Si avranno indicativamente una potenza installata di circa 250 W per singolo attuatore lineare. Ogni inseguitore di lunghezza di circa 56 m avrà indicativamente n°4 attuatori, con un fattore di contemporaneità di esercizio pari a 0,5. Sono presenti anche stringhe dimezzate, con 25 moduli e quindi una lunghezza equivalente.

Particolari pannello fotovoltaico e struttura di supporto inverter - Scala 1:20



Tracker in posizione orizzontale - Scala 1:20



Tracker in posizione inclinata $\pm 55^\circ$ - Scala 1:20

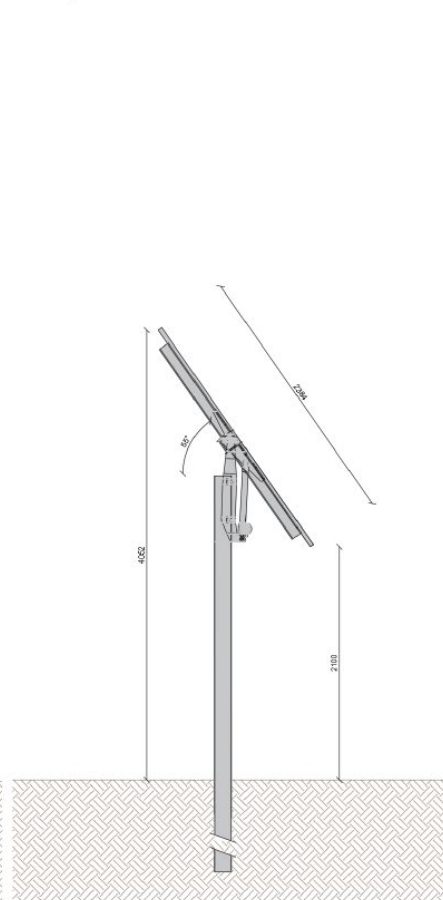


Figura 23 - Tracker

2.2.3 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. 110.976 moduli da 750 Wp cadauno marca Recom modello RCM-750-8DBHM o equivalente.

Electrical Characteristics

POWER CLASS ⁽¹⁾			725		730		735		740		745		750	
Testing Condition			STC ⁽²⁾	NMOT ⁽³⁾	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT
Maximum Power	P _{max}	[Wp]	725	555	730	559	735	563	740	566	745	570	750	574
Maximum Power Voltage	V _{mp}	[V]	43,66	41,83	43,81	42,00	43,96	42,18	44,11	42,24	44,26	42,38	44,41	42,56
Maximum Power Current	I _{mp}	[A]	16,61	13,27	16,67	13,31	16,72	13,35	16,78	13,4	16,84	13,45	16,89	13,49
Open Circuit Voltage	V _{oc}	[V]	50,98	48,96	50,99	48,97	51,00	48,98	51,01	48,99	51,02	49,00	51,03	49,01
Short Circuit Current	I _{sc}	[A]	17,64	14,23	17,66	14,25	17,68	14,26	17,7	14,28	17,72	14,30	17,74	14,31
Module Efficiency	Eff	[%]	23,3		23,5		23,7		23,8		24,0		24,1	
Maximum Series Fuse	I _r	[A]	35											
Maximum System Voltage	V _{sys}	[V]	1500 V											
(1) Measurement Tolerances: P _{max} (± 3%), I _{sc} & V _{oc} (± 3%) - Power Classification 0/+5W														
(2) STC (Standard Testing Condition): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, AM 1.5														
(3) NMOT (Nominal Operating Module Temperature): Irradiance 800W/m², NMOT: Ambient Temperature 20°C, AM 1.5, Wind Speed 1m/s														
Bi Facial Output (4)														
POWER CLASS			725		730		735		740		745		750	
Power with Backside Gain			P _{max} [Wp]	Eff [%]	P _{max}	Eff	P _{max}	Eff	P _{max}	Eff	P _{max}	Eff	P _{max}	Eff
	+5	[%]	761,3	24,5%	766,5	24,7%	771,8	24,8%	777,0	25,0%	782,3	25,2%	787,5	25,4%
	+10	[%]	797,5	25,7%	803,0	25,9%	808,5	26,0%	814,0	26,2%	819,5	26,4%	825,0	26,6%
	+15	[%]	833,8	26,8%	839,5	27,0%	845,3	27,2%	851,0	27,4%	856,8	27,6%	862,5	27,8%
	+20	[%]	870,0	28,0%	876,0	28,2%	882,0	28,4%	888,0	28,6%	894,0	28,8%	900,0	29,0%
	+25	[%]	906,3	29,2%	912,5	29,4%	918,8	29,6%	925,0	29,8%	931,3	30,0%	937,5	30,2%
	+30	[%]	942,5	30,3%	949,0	30,6%	955,5	30,8%	962,0	31,0%	968,5	31,2%	975,0	31,4%
(4) Bifaciality Factor > 90% - Back-side power gain depends upon the specific project albedo - Efficiency is according to the surface of the module														

Figura 24 - Tabella moduli

2.2.4 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 30 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 220 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. Ciascun gruppo di conversione sarà dotato di un dispositivo per il sezionamento, comando ed interruzione atto a svolgere funzione di dispositivo di generatore (DDG). Gli inverter saranno alloggiati presso stazioni di conversione appositamente predisposte. La taglia delle macchine è stata scelta come compromesso tra l'opportunità di ridurre l'impatto sulla produzione ed il costo di un eventuale fuori servizio (distribuendo la funzione di conversione) e la necessità di assicurare prestazioni e funzioni di controllo evolute tipiche (ancorché non più esclusive) delle macchine

centralizzate. L'utilizzo di cosiddetti inverter "di stringa" da posizionarsi in capo consente inoltre di non dover realizzare ulteriori fabbricati cabina per alloggiare le apparecchiature.

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

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

Figura 25 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG350HX

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

Il lato corrente continua avrà tensioni variabili in funzione delle temperature di esercizio, comunque nei limiti del funzionamento a MPPT e nel rispetto della tensione massima di ingresso del sistema.

Al fine di agevolare al massimo il cablaggio ottimizzando i tempi di posa, riducendo le possibilità di errore e al fine di agevolare le attività manutentive, la lunghezza delle stringhe è stata accuratamente valutata in concerto con le caratteristiche elettriche dei convertitori ed in funzione della dimensione degli inseguitori. Si adotteranno pertanto stringhe tutte uguali tra loro, con un numero di moduli pari a 24 o 25 a seconda del tipo di struttura impiegata. Ogni stringa verrà connessa al singolo MPPT dell'inverter. Il numero di stringhe per macchina è variabile, in funzione delle singole piastre.

L'elevato numero di "MPPT" (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.

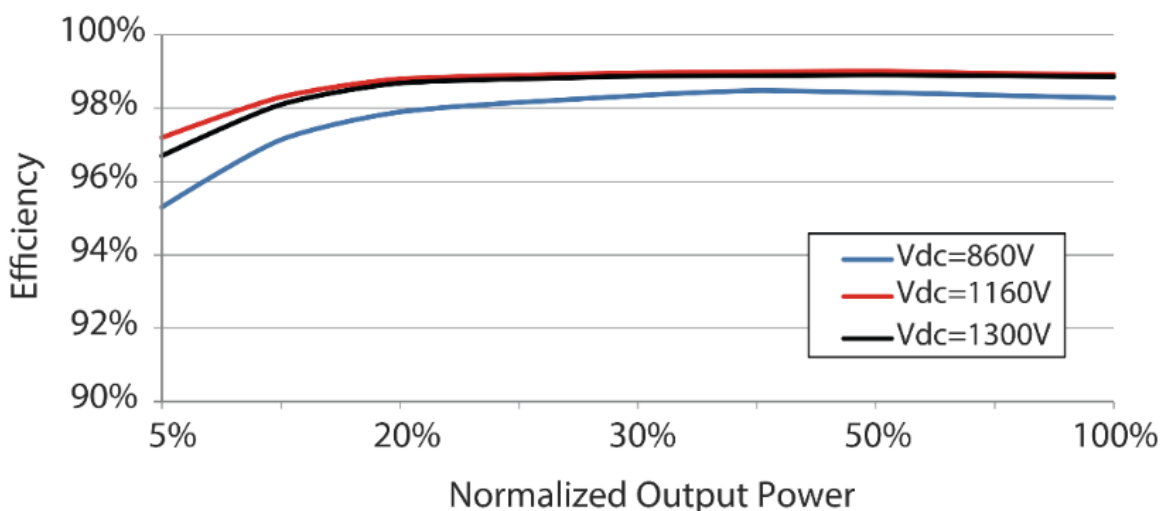


Figura 26 - Efficienza inverter

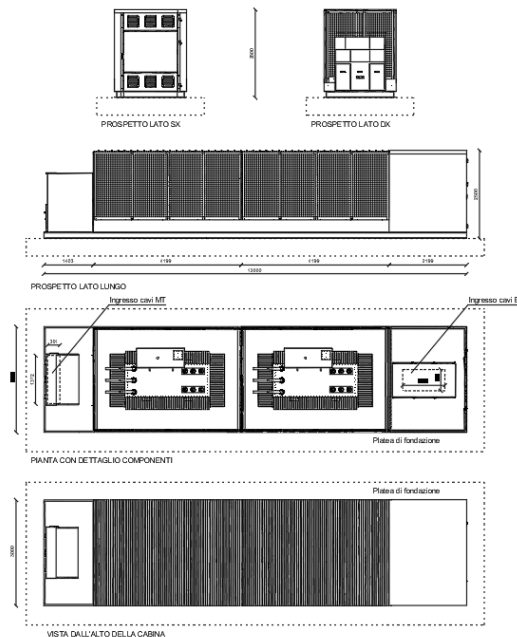
Gli inverter, come riscontrabili negli elaborati progettuali, verranno installati in campo, in prossimità del campo fotovoltaico. In generale saranno ancorati a profili metallici, adeguatamente dimensionati, ed infissi nel terreno. Sarà inoltre prevista una lamiera di copertura atta a proteggere i dispositivi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

2.2.5 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.

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

In ogni cabina dovrà essere alloggiato un trasformatore dedicato ai servizi ausiliari a 400V trifase e 230V monofase. In particolare, tali macchine dovranno alimentare i sistemi di raffrescamento di cabina, le alimentazioni ausiliare delle apparecchiature di verifica e monitoraggio e gli attuatori dei sistemi di inseguimento monoassiale in campo.



Huawei STS-3000K-H1 - Output

Rated Output Voltage:	10 kV, 11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 23 kV (2)	30 kV, 33 kV, 35 kV (2)	13.8 kV, 34.5 kV (2)
Frequency:	50 Hz	50 Hz	60 Hz
Transformer Type:	Oil-immersed, Conservator Type		
Transformer Tappings:	± 2 x 2.5%		
Transformer Oil Type:	Mineral Oil (PCB Free)		
Transformer Vector Group:	Dy11		
Minimum Peak Efficiency Index:	In Accordance with EN 50588-1		
Transformer Load Losses:	27.5 kW	30.25 kW	30.25 kW
Transformer No-load Losses:	2.2 kW	2.53 kW	2.53 kW
Impedance:	7% (0 ~ +10%) @3,150 kVA		
MV Switchgear Type:	SF6 Gas Insulated, 3 Units		
MV Switchgear Configuration:	1 Transformer Unit with Circuit Breaker 1 Cable Unit with Load Breaker Switch 1 Cable Direct Connection Unit		
Auxiliary Transformer:	Dry Type Transformer, 5 kVA, Dyn11		
Output Voltage of Auxiliary Transformer:	400 / 230 Vac 220 / 127 Vac		

Figura 27 – Cabina tipo MT/BT

2.2.6 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.

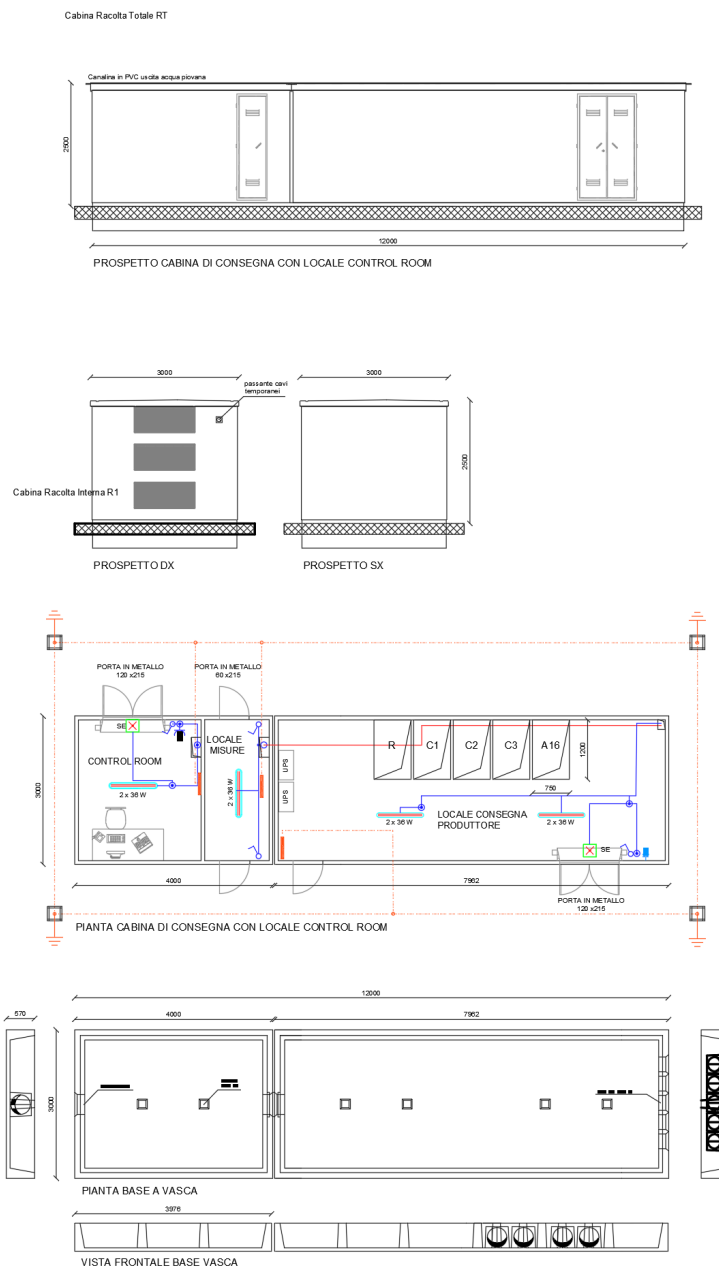


Figura 28 - Cabina di raccolta e control room

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

Si avranno 4 cabine di raccolta:

- nella cabina di raccolta R1 confluiranno n.3 cabine MT/BT;
- nella cabina di raccolta R2 confluiranno n.7 cabine MT/BT e la cabina di raccolta R1;
- nella cabina di raccolta R3 confluiranno n.5 cabine MT/BT e la cabina di raccolta R2;
- nella cabina di raccolta RT confluiranno le cabine di raccolta R1, R2, R3 e n.1 cabina MT/BT;

Dalla cabina RT di raccolta partirà la linea dorsale in media tensione di lunghezza pari a circa **435 m** diretta verso la nuova sottostazione utente AT/MT.

2.3 - Il dispacciamento dell'energia prodotta

2.3.1 – Analisi del preventivo di connessione alla RTN

Per considerare correttamente la connessione occorre tenere presente quanto segue:

- 1- Ai sensi del Codice di Rete, Terna deve connettere gli impianti a condizioni “*trasparenti e non discriminatorie*”. La sezione 1 A detta le condizioni della connessione alla RTN tenendo conto di soluzioni che “non degradino le prestazioni e l’affidabilità della RTN”, non compromettano “la sicurezza del Sistema elettrico nazionale”, non rechino danno agli altri utenti connessi alla RTN. L’utente ha obbligo di “rispettare eventuali limitazioni di esercizio dovute a vincoli di rete” (cfr. 1 A.3.2).

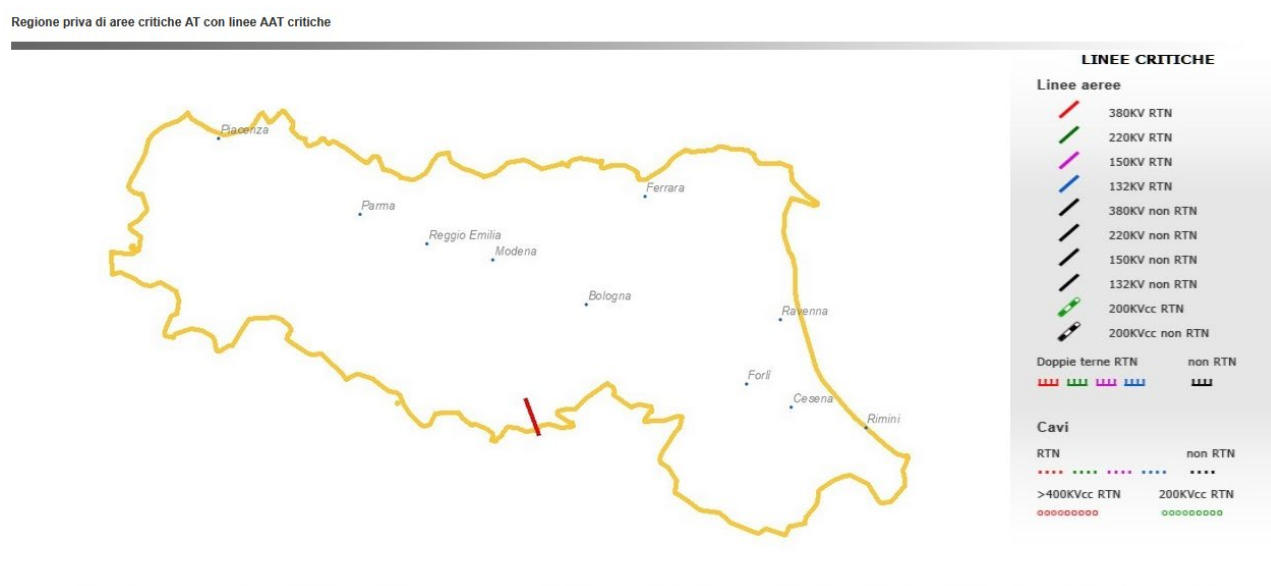


Figura 29 - Aree critiche Emilia-Romagna

- 2- Gli interventi indicati in STMG sono necessari al fine del soddisfacimento della richiesta di connessione (cfr. 1 A. 5.2.1, p.,18), ma, precisazione importante, al fine di soddisfare la presente condizione: “Il Gestore elabora la STMG tenendo conto delle esigenze di sviluppo razionale delle reti elettriche, delle esigenze di salvaguardia della continuità del servizio e, nel contempo, *in modo tale da non prevedere limitazioni permanenti della potenza di connessione nelle prevedibili condizioni di funzionamento del SEN*”;

- 3- il gestore ha comunque “facoltà di realizzare soluzioni per la connessione diverse dalle soluzioni tecniche minime per la connessione ferme restando le disposizioni relative alla determinazione delle condizioni economiche per la connessione. In tal caso eventuali costi ulteriori a quelli corrispondenti alla soluzione tecnica minima per la connessione sono a carico del Gestore” (cfr. 1 A.5.2.3);
- 4- in sede di ottenimento della STMD (esecutivo della connessione) il gestore può nuovamente elencare gli interventi sulle reti esistenti necessari al fine del soddisfacimento della richiesta di connessione (cfr 1 A.5.8.4, a) e b);
- 5- in sede di entrata in esercizio il gestore può comunicare “eventuali altri obblighi” affinché la connessione venga attivata (cfr. 1 A.5.10), tra questi la provvisoria limitazione della potenza in immissione:
- 6- Al primo parallelo con la rete e l’attivazione della connessione il soggetto richiedente acquista il diritto ad immettere energia nella RTN nei limiti della potenza di connessione e delle altre regole del codice di rete (cfr. 1 A.5.10.2.3).

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

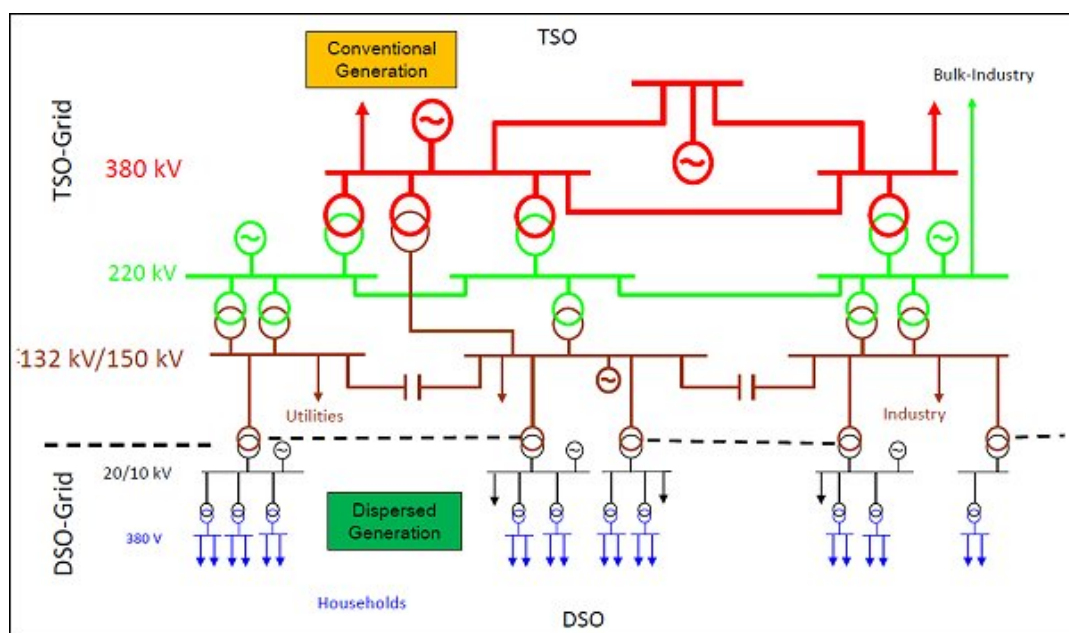


Figura 30 - Schema rete di distribuzione, Italia

In buona sostanza con detta delibera, qualora l’impianto ricada in area critica (cosa non applicata allo stato, in quanto l’impianto non è in area critica), si stabilisce che in prossimità della conclusione del procedimento di autorizzazione la Terna S.p.a. ha facoltà di emettere un nuovo preventivo di

connessione che aggiorni le condizioni di connessione e prenotazione di rete alle mutate condizioni della rete. Si allega, per maggiore comprensione della situazione della rete, uno schema della rete di distribuzione italiana.

2.3.2 – Descrizione della soluzione di connessione

In base alla soluzione di connessione oggetto del preventivo cod. pr. 202402209, l'impianto agrivoltaico sarà collegato, mediante la sottostazione MT/AT utente, collegamento in antenna a antenna a 132 kV su un ampliamento/adequamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV denominata "Massa Finalese" previa realizzazione di una nuova sezione a 380 kV nella SE medesima, da collegare in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Martignone-Sermide".

È stato approvato da Terna S.p.a. per una potenza di immissione di 80,96 MW.

La soluzione prevede (estratti dalla STMG):

La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che il Vs. impianto venga collegato in antenna a 132 kV su un ampliamento/adequamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV denominata 'Massa Finalese' previa realizzazione di una nuova sezione a 380 kV nella SE 'Massa Finalese' da collegare in entra-esce alla linea RTN a 380 kV 'Martignone-Sermide'.

2.3.2.1 – Stazione Elettrica

L'area individuata è identificata al N.C.T. di Finale Emilia (MO) nel foglio di mappa 35 particelle 10, 11 e 37, come rappresentato nella tavola allegata.

La stazione avrà un'estensione di circa 4.900 mq e l'ubicazione è prevista su un terreno classificato, urbanisticamente dal vigente strumento urbanistico del Comune di Finale Emilia (MO), come area "Agricola E".

La posizione valutata per la l'ampliamento della sezione a 380 kV RTN è stata studiata comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire, anche rispetto alle condizioni dei terreni limitrofi;

- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'impianto;
- contenere la lunghezza delle strade di accesso alla stazione;
- minimizzare la lunghezza delle nuove linee 380 kV di collegamento alla stazione;
- contenere la distanza dalle linee elettriche MT per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale, ivi inclusa la minimizzazione dei tempi di fuori servizio delle stazioni, necessari per l'attivazione dei nuovi elementi di rete nella stazione;
- individuare aree non già opzionate per la realizzazione di impianti FER, escludendo quelle sulle quali saranno presentati impianti;
- minimizzare le interferenze per le possibili future connessioni alla SE.

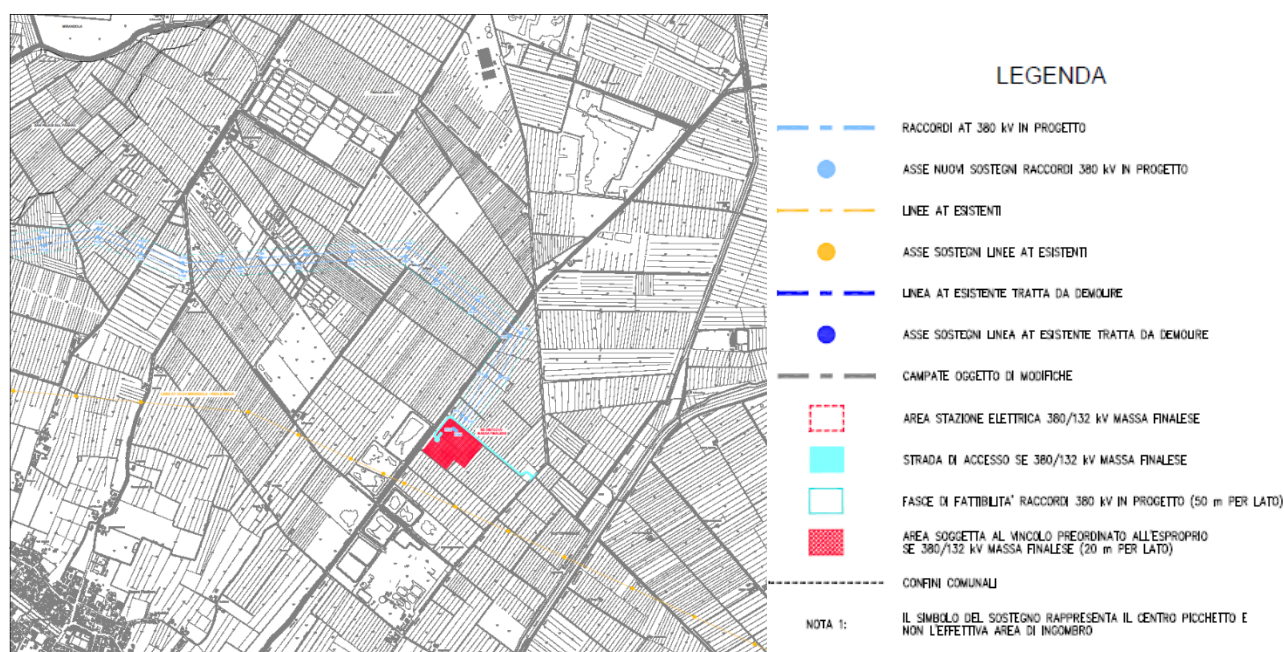


Figura 31 - Stazione e raccordi

Come da richieste Terna, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione. Bisogna sottolineare che l'ampliamento della stazione Massa Finalese a 132 kV ha ricevuto **Parere Favorevole di Compatibilità Ambientale** dal MASE, con Decreto n. 276 del 19 maggio 2025. La capofila del suddetto ampliamento è la società *Casetta Storage S.r.l*

La sezione a 380 kV della medesima SE è in corso di benessere con capofila la società *Food energy Valley*. L'ampliamento di tale sezione sarà collegato in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Martignone-Sermide" tramite raccordi aerei.

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

La stazione avrà un'estensione di circa 2.700 mq e l'ubicazione è prevista su un terreno classificato, urbanisticamente dal vigente strumento urbanistico del Comune di Finale Emilia (MO), come area "Agricola E", ed individuata catastalmente al Foglio 35 del Comune di Finale Emilia (Provincia di Modena), Mappali 10, 11, 35 e 37..

Si rinvia alla "ER_02_Relazione Tecnica Generale" ed alla "ER_04_Relazione tecnica AT" per i maggiori dettagli.



Figura 32 - Posizione e conformazione della SE

Si prevede la realizzazione di un impianto di regimentazione delle acque provenienti dalle aree impermeabili di stazione e il convogliamento delle stesse, previo trattamento delle acque di prima pioggia, in corrispondenza di un corpo idrico superficiale. In particolare, verrà realizzata una rete di captazione e convogliamento delle acque meteoriche tramite caditoie collegate da condotte in PVC, adeguatamente dimensionate, previo trattamento delle acque di prima pioggia tramite apposito impianto disoleatore.

Le acque meteoriche verranno convogliate nella rete di smaltimento comunale (se presente) o nel corpo recettore più prossimo previa esecuzione della verifica d'idoneità idraulica e autorizzazione

dell'ente gestore competente.

Per quanto riguarda il sistema di adduzione idrica, si ricorrerà ad una riserva idrica per usi sanitari. Le acque di scarico dei servizi igienici provenienti dall'edificio quadri, saranno raccolte in un apposito serbatoio a vuotamento periodico di adeguate caratteristiche, ovvero trattate con idoneo sistema di depurazione costituito da degrassatore, fossa Imhoff e filtro anaerobico in serie previsto all'interno della stazione elettrica in grado di garantire nel tempo la preservazione delle condizioni attuali del sito.

La progettazione della rete fognaria per lo smaltimento degli scarichi provenienti dai servizi igienici deve essere effettuata in modo che la stessa risulti conforme alle disposizioni e prescrizioni locali, pertanto, a seconda delle norme vigenti, si deve realizzare il sistema di smaltimento più idoneo. Per la fognatura proveniente dai servizi igienici dell'edificio quadri; dovrà essere previsto un adeguato sistema di raccolta o smaltimento, in ottemperanza a quanto previsto dalle leggi e regolamenti locali tenendo presente che l'impianto non è presidiato ma i suoi locali sono occupati solo occasionalmente in occasione dei controlli di sorveglianza e delle manutenzioni degli apparati ivi installati.

Ulteriori dettagli sono disponibili nella relazione specialistica Opere di rete.

2.3.2.2 – Raccordi aerei AT alla Linea RTN 380 kV

Per quanto riguarda gli elettrodotti di raccordo, è stata presa in considerazione la serie unificata dei sostegni TERNA per il livello 380 kV, in doppia terna in modo da realizzare ciascun collegamento in doppio entra-esce. I tracciati in progetto hanno origine dai portali della sezione a 380 kV della futura suzione 380/132 kV “Massa finalese” e si sviluppano in direzione ovest, per una lunghezza totale pari a circa 7.196 m, fino ad intercettare la linea autorizzata “Martignone- Sermide”.

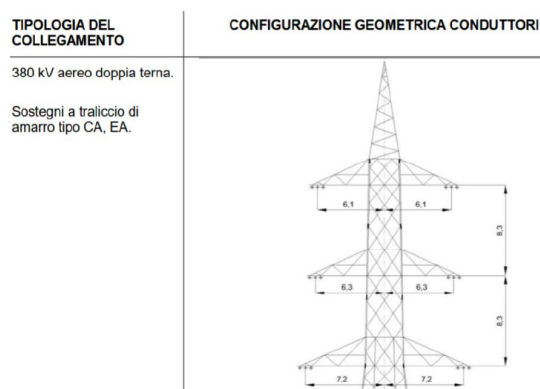


Figura 33 - Traliccio 380 kV

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le

esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. Il tracciato dei raccordi è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'Art. 121 del Testo unico emesso con RD 11 dicembre 1933 No. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti.

Ciascun sostegno sarà dotato di quattro piedi e fondazioni.

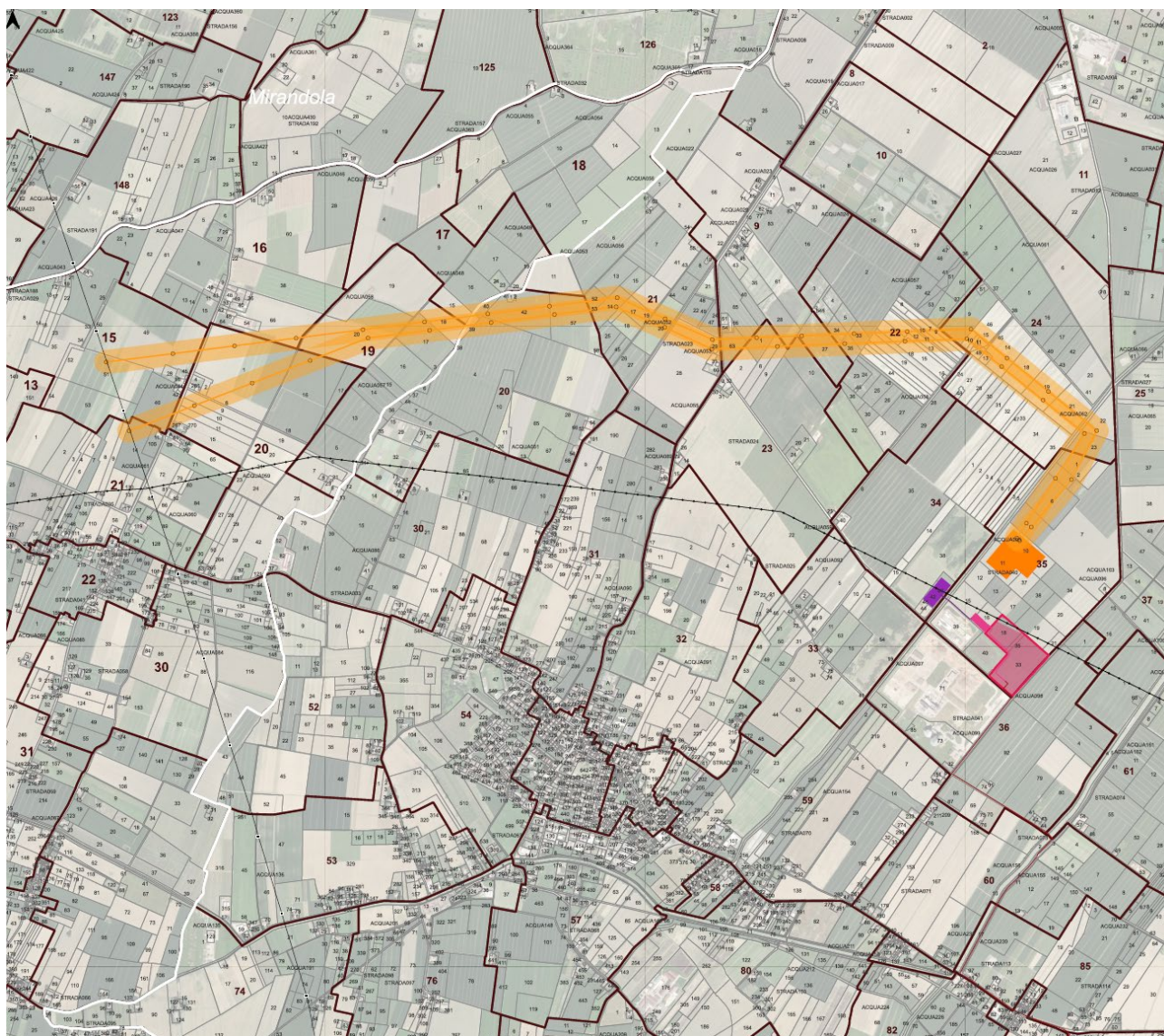


Figura 34 – T23_Opere di connessione di rete ed utente su catastale

Nel dettaglio sono previsti tralicci ogni 450 metri ca. che sono stati posizionati, come la relativa linea vendo cura di non interferire con abitazioni esistenti e di posizionarsi ad una distanza dalle stesse che non fosse inferiore a metri 70.

Più in dettaglio nelle immagini seguenti sono illustrati i punti di avvicinamento alle case sparse.

2.3.2.3 – Elettrodotti utente in MT

Si prevede di realizzare un elettrodotto di collegamento tra le piastre di 16.587 m e uno di collegamento alla SE di poco meno di 730 m, tenuto conto dei diversi fattori correttivi, si prevede di utilizzare 3 terne di cavi 1x630 mm² per fase (9 conduttori in totale) per fase della tipologia ARE4H5E o simili a seconda della disponibilità.



Figura 35 - Tracciato del cavidotto interno di collegamento e quello esterno verso la nuova SE

La sottostazione MT/AT rappresenterà sia il punto di raccolta dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 132 kV, per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale.

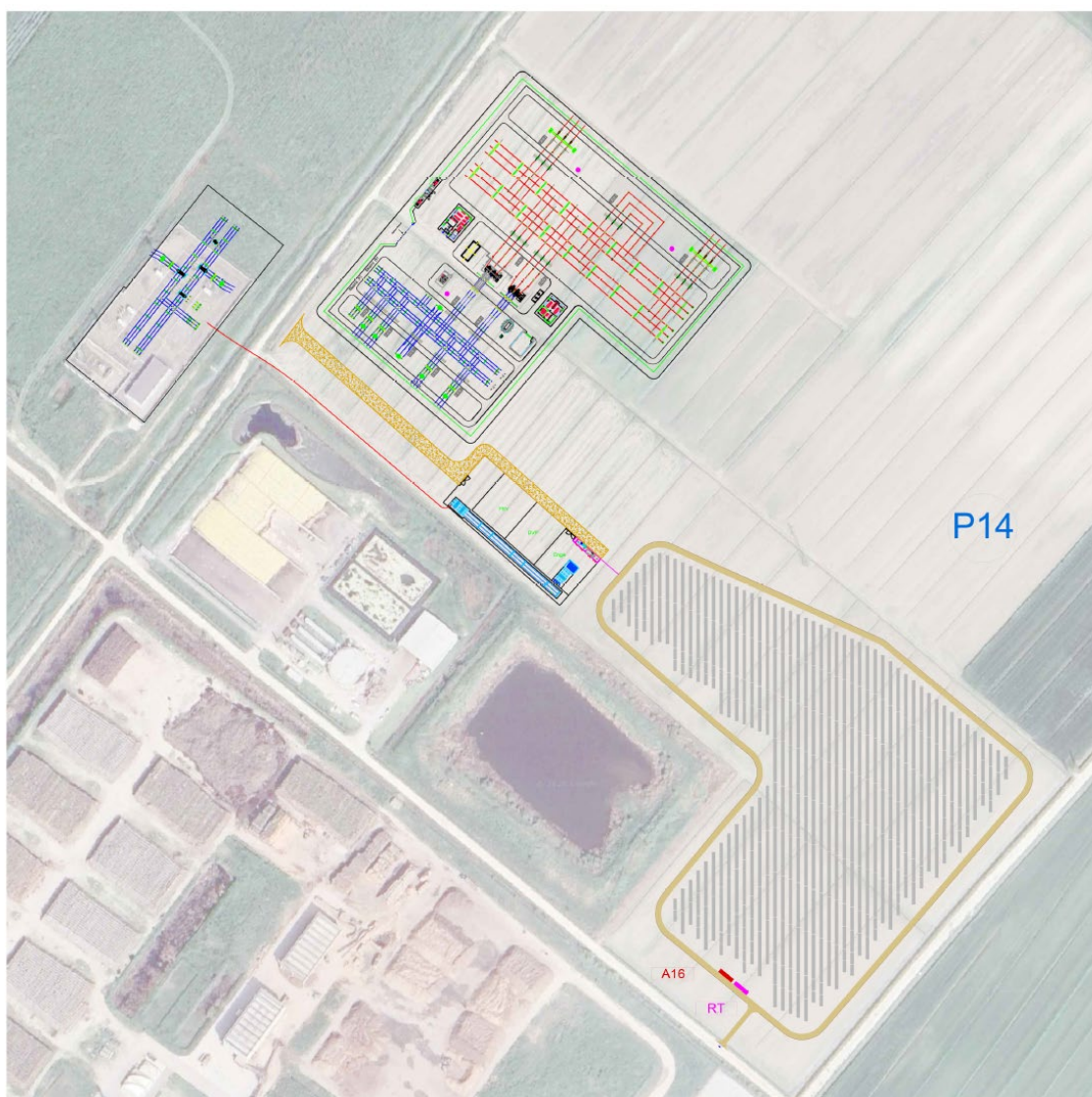


Figura 36 - Sottostazione Utente

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. Il collegamento tra le SSE e la SEU avverrà mediante cavo interrato a 132 kV che si attesterà ad uno stallo di protezione AT.

2.3.2.4 – Cavidotto MT. Descrizione del percorso e degli attraversamenti

In merito al tracciato dei cavidotti in Media Tensione (MT) a 30 kV che veicolano la potenza delle varie macropiastre e convogliano la potenza di impianto fino alla connessione alla sottostazione utente SSEU, si avrà uno sviluppo totale uno sviluppo complessivo di circa 16.587 metri. La suddivisione di tali tracciati, approssimabili a un unico Cavidotto MT complessivo verso SE

attraverso le diverse tipologie di strade attraversate e alle tecniche di attraversamento adoperate (TOC e staffaggio su ponti), sono indicate nella tabella di seguito.

	Cavidotto MT complessivo verso SE	
	Lunghezza (m)	Proporzione (%)
Strade Provinciali	3.652	22
Strade Comunali	9.546	58
Terreni privati	2.899	17
TOC	280	2
Staffaggio su ponti	210	1
TOT	16.587	100

Figura 37 - Tabella cavidotto MT verso SE

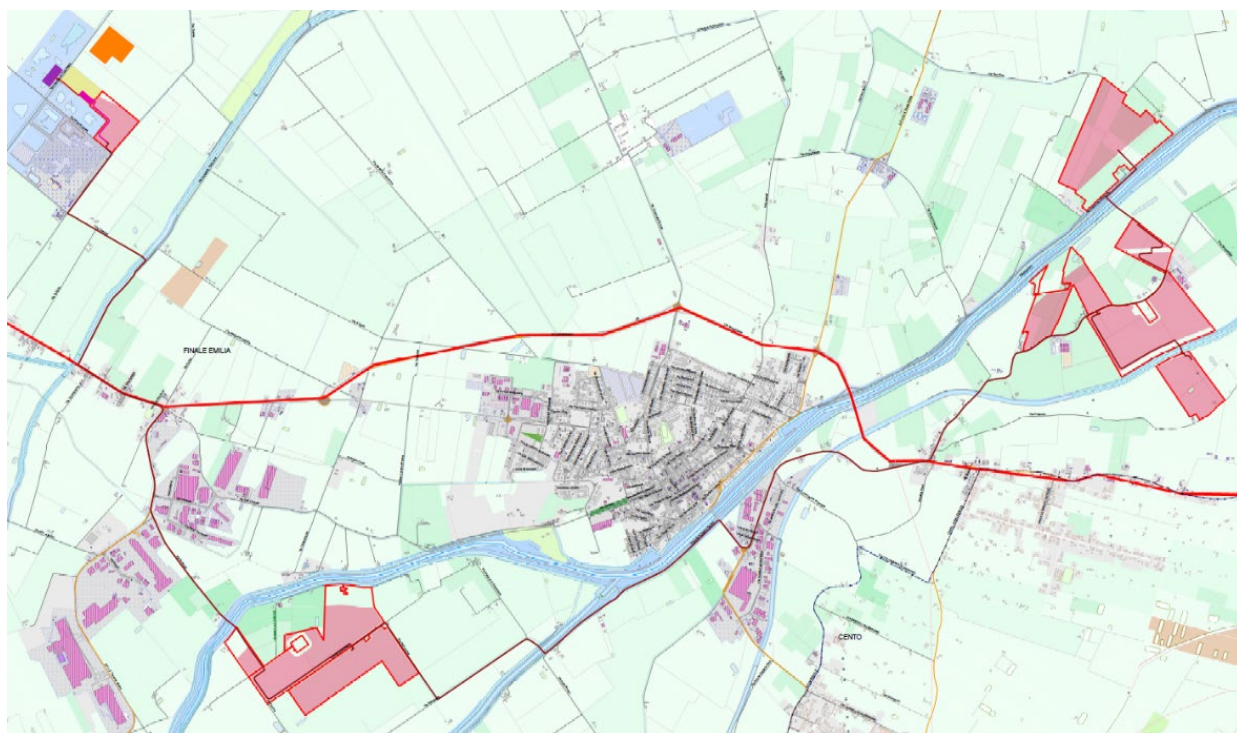


Figura 38 - Percorso elettrodotto M T

Il cavidotto avrà origine dalla parte Sud della piastra 2, da questo punto in poi segue il percorso descritto di seguito, diviso per quadranti A, e B, a loro volta suddivisi in sotto quadranti da Q1 a Q13.

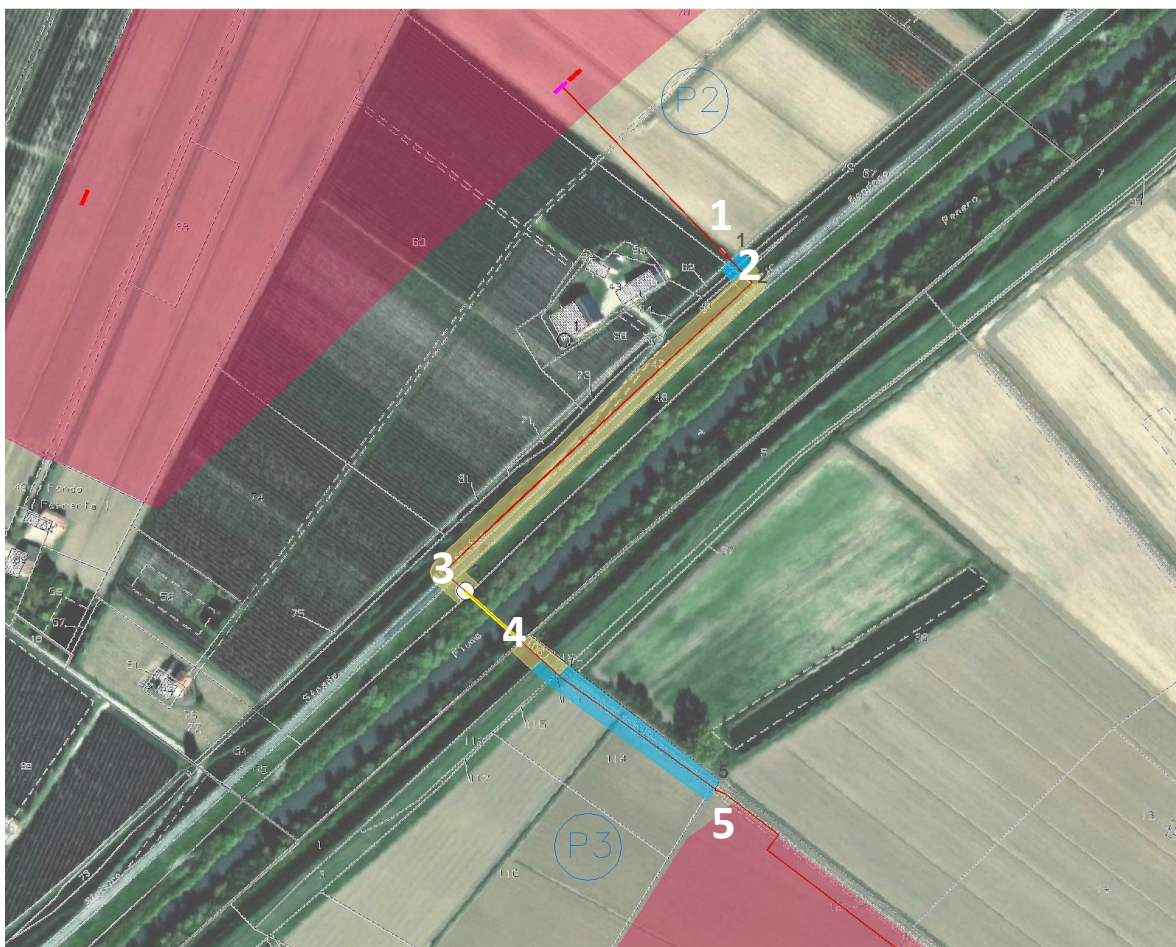


Figura 39 – Tavola M07a_Quadrante 1

Il cavidotto ha origine dalla Piastra P2.

Il tracciato elettrodotto dal punto 1 al punto 2 si dirige verso Sud-est, attraversa i campi agricoli per circa 22m in cui viene richiesta la servitù di elettrodotto per 10m per lato e la servitù di esproprio per 10m per lato per quanto interessa le particelle 79 e 82 del foglio Catastale 50 del comune di Finale Emilia.

Il tracciato elettrodotto dal punto 2 al punto 3 percorre la strada “via Finale Santa Bianca” per una lunghezza di circa 308 m, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 10m a destra e a sinistra della suddetta.

Il tracciato elettrodotto dal punto 3 al punto 4 attraversa in TOC il "Fiume Panaro" per 70m circa.

Il tracciato elettrodotto dal punto 4 al punto 5 attraversa i campi agricoli per circa 170m, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di circa 10m per le particelle 106, 118, 119 e 113 foglio 71, e

la servitù di esproprio per una fascia di circa 10m a destra e a sinistra per le particelle 105, 115, 114 e 12 del foglio 71.

Dal punto 5 al punto 6 il tracciato elettrodotto percorre i campi, attraversando le piastre di progetto P3 e P4 per circa 640m.

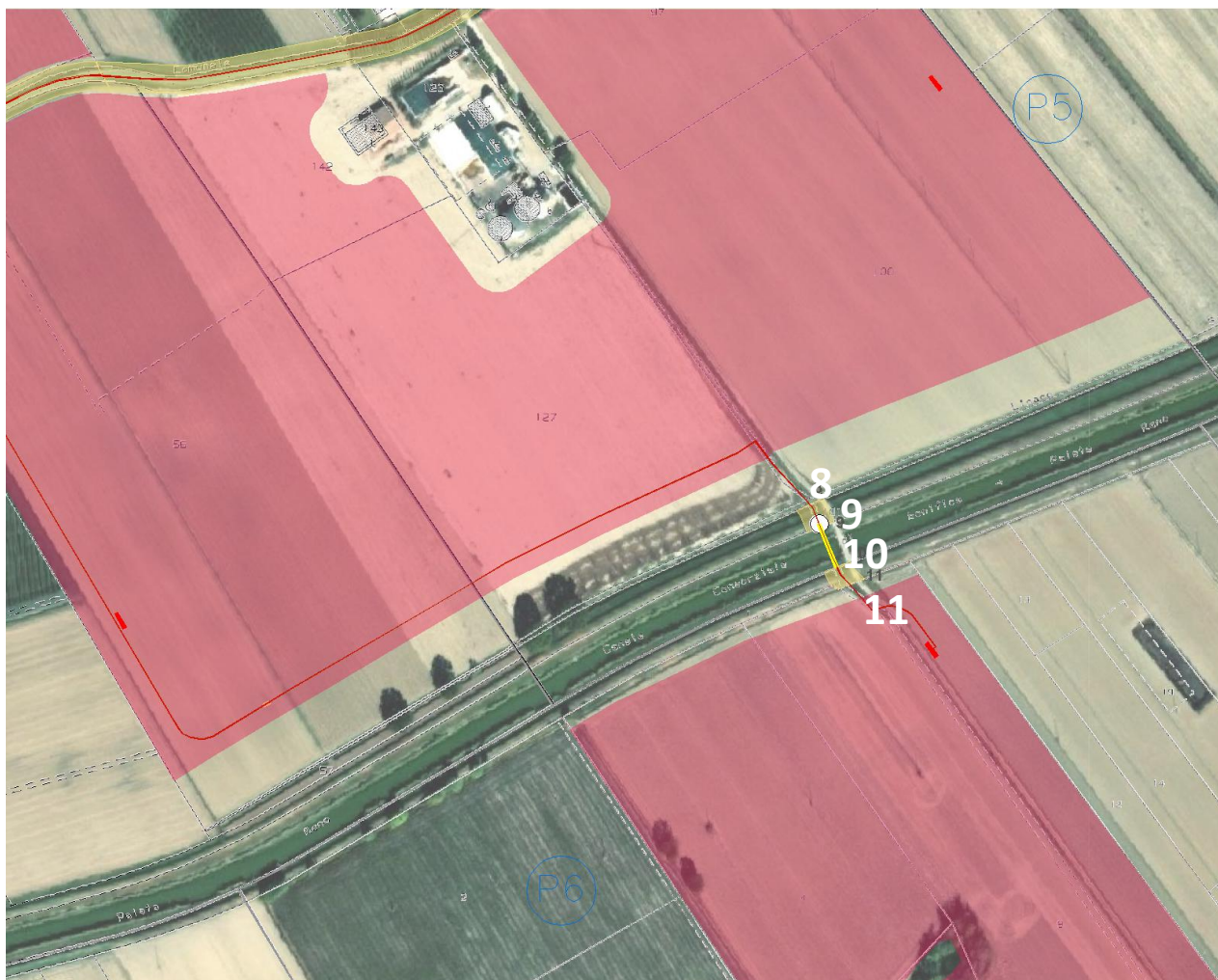


Figura 79 - Tavola M07a_Quadrante 2

Dal punto 7 al punto 8 il cavidotto attraversa le piastre di collegamento P5

Il tracciato elettrodotto dal punto 8 al punto 9 attraversa i campi agricoli per circa 20m in cui viene richiesta la servitù di elettrodotto.

Il tracciato elettrodotto dal punto 9 al punto 10 attraversa in TOC il "Canale Consorziale di Bonifica Palato Reno" per 30 m circa.

Il tracciato elettrodotto dal punto 10 al punto 11 attraversa i campi agricoli per circa 15m, si richiede la servitù di elettrodotto per 10 m per lato a destra e a sinistra della suddetta.

Al punto 11 il tracciato elettrodotto entra all'interno della piastra P06.

Il tracciato elettrodotto dal punto 12 al punto 22, percorre la strada " Via Campodoso" per circa 3,8 km. Si richiede per l'intero percorso la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta eccetto i punti sottoindicati in cui si richiede una fascia di servitù di elettrodotto di 5 m a destra e a sinistra.



Figura 40 - Tavola M07a _Quadrante 3

Il tracciato elettrodotto dalla piastra P08 alla piastra P09 percorre la strada comunale "Via Campodoso" per circa 600 m si richiede la servitù di elettrodotto per 10m per lato.

Nei tratti che vanno dal punto 12 al punto 13 per un tratto di circa 160 m, dal punto 14 al punto 15 per un tratto di circa 60 m e dal punto 16 al punto 17 per un tratto di circa 68m, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 5m a destra e a sinistra della suddetta per non interferire con le abitazioni presenti in prossimità della strada, in corrispondenza delle case il cavidotto sarà posato ad una profondità maggiore così da ridurre la distanza di prima approssimazione (dpa) riducendo di conseguenza il campo elettromagnetico.



Figura 41 - Tavola M07a_Quadrante 3 e 4

Il tracciato elettrodotto al punto 18 attraversa in TOC il "Canale Consorziale di bonifica Palato Reno" per 30 m circa.

Nei tratti che vanno da 19 a 20 per un tratto di circa 115m e da 21 a 22 per un tratto di circa 225m, il tracciato elettrodotto percorre la strada "Comunale Campodoso" fino ad immettersi nel punto 22 con la "SS 468 Correggio", si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 5m a destra e a sinistra della suddetta per non interferire con le abitazioni presenti in prossimità della strada, in corrispondenza delle case il cavidotto sarà posato ad una profondità maggiore così da ridurre la distanza di prima approssimazione (dpa) riducendo di conseguenza il campo elettromagnetico.

Nei tratti che vanno dal punto 22 al punto 26 il tracciato elettrodotto si immette per un breve tratto nella "SS 468 Correggio" per poi entrare nella "SP 468R Via per Ferrara" e percorrerla per circa 2 km. Si richiede per l'intero percorso la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta eccetto i punti sottoindicati in cui si richiede una fascia di servitù di elettrodotto di 5 m a destra e a sinistra.



Figura 42 - Tavola M07a _Quadrante 5

Nel punto 23 attraversa in TOC il "Canale Consorziale di Bonifica Palato Reno" per 30m circa.

Il tracciato elettrodotto nei tratti che vanno dal punto 24 al punto 25 per un tratto di circa 250m che percorrono la strada "SP 468R Via per Ferrara", superando in TOC lo "Scolo Fossetta", per questo tratto si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 5m a destra e a sinistra della suddetta per non interferire con le abitazioni presenti in prossimità della strada, in corrispondenza delle case il cavidotto sarà posato ad una profondità maggiore così da ridurre la distanza di prima approssimazione (dpa) riducendo di conseguenza il campo elettromagnetico.

Nei tratti che vanno dal punto 26 al punto 29 il tracciato elettrodotto percorre "Via Argine Destro Panaro" per circa 1.6 km, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 10m a destra e a sinistra della suddetta, eccetto i punti sottoindicati in cui si richiede una fascia di servitù di elettrodotto di 5 m a destra e a sinistra.

Il tracciato elettrodotto che interessa i punti da 27 a 28 per un tratto di circa 83m si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 5m a destra e a sinistra della suddetta per non interferire con le abitazioni presenti in prossimità della strada, in corrispondenza delle case il cavidotto sarà posato ad una profondità maggiore così da ridurre la distanza di prima approssimazione (dpa) riducendo di conseguenza il campo elettromagnetico.

Il tracciato elettrodotto al punto 29 attraversa in TOC il "Cavo Foscaglia" per 30 m circa entrando nella strada "Via Salvabella".

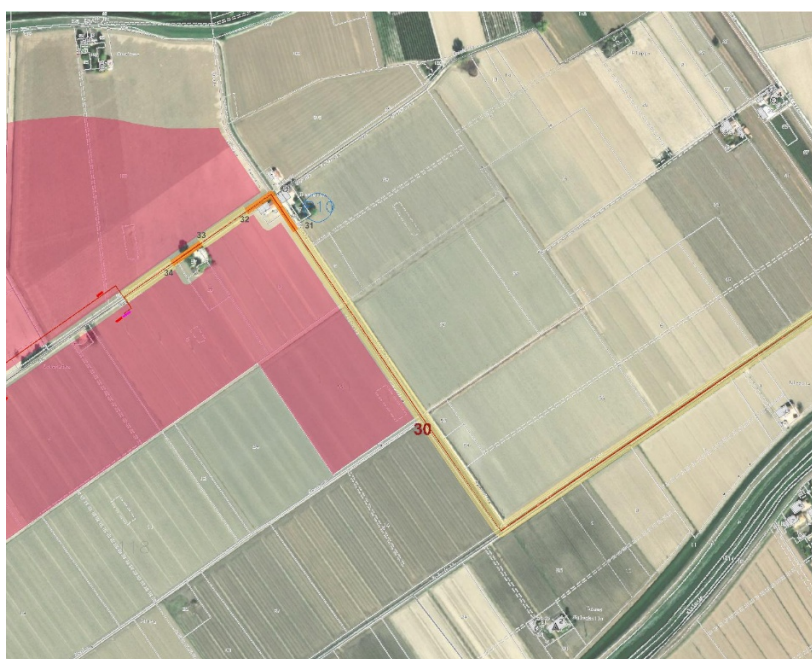


Figura 43 - Tavola M07b_Quadrante 6

Il tracciato elettrodotto al punto 30 si immette nella "Strada vicinale Romandina" costeggiando la piastra P10, per poi fiancheggiare le piastre P11 e P12, percorrendo la medesima strada per circa 1 km per poi entrare nella piastra P12. Si richiede per l'intero percorso la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta eccetto i punti sottoindicati in cui si richiede una fascia di servitù di elettrodotto di 5 m a destra e a sinistra.

Dal punto 31 fino al punto 32 per un tratto di circa 120 m e dal punto 33 al punto 34 per un tratto di circa 60m, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 5m a destra e a sinistra della suddetta per non interferire con le abitazioni presenti in prossimità della strada, in corrispondenza delle case il cavidotto sarà posato ad una profondità maggiore così da ridurre la distanza di prima approssimazione (dpa) riducendo di conseguenza il campo elettromagnetico.

Il tracciato dell'elettrodotto al punto 35 attraversa la strada "Via Carina" per entrare nella Piastra P13.



Figura 44 - Tavola M07b_Quadrante 6,7 e 8

Il tracciato elettrodotto dal punto 36 al punto 37 per un tratto di circa 40m attraversa i campi, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta, e la servitù di esproprio per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta per la particella 80 del foglio Catastale 106 del comune di Finale Emilia.

Al punto 37 il tracciato dell'elettrodotto attraversa in TOC il "Fiume Panaro".

Il tracciato dell'elettrodotto dal punto 38 al punto 39 per un tratto di circa 20m attraversa i campi, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta, e la servitù di esproprio per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta.

Il tracciato elettrodotto dal punto 39 si immette su strada "Via Rottazzo" fino al punto 44 percorrendola per circa 900m. Si richiede per l'intero percorso la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta eccetto i punti sottoindicati in cui si richiede una fascia di servitù di elettrodotto di 5 m a destra e a sinistra.

Il tracciato elettrodotto dal punto 40 al punto 41 per un tratto di circa 120m e dal punto 42 al punto 43 per un tratto di circa 90m si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 5m a destra e a sinistra della suddetta per non interferire con le abitazioni presenti in prossimità della strada, in corrispondenza delle case il cavidotto sarà posato ad una profondità maggiore così da ridurre la distanza di prima approssimazione (dpa) riducendo di conseguenza il campo elettromagnetico.



Figura 45 - Tavola M07b_Quadrante 8,9 e 10

Il tracciato elettrodotto dal punto 44 al punto 49 percorre la Strada Provinciale 2 per circa 786m. Si richiede per l'intero percorso la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta eccetto i punti sottoindicati in cui si richiede una fascia di servitù di elettrodotto di 5 m a destra e a sinistra.

Il tracciato elettrodotto dal punto 45 al punto 46 per un tratto di circa 50m e dal punto 47 al punto 48 per un tratto di circa 115m, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 5m a destra e a sinistra della suddetta per non interferire con le abitazioni presenti in prossimità della strada, in corrispondenza delle case il cavidotto sarà posato ad una profondità maggiore così da ridurre la distanza di prima approssimazione (dpa) riducendo di conseguenza il campo elettromagnetico.



Figura 46 - Tavola M07b_Quadrante 9

Il tracciato elettrodotto dal punto 49 al punto 53 percorre la strada "SS468 Via per Modena" per circa 700m, si richiede per l'intero percorso la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a

sinistra della suddetta eccetto i punti sottoindicati in cui si richiede una fascia di servitù di elettrodotto di 5 m a destra e a sinistra.

Il tracciato elettrodotto dal punto 50 al punto 51 per un tratto di circa 12m e dal punto 52 al punto 53 per un tratto di circa 125m, si richiede la servitù di elettrodotto per una fascia di 5m a destra e a sinistra della suddetta per non interferire con le abitazioni presenti in prossimità della strada, in corrispondenza delle case il cavidotto sarà posato ad una profondità maggiore così da ridurre la distanza di prima approssimazione (dpa) riducendo di conseguenza il campo elettromagnetico.



Figura 47 - Tavola M07b_Quadrante 10,11 e 12

Il tracciato elettrodotto dal punto 53 al punto 55 percorre la strada SS468 Via Cavazzi per 1,6 km, si richiede per l'intero percorso la servitù di elettrodotto per una fascia di 10 m a destra e a sinistra della suddetta

Il tracciato elettrodotto al punto 54 attraversa in TOC il "Canale Burana" per circa 25m.

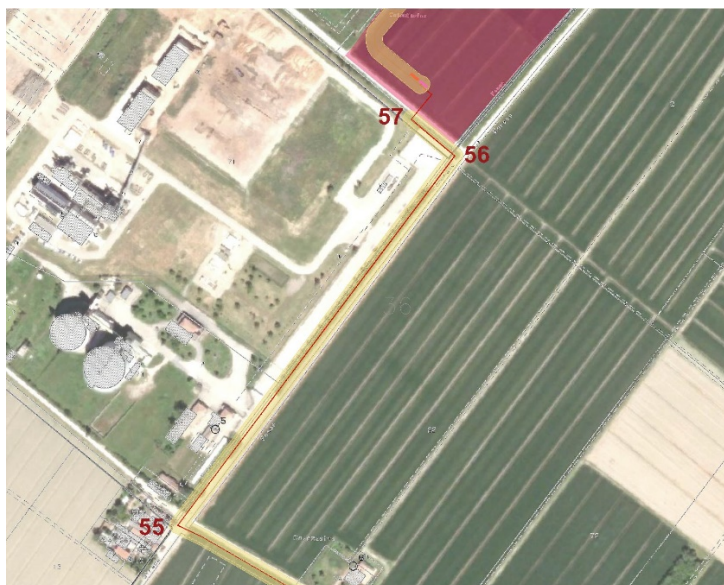


Figura 48 - Tavola M07b_Quadrante 11

Il tracciato elettrodotto dal punto 55 al punto 56 percorre "Via Ceresa" per circa 500m si richiede la servitù di elettrodotto per 10m a destra e a sinistra della suddetta.

Il tracciato elettrodotto dal punto 56 al punto 57 percorre Via Valle Acquosa per poi immettersi nella Piastra P14, si richiede la servitù di elettrodotto per 10m a destra e a sinistra della suddetta.



Figura 49 - Tavola M07b

Il tracciato elettrodotto MT verso SÉ che parte dalla cabina di raccolta, attraversa la Piastra P14 e arriva alla SSEU - stazione utente condivisa, passando per la particella 16 in esproprio.

La stazione utente condivisa prevede l'esproprio di una porzione della particella 16 e una porzione della particella 15 del foglio 35 del comune di Finale Emilia per la dimensione utile ai fini della costruzione della Stazione Utente.

Il cavidotto AT verso SE, attraversa i campi, si richiede la servitù di elettrodotto per 10 metri a destra e a sinistra della suddetta.

L'ampliamento della SE 132 kV prevede l'esproprio di una porzione di particella 47 del foglio catastale 34 del comune di Finale Emilia.

La SE 380 kV di progetto prevederà l'esproprio della particella 12, 13 e 15 del foglio catastale 35 del comune di Finale Emilia.

Nelle zone in cui i cavidotti attraverseranno i corsi d'acqua si utilizzerà la TOC o ponti esistenti. **Sarà richiesta concessione all'ente gestore come da normativa vigente.**

I cavidotti MT saranno posati in affiancamento alla viabilità esistente, risulteranno completamente interrati e quindi non visibili. Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame (o alluminio) con le seguenti prescrizioni:

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

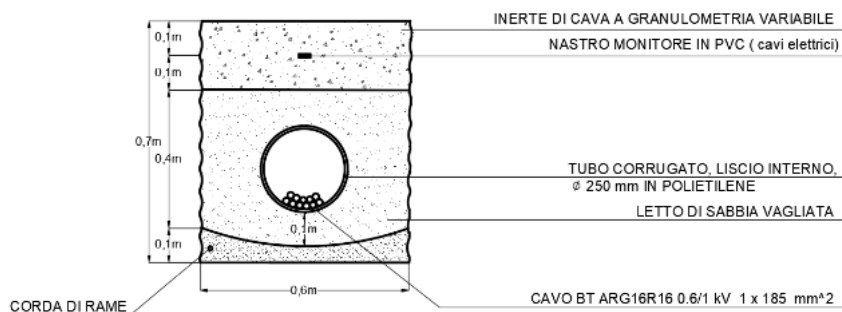
2.3.3 - Cavidotti interni MT e BT

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

Lo scavo nel terreno sarà realizzato in modo tale da permettere la posa dei cavidotti ad una profondità $\geq$ 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.

"SEZIONE TIPO A-A' "

SINGOLA POLIFORA B.T.
(SCALA 1:25)



"SEZIONE TIPO B-B' "

DOPPIA POLIFORA B.T.
(SCALA 1:25)

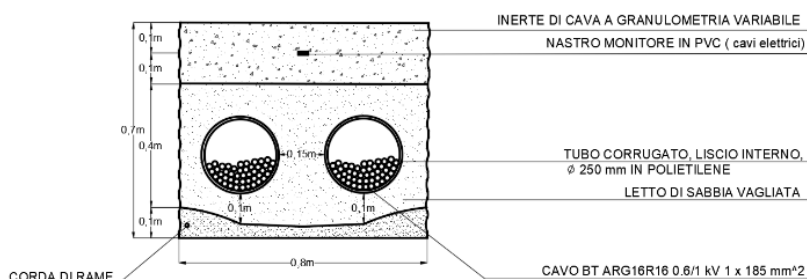


Figure 1 - Cavidotti BT interni

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.

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. Inoltre, preliminarmente l'apertura dei cantieri per la realizzazione dell'impianto saranno effettuati i saggi e i test di portanza per verificare la struttura della sede viaria e le relative capacità strutturali. Sulla base delle risultanze delle analisi citate in precedenza, verranno concordate con gli enti gestori delle strade, le soluzioni idonee per la posa del cavidotto. Nell'ipotesi in cui il sottofondo stradale dovesse avere buone capacità portanti sarà utilizzata la posa già prevista nel progetto, ovvero il riempimento dello scavo sarà effettuato con misto frantumato da cava compattato.

La compattazione del misto frantumato migliora la densità e riduce la porosità, aumentando il modulo di reazione del sottofondo e ne garantisce un'adeguata resistenza.

Il processo di compattazione è previsto per strati dello spessore di 30 cm mediante vibrocostipatore verticale. Qualora il sottofondo stradale non dovesse presentare buone capacità portanti, sarà utilizzata la posa con un cassonetto in cemento. L'uso di un cassonetto in CLS consente di distribuire uniformemente i carichi trasmessi dai mezzi in transito, riducendo le tensioni puntuali sul terreno. Il cassonetto agisce come una fondazione superficiale rigida, che contribuisce all'aumento della portanza globale del sistema.

2.3.4 Sicurezza elettrica

Misure di protezione contro i contatti diretti

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

Misure di protezione contro i contatti indiretti

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

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

dove:

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

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

Per ragioni di selettività, si utilizzeranno dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (selettivi) in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale (istantanei).

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Impianto di terra

L'impianto di terra soddisferà le seguenti prescrizioni:

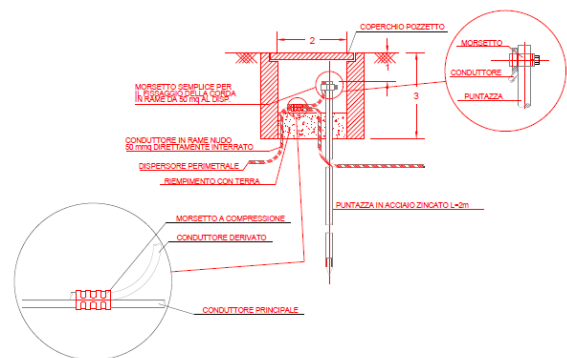
- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- evitare danni a componenti elettrici o a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle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

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

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

- ❖ dispersore a croce in acciaio dolce zincato a caldo (mm. 50x50x5 lunghezza 1,5 m) infissi nel terreno entro apposito pozzetto ispezionabile ove previsto (come da planimetria) con le parti alte a non meno di 0,5 m sotto il piano di calpestio,
- ❖ corda nuda a tondino in rame da 50 mm² direttamente interrata nel terreno, ove possibile, nello stesso scavo eseguito per la posa delle condutture elettriche, alla profondità di posa dovrà essere di almeno 0,6 m dalla superficie calpestabile; inoltre, essa dovrà essere ricoperta con terra, argilla, humus, limo, bentonite e non con ghiaia o ciottolo o materiale di "risultato" del cantiere.

DETTAGLIO DI MONTAGGIO POZZETTO CON DISPERSORE



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

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 terrà conto delle sezioni minime componenti la linea, se queste non dispongono di autonomo organo di protezione.

2.4 - Producibilità

L'energia generata dipende:

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

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

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

per i seguenti valori:

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

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

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

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

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.13	0.14	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.14	0.13	0.13	0.13

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

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

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

Per la simulazione di producibilità è stato utilizzato il software di calcolo "PVSyst V.7.2.17".

Per semplicità si riporta la simulazione di un singolo campo composto da 24 stringhe da 24 moduli in serie inverter SG 350 con potenza $P_{ac} = 320$ kW, sistema ad inseguimento monoassiale N/S del tipo mono-portrait con pitch 6,0 m. Il Software analizza dinamicamente la producibilità in base alle differenti inclinazioni dei tracker ma non tiene conto della crescita delle piante nei diversi periodi dell'anno. L'ombreggiamento dovuto alle siepi è comunque trascurabile in quanto le piante non ombreggiano mai significativamente i moduli grazie all'elevata altezza delle strutture, come si può notare in figura 21. È stata quindi eseguita la simulazione riportata di seguito:

Tecnologia modulo	BDV
Struttura inseguitore	1P
Pitch (m)	5,5, 6,5, 7,0, 7,5, 8
Producibilità (kWh/kWp/y)	1.509

Tenute in conto le specifiche perdite dovute allo sporcamento, decadimento annuo producibilità moduli, perdita LID, perdita per mismatching e temperatura si stima una producibilità specifica media d'impianto di 1.509 kWh/kWp/a.

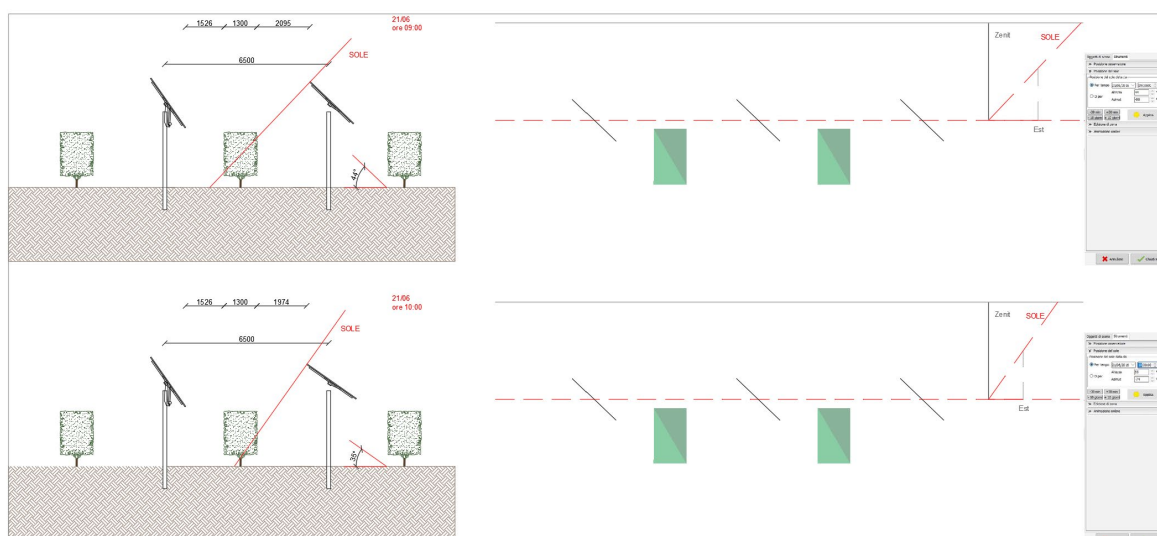


Figura 50 - Schema ombreggiamento con impianto a spalliera

Lo studio degli ombreggiamenti nel caso di struttura ad inseguimento monoassiale è stato effettuato considerando l'assetto agrofotovoltaico tenendo conto di un'altezza media della siepe mandorlicola variabile tra i 2 m. ed i 2,1 m.

Si sottolinea che in fase di progettazione esecutiva andrà effettuato uno studio degli ombreggiamenti più dettagliato anche in relazione al posizionamento finale delle mitigazioni e dei filari degli uliveti.

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



PVsyst V7.4.7

VC0. Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

Project: Finale Emilia
Variant: Finale Emilia CON siepi new
Aedes Group Engineering (Italy)

Project summary

Geographical Site	Situation	Project settings
Finale Emilia	Latitude 44.82 °N	Albedo 0.20
Italy	Longitude 11.26 °E	
	Altitude 5 m	
	Time zone UTC+1	
Weather data		
Finale Emilia		
Meteonorm 8.0 (1991-2012), Sat=100% - Sintetico		

System summary

Grid-Connected System	Tracking system	Near Shadings
PV Field Orientation	Tracking algorithm	Linear shadings : Fast (table)
Orientation	Astronomic calculation	Diffuse shading Automatic
Tracking plane, horizontal N-S axis		
Avg axis azim. 0 °		
System information		
PV Array	Inverters	
Nb. of modules 110976 units	Nb. of units 219 units	
Pnom total 83.23 MWp	Pnom total 70.08 MWac	
	Pnom ratio 1.188	
User's needs		
Unlimited load (grid)		

Results summary

Produced Energy 125592012 kWh/year	Specific production 1509 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 83.05 %
------------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	7
Main results	8
Loss diagram	9
Predef. graphs	10
Single-line diagram	11



PVsyst V7.4.7

VC0, Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

Project: Finale Emilia

Variant: Finale Emilia CON siepi new

Aedes Group Engineering (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	
Orientation		Astronomic calculation	
Tracking plane, horizontal N-S axis		Trackers configuration	
Avg axis azim. 0 °		Nb. of trackers 2789 units	
		Sizes	
		Tracker Spacing 6.05 m	
		Collector width 2.38 m	
		Ground Cov. Ratio (GCR) 39.4 %	
		Phi min / max. +/- 55.0 °	
Models used		User's needs	
Transposition Perez		Unlimited load (grid)	
Diffuse Perez, Meteonorm			
Circumsolar separate			
Horizon		Near Shadings	
Free Horizon		Linear shadings : Fast (table)	
		Diffuse shading Automatic	

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	RECOM	Manufacturer	Sungrow
Model	RECOM-750_1500V	Model	SG350HX-20A-Preliminary
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	750 Wp	Unit Nom. Power	320 kWac
Number of PV modules	110976 units	Number of inverters	219 units
Nominal (STC)	83.23 MWp	Total power	70080 kWac
Array #1 - Piastra 1		Array #2 - Piastra 2	
Number of PV modules	648 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	486 kWp	Total power	640 kWac
Modules	27 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	457 kWp	Operating voltage	500-1500 V
U mpp	992 V	Pnom ratio (DC:AC)	0.76
I mpp	460 A	Power sharing within this inverter	
Array #3 - Piastra 3		Array #4 - Piastra 4	
Number of PV modules	18768 units	Number of inverters	38 units
Nominal (STC)	14.08 MWp	Total power	12160 kWac
Modules	782 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	13.23 MWp	Operating voltage	500-1500 V
U mpp	992 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.16
I mpp	13331 A	Power sharing within this inverter	
Array #5 - Piastra 5		Array #6 - Piastra 6	
Number of PV modules	3888 units	Number of inverters	8 units
Nominal (STC)	2916 kWp	Total power	2560 kWac
Modules	162 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	2740 kWp	Operating voltage	500-1500 V
U mpp	992 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.14
I mpp	2762 A	Power sharing within this inverter	

30/05/25

PVsyst Licensed to Aedes Group Engineering (Italy)

Page 3/11

Figura 52 - Simulazione producibilità, parametri



PVsyst V7.4.7

VC0, Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

Project: Finale Emilia
Variant: Finale Emilia CON siepi new
Aedes Group Engineering (Italy)

PV Array Characteristics

Array #4 - Piastra 4

Number of PV modules	1512 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	1134 kWp	Total power	960 kWac
Modules	63 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	1066 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.18
U mpp	992 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	1074 A		

Array #5 - Piastra 5

Number of PV modules	29352 units	Number of inverters	56 units
Nominal (STC)	22.01 MWp	Total power	17920 kWac
Modules	1223 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	20.69 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
U mpp	992 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	20848 A		

Array #6 - Piastra 6

Number of PV modules	4032 units	Number of inverters	8 units
Nominal (STC)	3024 kWp	Total power	2560 kWac
Modules	168 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	2842 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.18
U mpp	992 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	2864 A		

Array #7 - Piastra 7

Number of PV modules	1536 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	1152 kWp	Total power	960 kWac
Modules	64 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	1083 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.20
U mpp	992 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	1091 A		

Array #8 - Piastra 8

Number of PV modules	4032 units	Number of inverters	8 units
Nominal (STC)	3024 kWp	Total power	2560 kWac
Modules	168 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	2842 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.18
U mpp	992 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	2864 A		

Array #9 - Piastra 9

Number of PV modules	5232 units	Number of inverters	10 units
Nominal (STC)	3924 kWp	Total power	3200 kWac
Modules	218 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	3688 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
U mpp	992 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	3716 A		



PVsyst V7.4.7

VC0, Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

Project: Finale Emilia

Variant: Finale Emilia CON siepi new

Aedes Group Engineering (Italy)

PV Array Characteristics

Array #10 - Piastra 10			
Number of PV modules	1536 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	1152 kWp	Total power	960 kWac
Modules	64 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
P _{mp}	1083 kWp	P _{nom} ratio (DC:AC)	1.20
U _{mp}	992 V	Power sharing within this inverter	
I _{mp}	1091 A		
Array #11 - Piastra 11			
Number of PV modules	14448 units	Number of inverters	27 units
Nominal (STC)	10.84 MWp	Total power	8640 kWac
Modules	602 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
P _{mp}	10.18 MWp	P _{nom} ratio (DC:AC)	1.25
U _{mp}	992 V	Power sharing within this inverter	
I _{mp}	10262 A		
Array #12 - Piastra 12			
Number of PV modules	18720 units	Number of inverters	38 units
Nominal (STC)	14.04 MWp	Total power	12160 kWac
Modules	780 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
P _{mp}	13.19 MWp	P _{nom} ratio (DC:AC)	1.15
U _{mp}	992 V	Power sharing within this inverter	
I _{mp}	13297 A		
Array #13 - Piastra 13			
Number of PV modules	1272 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	954 kWp	Total power	960 kWac
Modules	53 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
P _{mp}	897 kWp	P _{nom} ratio (DC:AC)	0.99
U _{mp}	992 V	Power sharing within this inverter	
I _{mp}	903 A		
Array #14 - Piastra 14			
Number of PV modules	6000 units	Number of inverters	12 units
Nominal (STC)	4500 kWp	Total power	3840 kWac
Modules	250 string x 24 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
P _{mp}	4229 kWp	P _{nom} ratio (DC:AC)	1.17
U _{mp}	992 V	Power sharing within this inverter	
I _{mp}	4262 A		
Total PV power			
Nominal (STC)	83232 kWp	Total inverter power	
Total	110976 modules	Total power	70080 kWac
Module area	344731 m ²	Number of inverters	219 units
		P _{nom} ratio	1.19

Figura 54 - Simulazione producibilità



PVsyst V7.4.7

VC0, Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

Project: Finale Emilia

Variant: Finale Emilia CON siepi new

Aedes Group Engineering (Italy)

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (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 %

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance 0.20 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #1 - Piastra 1

Global array res. 35 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #3 - Piastra 3

Global array res. 5.8 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #5 - Piastra 5

Global array res. 0.77 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #7 - Piastra 7

Global array res. 15 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #9 - Piastra 9

Global array res. 4.3 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #11 - Piastra 11

Global array res. 1.6 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #13 - Piastra 13

Global array res. 18 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #2 - Piastra 2

Global array res. 1.2 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #4 - Piastra 4

Global array res. 15 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #6 - Piastra 6

Global array res. 5.6 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #8 - Piastra 8

Global array res. 5.6 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #10 - Piastra 10

Global array res. 15 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #12 - Piastra 12

Global array res. 1.2 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #14 - Piastra 14

Global array res. 3.8 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC



PVsyst V7.4.7

VC0, Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

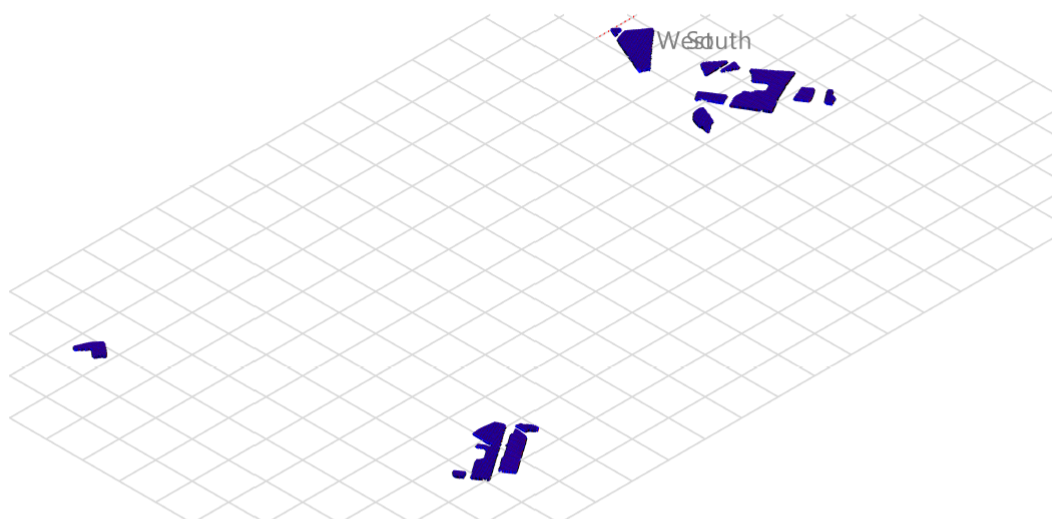
Project: Finale Emilia

Variant: Finale Emilia CON siepi new

Aedes Group Engineering (Italy)

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1

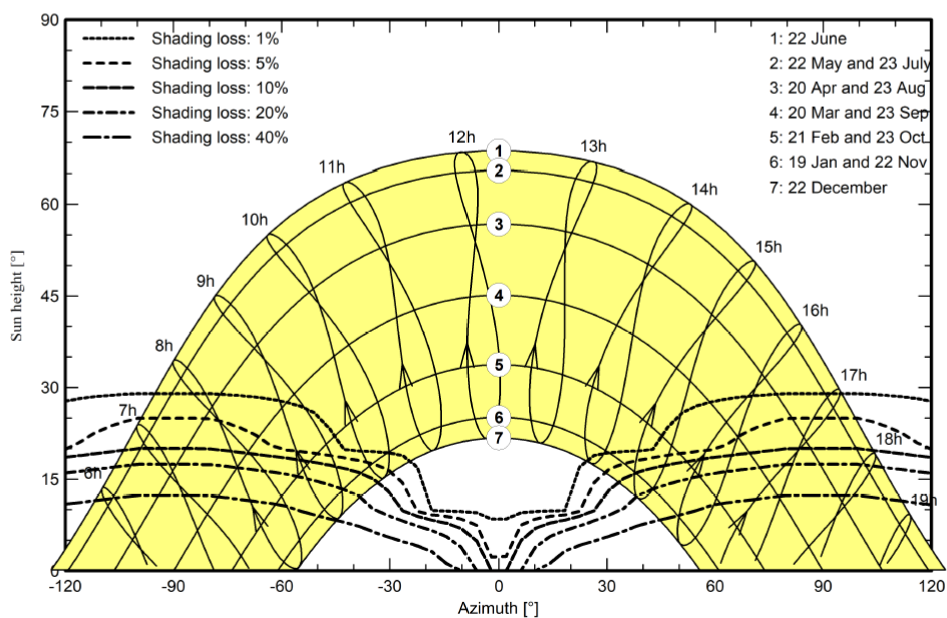


Figura 56 - Simulazione producibilità



PVsyst V7.4.7
VCO, Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

Project: Finale Emilia
Variant: Finale Emilia CON siepi new
Aedes Group Engineering (Italy)

Main results

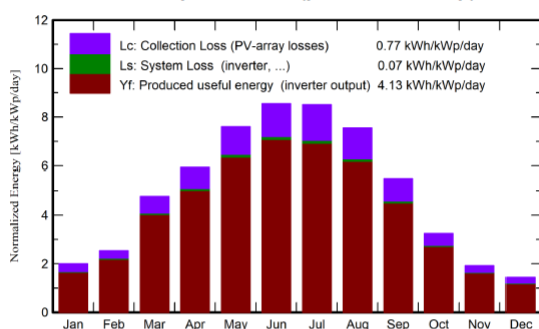
System Production

Produced Energy 125592012 kWh/year

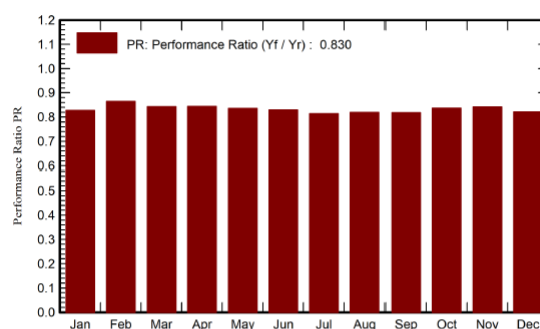
Specific production
Perf. Ratio PR

1509 kWh/kWp/year
83.05 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	42.2	22.04	2.49	61.9	53.4	4351704	4262645	0.828
February	54.9	33.67	4.74	70.9	64.3	5201121	5104959	0.865
March	107.1	50.92	9.86	148.1	133.7	10571495	10390873	0.843
April	134.6	65.50	13.91	178.1	163.8	12746918	12526610	0.845
May	177.1	82.11	18.85	235.8	218.4	16697704	16411636	0.836
June	192.2	81.11	23.34	256.5	239.2	18004104	17694632	0.829
July	196.2	81.94	25.94	263.7	244.2	18200756	17887342	0.815
August	169.6	74.83	25.44	234.0	215.6	16236041	15963252	0.820
September	118.1	49.15	19.97	165.3	149.9	11457430	11257266	0.818
October	76.6	43.94	15.25	100.5	90.8	7128742	7002748	0.837
November	42.4	22.12	9.20	57.7	51.9	4135338	4046857	0.842
December	32.7	20.13	3.68	44.5	38.5	3115405	3043193	0.821
Year	1343.8	627.47	14.44	1816.9	1663.8	127846758	125592012	0.830

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
DiffHor Horizontal diffuse irradiation
T_Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

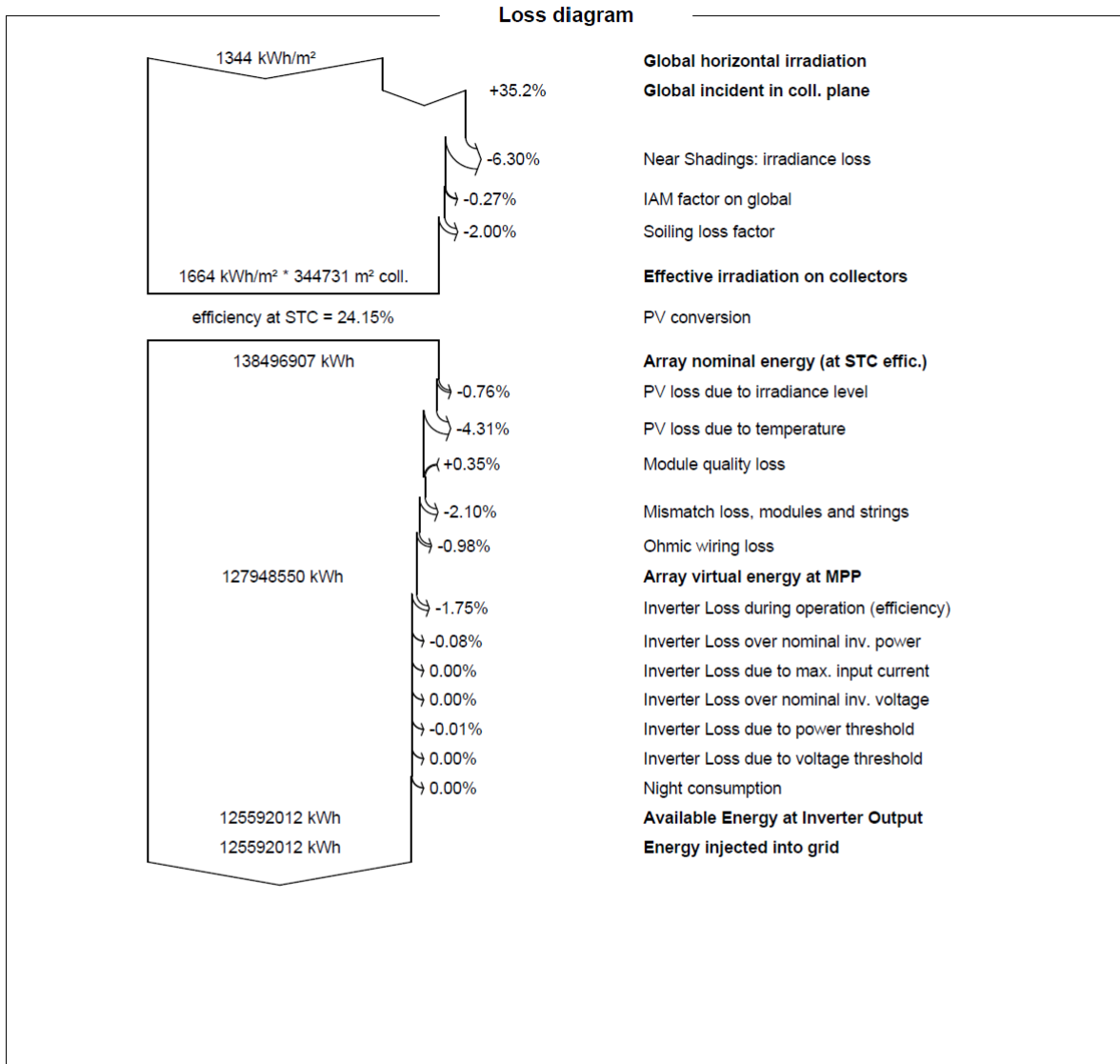
EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio

Figura 57 - Simulazione producibilità, perdite



PVsyst V7.4.7
VC0, Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

Project: Finale Emilia
Variant: Finale Emilia CON siepi new
Aedes Group Engineering (Italy)





PVsyst V7.4.7

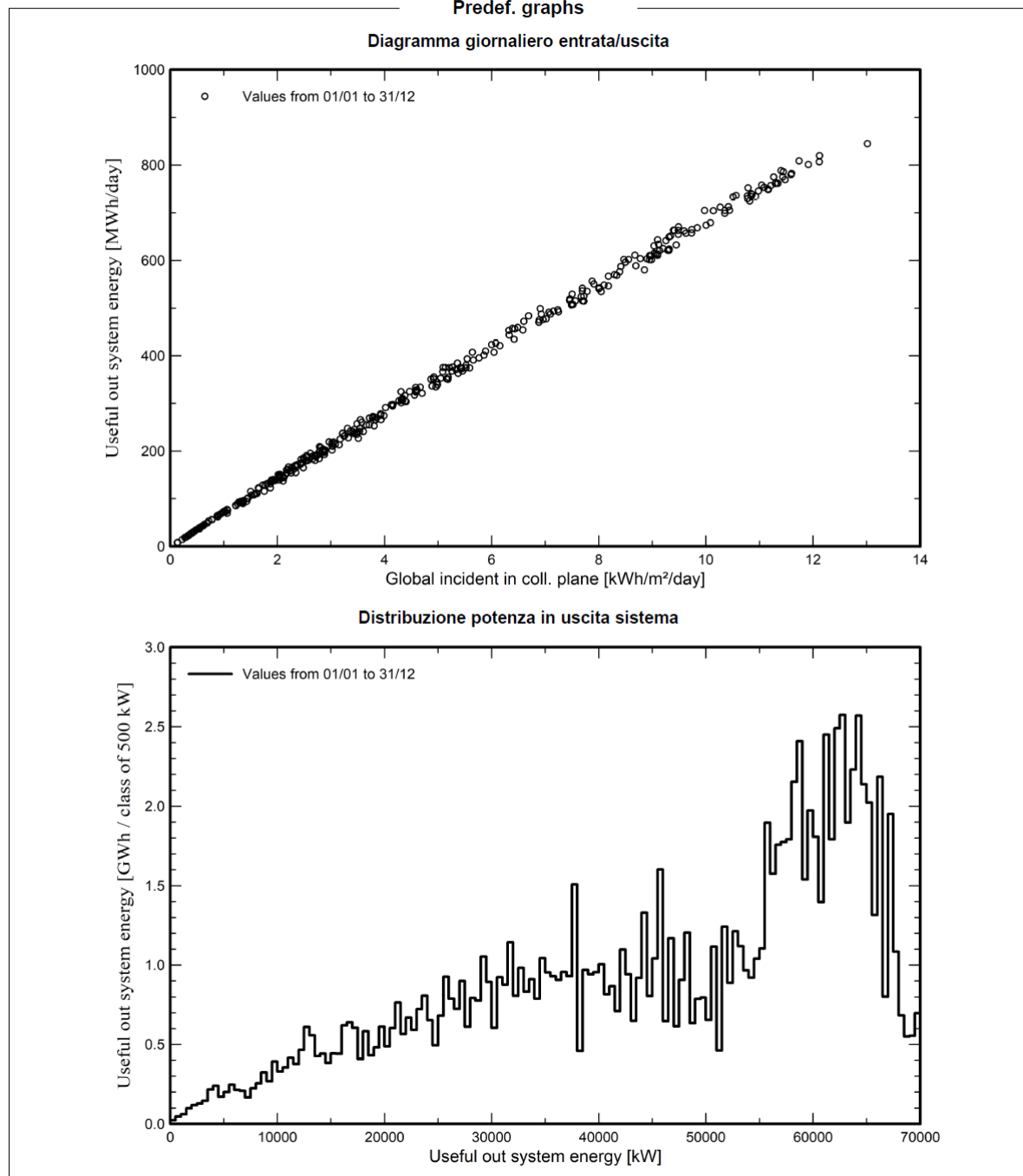
VC0, Simulation date:
30/05/25 10:51
with V7.4.7

Project: Finale Emilia

Variant: Finale Emilia CON siepi new

Aedes Group Engineering (Italy)

Predef. graphs



30/05/25

PVsyst Licensed to Aedes Group Engineering (Italy)

Page 10/11

Figura 59 - Simulazione producibilità

2.5 - Progetto agronomico

2.5.1 - Premessa

La componente agricola del progetto prevedrà 5 sistemi agricoli distinti:

- Mandorleto a spalliera: per le piastra 8, 9 e 12; area recintata di 29,5 ha
- Seminativo: per le piastra 2, 3, 4, 5, 6, 11, 13 e 14; area recintata di 72 ha

3 piastre saranno interessate da colture in assetto sperimentale a pitch di 7, 7,5 e 8 m. con:

- Oliveto a spalliera: per la piastra 1; area recintata di 1,1 ha
- Nocciolo a spalliera: per la piastra 10; area recintata di 2,1 ha
- Seminativo sperimentale: per la piastra 7; area recintata di 2,3 ha

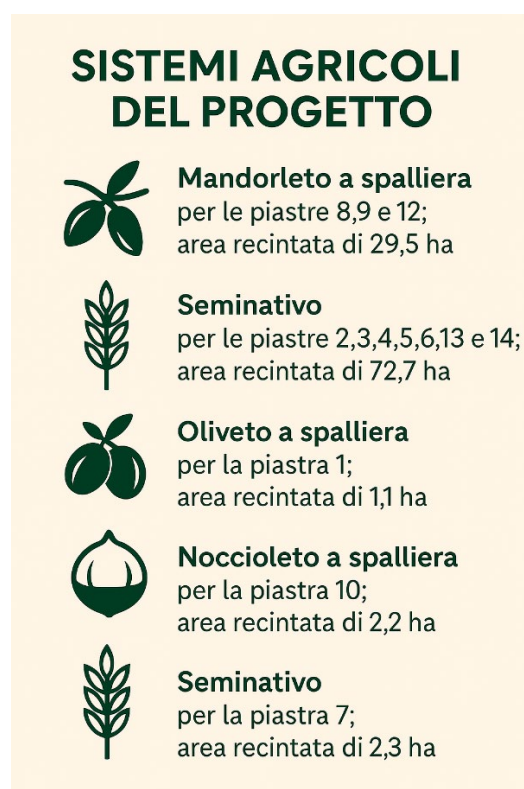


Figura 60 -Schema suddivisione agricola

La scelta come coltura primaria di un frutteto a spalliera deriva dalle seguenti convinzioni, le colture poliennali arboree, nelle idonee condizioni:

- *massimizzano la produzione agricola a parità di superficie utilizzabile;*
- *hanno un andamento Nord-Sud analogo a quello dell'impianto ad inseguimento;*

- *per altezza e larghezza sono compatibili con le distanze che possono essere lasciate tra i filari fotovoltaici senza penalizzare eccessivamente la produzione elettrica (che, in termini degli obiettivi del paese è quella prioritaria) né quella delle mandorle;*
- *la lavorazione interamente meccanizzata minimizza le interazioni tra uomini e impianto elettrico in esercizio;*
- *si prestano a sistemi di irrigazione a goccia e monitoraggio avanzato che sono idonei a favorire il pieno controllo delle operazioni di manutenzione e gestione.*

In termini grafici:

PERCHÉ SCEGLIERE UN FRUTTETO A SPALLIERA COME COLTURA PRIMARIA

La scelta di una coltura poliennale arborea – in particolare il mandorleto a spalliera – è frutto di una valutazione integrata delle condizioni agronomiche, tecniche e impiantistiche. In contesti adeguati, tale soluzione consente di coniugare efficienza agricola e compatibilità con la produzione energetica.

VANTAGGI PRINCIPALI



Massima produttività agricola per unità di superficie
Le colture arboree in spalliera ottimizzano l'uso del suolo disponibile, garantendo rese elevate e continuità produttiva nel tempo



Allineamento morfologico con l'impianto fotovoltaico
L'andamento dei filari segue l'orientamento Nord-Sud, coerente con quello dell'impianto fotovoltaico a inseguimento solare, facilitando l'integrazione paesaggistica e funzionale



Compatibilità fisica con i moduli fotovoltaici
L'altezza e l'ampiezza controllata dei filari permettono un'integrazione con distanze ottimali tra i pannelli, riducendo l'ombreggiamento e mantenendo alta l'efficienza sia elettrica che agri-



Irrigazione e controllo intelligente
L'adozione di sistemi di irrigazione a goccia e di monitoraggio avanzato consente una gestione precisa, sostenibile e integrata con le esigenze dell'impianto

Figura 61 - La scelta del frutteto a spalliera

La distanza tra i tracker è stata calibrata per consentire un singolo filare di mandorli a siepe (“spalliera”), in modo da garantire una produzione elevata per ettaro. La larghezza di ciascuna da 0,8 a 1,3 metri. Il sesto d’impianto adottato per le mandorle sarà di 6,5 metri tra le file x 1,2 metri sulla

fila, inframezzato dalle file di pannelli fotovoltaici anch'esse risultanti a 6,5 metri di distanza l'una dall'altra. L'altezza delle siepi del mandorleto, ma così come quella del noccioleto e oliveto sperimentali, sarà regolabile con una potatura interamente meccanizzabile che potrà procedere alla cimatura a seconda delle migliori considerazioni rispetto l'interferenza con la parte elettrica.

Dei circa 29,5 ettari di terreno utilizzabili per l'impianto agrofotovoltaico (area recintata) delle piastre 8, 9, 12 la superficie occupata materialmente dall'impianto mandorlicolo (ovvero la superficie dell'apparato fogliare delle piante, da non confondere con quello dell'area impegnata, che è l'area inclusiva delle aree di lavorazione) sarà pari a 4,8 ettari (16% della superficie recintata), mentre il numero di piante sarà pari a circa 29.000. Inoltre, rispetto all'impianto nel suo complesso, saranno presenti anche circa 80 arnie per apicoltura.



Figura 62 - Mandorleto a spalliera

La scelta agronomica è il frutto di un lavoro durato mesi. Partito da un confronto diretto con gli agricoltori del territorio che sono i proprietari attuali dei terreni.

Le esperienze registrate sono state confermate durante i sopralluoghi effettuati dai consulenti e dagli agronomi del team. Emerge principalmente **una difficoltà sempre più evidente: l'agricoltura emiliana sta attraversando una crisi profonda**³, spinta soprattutto dagli effetti sempre più marcati dei cambiamenti climatici, che si stanno facendo sentire con crescente forza.

L'impianto elettrico è un fattore di contrasto e contenimento di queste pressioni naturali, nella sua qualità di grande impianto che genera energia (ben 125 GWh all'anno, corrispondenti ai consumi di almeno 40.000 famiglie); tuttavia, **il progetto ha ritenuto di dover assumere una responsabilità aggiuntiva.**

È stato dunque pensato come presidio ed elemento di contrasto e resistenza verso questa acuta e progressiva crisi da cambiamento del clima (e conseguenti eventi estremi). L'obiettivo che si è posto è stato di **produrre un'agricoltura più resistente rispetto alla crisi climatica.**

Questa crisi impatta in particolare modo la frutticoltura del modenese, che è il cuore produttivo di parte della regione stessa; in particolare circa la produzione di pere, ciliegie, albicocche. Le pere e le drupacee possono arrivare a perdite disastrose, stimate da Confagricoltura nell'ordine dei 32.000,00 €/ha⁴. A tal fine la regione Emilia-Romagna ha avviato il progetto "*Frutteti protetti*"⁵, con l'obiettivo di realizzare oltre 1.000 ettari di nuovi frutteti protetti entro il 2026 e adeguare strutturalmente altri 2.500 ettari di coltivazioni esistenti. Questi impianti sono dotati di sistemi di protezione come reti antigrandine, sistemi antibrina e irrigazione di precisione.

Ma sono in corso anche sperimentazioni su **varietà più resistenti** alle nuove condizioni climatiche e per l'adozione di agricoltura di precisione, sensori per il monitoraggio climatico e sistemi di irrigazione efficienti.



³ - <https://terraevita.edagricole.it/cambiamenti-climatici/gelate-nord/>

⁴ - <https://terraevita.edagricole.it/frutticoltura-orticoltura/piove-sul-bagnato-agricoltura-dellemilia-romagna-in-ginocchio/>

⁵ - <https://www.regione.emilia-romagna.it/notizie/2024/marzo/agricoltura-oltre-70-milioni-di-euro-per-difendere-i-frutteti-dai-cambiamenti-climatici-1>

A tal fine è stata svolta dalla società **una ricerca di mercato e selezionato un qualificato consulente locale**, la società modenese “**Romagna Impianti**”, che con il marchio “iGreen System” sta promuovendo da tempo sperimentazioni sull’agrivoltaico “avanzato” e sul mandorleto in spalliera.



Figura 63 - Modena, area di sperimentazione mandorleti a spalliera



Figura 64 - Mandorleti durante il sopralluogo, gennaio 2025



L'accordo prevede anche il coinvolgimento della produzione nel CIMM.



CONSORZIO ITALIANO DEL MANDORLO MODERNO

Nell'area di impianto, o nelle immediate vicinanze, sono presenti del resto numerosi frutteti.

CRISI DELL'AGRICOLTURA NEL MODENESE

IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA FRUTTICOLTURA

DANNI ECONOMICI

 Confagricoltura Emilia-Romagna stima danni fino a 32.000 euro per ettaro per frutteti e vigneti per affluvi d'acqua e gelate tardive

EVENTI CLIMATICI ESTREMI

 Gelate primaverili: Nel Modenese, temperature comprese tra i -6 e i -3°C hanno colpito duramente drupacee e pomacee, particolare pere e ciliegie

FITOPATIE E PARASSITI

 Proliferazione di fitopatie
I cambiamenti regionali hanno favorito la proliferazione di ridsesse-like, cimice asiatica e la maculatura bruna, colpendo duramente frutti e piante

INTERVENTI E MISURE DI SOSTEGNO

 La Regione Emilia-Romagna ha stanziato oltre 70 milioni di euro per difendere i frutteti dai cambiamenti climatici

FONTI:

- terraevita.edagricole.it
- [facebook](https://www.facebook.com/cimmoderno)
- ↑ regione.emilia-romagna.it

Fonti:

2.5.2 - Analisi del terreno

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

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



Sono state affidate alla Società Techno Analysis S.r.l.⁶ le analisi pedologiche puntuali sull'area di intervento, al fine di determinare la variabilità interna dei suoli e quindi destinare a quegli appezzamenti le colture più idonee. La scelta dei punti di campionamento è stata effettuata incrociando le cartografie georeferenziate di tessitura; Carbonio organico, pH, calcare attivo e CSC forniti dalla regione Emilia-Romagna, che ha permesso l'individuazione di zone con valori omogenei mediante interpolazione dei risultati con la funzione k-means del software Q-Gis, che ha poi agevolato l'individuazione dei punti di campionamenti suddivisi in base alle zone omogenee.

I valori restituiti sono quelli di terreni con una buona dotazione nutrizionale, in quanto terreni sempre utilizzati a scopo produttivo e che quindi hanno ricevuto molte concimazioni e dispongono di una buona fertilità residua, il tenore di Corg intorno all'1%, ma dispongono di un'ottima CSC, e di un alto tenore in limo e argilla che richiederà tempestività nelle lavorazioni perché queste potranno essere eseguite solo durante lo stato di "tempera" del terreno, e inoltre i terreni richiederanno

6 - <https://www.technoanalysis.com/>

accorgimenti per evitare ristagni idrici prolungati sugli appezzamenti, problema risolvibile mediante scoline o drenaggi sotterranei.

Data la natura fortemente argillosa e limosa le lavorazioni del suolo costituiranno per la messa a dimora delle piante in un'aratura a 30 o 40 cm (dipendentemente dal livello di interrimento delle linee elettriche), accompagnato da una ripuntatura anch'essa profonda per favorire l'approfondimento radicale delle giovani piantine e il drenaggio dell'acqua, e poi terminerà con un'erpatura leggera che servirà anche ad interrare il letame maturo che costituirà la concimazione di fondo, per la quale possono essere previsti anche fertilizzanti di sintesi come il Fosfato Bi-Ammonico⁷, che con il suo tenore in Fosforo e Azoto aiuta sia l'espansione delle radici che l'accrescimento fogliare delle giovani piantine.

Parametro	Unità di misura	Media
pH	-	772
Carbonati totali (%)	%	1158
Calcare attivo (%)	%	616
Sostanza organica (%)	%	175
Azoto totale (‰)	‰	158
Fosforo (P mg/Kg)	mg/Kg	662
Fosforo (P ₂ O ₅ mg/Kg)	mg/Kg	1513
Potassio (K mg/Kg)	mg/Kg	4304
Sodio (Na mg/Kg)	mg/Kg	1193
Calcio (Ca mg/Kg)	mg/Kg	22378
Magnesio (Mg mg/Kg)	mg/Kg	1721
Ferro (Fe mg/Kg)	mg/Kg	361
Manganese (Mn mg/Kg)	mg/Kg	233
Zinco (Zn mg/Kg)	mg/Kg	159
Rame (Cu mg/Kg)	mg/Kg	75
Boro (B mg/Kg)	mg/Kg	142
CSC (meq/100g)	meq/100g	1496
C/N	-	689
ESP (%)	%	645
SAR	-	33
Mg/K	-	131

Figura 65 - Valori medi analisi amterreni

La concimazione organica si rende necessaria per abbassare il pH del suolo ed evitare, o ridurre, che il calcio, molto presente in questi suoli, immobilizzi il fosforo in Fosfato di calcio $\text{Ca}^3(\text{PO}_4)^2$, forma del fosforo non disponibile per l'assorbimento radicale.

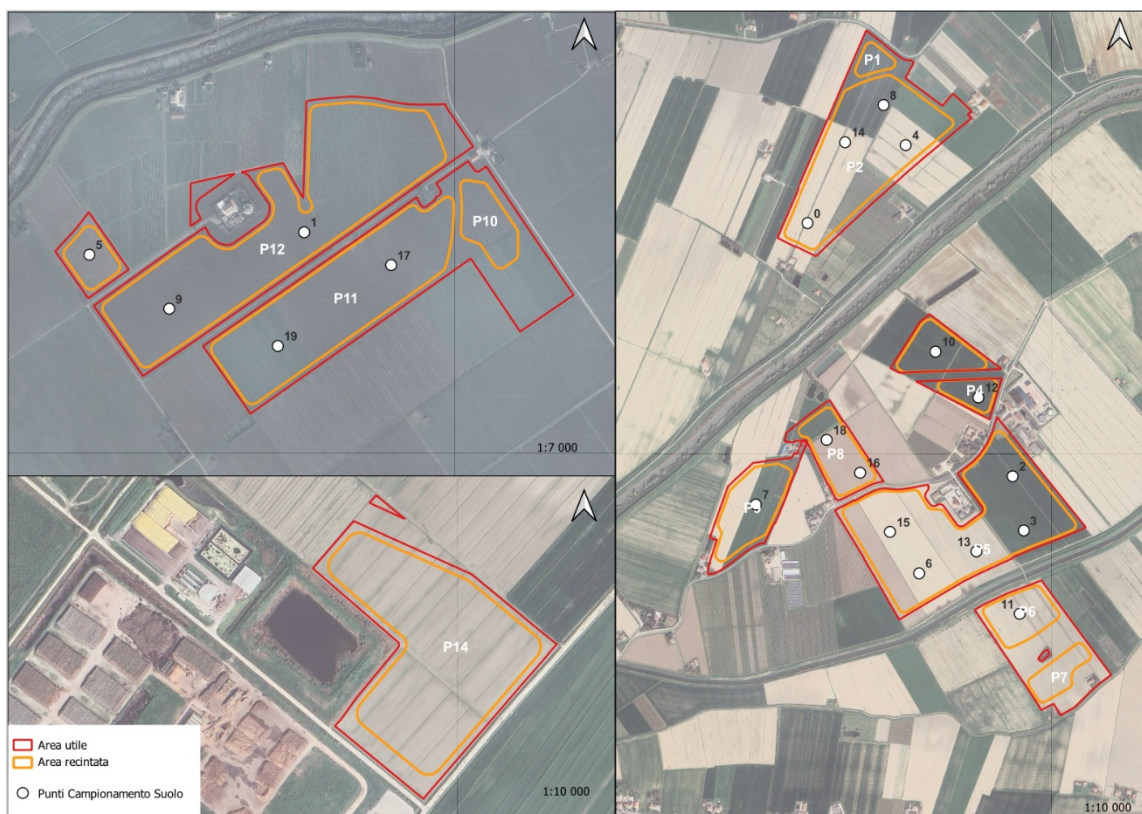


Figura 66 - Punti di campionamento pedologico

Dall'inquadramento pedologico puntuale, tuttavia, è emersa una tessitura franca (F) su alcune porzioni dell'area di intervento (piastre 1, 2, 3, 8, 9 e 12). È stato scartato l'asparago, altra coltura poliennale, perché una coltura che risente molto della pesantezza dei suoli, in quanto è una specie che gode di maggiore produttività in terreni sabbiosi⁸.

2.5.3 – Impostazione generale e parametri agrivoltaici

La disposizione dei pannelli è stata attuata avendo cura che l'impegno di suolo rientri in parametri di sostenibilità. Di seguito le tabelle dei parametri per le piastre divise per coltura. In totale sono stati verificati i parametri delle piastre agrivoltaiche divise per coltura.

I dati fondamentali dell'impianto sono così riassumibili, dividendo l'impianto (ai fini delle definizioni delle “Linee Guida dell'agrivoltaico” e precisamente la definizione di “Tassello”) per aree di coltivazione omogenea e relativa disposizione elettrica (pitch tracker):

Più precisamente:

⁸ - <https://asparagoverdealtedoigp.it/come-si-coltiva/>

		mq	%	su
A	Superficie complessiva del lotto	372.118		
B	superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	294.920	79%	A
B1	di cui superficie netta radiante impegnata	86.928	29%	B
B2	di cui superficie minima proiezione tracker	28.252	10%	B
C	Superficie viabilità interna	18.701	5%	A
D	Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A	294.920		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	261.610	89%	D
E1	di cui mandorleto superintensivo	227.460	77%	D
E2	di cui prato fiorito	34.150	12%	D
G	Altre aree naturali	77.199	21%	A
G1	superficie naturalistica mitigazione	77.199	21%	A
H	Superficie agricola Totale	338.808	91%	C

Figura 67 - Tabella aree impegnate dall'impianto mandorleto principale

		mq	%	su
A	Superficie complessiva del lotto	898.755		
B	superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	723.605	81%	A
B1	di cui superficie netta radiante impegnata	245.680	34%	B
B2	di cui superficie minima proiezione tracker	79.846	11%	B
C	Superficie viabilità interna	40.894	5%	A
D	Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A	723.605		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	586.120	81%	D
E1	di cui seminativo	586.120	81%	D
G	Aree naturali	173.749	19%	A
G1	superficie mitigazione	173.749	19%	A
H	Superficie agricola Totale	759.869	85%	C

Figura 68 - Tabella aree impegnate dall'impianto seminativo principale

		mq	%	su
A	Superficie complessiva del lotto	66.080		
B	superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	21.791	33%	A
B1	di cui superficie netta radiante impegnata	4.760	22%	B
B2	di cui superficie minima proiezione tracker	1.547	7%	B
C	Superficie viabilità interna	2.461	4%	A
D	Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A	21.791		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	17.437	80%	D
E1	di cui uliveto superintensivo	15.890	73%	D
E2	di cui prato fiorito	1.547	7%	D
G	Altre aree naturali	42.119	64%	A
G1	superficie mitigazione	42.119	64%	A
G2	superficie naturalistica	0	0%	A
H	Superficie agricola Totale	59.556	90%	C

Figura 69 - Tabella aree impegnate dal corileto sperimentale

		mq	%	su
A	Superficie complessiva del lotto	49.152		
B	superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	23.143	47%	A
B1	di cui superficie netta radiante impegnata	4.760	21%	B
B2	di cui superficie minima proiezione tracker	1.547	7%	B
C	Superficie viabilità interna	3.083	6%	A
D	Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A	23.143		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	18.745	81%	D
E1	di cui seminativo sperimentale	18.745	81%	D
G	Altre aree naturali	26.010	53%	A
G1	superficie mitigazione	26.010	53%	A
G2	superficie naturalistica	0	0%	A
H	Superficie agricola Totale	44.755	91%	C

Figura 70 - Tabella aree impegnate dal seminativo sperimentale

		mq	%	su
A	Superficie complessiva del lotto	22.130		
B	superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	11.193	51%	A
B1	di cui superficie netta radiante impegnata	2.008	18%	B
B2	di cui superficie minima proiezione tracker	653	6%	B
C	Superficie viabilità interna	1.862	8%	A
D	Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A	11.193		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	8.180	73%	D
E1	di cui uliveto superintensivo	7.527	67%	D
E2	di cui prato fiorito	653	6%	D
G	Altre aree naturali	10.937	49%	A
G1	superficie mitigazione	10.937	49%	A
G2	superficie naturalistica	0	0%	A
H	Superficie agricola Totale	19.117	86%	C

Figura 71 - Tabella aree impegnate dall'oliveto sperimentale

La superficie impegnata netta corrisponde alla superficie sulla quale insiste la copertura determinata dai pannelli come proiezione sul piano orizzontale ed è pari al 32% del lotto.

LAOR tot		32%
Pannelli orizzontali		mq
Mandorleto Principale		86.928
Seminativo Principale		245.680
Seminativo Sperimentale		4.760
Oliveto Sperimentale		2.008
Noccioleto Sperimentale		4.760
Area recintata		1.074.651

Figura 72 - Calcolo del LAOR complessivo dell'impianto

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 il 21% del lotto. La superficie recintata è pari al 76% del lotto lordo. Il resto della superficie è dedicato a mitigazioni e aree di continuità naturalistica (23% della superficie lorda).

		mandorleto	seminativo	sperimentazioni			totale	%	su
				corileto	seminativo	oliveto			
A	superficie complessiva	372.118	898.756	66.080	49.152	22.130	1.408.236		
B	area recintata (tassello)	294.920	723.605	21.791	23.143	11.193	1.074.651	76%	A
C	superficie agricola produttiva SAP	261.610	586.120	17.437	18.745	8.180	892.092	83%	B
D	mitigazione	77.199	173.749	42.119	26.010	10.937	330.013	23%	A
E	viabilità	18.701	40.894	2.461	3.083	1.862	67.000	6%	B
F	superficie radiante	86.928	245.680	4.760	4.760	2.008	344.137	32%	B

Figura 73 - Superfici complessive

L'area impegnata da usi agricoli produttivi ad alto investimento e resa è pari al 83% del lotto recintato, valore compreso della superficie dedita all'apicoltura per ulteriore. La superficie netta interessata dalle siepi produttive mandorlicole, escludendo gli spazi di lavorazione, è di 4,8 ettari (sola chioma alberi), mentre includendo i canali laterali liberi per la corretta distanza tra gli alberi sale a 20 ettari. L'area includendo spazi di lavorazione, tare e viabilità è di quasi 23 ettari. L'area impegnata dalla mitigazione è pari al 23% del totale (33 ha).

Ai fini della conformità ai parametri dell'agrivoltaico (A), la Superficie agricola produttiva totale è pari al 83% della superficie recintata.

L'impianto ha nelle piastre con il mandorleto un pitch di 6,5 m; in quelle con il seminativo principale 5,5 m; ne consegue che le stringhe di inseguitori monoassiali, con pannello da 750 Wp e dimensioni 2.384 x 2.384 mm (Recom modello RCM-750-8DBHM⁹), saranno poste a circa 1,15 mt di distanza in proiezione zenitale a pannello perfettamente orizzontale.

SAP tot	892.091,71
Mandorleto Principale	261.609,59
di cui mandorleto superintensivo	227.459,54
di cui prato fiorito	34.150,05
Seminativo Principale	586.120
Seminativo Sperimentale	18.745,48
Oliveto Sperimentale	8.179,55
di cui uliveto superintensivo	7.526,86
di cui prato fiorito	653
Noccioleto Sperimentale	17.437,04
di cui noccioleto superintensivo	15.889,92
di cui prato fiorito	1.547,12

Figura 74 - Tabella valori

SAP Tot	892.091,71	mq
Area recintata	1.074.651	mq
SAP/Area recintata (%)	83%	
Agricoltura/Area recintata (%)	80%	
Apicoltura/Area recintata (%)	3%	

Figura 75 - Tabella di calcolo del requisito A



Figura 76 – Suddivisione colture sull'area di intervento

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.

2.5.4 - Progetto agronomico produttivo: mandorleto a spalliera

L'impianto, dunque, oltre a produrre 125 GWh elettrici all'anno, produce nei 29,5 ettari di mandorleto a spalliera, anche circa 670 q.^{li} di mandorle che saranno trasformati in ca 450 q.^{li} di mandorle sgusciate, e gli oltre 58 ettari di seminativo potranno produrre, nel caso del grano tenero, oltre 270 tonnellate di granella. Questa duplice funzione del terreno determina una elevatissima produttività sia elettrica come agricola.

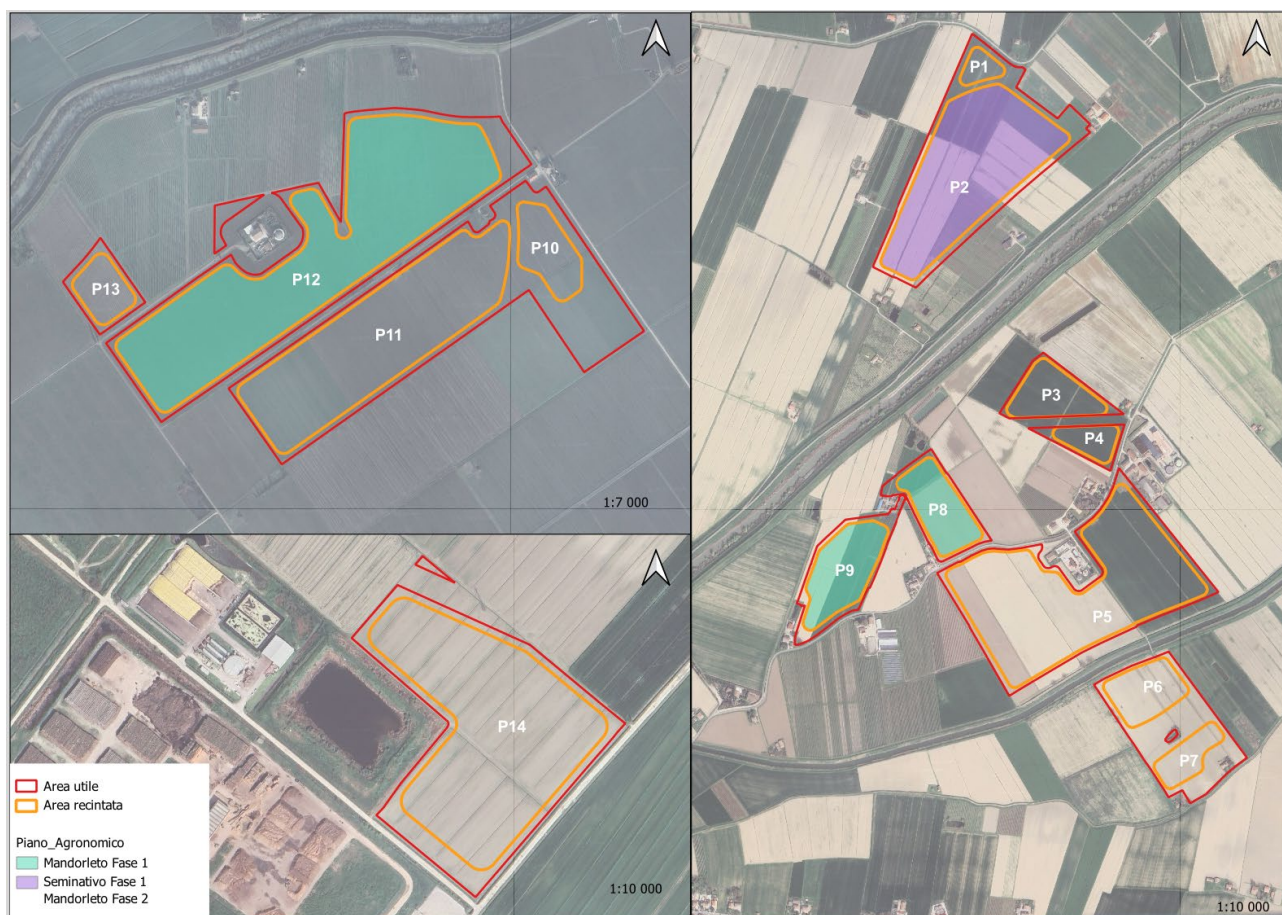


Figura 77 - Ubicazione mandorleto (Fase 1)

2.5.4.1 - Generalità

Considerate le condizioni pedoclimatiche del luogo e l'orografia del terreno, ed in base alle considerazioni svolte sulla situazione dell'agricoltura emiliana (soprattutto in prospettiva dei prossimi anni) si è pensato di avviare, come coltivazione-guida, un impianto mandorlicolo ad alto rendimento a fioritura ritardata. Il mandorleto sarà tenuto a siepe e ad altezza standard di 2 m circa metri in modo da consentire una raccolta meccanizzata.



Al fine di verificare la fattibilità dell'iniziativa e la sua utilità per la sperimentazione di forme di resilienza ai cambiamenti climatici sarà inizialmente sviluppato su un'area pedologicamente adatta e successivamente esteso sulle altre candidabili.



Figura 78 – Raccoglitrice scavallatrice

2.5.4.2 - Caratteristiche e tecniche della soluzione proposta

I mandorleti a spalliera sono ottimali per l'associazione con la produzione elettrica, infatti:

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



Figura 79 – Mandorli a spalliera in fiore

La distanza tra i tracker è stata calibrata per consentire un singolo filare, in modo da garantire una produzione elevata per ettaro. Il sesto d'impianto adottato per le mandorle sarà di 6,5 metri tra le file x 1,2 metri sulla fila, inframezzato dalle file di pannelli fotovoltaici anch'esse risultanti a 6,5 metri di distanza l'una dall'altra.

Dei circa 29,5 ettari di terreno utilizzabile per l'impianto agrofotovoltaico (area recintata piastre 8, 9 e 12) la superficie occupata materialmente dall'impianto mandorlicolo compreso degli spazi di lavoro sarà quindi pari a circa 23 ettari, mentre il numero di piante sarà di circa 29.000.

L'interasse tra la struttura e l'altra dei moduli è di 6,5 metri, lo spazio libero tra i moduli varia quindi da un minimo di 3,6 metri nelle ore centrali del giorno, ad un massimo di 5,3 metri con i moduli in

verticale. Questa caratteristica è stata calibrata per consentire il passaggio alle macchine trattrici, sapendo che le più grandi in commercio non sono più larghe di 2,50 metri, mentre le macchina scavallatrici non di 3,5 m.

L'impianto fotovoltaico è diviso in cluster individuati nel *Protocollo di Operatività* e nei documenti di *Manutenzione e Gestione* come un'unità composta da una sezione composta da file di inseguitori e siepi quanto più possibile idonee a rendere efficiente una operazione sugli uni o gli altri.

Le sezioni sono delimitate da cavidotti e percorsi di viabilità interna.

2.5.4.3 – Regole operative interfaccia agricolo/fotovoltaico

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

1. Quando un operatore entra con un macchinario all'interno dei filari, ai fini della sicurezza sul lavoro e dell'agevolazione delle attività di manutenzione i pannelli devono essere orientati con un'inclinazione massima di 55 gradi.
2. In particolare, è preferibile che durante le attività operative gli inseguitori vengano posizionati rispettivamente con una inclinazione di $+55^\circ$ e -55° in modo tale da escludere qualsiasi tipo di contaminazione accidentale da parte di polveri. In questo modo, il trattore, passando nell'interfila tra i due pannelli inclinati in maniera opposta verrà a contatto solamente con la parte inferiore dell'inseguitore evitando di sporcare la superficie superiore adibita alla recezione dei raggi solari.
3. Non è importante disattivare l'impianto durante i lavori di gestione e manutenzione del terreno dal momento che i moduli fotovoltaici rimangono in tensione e continuano a produrre corrente continua. La tensione a cui sono sottoposti i pannelli viene chiamata "tensione a vuoto" ed è presente quando c'è irraggiamento e anche se gli inseguitori non sono connessi.
4. Su comunicazione da parte dei gestori dell'impianto il giorno anteriore allo svolgimento delle operazioni colturali, saranno comunicati i settori e le ore di intervento per le operazioni colturali con un buffer di tempo predefinito di 15 minuti per passaggio in ogni singola sezione.
5. La nomenclatura dei singoli lotti/sezioni dell'impianto fotovoltaico sarà condivisa dalla parte gestore dell'impianto al fine di uniformare i gestionali e le modalità di comunicazione tra le due parti, ivi compreso identificazione punti di pericolo, in formato digitale e georeferenziati.

6. È fatto carico alla parte fotovoltaica l'implementazione di eventuali strumenti o ausili informatici per la comunicazione e la gestione del flusso di dati tra ambo le parti.

Per minimizzare le interferenze tra le due attività, inoltre:

- I cavidotti in fase di realizzazione saranno installati ad una profondità superiore al metro per quanto riguarda quelli di media tensione e quelli di bassa tensione. Tale profondità non creerà alcuna interferenza con l'installazione dell'impianto di irrigazione, le quali tubazioni principali lungo la strada verranno installate ad una profondità di 60-70 cm, mentre quelle per la testata delle ali gocciolanti ad una profondità di 50-60 cm.

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

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

Figura 80 - Schema attività ed interferenze

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

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

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

Sui cavidotti si potrà transitare con dei macchinari con un peso massimo di 300 quintali e, qualora ce ne sia bisogno, anche piantumare.

Sul terreno dell'impianto verranno situate delle piazzole occupate dalle cabine inverter in calcestruzzo o metallo (3mt x 6/12mt) con delle ventole ad areazione forzata per il raffreddamento dei trasformatori.

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

2.5.4.4 - Scelta della “cultivar”

La cultivar di mandorlo consigliata per l'impianto è Avijor e, come precedentemente descritto quindi, la tipologia di piante più indicate per la messa a dimora, realizzando l'impianto in autunno/inverno, sarà quella a “radice nuda”.

La scelta, con le consulenze indicate, è ricaduta su Avijor perché è la cultivar più produttiva sia come resa in quintali in guscio, che in resa di seme edibile pari al 35-40% del peso in guscio. Inoltre, è caratterizzata da un rapido sviluppo vegetativo e una precoce produzione. La fioritura della varietà nel Nord Italia è posizionata nella seconda decade di marzo.

“Lauranne® Avijor”: originaria della Francia, discendente di cultivar pugliesi, si caratterizza positivamente per la fioritura tardiva (tra la seconda e l'ultima settimana del mese di marzo), per l'autofertilità e per la buona produttività. Dalla cultivar madre, denominata ‘Tuono’, ha ereditato la tendenza a produrre una percentuale di semi doppi superiore al 5%.

La scelta di specifiche cultivar e delle giuste attenzioni agronomiche permette la coltivazione del mandorlo a latitudini che convenzionalmente fino a qualche anno fa venivano considerate poco adatte. Al giorno d'oggi invece la coltivazione del mandorlo è una realtà concreta basti pensare alla recente nascita del *Consorzio Italiano Mandorlo Moderno* (CIMM) proprio in Emilia-Romagna¹⁰.

¹⁰ - <https://www.romagnaimpianti.net/post/nasce-il-consorzio-italiano-del-mandorlo-moderno>

Inoltre, sono sempre più gli imprenditori agricoli del Nord Italia che stanno investendo in questa coltura con buoni risultati. Casi specifici trovano riscontro nell'imolese, nel veronese e nel rovigotto.



Figura 81 - Presentazione del consorzio

2.5.4.5 - Operazioni Colturali

Le operazioni colturali previste sono:

- *Lavorazione preliminare del terreno:* Aratura e interrimento del letame (200-300 q.^{li}/ha) con una successiva erpicatura. Applicando il principio della falsa semina si valuterà quando successivi passaggi di erpice o trinciatrice effettuare per eliminare meccanicamente le erbe infestanti ed affinare il suolo. È stata verificata la fattibilità tecnica dell'utilizzo delle macchine previste per le operazioni di preparazione del suolo e i relativi spazi di manovra.

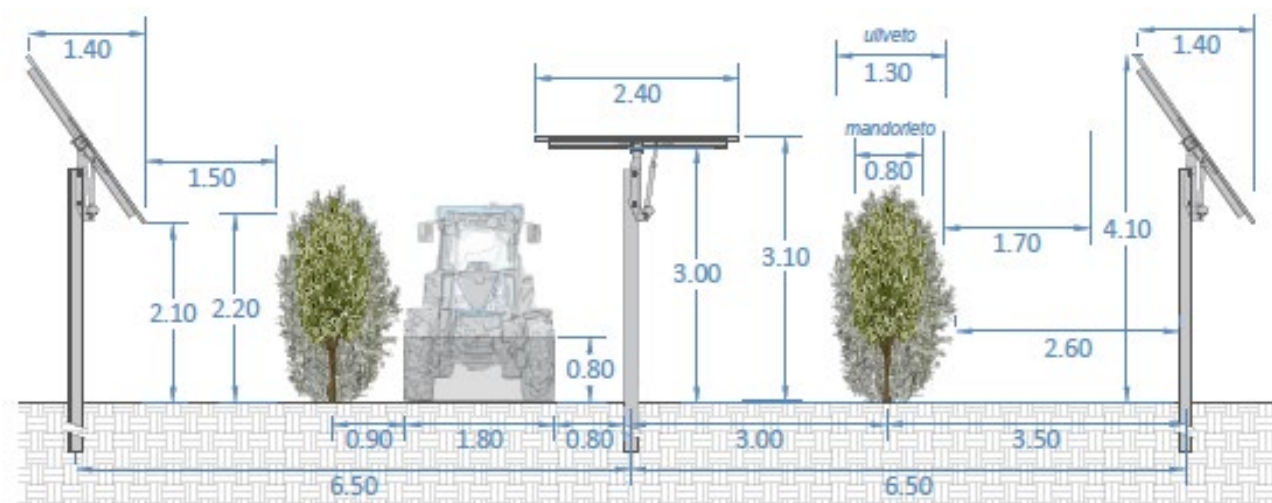


Figura 82 - Prospetto trattore

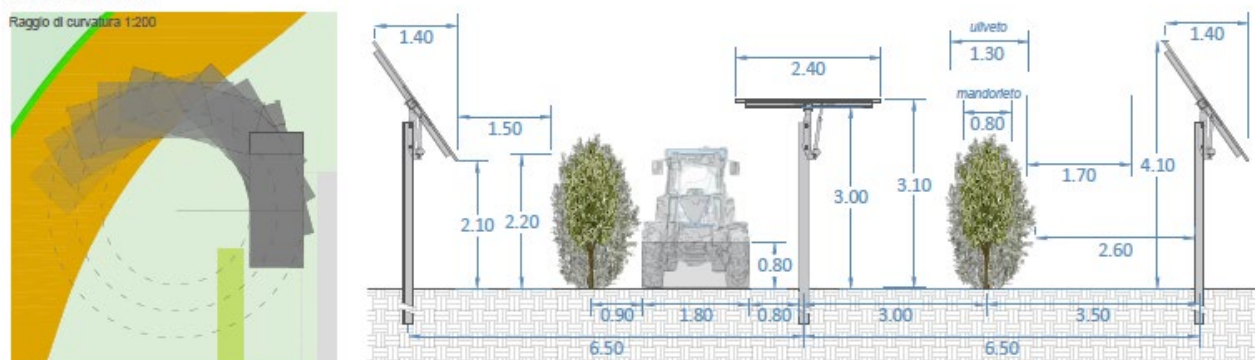


Figura 83 - Prospetto trinciatrice e spazi di manovra

- *Trapianto*: sarà effettuato con macchine trapiantatrici (es. Spapperi TN100) trainate che consentono di meccanizzare l'interramento della talea radicata o della giovane piantina, riducendo la manodopera che rimarrà anche se in minima parte necessaria. L'utilizzo di questa macchina è stato ritenuto possibile in quanto lo spazio a disposizione, considerando l'assenza della siepe mandorlicola, consente sia il passaggio della trattrice che della trapiantatrice.



Figura 84 – Trapiantatrice Spapperi TN 100

- *Irrigazione e Concimazione*: l'irrigazione avverrà con ala gocciolante o sistema di sub-irrigazione che consentirà l'apporto di fertilizzanti in fertirrigazione. In ogni caso, qualora fosse necessario, esistono numerose macchine spandiconcime trainate con un ingombro minimo.
- *Il diserbo*: se necessario ed opportuno, verrà effettuato con trinciatrice tra le file, mentre per il diserbo tra le piante di mandorlo verrà utilizzata una barra per il diserbo che localizzerà l'intervento con un getto ad alta pressione, che coinvolgerà unicamente la parte bassa del colletto delle piante. L'alta pressione ridurrà al minimo gli effetti della deriva.
- *Potatura*: avverrà in maniera completamente meccanizzata, con delle barre falcianti installate sulla macchina trattrice, e consentiranno di adeguare sia l'altezza e la larghezza della siepe mandorlicola secondo le necessità. L'altezza massima raggiungibile dalle piante è di 2,8 o 3 m, che è l'altezza massima operativa per le macchine raccoglitrici scavallatrici, ma da questo tipo di impianto potrebbero nascere delle interferenze con i pannelli, che potrebbero ricevere un ombreggiamento dalla parte apicale delle piante. Tuttavia, l'altezza delle piante è agilmente correggibile in maniera meccanizzata, difatti con la macchina potatrice si può ridurre l'altezza verso dimensioni ritenute più consone all'impianto agrivoltaico, comprese tra i 2 m e i 2,2 m. Il prospetto e gli spazi di manovra sono rappresentati di seguito.

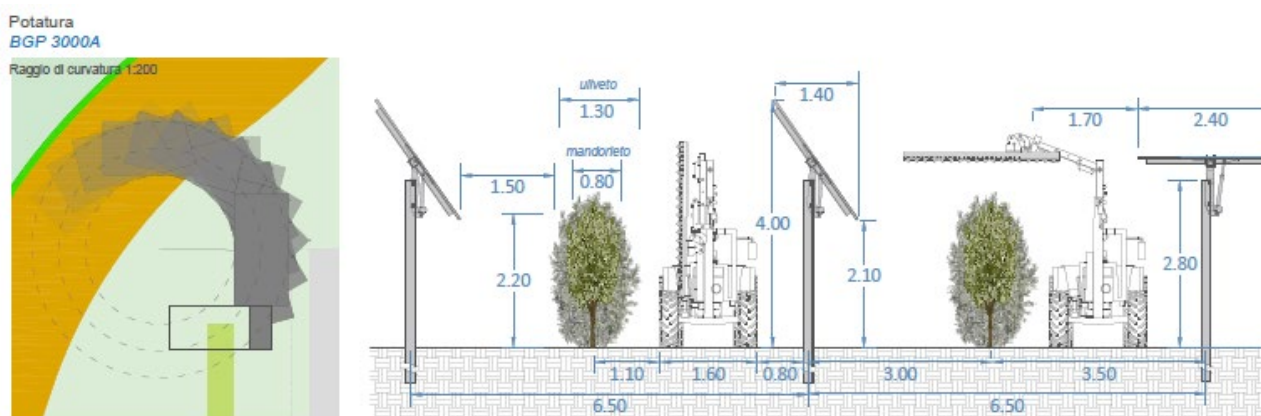


Figura 85 - Prospetto potatrice e spazi di manovra

- *Trattamenti fitosanitari*: i trattamenti fitosanitari non verranno effettuati “a calendario”. Nel capitolo seguente verrà chiarito come il numero massimo di interventi fitosanitari eseguibili dipenderà dai dati raccolti dai sensori (cfr. 2.6.2.7), che aiuteranno a individuare il momento più adatto, evitando trattamenti superflui e poco efficaci. **Il piano fitosanitario**, dunque, prevederà l'utilizzo di numerosa sensoristica quale stazioni meteo, sensori di bagnatura fogliare e integrazione dei dati raccolti con software DSS, che consentono l'elaborazione dei

dati meteo in consigli agronomici sulle tempistiche migliori per effettuare i trattamenti fitosanitari (intensità e radiazione solare, velocità vento, probabilità di pioggia).

L'utilizzo di sensori di bagnatura fogliare si ritiene essenziale in questo caso in quanto consente di effettuare una stima della probabilità di infezione, da parte di patogeni che utilizzano l'acqua come vettore infettivo, come i funghi ad esempio, sulle foglie, noto il loro grado di umidità.

Riguardo invece al tipo di macchinari, esistono sul mercato numerosi sistemi di irrorazione della chioma con sistema di antideriva e riassorbimento delle particelle di fitofarmaci. Un esempio è la *Friuli Drift Recovery Monofila 600*, un macchinario trainato che consiste in una struttura composta da due pannelli che racchiudono interamente la chioma della siepe mandorlicola, consentendo un trattamento estremamente mirato e concentrato unicamente alla chioma. L'abbinamento di sistemi antideriva, che consentono quindi di localizzare il trattamento alla sola chioma della siepe, con sistemi di recupero che riassorbono il prodotto fitosanitario evitandone sprechi e dispersione nell'ambiente. Su grandi superfici come quella del progetto in essere si tratta di un ingente risparmio di prodotti fitosanitari.

Trattamenti fitosanitari
Drift Rec Monofila 600
Raggio di curvatura 1:200

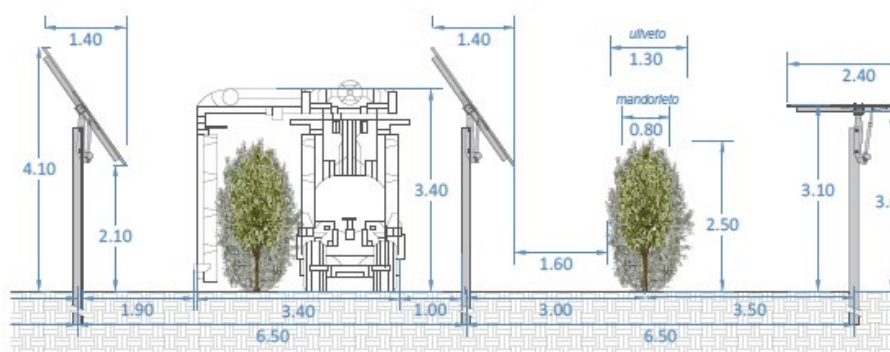
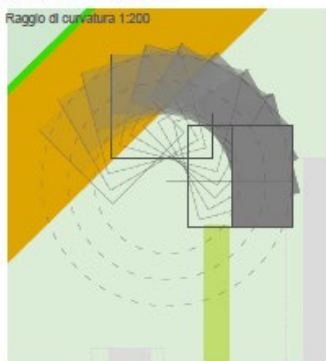


Figura 86 - Prospetto e spazi di manovra macchina per trattamenti fitosanitari

- *Raccolta*: la raccolta sarà completamente meccanizzata ed avverrà con macchina scavallatrice.

Macchinario per la raccolta
New Holland Braud 10.90X olive
Raggio di curvatura 1200

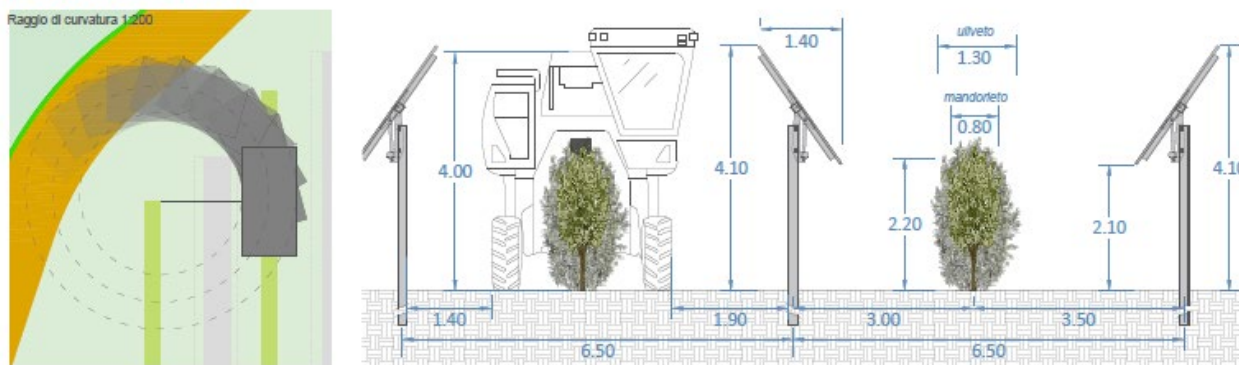


Figura 87 – Prospetto e raggio di curvatura macchina scavallatrice

- *Lavorazione prodotto*: nel caso in cui nel territorio non si riesca a reperire un'azienda che trasformi il prodotto, si può utilizzare una macchina smallatrice per offrire un prodotto già lavorato sul mercato. Le mandorle vanno raccolte e poi conservate in guscio nei magazzini di stoccaggio, e la scavallatrice che esegue la raccolta non pulisce mai completamente le mandorle dal proprio mallo che è la parte “carnosa o polpa” del frutto nel quale è contenuto il guscio; resta sempre una percentuale di mandorle in guscio con attaccato il mallo o parte di esso, che dovrà essere eliminata, per poi procedere alla successiva fase di lavorazione (essiccazione) ed al definitivo stoccaggio. È necessario quindi un macchinario che provveda alla “pulizia” delle mandorle (smallatura) dal proprio mallo; questa macchina si chiama smallatrice. La smallatura si effettua direttamente al margine del campo al momento della raccolta. Operazione fondamentale e solerte perché qualora il mallo restasse attaccato al guscio potrebbe innescare infezioni fungine compromettenti la futura fase di conservazione del frutto. La smallatrice è un macchinario dotato di una vasca di immissione delle mandorle con all'interno una coclea centrale rotante che stacca e separa i mali ancora attaccati ai gusci. Ha capacità di lavorazione pari a 25-50 quintali orari a seconda delle dimensioni. Si ritiene comunque che la presenza nel territorio del CIMM, che gestisce una fitta rete di mandorlicoltori, supportandoli dal trapianto fino alla messa in commercio del loro prodotto, offrendo maggiori garanzie di vendita.



Figura 88 - Macchina smallatrice

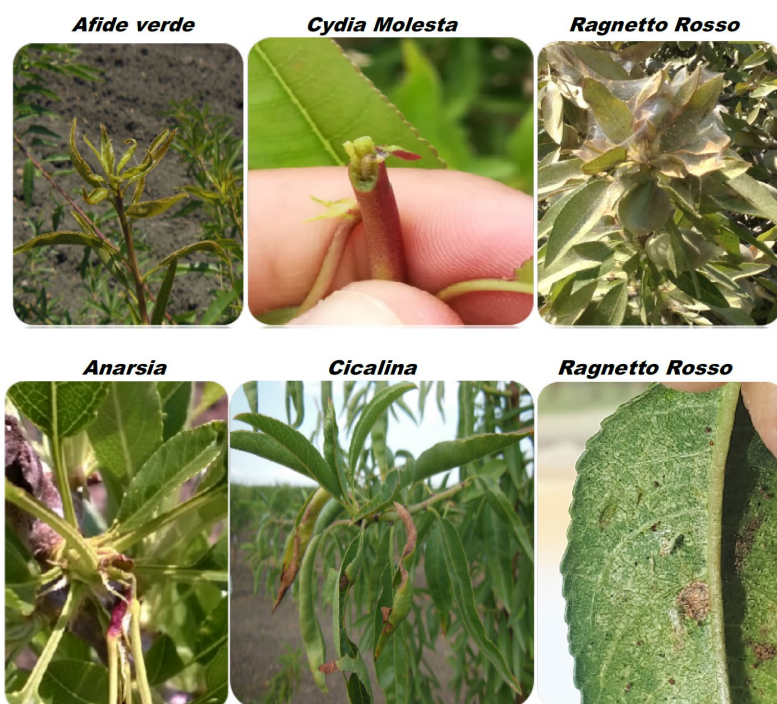
2.5.4.6 - Trattamenti fitosanitari

La difesa fitosanitaria del mandorlo SHD allevato in Pianura Padana è rivolta prevalentemente a parassiti fungini, considerato il grande tasso di umidità presente, e, a seconda del ciclo culturale ad alcuni insetti.

Principali insetti patogeni del mandorlo al Nord:

Nome comune	Nome latino	Tipologia di danno		Note
		Vegetazionale	Fruttificativo	
Afide	Myzus persicae	x	x	Da contenere in pre-post fioritura per evitare ritardi vegetazionali e cascole dei frutti in fase di allegagione
Cicaline spp	Scaphoideus Titanus	x		Da contenere nei primi 3 anni d'impianto per favorire la crescita vegetativa
Ragnetto rosso	Tetranychus Urticae	x	x	Presente nei mesi di luglio/agosto da contenere per evitare defogliamenti
Cydia del pesco	Grapholita molesta	x		Da contenere nei primi 3 anni d'impianto per favorire la crescita vegetativa
Anarsia	Anarsia lineatella	x		Da contenere nei primi 3 anni d'impianto per favorire la crescita vegetativa
Cimice asiatica	Haliomorpha Halys		x	Da contenere a fine aprile-maggio per evitare danni al seme, in quanto il guscio non è ancora lignificato e quindi penetrabile dallo stiletto della cimice

Figura 89 - Principali insetti patogeni del mandorlo al Nord



Principali patogeni fungini e batterici del mandorlo al Nord:

Nome comune	Nome latino	Tipologia di danno		Note
		Vegetazionale	Fruttificativo	
Fusicocco o Cancro dei nodi	Fusicoccum Amygdali	x	x	Danno a livello vegetazionale, provocando disseccamenti rameali, che si riflette sull'intera produzione
Corineo	Corineum Bejerinckii	x	x	Danno sia a livello dei frutti che vegetazionale, provocando disseccamenti rameali, che si riflette sull'intera produzione
Maculatura rossa fogliare	Polystigma Ochraceum	x	x	Danno a livello vegetazionale, provocando disseccamenti e cascola fogliare, che si riflette sull'intera produzione
Marciume bruno	Monilia laxa e Fructigena	x	x	Danno a livello dei frutti (M. Fructigena) che del legno (M. laxa)
Cancro batterico delle drupacee	Xantomonas Arboricola e Pseudomonas spp	x	x	Gommosi a livello del legno. Può portare alla morte della pianta
Marciumi radicali	Armillaria Mellea e Rosellinia Necatrix	x	x	Colpiscono la radice della pianta portandole al declino ed alla morte

Figura 90 - Principali patogeni fungini e batterici del mandorlo al Nord

Di seguito invece l'elenco dei trattamenti divisi per epoca di esecuzione. Si intende rimarcare che questo elenco è l'elenco dei trattamenti da effettuare "a calendario", e pertanto è il numero massimo, cautelativo, di trattamenti eseguibili in un anno., seconda la pratica consolidata in Emilia-Romagna. Grazie all'utilizzo della sensoristica si prevede una riduzione del numero di interventi fitosanitari in quanto questi verranno eseguiti nell'epoca più idonea, considerando i dati meteo e il rischio di infezione.

La gestione delle aggressioni e dei trattamenti sarà condotta in condizione di "Lotta integrata".

I consigli del consulente, in base alla sua esperienza e competenza, sono:

- Apportare sostanza organica, con abbondante concimazione sia preventiva sia durante l'intero ciclo di vita;
- Apportare annualmente:
 - Azoto (N) 100-120 unità
 - Fosforo (P) 40-60 unità
 - Potassio (K) 150-160 unità

Gli apporti dovranno essere frazionati nell'arco dell'anno, seguendo le fasi fenologiche e le curve di assorbimento dei singoli elementi da parte del mandorlo, con somministrazioni sia granulari che fogliari ed in miscela all'acqua d'irrigazione (fertirrigazione). Anche altri micro e macroelementi come Calcio (Ca), Manganese (Mn), Magnesio (Mg), Ferro (Fe) e Boro (B) dovranno essere erogati all'impianto nel corso del ciclo vegetativo con apporti prevalentemente fogliari a pronto effetto, per evitare ingiallimenti e clorosi che, considerata la medio-alta % di calcare attivo, potrebbero manifestarsi, riducendo sviluppo vegetativo e produttivo dell'impianto.



Figura 91 - Concimazione e fertirrigazione

DIFESA MANDORLO 2025

Foto Matteo Ferrari (FNS) - Marika Bianconcini (R.I.)

1 - GEMMA RIGONFIA (INIZIO FEBBRAIO)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	CANCRI SPP e BATTERIOSI	POLTIGLIA DISPERSS/MANICA oppure OSSICLORURO DI RAME	7 kg oppure 3 kg
2 - ROTTURA GEMME (FINE FEBBRAIO)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	CANCRI SPP - BATTERIOSI - CORINEO e FUSICOCO	POLTIGLIA DISPERSS/MANICA oppure OSSICLORURO DI RAME + ACUPRICO/ZIRAMIT WG + OLIO BIANCO	4 kg oppure 2 kg + 3 kg + 5 L
3 - BOTTONI BIANCHI/INIZIO FIORITURA (20 MARZO)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	CORINEO - FUSICOCO	MERPAN	2 kg
4 - FIORITURA (INIZIO APRILE)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	MONILIA - CORINEO - POLYSTIGMA - FUSICOCO	CAPTANO + SIGNUM (da ripetere in caso di piogge prolungate)	2 kg + 0,75 kg
		ANARSIA E CYDIA MOLESTA (limitatamente ai primi due anni in fase di allevamento)	INSTALLARE CONFUSIONE SESSUALE DOPPIA CHECK MATE SF-XL oppure ISOMATE	375 pezzi oppure 1000 pezzi
5 - CADUTA PETALI (15-20 APRILE)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	MONILIA - CORINEO - POLYSTIGMA - FUSICOCO - AFIDI - CIMICE ASIATICA	ZIRAMIT/ACUPRICO + VIVER ELITE WG + KESTREL	3 kg + 1 kg + 0,5 L

6 - SCAMICIATURA (INIZIO MAGGIO)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	CORINEO - POLYSTIGMA - FUSICOCCO - CIMICE ASIATICA	MERAN + DECIS EVO o similari	2 kg + 0,75 L 1,4 L
7 - ACCRESCIMENTO FRUTTI (15-20 MAGGIO)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	CORINEO - POLYSTIGMA - FUSICOCCO - (CIMICE facoltativo)	ACUPRICO/ZIRAMIT WG + VIVER ELITE WG + KESTREL	2,5 kg + 1 kg + 0,5 L
8 - INDURIMENTO NOCCIOLO (MESE DI GIUGNO)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	DOPO POTATURA VERDE DISINFETTARE + CIMICE ASIATICA	BORDOFLOW + KARATE ZEON	3 L + 0,25 L
9 - MATURAZIONE (MESE DI LUGLIO)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	CORINEO - POLYSTIGMA (intervenire una o due volte nel mese di luglio a seconda della piovosità)	BORDOFLOW	3 L
		RAGNETTO ROSSO (intervenire alla comparsa dei primi adulti sulle foglie)	SINILA o LIMOCIDE o PREWAM (non miscelare con difesa)	3 - 4 L* *(utilizzare 5-8 Q.li/H2O/Ha)
11 - DA POSTRACCOLTA A CADUTA FOGLIE COMPLETA	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	CORINEO - POLYSTIGMA - FUSICOCCO - BATTERIOSI intervenire: 1) postraccolta 2) metà ottobre 3) fine novembre	OSSICLOR 35 WG + CAPTANO	3 kg + 2 kg

10 - MATURAZIONE/PRERACCOLTA (AGOSTO)	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA
	TUTTE	NESSUN TRATTAMENTO AD ESCLUSIONE DI EVENTI PIOVOSI MOLTO OINTENSI O GRANDINATE	BORDOFLOW	3 L
11 - DA POSTRACCOLTA A CADUTA FOGLIE COMPLETA	CULTIVAR	AVVERSITÀ	DIFESA	DOSE / HA

Figura 92 - Elenco trattamenti massimi mandorleto

Riguardo la lotta agli insetti, si prevede un utilizzo di trappole per la confusione sessuale, trappole con feromoni e trappole cromotropiche, per apprendere se l'insetto è effettivamente presente, e l'eventuale grado di infestazione: i trattamenti per gli insetti verranno effettuati solo quando il grado di infestazione raggiunge un valore soglia da parte del DSS.



Tabella 1 - Trappole per insetti

2.5.4.7 - Sensoristica

La riduzione degli interventi fitosanitari, dei volumi di fertilizzanti e acqua, è possibile solamente mediante l'utilizzo combinato di Stazioni meteo e sensori prossimali, ad esempio quello di bagnatura fogliare, e software DSS, che ricevono i dati raccolti dai sensori, e li elaborano in consigli irrigui e fitosanitari. Ad esempio, dopo una pioggia, se i valori di umidità, vento e luce sono bassi, aumenta dunque il rischio di infezione fungina, tale rischio, solo se supera un valore ritenuto soglia, viene elaborato dal sistema come troppo alto e richiederà di effettuare il trattamento.

L'utilizzo combinato con analisi satellitari o con drone, per elaborare gli indici di vegetazione (ad esempio MSAVI, NDVI), permette anche di individuare tempestivamente eventuali porzioni di siepe, o le singole piante della siepe, con azione vegetativa ridotta o con segnali di stress, e quindi agevola le indagini e i sondaggi, permettendo di concentrare i trattamenti solo in quelle porzioni effettivamente ammalorate o in stress.



Figura 93 – Esempio di mappa di vigoria vegetazionale

CROP	DISEASE MODEL											
		Rain	Air Temperature	Relative Humidity	Leaf wetness	Barometric Pressure	Soil Temperature	Soil Water Tension	Soil Water Content (VWC)	ET0 Evapotranspiration	Solar Radiation	Wind Speed
WALNUTS, ALMONDS AND PISTACHIOS	Gnomonia leptostyla		x		x							
	Monilia laxa	x	x	x	x							
	Panicle and Shoot Blight	x	x	x	x							
	Rust Infection	x	x	x	x							
	Shot hole Wilsonomyces carpophilus	x	x	x	x							
	Walnut Blight/ fruit and leaf infection	x	x	x	x							
	Walnut Blight/ Xanthomonas arboricola Blossom Infection		x	x	x							
	Walnut Blight/ Xanthomonas Propagation Index		x	x	x							

Figura 94 - Tipi di sensori ritenuti utili per l’elaborazione del consiglio fitosanitario

La Stazione Meteo è lo strumento fondamentale, sulla quale sono montati i sensori fondamentali, e riceve i segnali di quelli prossimali installati tra i filari, come quelli di umidità del suolo e di bagnatura fogliare. L'interpretazione ed elaborazione dei dati dei vari componenti da parte dei software DSS consente di stimare i momenti più opportuni per i trattamenti, ovvero quelli in cui la pianta risulta più suscettibile per via delle condizioni meteo.

I parametri fondamentali da rilevare sono:

- Precipitazioni (mm),
- Temperatura dell'aria,
- Umidità relativa,
- Bagnatura fogliare,
- Radiazione globale,
- Velocità del vento,
- Direzione del vento,
- Punto di rugiada,
- VPD,
- DeltaT,
- ETo.



Figura 95 – Stazione meteo con pluviometro,

La bagnatura fogliare è un parametro agrometeorologico fondamentale per una efficace gestione fitosanitaria. La presenza di un velo d'acqua sulla superficie delle foglie, infatti, permette il movimento e la germinazione delle spore dei microrganismi fungini, e la loro penetrazione nella pianta. La conoscenza di tale variabile diventa quindi essenziale per la previsione delle malattie e la difesa delle colture, specialmente attraverso l'applicazione di modelli agrometeorologici di simulazione. Il sensore di bagnatura fogliare permette di misurare il grado di bagnatura presente sulla superficie della foglia e di valutare le ore di bagnatura, fornendo così informazioni cruciali, sia direttamente, sia attraverso modelli di simulazione dello sviluppo dei patogeni. Per ottenere dati attendibili, è necessario che il sensore abbia caratteristiche fisiche il più possibile simili a quelle della foglia, in modo da rappresentarne fedelmente il comportamento.

Il sensore offre la possibilità di rilevare in maniera distinta la bagnatura fogliare sulla pagina superiore e inferiore della foglia, permettendo di valutarne indipendentemente gli effetti, materiali e dimensioni sono stati definiti in modo da riprodurre le condizioni di scambio termodinamico con l'ambiente, replicando fedelmente le condizioni di bagnatura.

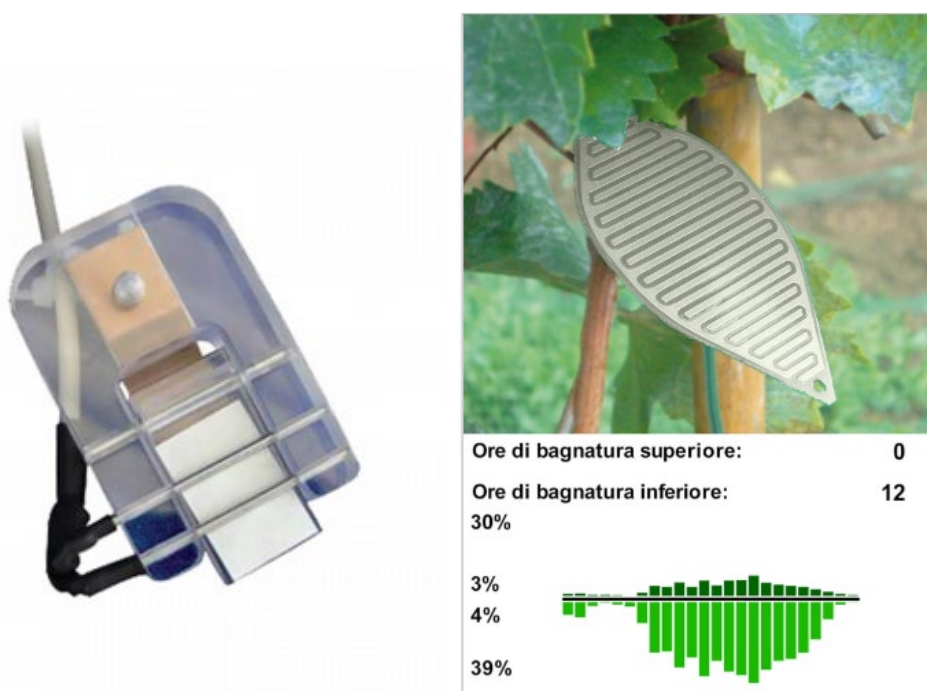


Figura 96 - Esempio sensori per stima bagnatura fogliare

In sintesi, l'utilizzo delle nuove tecnologie permette di mitigare, se non eludere, i problemi di irraggiamento, i cui dati verranno raccolti e quindi si potrà quantificare la quantità di radiazione solare ricevuta, e poi quelli relativi alle gelate e a tutte le problematiche fitosanitarie, perché consente di

prevedere quali saranno le condizioni meteo, e quindi mettere poi in atto tutti i sistemi di difesa. Ad esempio, se la stazione meteo segnala una possibile gelata, si metteranno in atto sistemi antibrina come i sistemi utilizzabili sono: ventoloni fissi o mobili oppure, in caso di disponibilità idrica certa, impianti antibrina sopra o sotto chioma. Nel caso non si adottino mezzi di difesa attiva contro le gelate è obbligatoria la stipula di una polizza assicurativa del prodotto che garantisca una copertura reddituale in caso di brinate tardive molto pesanti.

2.5.4.8 - Regime di coltivazione in deficit idrico

Tutte le tecniche di imposizione di uno stress controllato, per le diverse colture, si ispirano al principio fondamentale di *restituire solamente una frazione della quota di evapotraspirazione*, cercando di conseguire i seguenti effetti:

1. controllo della crescita vegetativa e, di riflesso, degli inconvenienti che si possono creare per la formazione di chiome troppo dense;
2. miglioramento della qualità produttiva;
3. migliore efficienza di utilizzo dell'acqua d'irrigazione, normalmente espressa dal rapporto tra sostanza secca prodotta e volume di acqua erogato acqua persa per evapo-traspirazione, (Santalucia G. *et al.*, 2007).

Il punto su cui operare è che molti alberi da frutto sono sensibili solo in alcune fasi fenologiche alla carenza idrica e non lo sono in altre.

La coltura sarà quindi gestita in regime di *Regulated Deficit Irrigation* (RDI). La letteratura del settore dice che questa tecnica ha avuto successo in molte specie da frutto come mandorlo (Goldhamer *et al.*, 2000), pistacchio (Goldhamer e Beede, 2004), agrumi (Goldhamer e Salinas, 2000), melo (Ebel *et al.*, 1995), albicocco (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2000), uva da vino (Bravdo e Naor, 1996; McCarthy *et al.*, 2002), e olivo (Moriani *et al.*, 2003).

In questo modo è immaginabile di conseguire risparmi idrici fino al 30%, ma durante le fasi di accrescimento vegetativo e di fioritura è importante che non ci sia deficit idrico, poiché influenzerebbe sia la fertilità dei fiori e di conseguenza il numero dei frutti (Spiegel, 1955), sia l'accrescimento dei rami che sono importanti per la massa fogliare dell'anno e per la produzione dell'anno successivo (Samish e Spiegel, 1961).

Per il mandorlo il deficit idrico dovrà essere applicato durante il riempimento della mandorla (in Fase IV), alcune settimane prima della raccolta.

2.5.4.9 – Costi impianto e rese

In modo molto sintetico, il costo di impianto di un mandorleto a spalliera secondo le caratteristiche descritte è stimato, sul territorio emiliano, in ca. 12.000,00 €/ha (ovvero ca. 350.000,00 € di Capex), cui vanno aggiunti ca 3.700,00 €/ha di costi operativi (ovvero, ca. 111.000,00 €/anno di Opex).

In definitiva secondo la seguente tabella.

Costi impianto				Costi	Ricavi (3° anno)				Ricavi
	€/ha	ha	tot		g/ha/anno mandorli	250			
Materiali	10.023,11 €	29,5	295.681,75 €		€/kg	5,5 €			
Manodopera	2.118,95 €		62.509,03 €		Ricavi €/ha/anno	1.375 €			
Costo impianto complessivo ad ettaro	12.142,05 €		358.190,48 €		Ricavi tot/anno	40.563 €			
Operazioni annuali					Ricavi (Dal 4° anno)				
	€/ha		tot		g/ha/anno mandorli	1.200			
					€/kg	5,5 €			
1-3 anni	1.650,00 €		48.675,00 €		Ricavi €/ha/anno	6.600 €			
4 in poi	3.770,00		111.215,00 €	Ricavi tot/anno	194.700 €				

Figura 97 - Stima costi impianto di mandorleto a spalliera

Con riferimento al reddito su può stimare ricavi per ha all'anno (dal quarto anno) di 6.600,00 €.

2.5.5 – Progetto agronomico: seminativo

2.5.5.1 - Premessa

Una parte dell'impianto sarà tenuto a seminativo, quindi in continuità colturale, e una piccola parte (circa 18 ha) lo sarà solo nella prima fase.

L'area di intervento è la seguente:



Figura 98 -Layout generale di impianto

La situazione del comparto non è ottimale: nella valutazione della coltivazione di frumento, i dati diffusi da Confagricoltura Emilia-Romagna indicano una contrazione prevista delle superfici per il 2025 nell'ordine del 6-7%. La causa principale è la scarsa remuneratività registrata nelle ultime campagne, aggravata da condizioni meteorologiche sfavorevoli durante la fase di semina autunnale. Questo andamento riflette una crescente difficoltà da parte degli agricoltori a sostenere i costi colturali in assenza di prezzi di mercato stabili o premi incentivanti.

Tra le colture seminatrici anche la soia segue un andamento simile, mentre il mais è in crescita, anche per la spinta di usi zootecnici ed industriali (impianti a biogas).

Altre colture significative sono:

- il girasole alto oleico
- l'erba medica

Le colture meno interferenti con l'impianto agrivoltaico sono quelle autunno-vernine, che crescono in tale periodo, e sono quindi raccolte in primavera. A taglio effettuato sarà seminato un inerbimento a *fabaceae*. Da questo punto di vista prediligeremo graminacee e azotofissatrici di bassa dimensione, quali *Trifolium repens*, *T. pratense*, *T. alexandrinum*, per unire alla funzione di gestione del suolo anche quella di apportare azoto al terreno, quale elemento indispensabile alla crescita delle stesse piante, o brassicacee quali *Sinapis spp.*, assieme a piante mellifere quali *Phacelia tanacetifolia*.

La gestione sarà condotta in questo modo:

- 1) aratura tra le piante dell'interfila e trinciatura interceppo,
- 2) inerbimento controllato.

Composizione Graminacee, Leguminose, Brassicacee nematocide, Boraginacea	Indicazioni agronomiche Dose di semina: 80 kg/Ha Epoca di semina: settembre-dicembre Durata del ciclo: 4 - 5 mesi Colture consigliate: frutteti, orticole
Caratteristiche Produzione biomassa: elevata Esplorazione radicale del suolo: elevata Velocità di copertura: elevata Fioriture: multicolore e prolungate Riduzione parassitaria e patogenica: buona	Distruzione del sovescio In fioritura trinciato ed interrato secco, oppure rullato o sfalcato e lasciato come pacciamatura vegetale Semina della prossima coltura (orticole): dopo 3 settimane

Figura 99 - Possibile inerbimento

2.5.5.2 – Preparazione del suolo

Data la natura argilloso-limosa dei suoli e il basso tenore in sostanza organica, si ritiene che questi suoli richiedano per gli interventi di semina ed adeguato sviluppo delle piantine, di alcuni interventi atti a distruggere la struttura del suolo al fine di favorire lo sviluppo radicale. Bisognerà valutare il periodo idoneo per queste lavorazioni in relazione allo stato di umidità del suolo; quindi, finché il terreno è “in tempera”, ed evitare lavorazioni su suoli troppo umidi o troppo secchi, caso in cui si genererebbero molte polveri. Tali interventi consistono in:

- Aratura a 30-40 cm
- Concimazione di fondo
- Erpicatura (per interrare il letame della concimazione)

2.5.5.3 – Irrigazione

Verrà eseguita l'apposizione delle condotte principali di adduzione con tubazioni di polietilene vergine di diametro 120-60 poste a cannocchiale secondo le linee di pressione a decrescere. Le tubazioni verranno interrate ad una profondità di circa 40 cm in una sezione di scavo di 30 cm per permettere l'apposizione di deviatori di flusso e di manovellismi.

2.5.5.4 – Semina

La semina avverrà con seminatrici pneumatiche, favorendo quelle che dispongono di sistemi di compatibilità con l'agricoltura di precisione e distribuzione variabile di seme e di fertilizzante localizzata alla semina.

2.5.5.5 – Concimazione

Si prevedono 3 interventi di concimazione:

- Concime NP con 18% di Azoto e 46% di Fosforo alla semina
- Urea ad accestimento (150 kg/ha)
- Nitrato di calcio o di potassio nella fase di botticella (150 kg/ha)

Gli interventi di concimazione potranno essere effettuati grazie ad uno spandiconcime centrifuga con ingombro minimo che si installa nella parte posteriore della trattrice.

2.5.5.6 – Trattamenti fitosanitari

I trattamenti fitosanitari e il diserbo avverranno con atomizzatori ad alta pressione o barre anteriori (con serbatoio posteriore) installate al trattore che distribuiscono i prodotti in maniera localizzata alle foglie del seminativo; concentrandolo sulla parte bassa del suolo, evitando che il prodotto utilizzato finisca sui pannelli sfruttando un getto ad alta pressione che riduce la volatilità dei prodotti fitosanitari utilizzati. Il diserbo preimpianto può avvenire mediante l'applicazione della tecnica della “falsa semina”, sfruttando la trinciatrice ed effettuando un diserbo di tipo unicamente meccanico.

2.5.5.7 – Raccolta

La raccolta avverrà con mietitrebbia opportunamente dimensionata (New Holland CX5 oppure New Holland TC4.9), che ha una barra con larghezza di lavoro pari a 4,5 m.

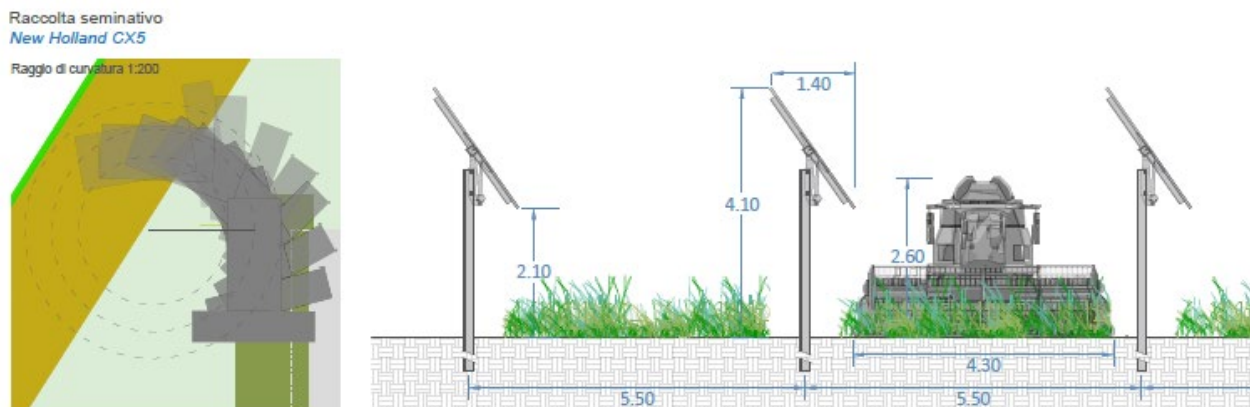


Figura 100 - Mietitrebbia NH TC4.9

2.5.5.8 – Macchine ed operazioni

Le macchine previste sono riassunte nella seguente tabella.

Macchine agricole					
Attività	Macchinari	Modello	Larghezza di lavoro (m)	Spazio disponibile (m)	Altezza (m)
Trattore	Trattrice	New Holland T4.110 F	1,47	4,5 m	2, 4
Preparazione del suolo	Aratro	Maschio Gaspardo Unico M	1	0,5	
	Trinciatrice	Trincia Calderoni TSC 200 con Interfilare	2	2,28 m di spazio interfilare	n.r.
	Ripuntatore	Maschio Gaspardo Pinocchio	1 a 3	5	0,5
	Erpice	Maschio Gaspardo ORSO HD	4,5	0,5	
Semina	Seminatrice	MONOSEM Monobarra TIP 5"	3,5	2	0,5
Trattamenti fitosanitari e diserbo	Barra alta pressione	Salf Baby V	1,7	4,5	
Concimazione	Spandiconcime	Rauch MDS 19.11	1,90	1,20	1
Raccolta (Harvesting)	Rimorchio per scarico agricolo laterale	DI Credico RIT 32	1,6	1,8	1,8
	Mietitrebbia	New Holland CX5 o TC4.9 o TC4.9	4,5	4,5	4

Figura 101 - Macchine previste per seminativo

2.5.5.9 - Costi di impianto e rese

Il costo stimato per la coltivazione a seminativo è i seguenti:

- 1- Capex. 69.299,50 €
- vangatura

- Erpicatura
- Concimazione di fondo
- Sementi
- Semina

2- Opex

- Tre concimazioni in copertura
- Diserbo
- Trattamenti fitosanitari
- Raccolta

In definitiva:

		Codice prezzario*	€/ha	ha	tot
C A P E X	Vangatura	D10.20	136,5	58,61	8.000,5 €
	Vangatura di terreno in piano eseguita con mezzi meccanici idonei alla tipologia di suolo				
	Erpicatura	D10.70	195,0	58,61	11.429,3 €
	Affinamento del letto di semina mediante le adeguate operazioni su terreno lavorato a qualsiasi profondità: a due passate				
	Sementi	Prontuario di Agricoltura 2016			
	Grano tenero	200 kg/ha grano tenero	140,0	58,61	8.205,7 €
	Semina	Prontuario di Agricoltura 2016	121,0	58,61	8.581,4 €
	Concimazione				
	Di fondo				
	Fornitura letame (400 q/ha)	A.1.13	240,0	58,61	14.066,9 €
	Spandimento di letame realizzato con 2 spandiletame da 8 mc e benna caricatrice (minimo 1 h).	D20.40	208,3	58,61	12.208,9 €
					26.275,8 €
	* Prezzario Opere agricole RER 2024		Capex tot		62.492,7 €

RICAVI		
https://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5391		
Prezzo vendita soia	429,64	€/t
Resa soia	3,50	t/ha
Ricavo	1.504 €	€/ha
Prezzo vendita grano tenero	248,82	€/t
Resa	6,00	t/ha
Ricavo	1.493 €	€/ha
Prezzo vendita grano duro	293,38	€/t
Resa	6,00	t/ha
Ricavo	1.760 €	€/ha
Prezzo vendita fagiolo	1.900,00	€/t
Resa	5,00	t/ha
Ricavo	9.500 €	€/ha
Prezzo vendita colza	472,92	€/t
Resa	2,45	t/ha
Ricavo	1.159 €	€/ha

Figura 102 - Costi installazione e ricavi seminativo¹¹

Analisi di Plausibilità della Resa e del Prezzo

Il punto fondamentale è capire se i dati di partenza (resa e prezzo) sono realistici.

- **Resa di 6,0 t/ha:** Per il grano tenero in un'area fertile e irrigua come la Pianura Padana, una resa di 6 tonnellate per ettaro è un obiettivo **assolutamente raggiungibile** con pratiche agronomiche moderne. Non è un valore fuori mercato, ma riflette una gestione agricola efficiente.
- **Prezzo di 240 €/t:** Questo è il dato più volatile. I prezzi dei cereali hanno subito forti oscillazioni negli ultimi anni. Un valore di 240 €/t rappresenta una stima di pianificazione ragionevole per il 2025, posizionandosi in una fascia di prezzo realistica osservata nei mercati recenti (post-2022).

Confronto Decisivo con i Dati Ufficiali RICA

La prova più importante viene dal confronto con i dati della **Rete di Informazione Contabile Agricola (RICA)**, riportati nelle “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” del MiTE.

- La “Figura 1” a pagina 8 delle Linee Guida mostra la redditività media dei diversi indirizzi produttivi in Italia.
- Per l'indirizzo “**Cereali**”, la redditività della terra (che corrisponde al **Reddito Netto per ettaro**) si attesta in una fascia tra i **600 e gli 800 €/ha circa**.
- Il valore di **Reddito Netto di 600 €/ha** stimato nel progetto **rientra in questa fascia di riferimento ufficiale**.

¹¹ <https://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5391>

2.5.6 - Progetto agronomico produttivo: apicoltura

2.5.6.1 – Generalità e contesto

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.

Questa scelta si inserisce in un contesto di grave declino degli impollinatori. Studi autorevoli (EFSA, STEP) confermano che almeno una specie su dieci di api e farfalle in Europa è a rischio, minacciando l'impollinazione di cui dipendono l'84% delle specie vegetali e il 78% dei fiori selvatici. Le cause principali sono state identificate nei cambiamenti climatici, nell'uso di pesticidi, nella perdita di habitat dovuta alle monoculture e nella diffusione di parassiti e malattie. La sopravvivenza delle api è oggi strettamente legata a pratiche agricole e di gestione del territorio che ne supportino attivamente lo sviluppo.

In sostanza, 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:

- Cambiamenti climatici, che alterano la produzione di nettare dei fiori;
- Utilizzo di pesticidi in agricoltura;
- Presenza endemica di parassiti, come la Varroa;
- Altre malattie, come pesti del miele, virosi o batteri;
- Perdita di habitat causati dalle monoculture;
- 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, cioccolato e molte altre, secondo alcune stime il 52% dei prodotti ortofrutticoli in vendita nei supermercati. Oltre il 35% della complessiva produzione agricola (media mondiale, dati FAO). Del resto, il settore pesa in Europa per 14,2 miliardi di fatturato e 620.000 addetti, per 4,3 milioni di alveari produttivi.

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

2.5.6.2 - L'opportunità ed i casi internazionali

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

In quest'ottica, pensiamo che gli impianti fotovoltaici possono fornire lo spazio necessario a ricreare l'habitat ideale per le api.



Nel progetto sarà utilizzato un mix di sementi pensato ad hoc che permetta di ricreare le condizioni ecologiche ideali a sostenere le popolazioni di api, di farfalle e di tutti gli altri insetti utili. Mentre il mantenimento dei suoli, la riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, per oltre trenta anni, migliora di per sé la qualità delle acque, aumenta la quantità di materia organica nel terreno e lo rende più fertile per la pratica agricola, una volta che l'impianto sarà arrivato a fine vita e dismesso. Passare, inoltre, ad una vegetazione ad hoc permette all'azienda di risparmiare sulla manutenzione del terreno, riducendo così il numero di sfalci necessari altrimenti per contenere il tappeto erboso solitamente presente tra i pannelli.



Figura 103 - Veduta allegata alla proposta di legge americana

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

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

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

Ci si aspetta i seguenti benefici:

- **Beneficio Economico:** Produzione diretta di miele di alta qualità e altri prodotti dell'alveare (cera, propoli).
- **Beneficio Ecologico:** Aumento misurabile della biodiversità, con impatti positivi su tutta la catena trofica locale. Le api fungeranno inoltre da bioindicatori della salute dell'ecosistema.
- **Beneficio Agronomico:** Potenziamento del servizio di impollinazione per le stesse colture del progetto (mandorleto) e per quelle delle aziende agricole limitrofe, con potenziale aumento delle rese.
- **Beneficio Gestionale:** La copertura vegetale con prati melliferi riduce la necessità di sfalci frequenti, ottimizzando i costi di manutenzione del verde dell'impianto.

2.5.6.3- Caratteristiche tecniche

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

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

Le api domestiche o mellifiche, appartengono alla specie *Apis Mellifera*; si tratta di insetti sociali appartenenti all’ordine degli Imenotteri, famiglia degli Apidi. L’Ape Mellifera ligustica o ape italiana, è originaria del Nord Italia e i distingue dalle altre perché le operaie hanno i primi segmenti

dell'addome giallo chiaro, i peli sono anch'essi di colore giallo, in particolare nei maschi e le regine 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.

Il progetto prevede 80 arnie. Si stima una produzione annua di circa **2.500 kg di miele**, basandosi su una resa media conservativa di 30 kg per arnia (rispetto a un potenziale produttivo di 20-50 kg in base all'annata). Tale produzione è sostenuta dalla vasta superficie a foraggiamento disponibile, che include i **33 ettari delle fasce di mitigazione e i prati fioriti** seminati all'interno dell'impianto. Le arnie saranno collocate in postazioni strategiche all'interno di queste aree verdi. Questa disposizione, considerando un **raggio di foraggiamento** per le api di 700-800 metri, garantirà una copertura ottimale di tutte le aree fiorite.

Per massimizzare l'efficacia dell'impollinazione e la salute degli alveari, le arnie saranno gestite in gruppi e distribuite in diversi punti del sito.

Voce di Costo	Importo Stimato	Dettaglio		
INVESTIMENTO (CAPEX - una tantum)				
Arnie e Accessori	12.000,00€	Acquisto arnie, melari, telaini, etc.		
Attrezzatura Tecnica	5.000,00€	Smielatore, maturatori, attrezzatura di laboratorio.		
Acquisto Sciame d'api	6.000,00€	Acquisto delle 80 colonie iniziali.		
Totale Investimento Iniziale	23.000,00€			
COSTI OPERATIVI (OPEX - annuali)				
Nutrizione e Trattamenti	2.400,00€	Alimentazione di supporto e trattamenti sanitari.		
Manutenzione e Ricambi	1.200,00€	Sostituzione telaini, arnie, piccole attrezzature.		
Analisi e Certificazioni	500,00€	Analisi del miele, eventuali certificazioni (es. bio).		
Commercializzazione	2.500,00€	Packaging (vasetti, etichette), promozione.		
Assicurazione e Costi Vari	3.000,00€	Polizze e spese generali di gestione.		
Totale Costi Operativi Annuali	9.600,00€			

Figura 104 - Apicoltura, stima Capex e Opex

Voce	Calcolo	Importo Stimato
RICAVI ANNUALI		
Vendita Miele	2.400 kg * 12,00 €/kg	28.800,00€
Vendita Altri Prodotti	Stima forfettaria	500,00€
Ricavi Totali Annui		29.300,00€
REDDITIVITÀ		
Ricavi Totali Annui		29.300,00€
Costi Operativi Annuali		-9.600,00€
Reddito Lordo Annuo Stimato		19.700,00€

Figura 105 - Apicoltura, stima redditività

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

2.5.6.5 - Prati fioriti

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

Ne consegue che:

- Il suolo ricoperto da una vegetazione avrà un’evapotraspirazione (ET) inferiore ad un suolo nudo;
- I prati tratterranno le particelle terrose e modificheranno i flussi idrici superficiali esercitando una protezione del suolo dall’erosione;
- Ci sarà la stabilizzazione delle polveri perché i prati impediranno il sollevamento delle particelle di suolo sotto l’azione del vento;

- I prati contribuiscono al miglioramento della fertilità del terreno, soprattutto attraverso l'incremento della sostanza organica proveniente dal turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;
- L'area votata ai prati creerà un gigantesco corridoio ecologico che consentirà agli animali presenti nelle aree circostanti di effettuare un passaggio tra habitat diversi;
- La presenza di prati fioriti fornirà nutrienti per numerose specie, dai microrganismi presenti nel suolo, agli insetti, ai piccoli erbivori ed insettivori. D'altronde l'aumento di queste specie aumenterà la disponibilità di nutrimento dei carnivori;
- La presenza di arbusti e alberi favorirà il riposo delle specie migratorie, che nei prati potranno trovare sostentamento;
- La presenza dei prati consentirà un maggior cattura del carbonio atmosferico, che verrà trasformato in carbonio organico da immagazzinare nel terreno;
- Terreni che avrebbero potuto assumere forme vegetazionali infestanti verranno, invece utilizzati per uno scopo ambientale e di agricoltura votata all'apicoltura;
- Forniranno materiale per la costruzione di tane a numerose specie.

Ne conseguono, in sintesi, i seguenti vantaggi:

1. Salute del Suolo e Regolazione del Microclima: La copertura vegetale permanente agisce come un sistema integrato di protezione e arricchimento del suolo. Nello specifico:

- **Protezione fisica:** I prati proteggono il suolo dall'erosione idrica ed eolica, trattenendo le particelle terrose e stabilizzando le polveri.
- **Miglioramento della fertilità:** Il ciclo vitale delle piante e dei loro apparati radicali incrementa costantemente la sostanza organica, migliorando la struttura e la fertilità del terreno in un processo che continuerà per tutta la vita dell'impianto.
- **Regolazione idrica:** La copertura vegetale riduce l'evapotraspirazione rispetto al suolo nudo, conservando l'umidità e rendendo il sistema più resiliente alla siccità.
- **Stoccaggio del carbonio:** I prati agiscono come un efficace "carbon sink", catturando carbonio atmosferico e immagazzinandolo nel suolo in forma organica.

2. Incremento della Biodiversità e Connettività Ecologica: L'area inerbita diventa un vero e proprio motore di biodiversità:

- **Corridoio ecologico:** L'intera superficie dell'impianto si trasforma in un vasto corridoio che facilita il movimento della fauna tra diversi habitat.

- **Supporto alla catena trofica:** I prati fioriti forniscono nutrimento a un'ampia gamma di specie, dagli insetti impollinatori ai piccoli erbivori, sostenendo di conseguenza anche i loro predatori.
- **Habitat e rifugio:** La vegetazione offre riparo, siti di nidificazione e materiale per le tane a numerose specie. Insieme alle fasce di mitigazione arborea e arbustiva, diventa un'area di sosta e sostentamento fondamentale anche per l'avifauna migratoria.

3. Vantaggi Gestionali e Sinergia con l'Apicoltura: La scelta di un prato polifita permanente si traduce in benefici diretti per il progetto:

- **Controllo delle infestanti:** Un prato ben consolidato compete efficacemente con le specie infestanti, riducendo la necessità di interventi di controllo.
- **Supporto all'apicoltura:** L'inerbimento è funzionale all'attività apistica, fornendo una fonte di nettare abbondante e diversificata, essenziale per la produzione di miele e la salute delle 80 arnie previste.
- **Riduzione dei costi:** La gestione di un prato permanente richiede un numero inferiore di sfalci rispetto a un inerbimento spontaneo non controllato, ottimizzando i costi di manutenzione del verde.

Nelle “Linee Guida Per La Scelta Delle Specie Botaniche Di Interesse Apistico Ammesse Per L'ecoschema 5 E Altre Raccomandazioni” è stata fatta una selezione di specie idonee al sito di impianto. Si intende precisare che, oltre a queste specie si consiglia l'utilizzo di *Medicago sativa* e *Trifolium repens* che hanno un carattere perenne e assicurano quindi una copertura permanente del suolo, evitando di entrare in campo per operazioni di risemina.

Tabella 2 – Specie per prato fiorito (Ecoschema 5 - Piano Strategico della PAC 2023-2027)

Nome comune	Nome scientifico	Famiglia	Periodo di fioritura	Ciclo vitale
Achillea	<i>Achillea millefolium</i>	<i>Asteraceae</i>	Apr-Ott	Perenne
Asfodelo	<i>Asphodelus luteus</i>	<i>Asphodelaceae</i>	Apr-Giu	Perenne
Menta	<i>Mentha spp.</i>	<i>Lamiaceae</i>	Giu-Set	Perenne
Brugo	<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Ericaceae</i>	Lug-Set	Perenne
Bugola	<i>Ajuga reptans</i>	<i>Lamiaceae</i>	Apr-Giu	Perenne
Calendula	<i>Calendula arvensis</i>	<i>Asteraceae</i>	Gen-Dic	Biennale

Camomilla bastarda	<i>Anthemis arvensis</i>	<i>Asteraceae</i>	Mag-Lug	Perenne
Campanula	<i>Campanula glomerata</i>	<i>Campanulaceae</i>	Mag-Ago	Perenne
Carota	<i>Daucus carota</i>	<i>Apiaceae</i>	Mag-Lug	Biennale
Cardo	<i>Cynara cardunculus</i>	<i>Asteraceae</i>	Giu-Ago	Biennale
Erica	<i>Erica spp.</i>	<i>Ericaceae</i>	Feb-Apr	Perenne
Lavanda officinale	<i>Lavandula angustifolia</i>	<i>Lamiaceae</i>	Giu-Set	Perenne
Malva	<i>Malva sylvestris</i>	<i>Malvaceae</i>	Mag-Set	Perenne
Meliloto comune	<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Fabaceae</i>	Giu-Set	Biennale
Origano	<i>Origanum vulgare</i>	<i>Lamiaceae</i>	Giu-Set	Perenne
Rosmarino	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Lamiaceae</i>	Gen-Dic	Perenne
Tarassaco	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Asteraceae</i>	Feb-Giu	Perenne
Timo	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Lamiaceae</i>	Mag-Lug	Perenne
Trifoglio incarnato	<i>Trifolium incarnatum</i>	<i>Fabaceae</i>	Apr-Giu	Annuale
Trifoglio rosso	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Fabaceae</i>	Mag-Lug	Perenne
Veccia comune	<i>Vicia sativa</i>	<i>Fabaceae</i>	Mag-Giu	Annuale
Vedovina maggiore	<i>Cephalaria transsylvanica</i>	<i>Dipsacaceae</i>	Mag-Set	Annuale
Verbena	<i>Verbena officinalis</i>	<i>Verbenaceae</i>	Giu-Ott	Perenne
Veronica	<i>Veronica persica</i>	<i>Plantaginaceae</i>	Giu-Ott	Annuale

2.5.7 – Aree agricole di sperimentazione

2.6.7.1 – Premessa

Nelle aree che sono classificate come “idonee” ma secondo l’art. 20, comma 8, c-quater del D. Lgs. 199/2021, e che quindi ai sensi della DAL 125/2023 sono soggette al vincolo di non poter avere una superficie radiante superiore al 10% dell’area lorda, saranno introdotte tre aree di sperimentazione, il cui scopo è di verificare diverse colture, in diverse condizioni, al fine di individuare quelle che hanno la resa migliore anche in vista dei cambiamenti climatici in corso.

In caso qualcuna delle colture previste non dovesse avere una buona resa, sarà quindi possibile sostituirla con una di quelle sperimentate.

La scelta delle colture è stata guidata da criteri di valore commerciale, fattibilità agronomica e sostenibilità ambientale.

Sperimentazioni

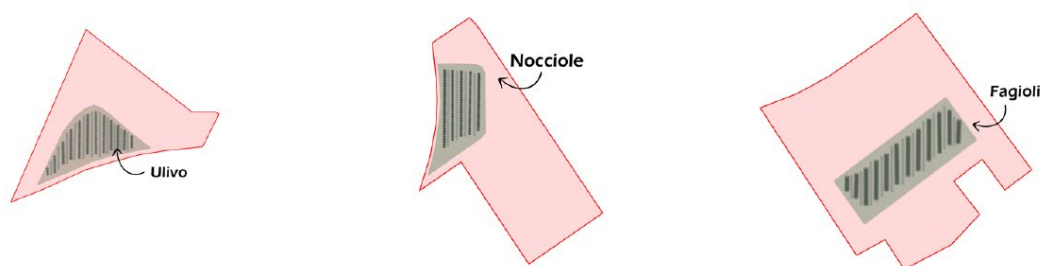


Figura 106 – Riepilogo aree di sperimentazione

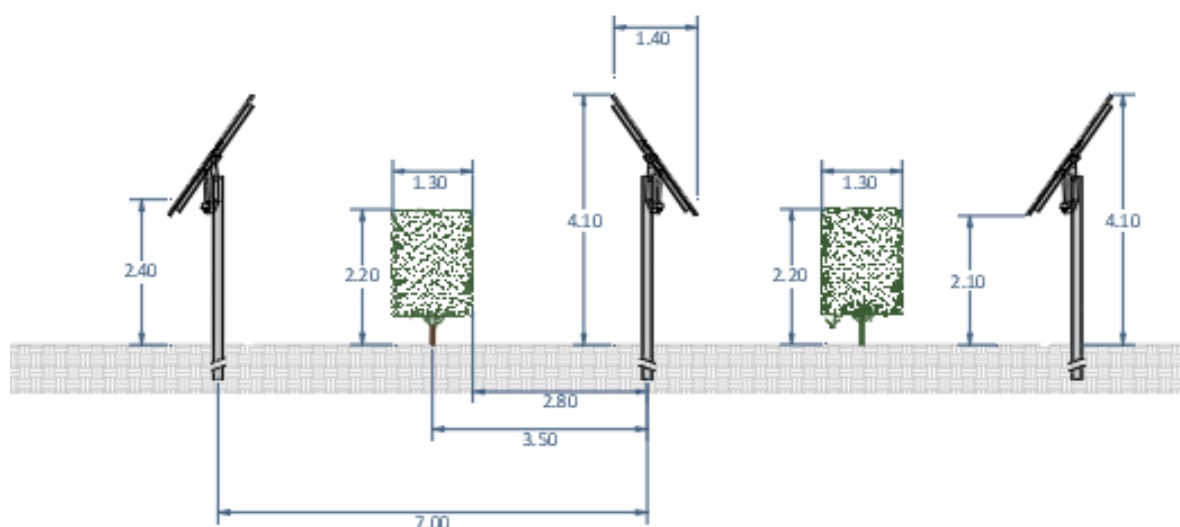


Figura 107 – Noccioleto, pitch 7 mt

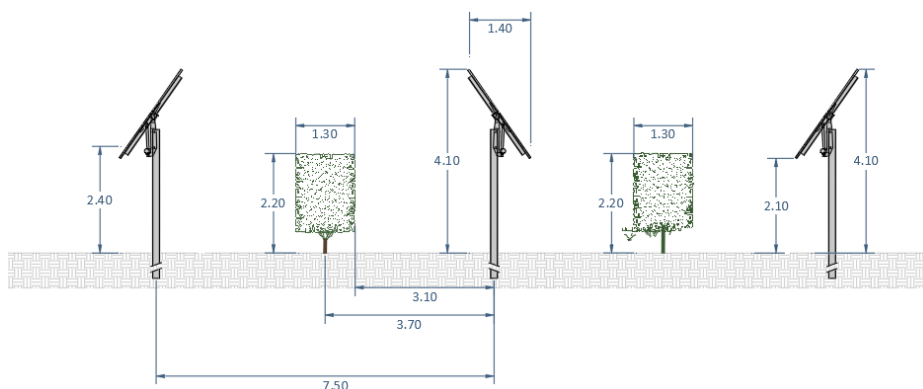


Figura 108 – Uliveto, pitch 7,5 mt

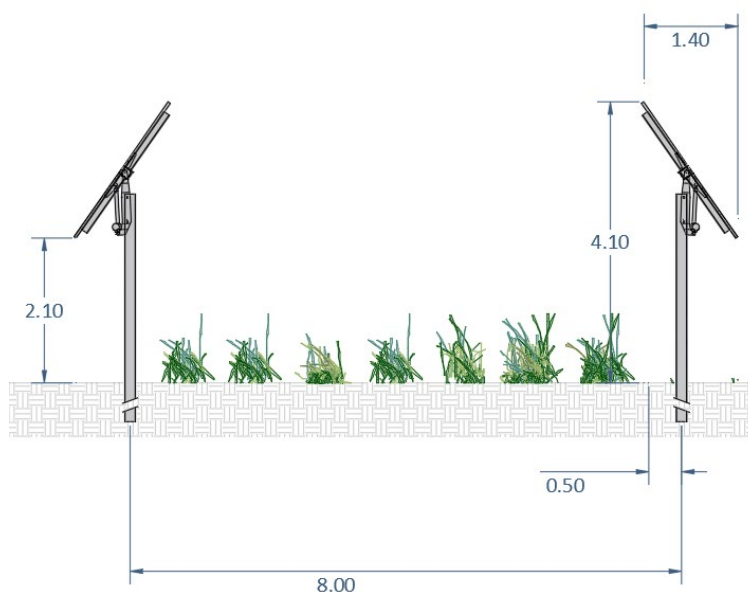


Figura 109 – Fagioli da granella, pitch 8 mt

In definitiva si tratta delle aree individuate nelle piastre 1, 7, e 10.

2.5.7.2 - Terreni

In queste aree i terreni sono risultati FL (Franco-Limoso), F (Franca) e FLA (Franco-Limoso-Argilloso).

Dunque, poiché le tessiture Franche (F) presentano una composizione ideale di sabbia, limo e argilla, che consente un buon drenaggio, una capacità di ritenzione idrica adeguata e una buona aerazione, creando condizioni ottimali per le radici della maggior parte delle piante, e in queste porzioni si ritiene che colture arboree quali nocciolo e olivo siano idonee alle caratteristiche pedologiche, per evitare ogni forma di ristagno, sarà eseguita una leggera baulatura della zolla radicale, per evitare ristagni in prossimità delle radici.

Sono stati scelti l'ulivo, nella piastra con tessitura Franca (piastra 1), per la sua scarsa tolleranza a periodi di ristagno, il nocciolo in quella dove la tessitura è Franco limoso-argillosa (piastra 10), in quanto tollera meglio i ristagni idrici rispetto all'ulivo, entrambi in assetto a spalliera per l'elevato grado di meccanizzazione delle operazioni colturali eseguibili, indispensabile in un impianto agrivoltaico.

Invece, dove le tessiture del suolo sono risultate Franco-argillosa (FA), Franco limoso-argillose (FLA) o argilloso-limose (AL), si è optato per un seminativo (piastra 7), che invece trae vantaggio da terreni più pesanti e argillosi.

La rotazione può comprendere in tal caso Grano tenero, Grano duro, Mais, Girasole, Colza, Soia, Pisello e Fagiolo. Le colture sono stagionali, e possono quindi alternarsi anche nello stesso anno, oppure alternarsi ad una *cover crop* da sovescio per il ripristino della fertilità del suolo, oltre che per fornire approvvigionamento all'entomofauna.

Gli uliveti e i nocciuleti, come i mandorleti, a spalliera sono considerati una soluzione ottimale per l'agrovoltaico, per via della loro alta densità di piantagione e bassa vigoria, che consente un'elevata meccanizzazione. Difatti, è fondamentale che, rispetto alle colture convenzionali, gli impianti agricoli arborei a spalliera offrono la possibilità di meccanizzare interamente la raccolta, permettendo così di ottenere rese produttive più elevate minimizzando la presenza di operatori nell'impianto, inoltre la bassa vigoria delle piante riduce al minimo l'interferenza con la componente fotovoltaica.

In tutte le sperimentazioni il pitch è stato variato, da 7 minimo a 7,5 e 8 metri, al fine di verificare, con l'opportuna sensoristica e modellistica, la sensibilità delle diverse colture a diverse condizioni di insolazione e microclima.

2.5.7.3 – Macchine e spazi di manovra

Lo spazio di manovra delle macchine agricole è stato progettato per garantire un'efficace operatività all'interno delle aree di intervento, tenendo conto delle dimensioni, delle esigenze di movimento e della sicurezza degli operatori.

L'area destinata alla movimentazione dei mezzi è stata dimensionata in funzione delle seguenti caratteristiche principali:

1. Tipologia dei macchinari utilizzati (trattore, trinciatrice, irroratrice, potatrice, raccogliatrice);
2. Raggio di sterzata e larghezza carreggiata per evitare manovre eccessivamente strette;
3. Distanza tra gli impianti fotovoltaici e le colture per consentire il passaggio agevole delle attrezzature;

4. Pendenza e condizioni del suolo, che influenzano la capacità di manovra in sicurezza.

Le immagini che seguono sono state elaborate a valle di uno studio degli angoli di curvature delle singole macchine dei loro spazi di manovra in un pitch di 6,5 m, che quindi si adatterà anche nella configurazione a pitch maggiori, ed è stato verificato che lo spazio di manovra della viabilità interna è adeguatamente dimensionato per consentire la loro manovra.

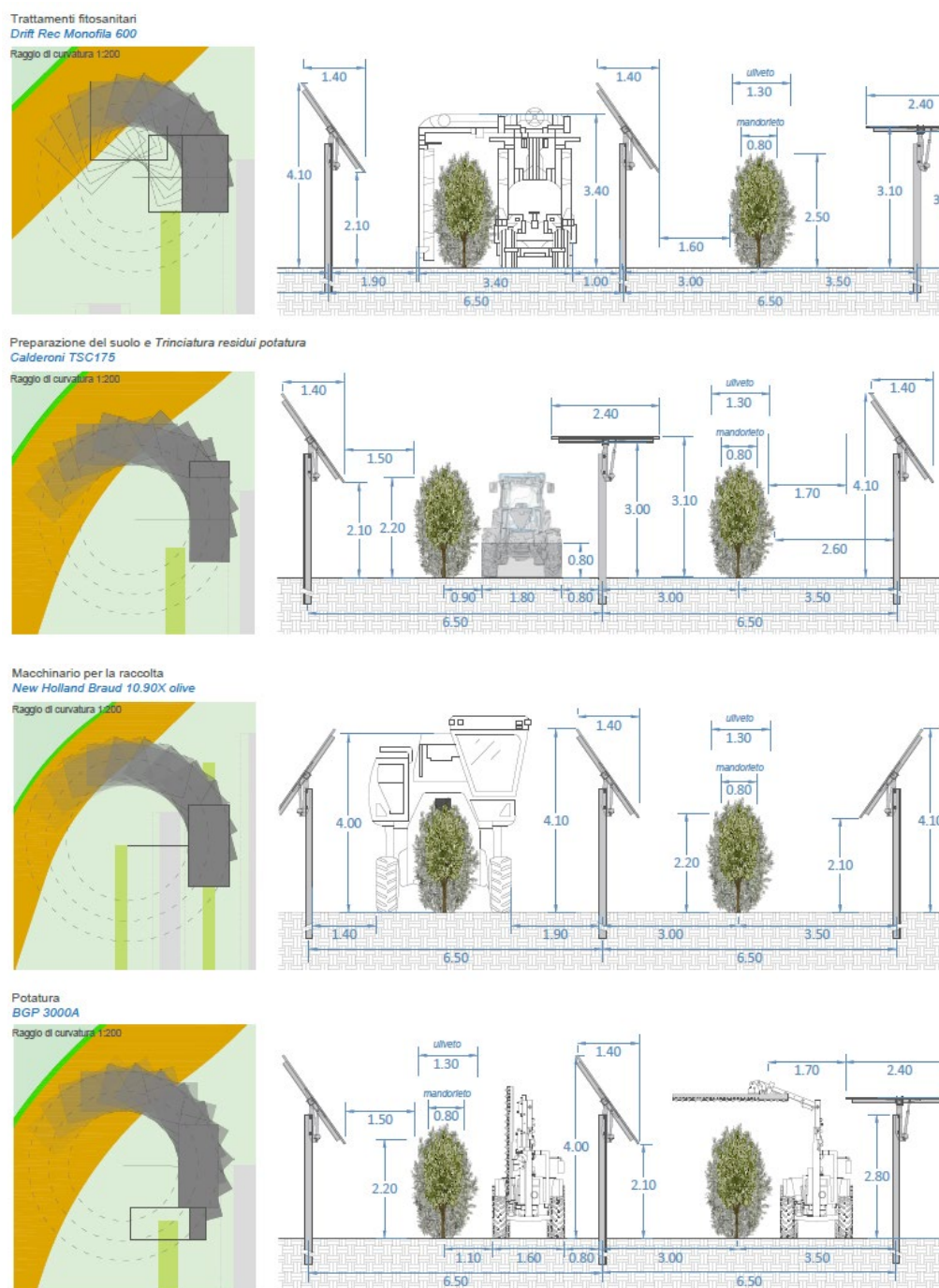


Figura 110 - Sezioni con macchinari agricoli e spazi di manovra

Pitch 6,5 m								
Attività	Macchinario	Modello	Ingombro (larghezza m)	Altezza (m)	Lunghezza (m)	Spazio disponibile (m) (Larghezza)	Velocità operativa (km/h)	Raggio curvatura (m)
Lavorazione del terreno	Aratro	Maschio Gaspardo Unico M	2,75	1	0,5	4,6	Trainato	
	Erpice	Maschio Gaspardo ORSO HD	4,5	4,5	0,5		Trainato	
Trinciatura residui potatura	Trinciatrice	Calderoni TSC175	1,75	0,75	0,8	4,6	da 4 a 7	
Raccolta	Scavallatrice	New Holland Braud 10.90X olive	3,5	4,04	6,7	4,6	1,5	6
	Rimorchio per scarico agricolo laterale	Di Credico RIT 32	1,6 m	1,8 m	2,6	1,8 m		
Trattamenti fitosanitari	Atomizzatore antideriva	Drift Rec Monofila 600	3,47	2,6	3,38	4,6	da 4 a 7	
Diserbo	Barra diserbo	Salf Baby V	1,7	0,3	0,4	2,3	da 4 a 7	
Potatura	CimaPotatrice	BGP 3000A	2,5	2,7	1,4	2,4		
Trapianto	Trapiantatrice	Spapperi TN100	2,2 m	< 2 m	< 2 m	4,6		
Trattrice	Trattore	New Holland T4.110F	1,5	2,4	3,7	2,4	max 30	3,31

2.5.7.4 – Irrigazione

L'impianto di irrigazione è lo strumento che si occupa della distribuzione in maniera omogenea nell'impianto dell'acqua che si intende apportare alla coltura desiderata. Il rate di uniformità di distribuzione di un impianto a goccia è stata posta come parametro minimo al 90%.

Strutturalmente l'impianto prevede, oltre alle condotte principali di adduzione per il trasporto delle acque all'interno dell'appezzamento (che saranno opportunamente interrate), l'utilizzo di ali gocciolanti auto compensanti, poste lungo le file dell'impianto per la distribuzione lungo le file. Si è scelto di utilizzare ali gocciolanti e non tubazioni con gocciolatori singoli per prevenire eventuali rotture di gocciolatori durante il passaggio della macchina raccoglitrice.

Obiettivi e Criteri di Progettazione

Il criterio di performance fondamentale è il raggiungimento di un **Coefficiente di Uniformità di Distribuzione (CUC) minimo del 90%**, per assicurare che ogni pianta riceva la stessa, esatta quantità di acqua e fertilizzanti, massimizzando le rese e minimizzando gli sprechi.

Struttura e Componenti del Sistema

L'impianto si articola nelle seguenti componenti principali:

1. Rete di Adduzione e Distribuzione:

- Le **condotte principali**, opportunamente interrate, trasporteranno l'acqua all'interno degli appezzamenti.
- La distribuzione lungo i filari avverrà tramite **ali gocciolanti autocompensanti**. Questa tecnologia è stata preferita ai gocciolatori singoli per la sua maggiore robustezza e per prevenire rotture accidentali durante il passaggio dei macchinari agricoli.
- Le specifiche tecniche prevedono gocciolatori con una portata di **2 litri/ora** e un interspazio di **50-60 cm**, un sesto ideale per la tessitura tendenzialmente argillosa del terreno, garantendo una bagnatura uniforme ed efficiente della zona radicale.

2. Sistema di Filtrazione:

- A monte dell'impianto sarà installata una stazione di filtrazione a due stadi, composta da **pre-filtri a graniglia di sabbia** seguiti da **filtri a dischi (120 mesh)**. Questo sistema garantirà l'assoluta pulizia dell'acqua, prevenendo l'occlusione dei gocciolatori e assicurando la longevità dell'impianto.

3. Sistema di Fertirrigazione:

- Il sistema sarà dotato di un **banco di fertirrigazione automatizzato**. Questo dispositivo permetterà di iniettare nell'acqua di irrigazione i macroelementi nutritivi (Azoto, Fosforo, Potassio) e, se necessario, soluzioni acide per la correzione del pH.

L'apporto sarà gestito in modo preciso e temporizzato secondo le specifiche esigenze delle fasi fenologiche della coltura, massimizzando l'assorbimento da parte delle piante e minimizzando le perdite per lisciviazione nel terreno.

2.5.7.5 – Sperimentazione 1: oliveto

L'oliveto a spalliera rappresenta una coltura abbastanza vicina al mandorleto e utilizzerà in sostanza le medesime macchine. La scelta varietale è la decisione cruciale: considerando la vigoria e la parziale autofertilità è stata selezionata la varietà Oliana (in alternativa quella “Olinda”).

Si differenzia per la sua precoce entrata in produzione e la sua elevata e costante produttività. Olio fruttato medio, leggermente amaro e piccante, molto adatto per il mercato della grande distribuzione.



Figura 111 - Ubicazione oliveto sperimentale

Caratteristiche:

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

2.5.7.6 – Sperimentazione 2: corileto

Una delle varietà adatte all'ambiente di coltivazione è la *Tonda di Giffoni*, per la sua elevata qualità produttiva e le caratteristiche del frutto, particolarmente apprezzato dall'industria dolciaria. Per garantire un'adeguata impollinazione, si potranno inserire nel corileto le varietà *Tonda Gentile Romana* e *Lewis*, selezionate per la loro compatibilità pollinica con la cultivar principale e per la sovrapposizione del periodo di fioritura. La distribuzione delle piante impollinatrici all'interno del corileto sarà omogenea, in modo da favorire una corretta dispersione del polline e assicurare una fecondazione efficace.

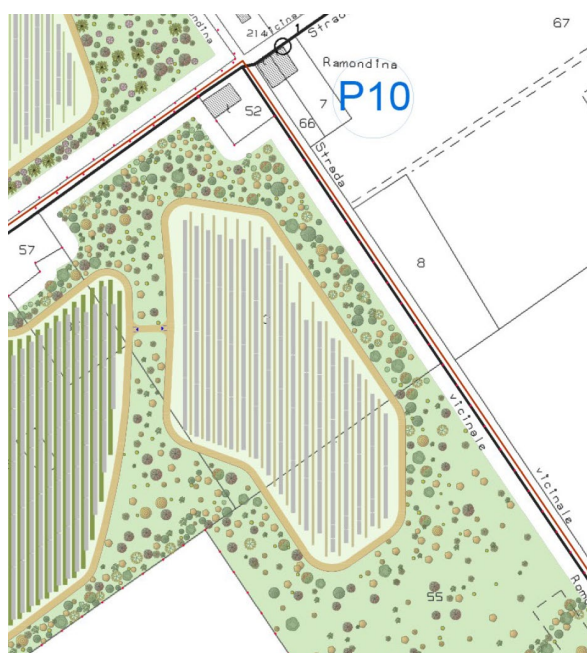


Figura 112 - Ubicazione corileto

In tal caso è particolarmente rilevante l'interazione con le specie impollinatrici.

2.5.7.7 – Sperimentazione 3: seminativo

Questo è “liberazione

I criteri di scelta seguiti sono i seguenti (ma potranno essere variati). In Emilia-Romagna, i terreni a tessitura franco-argillosa e argilloso-limosa sono piuttosto diffusi nelle aree di pianura, in particolare nei comprensori agricoli delle province di Modena, Bologna, Ferrara e Ravenna. Questi suoli, grazie alla loro elevata capacità di trattenere l'umidità e alla fertilità intrinseca, si prestano in modo efficace alla coltivazione di seminativi a ciclo autunno-primaverile come frumento tenero, frumento duro e orzo. Anche la colza può essere coltivata con buoni risultati, beneficiando della buona disponibilità idrica nei mesi freddi.

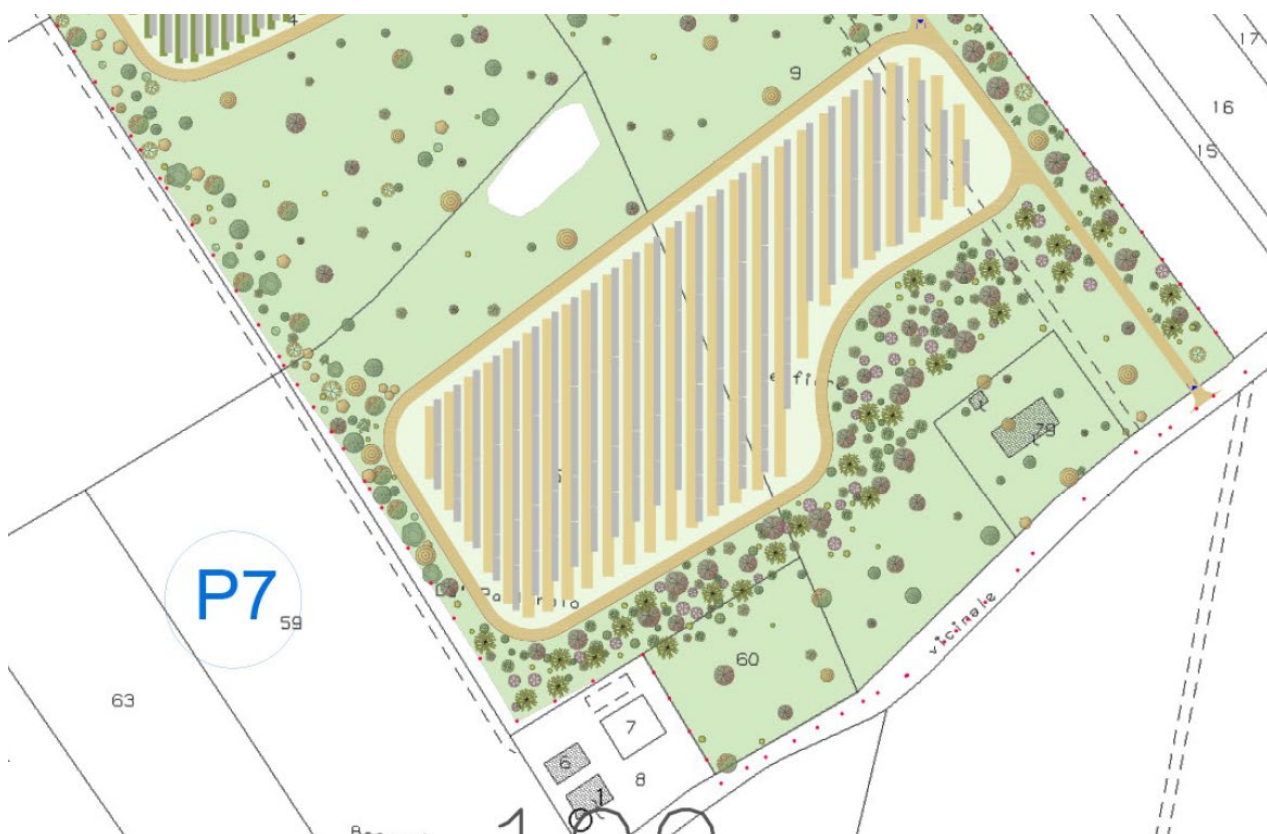


Figura 113 - Ubicazione seminativo sperimentale

Dove sono presenti impianti irrigui affidabili, il mais si conferma una scelta redditizia. Su questi suoli si adattano bene anche colture proteiche come la soia e il pisello, grazie alla struttura profonda e alla buona dotazione di elementi nutritivi. È però fondamentale gestire correttamente la lavorazione del

terreno, evitando interventi in condizioni di eccessiva umidità, e pianificare rotazioni colturali adeguate che limitino il rischio di emergenze fitosanitarie, ed evitino il diffondersi di fitopatie e parassiti tipici delle colture aumentando il periodo di reimpianto della stessa coltura sullo stesso appezzamento, scegliendo specie con profondità radicali differenti per evitare il compattamento del suolo e i ristagni idrici, fattori critici per il mantenimento della fertilità e della produttività nel medio periodo. Verranno valutate poi colture che utilizzano le stesse macchine operatrici.

2.5.7.8 – Potenziali filiere di commercializzazione

Tutte le sperimentazioni possono dare seguito a prodotti dotati di solide filiere di commercializzazione, qualora venissero implementata nell'intero areale di produzione.

2.6 - Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio

2.6.1 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.

2.6.1.1 – Sicurezza dei lavoratori

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

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

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

apparecchiatura, facente parte degli inverter di conversione, a due soglie d'intervento:

- ❖ Al superamento della prima soglia di allarme dell'isolamento verrà segnalato mediante invio automatico di sms/e-mail a persona incaricata dal committente.
 - ❖ Superata la seconda soglia di allarme dovrà essere attivata una segnalazione acustica prevista nel quadro allarmi ed una esterna in posizione da definire con il committente. All'attivazione della segnalazione di allarme dovuta ad una diminuzione di isolamento, dovrà essere proibito l'accesso del personale al campo fotovoltaico. Si ricorda che eventuali operazioni di controllo, manutenzione e riparazione nell'impianto fotovoltaico dovranno essere eseguite durante le ore prive di irraggiamento solare (ore notturne) o in altro modo mediante coperture dei pannelli solari con appositi teli.
- k) Tutti i quadri di bassa tensione dovranno essere provvisti di cartello di sicurezza che avvisa del pericolo della doppia alimentazione del circuito elettrico di un impianto fotovoltaico collegato alla rete del distributore.

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

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

2.6.2 - 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:

1. Le modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
2. Le protezioni o le misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno;
3. La definizione dei servizi igienico-assistenziali;
4. Le protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
5. La indicazione della viabilità principale di cantiere e delle prescrizioni per il suo utilizzo;
6. L'individuazione degli impianti di alimentazione e delle reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
7. L'esatta indicazione degli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
8. Le misure generali di protezione da adottare contro il rischio di caduta dall'alto;
9. 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;
10. Le misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere;
11. Le disposizioni per dare attuazione in merito alla consultazione dei rappresentanti per la sicurezza;
12. Le disposizioni per dare attuazione in merito all'organizzazione tra i datori di lavoro;
13. La valutazione, in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano;
14. Le misure generali di protezione da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura;
15. Il Capitolato per la sicurezza;
16. 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

- Preparazioni agricole del terreno
- 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
- Realizzazione rete primaria di irrigazione
- Cablaggio pannelli

Fase 7

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

Fase 8

- Realizzazione recinzione definitiva
- Piantumazione agricola
- Realizzazione impianto di videosorveglianza/antifurto
- Realizzazione rete secondaria di irrigazione
- Montaggio sensoristica agricola

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

2.6.3 - Fase di cantiere il “Piano Operativo per la Sicurezza”

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

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

- i dati identificativi dell'impresa esecutrice, che comprendono:
- il nominativo del datore di lavoro, gli indirizzi ed i riferimenti telefonici della sede legale e degli uffici di cantiere;
- la specifica attività e le singole lavorazioni svolte in cantiere dall'impresa esecutrice e dai lavoratori autonomi sub-affidatari;
- 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;
- il nominativo del medico competente ove previsto;
- il nominativo del responsabile del servizio di prevenzione e protezione;
- i nominativi del direttore tecnico di cantiere e del capocantiere;
- il numero e le relative qualifiche dei lavoratori dipendenti dell'impresa esecutrice e dei lavoratori autonomi operanti in cantiere per conto della stessa impresa;
- le specifiche mansioni, inerenti la sicurezza, svolte in cantiere da ogni figura nominata allo scopo dall'impresa esecutrice;
- la descrizione dell'attività di cantiere, delle modalità organizzative e dei turni di lavoro;
- 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;
- l'elenco delle sostanze e preparati pericolosi utilizzati nel cantiere con le relative schede di sicurezza;
- l'esito del rapporto di valutazione dei rischi e del rumore;
- 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;

- le procedure complementari e di dettaglio, richieste dal PSC quando previsto;
- l'elenco dei dispositivi di protezione individuale forniti ai lavoratori occupati in cantiere;
- la documentazione in merito all'informazione ed alla formazione fornite ai lavoratori occupati in cantiere.

2.6.4 - Fase di esercizio: descrizione del “*Fascicolo di manutenzione dell’opera*”

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

- misure messe in esercizio, cioè, incorporate nel sito e che diventano di proprietà della committenza (misure preventive e protettive in dotazione dell’opera);
- misure non in esercizio e cioè specifiche richieste che vengono fatte alle imprese, intese come requisiti minimi indispensabili per eseguire i lavori manutentivi successivi sull’opera (misure preventive e protettive ausiliarie).
- In sostanza il Fascicolo costituisce un’utile guida da consultare ogni qualvolta si devono effettuare interventi di ispezione e manutenzione dell’opera, ai sensi dell’art. 91 comma 2 del D.Lgs. 81/2008.

2.6.5 - Operazioni da effettuarsi prima dell’avvio dell’impianto fotovoltaico

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

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

2.6.6 - Operazioni per la messa in funzione

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

- Chiudere i gruppi porta-fusibili delle relative stringhe.
- Nel Quadro generale (Quadro di parallelo/interfaccia) posto in prossimità dell'inverter:
- Chiudere l'interruttore Magnetotermico "Dispositivo generale".
- Chiudere gli interruttori Magnetotermici "Dispositivi inverter".

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

- 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.

2.6.7 - Verifiche e manutenzioni in esercizio

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

- i cantieri dovranno essere opportunamente delimitati e segnalati al fine di evitare il transito sul luogo di lavoro di persone ed automezzi estranei al lavoro;

- Gli addetti alla manutenzione dovranno lavorare sempre in coppia, e mai da soli, dovranno transitare sulle superfici utilizzando sempre i dispositivi di sicurezza permanenti e dovranno sempre utilizzare i DPI in dotazione;
- gli automezzi e macchine operatrici da utilizzare sul cantiere dovranno essere conformi alle normative CEE;

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

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

Per far ciò occorre dotarsi delle chiavi adatte all'apertura del Quadro di parallelo/interfaccia e dell'eventuale quadro di ricovero inverter.

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

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

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

2.7 - Altri materiali e risorse naturali impiegate

2.7.1 - Stima materiali da utilizzare

La realizzazione della recinzione comporterà l'impiego di una rete metallica (h. 2,5 mt) con relativi pali di legno. Per consentire il passaggio dei piccoli animali la recinzione sarà sollevata di ca. 15-20 cm (in modo da non essere superabile da uomini e soprattutto bambini).

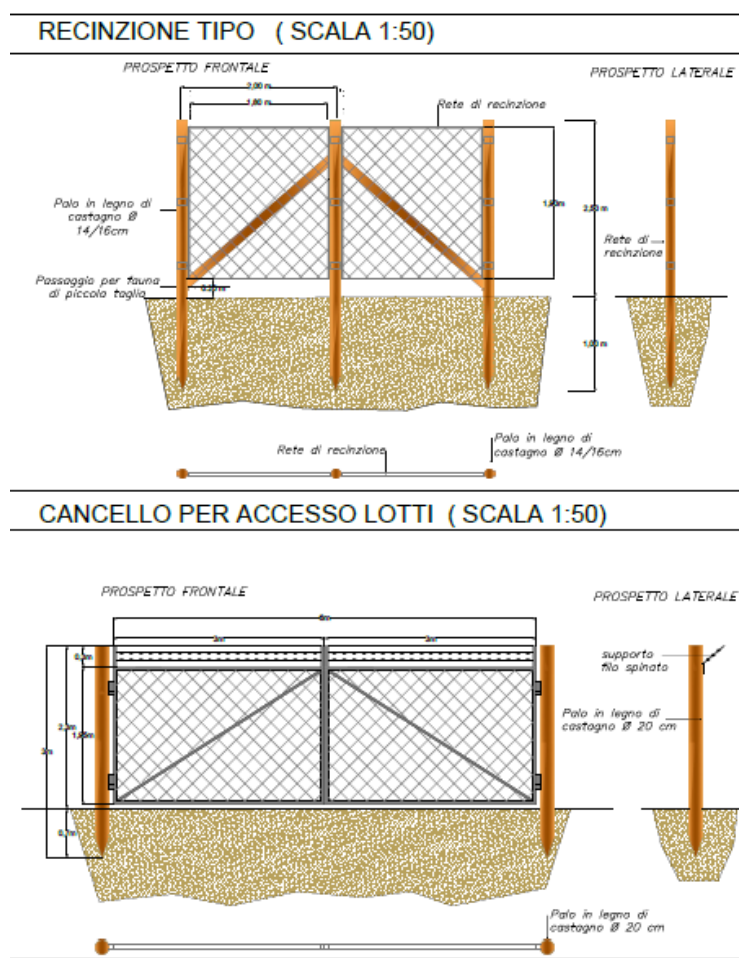


Figura 114 - Recinzione, particolare

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

sottrazione di suolo è in gran parte teorica: il terreno sottostante i pannelli infatti rimane libero e allo stato naturale, così come il soprasuolo dei cavidotti.

In definitiva, solo la parte di suolo interessata dalle viabilità di impianto e dalle cabine risulta, a progetto realizzato, modificata rispetto allo stato naturale *ante operam*. Questo terreno ammonta a circa 67.594 mq (circa il 4,8% della superficie).

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

2.7.2 - L'impianto di illuminazione e videosorveglianza

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

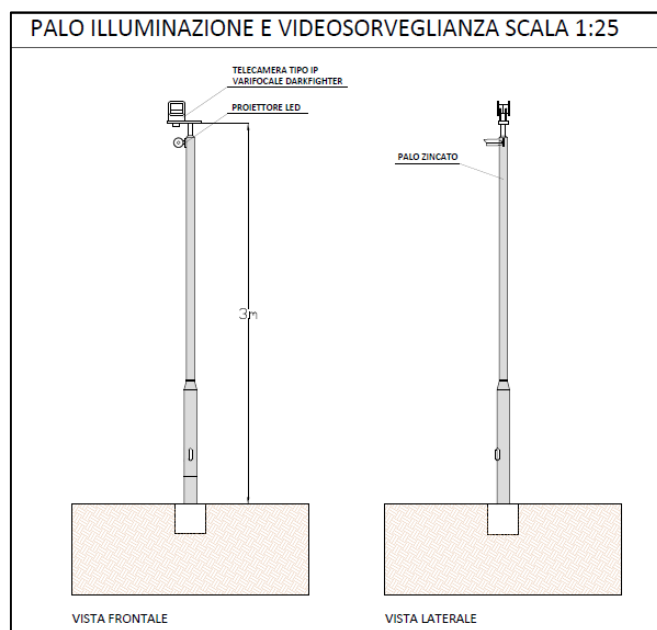


Figura 115- Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza

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

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

L'orientamento dei proiettori sarà totalmente orizzontale in maniera tale da non disperdere il flusso luminoso verso l'alto. Inoltre, sarà installata una sorgente luminosa con efficienza elevata (maggiore 90 lm/W) e con funzionalità integrata di settaggio del flusso luminoso. I valori di emissione saranno inferiori a 15 cd/klm a 90° se con ottiche simmetriche, 5 cd/klm a 90° se con ottiche asimmetriche e comunque 0 cd/klm a 100° e oltre per entrambi i tipi.

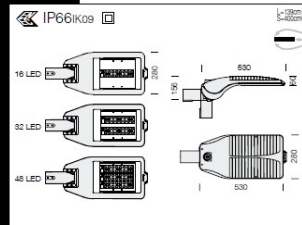
Di seguito si riporta la scheda tecnica tipo del proiettore LED e relativo solido fotometrico di riferimento. La forma della curva fotometrica è importante per capire in modo intuitivo il comportamento dell'apparecchio che stiamo analizzando. Risulta importante che la curva fotometrica invii la luce solo nelle direzioni interessate e con le giuste intensità luminose. Il "Solido Fotometrico" rappresenta graficamente come una sorgente luminosa emette luce nello spazio.

Art. 3278 Mini Stelvio - Fx T3

ILLUMINAZIONE STRADALE A LED



Art. 3278 - Mini Stelvio



IP66IK09

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

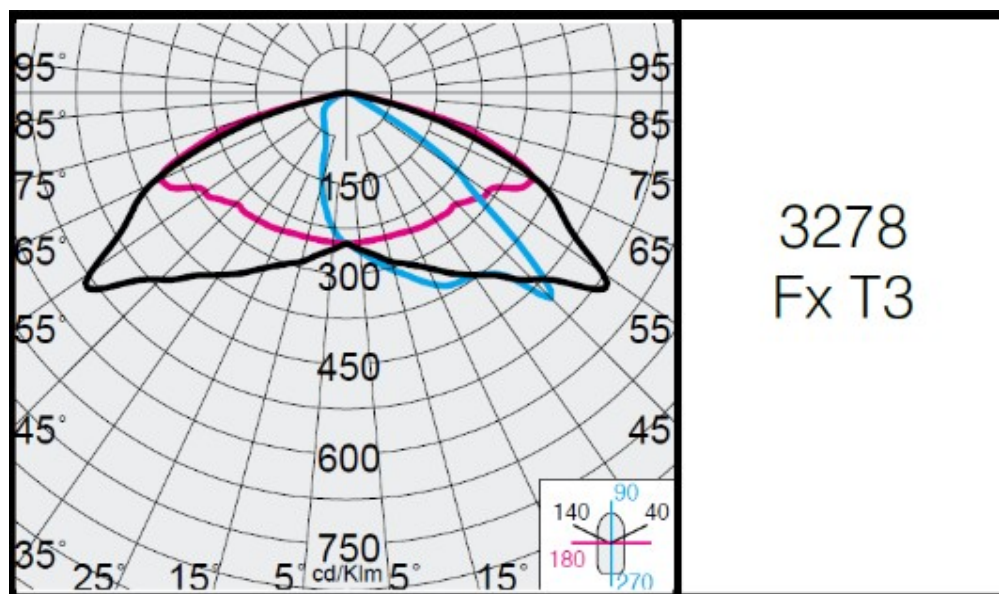
Ottiche	Sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV.					
Temperatura colore	4000 K 3000 K					
CRI	≥70					
Classe sicurezza fotobiologica	RG0 E0 (*) (Richiedere in sede la distanza dal punto di osservazione, se necessaria)					
N° LED	16	32	48	16	32	48
Flusso luminoso uscente	4728lm	9456lm	14178lm	4491lm	8983lm	13470lm
Potenza assorbita (W tot)	33 W	67 W	100 W	33 W	67 W	100 W
Classe di isolamento	II					
Grado di protezione	IP66					
Temperatura ambiente	-30°C - +40°C					
Peso	7.60kg	8.00kg	8.10kg	7.60kg	8.00kg	8.10kg
Norme di riferimento	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, UNI EN 13032-1:2012, UNI EN 13032-4:2015, IES LM-79-08. Prodotto conforme alle normative anti-inquinamento luminoso.					
Mantenimento del flusso luminoso LED L80B10	100.000 h					

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DI PILOTAGGIO

Alimentazione	elettronica 220-240V 50/60Hz		
Corrente LED	700mA		
Fattore di potenza	≥0.9		
Protezione sovratensione	Dispositivo di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con ripristino automatico.		
Surge protector (differenziale/comune)	Dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo LED e il relativo alimentatore (a richiesta: classe 2, protezione fino a 10kV).		
	33W=6/10kV	67W=6/9kV	100W=6/8kV

Vale a dire in quali direzioni e con quale intensità. A qualsiasi oggetto che emette luce può essere associata una curva fotometrica, sia esso una semplice lampadina, che un apparecchio illuminante o uno schermo che riflette luce. Per costruire un solido fotometrico è necessario misurare l'intensità

luminosa, cioè, “vedere” con quale intensità la sorgente emette luce in una determinata direzione. In pratica è come se si girasse attorno alla sorgente e a diverse angolazioni, si misurasse l’intensità della luce emessa.



FUNZIONI DISPONIBILI BASIC PROG (CLD BASIC)

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

OPZIONI DI GESTIONE DEL PUNTO LUCE A RICHIESTA

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

Regolazione 1-10V ordinare con sottocodice -12		Possibilità di regolazione 10%-100% con sistema 1-10V
 Mezzanotte virtuale ordinare con sottocodice -30		Sistema Stand alone con riduzione automatica del flusso su 4 step di luminosità. Per ottimizzare il risparmio energetico durante le ore notturne di minore presenza di persone e veicoli, l'apparecchio può essere programmato secondo un determinato profilo (personalizzabile a richiesta). La riduzione del flusso avviene attraverso un processo di auto-apprendimento dell'apparecchio che in funzione alle accensioni e spegnimenti pregressi, determina l'ipotetica "mezzanotte virtuale", media tra l'istante di accensione (tramonto) e quello di spegnimento (alba). Il dispositivo è integrato nel LED driver e di conseguenza non richiede alcuna modifica sull'impianto. <i>Affinché il sistema funzioni correttamente è necessario che l'impianto venga regolato da un dispositivo che accenda e spenga l'impianto regolarmente ogni giorno.</i> ATTENZIONE: su richiesta è possibile modificare i settaggi e le fasce orarie delle impostazioni di fabbrica della mezzanotte virtuale fino ad un max di 8 step.
Impostazioni di fabbrica		
Orario	Flusso	
accensione ÷ 22:00	100%	
22:00 ÷ 23:30	75%	
23:30 ÷ 02:30	50%	
02:30 ÷ 04:00	75%	
04:00 ÷ spegnimento	100%	
Telegestione ad onde convogliate ordinare con sottocodice -0078		Sistema di controllo gestione e diagnosi punto punto dell'intero impianto

2.8 - Realizzazione dell'impianto agrovoltaiico

2.8.1 - 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.

2.8.2 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 no:

- 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 impianto di messa a terra (es.: puntazze, cavo in rame, tubazione PVC, morsetti),
- 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.

2.8.3 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 prevedranno il montaggio dei moduli, il loro collegamento e cablaggio, la posa dei cavidotti interni al parco e la ricopertura dei tracciati.

Dato il raggruppamento in blocchi dell'impianto, legato alla soluzione tecnologica scelta, le installazioni procederanno in serie, ovvero si installerà completamente un blocco e poi si passerà al successivo. 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. Di seguito si riporta una lista delle operazioni previste per la realizzazione dell'impianto e la sua messa in produzione. Fatta eccezione per le opere preliminari, tutte le altre operazioni presentano un elevato grado di parallelismo, in quanto si prevede di realizzare l'impianto per lotti.

Opere preliminari:

- a) operazione di rilievo di dettaglio;

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

Opere di tipo civile:

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

Opere elettromeccaniche

- a) montaggio delle strutture metalliche di supporto;
- b) montaggio moduli fotovoltaici;
- c) posa cavidotti MT e pozzetti;
- d) posa cavi MT / Terminazioni cavi;
- e) posa cavi BT in CC/ AC;
- f) cablaggio stringhe;
- g) installazione inverter;
- h) installazione Trasformatori MT/BT;
- i) installazione Quadri di media;
- j) lavori di collegamento;
- k) collegamento alternata.

Montaggio del sistema di monitoraggio

Montaggio del sistema di videosorveglianza

Collaudi/commissioning:

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

Fine lavori

Collaudo finale

ConneSSIONE in rete

2.8.4 - Fasi di sviluppo per sottocampi

Per ridurre i tempi delle opere si ritiene necessario definire un cantiere che alimenterà tutte le piastre.

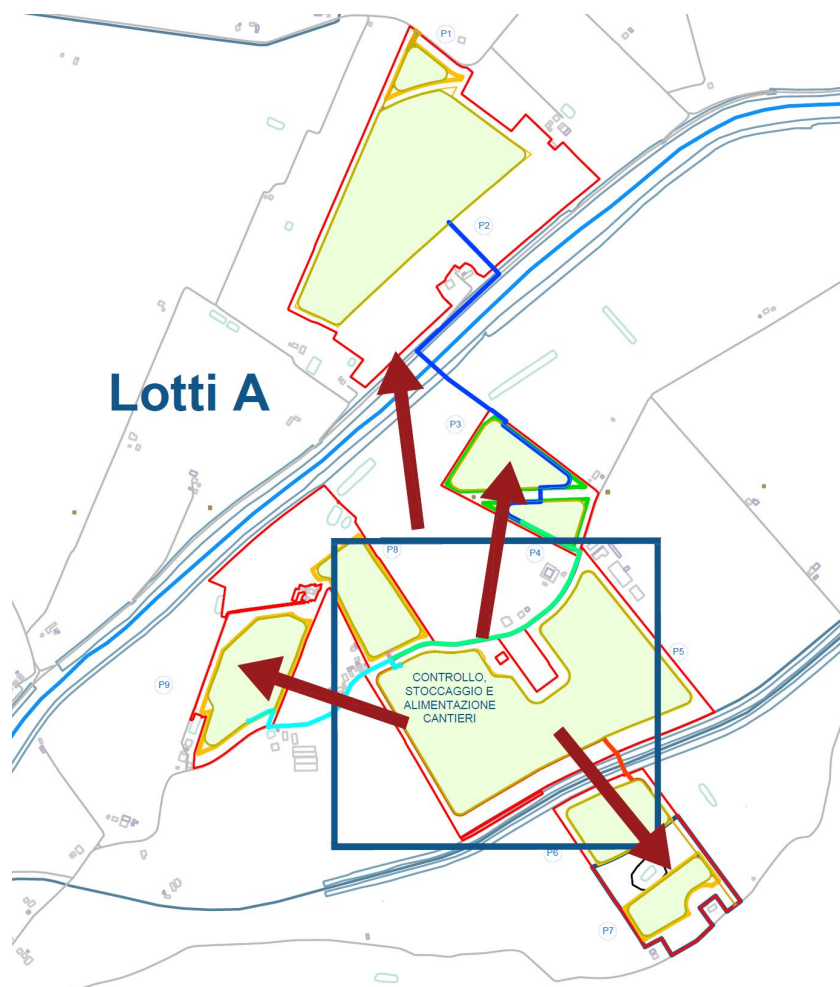


Figura 116 – Schema generale (Fonte: relazione E_R10_Piano di cantierizzazione)

Dopo aver predisposto la recinzione di cantiere lungo il perimetro, si procederà al tracciamento della viabilità di cantiere e alla predisposizione delle strutture temporanee che ospiteranno l'ufficio di direzione cantiere ed ufficio tecnico, l'ufficio ricevimenti merci, gli spogliatoi, i servizi igienici, la mensa e l'infermeria.

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

Nelle fasi preparatorie saranno installati i baraccamenti di cantiere, sarà predisposta un'area per il deposito del materiale ed uno spazio per i rifiuti. Gli apprestamenti saranno compiuti nelle piastre indicate in modo da risultare baricentrici.

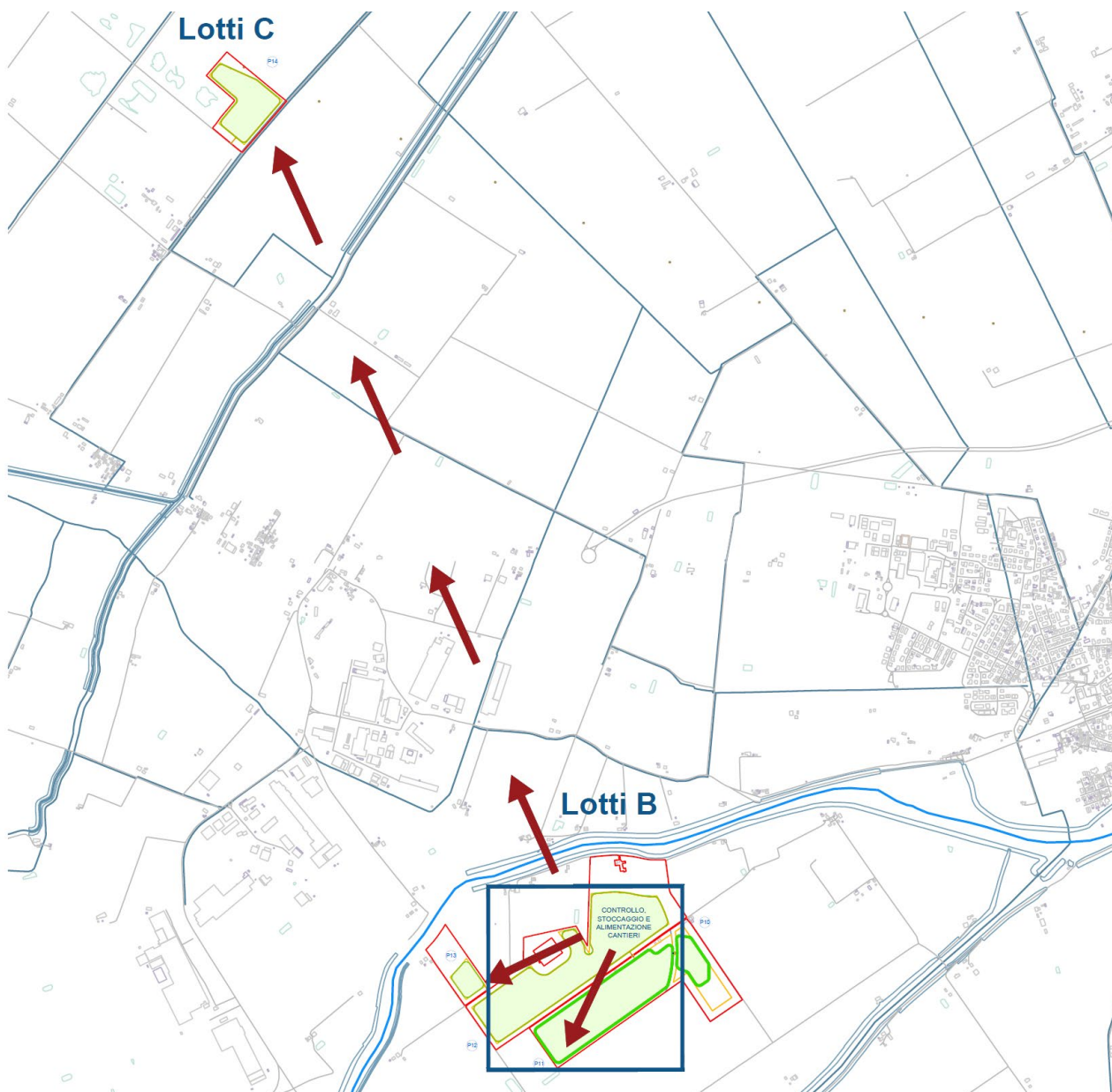


Figura 117 – Schema generale per macrolotti B e C

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

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

Seguendo le diverse fasi (infissione pali, montaggi pannelli, realizzazione elettrodotti, posa ed allestimento cabine, cablaggi) i sottocantieri saranno impegnati in sequenza, per ogni fase una volta completati i cantieri più distanti rispetto al polo di coordinamento centrale, si procederà radialmente con all'allestimento dei lotti più vicini.

Man mano che saranno ultimate le opere di montaggio delle strutture, dei moduli fotovoltaici, la stringatura degli inverter ed il posizionamento delle cabine BT/MT all'interno degli specifici lotti e la realizzazione delle mitigazioni ambientali, si procederà ad una riduzione graduale dell'area di cantiere. Nell'ultima fase di cantiere saranno poste in opera la cabina principale di raccolta dal quale partirà il cavidotto MT esterno. Il posizionamento avverrà tramite autogrù portata 50 t dotata di braccio telescopico a sfilamento completamente idraulico.

Il sito di stoccaggio del materiale sarà adibito nelle parti centrali delle piastre. In questo modo verranno garantiti l'approvvigionamento dei sotto cantieri che permetteranno la realizzazione in parallelo delle opere. Le prime forniture riguarderanno i materiali per la realizzazione delle recinzioni perimetrali e della viabilità interna che dovrà essere realizzata per permettere la movimentazione interna dei mezzi di cantiere.

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

Seguendo le diverse fasi (infissione pali, montaggi pannelli, realizzazione elettrodotti, posa ed allestimento cabine, cablaggi) gli altri sotto-cantieri saranno impegnati in sequenza procedendo radialmente per il completamento delle opere.

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

caduta accidentale di oggetti e materiali, nonché lo smantellamento dei container adibito ad ufficio di cantiere.

Infine, per ultimo si procederà alla realizzazione dell'impianto di irrigazione e alla piantumazione dei mandorleti e le altre colture. La mitigazione sarà realizzata alla corretta stagionalità.

La realizzazione del cantiere prevede un impiego massimo contemporaneo di **234 operai**. È previsto che le opere vengano realizzate in circa **250 giorni lavorativi**.

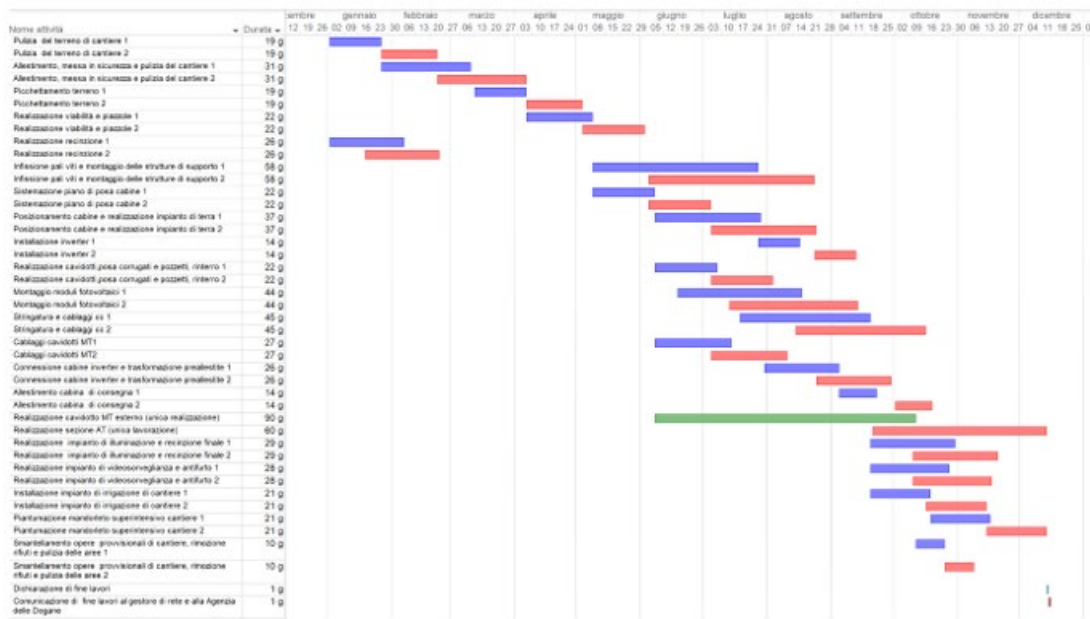


Figura 118 - Cronogramma cantiere

2.9 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 (223) e relativi parametri analitici.

2.9.1 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, 4 mt
- Profondità media, 0,3 mt,

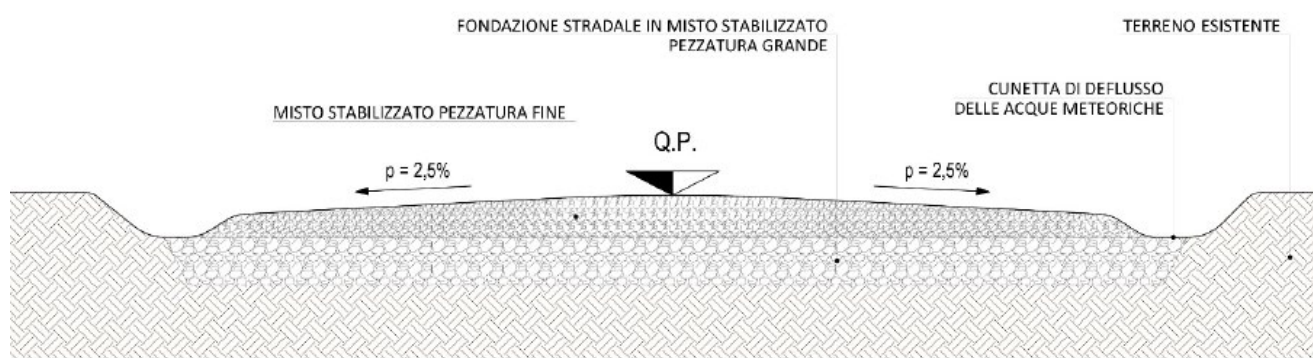


Figura 119- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato

Lo scortico superficiale (30 cm per 3,5 mt di larghezza) per realizzare le strade perimetrali in misto stabilizzato. Le strade in misto stabilizzato sviluppano ca. 15.765 metri di sviluppo e quindi una produzione di terra di scavo di ca 18.918 m³. La quantità di terra rimossa e movimentata può essere stimata nell'80 % della cifra sopra indicata, e quindi pari a 15.135 m³.

L'alloggiamento dei cavidotti BT e MT comporterà la rimozione di circa 30.559 mc. Circa l'80% del terreno escavato per i cavidotti BT e MT sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo.

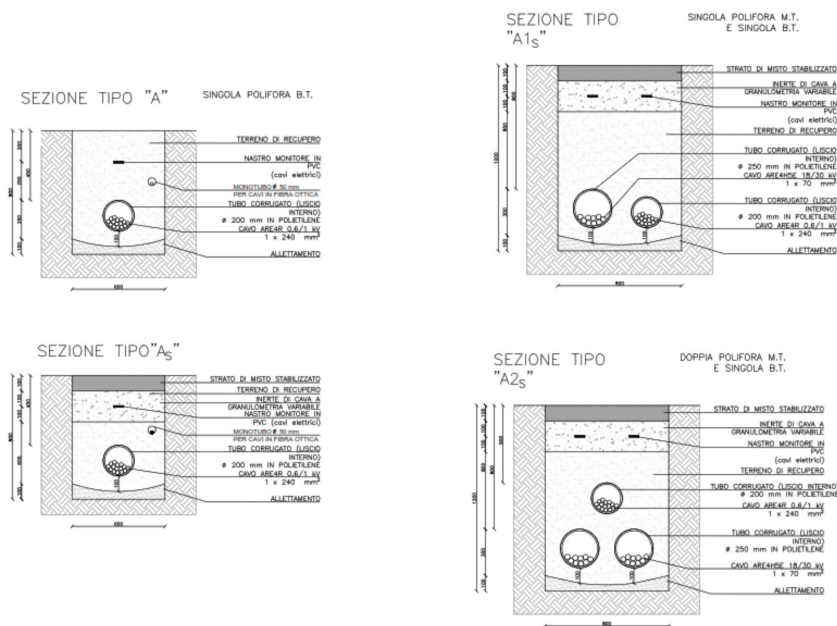


Figura 120 - Sezione tipo di elettrodotto

Il cavidotto MT esterno verso SE si sviluppa per circa 452 m, con un volume di scavo di circa 509 m³. Di questi, circa il 75% sarà direttamente riutilizzato in situ per ricolmare la fossa di scavo.

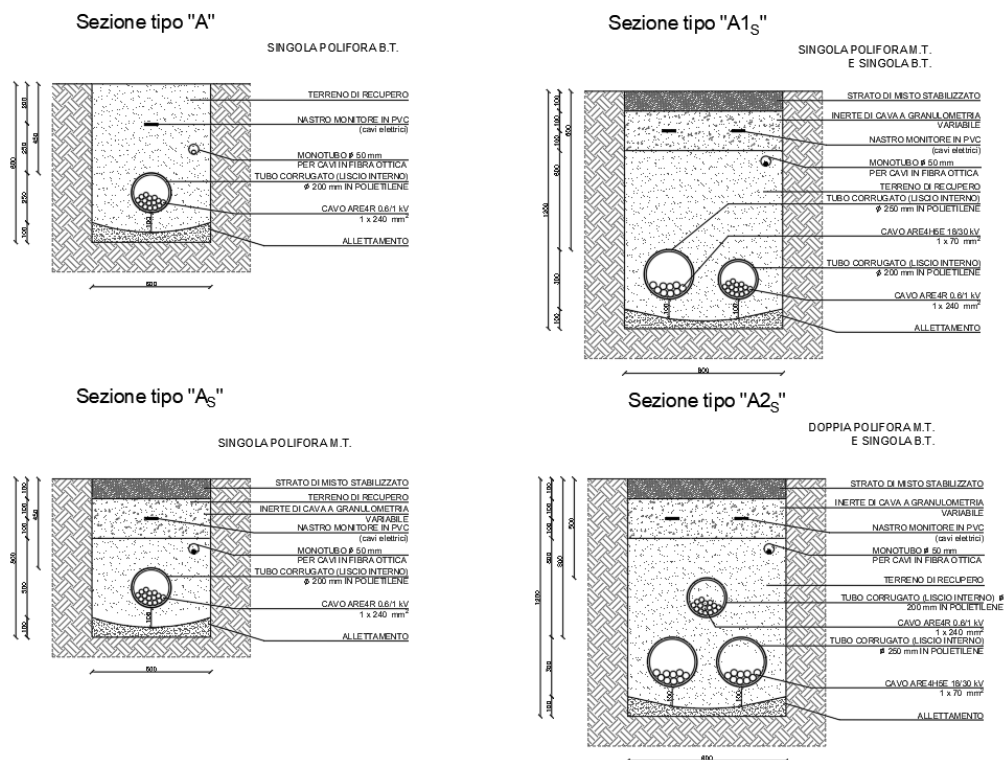


Figura 121 - Cavidotto

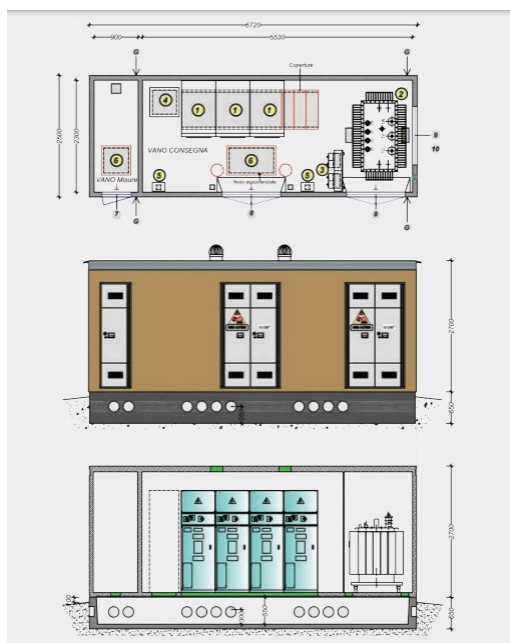


Figura 122 - Cabina tipo

Cabine.

In definitiva il terreno da movimentare è stimabile in:

	Quantità totale (m³)	Quantità riusata (%)	Quantità residua (m³)
Strade interne	18.918	20%	15.134
Cavidotti BT / MT	30.559	80%	6.112
Cavidotto MT verso SSEU	489	75%	122
Cabine	576	20%	461
Pali illuminazione	162	0%	162
Totale	50.704	57%	21.991

2.10.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti

La fascia di mitigazione dell'impianto occupa una superficie di 332.116 m².

Su tali aree saranno ripartiti i 21.991 m³ residuanti dalle attività di scavo, in definitiva per uno spessore medio di 6,6 cm. Precisamente saranno utilizzati solo dove serve, in aree limitate, per creare un lieve effetto gobba sulla mitigazione, graduato dall'esterno verso l'interno, in modo da schermare ulteriormente il campo e per l'area naturalistica a fini di modellazione minore.

Le percentuali di riutilizzo delle terre ipotizzate, sono sempre vincolate al buon esito delle analisi chimiche sui campioni di terreno che si prevede di prelevare. Per l'indicazione delle modalità di caratterizzazione (223 punti di prelievo previsti) si rimanda al Piano di Utilizzo che sarà redatto prima dell'avvio di cantiere e dopo le caratterizzazioni.

2.10 – Mitigazioni previste

2.10.1 – Generalità

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

I fattori considerati e le misure prese sono rivolti:

- **alla mitigazione:** al fine di inserire armonicamente, nella misura del possibile, l'opera con i segni preesistenti. Pur con la necessaria modifica dei luoghi, inevitabile con l'inserimento di impianti areali vasti, che sono indispensabili per consentire la transizione energetica del paese, la vegetazione di progetto andrà a definire i contorni dei campi al fine di ridurre la visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viarie limitrofe.
- **alla riqualificazione paesaggistica:** per evidenziare le linee caratterizzanti il paesaggio assecondando le trame catastali e l'assetto viario;
- **alla salvaguarda delle attività rurali:** realizzando spazi destinati all'agricoltura sia all'interno del campo, con l'inserimento di oliveti super intensivi tra i pannelli e oliveti tradizionali all'esterno dei campi dove il terreno presenta pendenze elevate;
- **alla tutela degli ecosistemi e della biodiversità:** l'inserimento di ampie fasce di mitigazione migliora la qualità dei luoghi incrementando la variabilità vegetazionale e con essa la salvaguardia delle *keystone species* (quelle specie che hanno la capacità "ingegneristica" e costruttiva, sono capaci di modificare in modo significativo l'habitat rendendolo ospitale per molte altre specie). L'intervento persegue l'obiettivo di aumentare la biodiversità attraverso la realizzazione di complessità strutturale ed ecologica capace di autosostenersi nel tempo e continuare a vivere anche oltre la durata dell'impianto fotovoltaico.
- **protezione del suolo:** le piante proteggono da erosione e smottamenti. Con le loro radici stabilizzano il suolo, mentre con le parti aeree lo proteggono dall'azione battente delle precipitazioni e schermano la superficie dal vento. La protezione del suolo risulta così importante che la Commissione Europea già nel 2006 ha pubblicato la Comunicazione 231 dal titolo "Strategia tematica per la protezione del suolo".
- **di sequestro del carbonio:** nell'ottica della diminuzione del carbonio nell'aria, una gestione sostenibile dei terreni agricoli, con l'adozione di pratiche atte a salvaguardare biodiversità e

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

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

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

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

Si prevede pertanto una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta della macchia mediterranea.

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

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

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

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

Tale scelta deriva anche dalla seguente considerazione.

Il paesaggio rurale ha subito negli ultimi decenni trasformazioni radicali; la presenza dell'agricoltura moderna, ad alto input energetico, ha portato drasticamente all'annullamento di un vero e proprio paesaggio arboreo ed arbustivo, costituito dagli elementi vegetali più strettamente legati all'ambiente rupestre o comunque più resistenti ad una forma di confino rispetto alle parti più fertili degli appezzamenti terrieri.

L'utilizzo del territorio per fini agricoli ha spesso spinto la lavorazione del terreno quanto più vicino possibile ai canali ripariali, rifugio fondamentale della biodiversità e indispensabili elementi di connessione ecologica.

Il progetto cerca di potenziare questi canali, in particolare lungo gli assi Nord-Sud, ricavando nuovi presidi di biodiversità e connessione.

Il nostro progetto del verde mira alla creazione di sistemi agroforestali con microhabitat diversificati, tanto sul piano microambientale, che sul piano delle comunità vegetali, che supportano una particolare diversità specifica sia di erbivori che di predatori. In tal senso i sistemi agroforestali che andremo a realizzare, costituiscono dal punto di vista ecologico e paesaggistico dei veri e propri corridoi, intesi come "ecosistemi" (o meglio, "ecotopi") di forma grossomodo lineare con caratteri e specie propri del luogo e del territorio dove verranno collocate.

Le caratteristiche dei corridoi (in particolare dei corridoi vegetati) variano in funzione della struttura interna ed esterna, e sono influenzate da una serie di attributi:

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

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

Il progetto del verde mira, dunque, soprattutto nell'area di continuità ecologica alla creazione di sistemi agroforestali con microhabitat molto diversificati, tanto sul piano microambientale che sul piano delle comunità vegetali, che supportano una particolare diversità specifica sia di erbivori che di predatori. In tal senso i sistemi agroforestali, da realizzare, costituiscono dal punto di vista ecologico e paesaggistico dei veri e propri corridoi, intesi come “ecosistemi (o meglio ecotopi) di forma lineare con caratteri propri che differiscono dalle condizioni circostanti” (Franco, 2000).

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

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

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

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

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

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

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

Soprattutto per i canali minori si prevede una rapida colonizzazione della vegetazione acquatica che avrà la funzione di sedimentazione (deposito e accumulo di solidi sospesi e fosforo) e fitodepurazione: l'acqua immagazzinata nel canale filtra lentamente attraverso la fascia tampone (per via sub-superficiale, e quindi con trattamento anche dell'azoto nitrico) prima di raggiungere la falda o altri corpi idrici.

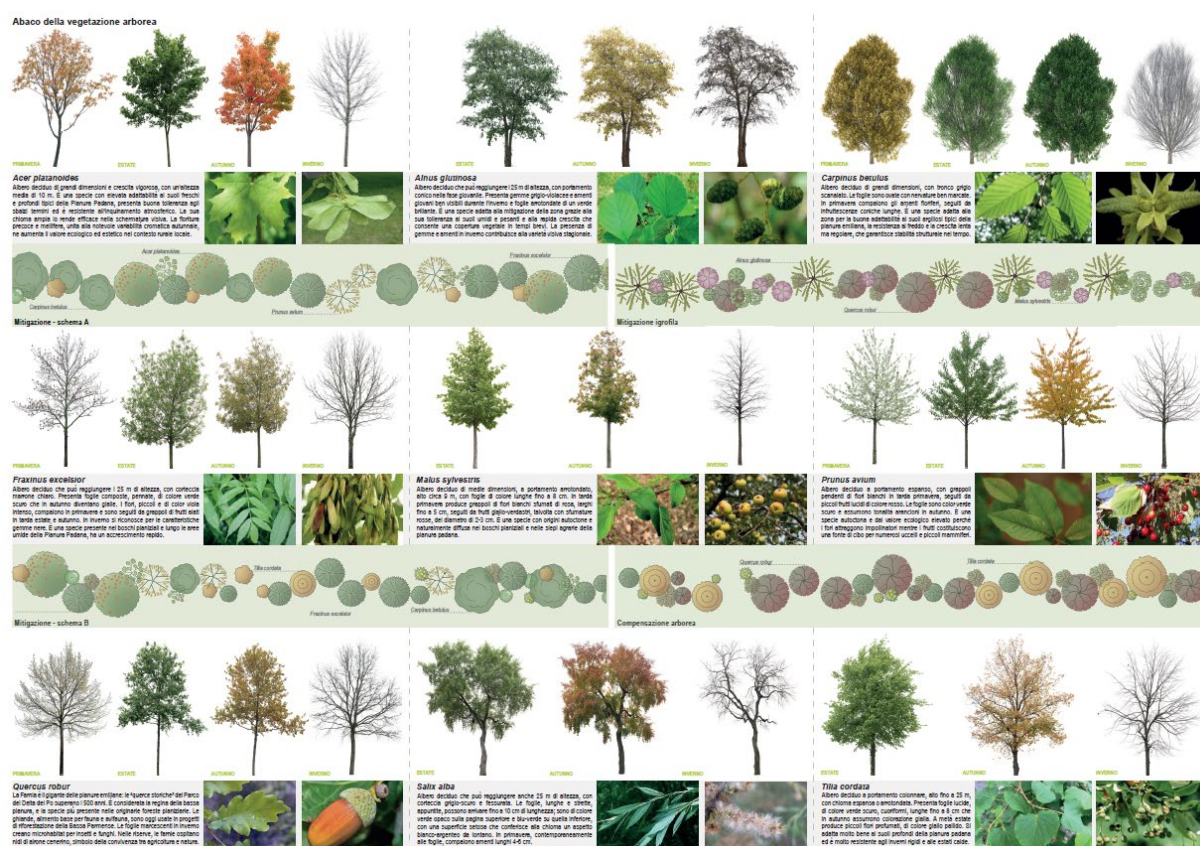


Figura 123 – Abaco alberi della mitigazione

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 le precedenti piante.

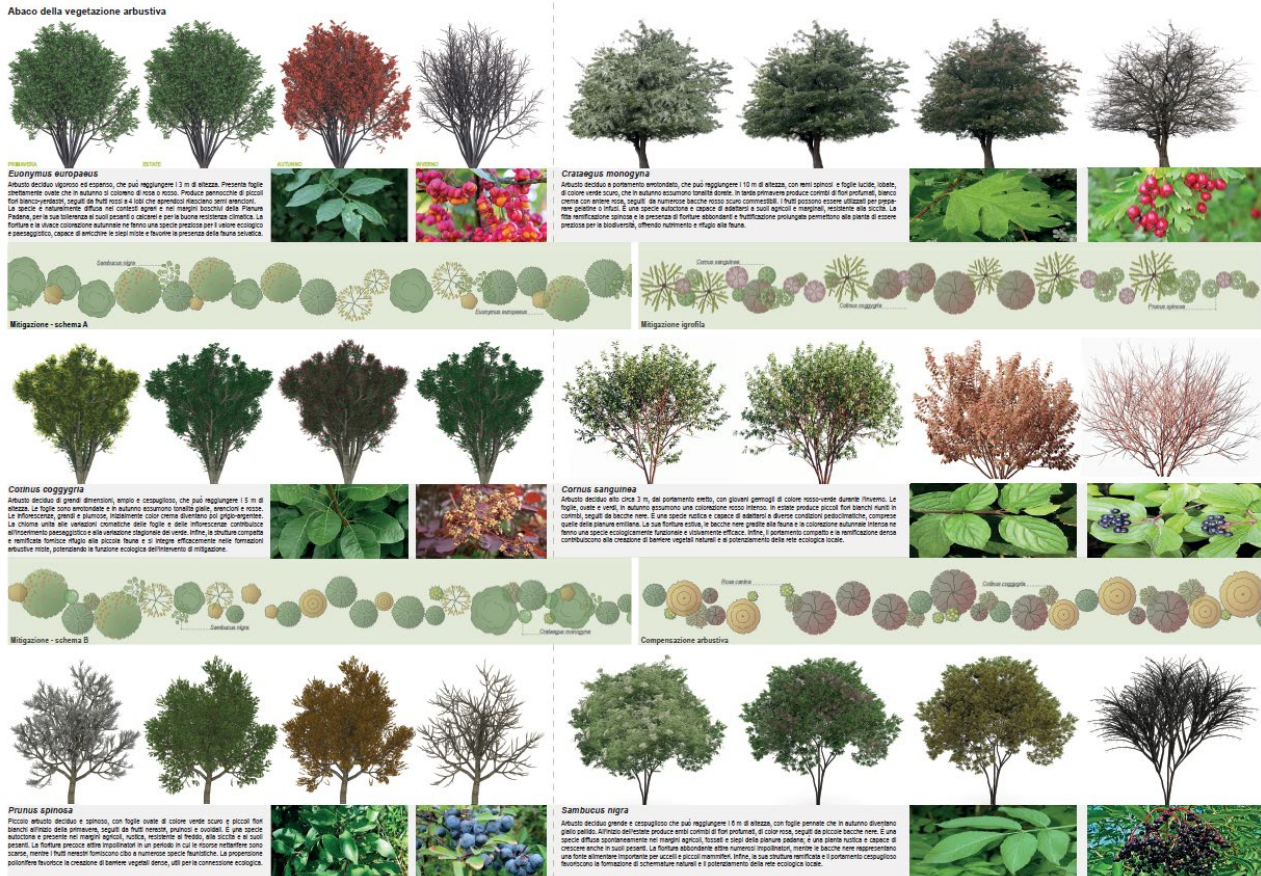
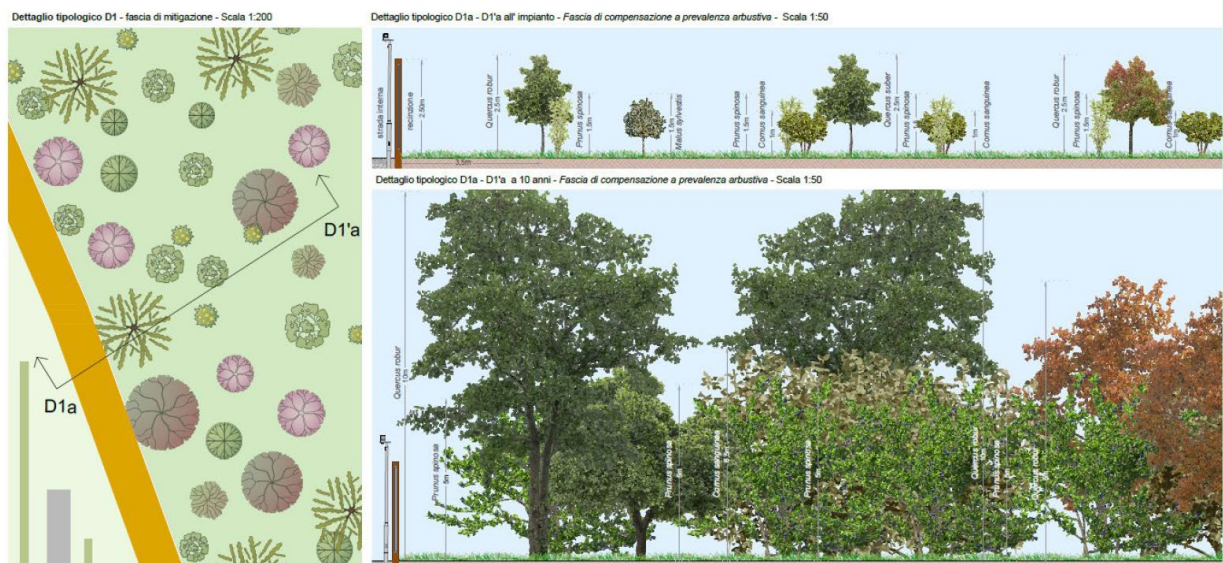


Figura 124 - Abaco della vegetazione arbustiva

Complessivamente la mitigazione si presenterà nel seguente modo:



Nelle diverse piastre essa è stata disposta sistematicamente in modo altamente differenziato, avendo cura di non riprodurre caratteri di artificialità (come filari compatti e continui), ma, al contempo ispessendo e diradando in funzione del fronte rispetto al quale intervenire. Ad esempio, la piastra 10-13 si presenta nel modo seguente.



Figura 125 - Piastra 10-13

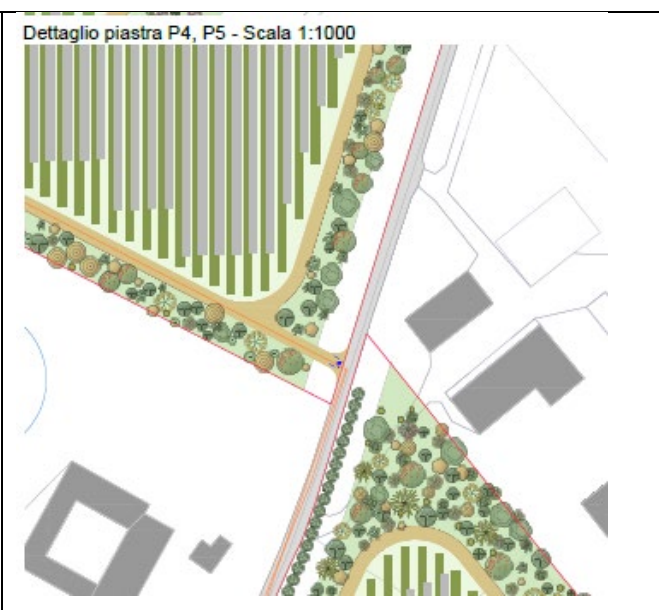
Oppure, il complesso sistema delle piastre da 3 a 9, incuneato tra i due rami del Panaro, come vedremo nel capitolo successivo, che hanno richiesto un trattamento altamente differenziato, per l'ampia varietà di situazioni spaziali nelle quali si inserisce.

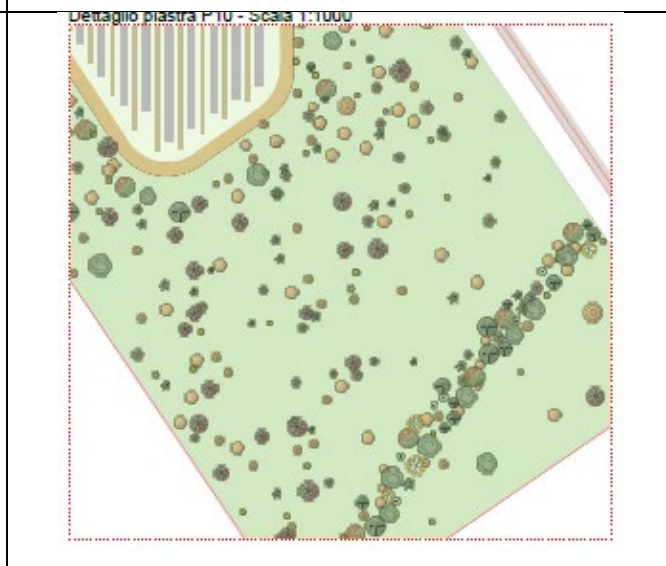
Legenda

PROGETTO DI MITIGAZIONE			
Albero	Quantità	Arbusto	Quantità
<i>Acer platanoides</i>	284	<i>Cornus sanguinea</i>	574
<i>Alnus glutinosa</i>	471	<i>Cotinus coggygria</i>	965
<i>Carpinus betulus</i>	261	<i>Craeaegus monogyna</i>	276
<i>Fraxinus excelsior</i>	696	<i>Euonymus europea</i>	674
<i>Malus sylvestris</i>	530	<i>Prunus spinosa</i>	690
<i>Prunus avium</i>	281	<i>Rosa canina</i>	752
<i>Quercus robur</i>	603	<i>Sambucus nigra</i>	577
<i>Tilia cordata</i>	325		



Figura 126 - Piastre 3-10





2.11 – Campi elettromagnetici indotti

2.11.1 – Generalità

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- “Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];
- “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” [art. 3, comma 2];

“Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione

dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

2.11.2 – Norme

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 già menzionata 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 già menzionate distanze ed in particolare:

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

2.11.3 – Impianto ed interferenze con linee elettriche

L'impianto non prevede la realizzazione di alcun elettrodotto aereo, bensì solo di elettrodotti interrati in BT e MT che sono valutati nella parte tre dello studio dove vengono presi in esame i potenziali impatti dell'opera.

2.12 – Operazioni di automazione

2.12.1 – Pulizia pannelli

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

Tuttavia, questa attività è perfettamente automatizzabile con molti tipi di robot presenti nel mercato. Normalmente si tratta di dispositivi da posizionare sulla stringa da parte degli operatori che in seguito si muovono autonomamente per effettuare la pulizia. La quale può avvenire sia in secco come in umido. La società, in accordo con i fornitori degli inseguitori monoassiali, si doterà dei sistemi di automazione necessari per rendere questa operazione semplice e rapida, minimizzando in tutte le circostanze la presenza degli operatori. Complessivamente si stima l'operazione di pulizia (che può e deve essere anche parziale e solo quando necessaria) in circa 500.000 litri per un ciclo di pulizia con spazzole idrocinetiche che facciano uso di acqua demineralizzata senza detergenti. L'acqua sarà portata con autocisterne e travasata per l'operazione in cisternette da 2 mc portate in situ (entro 50 metri dalla macchina pulitrice anche robotizzata) da piccoli carrelli elevatori cingolati. L'operazione, da non condurre contemporaneamente su tutto l'impianto, ma per ampie sezioni, sarà condotta in se necessario circa una volta all'anno. Ovviamente l'acqua in tal modo impiegata fungerà anche da irrigazione sia del prato, sia della circostante mitigazione.

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

Figura 127 - Caratteristiche robot

2.12.2 – Sfalcio prato

Lo sfalcio del prato potrà essere realizzato a cura del gestore agricolo e secondo il relativo disciplinare, in nessun caso saranno impiegati prodotti chimici diserbanti non biologici. Lo sfalcio terrà conto delle fasi fenologiche delle specie che compongono il prato, e avverrà solo dopo la produzione di seme per innescare una rinnovazione naturale del prato.

2.13 – Stima dei rifiuti prodotti e materiali di recupero/riciclo

2.13.1 – Rifiuti prodotti

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

Il cantiere produrrà le seguenti classi di rifiuti tipici:

CER 150101 imballaggi di carta e cartone

CER 150102 imballaggi in plastica

CER 150103 imballaggi in legno

CER 150104 imballaggi metallici

CER 150105 imballaggi in materiali compositi

CER 150106 imballaggi in materiali misti

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

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

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

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

CER 160604 batterie alcaline (tranne 160603)

CER 160601* batterie al piombo

CER 160605 altre batterie e accumulatori

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

CER 170202 vetro

CER 170203 plastica

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

CER 170407 metalli misti

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

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

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

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

(in rosso i rifiuti pericolosi).

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

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

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

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

In particolare, devono essere utilizzate nel sito di produzione, la loro non contaminazione deve essere verificata in base ai disposti dell'Allegato 4, e la loro conformità deve essere verificata con la redazione di un "Piano Preliminare di utilizzo in sito" (elaborato E_R18).

2.13.2 – Riciclo dei pannelli e degli altri materiali

La grandissima maggioranza dei materiali impiegati nell'impianto sono facilmente recuperabili a termine del ciclo di vita dell'impianto. Una opportuna operazione di smontaggio dell'impianto e la corretta divisione dei materiali durante le operazioni, insieme alla cura di recuperare i materiali e componenti ancora riusabili, porterà al sostanziale recupero dei materiali indicati in tabella.

Chiaramente alcuni saranno interamente riciclati (alluminio, rame, ferro), altri saranno sottoposti ad operazioni di riuso, previa selezione (pietriscio, CLS, legno), o di recupero a mezzo di cicli termici (vetro, silicio, plastiche) altri a smaltimento, se ne frattempo non saranno stati messi a punto efficienti e sicuri procedimenti di riciclaggio.

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

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

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

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

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

Allo stato attuale il riciclo di un pannello fotovoltaico può avvenire con un processo semiautomatico, in uso presso diversi consorzi¹², 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 seconda 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).

¹² - 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/ 182

2.14 - Investimento

2.14.1 – Quadro economico generale

QUADRO ECONOMICO GENERALE Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti	50.167.492,64	10%	55.184.241,90
A.2) Oneri di sicurezza	585.406,42	10%	643.947,06
A.3) Opere di mitigazione	860.001,00	10%	946.001,10
A.4) Spese previste da Studio di impatto ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	60.000,00	22%	73.200,00
A.5) Opere connesse (agricole+ dismissione)	4.497.884,94	10%	4.947.673,43
TOTALE A	56.170.785,00		61.795.063,50
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	500.000,00	22%	610.000,00
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	60.000,00	22%	73.200,00
B.3) Collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	256.911,47	22%	313.431,99
B.4) Spese per rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (incluse spese per attività di monitoraggio ambientale)	50.000,00	22%	61.000,00
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1,B2,B4 e collaudi B.3	24.400,00	22%	29.768,00
B.6) Imprevisti	280.853,93	22%	342.641,79
B.7) Spese varie-costi opere di collegamento	127.395,00	22%	155.421,90
B.8) Spese varie-costi relativi ad acquisizioni	10.900.000,00	22%	13.298.000,00
TOTALE B	12.199.560,39		14.883.463,68
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge			
"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A+B+C)	68.370.345,39		76.678.527,18

2.14.2 – Investimento mitigazioni e compensazioni

La parte naturalistica, che comprende le aree a verde mitigative e compensative e relativo impianto di irrigazione, che comprende fornitura e messa a dimora, ammonta a poco più di 860.0000€

Vegetazione	Prezzario di Riferimento	Codice Prezzario	Altezza	Quantità	Prezzo unitario medio	Prezzo totale
Fornitura arbusti					vaso tipo 9L	
Cornus sanguinea	Assoverde 2025	15060141	0,60-0,80	574	10,20 €	5.854,80 €
Cotinus coggygia	Assoverde 2025	15060143	0,60-0,80	965	7,80 €	7.527,00 €
Crataegus monogyna	Assoverde 2025	15060168	0,60-0,80	276	7,80 €	2.152,80 €
Euonymus europaeus	Assoverde 2025	15060224	0,60-0,80	674	5,60 €	3.774,40 €
Prunus spinosa	Assoverde 2025	15060526	0,60-0,80	690	5,60 €	3.864,00 €
Rosa canina	Assoverde 2025	15065009	0,60-0,80	752	8,30 €	6.241,60 €
Sambucus nigra	Assoverde 2025	15060585	0,60-0,80	577	10,20 €	5.885,40 €
Messa a dimora arbusti	Assoverde 2025	25020005		4.508	14,46 €	65.185,68 €
Subtotale arbusti						100.486 €
Fornitura alberi						
Acer platanoides	Assoverde 2025	15120109	170-200	284	94,80 €	26.923,20 €
Alnus glutinosa	Assoverde 2025	15120301	170-200	471	75,90 €	35.748,90 €
Carpinus betulus	Assoverde 2025	15120379	170-200	261	113,70 €	29.675,70 €
Fraxinus excelsior	Assoverde 2025	15120666	170-200	696	90,40 €	62.918,40 €
Malus sylvestris	Assoverde 2025	15060402	170-200	530	26,80 €	14.204,00 €
Prunus avium	Assoverde 2025	15121176	170-200	281	89,20 €	25.065,20 €
Quercus robur	Assoverde 2025	15121318	170-200	603	103,10 €	62.169,30 €
Tilia cordata	Assoverde 2025	15121462	170-200	325	95,90 €	31.167,50 €
Messa a dimora alberi di circonferenza 12/14 cm	Assoverde 2025	25020010		3.451	78,72 €	271.662,72 €
Subtotale alberi						559.534,92 €
Impianto d'irrigazione fascia mitigazione	Prezzario Regionale Per Opere E Interventi In Agricoltura RER Edizione 2024	D30.8.3	ha 33,00	€/ha 6.060 €	strutture di sostegno e impianto d'irrigazione 740 p/ha	199.980,00 €
Subtotale irrigazione						
TOTALE Realizzazione mitigazione					860.001 €	

2.14.3 – Parte produttiva agricola

I costi della parte agricola possono essere distinti in tre voci:

- mandorleto a spalliera
- seminativo
- sperimentazioni

Costi impianto			
	€/ha	ha	tot
Materiali	10.023,11 €	22,7	227.524,60 €
Manodopera	2.118,95 €		48.100,17 €
Costo impianto complessivo ad ettaro	12.142,05 €		275.624,54 €

Figura 128 - Stima costi realizzazione mandorleto a spalliera

	Codice prezzario*	€/ha	ha	tot
Vangatura	D10.20	136,5	58,61	8.000,5 €
Vangatura di terreno in piano eseguita con mezzi meccanici idonei alla tipologia di suolo				
Erpicatura	D10.70	195,0	58,61	11.429,3 €
Affinamento del letto di semina mediante le adeguate operazioni su terreno lavorato a qualsiasi profondità: a due passate				
Sementi	Prontuario di Agricoltura 2016			
Grano tenero	200 kg/ha grano tenero	140,0	58,61	8.205,7 €
Semina	Prontuario di Agricoltura 2016	121,0	58,61	8.581,4 €
Concimazione				
Di fondo				
Fornitura letame (400 q/ha)	A.1.13	240,0	58,61	14.066,9 €
Spandimento di letame realizzato con 2 spandiletame da 8 mc e benna caricatrice (minimo 1 h).	D20.40	208,3	58,61	12.208,9 €
				26.275,8 €
* Prezzario Opere agricole RER 2024		Capex tot		62.492,7 €

Figura 129 - Stima costi realizzazione seminativo

Prezzario delle opere agricole e forestali Lazio" (Luglio 2022)			Indice rivalutaz	
B4.1 Olivo	Tipo 9 sesto 4x1,5 piante 1.666/ha	Superficie da impiantare netta ha	Totale oliveto sperimentale	Totale oliveto sperimentale prezzo aggiornato 2025
Impianto base	21.993,00 €	0,112	6.242,66 €	6.789,51 €
Lav. Terreno agg. SCASSO	1.191,00 €			
Lav. Terreno agg. RIPPATURA	1.101,00 €			
Imp. Sostegno	8.774,00 €			
Rete antigrandine	8.933,00 €			
Imp. Irrig IA	4.628,00 €			
Imp. Irrig 2A	6.205,00 €			
Imp. Fertirr.	2.913,00 €			
Totale per Ettaro	55.738,00 €			

Figura 130 - Stima costi realizzazione Oliveto sperimentale

Prezzario delle opere agricole e forestali Lazio" (Luglio 2022)			Indice rivalut	
B4.2 Nocciolo	Tipo 4 sesto 4x3 piante 834/ha vaso policonico	Superficie da impiantare netta ha	Totale oliveto sperimentale	Totale oliveto sperimentale prezzo aggiornato 2025
Impianto base	9.503	0,27	7.263,27 €	7.899,53 €
Lav. Terreno agg. SCASSO	1.191			
Lav. Terreno agg. RIPPATURA	1.101			
Imp. Irrig 1A	5.315			
Imp. Irrig 2A	6.878			
Imp. Fertirr.	2.913			
Totale per Ettaro	26.901			

Figura 131 - Stima costi nocciolo sperimentale

	Codice prezzario*	€/ha	ha	tot
Aratura	D10.20	136,5	1,87	255,3 €
Vangatura di terreno in piano eseguita con mezzi meccanici idonei alla tipologia di suolo				
Erpicatura	D10.70	195,0	1,87	364,7 €
Affinamento del letto di semina mediante le adeguate operazioni su terreno lavorato a qualsiasi profondità: a due passate				
Sementi	Prontuario di Agricoltura 2016			
Grano tenero	200 kg/ha grano tenero	140,0	1,87	261,8 €
Semina	Prontuario di Agricoltura 2016	121,0	1,87	273,9 €
Concimazione				
Di fondo				
Fornitura letame (400 q/ha)	A.1.13	240,0	1,87	448,8 €
Spandimento di letame realizzato con 2 spandiletame da 8 mc e benna caricatrice (minimo 1 h).	D20.40	208,3	1,87	389,5 €
				838,3 €
*PREZZARIO REGIONALE EMILIA ROMAGNA PER OPERE E INTERVENTI IN AGRICOLTURA EDIZIONE 2024			TOT	1.993,9 €

Figura 132 - Stima costi realizzazione seminativo sperimentale

2.15 – Monitoraggi

2.15.1 – 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.

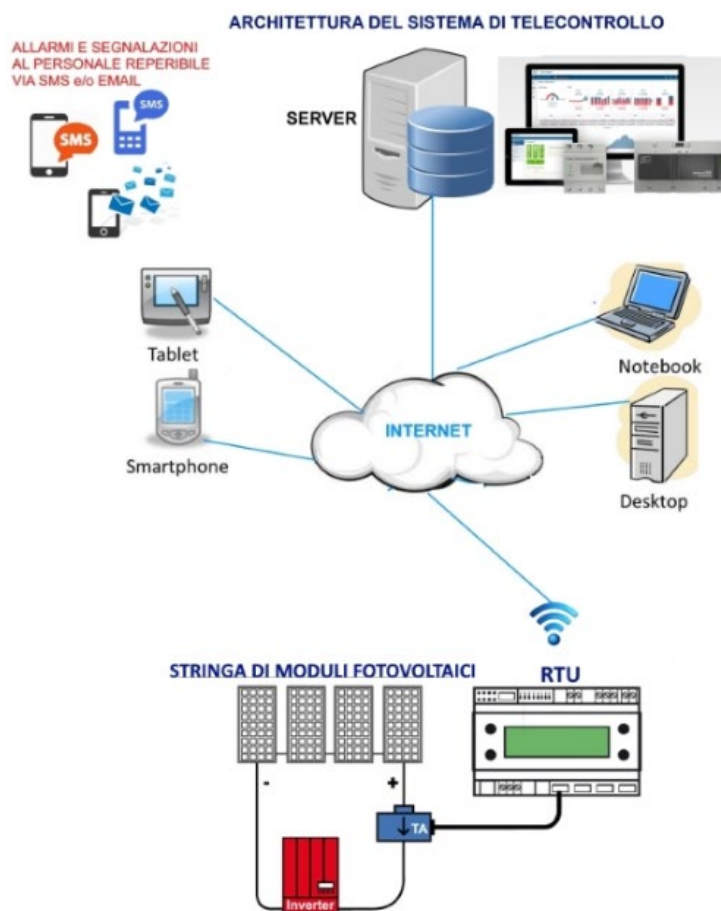


Figura 133 - Schema sistema di telecontrollo

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

Il sistema complessivamente renderà i seguenti dati:

- Monitoraggio di ogni stringa dell'impianto fotovoltaico
- Monitoraggio della potenza istantanea e dello stato dell'inverter
- Monitoraggio dei dati provenienti dai sensori in campo (esempio temperatura, vento, irraggiamento)
- Allarme in caso di guasto e/o anomalie tramite SMS e/o e-mail
- 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
- Tre anemometri posti nella sezione Nord, Centro e Sud del campo

2.15.2 – Monitoraggi rumore ed elettromagnetismo

Rumore

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

Le misurazioni sono state condotte sui punti sensibili, come meglio spiegato 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.

2.15.3 – Monitoraggio ambiente e biodiversità

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

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

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

¹³ - <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuali-per-il-monitoraggio-di-specie-e-habitat-di-interesse-comunitario-direttiva-92-43-cee-in-italia-habitat> 189

2.16 – Alternative

2.16.1 – Alternative di localizzazione

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

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

- 1- **Valutazione della regione** sotto il profilo delle normative paesaggistiche (Piano paesistico) e relativi indirizzi tecnici, del clima amministrativo generale, della qualità della rete di connessione, del grado medio di insolazione;
- 2- **Scelta di un areale di scala vasta** nel quale indirizzare la ricerca in funzione del cumulo di progetti, delle condizioni amministrative, delle esperienze pregresse, della qualità e magliatura della rete elettrica, delle condizioni paesaggistiche e naturalistiche;
- 3- **Ricerca di nodi di rete idonei** ad accogliere nuovi progetti, a distanza compatibile con la potenza da richiedere (ca 0,5 km/MW in prima istanza);
- 4- **Verifica paesaggistica preliminare;**
- 5- **Ricerca di terreni idonei**, esenti da vincoli e connettabili alla rete elettrica nazionale, non sensibili sotto il profilo paesaggistico e naturalistico;
- 6- **Definizione di un pre-progetto** e di condizioni di fattibilità preliminari, in caso di successo nella verifica preliminare con i proprietari (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;
- 9- **Incontro preliminare con l'amministrazione.**

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

Tra questi possono essere menzionati:

Comune	Provincia	Superficie totale, ha	Superficie netta
Castello d'Argile	Bologna	80	70
Ferrara	Ferrara	75	68
Mirandola	Modena	96	70
Jolanda di Savoia	Ferrara	500	420

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

1- Castello d'Argile (BO)

Il progetto insisterebbe su un vasto areale, in parte limitrofo ad un'area industriale.

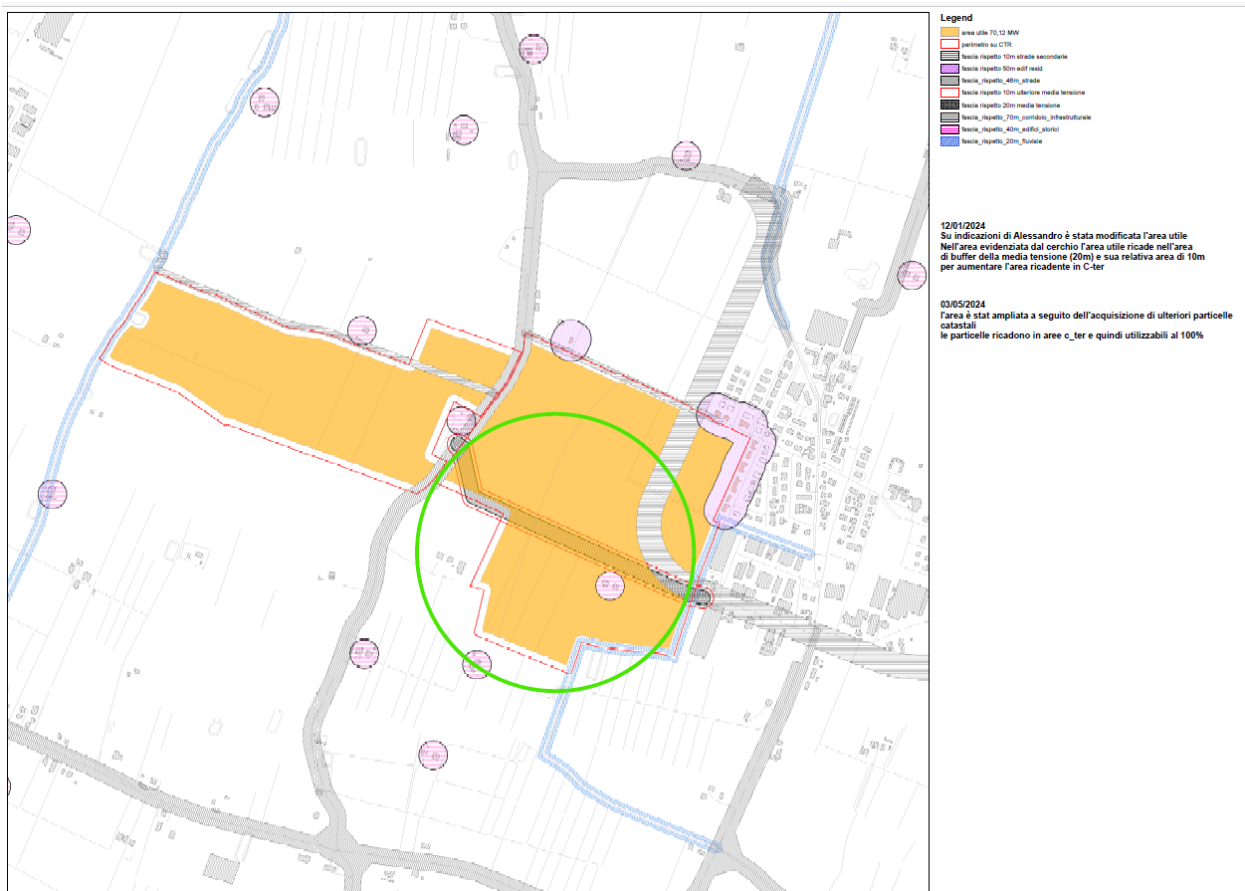


Figura 134 - Area lorda ed utilizzabile

In base alla normativa della regione Emilia-Romagna l'area è soggetta ad un diverso quadro prescrittivo.

- L'area contrassegnata "A" nella seguente figura è classificabile come "idonea" ai sensi della lettera c-ter, per cui può essere utilizzata al 100% sia per la norma nazionale sia per quella regionale. Questa area corrisponde a 23,1 ha.
- L'area contrassegnata "B" nella seguente figura è classificabile come "idonea" ai sensi della lettera c-quater, per cui in essa bisogna considerare che si potrebbe dover impostare un impianto agrivoltaico "avanzato" e con un impegno di superficie radiante non superiore al 10% per la norma regionale. Per la norma nazionale dovrebbe essere sufficiente essere 'agrivoltaico avanzato'. Questa area corrisponde a 40,54 ha.
- Nel rimanente terreno "A" si può utilizzare un impianto di qualsiasi impostazione, con l'impiego del 100% del suolo.

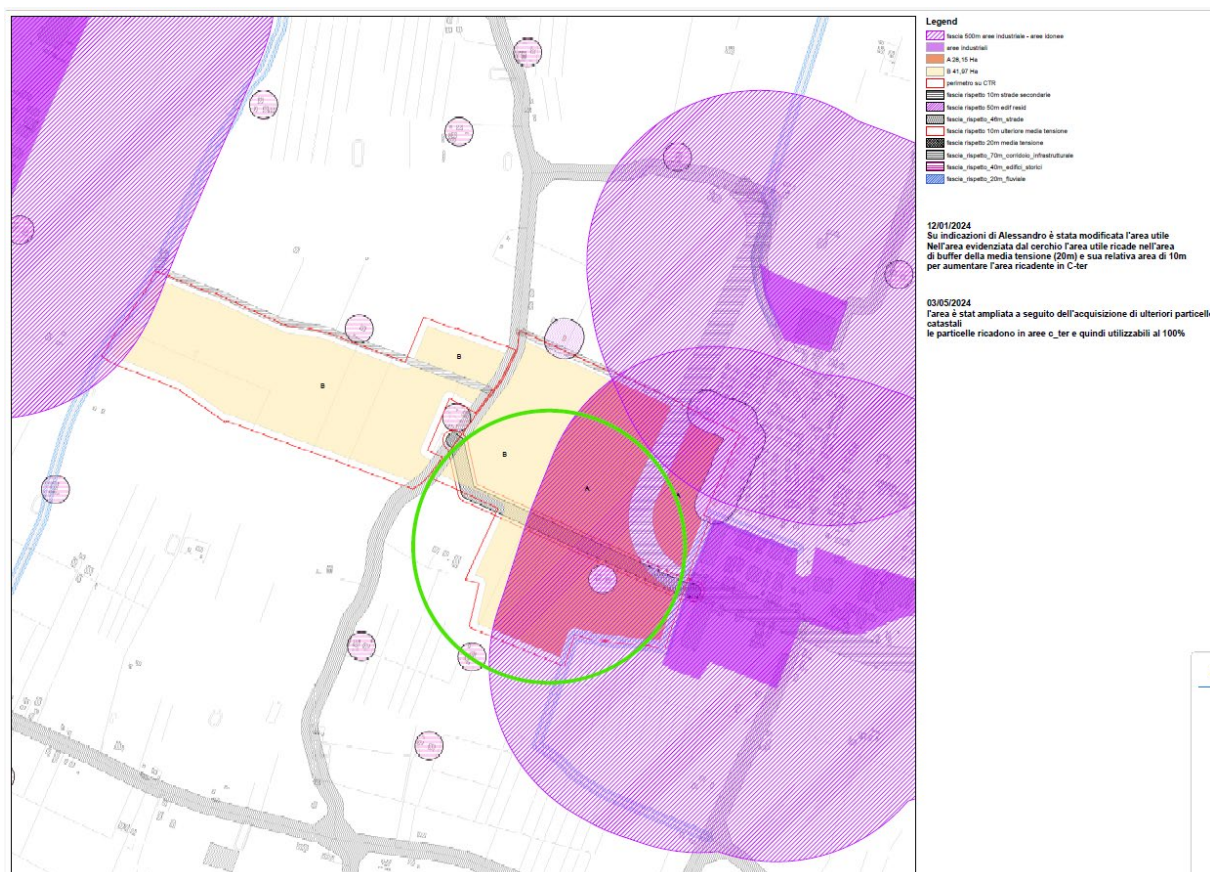


Figura 135 - Aree c-ter e c-quater

Fu richiesta una Stmg, ottenuta per 52 MW, ma con una soluzione di connessione penalizzante per la distanza ed i tempi di realizzazione. Oltre 10 km nel comune di Cento, ma in una cabina primaria di Enel.

I fattori penalizzanti considerati sono stati:

- Nell'area erano presenti coltivazioni biologiche.
- La distanza di connessione era penalizzante, in particolare in quanto gestita da Enel.
- Il sito era soggetto ad elevata visibilità da due centri urbani, di cui uno limitrofo.
- Solo in parte era considerabile in area c-ter.

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

2- Ferrara (FE)

Il potenziale progetto insisteva su un areale in agro di Ferrara, a sud della città.

L'area è agricola è intensamente coltivata, con significative opere idrauliche. Completamente pianeggiante, in un lotto allungato verso Nord. Attraversato da linee elettriche MT.



Figura 136 - Lotto Ferrara

Visibile da case sparse a Nord, ma anche dalle ultime propaggini dell'abitato di Ferrara.

Non sono presenti vincoli significativi.

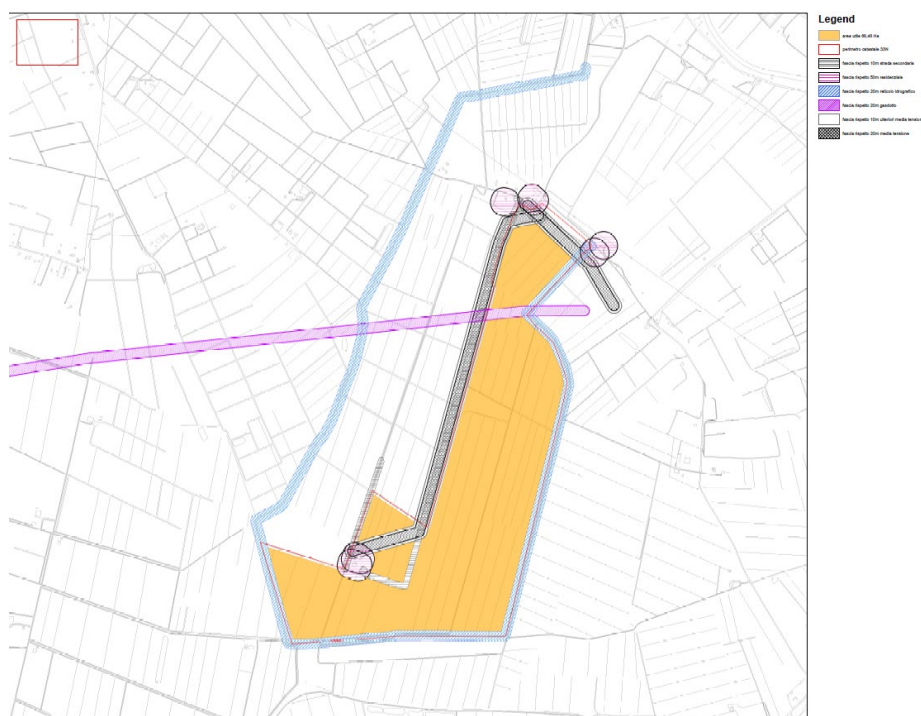


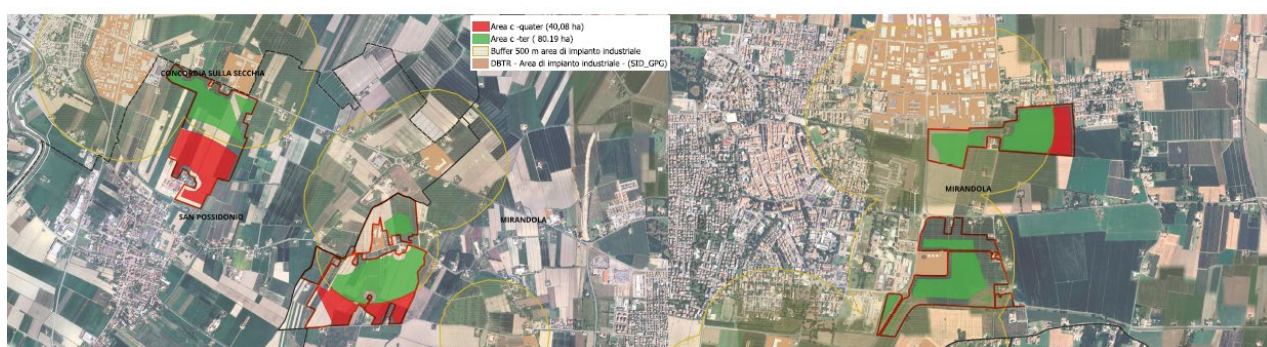
Figura 137 - Vincolistica Ferrara

Elevata pericolosità idraulica, P3-H, Alluvioni frequenti, tempo di ritorno 20-50 anni.

3- Mirandola (MO)

A Mirandola è stato valutato un sito di ben 96 ha, pianeggiante e regolare, in unico lotto, o in due lotti limitrofi. Nella sua massima estensione 120 ha di area utilizzabile.

Di questi 80 ha stimabili in aree c-ter e 40 ha in aree comunque c-quater.



Ciò che penalizza queste ipotesi è l'elevatissima densità urbana del territorio.

Inoltre, l'essere interamente in area IBA.

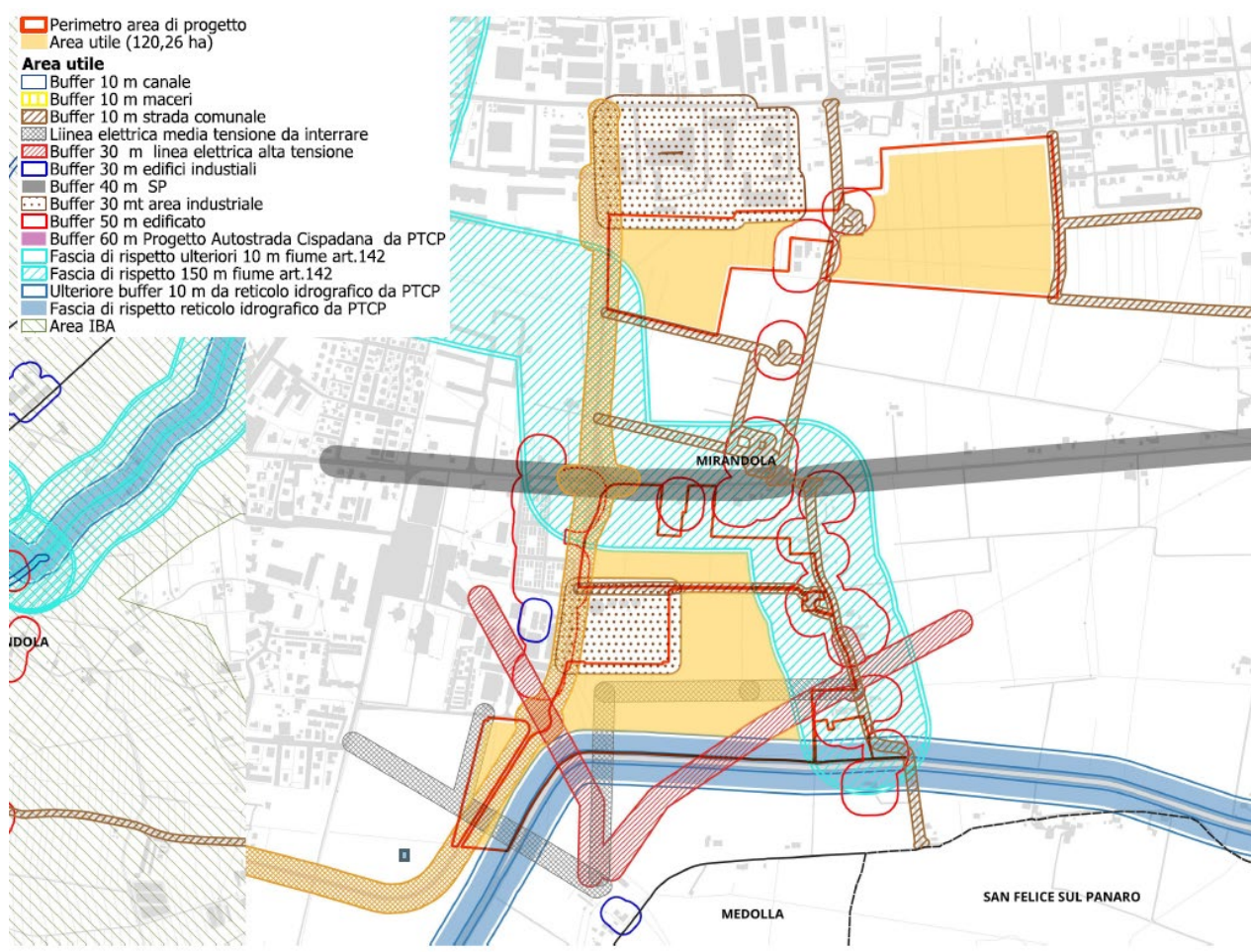


Figura 138 - Valutazione dei vincoli

4- Jolanda di Savoia (FE)

Da ultimo è stato considerato, invero molto brevemente, un sito enorme, in provincia di Ferrara e interessato da una risaia in attività.

Circa 500 ettari con possibilità di asservirne altrettanti.

Il potenziale progetto, che è subito stato considerato fuori scala, insiste su un territorio perfettamente pianeggiante, diviso in lotti rettangolari di una ventina di ettari cadauno, e con opere idrauliche fittamente organizzate. Limitrofo ad una strada di scorrimento del territorio e case sparse organizzate intorno ad essa. Limitrofo anche a canali irrigui.

La risaia, che si estende per centinaia di ettari, è attiva.

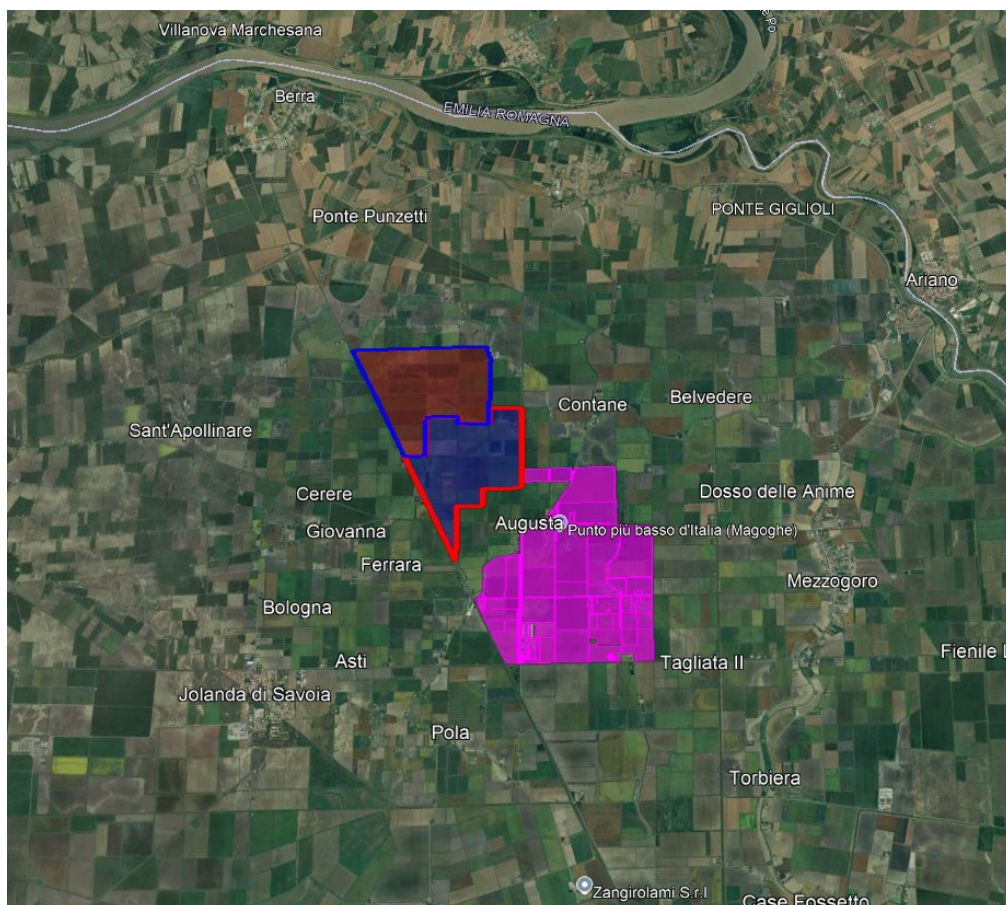


Figura 139 - Potenziale terreno a Jolanda di Savoia

5- Valutazione comparata

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

Nella valutazione abbiamo distinto tra:

1- Area Vasta e Area Locale

Quindi, rispettivamente, sulla base.

per l'Area Vasta:

- della densità dei progetti di generazione da rinnovabili (se nota)
- la sensibilità ambientale complessiva,

Per l'Area Locale:

- la sensibilità paesaggistica,
- la condizione vincolistica
- la distanza e idoneità della rete elettrica.

Vengono attribuiti 3 punti a fattori penalizzanti “alti”, 2 a “medi” ed 1 a “bassi”.

Ne deriva il seguente ordinamento:

	Area Vasta		Area Locale			Totale
	Densità progetti	Sensibilità ambientale	Sensibilità del paesaggio	Concentrazione vincolistica	Distanza rete elettrica	
Finale Emilia	2	2	1	1	2	8
Castello d'Argile	2	1	2	2	3	11
Ferrara	3	1	3	3	2	12
Mirandola	2	1	3	3	2	10
Jolanda di Savoia	3	3	2	2	2	12

La valutazione condotta ha portato all'eliminazione dei siti di Jolanda di Savoia e di Ferrara, mentre un approfondimento è stato condotto sui siti di Castello d'Argile e di Mirandola, oltre che di Finale Emilia, ovviamente.

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

	Area Vasta		Area Locale			Totale
	Densità progetti	Sensibilità ambientale	Sensibilità del paesaggio	Concentrazione vincolistica	Distanza rete elettrica	
Finale Emilia	4	2	1,5	1	2	10,5
Castello d'Argile	4	1	3	2	3	13
Mirandola	4	1	4,5	3	2	14,5

Procedendo ad una progettazione preliminare, per attribuire la potenza, per i soli due siti di Finale Emilia e di Castello d'Argile, si è verificata la necessità, infine, di escludere il secondo per il superamento del parametro di fattibilità tecnico/economico di 0,5 km/MW, dovendo ridurre la potenza nelle aree c-quater.

2.16.2 – Alternative di taglia e potenza

Individuato il sito di Finale Emilia come il più idoneo tra quelli valutati in quanto concretamente disponibili, si è proceduto a impostare la potenza definitiva e scartare la Stmg di Castello d'Argile. In questa fase sono state compiute scelte di ottimizzazione tecnico/paesaggistiche tra i lotti individuati e disponibili.

È stata scelta in questa fase la soluzione “agrovoltaica” e, per la grande dimensione del sito, è stata avviata una consulenza specifica per individuare la migliore soluzione agrivoltaica, secondo i criteri indicati nella relazione.

La scelta è caduta di **Romagna Impianti di Imola**.

Inoltre, si è deciso di prevedere una fascia di mitigazione, successivamente meglio precisata nelle fasi di progettazione seguenti, di 15 metri medi (da 10 a 30), ricavando in tal modo la poligonale di progetto. Verificata con numerosi sopralluoghi l'effettiva schermabilità delle piastre individuate e prescelte si è scelto infine di accettare il preventivo di Terna S.p.a. per la potenza qui presentata.

2.16.3 – Alternative tecnologiche

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

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

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

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

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

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

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

- impianti fissi
- impianti ad inseguitore solare

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

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

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

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

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

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

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

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

Pertanto, adoperando un sistema di “sostegni ad inseguitore” il numero di ore equivalenti in un anno, è risultato pari a 1.509

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

Quindi si può affermare che l'inseguitore monoassiale:

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

2.16.4 – Alternative circa compensazioni e mitigazioni

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

- 1- In primo luogo, è stata realizzata una ricostruzione dettagliata delle curve di livello, con distinzione di 1 metro, al fine di assicurarsi della fattibilità dell'installazione degli inseguitori (che, come noto, sono sensibili alle pendenze) e, d'intesa con il produttore è stata stabilita la compatibilità fino al 9-12%;
- 2- In secondo luogo, con sopralluoghi mirati e rilevazioni di tipo agronomico e naturalistico, condotte dai nostri esperti, è stato definito in alcuni punti critici il tipo di trattamento da realizzare, e in alcuni lotti piccoli, si è valutato se utilizzarli o meno per l'impianto;
- 3- Questa fase ha visto una riduzione di potenza circa del 5%, rispetto a quella inizialmente programmata, per fare spazio ad alcune fasce di rispetto dalle aree boscate, ed escludere alcune aree.

2.16.5 – Alternative di modalità agrivoltaiche

Restano da considerare un'ampia e complessa serie di alternative che hanno a che fare con la scelta della tipologia di impianto agrivoltaico, di tipo di coltivazione, di intensità dell'uno e dell'altro.

Si tratta spesso di scelte “a pacchetto”, nel senso che alcune modalità installative comportano vincoli che la coltura deve considerare e viceversa.

2.16.5.1 – Scelta del “tipo” agrivoltaico, criterio C

Le Linee Guida individuano tre “tipi” di coltivazione agrivoltaica:

- Tipo 1- coltivazione tra le file e sotto di essa¹⁴
- Tipo 2 – coltivazione solo tra le file¹⁵

¹⁴ - “**L'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici.** Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una **integrazione massima** tra l'impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono”.

¹⁵ - “**L'altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici.** Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l'impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono **alcuna** funzione sinergica alla coltura)”

○ Tipo 3 – moduli verticali¹⁶

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

- Il “tipo 1” prevede strutture “alzate da terra” quanto basta da consentire la coltivazione e comunque almeno quanto necessario per avere un'altezza da terra di 2,1 mt,
- Il “tipo 2” può prevedere altezze standard,
- Il “tipo 3” ha altezza da definire, ma immaginando un singolo pannello stimabili in 2,8 metri.

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

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

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

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

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

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

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

- Il “tipo 1” può essere stimato in 1.720 kWh/kWp.
- Il “tipo 2” può essere stimato in 1.670 kWh/kWp.

¹⁶ - “i moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale (figura 11). L'altezza minima dei moduli da terra non incide significativamente sulle possibilità di coltivazione (se non per l'ombreggiamento in determinate ore del giorno), ma può influenzare il grado di connessione dell'area, e cioè il possibile passaggio degli animali, con implicazioni sull'uso dell'area per attività legate alla zootecnia. Per contro, l'integrazione tra l'impianto agrivoltaico e la coltura si può esplicare nella protezione della coltura compiuta dai moduli fotovoltaici che operano come barriere frangivento”

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

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

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

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

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

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

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

In termini riassuntivi:

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

Figura 140 - Tabella di confronto modelli criterio C

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

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

È possibile produrre la seguente matrice di confronto:

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

Figura 141 - Confronto alternative, criterio C

Da questa matrice si ricava che la soluzione “tipo 2” sarebbe meno impattante, in senso complessivo, rispetto a quella “alta” di “tipo 1”, e d è abbastanza vicina quella di “tipo 3”.

Il parametro che fa preferire quella “tipo 1”, prescelta, è il maggior favor regionale, atteso che la soluzione “verticale”, tipo 3, è ancora poco affidabile sul mercato italiano e, comunque, confliggerebbe con le scelte agricole del progetto.

2.16.6 - Alternative circa le soluzioni di connessione alla RTN

Il preventivo di connessione ricevuto da Terna prevede:

La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che il Vs. impianto venga collegato in antenna a 132 kV su un ampliamento/adequamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV denominata ‘Massa Finalese’ previa realizzazione di una nuova sezione a 380 kV nella SE ‘Massa Finalese’ da collegare in entra-esce alla linea RTN a 380 Kv ‘Martignone-Sermide’.

Nel prescritto Tavolo Tecnico, convocato dal medesimo Gestore, è stato comunicato al Capofila che la Nuova Stazione dovrà essere adiacente alla stazione “Massa Finalese” e connessa in Esce-Entra con la linea da 380 kV ‘Martignone-Sermide’.

La progettazione sarà sottoposta a Terna per il Benestare.

Sono da considerare i seguenti vincoli:

- 1) La nuova SE in ampliamento deve essere localizzata nell'immediata vicinanza della Stazione esistente o, meglio, del suo ampliamento che è oggetto di un altro Tavolo tecnico di progettazione;
- 2) L'area di sedime, in base ai dati trasmessi da Terna, dovrà avere un'estensione di ca. 4.900 mq;
- 3) Alla stazione dovranno essere connesse le Sottostazioni Utente, che dovranno essere in adiacenza alla stessa;
- 4) Detta stazione non dovrà insistere su aree compromesse per altri progetti da rinnovabili presentati ed in procedimento o presenti al Tavolo Tecnico medesimo. Precisamente:
 - Greenenergy Rinnovabili 24 S.r.l.
 - FEV Finale Emilia
 - Casetta Solare
 - Finale Emilia
 - Galiera Solare
- 5) Non dovrà insistere, parimenti su aree già urbanizzate
- 6) La nuova SE dovrà essere connessa con un elettrodotto aereo da 380 kV in doppia linea della minore lunghezza possibile, considerando la necessità di tenere dalle case una distanza di almeno 70 mt.

Dunque, la Stazione non ha praticamente alternative, l'unica area disponibile che rispetta i criteri è quella scelta nel progetto.

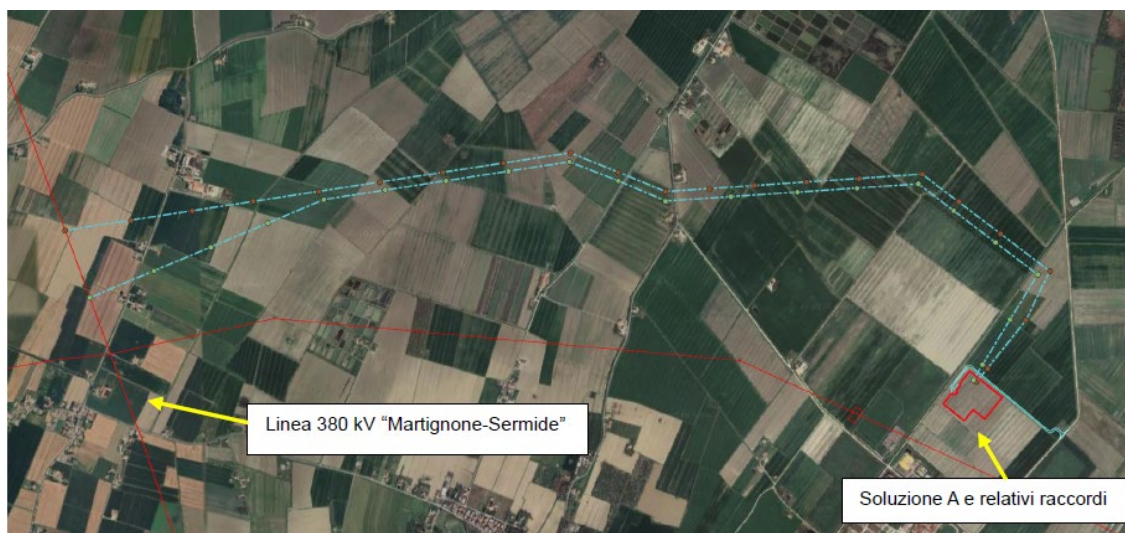


Figura 142 - Posizione della Nuova SE

L'altra posizione presa in considerazione è più lontana dalla SE e richiedono molte più linee aeree di connessione tra le Stazioni, se pure in alcuni casi una minore lunghezza di linee da 380 kV. Tuttavia, Terna nel tavolo tecnico ha comunicato la sua decisione di tenere le Stazioni nel medesimo areale.

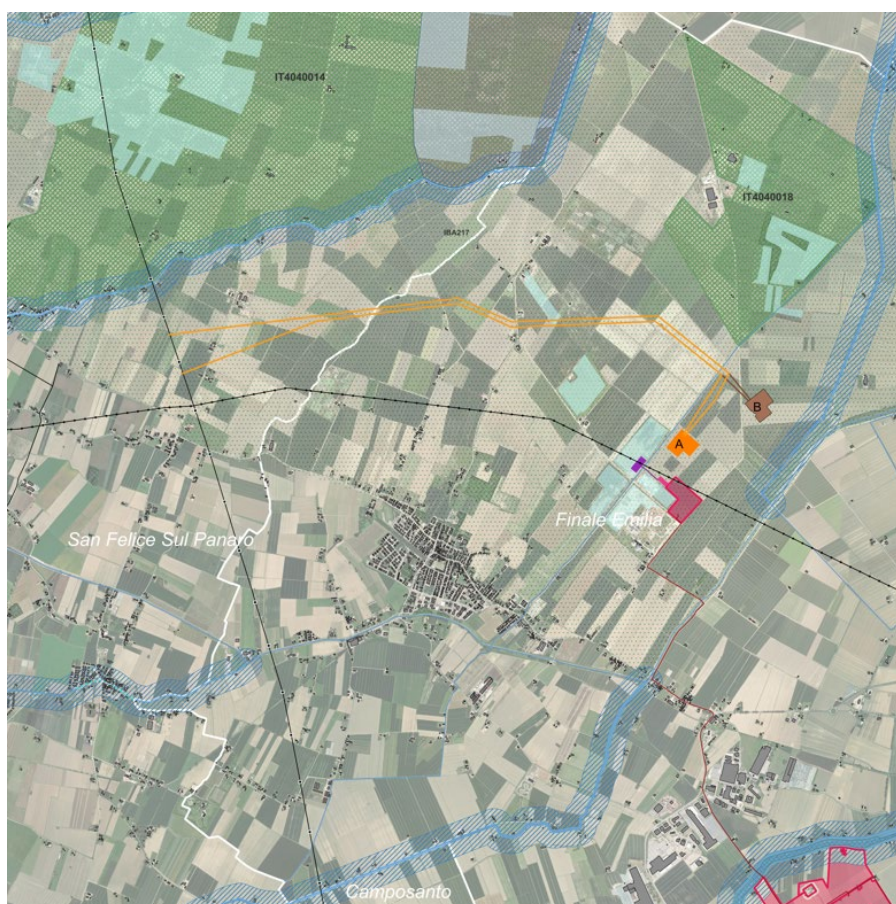


Figura 143 - Ipotesi A e B SE

A) Posizione alternativa 1:

La prima ipotesi è una posizione della Stazione che dista 2.600 mt dall'ampliamento della stazione di Massa Finalese esistente. Per raggiungere la linea elettrica principale a 380 kV, bisogna progettare raccordi aerei per circa 3 km. La stazione elettrica SE RTN 380/132 kV "Massa Finalese" sorge su un'area agricola del Comune di Finale Emilia. L'accesso alla SE "Massa Finalese" avverrà tramite una strada di nuova realizzazione, la quale si dirama da Via Ceresa, di lunghezza di circa 900 m.

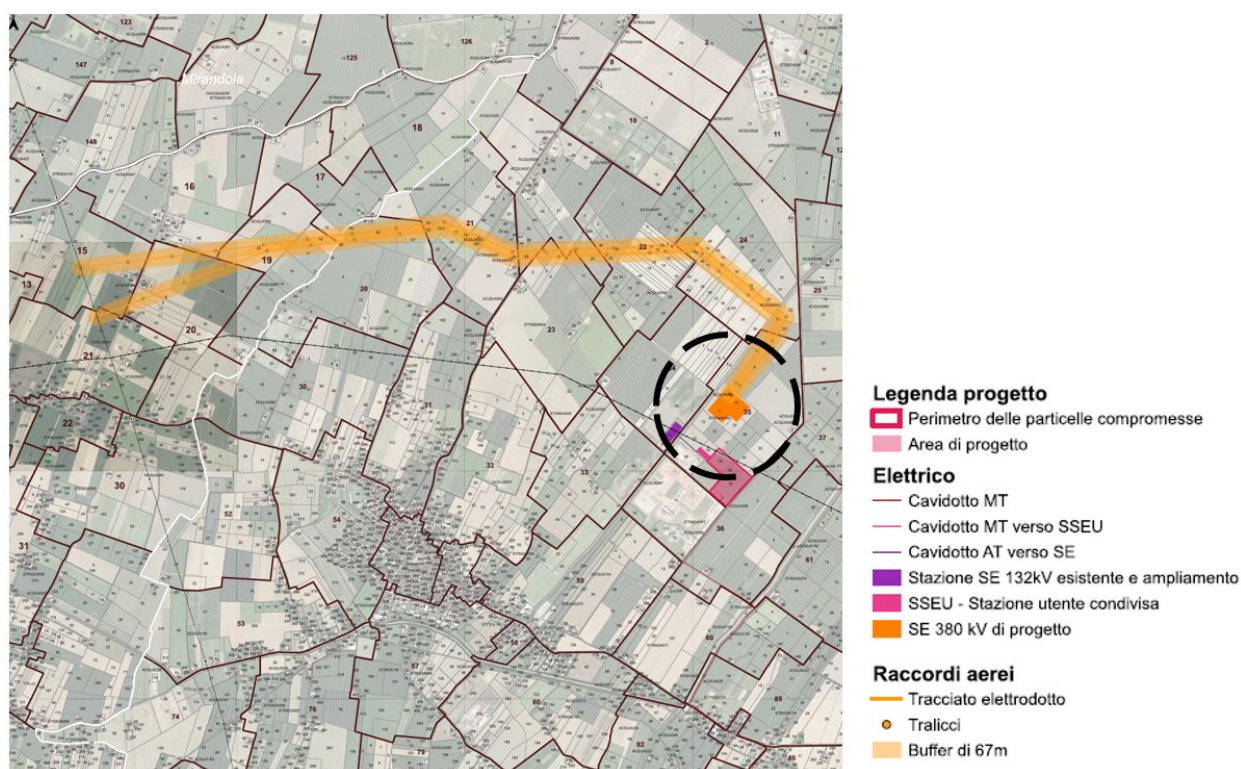


Figura 144 - Prima ipotesi Stazione Elettrica

B) Posizione alternativa 2:

La seconda ipotesi è una posizione della Stazione che dista 4.200 mt dall'ampliamento della stazione di Massa Finalese esistente. Per raggiungere la SE di progetto, bisogna progettare raccordi aerei per circa 7 km a 132 kV e raccordi in AT a 380 kV in brevissima lunghezza. La stazione elettrica SE RTN 380/132 kV "Massa Finalese" sorge su un'area agricola del Comune di Finale Emilia. L'accesso alla SE "Massa Finalese" avverrà tramite una strada di nuova realizzazione, la quale si dirama da Via Ceresa, di lunghezza di circa 200 m.

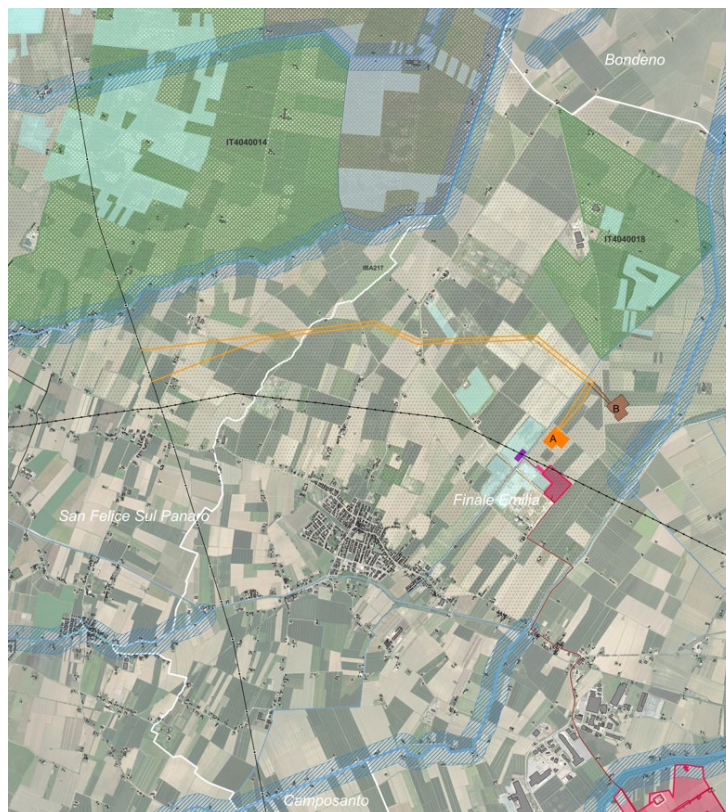


Figura 145 - Seconda ipotesi Stazione Elettrica

Resta da considerare la linea RTN, in tal senso le alternative valutate durante il processo progettuale sono le seguenti:

A) Posizione alternativa elettrodotto, n.1:

La prima ipotesi è un elettrodotto che supera a Nord le aree compromesse e piega verso Ovest per raggiungere la linea da interrompere con un percorso che interessa 5 case e corre a 175 mt dall'area Zps per una lunghezza totale di 7.196 mt.

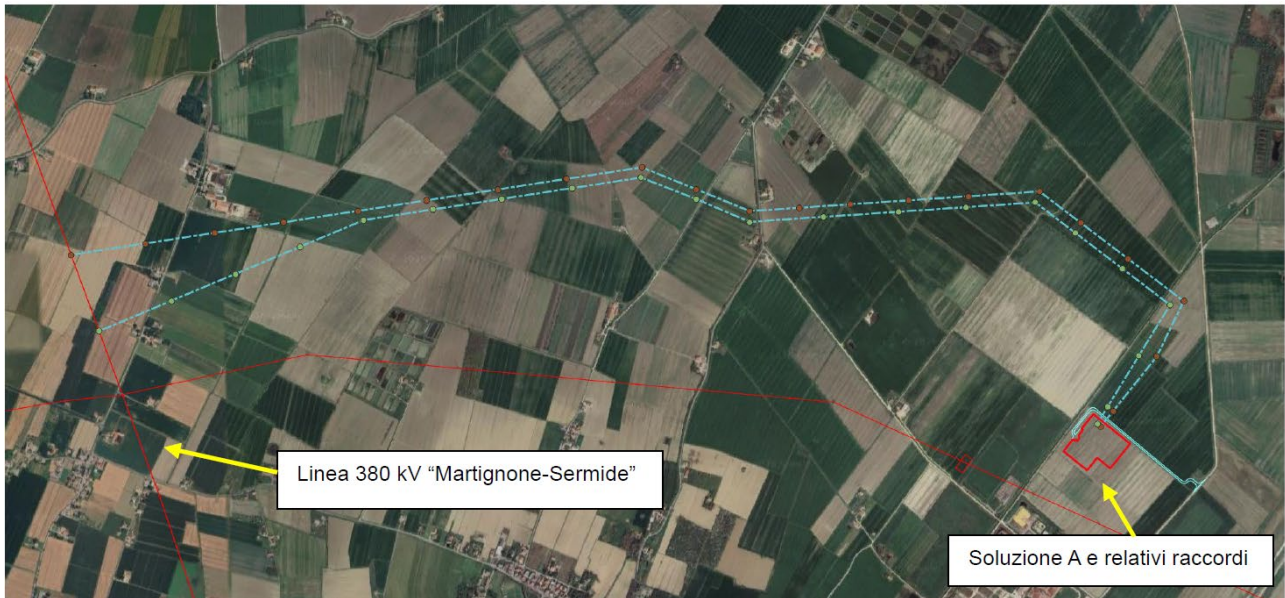


Figura 146 – Prima ipotesi

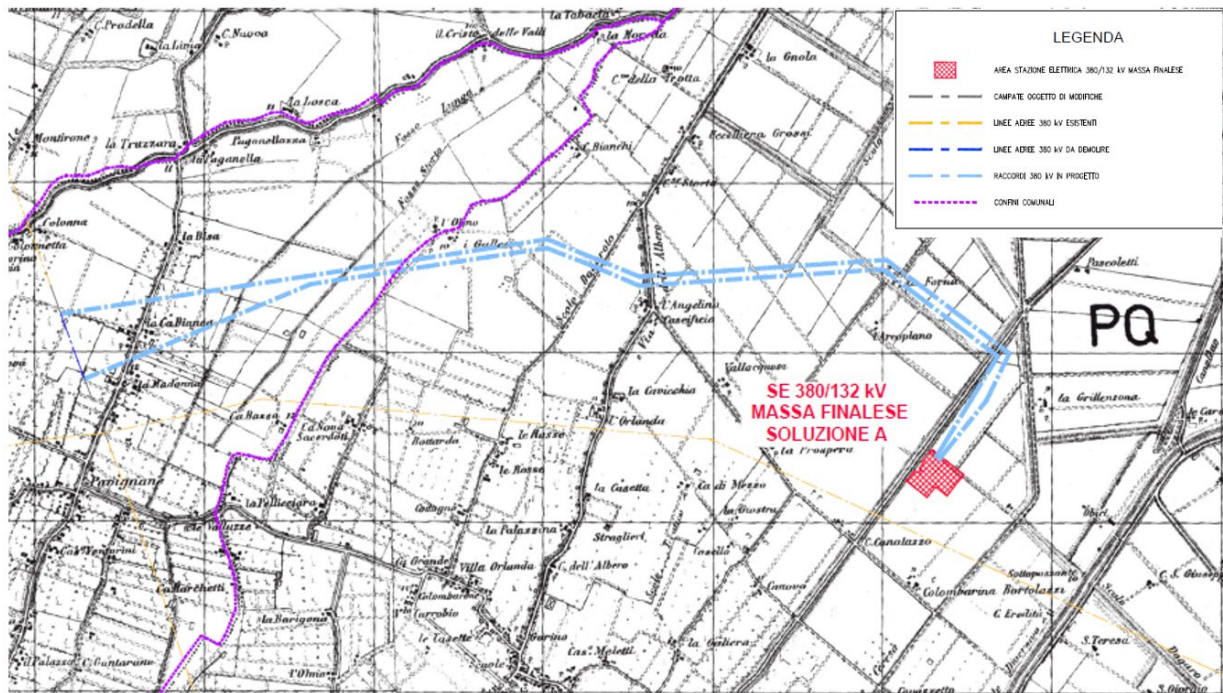


Figura 147 - Prima ipotesi elettrodotto AT

B) Posizione alternativa elettrodotto, n.2:

La seconda ipotesi è un elettrodotto che supera a Nord le aree compromesse e piega verso Ovest per raggiungere la linea da interrompere con un percorso che interessa 15 case e corre a 175 mt dall'area Zps.



Figura 148 - Seconda ipotesi elettrodotto AT

I criteri in base ai quali valutare queste tre alternative sono i seguenti:

- 1- Lunghezza elettrodotto (numero dei tralicci),
- 2- Adiacenza a case o aree urbanizzate,
- 3- Distanza da aree protette (Zps),

In definitiva, la valutazione può essere condotta secondo il seguente schema:

elettrodotto	Lunghezza	n. case adiacenti	Distanza minima Zps
Variante 1	3	1	1
Variante 2	2	2	1
Variante 3	1	3	3

Ordinando le soluzioni dalla migliore alla peggiore, ed attribuendo 1 alla migliore e 3 alla peggiore, si ottiene un punteggio di valutazione che va bilanciato con l'importanza relativa dei criteri.

Scegliendo i pesi nel seguente modo si ottiene l'ordinamento finale:

Criterio	Peso
Lunghezza	1,5
Numero case	3
Distanza Zps	1

Dunque, l'ordinamento finale è:

Elettrodotto	Lunghezza	N. Case Adiacenti	Distanza Minima Zps	Totale
Variante 1	4,5	3	1	8,5
Variante 2	3	6	1	10
Variante 3	1,5	9	3	13,5

Dal punto di vista vincolistico, tutte e due le soluzioni si collocano direttamente in aree non soggette ad alcun tipo di vincolo ostativo.

Dal punto di vista urbanistico sarà necessaria, per la realizzazione delle opere in progetto dichiarate, ai sensi del D.lgs. n. 190 del 2024, di pubblica utilità, indifferibilità ed urgenza, l'autorizzazione unica che costituirà variante allo strumento urbanistico, ai sensi di legge.

Dal punto di vista delle pianificazioni provinciali e comunali tutte e due le Soluzioni non evidenziano particolari interferenze.

Dal punto di vista orografico le due soluzioni si collocano in terreni pianeggianti. Si ottengono dislivelli nell'ordine del metro circa. Si può ritenere, quindi, che dal punto di vista orografico le due aree individuate per la SE 380/132 kV "Massa Finalese" sono del tutto equivalenti.

I vincoli da PAI e PGRA sono presenti per tutte e due le soluzioni individuate. In particolare, la Soluzione A si colloca in aree a pericolosità alluvione P2 e rischio alluvione R1; la Soluzione B, invece, in aree a pericolosità alluvione P3 e rischio alluvione R2. I raccordi aerei attraversano anche aree a pericolo alluvioni ma si ritiene che non sussistano elementi di incompatibilità in quanto, essendo opere "forate", non alterano il normale deflusso delle acque

Dal punto di vista della proprietà delle aree di stazione, le aree individuate per la realizzazione delle opere in progetto interessano terreni in titolarità di persone fisiche in aree agricole.

Dal punto di vista tecnico, le due Soluzioni presentano raccordi alla Linea 380 kV “Martignone-Sermide” di lunghezza differente. In particolare, la Soluzione A presenta raccordi aerei per l’entrata-uscita di lunghezza superiore rispetto alla Soluzione B.

Dal punto di vista delle strade d’accesso, la Soluzione B presenta strade d’accesso di lunghezza inferiore rispetto alla Soluzione A.

Considerando il Piano Preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti – 534406, le Soluzioni analizzate presentano volumi di scavo differenti per la realizzazione delle opere in progetto. In particolare, per la Soluzione A 7.503 m³ contro i 6.504 m³ per la Soluzione B.

Il dislivello altimetrico per tutte e due le aree è ridotto dell’ordine del metro.

Non si riscontrano interferenze, per nessuna delle due soluzioni, con aree sottoposte a usi civici e vincolo archeologico. Inoltre, le aree individuate per la realizzazione delle opere in progetto con i relativi raccordi, non risultano interferenti con aree gravate da presenza di beni paesaggistici/culturali.

Nel complesso le due Soluzioni sono ugualmente valide dal punto di vista di inserimento nel contesto vincolistico; la Soluzione A si colloca in prossimità della SE 132 kV “Massa Finalese” e in un’area a pericolosità idraulica P2 mentre la Soluzione B in un’area a pericolosità idraulica P3. Di contro, la Soluzione B presenta una lunghezza planimetrica dei raccordi aerei 380 kV inferiore rispetto alla Soluzione A.

Per queste ragioni è stata scelta la Stazione nella posizione indicata, adiacente all’ampliamento, e l’elettrodotto AT a 380 kV di connessione della soluzione n.1.

2.17 - 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).

2.17.1 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).

2.17.2 Cronogramma delle opere di dismissione

Le operazioni di dismissione a fine vita verranno effettuate in circa **128 giorni lavorativi** come stimato nel cronoprogramma e una presenza contemporanea massima di 70 operai.

Le attività di dismissione consisteranno nello smantellamento fino alla pulizia delle aree temporanee di stoccaggio dei materiali.

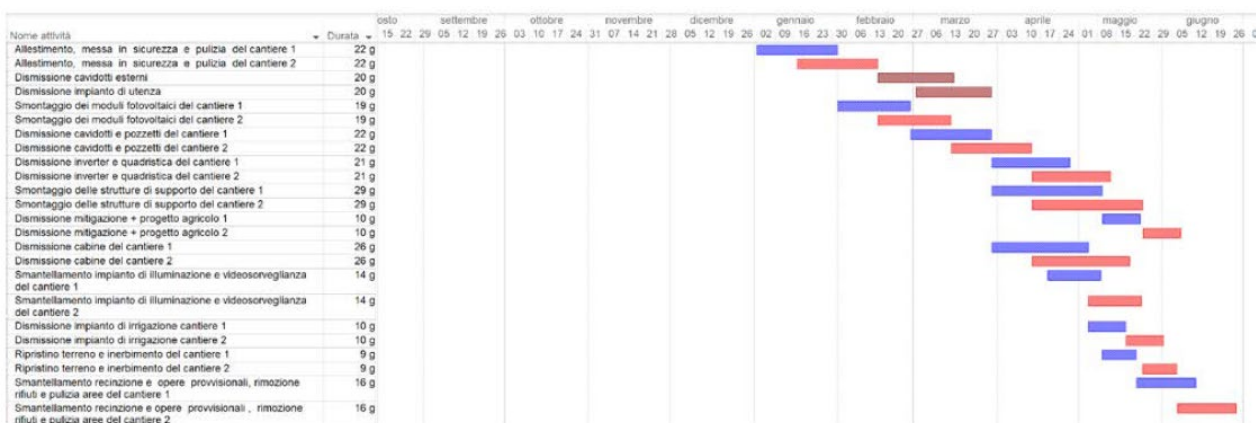


Figura 149 - Cronogramma opere di dismissione cantiere

2.18 – Bilanci energetici ed ambientali

2.26.1 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 internazionali; nella sua normale vita produttiva consentirà il risparmio di fonti fossili e di emissioni di anidride carbonica nelle seguenti misure:

- combustibili fossili risparmiati 23.421 tep/anno (1 MWh=0,187 tep)¹⁷
- emissioni di CO₂ evitate 35.000 t/anno (280 gCO₂/kWh)

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

fattore di emissione	mix energetico	unità di misura	emissioni evitate 30 anni	emissioni evitate 1° anno	unità di misura
anidride carbonica (CO ₂)*	280,0	g/KWh	983.690	35.069	tCO ₂
ossidi di azoto (Nox)	227,4	mg/Kwh	798.897	28.481	t/Nox
Ossidi di zolfo (Sox)	63,6	mg/Kwh	223.438	7.966	t/Sox
composti organici volatili (COV)	83,8	mg/Kwh	294.404	10.496	t/COV
Monossido di carbonio (CO)	97,7	mg/Kwh	343.238	12.237	t/CO
Ammoniaca (NH ₃)	0,5	mg/Kwh	1.616	58	t/NH ₃
particolato (PM10)	5,4	mg/Kwh	18.971	676	t/PM10

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

Rapporto Ispra¹⁸

2.26.2 Territorio energy free

La produzione elettrica interamente senza emissioni e da fonte rinnovabile garantita dall'impianto corrisponde al consumo annuale di ca. 8.107 famiglie in termini di consumi dei totali e 44.805 famiglie in termini dei soli consumi domestici. In base alle stime Terna¹⁹ il consumo domestico per abitante in Emilia-Romagna si è attestato nel 2018 a 1.154 kWh/anno.

La produzione dell'impianto, dunque, potrebbe coprire i consumi domestici di 108.533 persone.

¹⁷ - Stima conversione di energia elettrica in tep (energia primaria convenzionale).

¹⁸ - <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/le-emissioni-di-co2-nel-settore-elettrico-nazionale-e-regionale> Dato Emilia-Romagna 2023.

¹⁹ - https://download.terna.it/terna/Annuario%20Statistico%202018_8d7595e944c2546.pdf p.130

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

2.26.3 Vantaggi per il territorio e l'economia

In base a questo bilancio l'impianto produrrà in 30 anni circa 3.757 GWh, produrrà vantaggi fiscali (stimati in riferimento agli utili attesi) di 23 Ml €. Cosa anche più importante, nel periodo di esercizio comporterà per il paese la mancata importazione di 644.127.000 mc di metano, per un costo di oltre 289 ml € (al prezzo medio 0,45 €/mc)²⁰.

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.

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 3.757 GWh prodotti dalla fonte solare eviteranno che gli stessi siano prodotti da fonti più inquinanti senza priorità di dispacciamento, come il carbone o il gas naturale in centrali obsolete senza cogenerazione).

2.26.4 Vantaggi comparati di agricoltura e produzione energetica

L'impianto, nella sua attuale conformazione, sviluppa sul medesimo terreno 83 MW di potenza fotovoltaica e 29.000 mandorli in assetto superintensivo, oltre alle altre produzioni. La parte fotovoltaica non emette CO₂ in atmosfera, mentre la parte arboricola assorbe CO₂ nel processo di crescita e, in misura minore, quando giunta a maturità.

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

²⁰ - Si assume sostituzione di generazione elettrica da gas con rendimento elettrico medio ~55% (o valore adottato nello studio) e PCS medio del gas; conversione risultante ~171-172 Smc/MWh. 215

produzione ed immissione di un MWh da fossili). A MW questa produce emissioni di sola CO₂ pari a 420 t/anno (calcolando una produzione MWh/MW di 1.509 e 33.000 tCO₂/anno evitate). Mentre i mandorli in assetto superintensivo assorbono una media (considerati i primi 3 anni di crescita e 27 di mantenimento) di 0,0083 t/albero/anno²¹. Si può in prima approssimazione considerare l'equivalenza MW/ha e quindi.

Dunque:

emissioni assorbite o evitate annue (t/CO ₂)		%
fotovoltaico (per MW)	422,5	98,4
mandorleto	7,0	1,6
Totale	429,5	

Figura 150 - Emissioni CO₂ parte fotovoltaica ed agricola

In conseguenza di ciò (la produzione elettrica contribuisce quanto al 98 % delle emissioni evitate dall'intero impianto agrivoltaico), se si decidesse di ampliare il pitch dell'impianto aumentando proporzionalmente (o anche più che proporzionalmente) la produzione agricola a danno di quella fotovoltaica gli effetti a carico dei gas climalteranti, e dunque degli impegni del paese assunti nel Pniec, sarebbero:

	esempio pitch 11 mt			esempio pitch 14 mt			esempio pitch 22 mt			
	all'anno	per 30 anni		all'anno	per 30 anni		all'anno	per 30 anni		
anidride carbonica (CO ₂)*	35.069	983.690	0%	- 7.028	- 210.836	-20%	- 17.570	- 527.089	-50%	impianto fotovoltaico
	276	8.288	0%	55	1.658	20%	276	8.288	100%	impianto olivicolo
totale	35.345	991.978		- 6.973	- 209.178		- 17.293	- 518.802		
	benchmark			-19,73			-48,93			

Figura 151 - Confronto tra perdita di produzione elettrica e guadagno agricolo (CO₂ non emessa)

Come si vede allargare il pitch, anche se aumenta l'anidride carbonica assorbita dalla componente agricola, produce emissioni (non evitate, ovvero prodotte dal mix energetico italiano per effetto della necessaria sostituzione dell'energia non prodotta) di diversi ordini di grandezza superiori. Risultandone un "danno"²² rispettivamente del 20% (di emissioni in eccesso) e del 50%, rispetto al benchmark.

²¹ - Peraltro, l'assorbimento arboreo rappresenta uno stock biologico dinamico e tendenzialmente saturabile; la sostituzione di generazione fossile costituisce invece un flusso annuale ripetuto per l'intera vita utile dell'impianto.

²² - Ovvero una perdita netta di riduzione emissiva per ettaro rispetto al benchmark di configurazione ottimizzata.

2.26.5 - Cenni sul ciclo di vita dei due settori

Non sono molti gli studi che analizzano il ciclo di vita degli impianti fotovoltaici di nuova generazione e, pochissimi quelli che prendono in considerazione la nuova pratica del cosiddetto “agrivoltaico”. Bisogna notare, comunque, che l’analisi LCA in generale valuta gli impatti ambientali lungo l’intero ciclo di vita (produzione materiali, installazione, esercizio, fine vita) per unità funzionale (kWh immesso in rete). Essa non misura direttamente la CO₂ evitata rispetto al mix elettrico nazionale, ma l’impronta propria del sistema.

Tra questi si può citare uno studio del 2021 del RSE²³, concentrato sulla tecnologia PERC. Lo studio stima per la configurazione agrivoltaica un impatto complessivo di 16,7 g/CO₂ eq/Kwh per un impianto ipotetico a Catania²⁴. La conclusione è che “l’agrivoltaico, per via delle maggiori dimensioni delle strutture di supporto dei moduli, risulta essere penalizzato dal punto di vista ambientale ad eccezione della categoria land use”. Invece il solo ‘tempo di ritorno energetico’ della parte fotovoltaica (EPBT) è stimato in di un lusinghiero 0,84 anni nel caso di Catania.

L’agrivoltaico preso in considerazione nello studio è quello ‘elevato da terra’, ovvero la tipologia “avanzata”, e incentivabile, che nel criterio C delle Linee Guida cade nel “tipo I”.

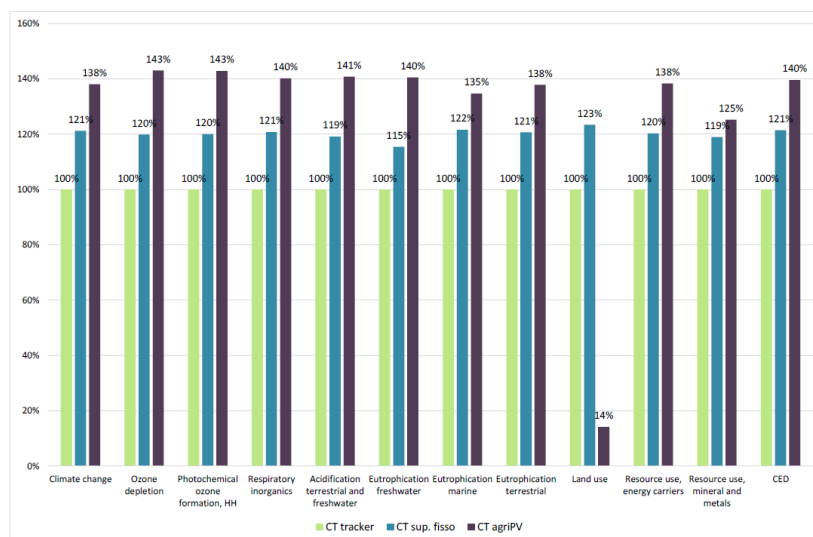


Figura 4.12 – Confronto in termini percentuali dei risultati ottenuti dall’analisi LCA per le diverse configurazioni dell’impianto fotovoltaico per il sito di Catania.

²³ - <https://www.rse-web.it/rapporti/analisi-lca-di-un-impianto-fotovoltaico-piano-con-moduli-perc-e-confronto-con-altre-tecnologie-innovative/> 217

²⁴ - L’incremento di impatto rispetto a sistemi a tracker è attribuibile quasi interamente all’aumento di massa delle strutture di supporto (acciaio, fondazioni, movimentazioni). Non deriva da un peggioramento della resa energetica, ma da un aumento dell’intensità materiale del sistema.

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

Tabella 4.14 – Risultati ottenuti dall'analisi LCA per le diverse configurazioni di sistema FV analizzate (vita utile 35 anni).

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

Figura 152 - Risultati LCA di confronto per ogni kWh

In definitiva, come recitano le conclusioni, “questa soluzione comporta un incremento dei potenziali impatti in tutte le categorie, eccetto per il land use, mediamente di circa il 38% rispetto alla soluzione con tracker nel caso di Catania e del 29% nel caso di Piacenza”.

Ovvero, e questo è interessante, la penalizzazione cresce al crescere dell'efficienza del sistema fotovoltaico, più al Sud che al Nord. Come continua: “questo risultato è determinato dal fatto che la struttura di supporto dei moduli negli impianti agrivoltaici ha dimensioni e peso maggiore rispetto alle strutture adottate nelle altre due configurazioni.”

Bisogna comunque notare che, anche nella configurazione più strutturata, l'intensità climatica resta inferiore di circa un ordine di grandezza rispetto al mix elettrico nazionale.

2.26.6 - Calcolo del LER

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

Alcuni (Wilckox ed al²⁵) propongono un indicatore “adimensionale” (ovvero non un indicatore²⁶), chiamato *Land Equivalent Ratio* (citato anche nei recenti documenti dell'UNI), che può semplicemente mettere a confronto due progetti, o lo stesso progetto nel tempo.

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

Figura 153 - Land Equivalent Ratio

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

Esistono numerosi altri problemi nella costruzione di questo indicatore adimensionale. Ad esempio, si richiede di calcolare Y_{agri} come resa agricola in condizioni “normali” e “fotovoltaiche”, ma in kg/ha. Ciò presume che la resa agricola sia analoga quanto a prodotto, o che il campo “normale” sia fattibile in normali condizioni di mercato. Nel nostro caso la presenza stessa di un investitore (Engie,

²⁵ - B. Willockx, B. Uytterhaegen, B. Ronsijn, B. Herteleer e J. Cappelle, «A standardized classification and performance indicators of agrivoltaic systems,» in *37th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*, Lisbona, 2020.

²⁶ - In matematica applicata alle scienze, un numero adimensionale, o numero puro, o gruppo adimensionale, è una grandezza fisica esprimibile come un numero senza alcuna unità di misura. Tale gruppo viene generalmente definito come prodotto o rapporto di quantità dimensionali di riferimento, in modo tale che il risultato sia privo di dimensione; la scelta delle grandezze di riferimento è fondamentale, giacché una scelta arbitraria porterebbe a un risultato puramente formale. Operando opportunamente, si ottengono numeri adimensionali che sono, in generale, il rapporto tra forze che intervengono nel fenomeno.

quello fotovoltaico e proponente), che si fa carico dell'acquisto del terreno, cambia del tutto i parametri di fattibilità economica, rendendo possibile con un investimento aggiuntivo compatibile (di un qualificato investitore agricolo) di intervenire e proporre un impianto ad alto rendimento sia in termini di massa come economico che, altrimenti, sarebbe fattibile solo per superfici di 100 ettari o più. Dunque, per applicare la prima frazione bisognerebbe confrontare un uso mandorlicolo standard con l'uso applicato (anche se un impianto mandorlicolo standard richiederebbe pitch maggiori e quindi minore produzione elettrica).

Ovvero:

LER - frazione agricola			
confronto	superficie analoga	5.180	n. piante
	produzione	40	kg/albero
		207.204	kg
progetto	superficie analoga	29.000	n. piante
	produzione	5	kg/albero
		577.032	kg

Figura 154 - Stima LER_frazione agricola

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

Ovvero:

LER - frazione elettrica			
confronto	produzione unitaria	1.554	kWh/kW
	produzione totale	129.004	MWh
progetto	produzione unitaria	1.509	kWh/kW
	produzione totale	125.247	MWh

Figura 155 - Stima LER_frazione elettrica

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

LER	agricolo	elettrico	totale
	2,785	1,030	3,81

Figura 156 - Stima LER

Mettendo a confronto, invece, la CO₂ evitata (assorbita o non emessa) dei due sistemi, con impianto fotovoltaico ma senza mandorli e con mandorli, ma senza impianto fotovoltaico, secondo le stime

prima esplicate, prevale la combinazione proposta:

Confronto emissioni			
	CO2 assorbita per ha	CO2 evitata per MW	totale
progetto	17,7	521	538,700
benchmark	6,36	499	505,556
saldo	11,344	21,800	33,144

Figura 157 - CO₂ evitata

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

2.26.7 – Calcolo LCOE esteso, Thünen-Böhm

Recenti ricerche europee del gruppo Thünen-Böhm **Land Use Policy (May 2026)**²⁷ confermano questo punto e segnalano che l'analisi dei costi livellati (LCOE) dell'agrivoltaico, se integrata con i costi di conservazione del territorio, evidenzia costi complessivi significativamente superiori rispetto ai sistemi FV convenzionali, fino a +148 % nei casi più strutturati. Questo deriva dal fatto che la generazione agricola — pur preservando il suolo — contribuisce economicamente in modo marginale, mentre le strutture più complesse comportano costi di CAPEX/OPEX maggiorati per materiali, fondazioni, manutenzioni e operazioni agricole. In prospettiva, la sostenibilità economica e climatica dell'agrivoltaico richiede di minimizzare non solo l'intensità emissiva, ma anche l'intensità materiale e i costi di uso del suolo, in linea con obiettivi di efficienza economica e di governance del territorio.

In definitiva, infatti, per ogni metro di altezza in più delle strutture (soprelevazione dei pannelli), bisognerà prevedere più acciaio, fondazioni, più materiale da movimentare e consumi energetici. Ma la produzione elettrica per ettaro resterà eguale. La produzione agricola aumenterà marginalmente, ne consegue un peggioramento dell'indice di efficienza climatica materiale, definibile come rapporto tra CO₂ evitata e massa strutturale impiegata.

Utilizzando una formula ampliata di LCOE derivabile dal paper tedesco, e i dati di progetto si potrebbe ottenere:

²⁷ - <https://www.pv-magazine.it/2026/02/11/ricercatori-tedeschi-includono-costi-di-conservazione-del-territorio-nei-calcoli-lcoe-dellagrivoltaico/> 221

$$\Delta LCOE = \frac{C_{suolo} [\text{€/ha/a}] \cdot 140 [\text{ha}]}{125.247 [\text{MWh/a}]}$$

Con un LCOE di impianto stimabile, in base ad assunzioni economico-finanziarie specifiche, in ca. 43 €/MWh, l'internalizzazione proposta dal paper tedesco dei costi di "preservazione del suolo", come detto molto sensibili alle carpenterie ed agli altri costi diretti ed indiretti imposti (tra +9 e +84 €/MWh a seconda dell'intensità strutturale) gli spazi di azione sono limitati.

Senza sovraccarichi ingiustificabili l'impianto è in condizioni:

- di non aver bisogno di incentivi,
- di non scaricare costi in bolletta,
- di non aver bisogno di sovra-strutture per reggere economicamente.

Se si sposta l'attenzione alla produzione complessiva per ettaro, guardando alla intensità materiale per tonnellata di CO₂ evitata, allora diviene chiaro che l'ottimizzazione ambientale non coincide con la massimizzazione della struttura, ma con la minimizzazione dell'impatto materiale per unità di CO₂ evitata.

$$\text{Indice di efficienza climatica materiale} = \frac{\text{t CO}_2 \text{ evitata}}{\text{t acciaio} + \text{t materiali}}$$

L'agrivoltaico alto:

- aumenta il denominatore
- non aumenta proporzionalmente il numeratore

Il calcolo del LER, e la sua stessa costruzione concettuale (adimensionale, insensibile agli impatti climatici, all'EPBT), misura invece astrattamente l'efficienza combinata dell'uso del suolo ma non l'efficienza climatica. In conseguenza, due impianti con il medesimo LER possono avere impronte materiali molto diverse. Ad esempio, se aumento la struttura di 1 tonnellata di acciaio il suo climate payback peggiora di ca 1,8/2 t CO_{2eq}.

In termini sintetici si potrebbe costruire un indice CAC-CO₂, ovvero **Costo di Abbattimento della CO₂**.

$$\text{CAC-CO}_2 = \frac{LCOE_{\text{tot}} [\text{€/MWh}]}{EF [\text{tCO}_2/\text{MWh}]}$$

Dove:

- $LCOE_{tot} = LCOE_{classico} + LCOE_{territorio}$
- EF = fattore emissivo (tCO_2/MWh) del mix regionale

Il senso è quanto costa, in termini livellati, evitare 1 tonnellata di CO_2 .

Nel caso del progetto:

- 1- $LCOE_{classico} = 43 \text{ €/MWh}$
- 2- Impianto, 140 ha, 125.000 MWh/anno
- 3- $LCOE_{territorio} = + 8,95 \text{ €/MWh}$

$$LCOE_{tot} = 52,00 \text{ €/MWh}$$

$$EF \text{ Emilia-Romagna} = 0,2661 \text{ tCO}_2/\text{MWh}$$

Quindi, comparandolo con strutture “alte” (stimate secondo il paper del Thünen “alto” = 42k€/ha), diventerebbe:

$$\frac{CAC_{alto}}{CAC_{basso}} = \frac{339}{196} \approx 1,73$$

In definitiva, nelle ipotesi fatte, l’assetto alto peggiora l’efficienza climatica del 73%.

Bisogna notare una cosa sul piano concettuale. **L’indicatore che abbiamo proposto non è un costo di abbattimento marginale, anche se può sembrarlo.**

È solo il costo medio livellato dell’intera produzione elettrica diviso per le emissioni evitate. Il rapporto è molto sensibile al parametro medio emissivo, che è tra 0,2 e 0,28 t/MWh. Ovvero per il quale per evitare 1 t di CO_2 , servono da 5 a 4 MWh.

Dunque, l’agrivoltaico rappresenta una soluzione ambientalmente preferibile quando consente la coesistenza delle due produzioni senza incremento sproporzionato dell’intensità materiale. **L’interesse pubblico non coincide con la massimizzazione dell’altezza delle strutture, ma con l’ottimizzazione del rapporto tra riduzione emissiva netta e massa strutturale impiegata, in coerenza con gli obiettivi climatici del Pniec e con i principi di proporzionalità e minimizzazione degli impatti ambientali.**

2.19 – Cronogramma generale

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

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

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

Il cantiere avrà una durata di circa 111 giorni lavorativi.

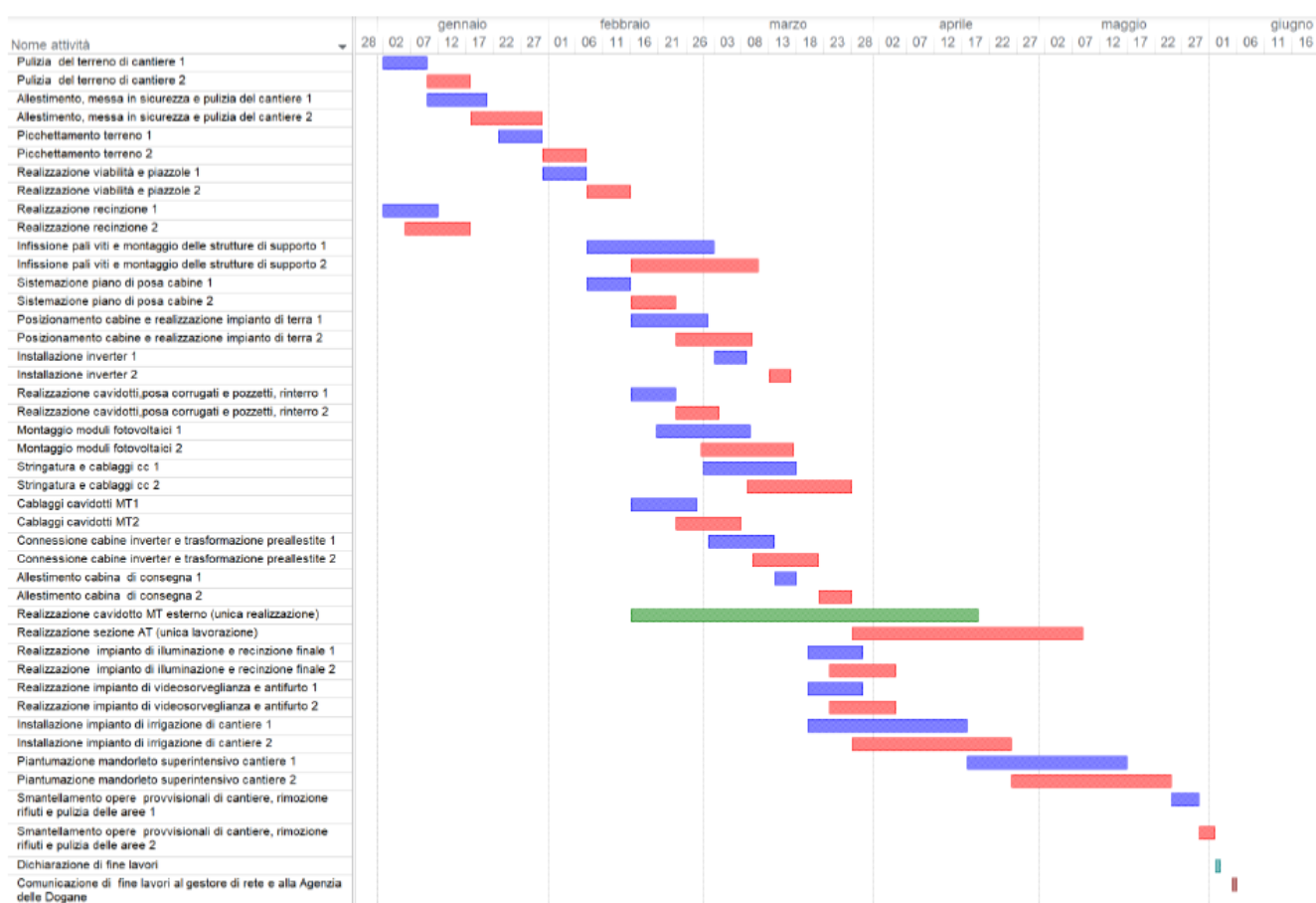


Figura 158 – Cronogramma

2.20 - Conclusioni parziali

Verificata la coerenza complessiva del progetto con il contesto delle norme e della programmazione nel capitolo 1, in questo secondo capitolo è stato descritto brevemente il progetto. Lo scopo di questa descrizione è mettere il valutatore nelle migliori condizioni per assumere una decisione informata circa i possibili e potenziali impatti dello stesso sull'ambiente che sarà descritto in modo più compiuto nel seguito dello Studio.

L'impianto viene a trovarsi interamente nel comune di Finale Emilia, si collega alla rete terna nazionale RTN nel comune di San Felice Sul Panaro (MO), dove incontra la linea a 380 kVe e si propone in assetto "agrilvoltaico avanzato".

Grande attenzione è stata prestata alla parte agricola, che ha richiesto consulenze specifiche e qualificate ("iGreen System" di "Romagna Impianti"), l'inserimento potenziale in consorzi locali di produzione e ritiro del prodotto, e la scelta di una strategia diversificata per ridurre l'incertezza connaturata al settore agricolo.

In sostanza sono proposti, previa approfondita analisi del suolo, due distinte aree di produzione:

- **Mandorleto a spalliera**, per ca 29 ha lordi, di cui 23 netti, successivamente ampliabili a 40;
- **Seminativo**, per 72 ha lordi, 58 netti.

Infine, allo scopo di verificare le colture e conservare i necessari elementi di flessibilità, saranno proposte **tre aree di sperimentazione** nei margini dell'impianto.

Inoltre, coerentemente con l'approccio delle "Due P", sono state impostate **importanti aree di mitigazione**, altamente differenziate rispetto alle direttrici spaziali interessate (e dalle sensibilità naturalistiche).

La Produzione complessiva è rappresentata in questa infografica.

La complessiva strategia del progetto è di fungere da potenziatore della transizione al “*Paesaggio delle rinnovabili*”, al contempo qualificandosi come “*Laboratorio della resilienza verso i cambiamenti climatici*”.

Infatti, il problema che il territorio emiliano, e del modenese in particolare sta affrontando è il degrado della sua agricoltura più redditiva ed avanzata (la filiera frutticola, pera in particolare) e gli eventi estremi sempre più frequenti ed aggressivi.

Questi elementi sono stati al centro della progettazione, sia agricola sia idraulica e topologica. Nella scelta delle aree, nelle esclusioni, e nella progettazione delle fasce di bordo e protezione.

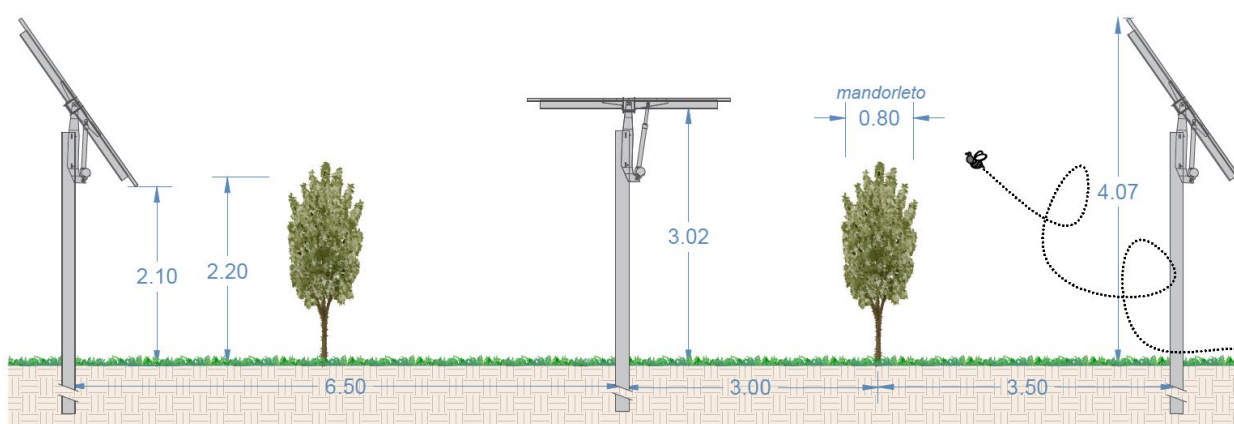


Figura 159 - Sezione tipo

Le cinque aree agricole sono state verificate rispetto alla conformità alle “Linee Guida agrivoltaiche”, per i requisiti di “avanzato”. Tutti gli spazi di manovra e le distanze sono state verificate, individuando con precisione le macchine, sia sotto il profilo delle attività agricole come delle manutenzioni elettriche.

Oltre alla compiuta descrizione del progetto elettrico, compiuta nel par. da 2.3 a 2.5, è stata prestata particolare attenzione alla descrizione del progetto agronomico, normalmente altamente trascurato ma decisivo in un impianto “Agrivoltaico”. Nel paragrafo 2.6 è stata giustificata la scelta della piantagione a spalliera e mostrata puntualmente ogni sua implicazione. Peraltro, sono colture tipiche del territorio, e sono sperimentate nella conformazione proposta a Modena da “**Romagna Impianti**”, **nostro consulente agronomico**.

Il progetto è dunque stato pensato come un presidio ed un elemento di contrasto e resistenza verso la tendenziale crisi da cambiamento del clima (e conseguenti eventi estremi), sia nella sua qualità di grande impianto che genera energia (ben 125 GWh all'anno, corrispondenti ai consumi di almeno 40.000 famiglie), sia nella sua qualità di impianto che produce un'agricoltura più resistente agli stessi. Un'agricoltura che sarà inserita profondamente nel tessuto produttivo e distributivo locale.



CONSORZIO ITALIANO DEL MANDORLO MODERNO

E sarà di supporto, e di esempio, per la risoluzione o l'alleviare la crisi della frutticoltura nel modenese.

In definitiva troviamo:

- **Raccolte meccanizzate ad elevato reddito e tecnologia**, con frutticoltura a spalliera adatta al clima ed alla sua evoluzione;
- **Elementi di continuità**, sulla metà della superficie con le colture praticate nel terreno, ma potenziate e migliorate;
- **Tre sperimentazioni poliennali** per individuare migliori soluzioni, con l'ausilio sia di operatori locali, sia, auspicabilmente dell'Università di agraria locale;
- L'identificazione puntuale e precisa di ogni input e delle pratiche agricola proposte.

Infine, **un solido progetto di mitigazione**, particolarmente attento al margine fluviale, scelto da paesaggisti ed agronomi con oltre trenta anni di esperienza.

CRISI DELL'AGRICOLTURA NEL MODENESE

IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA FRUTTICOLTURA

DANNI ECONOMICI

€ Confagricoltura Emilia-Romagna stima danni fino a 32.000 euro per ettaro per frutteti e vigneti per affluvi di gelate e gelate

EVENTI CLIMATICI ESTREMI

Gelate primaverili: Nel Modenese, temperature comprese tra 1-6 e 1-3°C hanno colpito duramente drupacee e pomacee, particolare pere e ciliegie

FITOPATIE E PARASSITI

Proliferazione di fitopatie I cambiamenti regionali hanno favorito la proliferazione di ridsesse-like cimice asiatica e la maculatura bruna, colpendo duramente frutti e piante

INTERVENTI E MISURE DI SOSTEGNO

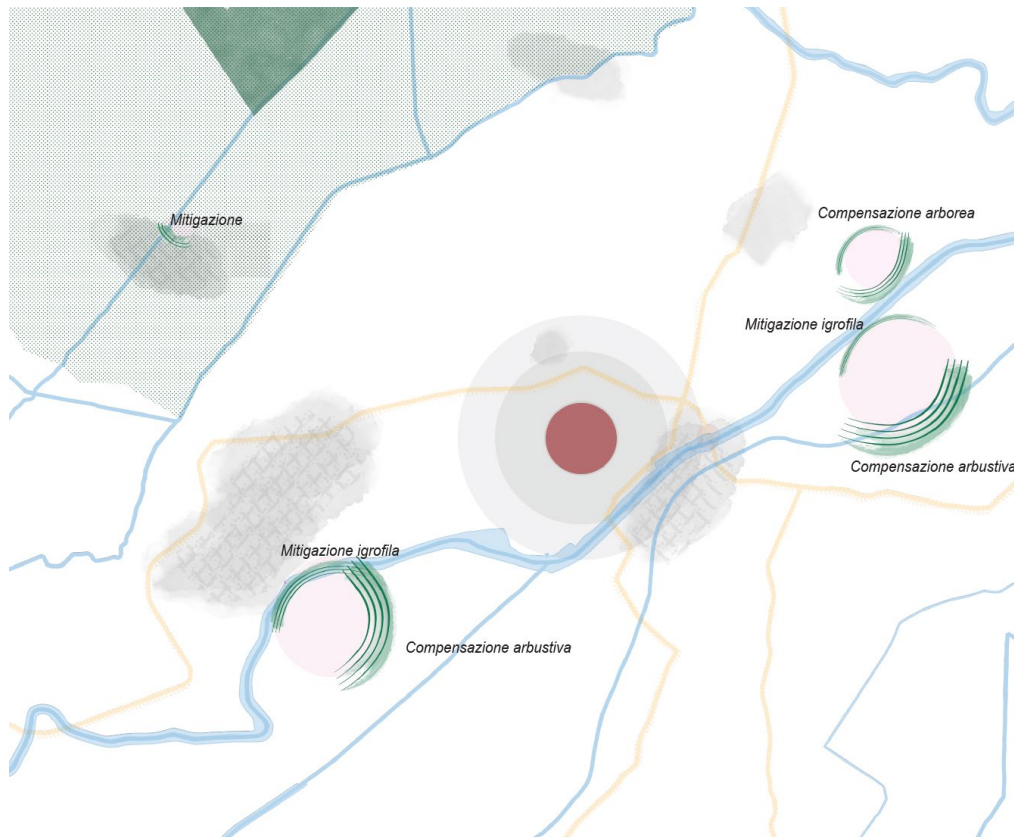
La Regione Emilia-Romagna ha stanziato oltre 70 milioni di euro per difendere i frutteti dai cambiamenti climatici

FONTI:
• terraevita,edagricole.it ↑ regione.emilia-romagna.it
• facebook

Fonti:

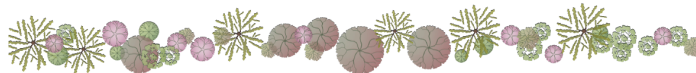
A diagram illustrating a landscape cross-section. At the top, there are several vertical bars of varying heights and colors (green and grey). Below these is a thick yellow diagonal strip. Underneath the yellow strip is a green area containing various stylized plants, including large green bushes, smaller green shrubs, and some plants with orange or red flowers. A label 'D2a' is positioned above the yellow strip, with two arrows pointing to it: one pointing to the yellow strip itself and another pointing to the green area below it.

Progetto che prevede un trattamento altamente differenziato, per l'ampia varietà di situazioni spaziali nelle quali si inserisce.



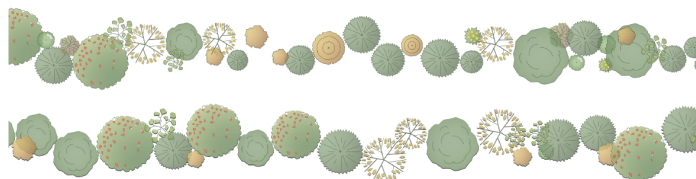
MITIGAZIONE IGROFILA

Sono state scelte delle specie che tollerano periodi di sommersione radicale, quindi indicate in un contesto caratterizzato dalla forte presenza di acqua.



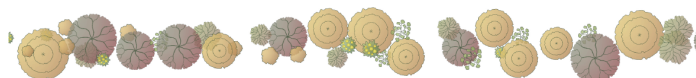
MITIGAZIONE A e B

La selezione ha previsto la scelta di specie endemiche della pianura emiliana (*Q. Robur*) assieme a piante che offrono una schermatura visiva anche di inverno come *C. betulus* che ha la caratteristica di trattenere per maggior tempo le foglie secche sui rami. Analogamente tra gli arbusti è stato il *C. coggyria* che trattiene i fiori secchi sui rami anche d'inverno e offrono quindi una schermatura visiva permanente.



COMPENSAZIONE ARBUSTIVA

Gli arbusti sono stati selezionati in base alla loro capacità di produrre frutti graditi alla fauna selvatica, e fioriture che offrono sostentamento all'entomofauna.



COMPENSAZIONE ARBOREA

La compensazione ha una prevalenza di *T. cordata*, che offre una fioritura molto gradita alle api. Il distanziamento degli alberi permette la creazione di aree più rare che fungono da aree di sosta per l'avifauna migratoria.



Figura 160 - Esempio, piastre 3-10

Una compiuta e completa analisi delle alternative al paragrafo 2.18.

Indice delle figure:

Figura 1 - Masterplan.....	7
Figura 2 - Veduta del territorio (in rosso le aree di impianto)	11
Figura 3 - Sezione di impianto	12
Figura 4 - Inquadramento delle principali infrastrutture viarie.....	13
Figura 5 – Inquadramento area di progetto e tracciato elettrodotto su CTR.....	14
Figura 6 - Viabilità lotto 1.....	15
Figura 7 - Lotto 3	15
Figura 8 - Viabilità lotto 4.....	16
Figura 9 - Viabilità lotto 5.....	16
Figura 10 - Veduta del territorio dal drone	17
Figura 11 - Uso del suolo	18
Figura 12 - Corine land cover lotto Est.....	19
Figura 13 - Corine land cover lotto Ovest.....	20
Figura 14 - Mappa concettuale di bacino topografico	21
Figura 15 - Legge del minimo.....	21
Figura 16 - Canaletta di legname	23
Figura 17 - Ribalta viva	23
Figura 18 - Fascinata.....	23
Figura 19 - Cordonata viva	23
Figura 20 - Grata	23
Figura 21 - Schema impianto di irrigazione.....	24
Figura 22 - Schema inseguitori	26
Figura 23 - Tracker	28
Figura 24 - Tabella moduli.....	29
Figura 25 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG350HX.....	30
Figura 26 - Efficienza inverter	31
Figura 27 – Cabina tipo MT/BT	32
Figura 28 - Cabina di raccolta e control room	33
Figura 29 - Aree critiche Emilia-Romagna.....	35
Figura 30 - Schema rete di distribuzione, Italia	36
Figura 31 - Stazione e raccordi	38
Figura 32 - Posizione e conformazione della SE	39

Figura 33 - Traliccio 380 kV.....	40
Figura 34 – T23_Opere di connessione di rete ed utente su catastale	41
Figura 35 - Tracciato del cavidotto interno di collegamento e quello esterno verso la nuova SE.....	42
Figura 36 - Sottostazione Utente.....	43
Figura 37 - Tabella cavidotto MT verso SE.....	44
Figura 38 - Percorso elettrodotto M T	44
Figura 39 – Tavola M07a_Quadrante 1	45
Figura 40 - Tavola M07a_Quadrante 3	47
Figura 41 - Tavola M07a_Quadrante 3 e 4	48
Figura 42 - Tavola M07a_Quadrante 5	49
Figura 43 - Tavola M07b_Quadrante 6.....	50
Figura 44 - Tavola M07b_Quadrante 6,7 e 8.....	51
Figura 45 - Tavola M07b_Quadrante 8,9 e 10.....	52
Figura 46 - Tavola M07b_Quadrante 9.....	53
Figura 47 - Tavola M07b_Quadrante 10,11 e 12.....	54
Figura 48 - Tavola M07b_Quadrante 11.....	55
Figura 49 - Tavola M07b	55
Figura 50 - Schema ombreggiamento con impianto a spalliera.....	63
Figura 51 - Simulazione producibilità, sommario	64
Figura 52 - Simulazione producibilità, parametri	65
Figura 53 - Simulazione producibilità, sottocampi.....	66
Figura 54 - Simulazione producibilità	67
Figura 55 – Simulazione producibilità, grafici	68
Figura 56 - Simulazione producibilità	69
Figura 57 - Simulazione producibilità, perdite	70
Figura 58 - Simulazione producibilità	71
Figura 59 - Simulazione producibilità	72
Figura 60 -Schema suddivisione agricola	73
Figura 61 - La scelta del frutteto a spalliera.....	74
Figura 62 - Mandorleto a spalliera.....	75
Figura 63 - Modena, area di sperimentazione mandorleti a spalliera	77
Figura 64 - Mandorleti durante il sopralluogo, gennaio 2025	77
Figura 65 - Valori medi analisi amterreni	80
Figura 66 - Punti di campionamento pedologico	81

Figura 67 - Tabella aree impegnate dall'impianto mandorleto principale	82
Figura 68 - Tabella aree impegnate dall'impianto seminativo principale	82
Figura 69 - Tabella aree impegnate dal corileto sperimentale	83
Figura 70 - Tabella aree impegnate dal seminativo sperimentale	83
Figura 71 - Tabella aree impegnate dall'oliveto sperimentale	84
Figura 72 - Calcolo del LAOR complessivo dell'impianto	84
Figura 73 - Superfici complessive	85
Figura 74 - Tabella valori	85
Figura 75 - Tabella di calcolo del requisito A	86
Figura 76 - Suddivisione colture sull'area di intervento	86
Figura 77 - Ubicazione mandorleto (Fase 1)	87
Figura 78 - Raccogliatrice scavallatrice	88
Figura 79 - Mandorli a spalliera in fiore	89
Figura 80 - Schema attività ed interferenze	91
Figura 81 - Presentazione del consorzio	93
<i>Figura 82 - Prospetto trattrice</i>	93
Figura 83 - Prospetto trinciatrice e spazi di manovra	94
Figura 84 - Trapiantatrice Spapperi TN 100	94
Figura 85 - Prospetto potatrice e spazi di manovra	95
<i>Figura 86 - Prospetto e spazi di manovra macchina per trattamenti fitosanitari</i>	96
Figura 87 - Prospetto e raggio di curvatura macchina scavallatrice	97
Figura 88 - Macchina smallatrice	98
Figura 89 - Principali insetti patogeni del mandorlo al Nord	98
Figura 90 - Principali patogeni fungini e batterici del mandorlo al Nord	99
Figura 91 - Concimazione e fertirrigazione	100
Figura 92 - Elenco trattamenti massimi mandorleto	103
Figura 93 - Esempio di mappa di vigoria vegetazionale	104
Figura 94 - Tipi di sensori ritenuti utili per l'elaborazione del consiglio fitosanitario	104
Figura 95 - Stazione meteo con pluviometro,	105
Figura 96 - Esempio sensori per stima bagnatura fogliare	106
Figura 97 - Stima costi impianto di mandorleto a spalliera	108
Figura 98 - Layout generale di impianto	109
Figura 99 - Possibile inerbimento	110
Figura 100 - Mietitrebbia NH TC4.9	112

Figura 101 - Macchine previste per seminativo.....	112
Figura 102 - Costi installazione e ricavi seminativo.....	114
Figura 103 - Veduta allegata alla proposta di legge americana	117
<i>Figura 104 - Apicoltura, stima Capex e Opex</i>	<i>119</i>
Figura 105 - Apicoltura, stima redditività.....	120
<i>Figura 106 – Riepilogo aree di sperimentazione.....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 107 – Nocciolo, pitch 7 mt</i>	<i>124</i>
Figura 108 – Uliveto, pitch 7,5 mt.....	125
Figura 109 – Fagioli da granella, pitch 8 mt	125
Figura 110 - Sezioni con macchinari agricoli e spazi di manovra	127
Figura 111 - Ubicazione oliveto sperimentale	130
Figura 112 - Ubicazione corileto	131
Figura 113 - Ubicazione seminativo sperimentale.....	132
Figura 114 - Recinzione, particolare.....	145
Figura 115- Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza.....	146
Figura 116 – Schema generale (Fonte: relazione E_R10_Piano di cantierizzazione)	155
Figura 117 – Schema generale per macrolotti B e C	156
Figura 118 - Cronogramma cantiere	158
Figura 119- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato.....	159
Figura 120 - Sezione tipo di elettrodotti	160
Figura 121 - Cavidotto	160
Figura 122 - Cabina tipo	161
Figura 123 – Abaco alberi della mitigazione	166
Figura 124 - Abaco della vegetazione arbustiva.....	167
Figura 125 - Piastra 10-13.....	168
Figura 126 - Piastre 3-10.....	169
Figura 127 - Caratteristiche robot	178
Figura 128 - Stima costi realizzazione mandorleto a spalliera	184
Figura 129 - Stima costi realizzazione seminativo	185
Figura 130 - Stima costi realizzazione Oliveto sperimentale	185
Figura 131 - Stima costi nocciolo sperimentale.....	186
Figura 132 - Stima costi realizzazione seminativo sperimentale.....	186
Figura 133 - Schema sistema di telecontrollo	187
Figura 134 - Area lorda ed utilizzabile	191

Figura 135 - Aree c-ter e c-quater	192
Figura 136 - Lotto Ferrara.....	193
Figura 137 - Vincolistica Ferrara	194
Figura 138 - Valutazione dei vincoli.....	195
Figura 139 - Potenziale terreno a Jolanda di Savoia	196
Figura 140 - Tabella di confronto modelli criterio C.....	202
Figura 141 - Confronto alternative, criterio C	203
Figura 142 - Posizione della Nuova SE	205
Figura 143 - Ipotesi A e B SE.....	205
Figura 144 - Prima ipotesi Stazione Elettrica	206
Figura 145 - Seconda ipotesi Stazione Elettrica	207
Figura 146 – Prima ipotesi	208
Figura 147 - Prima ipotesi elettrodotto AT	208
Figura 148 - Seconda ipotesi elettrodotto AT	209
Figura 149 - Cronogramma opere di dismissione cantiere	213
Figura 150 - Emissioni CO ₂ parte fotovoltaica ed agricola	216
Figura 151 - Confronto tra perdita di produzione elettrica e guadagno agricolo (CO ₂ non emessa)	216
Figura 152 - Risultati LCA di confronto per ogni kWh.....	218
Figura 153 - Land Equivalent Ratio.....	219
Figura 154 - Stima LER_frazione agricola	220
Figura 155 - Stima LER_frazione elettrica	220
Figura 156 - Stima LER	220
Figura 157 - CO ₂ evitata	221
Figura 158 – Cronogramma	224
Figura 159 - Sezione tipo	226
Figura 160 - Esempio, piastre 3-10.....	229