

## SESTO AL REGHENA E CINTO CAOMAGGIORE



## PROVINCIA DI PORDENONE E VENEZIA



### IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp

Progetto di fattibilità tecnico-economica ai sensi del D.Lgs. 36/2023 (nuovo codice appalti)

IMMOBILE	Comune di Sesto al Reghena	Foglio 16, particella 206 Foglio 25, particella 383 Foglio 26, particella 27, 28, 29, 30, 74, 304, 308 Foglio 27, particella 487
	Comune di Cinto Caomaggiore	Foglio 1, particella 89, 90, 176, 180, 182, 210
PROGETTO: <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA</b>	OGGETTO <b>DOC02 – RELAZIONE TECNICA_REV02</b>	SCALA --
REVISIONE - DATA REV.02 – 09/05/2024	VERIFICATO	APPROVATO
IL RICHIEDENTE	BLUSOLAR SESTO AL REGHENA 1 S.R.L. PESCARA (PE) VIA CARAVAGGIO 125 CAP 65125 C.F. 02276560683  FIRMA _____	
IL PROGETTISTA	Ing. Riccardo Valz Gris  FIRMA 	
TEAM DI PROGETTO	Arch. Andrea Zegna Land Live srl 20124 Milano - Citycenter Regus - Via Lepetit 8/10 Tel. +39 02 0069 6321 13900 Biella - Via Repubblica 41 Tel. +39 015 32838 - Fax +39 015 30878	



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 2 di  
142

## **I N D I C E**

<b>I N D I C E .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DATI QUANTITATIVI PRINCIPALI .....</b>	<b>5</b>
<b>3. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL SITO.....</b>	<b>9</b>
3.1 STATO DI FATTO.....	11
3.1.1 Documentazione fotografica.....	13
<b>4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>16</b>
4.1 STATO DI PROGETTO .....	16
4.2 DATI AMBIENTALI RELATIVI AL SITO DI INSTALLAZIONE .....	17
4.2.1 Dati di producibilità .....	19
4.3 REQUISITI IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	21
4.3.1 Verifiche requisiti .....	24
4.3.1.1 Lotto 1.....	24
4.3.1.2 Lotto 2.....	26
4.3.1.3 Quadro riassuntivo.....	27
4.4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO SU TRACKER MONOASSIALI.....	29
4.4.1 Dati generali Impianto.....	29
4.4.2 Descrizione tecnica delle strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale .....	30
4.4.3 Descrizione Inverter.....	35
4.4.4 Collegamenti elettrici e cavidotti.....	37
4.4.5 Moduli fotovoltaici .....	37
4.4.6 Descrizione Cabinati.....	40
4.4.7 Collegamento tra i due lotti d'impianto e connessione alla CP di e-Distribuzione .....	42
4.4.8 Tecnologia No -Dig.....	43
4.5 CONTROLLO E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	44
4.6 IMPIANTO DI ANTIFURTO.....	45
4.7 RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO ELETTRICO .....	45
<b>5. LE OPERE DI MITIGAZIONE E ATTIVITA' AGRONOMICHE .....</b>	<b>66</b>
5.1 L'ATTIVITA' AGRONOMICA.....	71
<b>6. MOVIMENTAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>72</b>
6.1 DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO.....	72
6.2 STIMA DEI VOLUMI DI SCAVO .....	74
6.3 CAVIDOTTO MT- DA REALIZZARE ESTERNAMENTE ALL'IMPIANTO - COLLEGAMENTO LOTTO 2 - LOTTO 1.....	74
6.4 CAVIDOTTO AT - DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO .....	75
6.5 CAVIDOTTO MT - DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO .....	76
6.6 CAVIDOTTO BT - DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO.....	77
6.7 VOLUMI COMPLESSIVI.....	78
<b>MOVIMENTI INTERNI AL LAYOUT DI CANTIERE .....</b>	<b>78</b>



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 3 di  
142

<b>MOVIMENTI ESTERNI AL LAYOUT DI CANTIERE .....</b>	<b>79</b>
<b>7. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E RICADUTE OCCUPAZIONALI .....</b>	<b>80</b>
<b>7.1 DESCRIZIONE DELLE FASI INDIVIDUATE NEL CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>83</b>
7.1.1 <i>Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere.....</i>	83
7.1.2 <i>Analisi e valutazione degli impatti dei cantieri per la realizzazione dei cavidotti di progetto</i>	83
<b>Percorso A:.....</b>	<b>86</b>
<i>Note di dettaglio sui percorsi adottati – Collegamento Lotto 2 – Lotto 1: .....</i>	<i>86</i>
<b>Percorso B:.....</b>	<b>95</b>
<i>Note di dettaglio sui percorsi adottati – Collegamento Lotto 2 – Lotto 1: .....</i>	<i>96</i>
7.1.3 <i>Scelta percorso collegamento .....</i>	104
7.1.4 <i>Scotico del terreno.....</i>	105
7.1.5 <i>Mitigazione delle polveri .....</i>	106
7.1.6 <i>Picchettamento del terreno.....</i>	106
7.1.7 <i>Realizzazione viabilità e piazzole .....</i>	107
7.1.8 <i>Realizzazione recinzione .....</i>	107
7.1.9 <i>Sbancamenti e realizzazione piano di posa cabine .....</i>	107
7.1.10 <i>Realizzazione percorso ciclopedonale .....</i>	108
7.1.11 <i>Installazione cabine .....</i>	108
7.1.12 <i>Infissioni pali/viti montaggio strutture di supporto.....</i>	109
7.1.13 <i>Cavidotti interrati.....</i>	110
7.1.14 <i>Montaggio dei quadri di parallelo.....</i>	111
7.1.15 <i>Stringatura e cablaggi CC .....</i>	111
7.1.16 <i>Cablaggio cabine.....</i>	111
7.1.17 <i>Cablaggi.....</i>	112
7.1.18 <i>Montaggio moduli fotovoltaici .....</i>	112
7.1.19 <i>Opere agronomiche e di mitigazione.....</i>	112
7.1.20 <i>Smantellamento opere di cantiere e pulizia .....</i>	112
<b>7.2 CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>112</b>
7.2.1 <i>Cronoprogramma Costruzione impianto .....</i>	112
7.2.2 <i>Cronoprogramma cavidotto su strada - Percorso B.....</i>	113
<b>8. PIANO DISMISSIONE E RIPRISTINO – GESTIONE DEI RIFIUTI.....</b>	<b>114</b>
8.1 <b>COMPUTO METRICO PER LA DISMISSIONE.....</b>	<b>114</b>
<b>9. ILLUMINAZIONE CAMPI FOTOVOLTAICI – IMPATTO NOTTURNO .....</b>	<b>119</b>
<b>10. ALLEGATO 1 – PVSYST LOTTO1 .....</b>	<b>123</b>
<b>11. ALLEGATO 2 – PVSYST LOTTO2.....</b>	<b>134</b>



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 4 di  
142

## **1. INTRODUZIONE**

Il presente documento tratta i dati tecnici relativi al progetto di un impianto agrivoltaico di taglia industriale del tipo grid-connected da realizzarsi principalmente nel territorio del Comune di Sesto al Reghena (PN), nella frazione di Marignana.

L'impianto in oggetto prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino della potenza unitaria di 590 Wp, su un terreno prevalentemente pianeggiante di estensione di circa 71,5 ettari (ad una quota media di circa 14 m slm) avente destinazione agricola.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker) in configurazione monofilare ed ogni tracker (struttura portante dei pannelli) sarà composto da 12,13,25,50,75 moduli.

La potenza complessiva installata è di 55,26 MWp.

Il progetto in esame è realizzato all'interno di due lotti le cui posizioni baricentriche distano circa 1,6 km.

I due lotti saranno collegati mediante un cavidotto MT interrato della lunghezza di 2,4 km circa.

L'energia prodotta dall'impianto sarà veicolata tramite un cavidotto AT a 132 kV interrato della lunghezza di 130 m circa che collega la Step-Up interna al lotto 1 con la CP di e-distribuzione, adiacente al campo.

Il soggetto proponente dell'iniziativa è la Società Blusolar Sesto Al Reghena 1 S.R.L.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 5 di  
142

## 2. DATI QUANTITATIVI PRINCIPALI

### Dati del sito

Ubicazione e denominazione	Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
<b>Coordinate geografiche</b>	45°51'7.53"N; 12°47'24.41"E.
<b>Superficie complessiva del terreno</b>	715.086,00 m <sup>2</sup>
<b>Superficie recintata</b>	608.662,40 m <sup>2</sup>
<b>Superficie complessiva moduli</b>	246.768,52 m <sup>2</sup>
<b>Superficie complessiva agricola</b>	592.327,87 m <sup>2</sup>
<b>Superficie complessiva mitigazione</b>	42.116,14 m <sup>2</sup>

### Dati dell'impianto fotovoltaico

Potenza di picco dell'impianto: circa 55,26 MWp

Posizionamento del generatore FV: installazione al suolo

Orientamento asse generatore FV: nord-sud

Angolo di tilt del generatore FV: variabile con inseguimento est-ovest

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando 93.665 moduli in silicio monocristallino da 590 W<sub>p</sub> ciascuno e 154 inverter da 300 kW nominali.

Il progetto prevede la suddivisione dell'impianto fotovoltaico in 7 distinti sottocampi ciascuno dei quali dotato di cabine di trasformazione ed inverter. I pannelli sono su tracker singoli da 12, 13, 25, 50, 75 pannelli schierati a mono fila posti a interasse di 4,5 m.

La ripartizione tra i sottocampi è la seguente:

Stringhe		n. moduli in serie	n. moduli totali	Potenza Singolo modulo (Wp)	Potenza Totale (kWp)
Sottocampo A	510	25	12750	590	7 522,50
Sottocampo B	540	24	12960	590	7 646,40
Sottocampo C	564	23	12972	590	7 653,48
Sottocampo D	540	24	12960	590	7 646,40
Sottocampo E	564	23	12972	590	7 653,48
Sottocampo F	563	25	14075	590	8 304,25
Sottocampo G	576	26	14976	590	8 835,84
<b>Totali per Campo fotovoltaico</b>	<b>3857</b>		<b>93665</b>	<b>590</b>	<b>55 262,35</b>
<b>Energia generata in un anno (MWh)</b>					<b>77 447,04</b>
<b>Energia generata in 30 anni (MWh)</b>					<b>2 124 410,37</b>

### Producibilità dell'impianto fotovoltaico e riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>

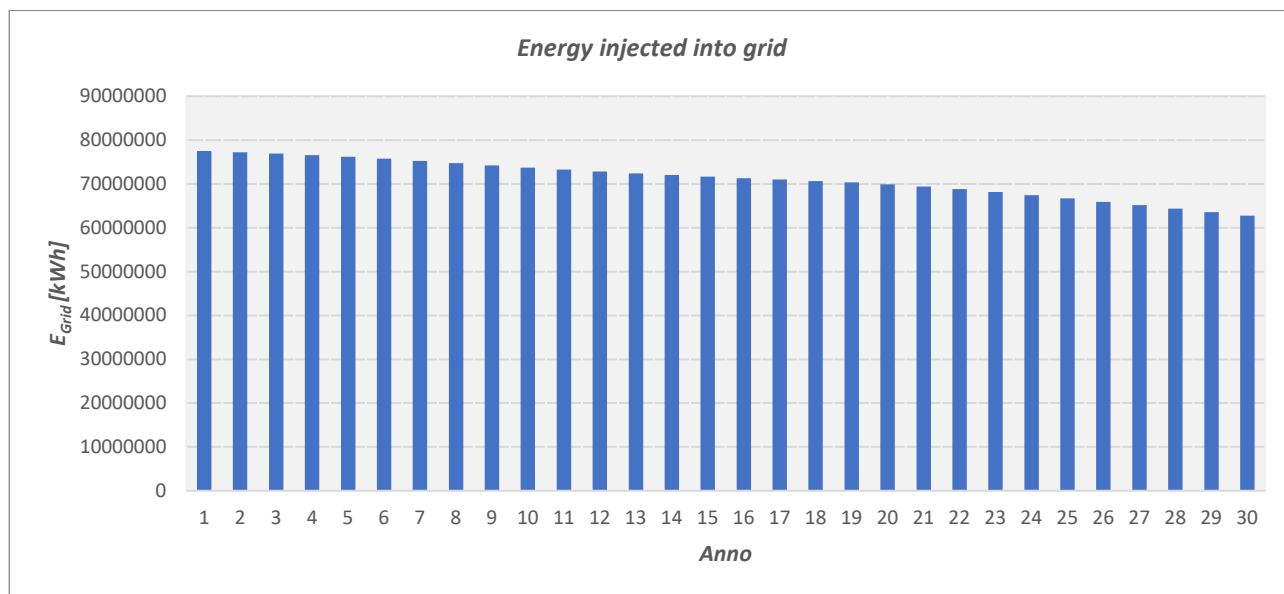
La producibilità elettrica dell'impianto nel primo anno di esercizio è valutata in: 77,45 GWh.

Assumendo un decadimento annuo delle prestazioni dei moduli pari al -0.4% annuo, come indicato da scheda tecnica del costruttore, è stata calcolata una produzione di energia elettrica nei 30 anni di esercizio dell'impianto pari a: 2.124,41 GWh.

Producibilità al primo anno e il decadimento delle prestazioni dei moduli nei 30 anni sono stati valutati utilizzando il software di calcolo PVSyst. I risultati di calcolo sono riportati nella pagina seguente.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**



Anno	E Grid [GWh]
1	77,45
2	77,14
3	76,80
4	76,42
5	76,00
6	75,53
7	74,99
8	74,45
9	73,89
10	73,34
11	72,84
12	72,38
13	71,94
14	71,53
15	71,13
16	70,77
17	70,44
18	70,11
19	69,75
20	69,36
21	68,87
22	68,28
23	67,64
24	66,97
25	66,26
26	65,54
27	64,81
28	64,05
29	63,27
30	62,47
<b>TOTALE</b>	<b>2124,41</b>

Il risparmio di CO<sub>2</sub> è stimato in 474 kg CO<sub>2</sub>/MWh<sup>1</sup>, pari a 36.709 t di CO<sub>2</sub>/anno.

È possibile eseguire un confronto tra la produzione elettrica dell'impianto con la stima del fabbisogno di energia elettrica regionale misurata nel 2019 - *Distribuzione regionale di energia elettrica per settore di consumo nel 2019 (volumi in GWh e punti di prelievo in migliaia) anno 2019*:

<sup>1</sup> Rapporto ISPRA 2020 – Fattori di emissione atmosferica di gas effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei tab.2.4 pag.31



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

REGIONE	DOMESTICO		NON DOMESTICO		TOTALE	
	VOLUMI	PUNTI DI PRELIEVO	VOLUMI	PUNTI DI PRELIEVO	VOLUMI	PUNTI DI PRELIEVO
Piemonte	3.888	2.311	15.837	562	19.726	2.873
Valle d'Aosta	144	108	767	27	911	135
Lombardia	9.630	4.857	51.368	1.076	60.998	5.934
Trentino-Alto Adige	970	550	5.015	165	5.985	715
Veneto	5.113	2.316	22.595	585	27.708	2.902
<b>Friuli-Venezia Giulia</b>	<b>1.248</b>	<b>650</b>	<b>7.674</b>	<b>149</b>	<b>8.922</b>	<b>799</b>
Liguria	1.477	1.030	4.454	254	5.931	1.283
Emilia-Romagna	4.498	2.252	19.912	610	24.410	2.861
Toscana	3.752	1.891	13.743	530	17.496	2.420
Umbria	842	422	4.682	116	5.524	538
Marche	1.395	746	5.072	207	6.467	953
Lazio	5.598	2.780	14.691	649	20.289	3.429
Abruzzo	1.173	716	4.239	161	5.412	877
Molise	258	171	1.044	39	1.302	210
Campania	4.997	2.264	11.257	563	16.254	2.826
Puglia	3.768	1.904	8.586	504	12.354	2.408
Basilicata	462	280	1.809	74	2.271	354
Calabria	1.903	1.022	3.131	225	5.034	1.247
Sicilia	5.268	2.393	9.563	553	14.831	2.946
Sardegna	2.079	879	4.757	202	6.835	1.081
<b>ITALIA</b>	<b>58.462</b>	<b>29.543</b>	<b>210.198</b>	<b>7.249</b>	<b>268.660</b>	<b>36.792</b>

Fonte: ARERA, Indagine sui settori regolati

Il fabbisogno del Friuli-Venezia Giulia è pari a 8.922.000 MWh e, se confrontato ai 77.45 MWh prodotti dall'impianto al primo anno, risulta che il contributo in termini di energia rinnovabile incidente sui consumi del Friuli-Venezia Giulia è pari allo **0,87%**.

In termini di CO<sub>2</sub> evitata nei 30 anni di esercizio la previsione è pari a:

$$2.141.632 \text{ MWh} \times 474 \text{ kg CO}_2/\text{MWh} \cdot 10^{-6} = \mathbf{1.015 \text{ kg. CO}_2}$$

Calcolo indice EROEI

Si stima una producibilità elettrica netta complessiva nei 30 anni pari a circa: 2.124,41 GWh.

Si calcola l'indice di sostenibilità EROEI *Energy Return On Energy Investment* ossia *Ritorno Energetico sull'Investimento Energetico*, risultato del rapporto tra la somma delle energie, espresso nell'unità di misura del Sistema Internazionale, che un impianto produrrà durante il suo esercizio (*Energia Ricavata*) e la sommatoria delle quantità energie che sono necessarie per costruire, esercire e poi smantellare l'impianto (*Energia Investita* o *Energia Consumata*).

L'indice di sostenibilità è dato dal seguente rapporto:

$$EROEI = \frac{\sum_1^{30} \text{Energia ricavata}}{\sum_1^{30} \text{Energia investita}}$$

dove l'*Energia Investita* è data dalla somma di tutte le forme di energia impiegate come input risultato dell'analisi LCA:

<i>Energy, gross calorific value, in biomass</i>	40.872.892	MJ
<i>Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest</i>	173.062	MJ
<i>Energy, kinetic (in wind), converted</i>	17.781.848	MJ
<i>Energy, solar, converted</i>	80.360	MJ



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 8 di  
142

<i>Energy, geothermal, converted</i>	1.929.703	<i>MJ</i>
<i>Energy, potential (in hydropower reservoir), converted</i>	147.626.809	<i>MJ</i>
<b><i>Energia investita</i></b>	<b>208.464.675</b>	<b><i>MJ</i></b>

e l'*Energia Ricavata* è l'energia elettrica prodotta dall'impianto nei 30 anni: 2.124,41 GWh = 7.709.878.202 MJ.

Ipotizzando un incremento del 10,6%<sup>2</sup> sull'*Energia Investita* per tenere conto dell'energia spesa in fase di esercizio dell'impianto, risulta un indice EROEI pari a: 33,44.

---

<sup>2</sup> Verifica di assoggettabilità alla VIA (screening) – Progetto di un impianto fotovoltaico a terra – Potenza 16.95 MW – *Relazione di calcolo convenienza energetica* – Archest S.r.l.





### 3. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito in esame è caratterizzato da campi coltivati e dista 2 km dal centro di Sesto al Reghena.

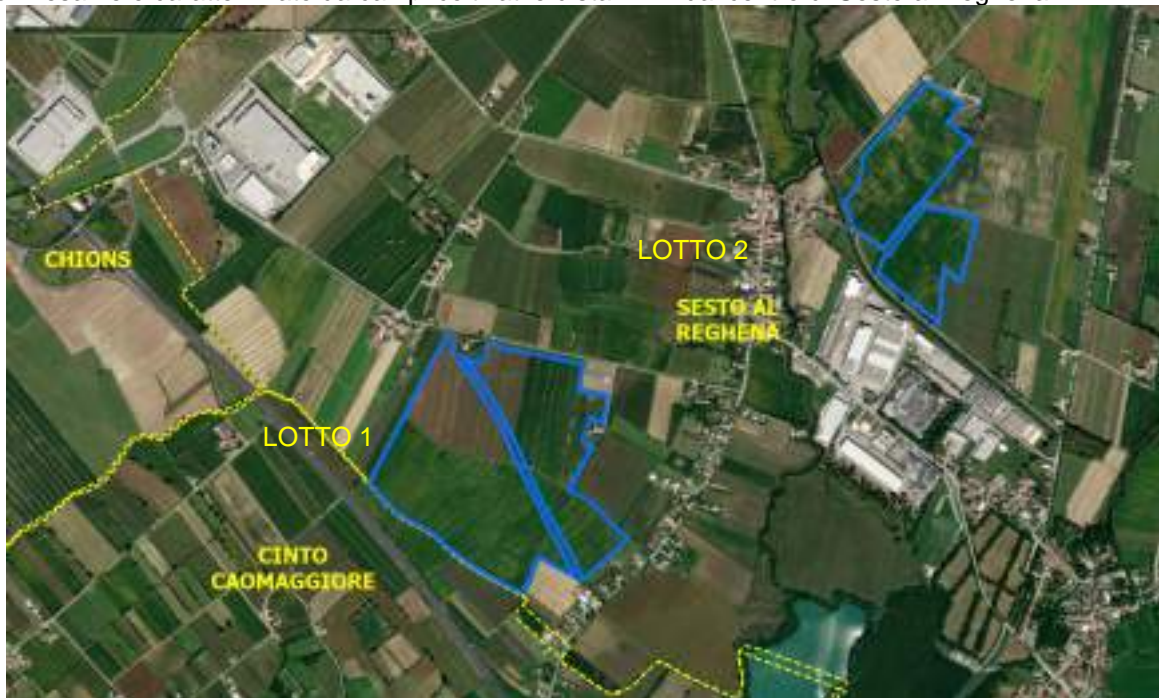


Figura 1 immagine satellitare dell'area di installazione dell'impianto



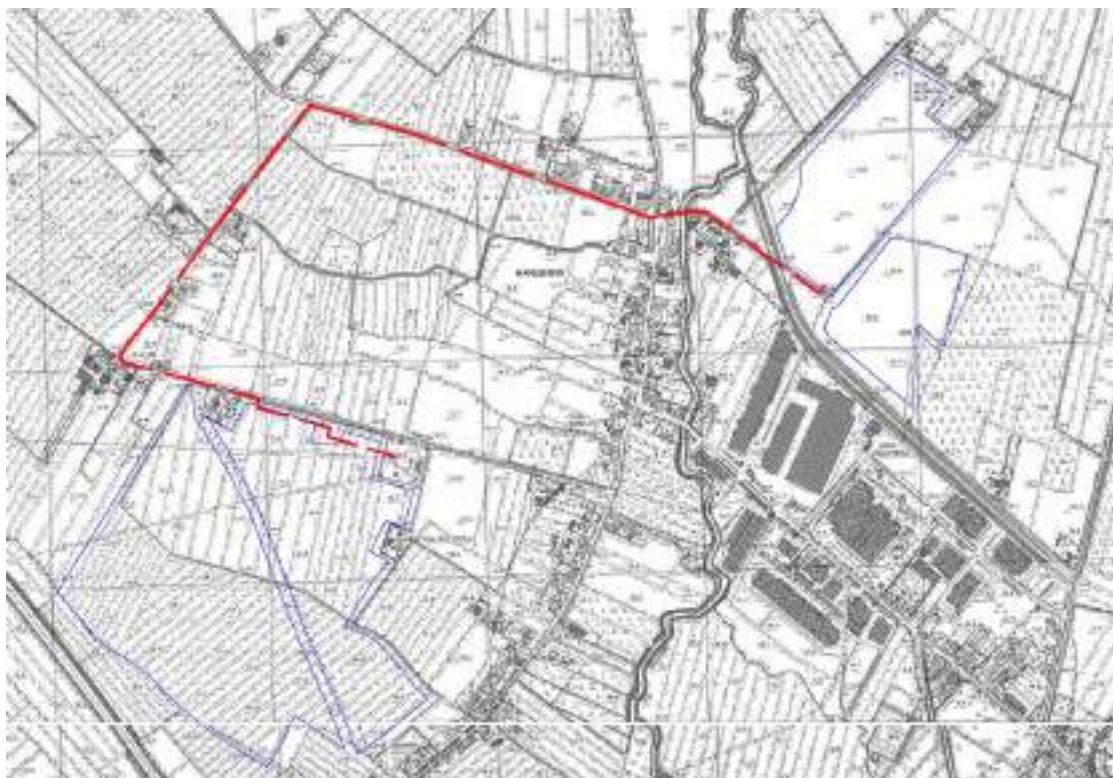
Figura 2 Inquadramento progetto su ortofoto con collegamento tra i due lotti (in giallo) e collegamento alla CP di e-distribuzione (in rosso)

Le aree pianeggianti sono divise in lotti attualmente destinate a coltivazione di frumento.  
Nell'immagine seguente si riporta l'ubicazione dell'impianto in progetto sulla carta tecnica regionale:

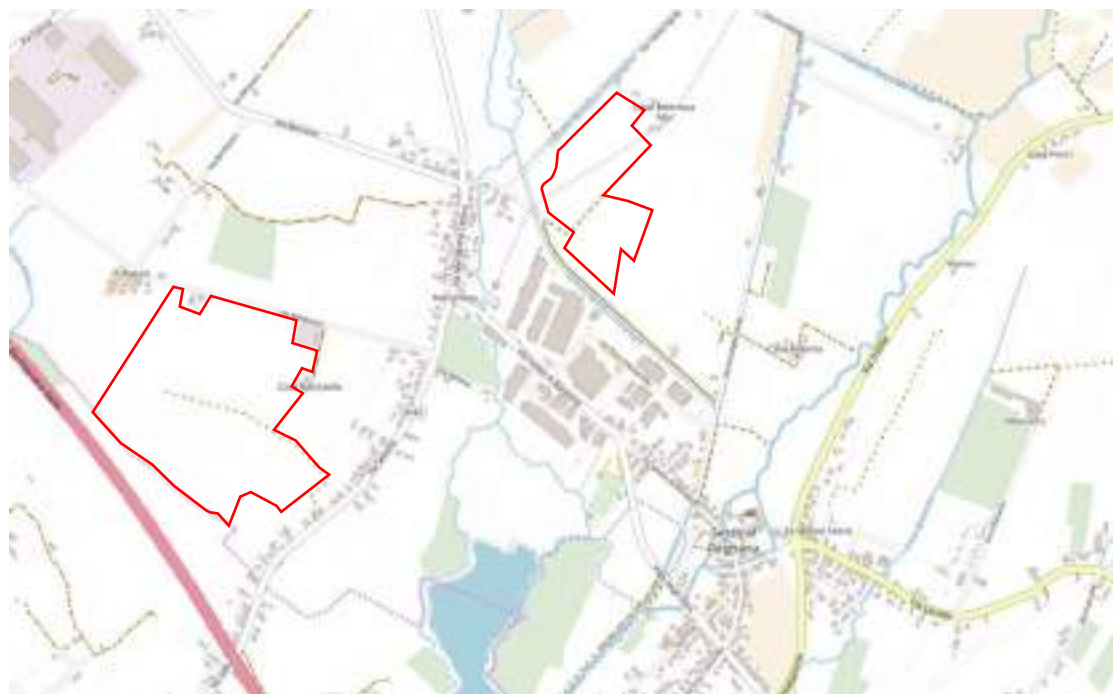


**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 10 di  
142



**Figura 3 CTR**



**Figura 4 Webgis Regione Friuli-Venezia Giulia (sistema informativo stradale)**

I baricentri dei lotti così identificati hanno le seguenti coordinate:

LOTTO 1:  
LATITUDINE 45°51'7.53"N  
LONGITUDINE 12°47'24.41"E



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 11 di  
142

LOTTO 2:

LATITUDINE 45°51'34.24"N

LONGITUDINE 12°48'29.33"E

I due lotti sono collocati il primo ad ovest dell'SP42 denominata via Settimo e il secondo a est di quest'ultima.

Il lotto 1 presenta a sud-ovest sei particelle nella regione Veneto al confine con l'autostrada A28, per la restante parte risulta nella regione Friuli-Venezia Giulia delimitato da via Banduzzo a Nord e da strade private sugli altri lati.

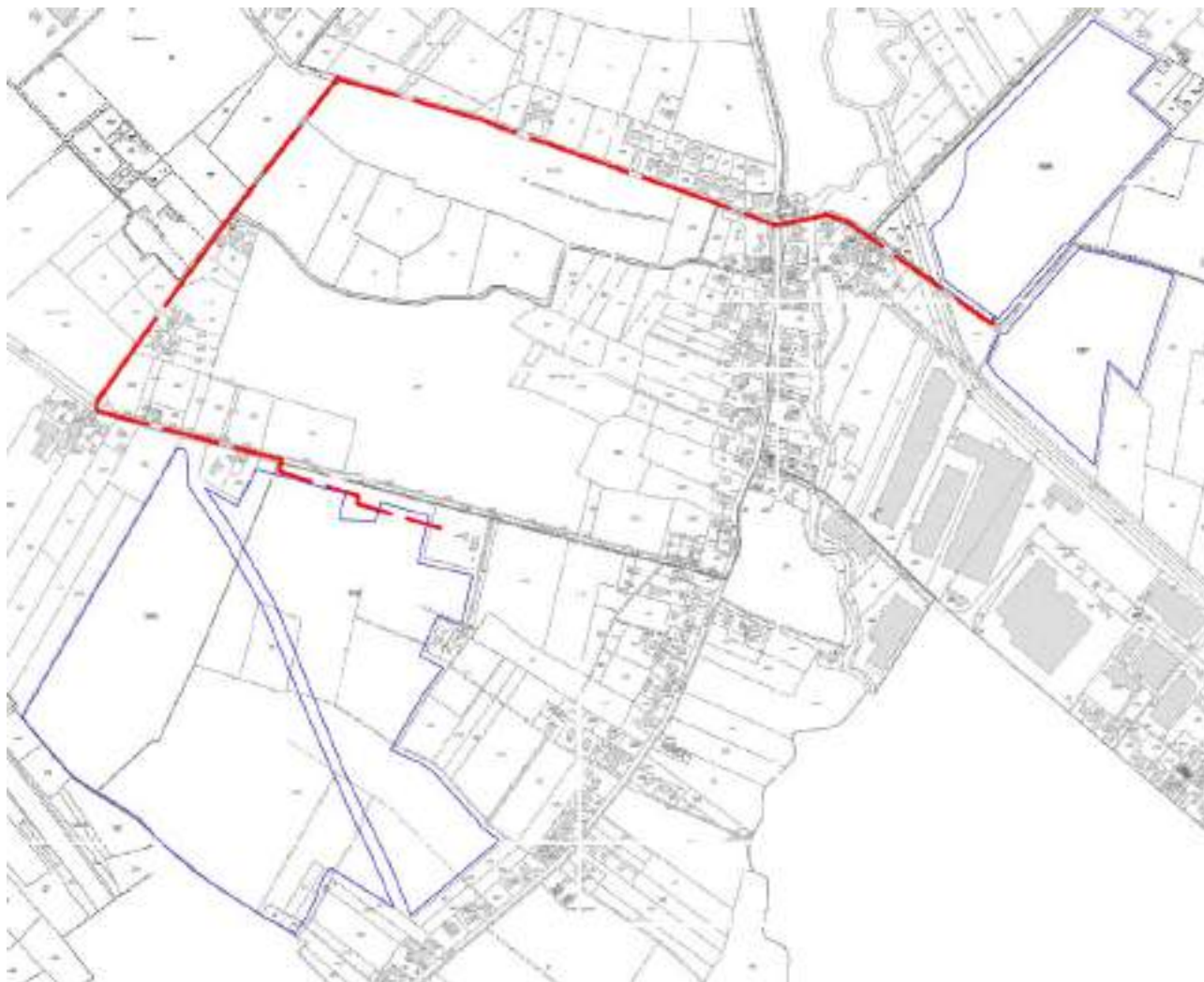
Il lotto 2 è delimitato a nord e ad ovest da via XXX Aprile, a sud-ovest dal fiume Caomaggiore, a sud da via Marignana Centro e ad est da strade private.

### 3.1 STATO DI FATTO

I due lotti su cui si intende intervenire sono composti da 12 particelle catastali, di cui 6 appartenenti al Comune di Sesto al Reghena e 6 appartenente al comune di Cinto Caomaggiore.

Di seguito l'elenco delle particelle coinvolte e l'inquadramento sulla planimetria catastale.

COMUNE DI SESTO AL REGHENA (PN)						
Intestazione	FG	Part.	Sup. m <sup>2</sup>	Qualità	Codice fiscale	Titolo di disponibilità
CIANI BASSETTI ANNA MARIA	26	27	2 290	SEMINATIVO	CNBNMR52L52L736L	PRELIMINARE ACQUISTO
CIANI BASSETTI ANNA MARIA	26	28	910	SEMINATIVO	CNBNMR52L52L736L	PRELIMINARE ACQUISTO
CIANI BASSETTI ANNA MARIA	26	29	2 640	SEMINATIVO	CNBNMR52L52L736L	PRELIMINARE ACQUISTO
CIANI BASSETTI ANNA MARIA	26	30	1 020	SEMINATIVO	CNBNMR52L52L736L	PRELIMINARE ACQUISTO
CIANI BASSETTI ANNA MARIA	26	74	11 700	SEMINATIVO	CNBNMR52L52L736L	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	25	383	125 791	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	26	304	189 080	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	26	308	140 585	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	27	487	79 350	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	16	206	133 340	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
COMUNE DI CINTO CAOMAGGIORE (VE)						
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	1	90	9 880	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	1	210	5 680	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	1	182	1 900	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	1	89	1 910	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	1	176	4 710	SEMIN ARBOREO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE	1	180	4 300	SEMINATIVO	94009640262	PRELIMINARE ACQUISTO
<b>TOTALE</b>			<b>715086</b>			



**Figura 5 Planimetria catastale del lotto di intervento**

Il LOTTO 1 si sviluppa ad ovest della frazione di Marignana, ha una forma rettangolare ma frastagliata. Confina a nord principalmente con via Banduzzo e con il perimetro di una proprietà privata, fino ad arrivare a ridosso della stazione e-distribuzione che si attesta proprio nell'angolo nord-est del lotto. Ad est il perimetro del lotto percorre i confini con altri campi agricoli e con proprietà private composte da abitazioni isolate. A sud il lotto confina in parte con la A28 Pordenone-Portogruaro (oltrepassando il confine regionale) ed in parte con altri lotti agricoli. Infine, ad ovest confina con altri campi agricoli. Si estende per una superficie di 502.188,94 mq.

Il LOTTO 2 ha una forma geometrica assimilabile ad una L e si compone di soli due lotti, posizionati a nord est della frazione di Marignana. A nord-ovest il lotto confina con via XXX Aprile che collega la frazione di Marignana alla Frazione di Melmosa Alta. A sud del lotto una strada sterrata collega la medesima via XXX Aprile alla via Verdi ed alla zona Industriale del Comune di Sesto al Reghena che risulta posizionato in prossimità del lotto 2, e separato dallo stesso dalla strada di collegamento appena menzionata e dalla presenza del canale Cao Maggiore che nell'angolo a sud-ovest del lotto risulta a confine. A nord il lotto confina con la via XXX Aprile che serve un piccolo gruppo di abitazioni rurali isolate. Gli altri lati del lotto sono su confine con altri campi coltivati. Il lotto si estende per 212.690,00 mq.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 13 di  
142

3.1.1 Documentazione fotografica



Figura 6 Perimetro catastale del lotto di intervento su ortofoto con coni ottici



VISTA 1



VISTA 2



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 14 di  
142



VISTA 3



VISTA 4



VISTA 5



VISTA 6



VISTA 7



VISTA 8



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 15 di  
142



VISTA 9



VISTA 10



VISTA 11



VISTA 12



VISTA 13



VISTA 14



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 16 di  
142

#### **4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

Il terreno è caratterizzato da un'estensione totale di circa 71,5 ha, il cui utilizzo attuale è agricolo. La particolare caratteristica pianeggiante del terreno e del territorio circostante aiuterà notevolmente l'inserimento paesaggistico dell'impianto, limitandone la visibilità. Il sito è raggiungibile, da strada idonea al trasporto pesante. Si sono eseguite tutte le verifiche necessarie al fine di procedere con la progettazione di un impianto che non arrechi alcun danno a livello ambientale e naturalistico al territorio in cui si colloca.

La superficie occupata dai pannelli è di 24,6 ha pari a circa il 34,61% della superficie disponibile.

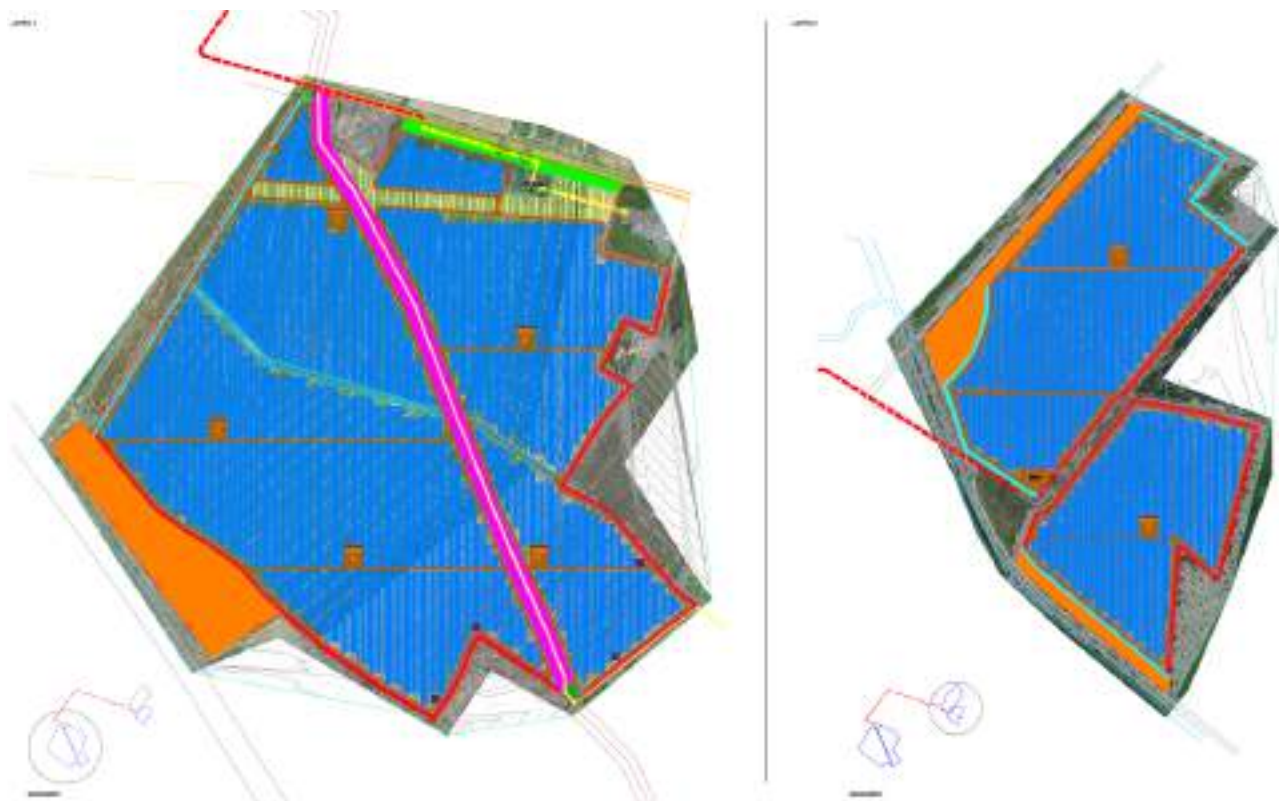
Le tecniche di installazione del campo fotovoltaico rispettano quanto più possibile il terreno, di fatto essendo elevati su tracker ad inseguimento i pannelli non sono ubicati direttamente sul terreno, ma ne risultano sollevati, inoltre anche le tecniche di infilaggio dei tracker, infissi su pali e senza l'uso dei plinti in c.a., preservano quanto più possibile lo stato del terreno.

Anche gli interventi di sistemazione del terreno previsti, che hanno lo scopo di spianare e livellare il terreno perché sia idoneo all'accoglimento del campo fotovoltaico, non sconvolgono la natura del terreno.

A livello paesaggistico si è progettato l'impianto in modo da ridurre il più possibile l'impatto visivo, utilizzando strutture di sostegno a bassa visibilità e idonea fascia di mitigazione e piantumazione perimetrale. Il piano di recupero del lotto prevede la manutenzione di tutte le piantumazioni e garantisce l'attecchimento delle nuove essenze che saranno messe a dimora come opere di mitigazione come meglio descritte nel paragrafo dedicato.

##### **4.1 STATO DI PROGETTO**

Gli interventi riguardano la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 55,26 MWp su tracker monoassiali a mono pannello, distanziati con interasse 4,5 m.



**Figura 7 Planimetria di progetto su ortofoto**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 17 di  
142

Il progetto è diviso in due lotti distinti e definiti tra loro con configurazione agrivoltaica, ovvero, come meglio spiegato nel paragrafo dedicato di seguito, il progetto prevede che i pannelli siano posizionati ad una altezza minima da terra pari a 215 cm (quota minima del pannello alla massima inclinazione) che permetta l'utilizzo delle macchine agricole e di dedicare il terreno sotto i pannelli a coltivazione.

Il primo lotto ospiterà una potenza di impianto di 38,12 MW diviso in 5 sottocampi ciascuno servito da una cabina di trasformazione.

Il secondo lotto ospiterà 17,14 MW di impianto e sarà suddiviso in 2 sottocampi con relative cabine.

#### **4.2 DATI AMBIENTALI RELATIVI AL SITO DI INSTALLAZIONE**

Il Comune di Sesto al Reghena è situato nella porzione sud-orientale della provincia di Pordenone, a circa 18 km dal capoluogo; il suo territorio si estende nell'insieme per circa 40,7 Km<sup>2</sup>.

I dati climatici del territorio secondo la norma UNI 10349 sono i seguenti:

##### **Caratteristiche geografiche**

Località	<b><i>Sesto al Reghena</i></b>		
Provincia	<b><i>Pordenone</i></b>		
Altitudine s.l.m.			<b><i>13</i></b> m
Latitudine nord	<b><i>45° 50'</i></b>	Longitudine est	<b><i>12° 48'</i></b>
Gradi giorno DPR 412/93			<b><i>2661</i></b>
Zona climatica			<b><i>E</i></b>

##### **Località di riferimento**

per dati invernali	<b><i>Pordenone</i></b>
per dati estivi	<b><i>Pordenone</i></b>

##### **Stazioni di rilevazione**

per la temperatura	<b><i>Pordenone</i></b>
per l'irradiazione	<b><i>Pordenone</i></b>
per il vento	<b><i>Pordenone</i></b>

##### **Caratteristiche del vento**

Regione di vento:	<b><i>A</i></b>	
Direzione prevalente	<b><i>Nord-Est</i></b>	
Distanza dal mare		<b><i>&lt; 40</i></b> km
Velocità media del vento		<b><i>3,0</i></b> m/s
Velocità massima del vento		<b><i>6,1</i></b> m/s

##### **Dati invernali**

Temperatura esterna di progetto		<b><i>-4,9</i></b> °C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal <b><i>15 ottobre</i></b> al <b><i>15 aprile</i></b>	

##### **Dati estivi**

Temperatura esterna bulbo asciutto		<b><i>33,0</i></b> °C
------------------------------------	--	-----------------------



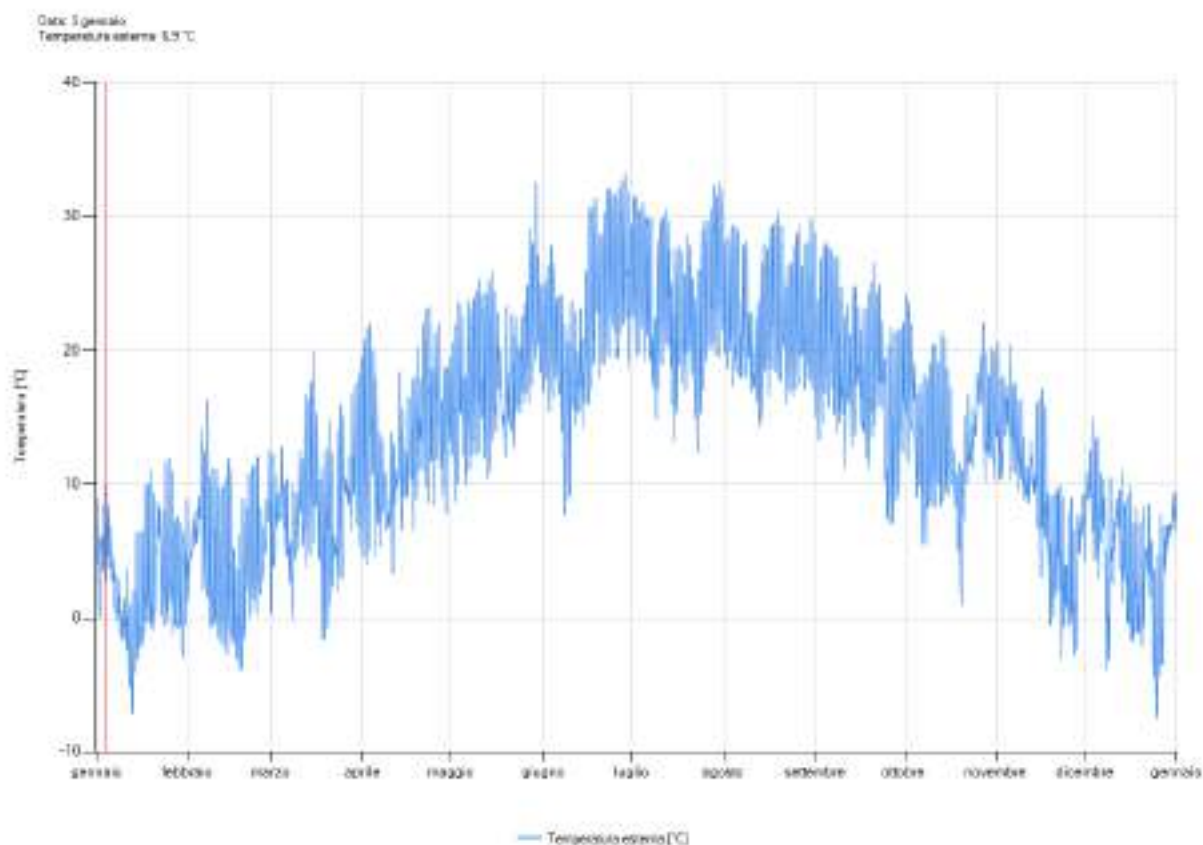
**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 18 di  
142

Temperatura esterna bulbo umido **23,3** °C  
Umidità relativa **45,0** %  
Escursione termica giornaliera **10** °C

**Temperature esterne medie mensili**

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	2,8	4,7	8,6	12,9	18,7	22,3	23,6	22,3	18,3	13,5	8,8	4,6



**Figura 8 REGIMI MEDI MENSILI DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA**

Per quanto riguarda gli effetti sismici, il sito appartenente prevalentemente al territorio di Sesto al Reghena, in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Friuli-Venezia Giulia n. 845 del 06.03.2010, ricade nella seguente zona sismica:

**Zona sismica 3**

In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	ag > 0,25 g	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	0,15 < ag ≤ 0,25 g	0,25 g	2.225
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	0,05 < ag ≤ 0,15 g	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	ag ≤ 0,05 g	0,05 g	1.982

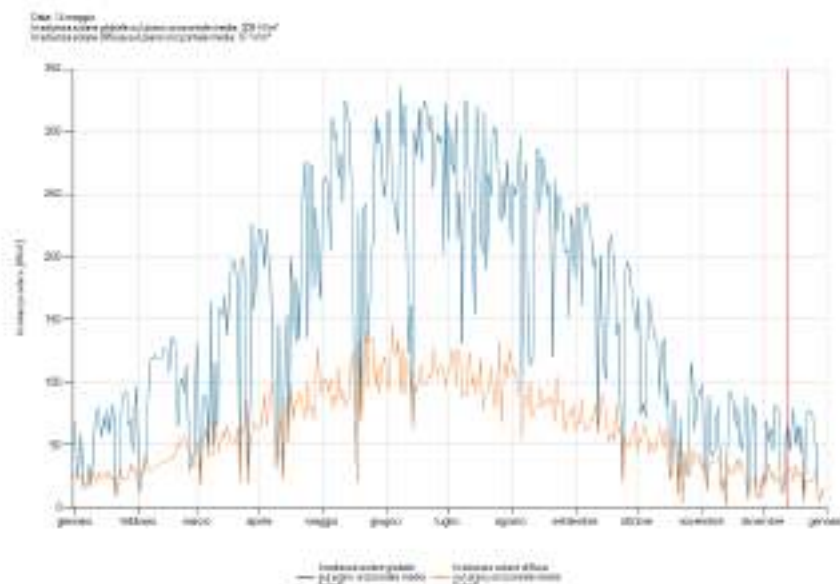
#### 4.2.1 Dati di producibilità

#### **Irradiazione solare media mensile**

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m <sup>2</sup>	1,5	2,4	3,4	5,1	8,1	9,9	9,2	6,6	4,4	2,7	1,6	1,4
Nord-Est	MJ/m <sup>2</sup>	1,7	3,1	5,1	7,3	11,0	12,7	12,1	9,8	7,0	3,4	1,8	1,5
Est	MJ/m <sup>2</sup>	4,2	6,1	8,5	9,9	13,5	14,9	14,5	13,0	10,9	5,7	3,6	3,6
Sud-Est	MJ/m <sup>2</sup>	7,7	9,3	10,7	10,5	12,6	13,1	13,0	13,0	12,7	7,8	6,0	7,0
Sud	MJ/m <sup>2</sup>	10,0	11,2	11,4	9,6	10,5	10,4	10,5	11,1	12,5	8,8	7,5	9,1
Sud-Ovest	MJ/m <sup>2</sup>	7,7	9,3	10,7	10,5	12,6	13,1	13,0	13,0	12,7	7,8	6,0	7,0
Ovest	MJ/m <sup>2</sup>	4,2	6,1	8,5	9,9	13,5	14,9	14,5	13,0	10,9	5,7	3,6	3,6
Nord-Ovest	MJ/m <sup>2</sup>	1,7	3,1	5,1	7,3	11,0	12,7	12,1	9,8	7,0	3,4	1,8	1,5
Orizz. Diffusa	MJ/m <sup>2</sup>	2,1	3,2	4,6	6,6	8,6	9,3	9,0	7,3	5,6	3,8	2,2	1,9
Orizz. Diretta	MJ/m <sup>2</sup>	2,8	4,5	6,9	7,9	11,9	13,8	13,2	11,9	9,5	3,9	2,3	2,3

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione:

**267** W/m<sup>2</sup>



**Figura 9** Tabelle e grafici dati Irraggiamento comune di Sesto al Reghena



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Di seguito si riportano i parametri di producibilità legati all'irraggiamento della zona di intervento estratti dal software PVsyst.



PVsyst V7.4.2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Meteo**

Data range	Reference year		
<b>Geographical Site</b>		<b>Situation</b>	
I Platani		Latitude	45.65 °N
Italia		Longitude	12.79 °E
		Altitude	12 m
		Time zone	UTC+1
<b>Source file characteristics</b>			
Source file	I Platani_PVGIS_API_TMY_SIT		
Date type	Reference year		
Time step	1 Hour		
Time shift of real data	-19 Min.		
Used parameters in source		Ambient Temper.	
Hertz: Global		Wind Velocity	
Hertz: Diffuse		Relative humidity	

**Monthly accumulations**

Interval beginning	GlobHor kWh/m <sup>2</sup> /month	DiffHor kWh/m <sup>2</sup> /month	T_Amb °C	WindVel m/s	RelHum ratio
January	39.9	21.17	3.6	1.8	0.835
February (27 days)	72.4	28.22	4.2	1.7	0.772
March (30 days)	90.2	47.18	7.8	2.2	0.780
April	127.2	68.23	11.8	1.9	0.795
May	155.0	68.88	15.7	2.1	0.779
June	187.6	77.41	21.4	1.9	0.757
July	212.1	70.44	23.2	1.7	0.704
August	169.1	68.82	21.1	1.8	0.786
September	128.3	51.58	17.4	2.0	0.731
October	91.7	38.66	13.6	1.7	0.747
November	54.9	25.94	9.6	1.7	0.795
December	37.9	17.61	3.1	1.8	0.803
Year	1354.2	580.10	12.8	1.9	0.773



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 21 di  
142

### 4.3 REQUISITI IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Il lotto 1 è stato progettato secondo i criteri definiti per i campi agrivoltaici.

Gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi, sono descritte nelle linee guida emanate dal MASE nel giugno 2022.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

#### **REQUISITO A**

#### **Condizioni costruttive e spaziali**

##### Più spazio per le coltivazioni

Il requisito A viene soddisfatto se l'impianto è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale e opportune scelte tecnologiche, tale da:

- Consentire l'integrazione tra attività agricola e produzione elettrica
- Valorizzare il potenziale produttivo di entrambi;

in particolare, come indicato nelle Linee Guida MiTE, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

#### **A1 Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione:**

##### *Superficie minima per l'attività agricola*

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021)<sup>8</sup>.

Pertanto, si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento che:

La superficie per l'attività agricola  $S_{agricola}$  sia almeno pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico  $Stot$ :

$$S_{agricola} \geq 0,7 * Stot$$

nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

#### **A2 LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola:**

##### *Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)*

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità". Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 22 di  
142

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$Spv/Stot = LAOR \leq 40\%$$

## REQUISITO B

### Condizioni di esercizio

#### Produzione agricola ed elettrica congiunta

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli.

Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

**B1** La Continuità dell'attività agricola

**B2** La Producibilità elettrica minima

#### **B1 Continuità dell'attività agricola**

*la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;*

Gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

a) L'esistenza e la resa della coltivazione

Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione.

In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo

Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

A titolo di esempio, un eventuale riconversione dell'attività agricola da un indirizzo intensivo (es. ortofloricoltura) ad uno molto più estensivo (es. seminativi o prati pascoli), o l'abbandono di attività caratterizzate da marchi DOP o DOPG, non soddisfano il criterio di mantenimento dell'indirizzo produttivo.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 23 di  
142

(Per verificare il rispetto del requisito B.1, l'impianto dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D)

**B2 Producibilità elettrica minima**

*La producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa;*

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVagri in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

$$FVagri \geq 0,6 \cdot FVstandard$$

**REQUISITO D**

**Sistema di monitoraggio**

Verifica delle condizioni ottimali di esercizio

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificarne le prestazioni:

- l'impatto sulle colture;
- il risparmio idrico;
- la produttività agricola per le diverse tipologie di colture;
- la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.



#### 4.3.1 Verifiche requisiti

**Il rispetto dei requisiti A.1, A.2, B.2 e C è stato soddisfatto progettando i layout dell'impianto fotovoltaico come di seguito evidenziato. Si riporta in seguito l'impianto adattato ai requisiti agrivoltaici con i relativi stralci delle tavole. (TAV15A e TAV15B), con l'area del Lotto 1 suddivisa in 2 tessere e Lotto 2 con unica tessera; a corredo sono presenti le relative tabelle di calcolo di rispetto dei parametri.**

##### 4.3.1.1 Lotto 1



Figura 10 - Superficie totale impianto



Figura 11 - SN Impianto agrivoltaico





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**



**Figura 12 - S Agr. impianto agrivoltaico**

SESTO AL REGHENA LOTTO 1 - 1P - PITCH 4,5m															
SUPERFICI (mq)	Catastale	SAU	Tare	Stot	Sagricola tracker orizzontale	Sagricola impronta pali	SN impronta pali	SN Pannello orizz	Mitigazioni	S colture esterne	Spv tracker orizzontale	Strade e cabine	Impronta palo	n. palo	Impronta pali totale
	502 188,94	493 406,86	8 782,08	481 887,27	245 468,99	415 546,00	33 240,45	203 317,46	33 100,82	29 577,68	170 239,13	33 078,33	0,014	11 580,00	162,120
VERIFICHE	<b>Requisito A1: SAgricola è almeno pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico Stot (Sagricola <math>\geq</math> 0,7*Stot)</b>				Sagricola	Stot	Valore di verifica	Valore ottenuto							
	415 546,00	481 887,27	> 70%	86,23%											
	<b>Requisito A2: Rispetto di un limite massimo del LAOR, pari al 40% (Spv/Stot=LAOR <math>\leq</math> 40%)</b>				Spv	Stot	Valore di verifica	Valore ottenuto							
	170 239,13	481 887,27	<40%	35,33%											
	IMPIANTO DI RIFERIMENTO		PRODUCIBILITA' GWH/ANNO												
	N. Pannelli 590 Wp	Potenza di picco (kWp)													
	60 606,00	35,76	52 086,90												
	<b>Requisito B2: FVagri <math>\geq</math> 0,6FVrif</b>				FVagri	FVrif	Valore di verifica	Valore ottenuto							
	1,07	1,04	0,62	1,07											



4.3.1.2 Lotto 2



**Figura 13 - Superficie totale impianto**



**Figura 14 - SN Impianto agrivoltaico**



**Figura 15 - S Agr. impianto agrivoltaico**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 27 di  
142

SESTO AL REGHENA LOTTO 2 - 1P - PITCH 4,5m															
SUPERFICI (mq)	Catastale	SAU	Tare	Stot	Sagricola tracker orizzontale	Sagricola improntata pali	SN improntata pali	SN Pannello orizz	Mitigazioni	Scolture esterne	Spv tracker orizzontale	Strade e cabine	Impronta palo	n. palo	Impronta pali totale
	212 690,00	209 681,73	3 008,27	203 599,76	100 325,34	176 781,87	17 802,57	94 259,10	9 015,32	16 921,16	76 529,39	17 729,71	0,014	5 204,00	72,856

**Requisito A1: SAgricola è almeno pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico Stot (Sagricola  $\geq$  0,7\*Stot)**

Sagricola	Stot	Valore di verifica	Valore ottenuto
176 781,87	203 599,76	> 70%	86,83%

**Requisito A2: Rispetto di un limite massimo del LAOR, pari al 40% (Spv/Stot=LAOR  $\leq$  40%)**

Spv	Stot	Valore di verifica	Valore ottenuto
76 529,39	203 599,76	<40%	37,59%

**VERIFICHE**

IMPIANTO DI RIFERIMENTO		PRODUCIBILITA' GWH/ANNO
N. Pannelli 590 Wp	Potenza di picco (kWp)	
26 350,00	15,55	22 645,86

**Requisito B2: FVagri  $\geq$  0,6 FVrif**

FVagri	FVrif	Valore di verifica	Valore ottenuto
1,13	1,06	0,64	1,13

#### 4.3.1.3 Quadro riassuntivo

**Requisito A1: SAgricola è almeno pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico Stot (Sagricola  $\geq$  0,7\*Stot)**

- Sagricola = Stot-SN

**Requisito A2: Rispetto di un limite massimo del LAOR, pari al 40% (Spv/Stot=LAOR  $\leq$  40%)**

Land Area Occupation Ratio: rapporto tra la superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici di un impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (Stot). Il valore è espresso in percentuale.

Per quanto attiene gli ulteriori requisiti di conformità legati alla produttività agricola vanno considerati i requisiti B1 (distinti nei sottogruppi B1a, B1b).

**Requisito B1: Continuità dell'attività agricola**

- L'esistenza e la resa della coltivazione
- Il mantenimento dell'indirizzo produttivo

Ai fini di garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, scelta progettuale è quella del passaggio ad un **nuovo indirizzo produttivo**. Tale scelta è soprattutto dettata dalle considerazioni effettuate all'interno della RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA (DOC05) in merito ai cambiamenti climatici, alla questione idrica e alla sempre minor sostenibilità economica della monocoltura preesistente.

**Requisito B2: Producibilità elettrica minima**

- FVagri  $\geq$  0,6 FVrif

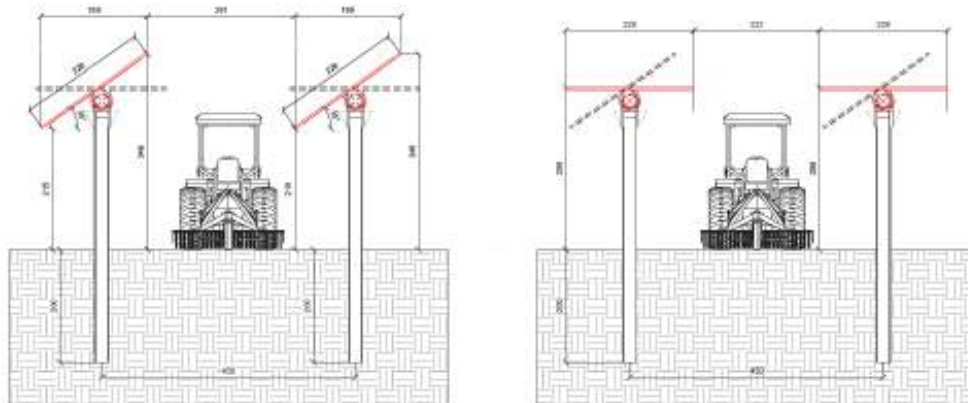


**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 28 di  
142

**Requisito C: Altezza sotto tracker  $\geq$  a 2,1m**

L'altezza minima è di 2,15m che permette le lavorazioni agricole al di sotto delle strutture



**Requisito D: Sistema di monitoraggio**

All'interno del progetto è prevista l'installazione di un sistema di monitoraggio continuo che permetterà il controllo delle prestazioni dell'impianto, a tal proposito vedasi Relazione Agronomica e Piano di Monitoraggio allegati alla presente istanza a dimostrazione che il progetto prevede il rispetto di tale requisito



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 29 di  
142

#### 4.4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO SU TRACKER MONOASSIALI

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto agrivoltaico che utilizza pannelli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino caratterizzato su terreno privato a destinazione agricola tipo con le seguenti caratteristiche:

##### 4.4.1 Dati generali Impianto

Tipo di terreno: Terreno agricolo

Potenza di picco: circa 55,94 MWp

Posizionamento del generatore FV: installazione al suolo

Orientamento asse generatore FV: NORD-SUD

Angolo di tilt del generatore FV: variabile con inseguimento est-ovest

Fattore di albedo: erba verde: 0.26

Fattore di riduzione delle ombre Komb 98%

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando 93665 moduli in silicio monocristallino da 590 Wp ciascuno e 154 inverter da 300 kW nominali come dettagliatamente descritto negli elaborati grafici e di seguito.

Come si mostra nella planimetria di progetto riportata, il progetto prevede la suddivisione dell'impianto fotovoltaico in 7 distinti sottocampi ciascuno dei quali dotato di cabine di trasformazione ed inverter. I pannelli sono su tracker singoli da 12, 13, 25, 50, 75 pannelli schierati a mono fila posti a interasse di 4,5 m.

In particolare, si distinguono:

Stringhe	n. moduli in serie	n. moduli totali	Potenza Singolo modulo (Wp)	Potenza Totale (kWp)	
Sottocampo A	510	25	12750	590	7 522,50
Sottocampo B	540	24	12960	590	7 646,40
Sottocampo C	564	23	12972	590	7 653,48
Sottocampo D	540	24	12960	590	7 646,40
Sottocampo E	564	23	12972	590	7 653,48
Sottocampo F	563	25	14075	590	8 304,25
Sottocampo G	576	26	14976	590	8 835,84
<b>Totali per Campo fotovoltaico</b>	<b>3857</b>	<b>93665</b>	<b>590</b>	<b>55 262,35</b>	
<b>Energia generata in un anno (MWh)</b>				<b>77 447,04</b>	
<b>Energia generata in 30 anni (MWh)</b>				<b>2 124 410,37</b>	

Il calcolo delle superfici coperte dai moduli e dalle cabine è riassunto in un'unica tabella:

Calcolo Superfici coperte da moduli e cabine			
	Quantità	Superficie Singolo elemento [m2]	Superficie coperta [m2]
Trackers 1x12	115	31,42	3 613,30
Trackers 1x13	270	34,04	9 190,80
Trackers 1x25	294	66,36	19 509,84
Trackers 1x50	292	131,91	38 517,72
Trackers 1x75	891	197,46	175 936,86
Cabina di Campo	7	14,77	103,39
Cabina di Smistamento	1	28,50	28,50
Cabina di Consegna	1	131,00	131,00
Step-Up e vani accessori	1	434,55	434,55
Control Room	1	9,97	9,97
<b>Superficie totale coperta cabine e step-up [m2]</b>			<b>247 465,95</b>
<b>Superficie totale coperta [m2]</b>			<b>247 475,92</b>

I moduli fotovoltaici saranno posati a terra tramite idonee strutture in acciaio zincato con inseguimento mono-assiale, come meglio descritto in seguito, disposti in file parallele opportunamente distanziate onde evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco. L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia).



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 30 di  
142

La misura dell'energia prodotta si realizzerà nel locale di misura all'interno della cabina di consegna ubicata nel campo in progetto ed avverrà, come prescritto dalle norme vigenti, attraverso un contatore di energia di tipo elettromeccanico con visualizzazione della quantità di energia ceduta alla rete elettrica esterna.

#### 4.4.2 Descrizione tecnica delle strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale

Il progetto prevede l'impiego di tecnologie ad inseguimento monoassiale che permettono allo stesso tempo di aumentare significativamente la redditività degli impianti e di ridurre l'impatto visivo degli stessi, avendo altezze inferiori. L'inseguitore solare est-ovest ha l'obiettivo di massimizzare l'efficienza energetica e i costi di un impianto fotovoltaico a terra che impiega pannelli fotovoltaici in silicio cristallino. Questo obiettivo si raggiunge con un singolo prodotto che garantisce i vantaggi di una soluzione di inseguimento solare con una semplice installazione e manutenzione come quella degli array fissi post-driven. Il tracker orizzontale monoassiale, che utilizza dispositivi elettromeccanici, segue il sole tutto il giorno, da est a ovest sull'asse di rotazione orizzontale nord-sud (inclinazione 0°). I layout di campo con inseguitori monoasse orizzontali sono molto flessibili, ciò significa che mantenere tutti gli assi di rotazione paralleli l'uno all'altro è tutto ciò che è necessario per posizionare opportunamente i tracker. Il sistema di backtracking controlla e assicura che una serie di pannelli non oscuri gli altri pannelli adiacenti, quando l'angolo di elevazione del sole è basso nel cielo, all'inizio o alla fine della giornata.

Il sistema utilizzato nel presente progetto è "SunHunter 18AB", inseguitore solare progettato e prodotto dalla Comal Impianti srl.

SunHunter è un inseguitore monoassiale autoalimentato, che grazie ad un algoritmo proprietario è in grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto in impianti di produzione dell'energia da fonte solare.

SunHunter è progettato per una massima adattabilità a terreni non regolari ed orografie impegnative, nonché configurazioni elettriche differenti, grazie all'utilizzo di trackers di taglie modulari.

Oltre alla massima flessibilità progettuale e di installazione, SunHunter si distingue per le seguenti caratteristiche che lo rendono un prodotto innovativo, affidabile e adattabile:

- Angolo di inseguimento programmabile per singolo tracker, in base alle necessità del cliente ed alla morfologia del sito. Angolo massimo di inseguimento: +/- 35°.
- Tracker autoalimentato grazie all'uso di un modulo FV dedicato da 30 W (incluso nella fornitura) e ricarica di un pacco batteria integrato. SunHunter non necessita di alimentazioni ausiliarie esterne per il suo funzionamento, grazie al pacco batterie è infatti garantito il funzionamento anche in orario notturno o di scarso irraggiamento. Non è di conseguenza necessaria la realizzazione di opere civili e fornitura ed installazione di cavi di alimentazione esterni, andando a ridurre i costi del progetto.
- Sistema di comunicazione wireless a livello tracker basato su protocollo ZigBee. Non si necessitano cavi dati aggiuntivi per ciascun tracker per il trasferimento al sistema SCADA di segnali di stato e di errore.
- Software proprietario, con algoritmo di backtracking integrato.
- Conforme all'uso di moduli fotovoltaici bifacciali, anche in configurazione 2Xn Landscape
- Testing sulle singole componenti e sul sistema nel suo insieme, si citano ad esempio: test in galleria del vento ed analisi CFD, test per la resistenza alla corrosione e per verifica durata materiali e rivestimenti.
- Facilità di installazione, SunHunter prevede solo accoppiamenti imbullonati e necessita di manodopera non specializzata per la sua corretta installazione. Tutti i componenti sono stati progettati in modo da poter correggere eventuali errori commessi nelle precedenti fasi di installazione (es. infissione pali non perfetta).
- Interfaccia Web per il controllo funzionale dei tracker ed invio comandi da remoto agli stessi. Tramite l'interfaccia web è possibile monitorare lo stato dei singoli inseguitori ed i parametri di inseguimento.
- Inclinazione della struttura data da cuscinetti di progettazione Comal che permettono di seguire le variazioni di pendenza del terreno e garantiscono il corretto funzionamento della struttura per un'inclinazione fino a 8°.

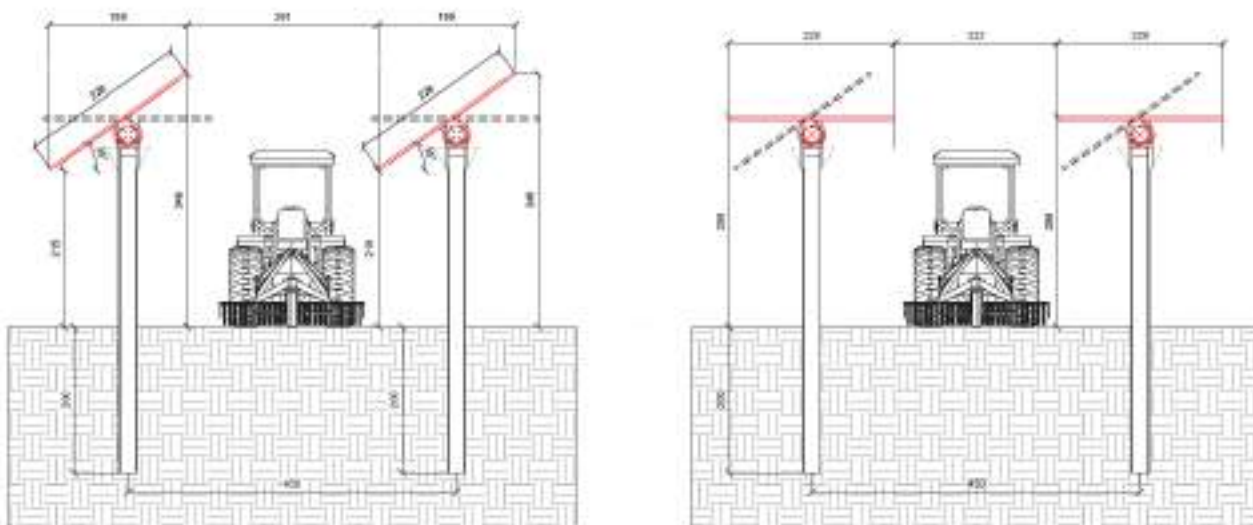
Al variare della taglia dell'inseguitore, varia il numero di pali di fondazione. Ogni inseguitore è sempre dotato di un palo centrale di tipo HEA 160 ed un numero variabile di pali Z.

Si riporta la sezione dei tracker di progetto e la scheda tecnica:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 31 di  
142



**Figura 16 – Sezione tracker con relative posizioni**

Caratteristiche:

Tabella 1 - Caratteristiche dei materiali da fondazione

	HEA	Z
Materiale	S275JR	S355JR
Spessore	HEA160	4 mm*
Lunghezza	2,4 metri**, 4 metri***	2,4 metri**, 4 metri***
Protezione	Zincatura a caldo HDG	Zincatura a caldo HDG
Numero per tracker	1	Da 4 a 12

\* Spessore standard dei pali in configurazione LXn portrait.

\*\* Lunghezza standard dei pali in configurazione LXn portrait.

\*\*\* Lunghezza standard dei pali in configurazione 2Xn portrait.

Lunghezze e spessori differenti sono realizzabili sulla base di accordi commerciali.

Il particolare profilo dei pali Z consente una efficace penetrazione in differenti tipologie di terreni ed un'ottima tenuta alle sollecitazioni dovute alla movimentazione della struttura e carichi da vento.

Entrambe le tipologie di pali presentano delle asolature per il successivo fissaggio delle teste palo.

La presenza di asole consente una più accurata regolazione dell'allineamento della struttura e la compensazione di eventuali errori in fase di infissione. Prove di pull-out vengono eseguite prima della determinazione della lunghezza dei pali per lo specifico progetto.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 32 di  
142



**Figura 17 Particolare dei pali e delle asole di assemblaggio**

Sul palo centrale sono imbullonate due piastre ad L per l'ancoraggio del gruppo motore (definite teste motore) e su queste viene fissato il gruppo motore stesso, al quale vengono successivamente accoppiate le prime due travi centrali.

Analogamente per ogni palo Z sono presenti delle piastre a T (teste palo), sulle quali sono fissati i cuscinetti per la rotazione della struttura. I cuscinetti sono realizzati in materiale plastico polimerico a matrice vetrosa, progettati e testati da Comal Impianti garantiscono alte prestazioni e durabilità per l'intera vita del progetto (stimata in 25 anni).

Tabella 2 - Caratteristiche dei materiali della struttura orizzontale

	Flangia motore	Testa palo	Cuscinetti
Materiale	S355JR	S355JR	Polimero rinforzato
Protezione	Zincatura a caldo HDG	Zincatura a caldo HDG	-
Numero per tracker	2	Da 4 a 12	Da 4 a 12



**Figura 18 Particolare cuscinetto**

Nella parte centrale della struttura è presente il motore e gruppo di riduzione.

Tabella 3 - Caratteristiche del motore/gruppo riduzione

	Motore/gruppo riduzione
Torque [Nm]	5500, max 8450
Tensione [V]	24
Temperature di operatività	-20°C a +120°C
Rapporto	61:1





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

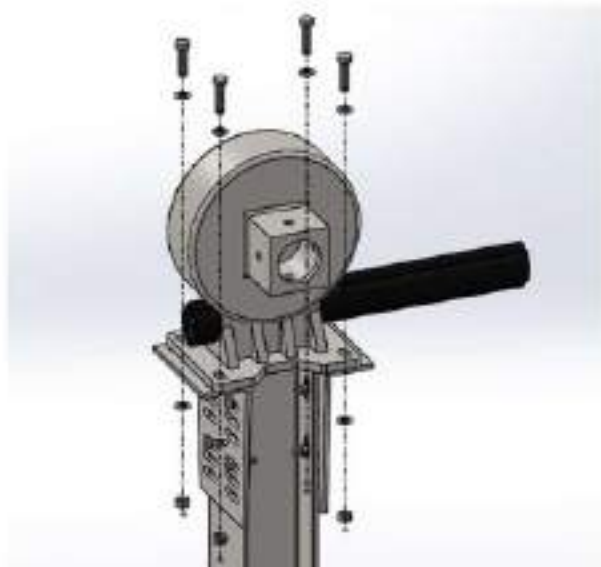
Pag 33 di  
142

Le travi sono l'elemento portante dell'intera struttura. Queste sono ancorate al motore e passanti all'interno dei cuscinetti. Le travi attraverso opportuni giunti sono collegate in serie, andando a formare un'unica struttura.

Tabella 4 – Caratteristiche delle travi

	Travi
Materiale	S355JR
Lunghezza	Da 5 ad 12 metri
Spessore	3/4 mm
Protezione	Zincatura a caldo HDG *

*\* Il rivestimento di protezione può essere differente sulla base di accordi commerciali*



**Figura 19 Particolare installazione del motore**

Sulle travi vengono installati i moduli fotovoltaici. Specifici supporti con profilo omega (zeta quelli terminali) vengono fissati alle travi e, grazie alla presenza di fori di dimensioni compatibili con quelli presenti sui moduli, è possibile l'ancoraggio del generatore fotovoltaico all'inseguitore.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 34 di  
142

Tabella 5 - Caratteristiche dei supporti

	Omega e zeta
Materiale	S275JR
Lunghezza	440 mm* 3219 mm** 3452 mm***
Spessore	Omega 2 mm, Z 3 mm
Protezione	Zincatura a caldo HDG ****

\* Lunghezza standard del supporto in configurazione 1Xn portrait.

\*\* Lunghezza standard del supporto in configurazione 2Xn portrait con moduli monofacciali.

\*\*\* Lunghezza standard del supporto in configurazione 2Xn portrait con moduli bifacciali.

Lunghezze e spessori differenti sono realizzabili per adattarsi al meglio alle dimensioni dei moduli scelti dal cliente. Il rivestimento di protezione può essere differente sulla base di accordi commerciali.

\*\*\*\* Il rivestimento di protezione può essere differente sulla base di accordi commerciali

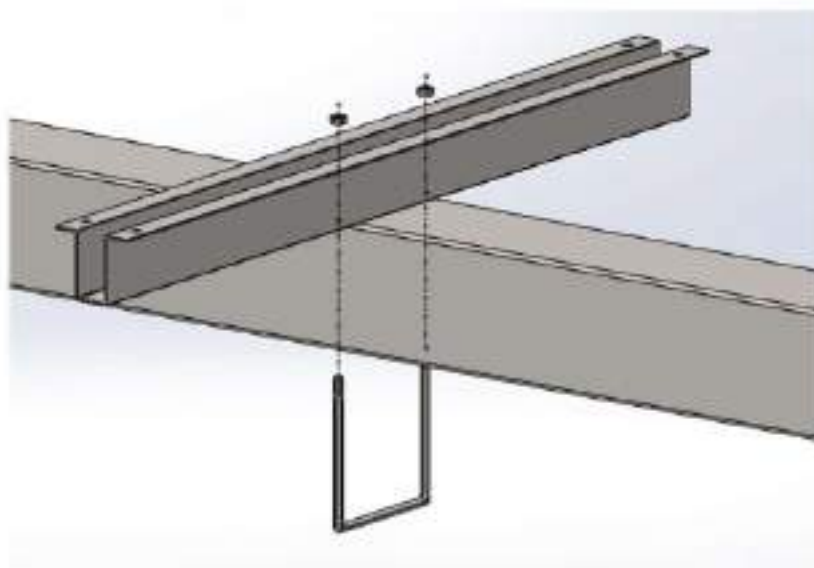


Figura 20 Particolare dell'installazione Omega

L'intero impianto fotovoltaico occupa meno terreno di quelli che impiegano soluzioni di localizzazione simili. L'assenza di inclinazione del cambiamento stagionale, (cioè il tracciamento "stagionale") ha scarso effetto sulla produzione di energia e consente una struttura meccanica molto più semplice che rende un sistema intrinsecamente affidabile. Questo design semplificato si traduce in una maggiore acquisizione di energia a un costo simile a una struttura fissa. Con il potenziale miglioramento della produzione di energia dal 15% al 35%, l'introduzione di una tecnologia di inseguimento economica ha facilitato lo sviluppo di sistemi fotovoltaici su vasta scala. Si allega scheda tecnica completa con dettagli relative a tutte le componenti, elettriche e meccaniche.



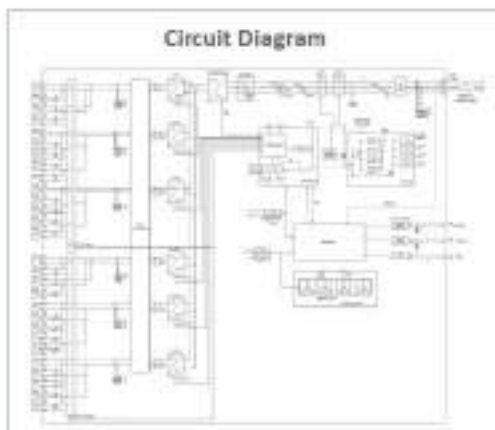
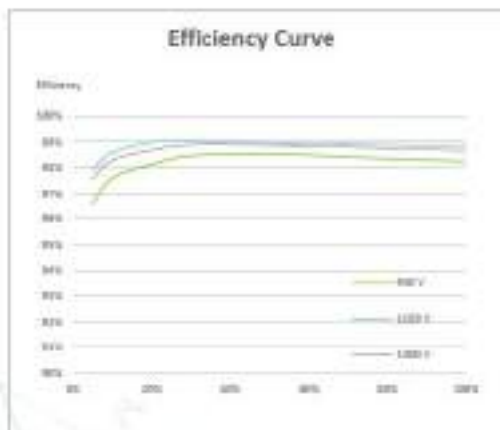
**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 35 di  
142

#### 4.4.3 Descrizione Inverter

L'area di impianto è servita nel complesso da 154 inverter opportunamente installati sulle strutture di sostegno (Trackers). Gli inverter in progetto sono di marchio HUAWEI e modello SUN2000-330KTL-H1. Di seguito vengono riportate le schede tecniche di riferimento:

#### SUN2000-330KTL-H1 Smart String Inverter





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 36 di  
142

SUN2000-330KTL-H1

## Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥90.0%
European Efficiency	≥88.0%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPPT Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/3
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 792 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-30 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + DT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 37 di  
142

#### 4.4.4 Collegamenti elettrici e cavidotti

La connessione in serie dei moduli fotovoltaici dovrà essere effettuata utilizzando i connettori multicontact preinstallati dal produttore nelle scatole di giunzione poste sul retro di ogni modulo. I cavi dovranno essere stesi fino a dove possibile all'interno degli appositi canali previsti nei profili delle strutture di fissaggio. Per la distribuzione dei cavi all'esterno si devono praticare degli scavi di profondità non inferiore a 1,6 m per l'alta tensione, non inferiore a 1,10 m per la media tensione e non inferiore a 0,6 m per la bassa tensione, seguendo un percorso il più possibile parallelo a strade o passaggi. I cavi MT dovranno essere separati da quelli BT e i cavi BT separati da quelli di segnalazione e monitoraggio. Ad intervalli di circa 500 m per tratti rettilinei e ad ogni derivazione si interporranno dei pozzetti rompitratta (del tipo prefabbricato con chiusino in cemento) per agevolare la posa delle condutture e consentire l'ispezione ed il controllo dell'impianto. I cavi in AC, anche se del tipo per posa direttamente interrata, devono essere protetti meccanicamente mediante tubi. Il percorso interrato deve essere segnalato, ad esempio colorando opportunamente i tubi (si deve evitare il colore giallo, arancio, rosso) oppure mediante nastri segnalatori posti a 20 cm sopra le tubazioni. Le tubazioni dei cavidotti in PVC devono essere di tipo pesante (resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N). Ogni singolo elemento è provvisto ad una estremità di bicchiere per la giunzione. Il tubo è posato in modo che esso si appoggi sul fondo dello scavo per tutta la lunghezza; è completo di ogni minuteria ed accessorio per renderlo in opera conformemente alle norme CEI 23-29.

I collegamenti elettrici lato DC dai moduli agli inverter, verranno realizzati mediante l'utilizzo di cavi di adeguata sezione tale da garantire perdite complessive inferiori al 2% (come di seguito specificato). I collegamenti elettrici lato AC tra gli inverter e le cabine di trasformazione saranno realizzati mediante cavi in BT, invece tra le cabine di trasformazione, smistamento e la Step-Up saranno realizzati mediante cavi in MT opportunamente dimensionati per garantire una caduta di tensione inferiore al 4%. Il collegamento dalla Step-Up alla Stazione elettrica CP 150 kV di Sesto al Reghena avverrà mediante cavi in AT.

La colorazione delle anime rispetta le norme UNEL ed il grado d'isolamento è scelto in funzione dell'effettiva tensione di esercizio. Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

Conduttori di protezione:           giallo-verde (obbligatorio)  
Conduttore di neutro:                blu chiaro (obbligatorio)  
Conduttore di fase:                  grigio / marrone  
Conduttore per circuiti in C.C.:   chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-".

I cavi sono dimensionati come descritto nel paragrafo "3.7 – RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI". I tabulati di calcolo eseguiti dall'apposito software sono allegati nell'elaborato "DOC19-CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI E VALUTAZIONE PRODUZIONE IMPIANTO".

#### 4.4.5 Moduli fotovoltaici

I moduli previsti sono **Jinko Solar Tiger Neo N-type 72HL4-BDV da 590 Wp**.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando moduli in silicio monocristallino con caratteristiche tecniche dettagliate riportate nel datasheet allegato.

Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP68 e posti in antiparallelo alle celle così da salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti o danneggiamenti.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 38 di  
142

I moduli scelti sono forniti di cornice e con garanzia di una potenza non inferiore al 94,60 % del valore iniziale dopo 12 anni di funzionamento ed all'87,40% dopo 30 anni.

Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Di seguito si riporta la scheda tecnica dei moduli considerati:

www.jinkosolar.com

**Jinko Solar**  
Building Your Trust in Solar

## Tiger Neo N-type 72HL4-BDV 570-590 Watt

BIFACIAL MODULE WITH  
DUAL GLASS

**N-Type**

Positive power tolerance of 0~+3%

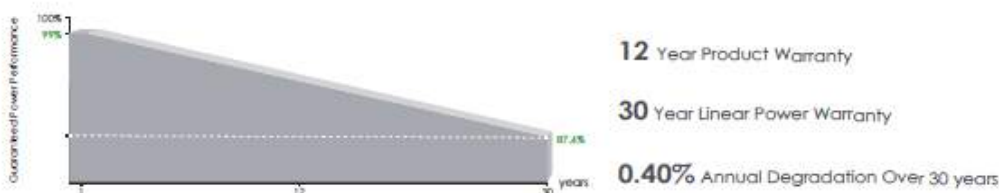
IEC61215(2016), IEC61730(2016)  
ISO9001:2015: Quality Management System  
ISO14001:2015: Environment Management System  
ISO45001:2018  
Occupational health and safety management systems



### Key Features

 <b>SMBB Technology</b> Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.	 <b>Hot 2.0 Technology</b> The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.
 <b>PID Resistance</b> Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.	 <b>Enhanced Mechanical Load</b> Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).
 <b>Higher Power Output</b> Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.	

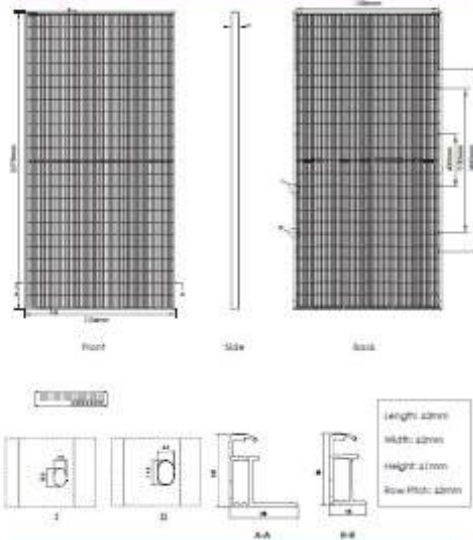
### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



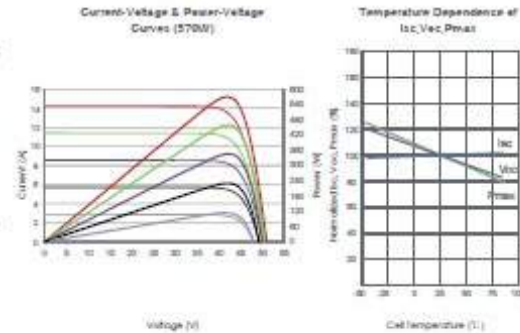


**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

**Engineering Drawings**



**Electrical Performance & Temperature Dependence**



**Mechanical Characteristics**

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (2x72)
Dimensions	2278x1134x30mm (89.69x44.65x1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

**Packaging Configuration**

(2 pcs/pallet) = One stack  
8 pcs/pallet, 72 pcs/stack, 720 pcs/ 40HQ Container

**SPECIFICATIONS**

Module Type	JKM570H-72HL4-8DV		JKM575H-72HL4-8DV		JKM580H-72HL4-8DV		JKM585H-72HL4-8DV		JKM590H-72HL4-8DV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp	580Wp	436Wp	585Wp	440Wp	590Wp	444Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	42.29V	39.65V	42.44V	39.78V	42.59V	39.87V	42.74V	40.03V	42.88V	40.15V
Maximum Power Current (Imp)	13.48A	10.81A	13.55A	10.87A	13.62A	10.94A	13.69A	10.99A	13.76A	11.05A
Open-circuit Voltage (Voc)	51.07V	48.51V	51.27V	48.70V	51.47V	48.89V	51.67V	49.08V	51.86V	49.26V
Short-circuit Current (Isc)	14.25A	11.50A	14.31A	11.55A	14.37A	11.60A	14.43A	11.65A	14.49A	11.70A
Module Efficiency STC (%)	22.07%		22.26%		22.45%		22.65%		22.84%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+65°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.044%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

**BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN**

		599Wp	604Wp	609Wp	614Wp	620Wp
5%	Maximum Power (Pmax)					
	Module Efficiency STC (%)	23.17%	23.37%	23.57%	23.78%	23.98%
15%	Maximum Power (Pmax)	656Wp	661Wp	667Wp	673Wp	679Wp
	Module Efficiency STC (%)	25.37%	25.60%	25.82%	26.04%	26.27%
25%	Maximum Power (Pmax)	713Wp	719Wp	725Wp	731Wp	736Wp
	Module Efficiency STC (%)	27.58%	27.82%	28.07%	28.31%	28.55%

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> Cell Temperature 25°C AM=1.5  
NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup> Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s



#### 4.4.6 Descrizione Cabinati

All'interno dell'area di progetto saranno presenti:

- Sette cabine di campo (trasformazione), poste centralmente ad ogni sottocampo;
- Una cabina di smistamento all'interno del Lotto 2, posizionata a Sud in prossimità della strada vicinale sterrata;
- Una cabina di consegna all'interno del Lotto 1, posizionata a Nord in prossimità di Via Banduzzo;

Si tratta di cabine elettriche prefabbricate già omologate, sottoforma di container o cabine in muratura. La posa in opera prevede uno scavo di 0,65 m per cabine di consegna e smistamento e 0,7 m per le cabine di campo.

- Una Step-Up all'interno del lotto 1, posizionata a Nord.

La posa in opera prevede uno scavo di 0,6 m per la base stalli e di 1 m per il trasformatore.

Di seguito vengono riportate le sezioni dei cabinati di progetto:

### JUPITER-6000K-H1 (Preliminary) Smart Transformer Station



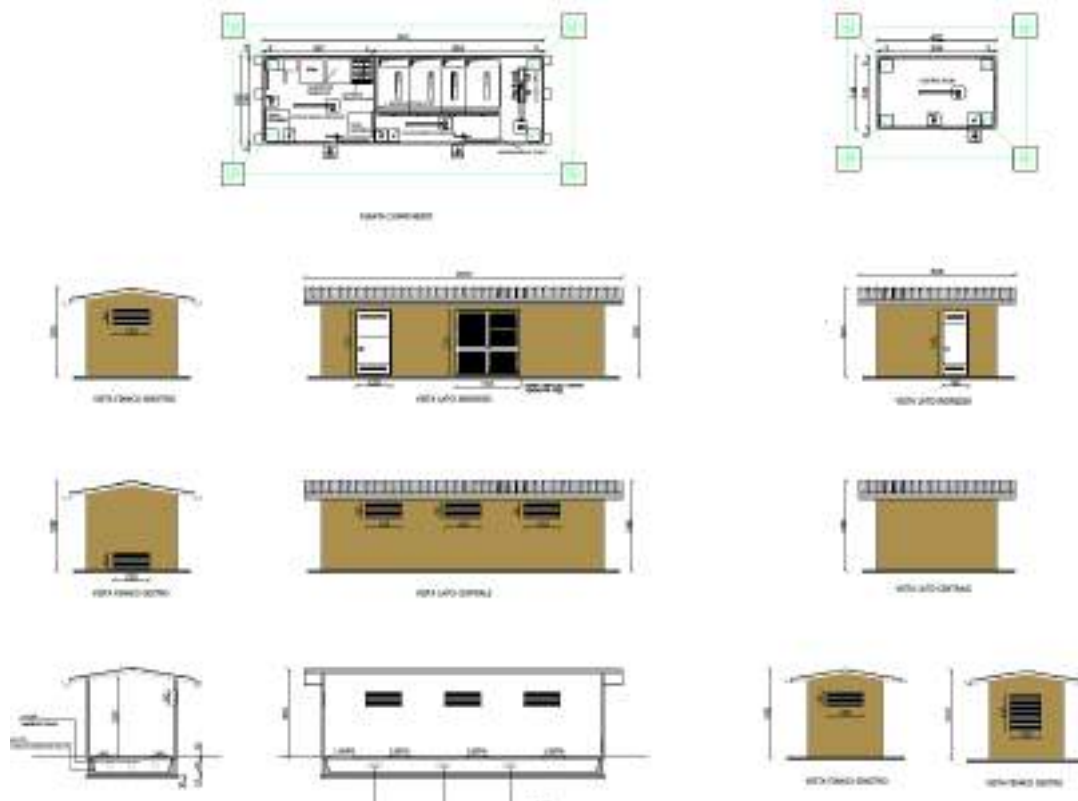
**Figura 21 – Cabina di campo**



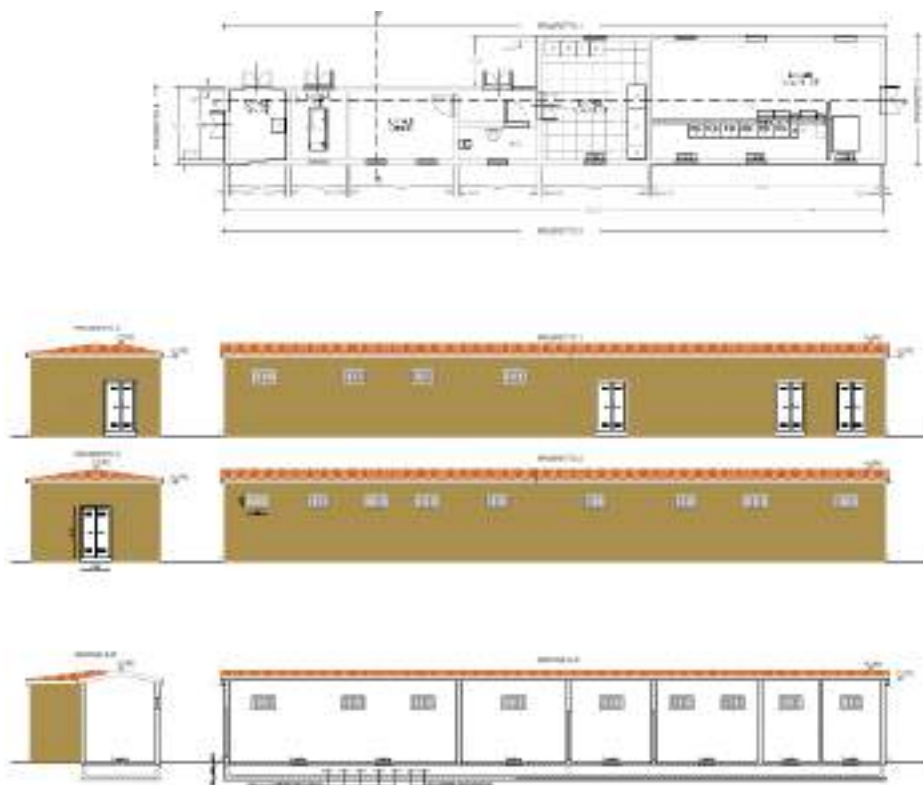


**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 41 di  
142



**Figura 22 – Cabina di smistamento e control room**

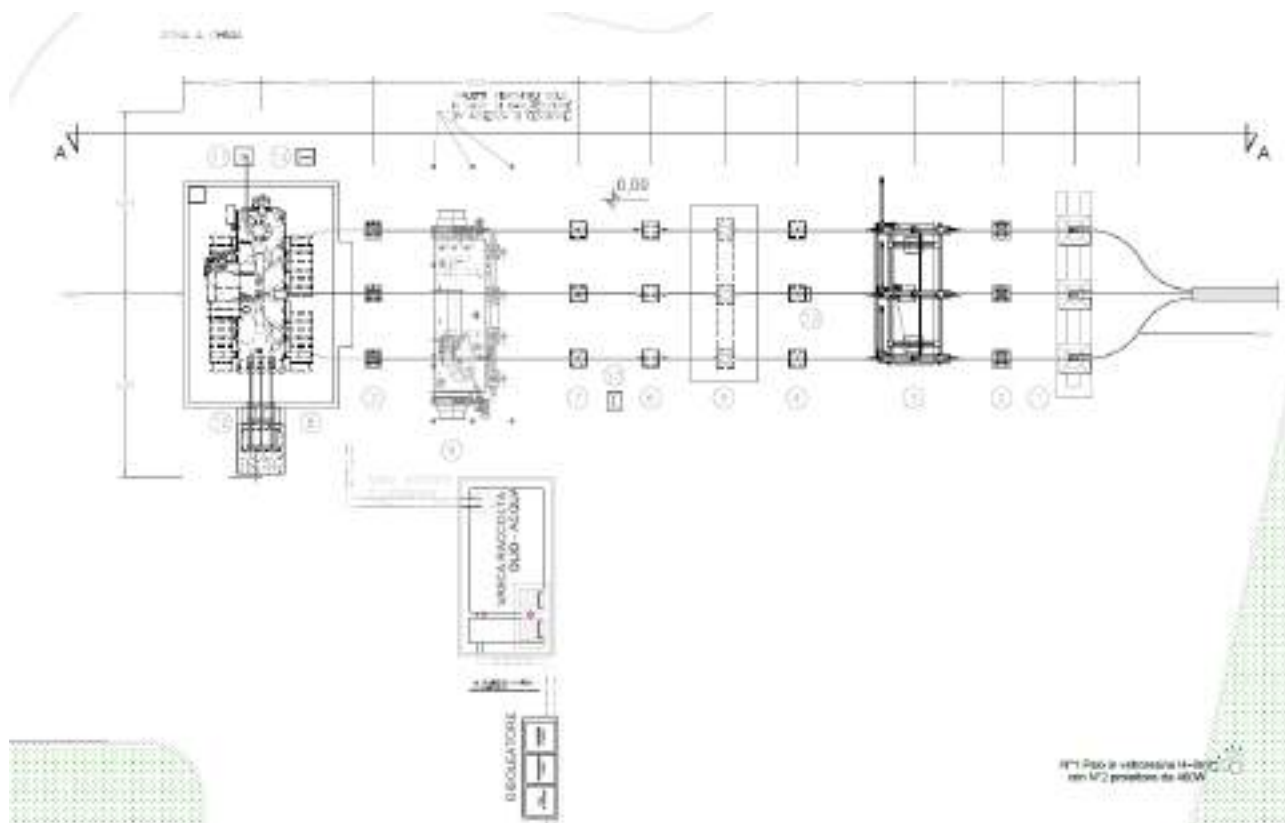


**Figura 23 – Cabina di consegna**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 42 di  
142



**Figura 24 – Step-Up**

**4.4.7 Collegamento tra i due lotti d'impianto e connessione alla CP di e-Distribuzione**

L'energia prodotta all'interno del Lotto 2 verrà veicolata mediante cavidotto interrato esterno al campo in media tensione (20 kV) lungo circa 2,37 km dalla cabina di smistamento alla cabina di consegna interna al Lotto 1. L'energia complessiva prodotta da entrambi i lotti attraverserà la Step-Up, così da innalzare la tensione da 20 kV a 150 kV (alta tensione). Dalla Step-Up verrà realizzato un cavidotto interrato interno al campo a 150 kV di lunghezza pari a 113 m per il collegamento con la CP di e-Distribuzione, posizionata al confine Nord-Est del Lotto 1 d'impianto.

Sulla base di una pre-analisi sui possibili impatti su traffico, viabilità e interferenze con i sottoservizi, si è preferito utilizzare un tracciato per il cavidotto di maggiore lunghezza, che però percorre strade meno urbanizzate, rispetto ad un percorso notevolmente più breve (quindi di minore impatto economico per la Proponente) che però sarebbe entrato in conflitto con il sistema delle abitazioni della frazione ed arrecato quindi maggiori disagi.

Il percorso del cavidotto che convoglia l'energia prodotta dal Lotto 2 verso il Lotto 1, percorre il breve tratto di "Via Marignana Centro" e prosegue lungo la via Bernava. Per poche centinaia di metri interseca le strade urbanizzate della frazione, ma anziché proseguire verso sud lungo la via Marignana Centro, continua verso Ovest, proseguendo un una strada che esce dall'urbanizzato. Al primo incrocio della via Bernava, il cavidotto gira verso sud lungo la via "Località Banduzzo" che si collega, attraverso una piccola rotonda, alla via Banduzzo con cui confina il Lotto 1. Vedasi figura di seguito.

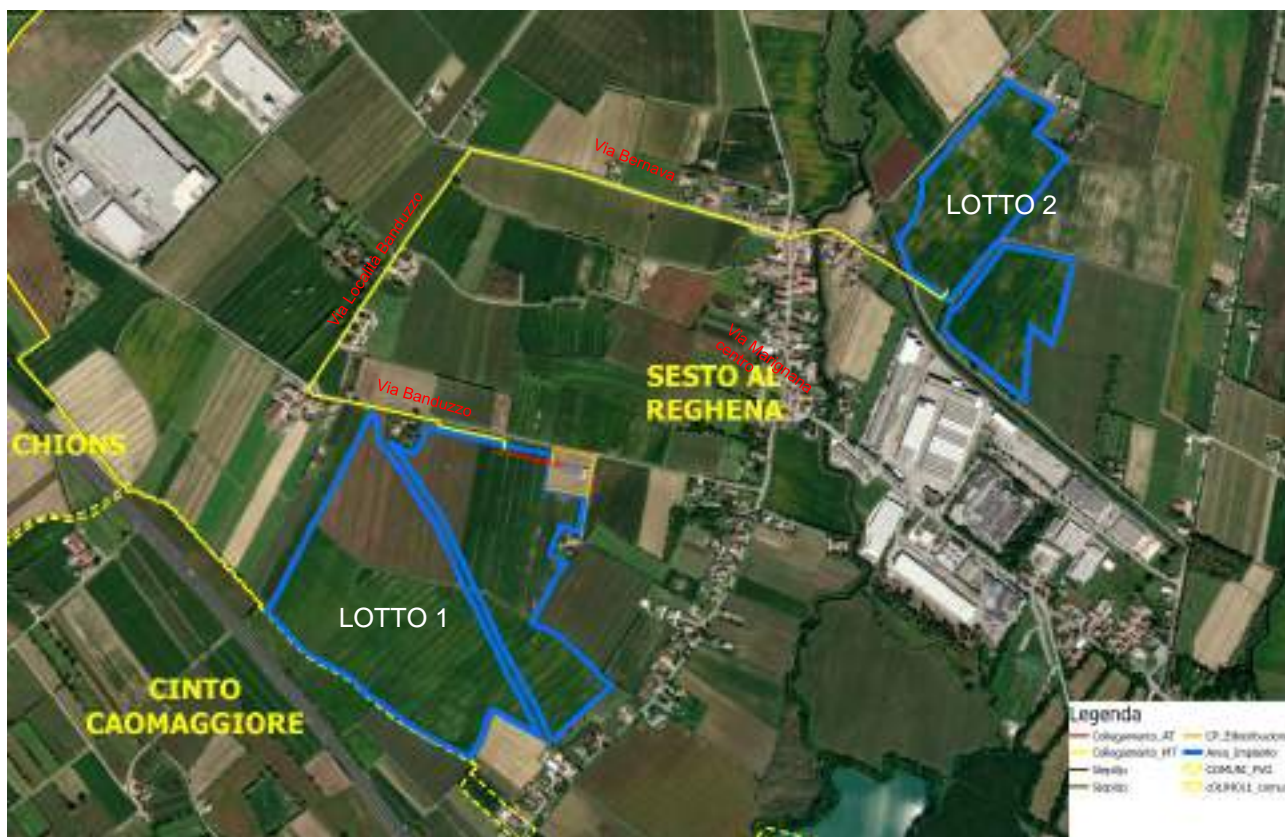


Figura 25 Inquadramento progetto su ortofoto con collegamento tra i due lotti (in giallo) e collegamento alla CP di e-distribuzione (in rosso)

#### 4.4.8 Tecnologia No -Dig

Si effettuerà la posa dei cavi con tecnica HDD Horizontal Directional Drilling in prossimità delle interferenze prevedendo l'esecuzione dei pozzi di lancio ed arrivo.

Si procederà alla posa dei cavi con l'ausilio di tecnica non invasiva No Dig.



Nello specifico si prevede di adottare la tecnologia del Horizontal Directional Drilling (HDD) che prevede la esecuzione della perforazione eseguita mediante utensile direzionabile. La capacità di controllo della



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 44 di  
142

traiettoria piano altimetrica è data dall'impiego contemporaneo di un sistema di guida e di una testa perforante direzionabile. La posizione della testa di scavo è monitorata in continuo grazie alla presenza di una sonda: è così possibile controllare il tracciato della perforazione con il profilo di progetto, riscontrare e correggere in tempo reale eventuali deviazioni. Il controllo elettronico piano altimetrico della perforazione in uno all'utilizzo di tubazioni flessibili (tipo in PEAD) permettono la realizzazione di tracciati di notevole curvatura.

Operativamente la realizzazione dell'attraversamento prevede tre macro-fasi che sinteticamente si riportano nel seguito:

1. **Esecuzione della postazione** di partenza dove viene posizionato l'impianto di perforazione. Realizzazione di un foro pilota di piccolo diametro che, rispettando il profilo di progetto, avrà il suo punto di approdo sul lato opposto a quello di immissione ovvero oltre l'infrastruttura oggetto di interferenza. Il foro in questione è eseguito mediante lancia di perforazione e l'inserimento nel terreno della batteria di aste mentre, l'asportazione del terreno scavato avviene per mezzo di fanghi bentonitici a circolazione continua.
2. **Alesatura del foro** mediante allargamento del foro pilotato al fine di raggiungere il diametro richiesto per l'alloggiamento della condotta. L'operazione viene eseguita con l'ausilio di getti di fango che consentono l'asportazione del terreno e la stabilizzazione delle pareti del foro mentre gli alesatori-compattatori ruotano per effetto del moto trasmesso dalle aste ed esercitano un'azione fresante allargando il foro.
3. **Tiro della tubazione** – procedendo nella stessa direzione della alesatura il tubo in PEAD di attraversamento viene agganciato all'alesatore e viene trainato fino ad occupare l'intera lunghezza della perforazione. Un apposito giunto evita che il moto rotatorio dell'alesatore possa indurre nella tubazione una sollecitazione di tipo torsionale.

La tecnologia utilizzata (HDD) permette di limitare i punti di intervento al punto di lancio e di arrivo in cui si effettueranno gli scavi per posizionare la strumentazione. Prima di effettuare la perforazione verranno eseguite una serie di indagini, quali ad esempio l'introspezione mediante radar della natura del sottosuolo e della presenza di altri impianti (indagine litologica) che consentano di ricostruire la situazione del sottosuolo nel tratto interessato dalla posa dei tubi.

La bentonite è un'argilla fine mescolata con l'acqua per formare i fanghi di trivellazione. Questi fanghi permettono il raffreddamento dello strumento di trivellazione e di alesaggio, il consolidamento delle pareti del tunnel ed agevolano anche la trivellazione grazie alla pressione. Essi contribuiscono anche all'evacuazione dei materiali di scavo prima del trascinamento della condotta. È possibile modificare leggermente la densità di questo prodotto, talvolta in corso d'opera, per facilitare la trivellazione ed il trascinamento. I fanghi di trivellazione saranno riciclati ed utilizzati in un circuito chiuso.

I punti interessati dalla tecnologia NO DIG sono i evidenziati sulle specifiche tavole di progetto (*TAV12 - COLLEGAMENTO*).

#### **4.5 CONTROLLO E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Per garantire un controllo continuo e immediato dello stato dell'impianto saranno installati sia un sistema di controllo remoto via web sia un apparato di monitoraggio ed immagazzinamento dei dati di funzionamento dell'impianto. Per i dettagli riguardanti il sistema di telecontrollo si rimanda alla relazione tecnica ed agli elaborati grafici specifici.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 45 di  
142

#### 4.6 IMPIANTO DI ANTIFURTO

L'impianto sarà dotato di sistema TVCC a circuito chiuso a controllo remoto, completo di collegamenti con palo e plinto e barriere anti-intrusione.

Sia durante le fasi di realizzazione dell'impianto sia durante la vita utile un Istituto di Vigilanza installerà un sistema a ponte radio attraverso il quale potrà monitorare nelle ore notturne il parco fotovoltaico.

Il sistema garantisce che in caso di manomissioni da parte di malintenzionati, l'allarme generato sia trasferito alla sala di controllo dell'Istituto di Vigilanza che provvederà a far intervenire una pattuglia di controllo.

#### 4.7 RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

##### Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$  sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$  sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza  $\cos \varphi$  è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di  $I_b$  vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left( \cos \left( \varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left( \varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left( \cos \left( \varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left( \varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right) \end{aligned}$$

Il vettore della tensione  $V_n$  è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento  $P_d$  è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza  $P_n$  è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione  $P_n$  rappresenta la somma vettoriale delle  $P_d$  delle utenze a valle ( $\square P_d$  a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ( $\square Q_d$  a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left( \arctan \left( \frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

##### Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 46 di  
142

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il programma gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile  $I_z$  in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento. La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente  $k$  ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente  $k$ ) sia superiore alla  $I_{z \min}$ . Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  e corrente nominale  $I_n$  minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 47 di  
142

stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

### **Integrale di Joule**

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

### **Dimensionamento dei conduttori di neutro**

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm<sup>2</sup>;



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 48 di  
142

- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in rame e a 25 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

#### **Dimensionamento dei conduttori di protezione**

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{pE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{pE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{pE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- $S_p$  è la sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>);
  - $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
  - $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
  - $K$  è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.
- Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore. In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> rame o 16 mm<sup>2</sup> alluminio se è prevista una protezione meccanica;





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 49 di  
142

- 4 mm<sup>2</sup> o 16 mm<sup>2</sup> alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25 mm<sup>2</sup>, se in rame;
- 35 mm<sup>2</sup>, se in alluminio;

### Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left( \alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$
$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left( \alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

espresse in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente  $\alpha_{cavo}$  è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

### Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left( \left| \sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right| \right)_{f=R,S,T}$$

con  $f$  che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con  $n$  che rappresenta il conduttore di neutro;

con  $i$  che rappresenta le  $k$  utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$c.d.t(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $K_{cdt} = 2$  per sistemi monofase;
- $K_{cdt} = 1.73$  per sistemi trifase.

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in  $\Omega$ /km.

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 50 di  
142

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

### **Fornitura della rete**

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto dell'utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

### **Media e Alta tensione**

Nel caso in cui la fornitura sia in media o alta tensione si considerano i seguenti dati di partenza:

- Tensione di fornitura  $V_{mt}$  (in kV);
- Corrente di corto circuito trifase massima,  $I_{kmax}$  (in kA);
- Corrente di corto circuito monofase a terra massima,  $I_{k1ftmax}$  (in kA);

Se si conoscono si possono aggiungere anche le correnti:

- Corrente di corto circuito trifase minima,  $I_{kmin}$  (in kA);
- Corrente di corto circuito monofase a terra minima,  $I_{k1ftmin}$  (in kA);

Dai dati si ricavano le impedenze equivalenti della rete di fornitura per determinare il generatore equivalente di tensione.

$$Z_{ccmt} = \frac{1,1 \cdot V_{mt}}{\sqrt{3} \cdot I_{k \max}} \cdot 1000$$

da cui si ricavano le componenti dirette:

$$\cos \varphi_{ccmt} = \sqrt{1 - (0,995)^2}$$

$$X_{dl} = 0,995 \cdot Z_{ccmt}$$

$$R_{dl} = \cos \varphi_{ccmt} \cdot Z_{ccmt}$$

e le componenti omopolari:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 51 di  
142

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,1 \cdot V_{mt}}{I_{k1ft \max}} \cdot 1000 \cdot \cos \varphi_{ccmt} - (2 \cdot R_{dl})$$
$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \varphi_{ccmt})^2} - 1}$$

### Trasformatori

Se nella rete sono presenti dei trasformatori a due avvolgimenti, i dati di targa richiesti sono:

- potenza nominale  $P_n$  (in kVA);
- perdite di cortocircuito  $P_{cc}$  (in W);
- tensione di cortocircuito  $v_{cc}$  (in %)
- rapporto tra la corrente di inserzione e la corrente nominale  $I_{lr}/I_{rt}$ ;
- rapporto tra la impedenza alla sequenza omopolare e quella di corto circuito;
- tipo di collegamento;
- tensione nominale del primario  $V_1$  (in kV);
- tensione nominale del secondario  $V_{02}$  (in V).

Dai dati di targa si possono ricavare le caratteristiche elettriche dei trasformatori, ovvero:

Impedenza di cortocircuito del trasformatore espressa in  $m\Omega$ :

$$Z_{cct} = \frac{v_{cc}}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

Resistenza di cortocircuito del trasformatore espressa in  $m\Omega$ :

$$R_{cct} = \frac{P_{cc}}{1000} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n^2}$$

Reattanza di cortocircuito del trasformatore espressa in  $m\Omega$ :

$$X_{cct} = \sqrt{Z_{cct}^2 - R_{cct}^2}$$

L'impedenza a vuoto omopolare del trasformatore viene ricavata dal rapporto con l'impedenza di cortocircuito dello stesso:

$$Z_{vot} = Z_{cct} \cdot \left( \frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)$$

dove il rapporto  $Z_{vot}/Z_{cct}$  vale usualmente 10-20.

In uscita al trasformatore si otterranno pertanto i parametri alla sequenza diretta, in  $m\Omega$ :

$$Z_d = \left| \dot{Z}_{cct} \right| = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

nella quale:

$$R_d = R_{cct}$$

$$X_d = X_{cct}$$

I parametri alla sequenza omopolare dipendono invece dal tipo di collegamento del trasformatore in quanto, in base ad esso, abbiamo un diverso circuito equivalente.

Pertanto, se il trasformatore è collegato triangolo/stella (Dy), si ha:

$$R_{ot} = R_{cct} \cdot \frac{\left( \frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}{1 + \left( \frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}$$



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 52 di  
142

$$X_{ot} = X_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}}\right)}{1 + \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}}\right)}$$

$$Z_{ot} = Z_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}}\right)}{1 + \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}}\right)}$$

Diversamente, se il trasformatore è collegato stella/stella (Yy) avremmo:

$$R_{ot} = R_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}}\right)$$

$$X_{ot} = X_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}}\right)$$

$$Z_{ot} = Z_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}}\right)$$

**Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0)**

La norma EN 60909-0 fornisce una serie di fattori correttivi per il calcolo delle impedenze di alcune macchine presenti nella rete. Quelle utilizzate per il calcolo dei guasti riguardano i generatori e i trasformatori.

**Fattore di correzione per trasformatori (EN 60909-0 par. 6.3.3)**

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con o senza regolazione delle spire, quando si stanno calcolando le correnti massime di cortocircuito, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_T$  tale che:

$$Z_{cctK} = K_T \cdot Z_{cct}$$

$$K_T = 0.95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0.6 \cdot x_T}$$

dove

$$x_T = \frac{X_{cct}}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza relativa del trasformatore e  $c_{max}$  è preso dalla tabella 1 ed è relativo alla tensione lato bassa del trasformatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

**Fattore di correzione per generatori sincroni (EN 60909-0 par. 6.6.1)**

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei sistemi alimentati direttamente da generatori senza trasformatori intermedi, si deve introdurre un fattore di correzione  $K_G$  tale che:

$$Z_{GK} = K_G \cdot Z_G$$

con

$$K_G = \frac{V_{02}}{U_{rG}} \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

dove



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 53 di  
142

$$x'' = \frac{X''}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza satura relativa subtransitoria del generatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Nella formula compaiono a numeratore e denominatore la tensione nominale di sistema e la tensione nominale del generatore ( $U_{rG}$ ). In Ampère  $U_{rG}$  non è gestita, quindi si considera  $V_{02}/U_{rG} = 1$ .

**Fattore di correzione per gruppi di produzione con regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.1)**

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_S$  da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SK} = K_S \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_S = \frac{c_{max}}{1 + |x'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per  $K_S$  non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

**Fattore di correzione per gruppi di produzione senza regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.2)**

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_{SO}$  da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SOK} = K_{SO} \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_{SO} = (1 \pm p_T) \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Dove  $p_T$  è la variazione di tensione del trasformatore tramite la presa a spina scelta. Nel programma viene impostato il fattore  $(1-p_T)$ , con  $p_T = (|V_{sec}-V_{02}|)/V_{02}$ .

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per  $K_{SO}$  non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

**Generatori sincroni**

In media tensione ed in bassa tensione è possibile inserire più generatori.

I dati di targa richiesti per i generatori sono:

- potenza nominale  $P_n$  (in kVA);
- reattanza sincrona percentuale  $x_S$ ;
- reattanza subtransitoria percentuale  $x''$ ;
- reattanza subtransitoria in quadratura percentuale  $x''_q$ ;
- reattanza alla sequenza omopolare percentuale  $x_0$ .

La reattanza subtransitoria si calcola con la formula:

$$X'' = \frac{x''}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

dalla quale si ricavano le componenti alla sequenza diretta da usare nel calcolo dei guasti subtransitori:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 54 di  
142

$$R_d = 0$$

$$X_d = X''$$

La componente resistiva si trascura rispetto alla componente reattiva del generatore.

L'impedenza sincrona, da usare nei guasti simmetrici permanenti, si calcola con la formula:

$$X_s = \frac{x_s}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

Per i guasti asimmetrici, sia subtransitorio che permanente, servono le sequenze inverse ed omopolari. Per il calcolo dell'impedenza alla sequenza inversa, con la reattanza subtransitoria in quadratura:

$$X''_q = \frac{x''_q}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

si applica la formula:

$$X_i = \frac{X'' + X''_q}{2}$$

Infine, si ricava la reattanza omopolare come:

$$R_0 = 0$$
$$X_0 = \frac{x_0}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

### **Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini**

Vedere Motori sincroni.

### **Generatori asincroni**

[Olivieri e Ravelli, Elettrotecnica II° vol., Edizioni CEDAM]

Come ogni altra macchina elettrica, anche il motore asincrono è reversibile, quindi può diventare un generatore di energia elettrica. Quando la macchina funziona a vuoto, essa assorbe energia per la magnetizzazione del campo rotante e per le perdite. Se si applica al rotore una coppia motrice si passa ad uno scorrimento negativo ed una conseguente produzione di energia.

Il programma Ampère simula il funzionamento del generatore asincrono tramite lo studio del diagramma circolare. Impostata la potenza attiva, viene ricavata la potenza reattiva corrispondente assorbita dalla rete, da cui si calcolano le correnti erogate. La potenza attiva sarà quindi erogata dalla macchina, mentre quella reattiva assorbita dalla rete.

La generatrice asincrona può erogare solo correnti sfasate di un certo angolo in anticipo rispetto alla f.e.m. che genera: e questo sfasamento non può essere in alcun modo regolato, ma assume un valore suo proprio per ogni valore della corrente erogata.

I parametri caratteristici da richiedere sono:

- Potenza meccanica
- Rendimento N - nominale
- Rendimento 3/4 N
- Rendimento 2/4 N
- Fattore di potenza N - nominale
- Fattore di potenza 3/4 N
- Fattore di potenza 2/4 N
- P numero di coppie polari

Si individuano così tre punti appartenenti al diagramma circolare della macchina asincrona.

Altrimenti vengono richiesti i seguenti dati, sempre necessari per determinare il diagramma circolare:

- Potenza meccanica



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 55 di  
142

- Rendimento N - nominale
- Fattore di potenza N - nominale
- Potenza assorbita a vuoto
- Fattore di potenza a vuoto
- P numero di coppie polari

I generatori asincroni trifasi contribuiscono al guasto transitorio per tutti i punti della rete dai quali sono "visti". Condizione necessaria per il calcolo del contributo al guasto è che il generatore sia alimentato da un'altra fonte, che gli fornisce la potenza reattiva necessaria al suo funzionamento.

I calcoli dei guasti seguono le stesse procedure utilizzate per i Motori asincroni.

#### **Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini**

Vedere Motori asincroni.

#### **Calcolo dei guasti**

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti dell'utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

#### **Calcolo delle correnti massime di cortocircuito**

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione  $C_{max}$ ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in m $\square$  risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left( \frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove  $\square T$  è 50 o 70 °C e  $\alpha = 0.004$  a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se  $f$  è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 56 di  
142

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$R_{0cN} = R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN}$$
$$X_{0cN} = 3 \cdot X_{dc}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cPE} = R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE}$$
$$X_{0cPE} = 3 \cdot X_{dc}$$

dove le resistenze  $R_{dcN}$  e  $R_{dcPE}$  vengono calcolate come la  $R_{dc}$ .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0bN} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbN}$$
$$X_{0bN} = 3 \cdot X_{db}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0bPE} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE}$$
$$X_{0bPE} = X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db})$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in  $m\Omega$ :

$$R_d = R_{dc} + R_{d-up}$$
$$X_d = X_{dc} + X_{d-up}$$
$$R_{0N} = R_{0cN} + R_{0N-up}$$
$$X_{0N} = X_{0cN} + X_{0N-up}$$
$$R_{0PE} = R_{0cPE} + R_{0PE-up}$$
$$X_{0PE} = X_{0cPE} + X_{0PE-up}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in  $m\Omega$ ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase  $I_{kmax}$ , fase neutro  $I_{k1Nmax}$ , fase terra  $I_{k1PEmax}$  e bifase  $I_{k2max}$  espresse in kA:





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 57 di  
142

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$
$$I_{k1N \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}}$$
$$I_{k1PE \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}}$$
$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$
$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max}$$
$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$
$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto,  $I_p$  può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente  $k = 1.8$  che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

#### Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione  $C_{min}$ , che può essere 0.95 se  $C_{max} = 1.05$ , oppure 0.90 se  $C_{max} = 1.10$  (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore  $C_{min}$  è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 58 di  
142

$$R_{0N \max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$
$$R_{0PE \max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase  $I_{k1min}$  e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}}$$
$$I_{k1N \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \max}}$$
$$I_{k1PE \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}}$$
$$I_{k2 \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

### Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con  $Z_d$  la impedenza diretta della rete, con  $Z_i$  l'impedenza inversa, e con  $Z_0$  l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito,  $Z_0$  corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

### Guasti monofasi a terra linee AT

Calcolo correnti omopolari a seguito di guasto fase-terra in circuiti di media-alta tensione.

Il calcolo dei guasti a terra in reti di media e alta tensione coinvolge lo studio dell'effetto capacitivo della rete durante il regime di guasto.

Inoltre, le tecniche di determinazione delle linee guaste tramite relè varmetrici richiedono la conoscenza dei valori di corrente omopolare in funzione dei punti di guasto.

La nuova CEI 0-16 (e precedentemente la Enel DK5600), con l'introduzione del collegamento a terra del centro stella in media, richiede uno strumento per il dimensionamento della bobina di Petersen e il coordinamento delle protezioni degli utenti.

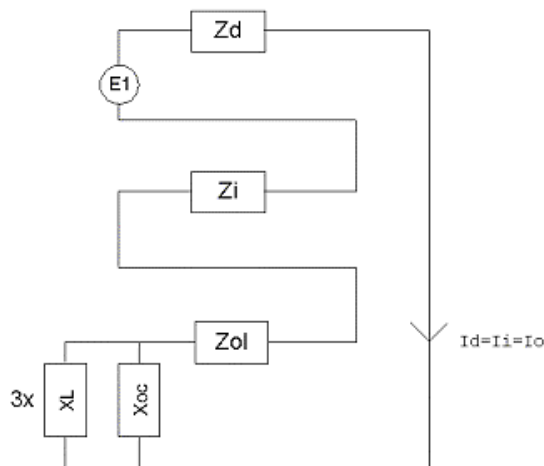
Per rispondere a tutte queste problematiche, Ampère Professional esegue il calcolo del regime di corrente omopolare a seguito di un guasto fase-terra.

Il modello di calcolo delle correnti omopolari, seguendo la teoria delle sequenze dirette, inverse e omopolari, per un guasto fase-terra è il seguente:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

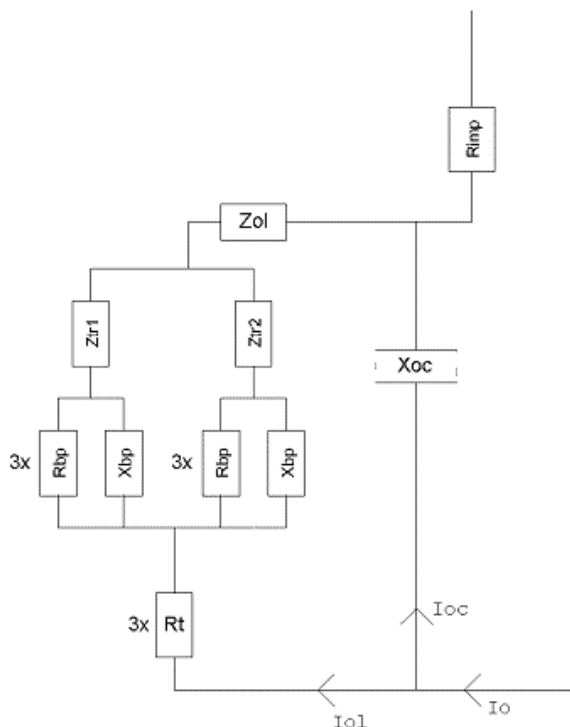
Pag 59 di  
142



Con  $Z_d$  e  $Z_i$  si intendono le impedenze alle sequenze diretta ed inversa.

Per il calcolo dell'impedenza omopolare occorre considerare più elementi (vedi figura in basso, esempio con due trasformatori in parallelo):

- $Z_{ol}$ : impedenza omopolare del tratto di linea dal punto di guasto fino al trasformatore a monte;
- $Z_{tr}$ : impedenza omopolare del trasformatore (vista a secondario);
- $Z_{bpet}$ :  $(R_{bp}+jX_{bp})$  impedenza bobina di Petersen, costituita da un resistore ed una induttanza in parallelo;
- $R_t$ : resistenza di terra punto di collegamento a terra del centro stella del trasformatore;
- $R_{imp}$ : resistenza per guasto a terra non franco;
- $X_{oc}$ : reattanza capacitiva di tutta la rete appartenente alla stessa zona dell'utenza guasta e a valle dello stesso trasformatore.



Nota: il valore di  $X_{oc}$  è praticamente lo stesso per qualsiasi punto di guasto. Riferimenti: Lezioni di Impianti elettrici di Antonio Paolucci (Dipartimento Energia Elettrica Università di Padova) e CEI 11-37.

Per calcolare con buona approssimazione la  $X_{oc}$ , si utilizzano le due formule:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 60 di  
142

$$I_g = \frac{3 \cdot E}{X_{oc}}$$

$$I_g = (0.003 \cdot L1 + 0.2 \cdot L2) \cdot V_{kv}$$

dove  $I_g$  è la corrente di guasto a terra calcolata considerando la sola reattanza capacitiva nella prima formula, mentre nella seconda è riportato il suo valore se si è a conoscenza delle lunghezze (in km) di rete aerea L1 ed in cavo L2 della rete in media.  $V_{kv}$  è il valore di tensione nominale concatenata espressa in kV.

Uguagliando le due formule, ed esplicitando per  $X_{oc}$  si ottiene:

$$X_{oc} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^9}{(0.003 \cdot l1 + 0.2 \cdot l2)} \cdot \frac{f_0}{f}$$

con  $l1$  e  $l2$  espresse in metri,  $X_{oc}$  espressa in mohm,  $f_0 = 50$  Hz e  $f$  la frequenza di lavoro.

Calcolata la corrente di guasto omopolare  $I_o$ , secondo lo schema riportato nella figura precedente, rispetto a tutti i punti di guasto (valle delle utenze), si deve calcolare come essa si ripartisce nella rete e quanta viene vista da ogni protezione omopolare 67N distribuita nella rete.

Per prima cosa la  $I_o$  va ripartita in due correnti:  $I_{oc}$  per la  $X_{oc}$ , l'altra ( $I_{ol}$ ) per il centro stella del trasformatore attraverso la bobina di Petersen.

Poi, la  $I_{ol}$  viene suddivisa tra gli eventuali trasformatori in parallelo, proporzionalmente alla potenza.

La  $I_{oc}$ , essendo la corrente capacitiva che si richiude attraverso le capacità della rete, va suddivisa tra le utenze in cavo o aeree in media proporzionalmente alla capacità di ognuna (condensatori in parallelo).

Per ora non si tiene conto dei fattori di riduzione relativi a funi di guardia delle linee elettriche aeree e degli schermi metallici dei cavi sotterranei.

Tali fattori determinerebbero una riduzione della corrente  $I_{oc}$  e  $I_{ol}$  in quanto esisterebbe una terza componente nella  $I_o$  che si richiude attraverso questi elementi.

### Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza  $I_{km max}$ ;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ( $I_{mag max}$ ).

### Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 61 di  
142

- a) Le intersezioni sono due:
- $I_{ccmin}^3 I_{inters min}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_a$ );
  - $I_{ccmax} I_{inters max}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_b$ ).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
- $I_{ccmin}^3 I_{inters min}$ .
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
- $I_{cc max} I_{inters max}$ .

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

**Note:**

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti  $K^2 S^2$  e la  $I_z$  dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

**Verifica di selettività**

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente  $I_a$  di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

**Protezione contro i contatti indiretti**

Secondo la norma 64-8 par. 413, un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione per proteggere contro i contatti indiretti i circuiti e i componenti elettrici, in modo che, in caso di guasto, non possa persistere una tensione di contatto pericolosa per una persona.

E' definita la tensione di contatto limite convenzionale a 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata, oltre la quale esiste pericolo. Tuttavia, in alcune circostanze, è possibile superare tale valore purché la protezione intervenga entro 5 secondi o tempi definiti dalla norma, a seconda del sistema elettrico adottato.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 62 di  
142

### Sistemi TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

La norma richiede che deve essere soddisfatta la condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

$U_0$  è la tensione nominale verso terra;

$Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, ed in Ampère corrisponde alla variabile  $Zk1(ft) \max$ ;

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il programma verifica che:

$$I_a \leq I_{a \text{ c.i.}} = \frac{U_0}{Z_s}$$

Dove  $I_{a \text{ c.i.}}$  è una variabile di Ampère (Corrente contatti indiretti  $I_a$ ) utilizzata per il confronto con i valori di sgancio delle protezioni.

$I_{a \text{ c.i.}}$  normalmente è pari alla corrente di guasto a terra  $Ik1(ft) \min$  calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove  $Z_E$  è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_{a \text{ c.i.}}$  assume il valore di  $I_{50V}$  se quest'ultima è maggiore della  $Ik1(ft) \min$ , in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che porta le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a \text{ c.i.}} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Se richiesto dal progetto, è possibile imporre a ciascuna utenza il valore di  $I_{a \text{ c.i.}}$  a  $I_{50V}$  o  $I_{25V}$  e assicurare di non superare mai le tensioni di contatto limite.

Per i sistemi TN-C, il programma verifica la continuità del PEN e che non vi siano protezioni o sezionatori inseriti nel conduttore.

### Sistemi TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Il punto neutro di ogni trasformatore o di ogni generatore deve essere collegato a terra, in modo da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra  $R_E$ .

I dispositivi di protezione devono essere a corrente differenziale e deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq U_L$$

dove:

$R_E$  è la resistenza del dispersore dell'impianto di terra, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile  $Z_E$ ;

$I_{dn}$  è la corrente nominale differenziale;

$U_L$  è la tensione limite convenzionale (normalmente 50 V).



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 63 di  
142

Il programma verifica che:

$$I_{dn} \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_L}{Z_E}$$

Per completezza, quando il programma possiede tutti gli elementi per calcolare la corrente di circolazione di un guasto a terra, ossia la  $I_{k1}(ft) \min$ , allora  $I_{a.c.i.}$  è scelta tra la maggiore delle due correnti, similmente al sistema TN:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{U_L}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Ovviamente, per la normativa italiana, il dispositivo di protezione deve essere solo a corrente differenziale.

### Sistemi IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Le masse devono essere messe a terra, e nel caso di un singolo guasto a terra, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove:

$R_E$  è la resistenza del dispersore, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile  $Z_E$ ;

$I_d$  è la corrente del primo guasto a terra, che per il programma sarà pari alla corrente di guasto a terra  $I_{k1}(ft) \min$  nelle condizioni complessive di rete definite nel progetto.

Il programma verifica che:

$$V_T = Z_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove  $V_T$  è la tensione della massa a guasto, una variabile di Ampère che per i sistemi IT è associata al primo guasto a terra.

La norma richiede l'interruzione automatica dell'alimentazione per un secondo guasto su di un conduttore attivo differente, ovviamente appartenente alla stessa area elettrica a valle della fornitura o di un trasformatore. Viene indicata la formula che deve essere rispettata, che in generale è la seguente:

$$2 \cdot Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

$U_0$  è la tensione nominale verso terra;

$Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente;

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il coefficiente 2 indica che il secondo guasto può manifestarsi in un circuito differente, ed in più la norma suggerisce di considerare il caso più severo, comprendendo anche i guasti sul neutro.

Il programma Ampère assolve a queste indicazioni risolvendo il seguente algoritmo:

$$I_a \leq I_{a.c.i.} = \min_{s2} \frac{U_0}{(Z_{s1} + Z_{s2})}$$

dove:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 64 di  
142

$Z_{s1}$  è l'impedenza dell'anello di guasto della utenza in considerazione;

$Z_{s2}$  è l'impedenza dell'anello di guasto di una seconda utenza;

$I_{a.c.i.}$  è la minima corrente di guasto, calcolata permutando tutte le utenze  $s_2$  appartenenti alla stessa area elettrica di  $s_1$ .

Il valore  $Max(Z_{s1} + Z_{s2})$  è memorizzato nella variabile  $ZIT_{max}$  di Ampère.

$I_{a.c.i.}$  normalmente è pari alla corrente di guasto a terra  $I_{k(IT)_{min}}$  calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove  $Z_E$  è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_{a.c.i.}$  assume il valore di  $I_{50V}$  se quest'ultima è maggiore della  $I_{k(IT)_{min}}$ , in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che portano le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{ZIT_{max}}\right)$$

**Nota.** Il programma permette di applicare il punto 413.1.1.1 della CEI 64-8, e quindi validare a contatti indiretti una utenza che presenta, in caso di guasto, un valore di tensione inferiore alla tensione limite convenzionale. In pratica, a differenza di quanto spiegato finora, le tarature delle protezioni possono essere superiori anche alla corrente  $I_{50V}$ .

#### Riferimenti normativi

##### Norme di riferimento per la Bassa tensione:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60909-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 65 di  
142

- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

**Norme di riferimento per la Media tensione**

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 IIa Ed. 2019-04: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.



## 5. LE OPERE DI MITIGAZIONE E ATTIVITA' AGRONOMICHE

L'inserimento di un parco agrivoltaico in un territorio agricolo determina inevitabilmente una variazione della percezione del contesto paesaggistico e dello stato dei luoghi, ma questo passaggio da una volumetria del soprassuolo legata alla coltivazione seminativa (prevalentemente soia), alla costante presenza di strutture che captano i raggi solari (pannelli solari) è equilibrato dalla compresenza dell'attività agricola e quella produttiva. Ad aiutare l'inserimento del progetto nel paesaggio sono state adottate idonee opere di mitigazione e ad accorgimenti tecnici per una coerente ed efficace integrazione.

Le mitigazioni, oltre ad essere pensate in maniera accurata dal punto di vista tecnico, sono frutto di un'analisi approfondita del territorio e del paesaggio in cui si collocano, e rispondono alle esigenze dello stesso.

Infatti, le opere di mitigazione vegetali, che si sviluppano prevalentemente sul confine dei lotti, sono state pensate con più livelli di inserimento paesaggistico e agronomico. Trattati di perimetro di filare singolo di specie arbustive, tratti di doppio filare (uno di specie arbustive e uno di specie arboree) e tratti multifilari di specie arboree ed arbustive.

Oltre alla funzione di schermatura degli impatti visivi dell'impianto, le mitigazioni vegetali sul perimetro esterno del lotto creano dei veri e propri corridoi ecologici, con valore principalmente "ecosistemico".

Le mitigazioni in progetto, si sviluppano per gran parte del perimetro del campo di composizione e ampiezza variabile.

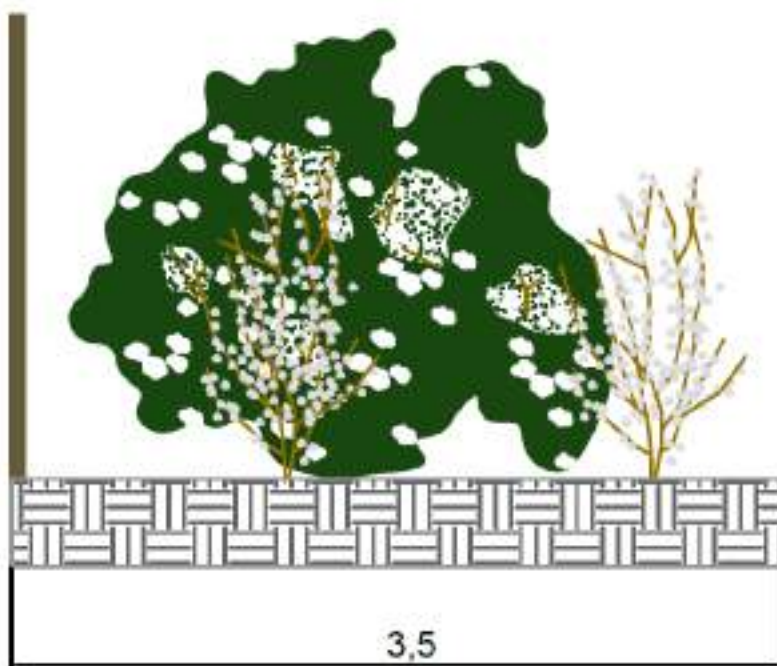
Pertanto valutando il contesto dei luoghi ed i coni visivi di maggiore significatività, considerando puntualmente le specifiche situazioni ambientali presenti, sono state predisposte e differenziate delle fasce di vegetazione arboreo arbustiva al fine di mascherare le strutture inserite e nel contempo ripristinare la biodiversità fortemente ridotta dalle colture esistenti nonché quei corridoi ecologici che possano consentire di elevare il livello di permanenza e permeabilità del territorio da parte della componente faunistica.

Si rimanda al DOC05 RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA per maggiori approfondimenti.

La scelta delle diverse tipologie del verde è riscontrabile all'interno della TAV11 - MITIGAZIONI E OPERE AGRONOMICHE; di seguito si riporta un estratto delle scelte agronomiche:

La mitigazione dell'impianto verrà garantita da fasce vegetali, sulla base di cinque tipologie:

- **Mitigazione a filare singolo di piante con portamento cespuglioso**



Inerbimento della fascia di mitigazione con un miscuglio di graminacee e, se disponibile, fiorume proveniente



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 67 di  
142

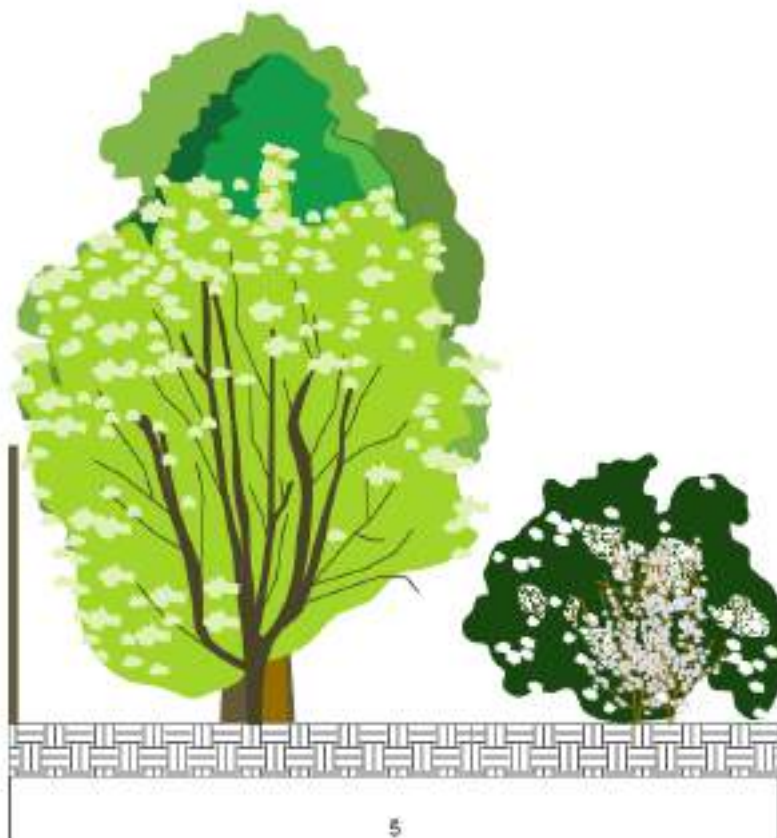
da aree prative circostanti, volto alla formazione di un prato stabile tappezzante.

Avrà una larghezza di 3,50 metri e sarà impiegata all'esterno della recinzione dell'impianto. Nel lotto 1 principalmente lungo il perimetro sud ed est, verso l'A28 e verso alcune abitazione di frazione Marignana, mentre nel lotto 2 prevalentemente lungo il perimetro est, verso aree coltivate e tra i due sottocampi costituenti il lotto;

essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:

Descrizione		Largh m	Lungh m	Superficie m <sup>2</sup>	
Inerbimento della fascia di mitigazione con un miscuglio di graminacee e, se disponibile, fiorume proveniente da aree prative circostanti, volto alla formazione di un prato stabile tappezzante.		3,50	3.450	12.075	
Fascia comprendente un filare singolo di specie con portamento cespuglioso con una distanza fra le piante m 1,50 ed una larghezza complessiva di m 3,50.					
Specie cespugliose	%	Long. tot. filare m	Distanza fra le piante m	N° tot. piante	N° piante per specie
Biancoespino ( <i>Crataegus monogyna Jacq.</i> )	25	3.450	1,50	2.300	575
Sanguinella ( <i>Cornus sanguinea L.</i> )	20				460
Corniola ( <i>Cornus mas L.</i> )	10				230
Ligustro ( <i>Ligustrum vulgare L.</i> )	20				460
Prugnolo ( <i>Prunus spinosa L.</i> )	15				345
Illirio ( <i>Illyriae spina L.</i> )	10				230
<b>Totali</b>					<b>2.300</b>

- **Mitigazione a doppio filare di specie arboree e cespugliose**



Inerbimento della fascia di mitigazione con un miscuglio di graminacee e, se disponibile, fiorume proveniente



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 68 di  
142

da aree prative circostanti, volto alla formazione di un prato stabile tappezzante.

Avrà una larghezza di 5,00 metri e sarà impiegata all'esterno della recinzione dell'impianto. Nel lotto 1 principalmente lungo il perimetro nord-ovest. Mentre nel lotto 2 prevalentemente lungo il perimetro nord-est, verso abitazioni private e lungo il perimetro sud, verso l'area industriale; essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:

Descrizione			Largh. m	Longh. m	Superficie m <sup>2</sup>
Inerbimento della fascia di mitigazione con un miscuglio di graminacee e, se disponibile, fioriture provenienti da aree prative circostanti, volto alla formazione di un prato stabile tappezzante.			5,00	2.690	13.450
Fascia comprendente un filare di specie arboree con sesto d'impianto di m 2,50 (distanza interfilare) per m 4,00 (distanza fra le piante).					
Specie arboree	%	Long. tot. filare m	Distanza fra le piante m	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Salice bianco (Salix alba L.)</i>	50	2.690	4,00	671	335
<i>Poppo bianco (Populus alba L.)</i>	10				67
<i>Poppo tremolo (Populus tremula L.)</i>	10				67
<i>Ostiaio nero (Alnus glutinosa L.)</i>	30				202
<b>Totale</b>	<b>100</b>				<b>671</b>
Fascia comprendente un filare di specie cespugliose con sesto d'impianto di m 2,50 (distanza interfilare) per m 2,00 (distanza fra le piante).					
Specie cespugliose	%	Long. tot. filare m	Distanza fra le piante m	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Stivocarpino (Crataegus monogyna Jacq.)</i>	25	2.690	2,00	1.345	336
<i>Sanguinella (Cornus sanguinea L.)</i>	25				336
<i>Cornolo (Cornus mas L.)</i>	13				202
<i>Ligustro (Ligustrum vulgare L.)</i>	30				404
<i>Noceolo (Corylus avellana L.)</i>	5				67
<b>Totale</b>	<b>100</b>				<b>1.345</b>

- Fascia alberata su strada (serie di filari multipli)**



Fascia inerbita con essenze graminacee.

Avrà una larghezza di 20,00 metri e sarà impiegata all'esterno della recinzione dell'impianto. Nel lotto 1 lungo il perimetro Nord, verso via Banduzzo, mentre nel lotto 2 lungo il perimetro nord-ovest, verso via XXX Aprile. Essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 69 di  
142

Descrizione			Largh. m	Largh. m	Superficie mq
Fascia interbita con essenze graminatee			20,00	840	16.800
Fascia comprendente un doppio filare di specie arboree. Sesto d'impianto di m 3,00 fra le file, m 5,00 fra le piante e punta.					
Specie arboree	%	Long. tot. filare m	Dist. pianta-pianta m	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Acer campestre (Acer campestre L.)</i>	20	840,00	5,00	336	67
<i>Fagus (Quercus robur L.)</i>	15				50
<i>Olea campestre (Ulmus minor Mill.)</i>	20				67
<i>Cotoneo salvatico (Prunus avium L.)</i>	10				34
<i>Tiglio salvatico (Tilia cordata Mill.)</i>	5				17
<i>Fraxino ornata (Fraxinus ornus L.)</i>	20				67
<i>Salice bianco (Salix alba L.)</i>	10				34
<b>Totale</b>	<b>100</b>				<b>336</b>
Fascia comprendente un doppio filare di specie arbustive. Sesto d'impianto di m 2,10 fra le file, m 2,00 fra le piante arboree. Distanza dai filari di arboree m 2,60.					
Specie cespugliose	%	Long. tot. filare m	Dist. pianta-pianta m	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Biancospino (Crataegus monogyna Jacq.)</i>	25	840,00	2,00	840	210
<i>Sanguinello (Cornus sanguinea L.)</i>	25				210
<i>Cornolo (Cornus mas L.)</i>	15				126
<i>Ligustro (Ligustrum vulgare L.)</i>	30				252
<i>Nocciolo (Corylus avellana L.)</i>	5				42
<b>Totale</b>	<b>100</b>				<b>840</b>
Siepe in filare singolo			Largh. m	Dist. pianta-pianta m	Superficie N° piante
Fascia comprendente un singolo filare di carpino bianco. Sesto d'impianto: m 3,75 dalla fila adiacente di specie arboree e m 2,00 fra le piante.					
<i>Carpinus betulus</i>			840,00	2,00	420

- **Boschetto (piantagione arboreo-cespugliosa)**



Mitigazione ambientale composta da piante arboree di diverse dimensioni e portamento da porre a dimora



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 70 di  
142

senza un preciso sesto d'impianto ma in base ad una densità minima di una pianta ogni mq 9,00. L'intera area verrà prima seminata a prato stabile con specie di graminacee tappezzanti. Avrà una superficie di 7000 mq e sarà realizzata all'esterno della recinzione del lotto 2 nell'angolo Ovest, su via XXX Aprile; essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:

Descrizione		Superficie totale m <sup>2</sup>			
Mitigazione ambientale composta da piante arboree di diverse dimensioni e portamento da porre a dimora senza un preciso sesto d'impianto ma in base ad una densità minima di una pianta ogni mq 9,00. L'intera area verrà prima seminata a prato stabile con specie di graminacee tappezzanti.		7.000			
Specie arboree	%	Sup. dedicata mq	Area per pianta mq	N° totale piante	N° piante per specie
<i>Acero campestre (Acer campestre L.)</i>	20	3.000	9,00	333	67
<i>Farnia (Quercus robur L.)</i>	15				50
<i>Olmo campestre (Ulmus minor Mill.)</i>	20				67
<i>Ciliegio selvatico (Prunus avium L.)</i>	10				33
<i>Tiglio selvatico (Tilia cordata Mill.)</i>	5				17
<i>Fragola ornata (Fragaria ornata L.)</i>	20				67
<i>Salice bianco (Salix alba L.)</i>	10				33
<b>Totale</b>	<b>100</b>				<b>334</b>
Specie cespugliose	%	Sup. dedicata mq	Area per pianta mq	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Blancospino (Crataegus monogyna Jacq.)</i>	25	4.000	9,00	444	111
<i>Sanguinella (Cornus sanguinea L.)</i>	25				111
<i>Cornolo (Cornus mas L.)</i>	15				67
<i>Ligustro (Ligustrum vulgare L.)</i>	30				133
<i>Noceola (Corylus avellana L.)</i>	5				21
<b>Totale</b>	<b>100</b>				<b>444</b>

- Corridoio verde (piantagione arboreo-cespugliosa)**



Mitigazione ambientale composta da piante arboree di diverse dimensioni e portamento da porre a dimora senza un preciso sesto d'impianto ma in base ad una densità minima di una pianta ogni mq 9,00. L'intera area verrà prima seminata a prato stabile con specie di graminacee tappezzanti. Avrà una superficie di 16.150 mq e sarà realizzata all'interno della recinzione del lotto 1; essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 71 di  
142

Descrizione			Superficie totale m <sup>2</sup>		
Mitigazione ambientale composta da piante arboree di diverse dimensioni e portamento da porte a dimora senza un preciso gesto d'impianto ma in base ad una densità minima di una pianta ogni mq 9,00. L'intera area verrà prima seminata a prato stabile con specie di graminacee tappezzanti.			16.150,09		
Specie arboree	%	Sup.	Distanza o fra le piante m	N° totale piante	N° piante per specie
<i>Acer campestre (Acer campestre L.)</i>	30	6.400	9,00	717	144
<i>Farnia (Quercus robur L.)</i>	10				72
<i>Olea campestre (Ulmus minor Mill.)</i>	20				144
<i>Olivo selvatico (Prunus avium L.)</i>	10				72
<i>Tiglio selvatico (Tilia cordata Mill.)</i>	5				36
<i>Fraxino ornata (Fraxinus ornata L.)</i>	20				144
<i>Salice bianco (Salix alba L.)</i>	5				36
<i>Pioppa bianco (Populus alba L.)</i>	5				36
<i>Pioppa tremolo (Populus tremula L.)</i>	5				36
<b>Totale</b>	<b>100</b>				
Specie cespugliose	%	Sup.	Distanza o fra piante o gruppi di piante m	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Blaucozzuto (Cytisus monogyna Jacq.)</i>	25	9.690	9,00	1.076	269
<i>Sanguinella (Cornus sanguinalis L.)</i>	25				269
<i>Cornolo (Cornus mas L.)</i>	15				161
<i>Ligustro (Ligustrum vulgare L.)</i>	30				323
<i>Nocciuolo (Corylus avellana L.)</i>	5				54
<b>Totale</b>	<b>100</b>				<b>1.076</b>

### 5.1 L'ATTIVITA' AGRONOMICA

Il progetto, come meglio descritto nella relazione agronomica prodotta dal professionista incaricato Per. Agr. Giovanni Cattaruzzi, prevede l'insediamento di attività agronomica.

Tenuto conto che uno degli obiettivi di questo progetto è anche quello di consentire all'interno dell'impianto fotovoltaico lo svolgimento di attività agricole ed anche di servizi ecologici, sono state individuate attività agricole in linea con le politiche agro-ambientali del Green Deal europeo e delle strategie di sostenibilità alla base della realizzazione dei parchi fotovoltaici in quanto ecologicamente miglioratrici, economicamente significative e promotrici di un modello di sviluppo innovativo così rappresentate:

- 1) coltivazione estensiva di essenze erbacee foraggere
- 2) allevamento apistico

Ogni opera sarà sviluppata attraverso diverse fasi preparative che sono dettagliatamente descritte all'interno della relazione agronomica DOC05 – RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 72 di  
142

## **6. MOVIMENTAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Lo scopo del presente capitolo è quello di illustrare la procedura da adottare per la gestione delle terre e rocce prodotte dalle attività di scavo che riguardano la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, con Potenza nominale di 55,26 MWp, che si intende realizzare su terreno privato a destinazione seminativo. Il progetto prevede un'area di circa 71,5 ha suddivisa in due lotti e situata in provincia di Pordenone nel comune di Sesto al Reghena e nella Città metropolitana di Venezia nel comune di Cinto Caomaggiore di cui è soggetto proponente la società Blusolar sesto al Reghena 1.

In considerazione del fatto che la normativa inerente la gestione delle terre e rocce da scavo, sia a livello nazionale che locale, è in costante e dinamica evoluzione, l'approccio gestionale alle terre da scavo riportato nel potrà essere aggiornato e consolidato nelle successive fasi progettuali (Progetto esecutivo) e prima dell'inizio delle attività in sito ovvero in seguito alle prossime attività tecnico-amministrative previste dall'iter procedurale/autorizzativo (conferenze di servizio, tavoli tecnici con enti competenti).

### **6.1 DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO**

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto fotovoltaico avente moduli in silicio monocristallino per una potenza di picco complessiva di circa 55,26 MWp

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando:

- n. 93.665 moduli in silicio monocristallino
- n 154 inverter.

Il progetto prevede la suddivisione elettrica dell'impianto fotovoltaico nei due Lotti. Per un totale di sette sottocampi.

I pannelli sono posizionati su tracker da 12,13,25,50,75 pannelli, posti a interasse di 4,5 m.

I moduli fotovoltaici saranno posati a terra tramite idonee strutture in acciaio zincato con inseguimento mono-assiale, che permettono al contempo di aumentare significativamente la redditività degli impianti e di ridurre l'impatto visivo degli stessi, avendo altezze inferiori, disposti in file parallele opportunamente distanziate onde evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco. L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia).

I sette sottocampi in cui è diviso l'impianto sono serviti ciascuno da inverter e cabine di trasformazione.

L'energia prodotta all'interno del Lotto 2 verrà veicolata mediante cavidotto interrato esternamente all'impianto su strada pubblica in MT lungo circa 2,37 km dalla cabina di smistamento alla cabina di consegna interna al Lotto 1.

L'energia prodotta da entrambi i lotti verrà veicolata all'interno della Step-Up interna all'area di progetto, trasformata in AT e veicolata in uscita dalla Step-Up mediante un cavidotto in AT a 150 kV interrato con lunghezza di circa 113 m fino alla CP di e-Distribuzione, posizionata al confine Nord-Est del Lotto 1 d'impianto. Le tavole di progetto del layout e del cavidotto sono: *TAV10 - PLANIMETRIA DI PROGETTO CON TRACCIATO CONDUTTURE ELETTRICHE*, *TAV12 - COLLEGAMENTO*.

I cavidotti delle linee BT e MT presenti all'interno dell'impianto prevedono delle sezioni di scavo, per l'alloggiamento di tubazioni e cavi, di dimensioni differenti in funzione del numero delle linee da collocare al loro interno.

- Le linee in BT hanno una lunghezza totale di 17.202 m.
- Le linee in MT interne all'area di progetto hanno una lunghezza totale di 3.007 m.
- La linea in MT esterna all'area di progetto, di collegamento tra i due lotti, ha una lunghezza totale di 2.367 m.
- La linea in AT di collegamento tra la step up e la CP di e-Distribuzione ha una lunghezza totale di 113 m.





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 73 di  
142

Si riportano i riferimenti delle tavole di progetto prodotte a corredo di questo documento:

- *TAV14 - PLANIMETRIA GENERALE E SEZIONI PROFONDITÀ SCAVI;*

L'impianto sarà dotato di viabilità interna, accessi carrabili, recinzione perimetrale, sistema di illuminazione e videosorveglianza.

Gli accessi carrabili presenti sono segnalati all'interno della tavola layout di progetto (TAV02 – LAYOUT).

Saranno costituiti da cancelli a due ante in rete in acciaio zincato plastificata verde, larghi 6 m su pali in legno di castagno fissati al suolo con staffe di acciaio.

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta da 2,7 m, collegata a pali in legno di castagno alti 3 m, infissi direttamente nel suolo per una profondità di 60 cm.

Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia la recinzione sarà innalzata di 30 cm su tutto il perimetro.

La viabilità interna al lotto sarà larga 3 m più l'ingombro della cunetta e sarà realizzata con uno spessore di 15 cm di materiale inerte misto cava di pezzatura fine e circa 20 cm di materiale inerte misto cava di pezzatura media da approvvigionare dalle cave di zona.

Si riportano in sintesi tutti gli interventi che prevedono movimenti terra e infissioni nel terreno, successivamente verranno trattati nel dettaglio:

Movimenti terra	
scavi	Viabilità
	Step-Up
	Cabina di Consegna
	Cabina di Smistamento
	Cabine di Campo
	Linee illuminazione e videosorveglianza
	Linee BT interne
	Linee MT interne
	Linea MT esterna
	Giunti MT
	Linea AT
riporti	Linee illuminazione e videosorveglianza
	Linee BT interne
	Linee MT interne
	Linea MT esterna
	Giunti MT
Linea AT	

Infissioni
Pali Tracker
Pali illuminazione
Pali recinzione



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 74 di  
142

## 6.2 STIMA DEI VOLUMI DI SCAVO

In riferimento alle opere e alle attività previste dal progetto è possibile definire per ognuna di esse le caratteristiche geometriche e volumetriche volte alla definizione dei volumi totali di terreno che dovranno essere scavati.

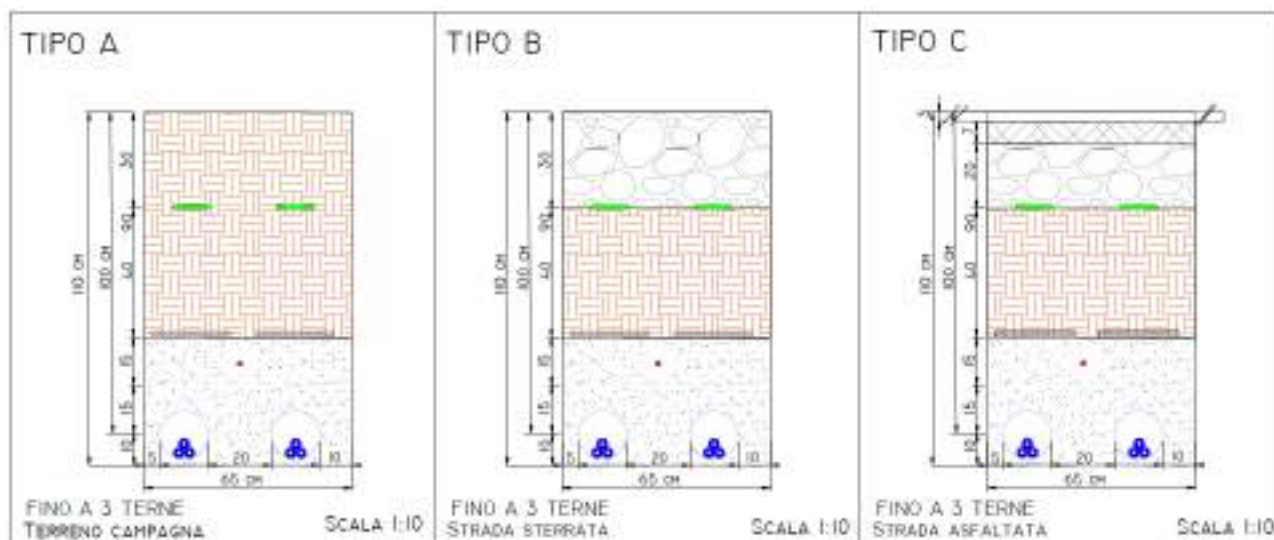
I materiali di risulta delle rotture stradali verranno gestiti mediante la Norma UNI EN 13108-8 che descrive il tipo di classificazione, i modi per smaltirlo correttamente e i controlli da effettuare per accertare eventuali impurità del fresato. Per conferire l'asfalto al gestore autorizzato allo smaltimento sarà necessario fornirgli le analisi sul rifiuto condotte ai sensi del DM 5/02/98 verranno consegnati all'apposito stabilimento di recupero e trasformazioni di materiale riciclato. Nel caso il conferimento ad un centro autorizzato è necessario:

- individuare un centro autorizzato al recupero o smaltimento terre e rocce da scavo (CER 170504);
- individuare l'eventuale deposito temporaneo presso cantiere di produzione (non deve superare i 3 mesi o i 20 m<sup>3</sup>);
- il trasporto deve essere effettuato da ditte iscritte all'Albo Gestori Ambientali o dell'impresa previa richiesta all'Albo per il trasporto in conto proprio;
- emettere Formulario di Identificazione per il trasporto.

In sede progettuale o al più prima dell'Inizio Lavori il centro autorizzato prescelto deve essere comunicato all'Ente per le necessarie verifiche. Il recupero delle terre e rocce da scavo CER 17 05 04 "terra e rocce", qualora debbano essere considerate rifiuti e quindi non ricomprese nell'ambito dell'art.186 D.Lgs 152/06 e s.m.i.

## 6.3 CAVIDOTTO MT– DA REALIZZARE ESTERNAMENTE ALL'IMPIANTO – COLLEGAMENTO LOTTO 2 - LOTTO 1

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee MT (Media tensione) esterne all'impianto si prevedono scavi a sezione di 650x1100 mm come rappresentati nella seguente figura:



**Figura 26 - TIPOLOGIE SEZIONI DI SCAVO LINEE MT ESTERNE ALL'IMPIANTO**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 75 di  
142

Per tali cavidotti la lunghezza planimetrica, la geometria della sezione di scavo e il volume complessivo di terreno da scavare sono riportati nella seguente tabella:

Linee cavidotto MT	Lunghezza (m)	Larghezza (m)	altezza (m)	Volume (mc)
Tratto AB - Strada vicinale del Castello sterrata	105,0	0,65	1,1	75,1
Tratto BC - Strada vicinale del Castello asfaltata	154,0	0,65	1,1	110,1
Tratto CD - Via Marignana Centro	164,0	0,65	1,1	117,3
Tratto DE - Via Bernava	830,0	0,65	1,1	593,5
Tratto EF - Via Banduzzo	1046,4	0,65	1,1	748,2
<b>TOTALE</b>	<b>2299,4</b>			<b>1644,1</b>

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti della linea MT interrata che collega la cabina di smistamento interna al Lotto 2 con quella di consegna interna al Lotto 1 è pari a **1644,1 mc**.

Per tali calcoli si è tenuto conto dell'utilizzo della tecnologia No-Dig, in corrispondenza delle due interferenze (metanodotto) e dell'utilizzo di staffaggi in corrispondenza dei due ponti incontrati lungo l'intero percorso con relative geometrie e sezioni (rif. TAV13).

#### 6.4 CAVIDOTTO AT – DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee AT (Alta tensione) interne all'impianto si prevedono scavi di sezione 1050x1600 mm come rappresentato nella seguente figura:

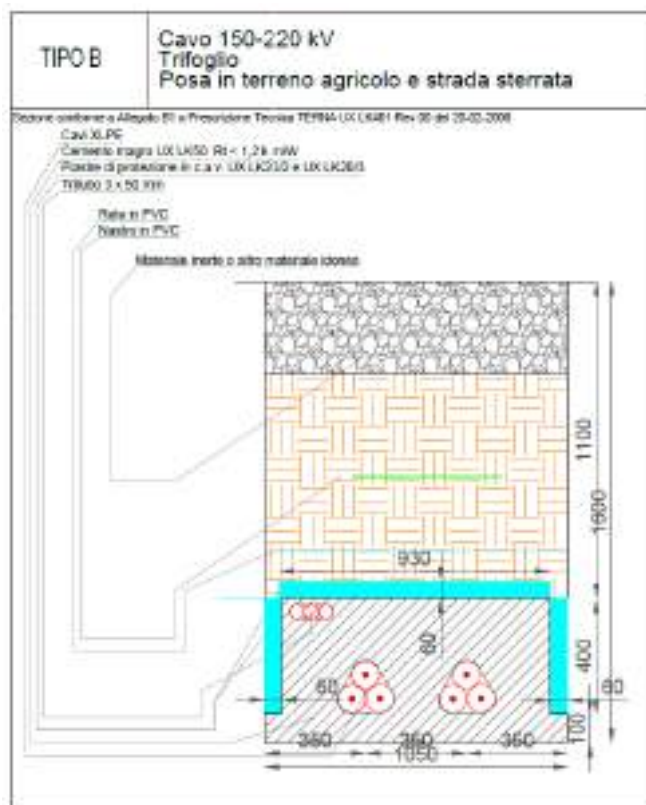


Figura 27 tipologie sezioni di scavo linee AT interne all'impianto

Per tali cavidotti la lunghezza planimetrica, la geometria della sezione di scavo ed il volume complessivo di terreno da scavare sono riportati nella seguente tabella:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

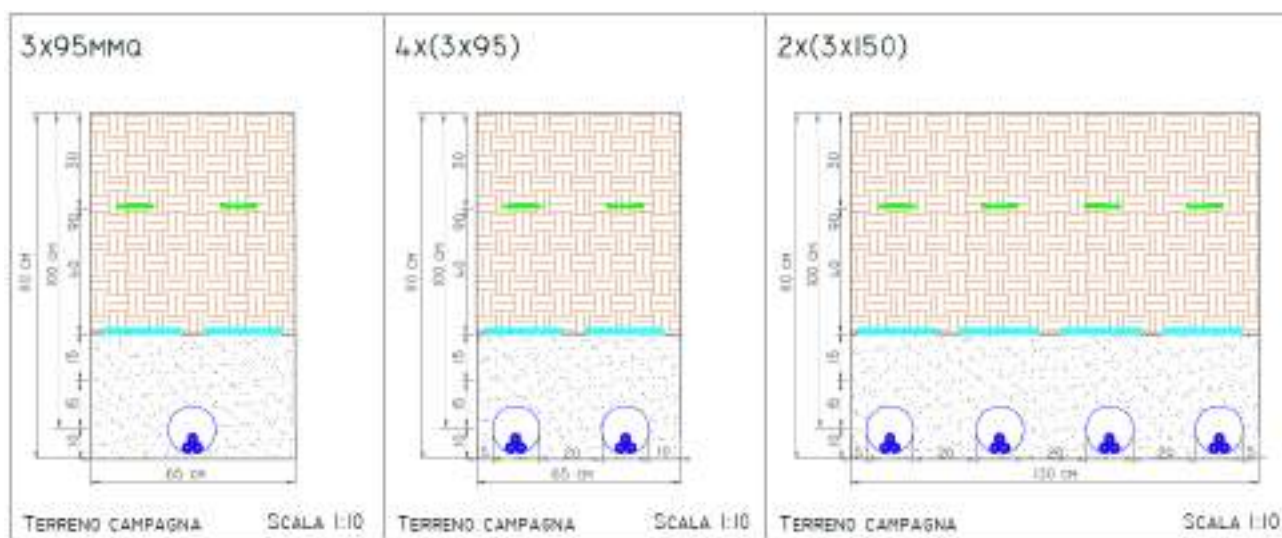
Pag 76 di  
142

Linee cavidotto AT interne	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
<b>Percorso Step Up - CP</b>	<b>113</b>	<b>1,05</b>	<b>1,6</b>	<b>189,84</b>

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti della linea AT interrata che collega la Step-Up interna al Lotto 1 con la CP di e-distribuzione adiacente a tale lotto è pari a **189,84 mc.**

### 6.5 CAVIDOTTO MT – DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL’IMPIANTO

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee MT (media tensione) si prevedono scavi a sezione di 650x1100 mm come rappresentati nella seguente Figura:



Per tali cavidotti la lunghezza planimetrica, geometria della sezione di scavo e il volume complessivo di terreno da scavare sono riportati nella seguente:

Linee cavidotto MT interne		lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
LOTTO 1	CCA-C.CONSEGNA	267	0,65	1,1	190,86
	CCB-C.CONSEGNA	237	0,65	1,1	169,15
	CCC-C.CONSEGNA	559	0,65	1,1	399,58
	CCD-C.CONSEGNA	609	0,65	1,1	435,46
	CCE-C.CONSEGNA	557	0,65	1,1	397,93
	C.CONSEGNA-STEP UP	30	1,30	1,1	42,90
	F-S1	178	0,65	1,1	127,27
LOTTO 2	CCF-C.SMISTAMENTO	340	0,65	1,1	243,34
	CCG-C.SMISTAMENTO	203	0,65	1,1	145,29
	S0-A	28	0,65	1,1	20,02
<b>TOTALE</b>		<b>3 007</b>			<b>2 171,79</b>

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee MT interne all'impianto è pari a **2171,79 mc.**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 77 di  
142

### 6.6 CAVIDOTTO BT – DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee BT (bassa tensione) si prevedono scavi a sezione di 400x600 mm per la linea in CC (corrente continua) e sezioni varie per quelle in CA (corrente alternata).

Per tali cavidotti la lunghezza planimetrica, geometria della sezione di scavo e il volume complessivo di terreno da scavare sono riportati nella seguente:

Linee cavidotto BT CA	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
<b>TOTALE LOTTO 1</b>	<b>2 751</b>			<b>1 213,28</b>
<b>TOTALE LOTTO 2</b>	<b>1 065</b>			<b>498,42</b>
<b>TOTALE</b>	<b>3 816</b>			<b>1 711,70</b>

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee BT in CA è pari a **1711,70** mc.

Linee cavidotto BT CC	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
<b>SOTTOCAMPO A</b>	645	0,4	0,6	<b>154,80</b>
<b>SOTTOCAMPO B</b>	784	0,4	0,6	<b>188,16</b>
<b>SOTTOCAMPO C</b>	967	0,4	0,6	<b>232,08</b>
<b>SOTTOCAMPO D</b>	912	0,4	0,6	<b>218,88</b>
<b>SOTTOCAMPO E</b>	424	0,4	0,6	<b>101,76</b>
<b>SOTTOCAMPO F</b>	730	0,4	0,6	<b>175,20</b>
<b>SOTTOCAMPO G</b>	786	0,4	0,6	<b>188,64</b>
<b>TOTALE</b>	<b>5 248</b>			<b>1 259,52</b>

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee BT è pari a **1259,52** mc.

	Volume (m3)	Lunghezza (m)
Linea BT CA	1 711,70	3 816
Linea BT CC	1 259,52	5 248
Linea BT CA per videosorveglianza ed illuminazione perimetrale	1 220,73	8 138
<b>TOTALE</b>	<b>4 191,95</b>	<b>17 202</b>

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee BT è pari a **4191,95** mc.

Nella seguente *Tabella* riassuntiva sono riportati i volumi parziali e il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione dei cavidotti:

	Volume (m3)	Lunghezza (m)
Linea MT esterna	1 644,07	2 367
Linea AT interna	189,84	113
Linea MT interna	2 171,79	3 007
Linea BT interna	4 191,95	17 202
<b>TOTALE</b>	<b>8 197,65</b>	<b>22 689</b>



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 78 di  
142

*E' opportuno precisare che circa il 60% del terreno scavato per la realizzazione dei cavidotti esterni sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo stesso; la restante parte sarà conferito a discarica autorizzata, di tratta di circa **1.479,7 mc** di materiale da conferire in discarica.*

*Gli altri movimenti terra interni ai layout di progetto saranno riutilizzati e non si prevede alcun conferimento in discarica.*

*La parte eventualmente eccedente sarà sparsa uniformemente su tutta l'area del sito a disposizione, per uno spessore limitato a pochi centimetri, mantenendo la morfologia originale dei terreni.*

## 6.7 VOLUMI COMPLESSIVI

In questo paragrafo di riportano le tabelle generali degli scavi interni ed esterni al layout di impianto

Nello specifico si rimanda anche alle tavole di progetto che analizzano le sezioni di scavo e l'andamento naturale del terreno:

- TAV10 – PLANIMETRIA DI PROGETTO CON TRACCIATO CONDOTTURE ELETTRICHE
- TAV12 – COLLEGAMENTO
- TAV13 – INTERFERENZE COLLEGAMENTO
- TAV14 – PLANIMETRIA GENERALE E SEZIONI PROFONDITA' SCAVI

### Movimenti interni al layout di cantiere

BILANCIO MOVIMENTI TERRA INTERNI		lunghezza (m)	larghezza (m)	profondità/altezza (m)	numero elementi	area (mq)	Volume (mc)
Scavi	Viabilità	-	3	0,2	-	30257,6	6051,5
	Cabina di consegna	-	-	0,65	1	131,0	85,2
	Cabina di smistamento	9,5	3	0,65	1	28,5	18,5
	Base stalli Step Up	32,8	12,5	0,6	1	409,4	245,6
	Trasformatore Step Up	9,0	6,0	1,7	1	54,0	91,8
	Vasca Step-Up	6,1	3,3	1,7	1	20,1	34,2
	Disoleatore Step-Up	3,6	1,4	2,0	1	5,0	10,1
	Cabina di campo	8,1	3,6	0,7	7	205,2	143,6
	Percorso ciclopedonale	-	-	0,2	-	5621,8	1124,4
	Linee illuminazione-videosorveglianza	8138	0,25	0,6	-	2034,5	1220,7
	Linee BT	9064	-	-	-	-	2971,2
	Linee MT	3007	-	-	-	-	2171,8
	Linea AT percorso Step Up - CP	113	1,05	1,6	-	-	189,8
Riporto	Linee illuminazione-videosorveglianza	8138	0,25	0,4	-	-	813,8
	Linee BT	9064	-	0,3	-	-	750,9
	Linee MT	3007	-	0,7	-	-	1382,0
	Linea AT percorso Step Up - CP	113	1,05	0,7	-	-	83,1
	Rialzi	-	-	-	-	-	1543,0
Totale	<b>Totale scavi (mc)</b>						<b>14358,5</b>
	<b>Volumi espansi 30% (mc)</b>						<b>18666,0</b>
	<b>Volumi recuperati 10% (mc)</b>						<b>5030,1</b>
	<b>bilancio terre (mc)</b>						<b>13635,9</b>



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 79 di  
142

***Movimenti esterni al layout di cantiere***

BILANCIO MOVIMENTI TERRA ESTERNI		lunghezza (m)	larghezza (m)	profondità/altezza (m)	numero elementi	area (mq)	Volume (mc)
<b>Scavi</b>	Linea MT	2299	0,65	1,1	1	1494,6	<b>1644,1</b>
<b>Riporto</b>	Linea MT	2299	0,65	0,4	1	1494,6	<b>597,8</b>
<b>Totale</b>	<b>Totale scavi (mc)</b>	<b>1644,1</b>					
	<b>Volumi espansi 30% (mc)</b>	<b>2137,3</b>					
	<b>Volumi recuperati 10% (mc)</b>	<b>657,6</b>					
	<b>bilancio terre (mc)</b>	<b>1479,7</b>					



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 80 di  
142

## 7. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E RICADUTE OCCUPAZIONALI

Si riportano i dati principali, per un maggiore approfondimento si rimanda al DOC18-PIANO DI CANTIERIZZAZIONE E RICADUTE OCCUPAZIONALI

Con riferimento all'impianto in oggetto si prevede l'impiego di:

- n. 13.139 unità giorno per la fase di costruzione;
- n. 174 unità giorno per la fase di costruzione del cavidotto MT;
- n. 3900 unità giorno ogni anno per la fase di gestione ripartite per l'esecuzione delle attività di gestione e manutenzione;
- n. 711 unità giorno ogni anno per attività agricola;
- n. 5265 unità giorno per la fase di dismissione.

Le fasi di costruzione, quelle di dismissione e le varie fasi ripartite per l'esecuzione delle attività di gestione e manutenzione vengono evidenziate nelle tabelle di seguito riportate:

Fase di costruzione					
Attività	Durata	Inizio	Fine	Operai richiesti	uomini giorno
Consegna lavori	0g	03/05/2025	03/05/2025	0	0
Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere	17g	03/05/2025	25/03/2025	30	510
Scotico del terreno	16g	26/03/2025	16/04/2025	20	320
Picchettamento terreno	13g	17/04/2025	05/05/2025	20	260
Realizzazione viabilità e piazzole	34g	06/05/2025	20/06/2025	15	510
Realizzazione recinzione	16g	23/06/2025	14/07/2025	45	720
Sbancamenti e sistemazione piano di posa per cabine	13g	23/06/2025	09/07/2025	10	130
Realizzazione percorso ciclopedonale	15g	10/07/2025	30/07/2025	10	150
Infissione pali e montaggio delle strutture di supporto	50g	23/06/2025	29/08/2025	50	2500
Realizzazione impianto di illuminazione	22g	10/07/2025	08/08/2025	50	1100
Posizionamento cabine e realizzazione impianto di terra cabine	28g	10/07/2025	18/08/2025	15	420
Realizzazione impianto antifurto	22g	19/08/2025	17/09/2025	20	440
Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro	40g	18/09/2025	12/11/2025	15	600
Installazione quadri di campo e parallelo cc	20g	13/11/2025	10/12/2025	20	400
Stringatura e cablaggi cc	26g	11/12/2025	15/01/2026	40	1040
Montaggio dei moduli fotovoltaici	34g	16/01/2026	04/03/2026	40	1360
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite	28g	05/03/2026	13/04/2026	18	504
Allestimento cabina di smistamento e di consegna	5g	14/04/2026	20/04/2026	10	50
Opere agronomiche	91g	15/07/2025	18/11/2025	15	1365
Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane	3g	21/04/2026	23/04/2026	0	0
Cablaggi	23g	21/04/2026	21/05/2026	30	690
Realizzazione opere di rete	90g	21/04/2026	24/08/2026	0	0
Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree	10g	25/08/2026	07/09/2026	7	70
Ultimazione lavori	0g	07/09/2026	07/09/2026	0	0
<b>Durata</b>	<b>396g</b>		<b>Totale uomini giorno</b>		<b>13.139</b>
<b>Max operai in cantiere (contemporanei)</b>					<b>129</b>

TABELLA 1. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE NELLA FASE DI CANTIERE





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 81 di  
142

<b>Calcolo unità lavorative all'anno nella fase di gestione</b>		
<b>Attività di pulizia dei moduli</b>	<b>quantità</b>	<b>u.m.</b>
metri quadri da pulire	244.920,71	mq
numero pulizie/anno	4	n°
metri quadri puliti giornalmente per ogni operaio	800	mq/uomo
<b>Uomini giorno pulizia</b>	<b>1225</b>	<b>uomini giorno/anno</b>
<b>Attività di taglio dell'erba e manutenzione delle aree verdi (lotto2)</b>		
metri quadri da pulire	118.260,00	mq
numero pulizie/anno	4	n./anno
metri quadri mantenuti giornalmente per ogni operaio	3000	mq/uomo
<b>uomini giorno pulizia</b>	<b>158</b>	<b>uomini giorno/anno</b>
<b>Attività di videosorveglianza e monitoraggio della produzione energetica</b>		
ore/giorno dedicate al monitoraggio	24	h/giorno
numero di giorni/anno di videosorveglianza	365	g/anno
<b>Uomini giorno videosorveglianza</b>	<b>1095</b>	<b>uomini giorno/anno</b>
<b>Altre attività di manutenzione ordinaria</b>		
<b>Uomini giorno</b>	<b>386</b>	<b>uomini giorno/anno</b>
<b>Attività di manutenzione straordinaria</b>		
<b>Uomini giorno</b>	<b>483</b>	<b>uomini giorno/anno</b>
<b>Attività coltivazione (lotto1)</b>		
metri quadri da coltivare	390.144,58	ha
numero pulizie/anno	4	n./anno
metri quadri mantenuti giornalmente per ogni operaio	3000	mq/uomo
<b>Uomini giorno</b>	<b>520</b>	<b>uomini giorno/anno</b>
<b>Attività apistica</b>		
arnie	20	n°
ore annuali dedicate	264	h
<b>Uomini giorno</b>	<b>33</b>	<b>uomini giorno/anno</b>
<b>Totale uomini giorno fase di gestione e manutenzione</b>	<b>3900</b>	<b>uomini giorno/anno</b>

TABELLA 2. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE NELLA FASE DI GESTIONE



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 82 di  
142

Per l'intervento di dismissione dell'impianto in progetto si presume l'impiego di massimo 110 operai contemporaneamente in cantiere per un totale di **5.265** uomini giorno.

È possibile prevedere una durata del cantiere pari a circa 109 giorni lavorativi. Per durata di cantiere si intende l'esecuzione di tutte le attività di cantiere fino allo smantellamento delle attrezzature di cantiere e pulizia delle aree temporanee.

Il Cronoprogramma è riportato in tabella

Evento	Inizio [giorno]	Fine [giorno]	Durata [gg]	operai richiesti	Uomini giorno
Consegna lavori	0	0	0	0	0
Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere	0	17	17	30	510
Comunicazione fine attività agli Enti	18	20	3	0	0
Smantellamento Step-Up	18	30	13	20	260
Smantellamento cablaggi MT e BT	18	21	4	30	120
Dismissione cabine di smistamento e di consegna	31	32	2	20	20
Disconnessione inverter	33	38	6	40	240
Smontaggio dei moduli fotovoltaici	33	43	11	60	660
Rimozione stringatura e cablaggi cc	44	54	11	60	660
Rimozione quadri di campo e parallelo cc	55	57	3	35	105
Rimozione cavidotti, corrugati e pozzetti, reinterro	58	60	3	20	60
Rimozione impianto antifurto	61	63	3	60	180
Rimozione cabine e impianto di terra cabine	33	33	1	29	30
Demolizione/rimozione impianto di illuminazione	64	68	5	60	300
Rimozione pali/viti e smontaggio delle strutture di supporto	44	63	20	32	640
Rimozione recinzione	64	68	5	50	250
Smantellamento viabilità e piazzole	69	80	12	30	360
Sistemazione e ripristino terreno allo stato ante operam	81	97	17	30	510
Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree	98	109	12	30	360
Ultimazione lavori	109	109	0	0	0
<b>totale uomini giorno</b>					<b>5265</b>
<b>max operai in cantiere (contemporanei)</b>					<b>110</b>

In considerazione della vita utile stimata per l'impianto in 30 anni si ottengono complessivamente i valori riportati alla tabella seguente:

Unità impiegate in fase di costruzione	12.224
Unità impiegate in fase di gestione	117.000
Unità impegnate in fase di dismissione	5.265
Totale	134.509
<b>Anni/uomo corrispondenti</b>	<b>4.484</b>

**TABELLA 3. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE COMPLESSIVE**



## 7.1 DESCRIZIONE DELLE FASI INDIVIDUATE NEL CRONOPROGRAMMA

### 7.1.1 Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere

Il lavoro consiste nel montaggio delle segnalazioni, delimitazioni, degli accessi e della cartellonistica, la realizzazione di infrastrutture civili-impiantistiche di cantiere quali la predisposizione delle aree di stoccaggio dei materiali, la realizzazione di impianto elettrico di cantiere anche mediante l'allestimento di gruppi elettrogeni se non sono disponibili forniture BT ed alimentazione, impianto di terra, eventuali dispositivi contro le scariche atmosferiche, la predisposizione di bagni e spogliatoi, box mensa, box uffici (se non messi a disposizione dalla committenza), il montaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se necessarie e di tutte le recinzioni, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai fini della sicurezza, nonché l'adozione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali.

Ove bagni e spogliatoi non siano messi a disposizione dalla committenza, una volta predisposta l'area del cantiere verrà installato un container adibito ad ufficio di cantiere. Il container sarà trasportato nel sito mediante camion e posizionato sul cantiere mediante gru idraulica. Una volta sul cantiere il container viene ancorato e predisposto al collegamento degli impianti energetici.

**FIGURA 28 - ALLESTIMENTO CANTIERE**



### 7.1.2 Analisi e valutazione degli impatti dei cantieri per la realizzazione dei cavidotti di progetto

Il cavidotto di progetto è illustrato nella tavola "TAV12 – COLLEGAMENTO" e nella tavola "TAV13 – INTERFERENZE COLLEGAMENTO".

I cavidotti in media tensione saranno dotati di due terne e saranno interrati per i primi metri su strada interpoderale sterrata attraversante i campi e successivamente posate su carreggiata asfaltata, tenendo conto degli eventuali sottoservizi e interferenze. Vengono indicati gli ostacoli dei sottoservizi individuati, gli interventi puntuali di ogni scavo no-dig che verranno effettuati e le sezioni tipologiche stradali delle posizioni delle terne sui lati stradali.

Le scelte tecniche per la realizzazione del cavidotto prevedono scavi a sezione ristretta combinati con la tecnologia no-dig. Dunque, si avrà la rottura delle strade nelle zone prive di sottoservizi, tali esecuzioni prevedono il ripristino della sede stradale. Ci saranno, inoltre, delle specifiche aree come, ad esempio, il superamento di rotatorie, di centri abitati e/o sottoservizi dove il passaggio dei cavidotti verrà eseguito con la tecnica dello scavo teleguidato.

Il tracciato degli elettrodotti in cavo interrato, riportati negli allegati grafici a corredo del progetto, è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 84 di  
142

Tale tracciato sarà ricadente nel comune di Sesto al Reghena.

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- limitare l'interessamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- limitare l'interessamento di case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità già esistente nel territorio.

Le soluzioni adottate per i cavidotti (percorsi interrati) non comportano problematiche di inquinamento elettromagnetico dell'ambiente.

La presenza dei cavi nel sottosuolo di strade asfaltate è opportuno che venga segnalata in superficie mediante l'apposizione, indicativamente a distanza di 50 m l'uno dall'altro e comunque in ogni deviazione di tracciato, di segnalatori di posizione cavi e giunti. Nei casi di posa in terreni agricoli la presenza del cavo deve essere segnalata tramite paletti portanti cartelli indicatori "presenza cavo".

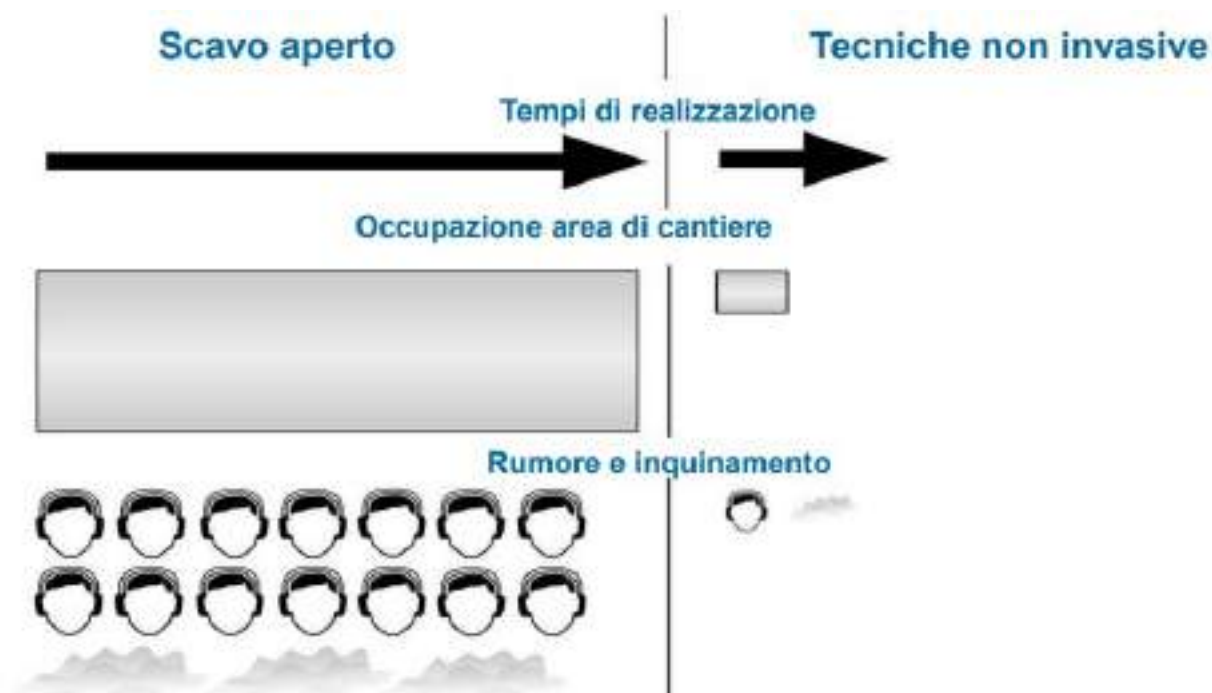
Tutte le specifiche tecniche relative al numero di cavi utilizzati ed alla loro sezione sono indicate nella relazione tecnica specialistica delle opere elettriche allegata al progetto.

Preventivamente, per tale impianto, viene installato un servizio di cantiere, costituito essenzialmente da un deposito di cantiere per il ricevimento e lo smistamento delle bobine di cavo e dei materiali ed attrezzature e dagli uffici di direzione e sorveglianza annessi.

Alla realizzazione dei lavori, compreso il trasporto dei materiali, è associabile una immissione di rumore nell'ambiente molto limitata nel tempo e paragonabile a quella delle tecniche agricole usuali nella zona.

In particolare, nell'esecuzione degli scavi di trincea, la rumorosità non risulta eccessivamente elevata essendo provocata da un comune escavatore e quindi equiparabile a quella delle macchine agricole.

Alcuni tratti del cavidotto saranno posati con tecnologia No-Dig. La caratteristica principale della trivellazione orizzontale guidata (no-dig) è la possibilità di effettuare la posa in opera di un servizio richiesto in alternativa allo scavo a cielo aperto. La perforazione orizzontale è una tecnica innovativa molto apprezzata sia per la sua versatilità e capacità di realizzare i più comuni interventi, sia per completare con successo problematiche che fino a poco tempo fa sembravano improponibili. L'uso della tecnologia no-dig elimina inoltre i negativi impatti sull'ambiente naturale e costruito.



**Figura 29 - confronto tra scavo aperto e tecniche non invasive**

Alla realizzazione dei lavori composti principalmente di scavi ristretti a cielo aperto, mitigata dall'utilizzo in numerosi tratti della tecnica No-Dig, è associabile una modestissima immissione di polveri nell'ambiente in quanto la maggior parte del terreno verrà posto a lato dello scavo stesso per essere riutilizzato successivamente alla posa del cavo come materiale di riempimento, e sarà predisposto un sistema di bagnatura dei risultati dello scavo al fine di evitare al massimo le dispersioni di polveri in atmosfera.

Si dovranno realizzare le seguenti connessioni interrate:

- Collegamento interno del campo fotovoltaico in corrente alternata in bassa tensione per illuminazione e videosorveglianza perimetrale;
- Collegamento interno al campo fotovoltaico in corrente alternata in bassa tensione tra gli inverter e le cabine di campo;
- Collegamento interno al campo fotovoltaico in media tensione tra le cabine di campo e la cabina di smistamento (interna al Lotto 2);
- Collegamento interno al campo fotovoltaico in media tensione tra le cabine di campo e la cabina di consegna (interna al Lotto 1);
- Collegamento in media tensione tra la cabina di smistamento interna al Lotto 2 e la cabina di consegna interna al Lotto 1 (percorso esterno all'area d'impianto);
- Collegamento in media tensione tra la cabina di consegna interna al Lotto 1 e la Step-Up;
- Collegamento in alta tensione tra la Step Up e la CP di e-distribuzione adiacente al Lotto 1.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 86 di  
142

**Percorso A:**

In particolare, per l'esecuzione dei lavori nelle diverse fasi il cantiere avrà le seguenti caratteristiche:

Numero di addetti	1 squadra = 6 operatori
Periodo di occupazione stimata	Sesto al Reghena 23 giorni; <b>Totale 23 giorni.</b>
Lunghezza collegamento	Sesto al Reghena 1.776 m; <b>Totale 1.776 m.</b>
Produzione stimata	80 m/giorno
Strade di accesso	viabilità ordinaria e secondaria
Mezzi necessari	Escavatore Argano a motore Camion per trasporto materiale Automezzi per trasporto personale Trivella Pantografo

Per quanto riguarda il cavidotto che collega la cabina di smistamento interna al Lotto 2 e la cabina di consegna interna al Lotto 1:

- Nel comune di Sesto al Reghena si percorrerà una strada comunale sterrata per 72 m circa, una strada comunale asfaltata per 193 m circa, Via Marignana Centro per 604 m circa, Via Settimo per 220 m circa, Via Banduzzo per 687 m circa.

Note di dettaglio sui percorsi adottati – Collegamento Lotto 2 – Lotto 1:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 87 di  
142

***Strada vicinale sterrata del Castello.***

Lunghezza scavi circa 105 m



***Primo tratto all'esterno dell'area di progetto***

La porzione stradale ha una carreggiata da 3 m circa di larghezza e presenta un fondo erboso con misto ghiaia e sabbia. Risulta fiancheggiata da campi coltivati.

Gli scavi interesseranno il centro della carreggiata.



***Scavi cavidotti MT***

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **1 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.

Si sottolinea che il tratto stradale è caratterizzato da traffico poco intenso e di tipo principalmente agricolo, in quanto conduce ai campi.

***Strada vicinale asfaltata del castello.***

Lunghezza scavi circa 166 m



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

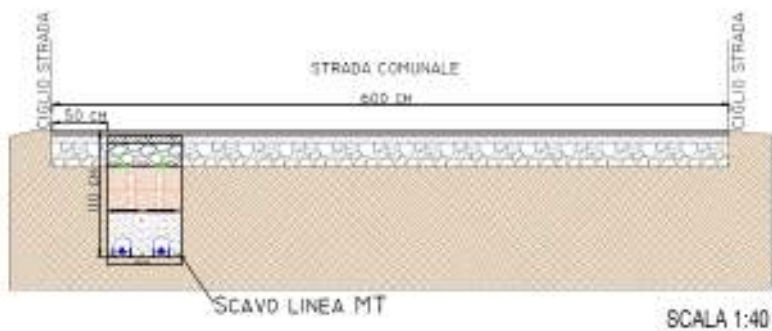
Pag 88 di  
142



*Incrocio tra Via Castello e Via XXX Aprile*

La porzione stradale ha una carreggiata da 4 m circa di larghezza. È circondata da campi coltivati ed abitazioni e attraversa il Fiume Caomaggiore in prossimità del Lotto 2.

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



*Scavi cavidotti MT*





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 89 di  
142

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico poco intenso.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **2 giorni lavorativi** inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 90 di  
142

***Via Marignana Centro.***  
***Lunghezza scavi circa 604 m***



***Primo tratto di strada in prossimità del campo***



***Tratto che attraversa il fiume***



***Incrocio con Via Stazione e Via Bernava***



***Tratto che attraversa la frazione***



***Incrocio con Via Giotto di Bondone***

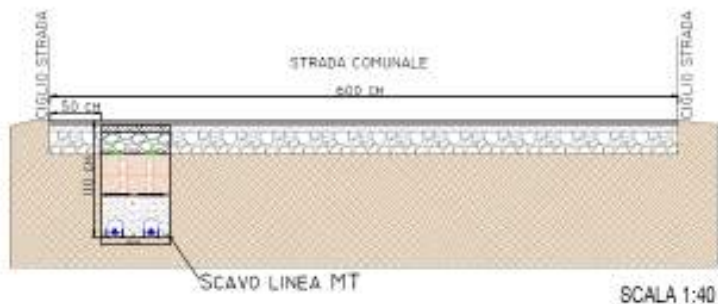
Via Marignana Centro è una strada asfaltata con carreggiata da 6 m circa, attraversa il Fiume Caomaggiore, incrocia Via Stazione da Nord e Via Bernava da Ovest, prosegue attraversando la frazione omonima fino all'incrocio con Via Giotto di Bondone da Est, dove assume la denominazione di Via Settimo.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 91 di  
142

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



**Scavi cavidotti MT**

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso, in quanto attraversa il centro abitato.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **8 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 92 di  
142

### **Via Settimo (SP42)**

**Lunghezza scavi circa 220 m**



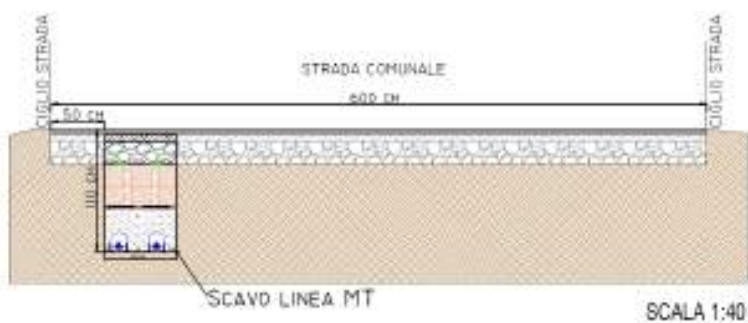
**Primo tratto in prossimità dell'incrocio con  
Via Giotto di Bondone**



**Incrocio con Via Banduzzo**

Via Settimo è una strada asfaltata con carreggiata da 6 m circa, attraversa parte di frazione Marignana e prosegue verso Sud.

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



**Scavi cavidotti MT**

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 93 di  
142



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso in quanto attraversa il centro abitato. Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **3 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig

***Via Banduzzo.***

***Lunghezza scavi circa 687 m***



***Primo tratto***



***Tratto che costeggia la CP***

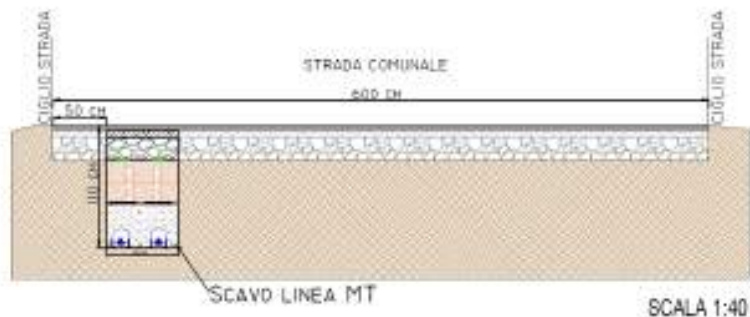
Via Banduzzo è una strada asfaltata con carreggiata da 4 m circa, attraversa campi coltivati, costeggia la CP di e-distribuzione proseguendo poi verso Ovest.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 94 di  
142

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



**Scavi cavidotti MT**

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso, in quanto conduce ai campi e ad aree industriali limitrofe.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **9 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 95 di  
142

**Percorso B:**

In particolare, per l'esecuzione dei lavori nelle diverse fasi il cantiere avrà le seguenti caratteristiche:

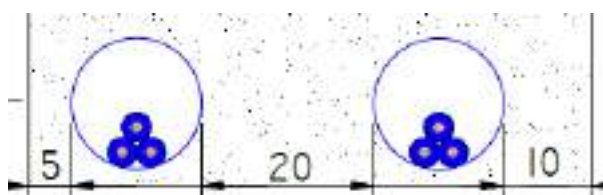
Numero di addetti	1 squadra = 6 operatori
Periodo di occupazione stimata	Sesto al Reghena: 29 giorni; <b>Totale 29 giorni.</b>
Lunghezza collegamento	Sesto al Reghena: 2.367 m; <b>Totale 2.367 m.</b>
Produzione stimata	80 m/giorno
Strade di accesso	viabilità ordinaria e secondaria
Mezzi necessari	Escavatore Argano a motore Camion per trasporto materiale Automezzi per trasporto personale Trivella Pantografo

Per quanto riguarda la volumetria di terreno scavato per l'elettrodotto esterno in MT si tratta di circa **1644,07 mc** di sterro;

Questo materiale per il 60 % sarà riutilizzato per la realizzazione del cavidotto, la restante parte sarà portata presso impianti di trattamento e recupero che riutilizzano il materiale per il sedime stradale.

- Come già indicato, il superamento delle interferenze avverrà mediante la tecnologia No-Dig; sono state riscontrate 4 interferenze dislocate nei diversi tratti di collegamento, di seguito un riepilogo per tratto:
- Tratto AB – Strada vicinale sterrata del Castello;
- Tratto BC – Strada vicinale asfaltata del Castello (1 interferenze): 1 ponte;
- Tratto CD – Via Marignana Centro (1 interferenze): 1 ponte;
- Tratto DE – Via Bernava;
- Tratto EF – Via Banduzzo (2 interferenze): 2 metanodotti.

Nel caso di progetto si tratta di due terne di cavi inseriti in due corrugati dal diametro di 15 cm. La testa di perforazione è dotata di una sonda con la quale è possibile registrare continuamente l'avanzamento delle condotte monitorando così le quote e le posizioni.



**Sezione delle terne all'interno dei corrugati da 15 cm**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 96 di  
142

Nella **Figura 15** viene mostrata come avviene l'intestazione dei fori nella tecnologia no-dig.

Si stima che l'area di intervento in ingresso e in uscita del no-dig sia di 1 m<sup>2</sup>.



**Figura 15 - Intestazione foro no-dig**

Il tracciato del cavidotto percorrerà il Comune di Sesto al Reghena.

Per quanto riguarda il cavidotto che collega il Lotto 2 di progetto alla cabina di consegna interna al Lotto 1:

- Nel comune di Sesto al Reghena si percorrerà una strada vicinale sterrata per 105 m circa, una strada vicinale asfaltata per 166 m circa, Via Marignana Centro per 180 m circa, Via Bernava per 830 m circa, Via Banduzzo per 1086 m circa.

Note di dettaglio sui percorsi adottati – Collegamento Lotto 2 – Lotto 1:

***Strada vicinale sterrata del Castello.***

**Lunghezza scavi circa 105 m**



***Primo tratto all'esterno dell'area di progetto***





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 97 di  
142

La porzione stradale ha una carreggiata da 3 m circa di larghezza e presenta un fondo erboso con misto ghiaia e sabbia. Risulta fiancheggiata da campi coltivati.

Gli scavi interesseranno il centro della carreggiata.



**Scavi cavidotti MT**

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **1 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.

Si sottolinea che il tratto stradale è caratterizzato da traffico poco intenso e di tipo principalmente agricolo, in quanto conduce ai campi.

### ***Strada vicinale asfaltata del Castello.***

Lunghezza scavi circa 166 m



**Incrocio tra Via Castello e Via XXX Aprile**

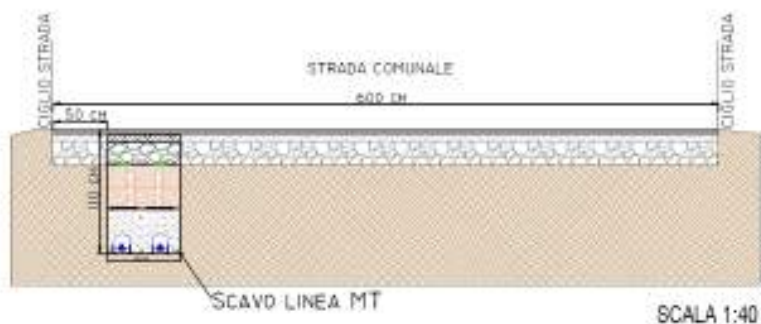
La porzione stradale ha una carreggiata da 4 m circa di larghezza. È circondata da campi coltivati ed abitazioni e attraversa il Fiume Caomaggiore in prossimità del Lotto 2.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 98 di  
142

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



**Scavi cavidotti MT**

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico poco intenso.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **2 giorni lavorativi** inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 99 di  
142

***Via Marignana Centro.***  
***Lunghezza scavi circa 180 m***



***Primo tratto di strada in prossimità del campo***

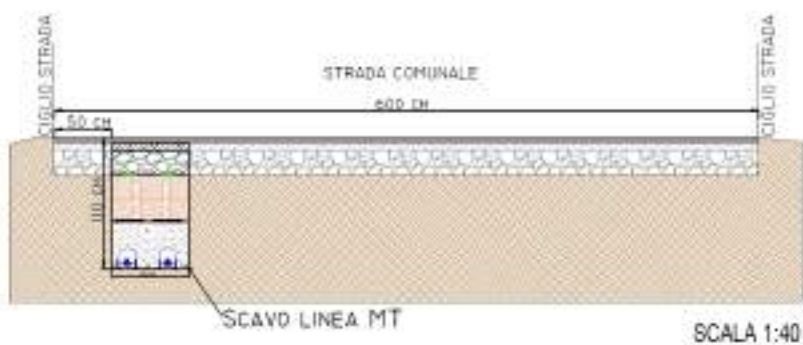


***Tratto che attraversa il fiume***



***Incrocio con Via Stazione e via Bernava***

Via Marignana Centro è una strada con carreggiata da 6 m circa, attraversa il Fiume Caomaggiore fino ad incrociare Via Stazione da Nord e Via Bernava da Ovest.  
Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



***Scavi cavidotti MT***



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 100 di  
142

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso, in quanto attraversa il centro abitato.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **2 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 101 di  
142

***Via Bernava.***

***Lunghezza scavi circa 830 m***



***Primo tratto in uscita dalla frazione***



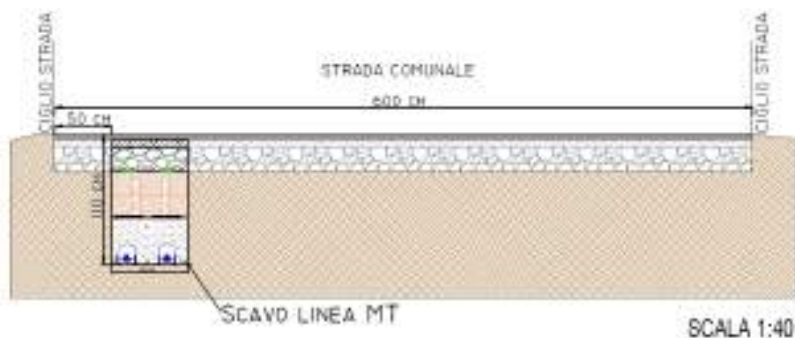
***Tratto centrale***



***Tratto in corrispondenza dell'incrocio con Via Banduzzo***

Via Bernava è una strada asfaltata con carreggiata da 6 m circa, costeggia alcune abitazioni di frazione Marignana a Nord e prosegue verso Ovest attraversando campi coltivati.

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



***Scavi cavidotti MT***



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 102 di  
142

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso in quanto esce dal centro abitato e conduce ai campi.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **10 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 103 di  
142

### **Via Banduzzo**

**Lunghezza scavi circa 1086 m**



**Primo tratto**



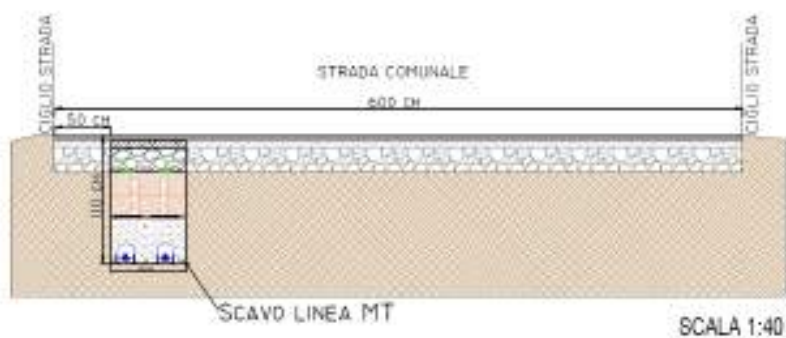
**tratto in prossimità della rotonda i Platani**



**Tratto in prossimità del Lotto 1**

Via Banduzzo è una strada asfaltata con carreggiata da 3 m circa, lungo la porzione tra Via Bernava e la rotonda, e con carreggiata da 4 m circa lungo la porzione successiva. Attraversa campi coltivati ed alcune abitazioni.

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



**Scavi cavidotti MT**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 104 di  
142

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso, in quanto conduce ai campi e ad aree industriali limitrofe.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **14 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.

### 7.1.3 Scelta percorso collegamento

In natura dei criteri progettuali precedentemente esposti si decide di optare per il Percorso B di collegamento. Il percorso B risulta più lungo di 591 m circa rispetto al percorso A, ma la maggior lunghezza viene sopperita da una notevole diminuzione di interferenze riscontrate durante il tragitto. Nello specifico si evita l'attraversamento di Frazione Marignana lungo l'SP42 ricca di sottoservizi di varia natura che obbligherebbero ad un notevole utilizzo della tecnologia No-Dig con costi tecnico economici decisamente maggiori. Si limita quindi l'interessamento di nuclei e centri abitati, transitando su aree di minor pregio ed interessando prevalentemente aree agricole.

#### Gestione della viabilità

Preliminarmente all'esecuzione delle attività verrà sottoposto al Comando di Polizia Urbana competente del comune un piano dettagliato di occupazione temporanea della viabilità pubblica indicando larghezza e lunghezza del cantiere mobile e la specifica della segnaletica stradale, la eventuale presenza di impianti semaforici o di movieri qualificati alla gestione del traffico, in applicazione del Codice della Strada e del Piano di Sicurezza che verrà adottato.

#### Impatto acustico

I valori di immissione acustica del cantiere mobile, superiori certamente ai 100 dbA in alcuni momenti, saranno limitati negli orari e organizzati secondo le indicazioni riportate nel SIA e nella relazione Acustica. Si tenga comunque conto della traslazione giornaliera del cantiere che limita il disagio a periodi di tempo molto contenuti.

#### Le polveri

Nei centri abitati, in presenza di clima secco e ventilato, si provvederà a bagnare gli scavi e le terre estratte anche sugli automezzi in modo da limitare le emissioni.

#### Impatto del traffico nei comuni limitrofi





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 105 di  
142

L'incremento di traffico dovuto a queste squadre di lavoro appare minimo. Tuttavia, ai fini del traffico, è possibile considerare l'intera operazione, che comprende il trasporto dei materiali (cavi, cabine, moduli fotovoltaici e tracker) nel sito di progetto.

È possibile stimare il numero di autocarri necessari al trasporto di detti materiali.

	n.	autocarri
	93	
<b>Moduli fotovoltaici</b>	665	407
<b>Tracker 1x12</b>	115	12
<b>Tracker 1x13</b>	270	27
<b>Tracker 1x25</b>	294	59
<b>Tracker 1x50</b>	292	117
<b>Tracker 1x75</b>	891	446
<b>Inverter</b>	130	1
<b>Cabina di Campo</b>	7	4
<b>Cabina di Consegna</b>	1	1
<b>Cabina di Smistamento</b>	1	1
<b>Step Up</b>	1	3
<b>Control Room</b>	1	1
<b>Totale trasporti principali</b>		1077
<b>Altri materiali 10%</b>		108
<b>Giorni lavoro complessivi</b>		<b>396</b>
<b>Trasporti medi giornalieri</b>		3

Come si può osservare, l'incremento di traffico è veramente modesto.

#### 7.1.4 Scotico del terreno

Il lavoro consiste nella pulizia e nel parziale livellamento del terreno, al fine di una corretta installazione dei moduli fotovoltaici. Si utilizzeranno mezzi meccanici cingolati e lama livellatrice.



**Figura 31 – PULIZIA TERRENO**



**Figura 30– LIVELLAMENTO TERRENO**



### 7.1.5 Mitigazione delle polveri

Per la fase di esercizio dei lavori in cantiere si stimano emissioni di polveri. Le principali cause sono individuate tra le seguenti attività:

- operazioni di movimento terra indotti dai lavori (scavi, deposito terre da scavo riutilizzabili)
- trasporti interni al cantiere da e verso l'estero (materie prime, spostamenti mezzi di lavoro)
- presenza di vento

Le emissioni possono essere calcolate secondo la relazione ricavata dal "Compilation of air pollutant emission factors" –EPA-, Volume I Stationary Point and Area Sources (Fifth Edition):

$$E = A \times F$$

Dove:

- E indica le emissioni;
- A è l'indicatore dell'attività correlato con le quantità emesse (grandezza caratteristica della sorgente che può essere strettamente correlata alla quantità di inquinanti emessi in aria)
- F il fattore di emissione (massa di inquinante emessa per una quantità unitaria dell'indicatore).

La stima del fattore di emissione dipende da due situazioni corrispondenti a terreno secco ed a terreno imbibito d'acqua mediante annaffiatura con autobotti.

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di movimento terra è ricavato da "AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles" ed è il seguente:

$$F = k(0,0016) \left( \frac{U}{2,2} \right)^{1,3} / \left( \frac{M}{2} \right)^{1,4} [kg/t]$$

Dove: k è la costante moltiplicativa adimensionale variabile che nel caso delle polveri totali è uguale a 0,74; U è la velocità media del vento [m/s]; M è l'umidità del materiale accumulato [%].

I valori della velocità del vento di impiego previsto del modello rientrano nel range 0,6÷6 m/s, nella scala Baeufort questi due valori corrispondono rispettivamente alla bava di vento (Grado 1) e ad una brezza vivace (Grado 4), mentre quelli dell'umidità del materiale 0,25÷4,8 %, il valore più basso indica le condizioni normali del terreno, il valore più alto indica le condizioni post-innaffiamento.

Nella simulazione considerando la velocità del vento a 6 m/s e il terreno prima in condizioni normali e dopo imbevuto d'acqua si ottengono i seguenti valori del fattore di emissione F:

- Condizioni normali F= 0,08 kg/t
- Condizioni post-innaffiamento F=0,0013 kg/t

La relativa analisi permette pertanto di valutare l'efficacia della bagnatura come sistema per l'abbattimento della polverosità che può arrivare anche oltre il 98 %.

### 7.1.6 Picchettamento del terreno



**Figura 32– PICCHETTAMENTO**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 107 di  
142

Il lavoro consiste nel rilievo del terreno, la delimitazione esatta ed il picchettamento di tutte le aree interessate all'esecuzione delle opere ed in particolar modo la definizione di tutte le aree di viabilità, l'esatto posizionamento di eventuali recinzioni permanenti e cabine, la definizione di tutte le aree interessate all'installazione delle strutture di supporto per il successivo montaggio dei moduli fotovoltaici.

**7.1.7 Realizzazione viabilità e piazzole**

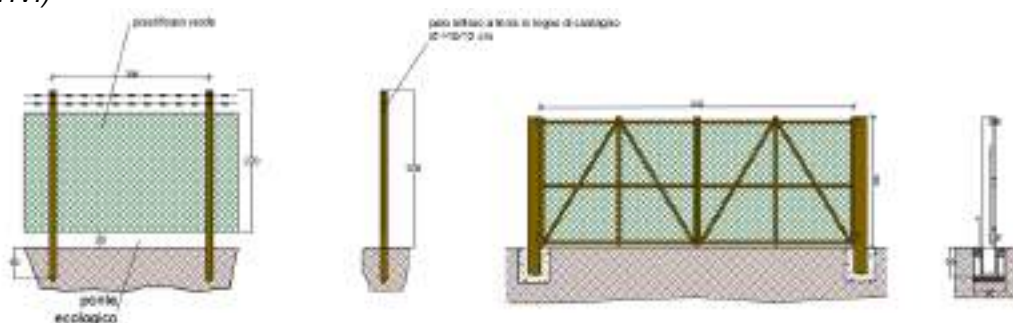
Il lavoro consiste nella realizzazione delle vie di accesso al sito precedentemente individuate e tracciate, rendendole adeguate al passaggio dei mezzi di cantiere.



**Figura 33 – VIABILITÀ INTERNA**

**7.1.8 Realizzazione recinzione**

Il lavoro consiste nella predisposizione della recinzione e dunque dalla messa in ripristino dei supporti (piantane) fissati al terreno con tecnologia a battipalo o con piccola fondazione in cemento e il montaggio della rete metallica. La fase finale dell'installazione della recinzione consiste nella messa in opera della rete metallica e dei cancelli o aperture presenti. All'interno del progetto i pali previsti per la realizzazione della recinzione sono in legno di castagno, come anche il cancello di ingresso. (TAV07 - *PARTICOLARI COSTRUTTIVI*)



**Figura 34 – STRALCIO DELL'ELABORATO GRAFICO CON DETTAGLI DI RECINZIONE E CANCELLI DI INGRESSO**

**7.1.9 Sbancamenti e realizzazione piano di posa cabine**

Il lavoro consiste nella costruzione del piano di posa (sabbione livellato) su cui verranno alloggiare le cabine prefabbricate, gli inverter e i trasformatori. La prima fase è quella di compiere le operazioni di scavo dopo gli opportuni tracciamenti. La fase successiva è quella di versare e livellare la sabbia che sarà trasportata appositamente in loco dai mezzi d'opera.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 108 di  
142



**Figura 35 – SBANCAMENTO PIANO POSA CABINE**

**7.1.10 Realizzazione percorso ciclopedonale**

Il lavoro consiste nella realizzazione del tracciato ciclopedonale da progetto.

La prima fase è quella di predisposizione del fondo, compiendo le operazioni di riporto dopo gli opportuni tracciamenti. Seguirà versamento e livellazione del misto adatto trasportato in loco dai mezzi d'opera. La fase successiva sarà quella di posa del manto della pista.



**Figura 36 – PISTA CICLOPEDONALE**

**7.1.11 Installazione cabine**

Le operazioni da eseguire sono la posa della struttura prefabbricata e l'assemblaggio delle diverse parti che costituiscono la cabina avendo cura di predisporre tutti i passaggi per i cavi.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 109 di  
142

Vengono inoltre eseguite le operazioni di stesura e formazione della rete di terra e dei relativi dispersori e la posa in opera dei pozzetti nelle immediate vicinanze delle cabine elettriche.



**Figura 37– INSTALLAZIONE CABINE**

**7.1.12 Infissioni pali/viti montaggio strutture di supporto**

Il lavoro consiste nell'infissione pali con macchina battipalo per l'ancoraggio a terra della struttura portante il generatore fotovoltaico (la struttura portante verrà successivamente montata su palo).



**Figura 38 – MACCHINA BATTIPALO PER INFISSIONE PALI**

I **pali FDP (Full Displacement Pile)** sono una tipologia di pali di medio diametro che viene normalmente impiegata come fondazione profonda. Durante la realizzazione dei pali FDP, grazie all'utilizzo dell'utensile dislocatore, il terreno scavato viene per la maggior parte compresso lateralmente sulla parete del foro e questo comporta sia un incremento della resistenza del terreno, sia una notevole diminuzione del terreno asportato (e quindi una riduzione dei costi di trasporto e conferimento a discarica).

Rispetto alle classiche tecniche di esecuzione di pali trivellati o ad elica continua (CFA) la capacità portante risulta essere superiore, a parità di diametro, valutabile tra il 50 ed il 100%. Ciò è dovuto alla "ridistribuzione" delle tensioni nel terreno nell'intorno dello scavo tale da creare un addensamento dello stesso.

Non sono inoltre presenti vibrazioni o urti all'atto dell'esecuzione del palo, evitando quindi disturbo alle zone attigue al cantiere.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 110 di  
142

L'esecuzione del palo FDP non prevede l'utilizzo di fanghi di lavorazione per il sostegno del foro e non produce residui di lavorazione, a differenza dei pali ad elica continua (CFA) e dei classici pali trivellati. Non sono quindi presenti problematiche legate allo smaltimento di terreni inquinati, siano essi terreni contaminati da fanghi di lavorazione che terreni già contaminati in sito.

In generale la soluzione FDP prevede i seguenti benefici:

1. **Maggior rapidità esecutiva** dei singoli pali con buone produzioni giornaliere contro i pali trivellati di diametro medio (1000÷1200mm);
2. **Assenza di asportazione di terreno** a differenza di pali trivellati e CFA;
3. **Totale eliminazione delle problematiche di smaltimento** dei residui di lavorazione (ovvero terreno di scavo "contaminato" da fanghi di lavorazione), in quanto non è prevista asportazione di terreno per l'esecuzione dei pali;
4. Una corretta ed intima **connessione della punta del palo** con il terreno sottostante, in virtù della tecnologia che prevede una puntazza a perdere che viene "estratta" contestualmente all'inizio del getto del palo prima della risalita del tubo forma dello stesso;
5. **Maggiore "rigidezza" complessiva** alle azioni assiali da parte del palo, in quanto si unisce il buon comportamento per attrito laterale dei pali trivellati al buon comportamento di punta tipico dei pali battuti (valori di  $N_q$  superiori a 30÷35 contro i valori di  $N_q$  compresi tra 10÷15 tipici di pali trivellati per la limitazione dei cedimenti), anche in virtù di una buona connessione del getto al terreno in punta (cfr. fondello a perdere);
6. **Ridotti interassi** dei pali stessi, inferiori a 3 diametri, non pregiudicano la capacità portante del sistema di fondazione, la cui efficienza risulta inferiore all'unità solo per pali trivellati in terreni coesivi (cfr. *Vesic 1968*).  
Ciò necessita comunque una sequenza planimetrica di esecuzione dei pali che faciliti la loro realizzazione a seguito dell'addensamento del terreno, senza interazione con i pali appena realizzati (compressioni laterali su calcestruzzo fresco appena realizzato da evitare). Il comportamento del palo in gruppo deve in ogni caso essere analizzato in tali condizioni;
7. Rispetto ai pali trivellati si evince un **reale miglioramento delle caratteristiche del terreno** in seguito all'esecuzione dei pali, che si trovano ad interagire in fase di esercizio all'interno di un volume di terreno con caratteristiche migliori (sia in termini di parametri meccanici di resistenza che di deformabilità). **Il palo trivellato decomprime il terreno, il palo FDP lo costipa e lo addensa.**

### 7.1.13 Cavidotti interrati

Il lavoro consiste nel compiere gli scavi per poter posizionare tutti i cavidotti attraverso i quali saranno stesi i diversi cavi necessari al funzionamento dell'impianto.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 111 di  
142

La prima fase è quella di compiere mediante pala meccanica le operazioni di scavo dopo gli opportuni tracciamenti. Successivamente vengono posizionati i cavidotti attraverso i quali saranno poi stesi i diversi cavi necessari. I cavidotti saranno poi ricoperti con terreno e nastro di indicazione come previsto in fase di progetto. Il reinterro è previsto con il materiale proveniente dagli scavi.



**Figura 39 – SCAVI PR**

#### 7.1.14 Montaggio dei quadri di parallelo

I quadri di campo in continua sono i quadri elettrici di campo necessari per poter compiere il parallelo delle stringhe. Ad essi sono convogliati i cavi provenienti dalle diverse porzioni di generatore fotovoltaico e da essi partono i cavi verso gli inverter.

Le operazioni da eseguire sono in questo caso la posa in opera delle staffe ed il fissaggio ad esse del quadro di campo in continua; vengono poi completate alcune iniziali operazioni di cablaggio.



**Figura 40 – QUADRI IN PARALLELO**

#### 7.1.15 Stringatura e cablaggi CC

Il lavoro consiste nello stendere i cavi DC all'interno dei cavidotti interrati e delle passerelle. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi lato DC. In questa fase vengono completati anche i collegamenti della rete dati e di gestione, controllo e supervisione dell'impianto fotovoltaico.

Tutti i cavi vengono intestati con apposite targhette identificative resistenti ai raggi UV al fine di una rapida individuazione, ad esempio, in caso di manutenzione.

#### 7.1.16 Cablaggio cabine

Il lavoro consiste nella connessione di tutti i quadri/trasformatori/inverters all'interno delle cabine. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi lato AC. In questa fase vengono completati anche i collegamenti



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 112 di  
142

della rete dati e di gestione, controllo e supervisione dell'impianto fotovoltaico e degli ausiliari. Viene eseguita la messa a terra delle diverse masse e l'interconnessione tra di esse al fine di garantire l'equipotenzialità.

#### 7.1.17 Cablaggi

Il lavoro consiste nello stendere i cavi all'interno dei cavidotti. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi in corrispondenza degli arrivi. Vengono posati gli eventuali nastri di segnalazione e pericolo.

#### 7.1.18 Montaggio moduli fotovoltaici

Il lavoro consiste nella posa in opera dei moduli fotovoltaici sulle strutture di supporto già predisposte. Viene completato il collegamento in serie dei moduli fotovoltaici.

#### 7.1.19 Opere agronomiche e di mitigazione

Il lavoro consiste nella messa a dimora di tutte le specie arboree individuate per le opere di mitigazione, quali:

- 1) coltivazione estensiva di essenze erbacee foraggere nettariifere sull'intera superficie dell'impianto
- 2) allevamento apistico
- 3) Essenze arboree ed arbustive perimetrali

Ogni opera sarà sviluppata attraverso diverse fasi preparative che sono dettagliatamente descritte all'interno della relazione agronomica DOC05 – RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA

#### 7.1.20 Smantellamento opere di cantiere e pulizia

Il lavoro consiste nello smontaggio delle segnalazioni temporanee, delle delimitazioni, degli accessi e della cartellonistica, la pulizia delle aree di stoccaggio dei materiali, lo 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 dell'eventuale container adibito ad ufficio di cantiere.

## **7.2 CRONOPROGRAMMA**

### 7.2.1 Cronoprogramma Costruzione impianto

Fase di costruzione					
Attività	Durata	Inizio	Fine	Operai richiesti	uomini giorno
Consegna lavori	0g	03/05/2025	03/05/2025	0	0
Alliestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere	17g	03/05/2025	25/03/2025	30	510
Scotico del terreno	16g	26/03/2025	16/04/2025	20	320
Picchettamento terreno	13g	17/04/2025	05/05/2025	20	260
Realizzazione viabilità e piazzole	34g	06/05/2025	20/06/2025	15	510
Realizzazione recinzione	16g	23/06/2025	14/07/2025	45	720
Sbancamenti e sistemazione piano di posa per cabine	13g	23/06/2025	09/07/2025	10	130
Realizzazione percorso ciclopedonale	15g	10/07/2025	30/07/2025	10	150
Infissione pali e montaggio delle strutture di supporto	50g	23/06/2025	29/08/2025	50	2500
Realizzazione impianto di illuminazione	22g	10/07/2025	08/08/2025	50	1100
Posizionamento cabine e realizzazione impianto di terra cabine	28g	10/07/2025	18/08/2025	15	420
Realizzazione impianto antifurto	22g	19/08/2025	17/09/2025	20	440
Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro	40g	18/09/2025	12/11/2025	15	600





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 113 di  
142

Installazione quadri di campo e parallelo cc	20g	13/11/2025	10/12/2025	20	400
Stringatura e cablaggi cc	26g	11/12/2025	15/01/2026	40	1040
Montaggio dei moduli fotovoltaici	34g	16/01/2026	04/03/2026	40	1360
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite	28g	05/03/2026	13/04/2026	18	504
Allestimento cabina di smistamento e di consegna	5g	14/04/2026	20/04/2026	10	50
Opere agronomiche	91g	15/07/2025	18/11/2025	15	1365
Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane	3g	21/04/2026	23/04/2026	0	0
Cablaggi	23g	21/04/2026	21/05/2026	30	690
Realizzazione opere di rete	90g	21/04/2026	24/08/2026	0	0
Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree	10g	25/08/2026	07/09/2026	7	70
Ultimazione lavori	0g	07/09/2026	07/09/2026	0	0
<b>Durata</b>	<b>396g</b>		<b>Totale uomini giorno</b>		<b>13.139</b>
<b>Max operai in cantiere (contemporanei)</b>					<b>140</b>

**7.2.2 Cronoprogramma cavidotto su strada - Percorso B**

Nome attività	Giorni	Operai richiesti	Totale uomini giorno
Tratto AB – Strada vicinale del Castello sterrata	1	6	6
Tratto BC – Strada vicinale del Castello asfaltata	2	6	12
Tratto CD – Via Marignana Centro	2	6	12
Tratto DE – Via Bernava	10	6	60
Tratto EF – Via Banduzzo	14	6	84
<b>Collegamento Lotto 2 – Lotto 1</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>174</b>

Prima dell'inizio dei lavori verrà trasmessa al Comune di Sesto al Reghena e alla Provincia di Pordenone formale richiesta di autorizzazione all'esecuzione degli scavi previsti per la posa dei cavi.

Si riportano i riferimenti alle tavole di progetto:

- TAV12 - COLLEGAMENTO;
- TAV13 - INTERFERENZE COLLEGAMENTO.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 114 di  
142

## 8. PIANO DISMISSIONE E RIPRISTINO – GESTIONE DEI RIFIUTI

In merito al piano di dismissione e ripristino sono considerate tutte le norme relative all'operazione in oggetto, gli aspetti tecnici e le operazioni da svolgere, al fine di determinare il costo della dismissione e ripristino dello stato dei luoghi, di cui al Decreto Ministeriale dello Sviluppo economico del 10.09.2010 recante le "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" punto 113, e quindi la relativa cauzione a garanzia dell'esecuzione dei relativi interventi, mediante fideiussione bancaria o assicurativa.

Come verrà dettagliato nel corso della presente relazione, il valore complessivo da garantire è pari a 27.837,59 € per ogni MW installato. Di conseguenza la cifra esatta da tenere in considerazione, e quindi da garantire con fideiussione bancaria o assicurativa, è di circa 1.557.235,05 €.

Un impianto fotovoltaico oltre ad essere tra le più efficienti e pulite tecnologie per la generazione di energie permette anche, alla fine del suo ciclo di vita, di essere rimosso con estrema facilità, rapidità ed economicità. Rendendo, per la natura poco invasiva della tecnologia di supporto prevista, estremamente veloce il ripristino del sito così come era precedentemente all'installazione dell'impianto stesso.

Di fatto al termine della vita utile dell'impianto di procederà con la dismissione e il ripristino dei luoghi allo stato agricolo originario. Alcune piccole aree di progetto esterne alla recinzione dell'impianto saranno soggette a trasformazione permanente (aree di sosta e percorso ciclopedonale).

Nel DOC14 – RELAZIONE PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO sono approfondite le caratteristiche e le metodologie di riciclo dei materiali e delle forniture impiegate.

Si precisa che il soggetto responsabile per la dismissione è la società Blusolar Sesto al Reghena S.r.l., che sottoforma di fidejussione dà garanzia al Comune in merito agli adempimenti richiesti.

### 8.1 COMPUTO METRICO PER LA DISMISSIONE

A fine vita utile l'impianto fotovoltaico sarà dismesso. I costi di dismissione e smaltimento sono stati valutati come segue:

TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	MISURAZIONI:				Quantità	IMPORTI	
		Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso		unitario	TOTALE
NP.D.01	Allestimento di cantiere temporaneo per gli interventi di dismissione dell'impianto fotovoltaico e di tutti le opere connesse sia fuori che sottoterra, comprese le operazioni di rimozione di impianti, la macro-attività comprende la fornitura ed il nolo per tutto il tempo necessario di barrecche, servizi igienici, locali di direzione completi di attrezzature informatiche e mobilia necessaria, mezzi speciali e quant'altro necessario. Si intende compresa nel costo la successiva dismissione dell'area e ripristino dello stato "ante operam", incluso i trasporti ed il conferimento in discarica di tutti i materiali di risulta.							
	MISURAZIONI:							
		1,00				1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	16000,00 €	16000,00 €



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 115 di  
142

A25019.b	Demolizione totale di fabbricati civili, sia per la parte interrata che fuori terra, questa per qualsiasi altezza, compreso e ogni onere e magistero per assicurare l'opera eseguita a regola d'arte secondo le normative esistenti, eseguita con mezzi meccanici e con intervento manuale ove occorrente, incluso il carico e il trasporto del materiale di risulta a discarica controllata, con esclusione degli oneri di discarica: per fabbricati in cemento armato e muratura, vuoto per pieno							
	<b>M I S U R A Z I O N I:</b>							
	Cabina di smistamento	1,00		98,40	98,40			
	Cabina di consegna	1,00		215,43	215,43			
	Volume basamento cabine di campo (trasformazione) e Step-Up				356,94			
	SOMMANO m3				670,77	24,66 €	16541,19 €	
A25010	Scavo a sezione aperta o di sbancamento in zona ampia all'esterno di edifici, compreso carico su mezzo di trasporto							
	<b>M I S U R A Z I O N I:</b>							
	Vedi voce n° 1 [m3 20 168.52]				20168,52			
	Vedi voce n° 4 [m3 2311.47]				2311,47			
	SOMMANO m3				22479,99	2,60 €	58447,97 €	
NP.D.03	Rimozione opere di drenaggio o consolidamento, accatastamento nell'area di cantiere, carico sul cassone di raccolta, incluso trasporto e conferimento presso discarica autorizzata.							
	<b>M I S U R A Z I O N I:</b>							
	Vedi voce n° 5 [m3 20 168.52]				20168,52	1,00 €	20168,52	
NP.D.04	Rimozione di cavidotti, compresa la rimozione per il successivo smaltimento del nastro di segnalazione e della piastra di protezione. Il costo comprende lo scavo a sezione obbligata, il recupero dei materiali da rifiuto, il tiraggio dei cavi e il ricolmo del terreno. Sono compresi i costi per il carico sul cassone di raccolta e il trasporto presso area di deposito interna al cantiere o in zona esterna predisposta per il successivo conferimento presso centro autorizzato allo smaltimento e recupero dei materiali riciclabili							
	<b>M I S U R A Z I O N I:</b>							
	Vedi voce n° 55 [m 14 521.00]				14521,00			
	Vedi voce n° 56 [m 2 910.00]				2910,00			
	Vedi voce n° 57 [m 5 080.00]				5080,00			
	Vedi voce n° 60 [m 8 139.00]				8139,00			
	Vedi voce n° 74 [m 8 139.00]				8139,00			
	SOMMANO m				38789,00	1,50 €	58183,50 €	
NP.D.05	Sfilaggio cavi elettrici e trasporto presso ditta specializzata per il suo smaltimento e riuso. Sono compresi tutti gli oneri necessari per il carico ed il trasporto presso ditta autorizzata.							
	<b>M I S U R A Z I O N I:</b>							



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 116 di  
142

	Vedi voce n° 72 [m 12 470.00]					12470,00		
	Vedi voce n° 44 [m 7 942.00]					7942,00		
	Vedi voce n° 45 [m 5 985.00]					5985,00		
	Vedi voce n° 46 [m 594.00]					594,00		
	Vedi voce n° 47 [m 2 360.00]					2360,00		
	Vedi voce n° 48 [m 550.00]					550,00		
	Vedi voce n° 50 [m 5 080.00]					5080,00		
	Vedi voce n° 49 [m 8 139.00]					8139,00		
	Vedi voce n° 73 [m 8 139.00]					8139,00		
	Vedi voce n° 75 [m 8 139.00]					8139,00		
	Vedi voce n° 76 [m 24 417.00]					24417,00		
	Vedi voce n° 77 [m 24 417.00]					24417,00		
	SOMMANO m						1,00 €	108232,00 €
NP.D.13	Rimozione e smaltimento di piante o vegetazione impiantata, compreso il conferimento presso vivai autorizzati al riutilizzo o ad impianti autorizzati allo smaltimento con completo interrimento dei residui vegetali, concimi, livellamento, compresa la ripulitura finale							
	M I S U R A Z I O N I:							
	SOMMANO a corpo	1,00				1,00		
						1,00	110.000,00 €	110.000,00 €
NP.D.06	Rimozione inverter e trasporto presso deposito per la rigenerazione degli stessi e la successiva rimessa in opera presso altro sito. Sono compresi tutti gli oneri necessari per il carico ed il trasporto presso ditta autorizzata.							
	M I S U R A Z I O N I:							
		154,00				154,00		
	SOMMANO a corpo					154,00	100,00 €	15400,00 €
NP.D.07	Smontaggio apparecchiature elettriche quali quadri elettrici in c.a., quadri di media tensione e trasporto a ditta specializzata per lo smaltimento. Sono compresi tutti gli oneri necessari per lo smontaggio e lo smaltimento presso ditta autorizzata.							
	M I S U R A Z I O N I:							
		1,00				1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	90000,00 €	90000,00 €
NP.D.08	Smontaggio pannelli fotovoltaici con idonei mezzi meccanici quali gru semovente con ventose ed accatastamento in area dedicata del cantiere, rimozione delle parti elettriche di movimento, distacco dei cablaggi. Sono comprese opere di protezione degli stessi dagli agenti atmosferici in attesa del ritiro da parte di ditte specializzate ed il conseguente smaltimento ei tutti gli oneri necessari per lo smontaggio, il deposito presso il cantiere ed il trasporto a centri specializzati per la rigenerazione.							



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 117 di  
142

	MISURAZIONI:							
		55938,4 9				55938,49		
	SOMMANO kW					55938,49	5,00 €	279692,45 €
NP.D.09	Rimozione di opere in ferro quali recinzioni e cancelli ecc.. compreso accatastamento all'interno dell'area di cantiere, carico del materiale sul cassone di raccolta ad esclusione del trasporto e conferimento presso discarica autorizzata per rifiuti speciali riciclabili.							
	MISURAZIONI:							
	Vedi voce n° 8 [m 7 682.30]					7682,30		
	Cancelli n° 5 lunghi 6 m	30,00				30,00		
	SOMMANO m					7712,30	5,00 €	38561,50 €
NP.D.10	Smontaggio sistemi accessori (antifurto, illuminazione, LPS), dismissione e pulizia delle aree temporanee di stoccaggio							
	MISURAZIONI:							
		1,00				1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	30000,00 €	30000,00 €
NP.D.11	Smantellamento delle strutture di sostegno in acciaio dei pannelli FTV compresi i fissaggi a terra mediante l'ausilio di mezzo meccanico previo smontaggio manuale degli elementi, estrazione delle strutture dal terreno, smontaggio e/o tagli, rimozione delle parti elettriche di movimento, distacco dei cablaggi. Sono comprese opere di protezione degli stessi dagli agenti atmosferici in attesa del ritiro da parte di ditte specializzate ed il conseguente smaltimento e tutti gli oneri necessari per lo smontaggio, il deposito presso il cantiere ed il trasporto a centri specializzati per la rigenerazione							
	MISURAZIONI:							
						55938,49		
	SOMMANO kW					55938,49	8,00 €	447507,92 €
NP.D.12	Ripristino del suolo originario mediante la fine pulizia di tutto il terreno da materiale di risulta vario derivato dalle operazioni di smantellamento da svolgere, il costo per lo smaltimento e/o recupero e quanto altro necessario per dare il lavoro finito secondo la regola dell'arte. Compresa aratura o vangatura meccanica e semina a spaglio di essenze autoctone.							
	MISURAZIONI:							
		1,00				1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	96000,00 €	96000,00 €



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 118 di  
142

NP.D.14	Opere necessarie alla dismissione della Step-up: Rimozione e smaltimento di apparecchiature elettriche, tralacci, cavi, trasformatori, recinzione perimetrale e quanto altro presente all'interno della Step-up, edifici, accumulatori, cavi elettrici di collegamento, impianti di illuminazione e videosorveglianza compreso il trasporto a discarica autorizzata e/o a centro di riutilizzo							
		1,00				1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	80000,00 €	80000,00 €
NP.D.15	Opere necessarie alla dismissione del caviodotto MT: sfilaggio dei cavi senza necessità di interventi sul manto stradale							
		1,00				1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	22500,00 €	22500,00 €
NP.D.14	Oneri della sicurezza							
	MISURAZIONI:							
		1,00				1,00		
	SOMMANO a corpo					1,00	70000,00 €	70000,00 €
<b>TOTALE COSTI DISMISSIONE</b>								<b>1.557.235,05</b>



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

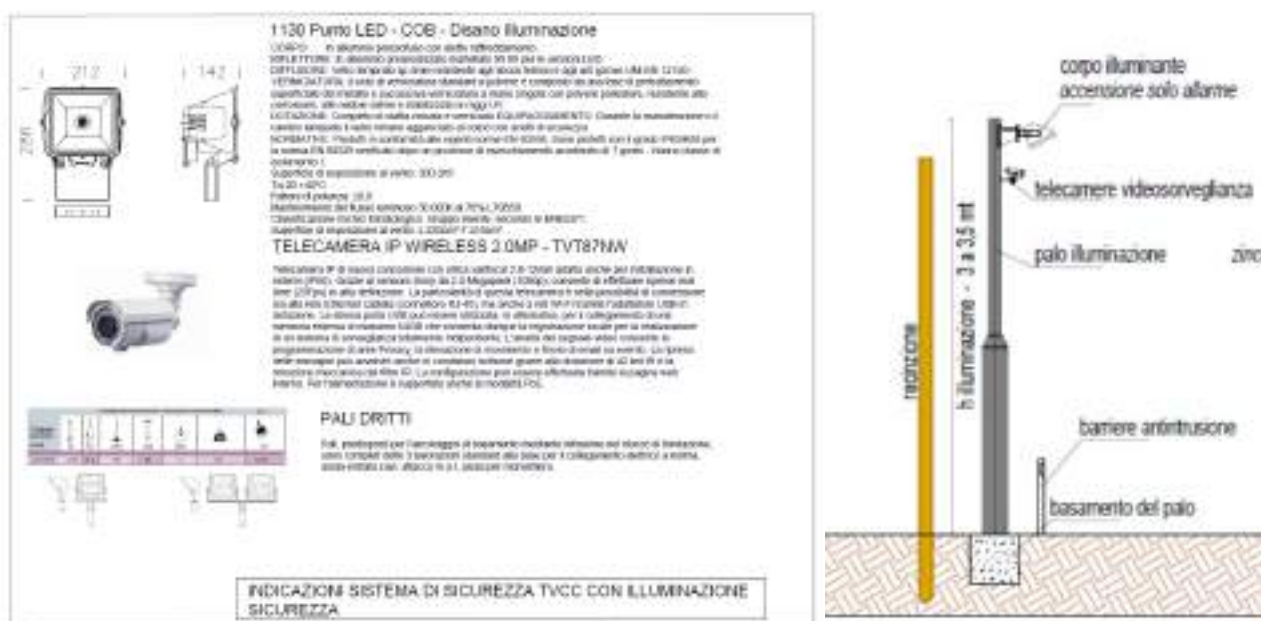
## 9. ILLUMINAZIONE CAMPI FOTOVOLTAICI – IMPATTO NOTTURNO

L'illuminazione del campo agrivoltaico prevede un sistema progettato in modo da consentire ove necessario l'attivazione di specifici settori.

I punti luce saranno distanziati tra loro di circa 50 m con valori di illuminamento medio 10-15 lx; l'illuminazione dei percorsi è necessaria per la pronta individuazione degli ostacoli nonché delle condizioni del fondo.

I pali previsti saranno posizionati lungo il perimetro dell'impianto e saranno dotati di telecamere a infrarossi che riducono al minimo l'utilizzo dell'illuminazione. L'illuminazione verrà attivata solo in caso di interventi di manutenzione straordinaria, per le attività agricolo-pastorali nel settore di interesse e in caso di eventuale intrusione.

Si riportano sotto in Figura i componenti tipo che saranno utilizzati.



### Componenti sistema di illuminazione

Le primarie ragioni di sicurezza saranno tarate anche per salvaguardare la vita della fauna locale che potrebbe essere disturbata dall'eccesso di illuminazione.

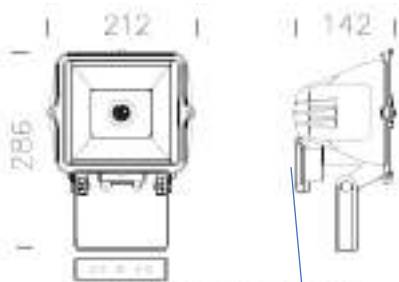
Pertanto, la quantità di illuminazione prevista è quella minima per consentire una visione efficace del perimetro attraverso le telecamere.

Viene in questa sede fornita una indicazione tipologica dell'impianto, prevedendo un distanziamento dei punti luce pari a circa 50 m.

Sulla base di questa indicazione viene sviluppato il calcolo mediante il software Dialux per una striscia di 4 pali.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**



**1136 Punto LED - COG - Disegno illustrazione app**

**COG** (Chip On Glass) è un sistema di illuminazione a LED che permette di realizzare lampade a LED di alta qualità e alta efficienza.

**LED** (Light Emitting Diode) è un semiconduttore che emette luce quando è attraversato da una corrente elettrica.

**DIFFUSORE** (Light Diffuser) è un componente che serve a distribuire uniformemente la luce emessa dai LED.

**LED DRIVER** (LED Driver) è un circuito elettronico che regola la corrente elettrica che scorre nei LED.

**REGOLAZIONE** (Dimmer) è un componente che permette di regolare l'intensità della luce emessa.

**PROTEZIONE** (Protection) è un componente che protegge i LED e il driver da danni fisici e chimici.

**ALIMENTAZIONE** (Power Supply) è un componente che fornisce l'energia elettrica necessaria per alimentare il sistema di illuminazione.

**INSTALLAZIONE** (Installation) è il processo di montaggio e collegamento del sistema di illuminazione.

**MANTENIMENTO** (Maintenance) è il processo di pulizia e sostituzione dei componenti del sistema di illuminazione.

**EFFICIENZA** (Efficiency) è la capacità del sistema di illuminazione di convertire l'energia elettrica in luce.

**TEMPERATURA** (Temperature) è la temperatura ambiente in cui il sistema di illuminazione opera.

**UMIDITÀ** (Humidity) è l'umidità relativa dell'ambiente in cui il sistema di illuminazione opera.

**VIBRAZIONE** (Vibration) è la vibrazione meccanica che il sistema di illuminazione può subire.

**INQUINAMENTO** (Pollution) è l'inquinamento ambientale che può influire sulla durata e sull'efficienza del sistema di illuminazione.

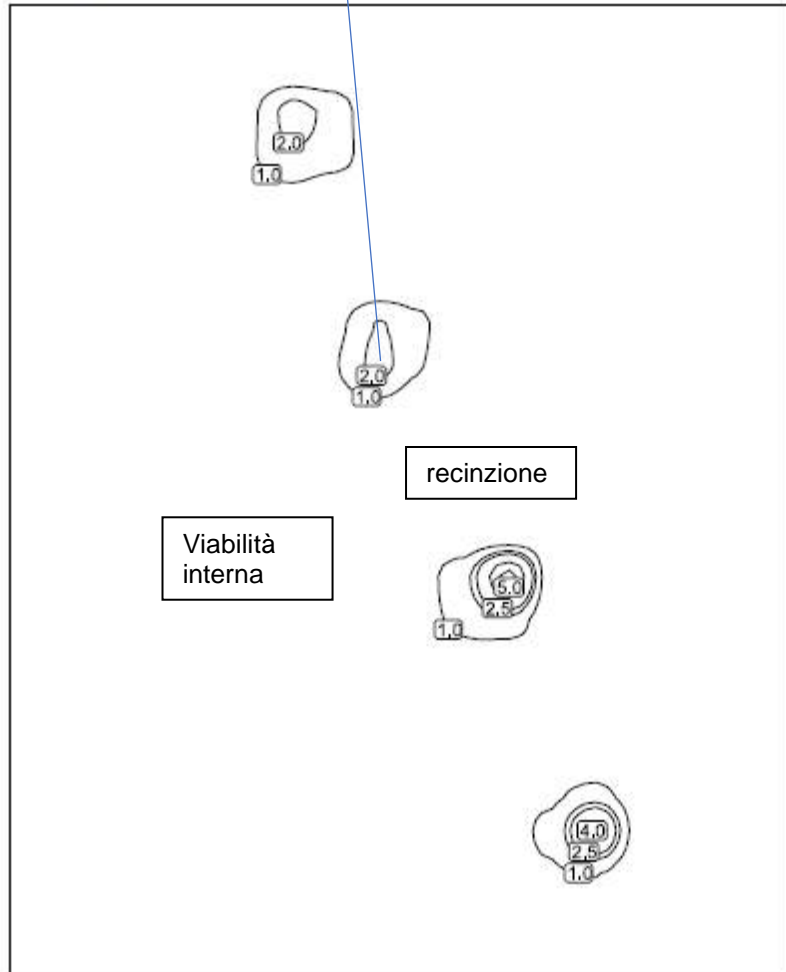
Illuminazione 0

24/03/2020

# DIALux

Area 1 / Superficie di calcolo 4 / Illuminamento perpendicolare

Isolinee [lx]



Scala: 1 : 1000





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 121 di  
142

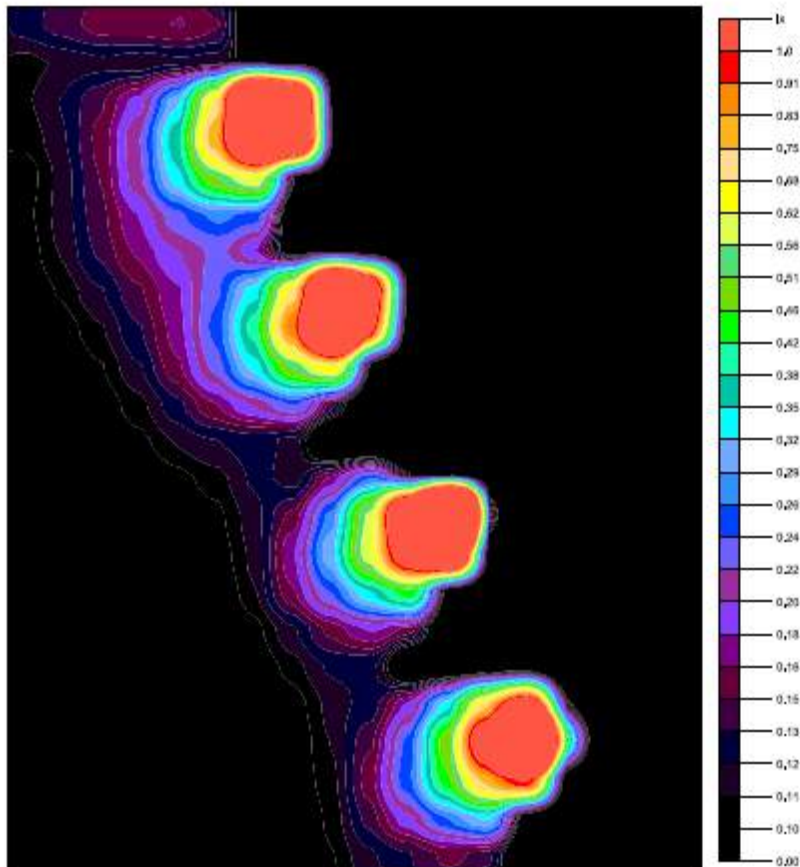
Illuminazione 0

24/03/2020

**DIALux**

Area 1 / Superficie di calcolo 4 / Illuminamento perpendicolare

Colori sfalsati [lx]



Scala: 1 : 1000



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 122 di  
142

Illuminazione 0

24/03/2020

# DIALux

Area 1 / Superficie di calcolo 4 / Illuminamento perpendicolare

Raster dei valori [lx]

+0,13	+0,15	+0,16	+0,04	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,00
+0,11	+0,12	+0,12	+0,08	+0,04	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,11	+0,14	+0,31	2,4	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,10	+0,15	+0,38	+1,9	+0,03	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,10	+0,15	+0,34	+0,64	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,10	+0,14	+0,23	+0,25	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,09	+0,14	+0,20	+0,17	+0,06	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,09	+0,12	+0,18	+0,33	+2,1	+0,03	+0,01	+0,01	+0,01
+0,08	+0,11	+0,17	+0,41	+2,3	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,08	+0,10	+0,16	+0,34	+0,70	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01
+0,07	+0,09	+0,13	+0,20	+0,14	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,07	+0,08	+0,11	+0,13	+0,03	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01
+0,06	+0,07	+0,10	+0,12	+0,17	+0,11	+0,03	+0,01	+0,01
+0,06	+0,07	+0,08	+0,12	+0,28	+1,7	+0,16	+0,01	+0,01
+0,05	+0,06	+0,08	+0,11	+0,32	+1,3	+0,04	+0,01	+0,01
+0,05	+0,06	+0,07	+0,11	+0,25	+0,46	+0,02	+0,01	+0,01
+0,05	+0,06	+0,07	+0,10	+0,15	+0,16	+0,02	+0,01	+0,01
+0,05	+0,05	+0,06	+0,09	+0,12	+0,04	+0,04	+0,01	+0,01
+0,04	+0,05	+0,06	+0,08	+0,11	+0,18	+0,71	+0,12	+0,01
+0,04	+0,05	+0,05	+0,07	+0,11	+0,25	+1,3	+0,47	+0,01
+0,04	+0,04	+0,05	+0,07	+0,11	+0,26	+0,80	+0,06	+0,01
+0,04	+0,04	+0,05	+0,07	+0,10	+0,19	+0,33	+0,02	+0,01
+0,04	+0,04	+0,05	+0,07	+0,10	+0,13	+0,14	+0,03	+0,01

Scala: 1 : 1000

Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie di calcolo 4: Illuminamento perpendicolare (Reticolo)

Scena luce: Scena luce 1

Medio: 0.17 lx, Min: 0.004 lx, Max: 5.50 lx, Min/Medio: 0.024, Min/Max: 0.001

Altezza: 0.000 m



**Il punto massimo di illuminazione ha dunque un valore pari a 5,50 lux, valore minimo ai fini della sicurezza.**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 123 di  
142

**10. ALLEGATO 1 – PVSYST Lotto1**

Nelle pagine seguenti è riportata la verifica PVsyst in merito alla produzione fotovoltaica dell'impianto di progetto (Lotto1):



Versione 7.4.7

## PVsyst - Rapporto di simulazione

### Sistema connesso in rete

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Eliostati illimitati con indetreggiamento

Potenza di sistema: 38.12 MWc

I Platani - Italy

Author  
Studio Ing. Valz Gris (Italy)



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 124 di  
142



**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

**Progetto: Sesto al Reghena**

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Sommario del progetto**

<b>Luogo geografico</b> I Platani Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 45.86 °N Longitudine 12.79 °E Altitudine 10 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> I Platani PVGIS api TMY		

**Sommario del sistema**

<b>Sistema connesso in rete</b> Orientamento campo FV Orientamento Assi inseguimento orizzontali	<b>Eliostati illimitati con indetreggiamento</b>  <b>Algoritmo dell'inseguimento</b> Ottimizzazione irraggiamento Backtracking attivato	<b>Ombre vicine</b> Senza ombre
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Nr. di moduli 64614 unità Pnom totale 38.12 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 110 unità Pnom totale 33.00 MWac Rapporto Pnom 1.155	
<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)		

**Sommario dei risultati**

Energia prodotta 53547873 kWh/anno	Prod. Specif. 1405 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR 87.74 %
------------------------------------	---------------------------------	------------------------------

**Indice dei contenuti**

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici predefiniti	8
Strumenti decadimento	9
Schema unifilare	11



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 125 di  
142



**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Parametri principali**

<b>Sistema connesso in rete</b>		<b>Eliostati illimitati con indetreggiamento</b>	
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Algoritmo dell'inseguimento</b>	<b>Campo con backtracking</b>
Orientamento		Ottimizzazione irraggiamento	N. di eliostati 10 unità
Assi inseguimento orizzontali		Backtracking attivato	Eliostati illimitati
			<b>Dimensioni</b>
			Distanza eliostati 4.50 m
			Larghezza collettori 3.00 m
			Fattore occupazione (GCR) 86.7 %
			Banda inattiva sinistra 0.02 m
			Banda inattiva destra 0.02 m
			Phi min / max +/- 35.0 °
			<b>Strategia backtracking</b>
			Phi limits for BT +/- 47.7 °
			Distanza tavole backtracking 4.50 m
			Larghezza backtracking 3.00 m
<b>Modelli utilizzati</b>		<b>Ombre vicine</b>	<b>Bisogni dell'utente</b>
Trasposizione	Perez	Senza ombre	Carico illimitato (rete)
Diffuso	Importato		
Circumsolare	separare		
<b>Orizzonte</b>			
Orizzonte libero			

**Caratteristiche campo FV**

<b>Modulo FV</b>		<b>Inverter</b>	
Costruttore	Jinkosolar	Costruttore	Huawei Technologies
Modello	JKM-590N-72HL4-BDV	Modello	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
	(PVsyst database originale)		(Definizione customizzata dei parametri)
Potenza nom. unit.	590 Wp	Potenza nom. unit.	300 kWac
Numero di moduli FV	64614 unità	Numero di inverter	110 unità
Nominale (STC)	38.12 MWc	Potenza totale	33000 kWac
<b>Campo #1 - Sottocampo 1</b>		Numero di inverter	22 unità
Numero di moduli FV	12750 unità	Potenza totale	6600 kWac
Nominale (STC)	7523 kWp		
Moduli	510 stringa x 25 In serie	Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
In cond. di funz. (50°C)		Potenza max. (=>30°C)	330 kWac
Pmpp	6976 kWp	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.14
U mpp	991 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	7040 A		
<b>Campo #2 - Sottocampo 2</b>		Numero di inverter	22 unità
Numero di moduli FV	12960 unità	Potenza totale	6600 kWac
Nominale (STC)	7646 kWp		
Moduli	540 stringa x 24 In serie	Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
In cond. di funz. (50°C)		Potenza max. (=>30°C)	330 kWac
Pmpp	7091 kWp	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.16
U mpp	951 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	7454 A		



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 126 di  
142



**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Caratteristiche campo FV**

<b>Campo #3 - Sottocampo #3</b>			
Numero di moduli FV	12972 unità	Numero di inverter	22 unità
Nominale (STC)	7653 kWp	Potenza totale	6600 kWac
Moduli	564 stringa x 23 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	7097 kWp	Potenza max. (=>30°C)	330 kWac
U mpp	912 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.16
I mpp	7785 A	Power sharing within this inverter	
<b>Campo #4 - Sottocampo #4</b>			
Numero di moduli FV	12960 unità	Numero di inverter	22 unità
Nominale (STC)	7646 kWp	Potenza totale	6600 kWac
Moduli	540 stringa x 24 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	7091 kWp	Potenza max. (=>30°C)	330 kWac
U mpp	951 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.16
I mpp	7454 A	Power sharing within this inverter	
<b>Campo #5 - Sottocampo #5</b>			
Numero di moduli FV	12972 unità	Numero di inverter	22 unità
Nominale (STC)	7653 kWp	Potenza totale	6600 kWac
Moduli	564 stringa x 23 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	7097 kWp	Potenza max. (=>30°C)	330 kWac
U mpp	912 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.16
I mpp	7785 A	Power sharing within this inverter	
<b>Potenza PV totale</b>		<b>Potenza totale inverter</b>	
Nominale (STC)	38122 kWp	Potenza totale	33000 kWac
Totale	64614 moduli	Potenza max.	36300 kWac
Superficie modulo	166914 m²	Numero di inverter	110 unità
		Rapporto Pnom	1.16

**Perdite campo**

<b>Fatt. di perdita termica</b>		<b>Perdita di qualità moduli</b>		<b>Perdite per mismatch del modulo</b>				
Temperatura modulo secondo irraggiamento		Fraz. perdite	-0.8 %	Fraz. perdite	2.0 % a MPP			
Uc (cost)	20.0 W/m²K							
Uv (vento)	0.0 W/m²K/m/s							
<b>Perdita disadattamento Stringhe</b>								
Fraz. perdite	0.1 %							
<b>Fattore di perdita IAM</b>								
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Fresnel, antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 127 di  
142



**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Perdite DC nel cablaggio**

Res. globale di cablaggio : 0.41 mΩ  
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

**Campo #1 - Sottocampo 1**

Res. globale campo : 2.3 mΩ  
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

**Campo #3 - Sottocampo #3**

Res. globale campo : 1.9 mΩ  
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

**Campo #5 - Sottocampo #5**

Res. globale campo : 1.9 mΩ  
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

**Campo #2 - Sottocampo 2**

Res. globale campo : 2.1 mΩ  
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

**Campo #4 - Sottocampo #4**

Res. globale campo : 2.1 mΩ  
Fraz. perdite : 1.5 % a STC



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 128 di  
142



**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Risultati principali**

**Produzione sistema**

Energia prodotta

53547873 kWh/anno

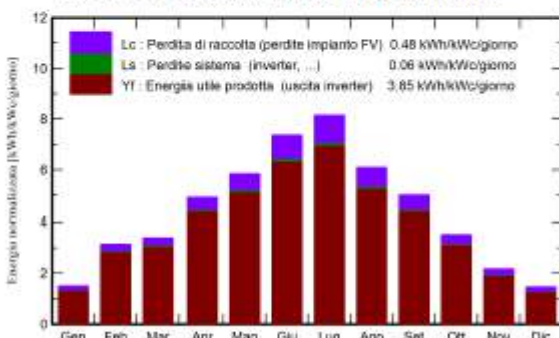
Prod. Specif.

1405 kWh/kWp/anno

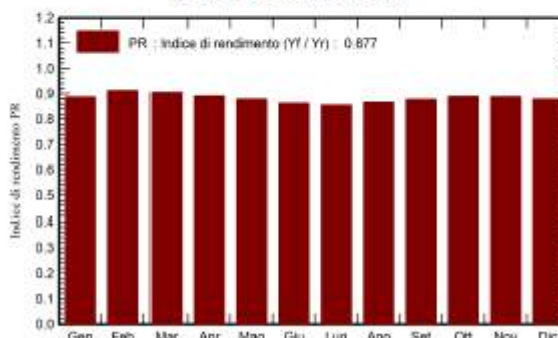
Indice rendimento PR

87.74 %

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
Gennaio	39.9	21.17	3.76	46.7	43.0	1605475	1579652	0.888
Febbraio	72.4	26.22	4.17	87.9	83.4	3100524	3054782	0.912
Marzo	90.2	47.18	7.81	105.1	100.8	3680886	3624135	0.905
Aprile	127.2	66.23	11.80	147.8	142.6	5105023	5023793	0.892
Maggio	155.0	68.86	15.69	181.3	176.0	6173390	6071243	0.878
Giugno	187.6	77.41	21.37	221.2	215.2	7393896	7271543	0.862
Luglio	212.1	70.44	23.24	252.7	246.6	8377976	8236405	0.855
Agosto	159.1	68.82	21.05	188.9	183.1	6345865	6242789	0.867
Settembre	126.3	51.56	17.39	150.3	145.1	5111802	5030791	0.878
Ottobre	91.7	38.66	13.62	108.9	103.8	3751983	3694835	0.890
Novembre	54.9	25.94	9.59	65.0	60.7	2237136	2203214	0.889
Dicembre	37.9	17.61	3.08	45.2	41.0	1536784	1512689	0.879
<b>Anno</b>	<b>1354.2</b>	<b>580.10</b>	<b>12.76</b>	<b>1600.9</b>	<b>1541.3</b>	<b>64420740</b>	<b>53547873</b>	<b>0.877</b>

**Legenda**

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale  
DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.  
T\_Amb Temperatura ambiente  
GlobInc Globale incidente piano coll.  
GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo  
E\_Grid Energia immessa in rete  
PR Indice di rendimento





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 129 di  
142



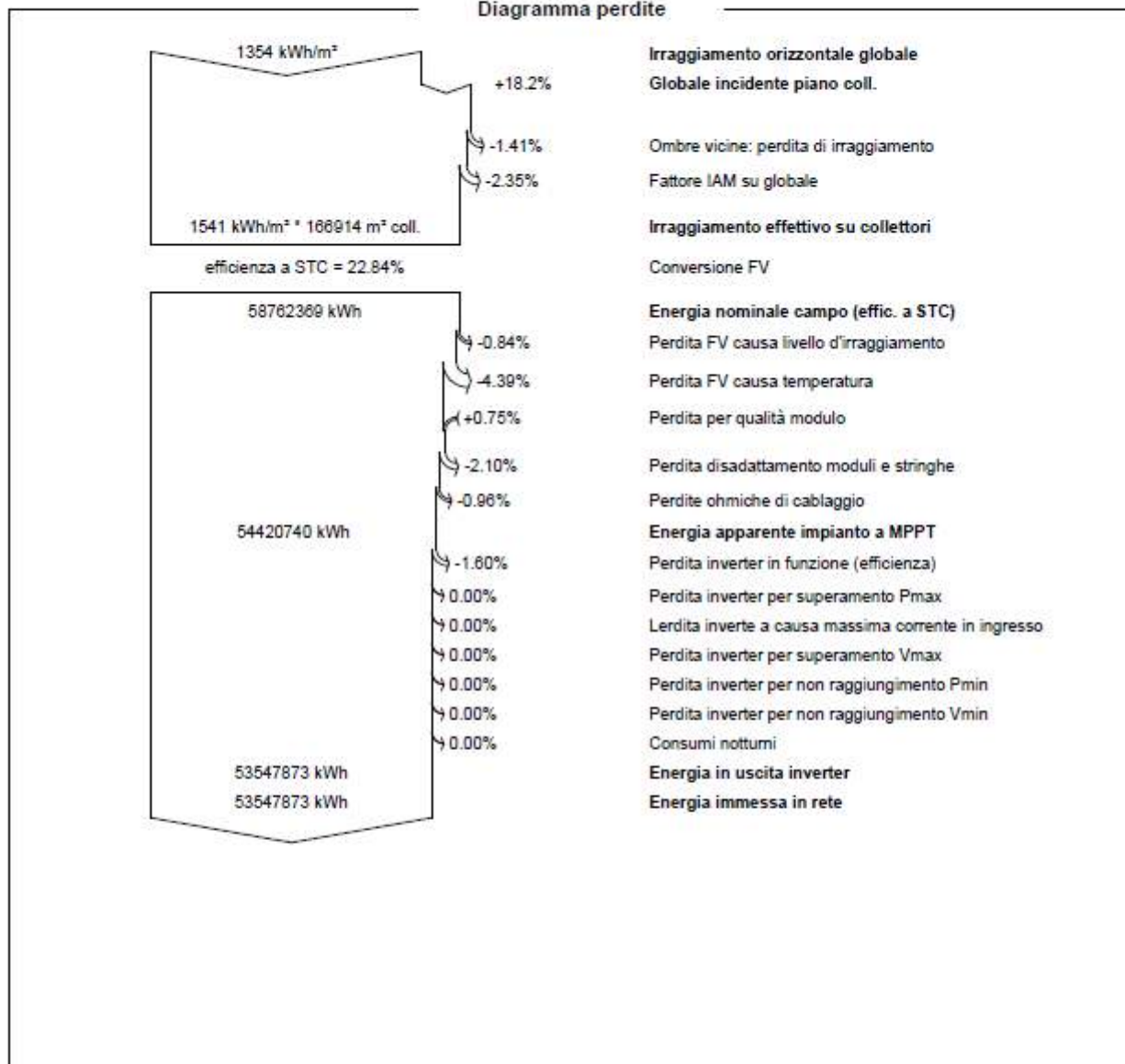
**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Diagramma perdite**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 130 di  
142



**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

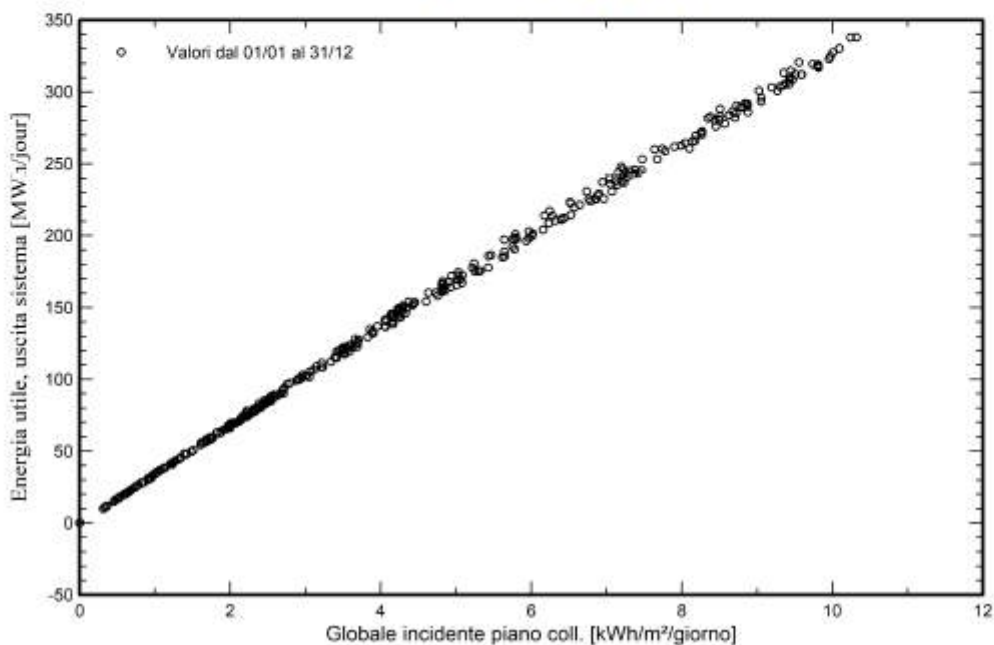
Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

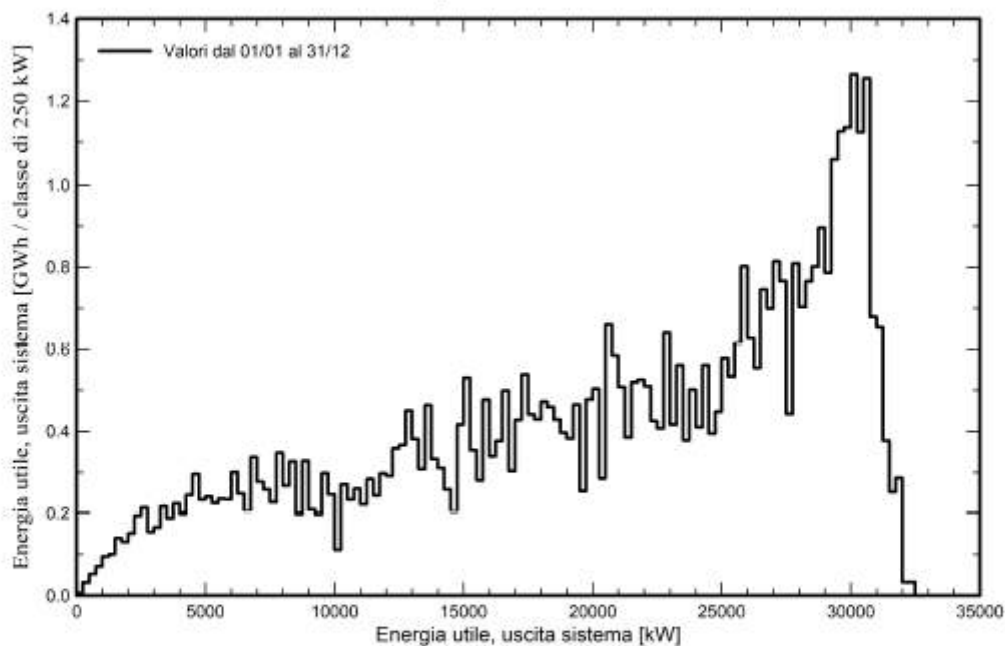
Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**



**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Strumenti decadimento**

**Parametri di decadimento**

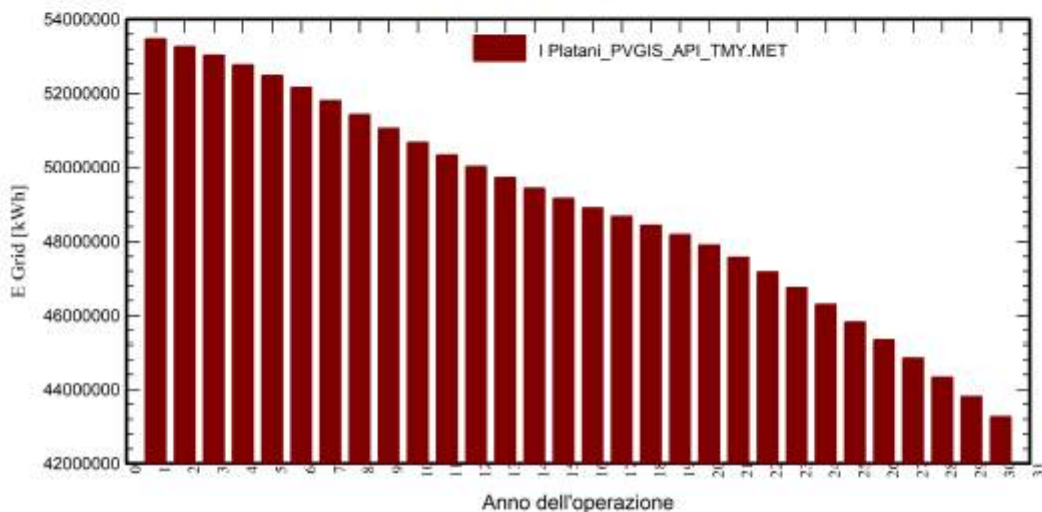
Durata totale della simulazione	30 anni	Mismatch dovuto a degrado	
Degrado medio dei moduli		Dispersione Imp RMS	0.4 %/anno
Fattore di perdita annuale	0.4 %/anno	Dispersione Vmp RMS	0.4 %/anno

**Dati meteo usati per la simulazione**

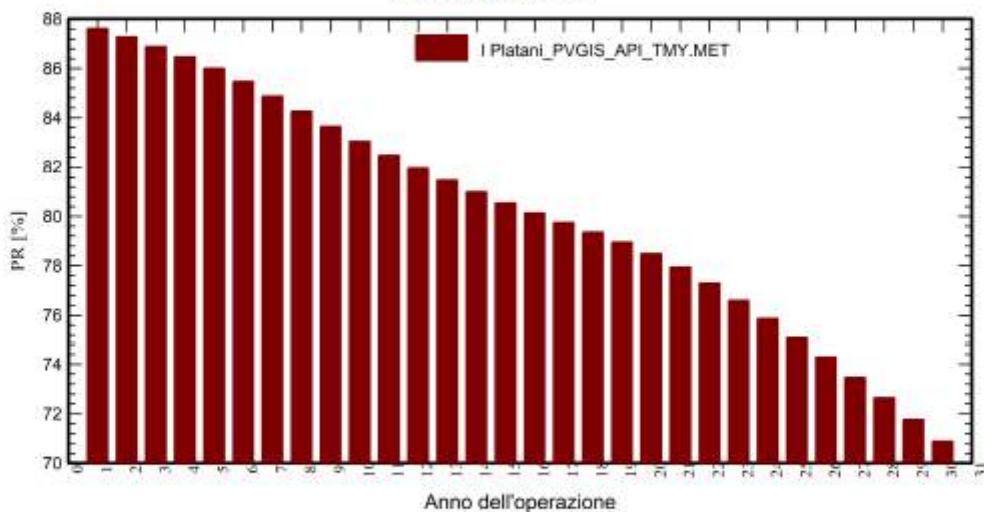
I Platani PVGIS API TMY

Anni anno di riferimento

**Energia immessa in rete**



**Indice di rendimento**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 132 di  
142



**PVsyst V7.4.7**  
VC7, Simulato su  
18/06/24 16:07  
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Strumenti decadimento**

**Parametri di decadimento**

Durata totale della simulazione 30 anni

**Degradato medio dei moduli**

Fattore di perdita annuale 0.4 %/anno

**Mismatch dovuto a degrado**

Dispersione Imp RMS 0.4 %/anno

Dispersione Vmp RMS 0.4 %/anno

**Dati meteo usati per la simulazione**

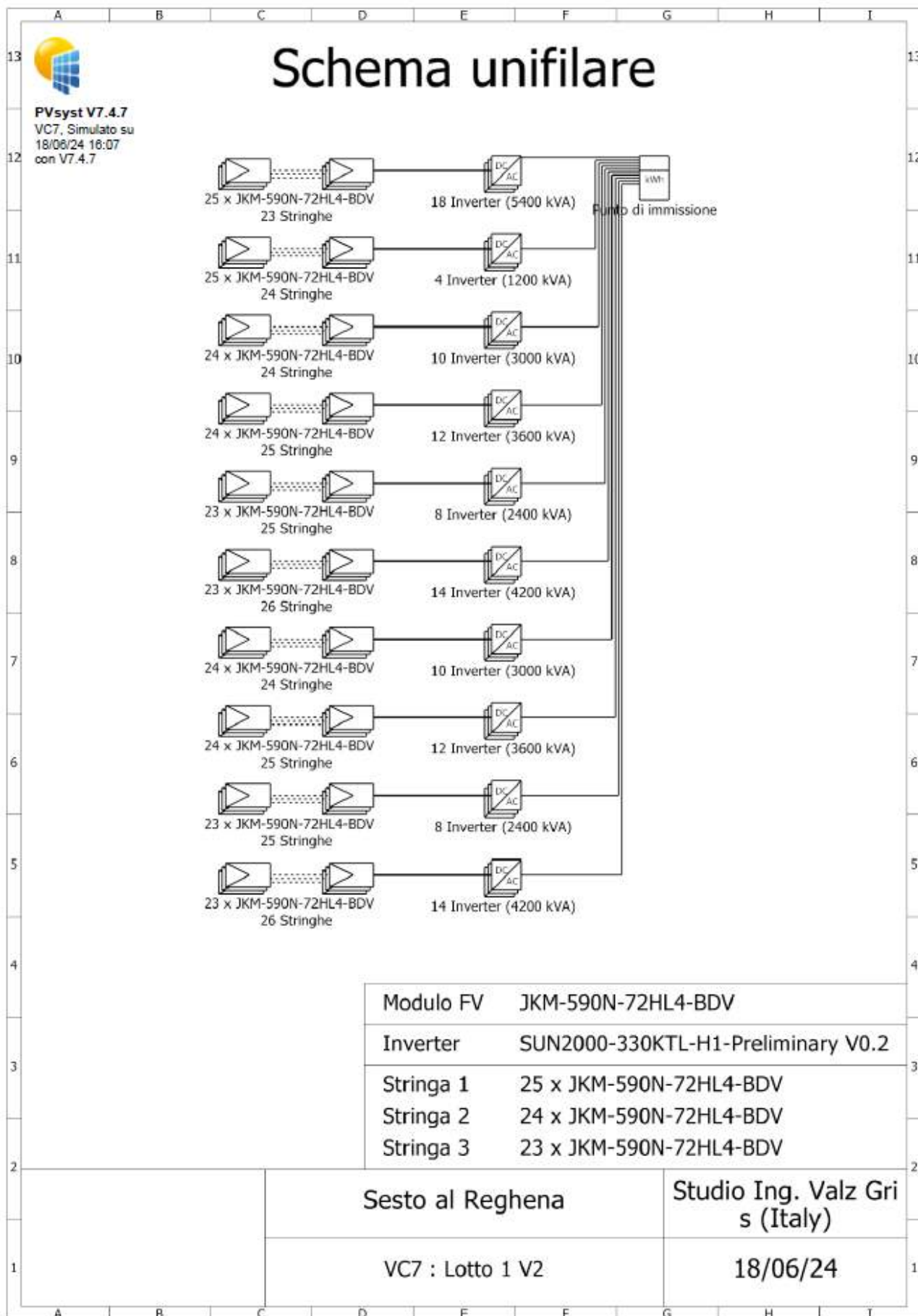
I Platani PVGIS API TMY

Anni anno di riferimento

Anno	E Grid	PR	Perdite degrad. PR
	kWh	%	%
1	53469297	87.61	-0.19
2	53261171	87.27	-0.58
3	53027447	86.89	-1.02
4	52768669	86.46	-1.50
5	52484929	86.00	-2.03
6	52160492	85.47	-2.64
7	51799859	84.87	-3.31
8	51427172	84.26	-4.01
9	51050335	83.65	-4.71
10	50677173	83.04	-5.41
11	50333514	82.47	-6.05
12	50022264	81.96	-6.63
13	49723615	81.47	-7.19
14	49436212	81.00	-7.72
15	49158790	80.55	-8.24
16	48906402	80.13	-8.71
17	48673525	79.75	-9.15
18	48434641	79.36	-9.59
19	48180962	78.95	-10.07
20	47903598	78.49	-10.56
21	47568391	77.94	-11.21
22	47173549	77.29	-11.95
23	46746541	76.60	-12.74
24	46297295	75.86	-13.58
25	45823595	75.08	-14.47
26	45338160	74.29	-15.37
27	44842813	73.48	-16.30
28	44330904	72.64	-17.25
29	43802624	71.77	-18.24
30	43258214	70.88	-19.25



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 134 di  
142

**11. ALLEGATO 2 – PVSYST Lotto2**

---

Nelle pagine seguenti è riportata la verifica PVSyst in merito alla produzione fotovoltaica dell'impianto di progetto (Lotto2):



Version 7.4.4

## PVsyst - Simulation report

### Grid-Connected System

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Unlimited Trackers with backtracking

System power: 17.14 MWp

I Platani - Italy

**Author**  
Studio Ing. Valz Gris (Italy)



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**

Pag 135 di  
142



**PVsyst V7.4.4**  
VC5, Simulation date:  
07/12/23 10:15  
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Project summary**

<b>Geographical Site</b>	<b>Situation</b>	<b>Project settings</b>
I Platani	Latitude 45.86 °N	Albedo 0.20
Italy	Longitude 12.79 °E	
	Altitude 10 m	
	Time zone UTC+1	
<b>Meteo data</b>		
I Platani		
PVGIS api TMY		

**System summary**

<b>Grid-Connected System</b>	<b>Unlimited Trackers with backtracking</b>	<b>Near Shadings</b>
<b>PV Field Orientation</b>	<b>Tracking algorithm</b>	No Shadings
Orientation	Irradiance optimization	
Tracking horizontal axis	Backtracking activated	
<b>System information</b>		
<b>PV Array</b>	<b>Inverters</b>	
Nb. of modules 29051 units	Nb. of units 44 units	
Pnom total 17.14 MWp	Pnom total 13.20 MWac	
	Pnom ratio 1.298	
<b>User's needs</b>		
Unlimited load (grid)		

**Results summary**

Produced Energy 24015330 kWh/year	Specific production 1401 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 87.34 %
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------

**Table of contents**

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	5
Loss diagram	6
Predef. graphs	7
Aging Tool	8
Single-line diagram	10



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**



**PVsyst V7.4.4**  
VC5, Simulation date:  
07/12/23 10:15  
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**General parameters**

<b>Grid-Connected System</b>		<b>Unlimited Trackers with backtracking</b>	
<b>PV Field Orientation</b>		<b>Tracking algorithm</b>	
Orientation		Irradiance optimization	
Tracking horizontal axis		Backtracking activated	
		<b>Backtracking array</b>	
		Nb. of trackers 10 units	
		Unlimited trackers	
		<b>Sizes</b>	
		Tracker Spacing 4.50 m	
		Collector width 3.00 m	
		Ground Cov. Ratio (GCR) 86.7 %	
		Left inactive band 0.02 m	
		Right inactive band 0.02 m	
		Phi min / max. +/- 60.0 °	
		<b>Backtracking strategy</b>	
		Phi limits for BT +/- 47.7 °	
		Backtracking pitch 4.50 m	
		Backtracking width 3.00 m	
		Mode Automatic	
<b>Models used</b>		<b>Near Shadings</b>	
Transposition	Perez	No Shadings	
Diffuse	Imported		
Circumsolar	separate		
<b>Horizon</b>		<b>User's needs</b>	
Free Horizon		Unlimited load (grid)	

**PV Array Characteristics**

<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	Jinko Solar	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	Tiger Neo N-type 72HL4-BDV 590W	Model	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	590 Wp	Unit Nom. Power	300 kWac
Number of PV modules	29051 units	Number of inverters	44 units
Nominal (STC)	17.14 MWp	Total power	13200 kWac
<b>Array #1 - Sottocampo F</b>		<b>Array #1 - Sottocampo F</b>	
Number of PV modules	14075 units	Number of inverters	22 units
Nominal (STC)	8304 kWp	Total power	6800 kWac
Modules	563 string x 25 In series	Operating voltage	500-1500 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Max. power (=>30°C)	330 kWac
Pmpp	7744 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.26
U mpp	997 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	7765 A		
<b>Array #2 - Sottocampo G</b>		<b>Array #2 - Sottocampo G</b>	
Number of PV modules	14976 units	Number of inverters	22 units
Nominal (STC)	8836 kWp	Total power	6800 kWac
Modules	576 string x 26 In series	Operating voltage	500-1500 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Max. power (=>30°C)	330 kWac
Pmpp	8239 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.34
U mpp	1037 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	7945 A		





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA  
RELAZIONE TECNICA**

Pag 137 di  
142



**PVsyst V7.4.4**

VC5, Simulation date:  
07/12/23 10:15  
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**PV Array Characteristics**

<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	17140 kWp	Total power	13200 kWac
Total	29051 modules	Max. power	14520 kWac
Module area	75046 m <sup>2</sup>	Number of inverters	44 units
		Pnom ratio	1.30

**Array losses**

<b>Thermal Loss factor</b>		<b>DC wiring losses</b>		<b>Module Quality Loss</b>				
Module temperature according to irradiance		Global array res.	2.1 mΩ	Loss Fraction	-0.8 %			
Uc (const)	20.0 W/m <sup>2</sup> K	Global wiring resistance	1.0 mΩ					
Uv (wind)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	Loss Fraction	1.5 % at STC					
<b>Module mismatch losses</b>		<b>Strings Mismatch loss</b>						
Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.2 %					
<b>IAM loss factor</b>								
Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**



Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

PVsyst V7.4.4

VC5, Simulation date:  
07/12/23 10:15  
with v7.4.4

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Main results**

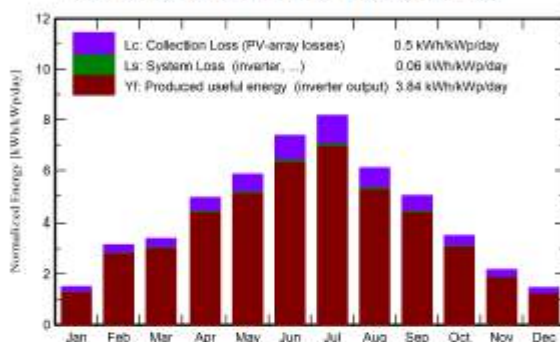
**System Production**

Produced Energy 24015330 kWh/year

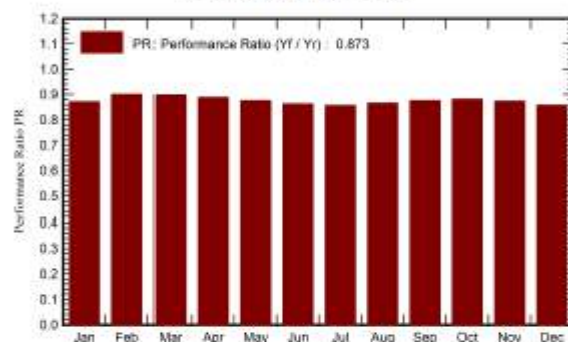
Specific production  
Perf. Ratio PR

1401 kWh/kWp/year  
87.34 %

**Normalized productions (per installed kWp)**



**Performance Ratio PR**



**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	39.9	21.17	3.76	46.7	42.2	707581	697690	0.872
February	72.4	26.22	4.17	88.1	82.5	1377877	1359548	0.900
March	90.2	47.18	7.81	105.2	100.0	1642272	1619445	0.898
April	127.2	66.23	11.80	148.1	141.9	2287990	2254796	0.888
May	155.0	68.86	15.69	181.8	175.5	2771783	2729594	0.876
June	187.6	77.41	21.37	221.5	214.5	3329194	3277325	0.863
July	212.1	70.44	23.24	253.3	246.0	3778643	3718701	0.857
August	159.1	68.82	21.05	189.5	182.5	2855563	2812223	0.866
September	126.3	51.56	17.39	150.4	144.2	2291028	2257430	0.875
October	91.7	38.66	13.62	109.1	102.7	1671747	1648610	0.881
November	54.9	25.94	9.59	65.2	59.7	989355	976039	0.874
December	37.9	17.61	3.08	45.2	40.0	673089	663928	0.857
<b>Year</b>	<b>1354.2</b>	<b>580.10</b>	<b>12.76</b>	<b>1604.2</b>	<b>1531.8</b>	<b>24376122</b>	<b>24015330</b>	<b>0.873</b>

**Legends**

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**



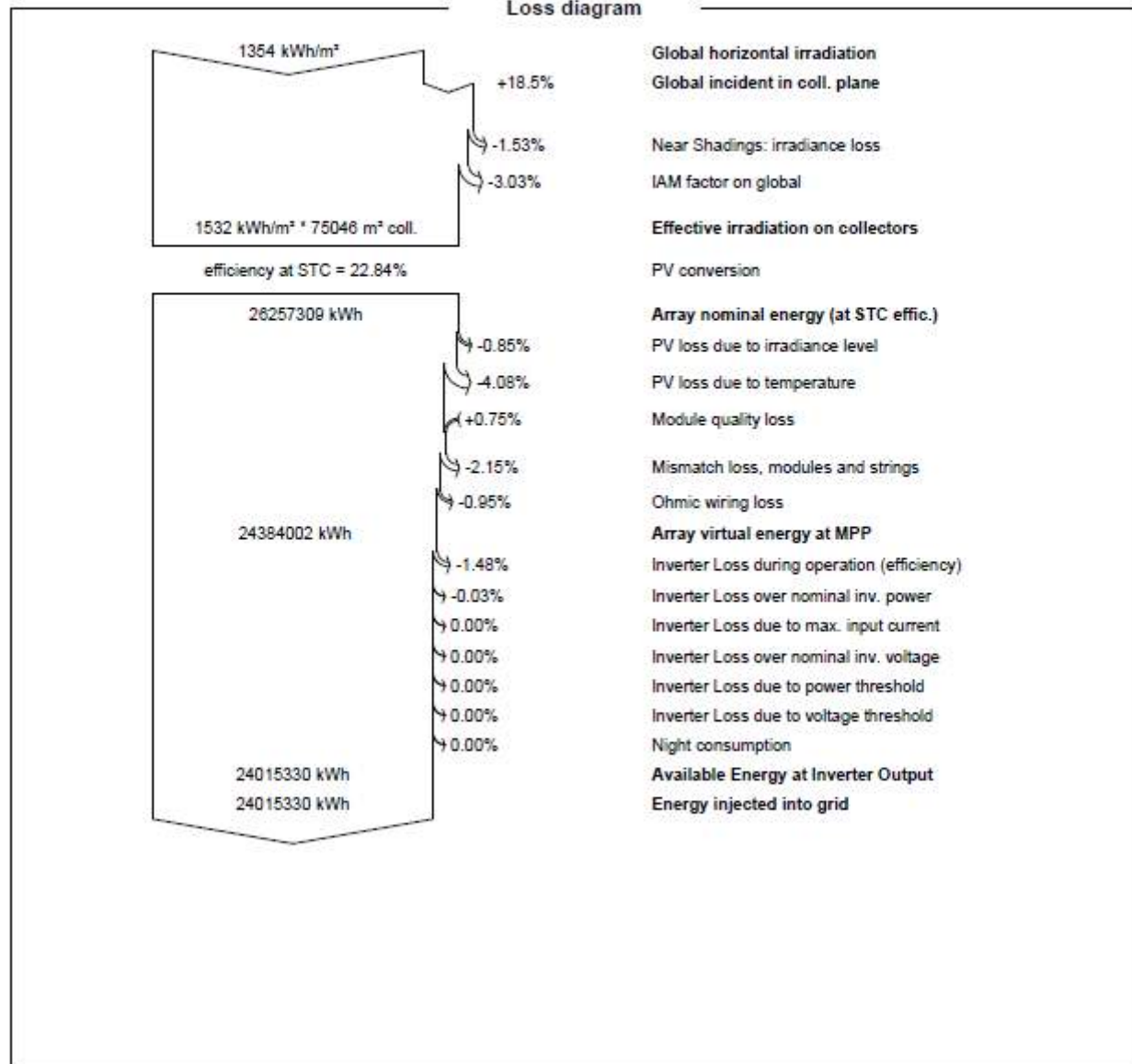
**PVsyst V7.4.4**  
VC5, Simulation date:  
07/12/23 10:15  
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Loss diagram**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**



**PVsyst V7.4.4**  
VC5, Simulation date:  
07/12/23 10:15  
with v7.4.4

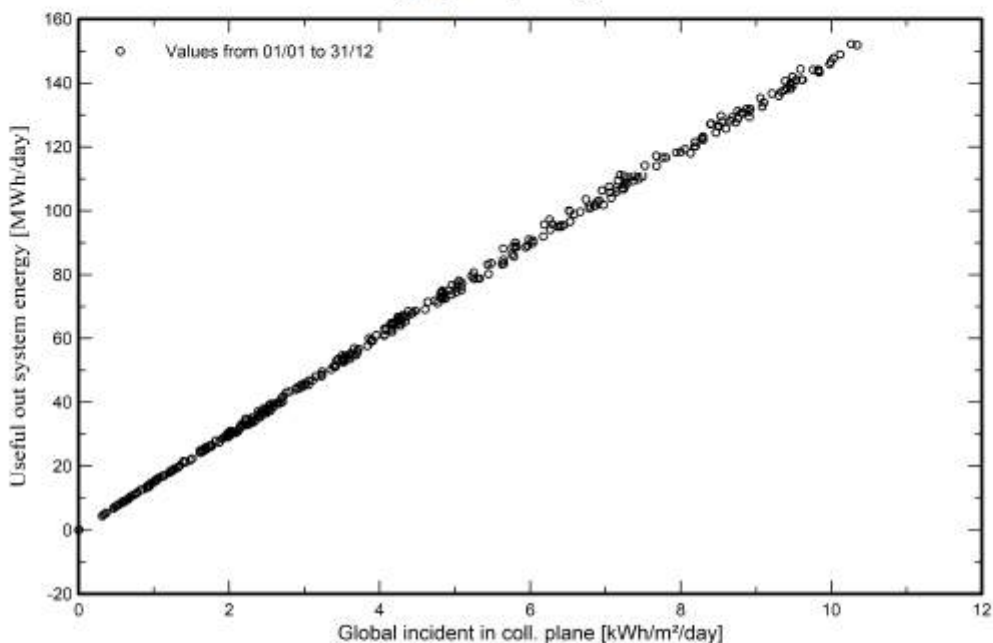
Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

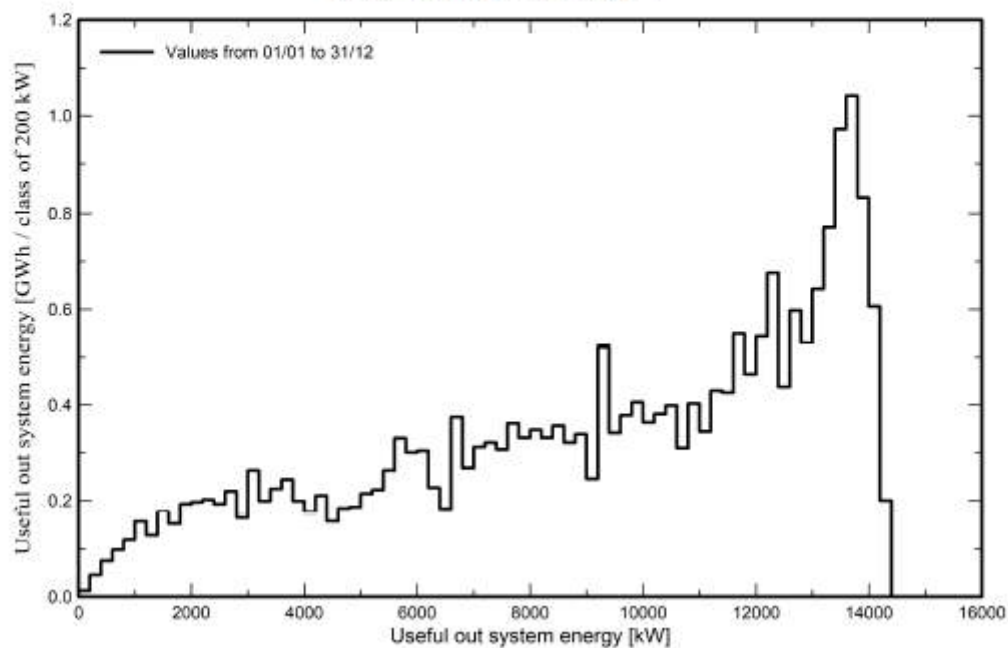
Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**



**PVsyst V7.4.4**  
VC5, Simulation date:  
07/12/23 10:15  
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Aging Tool**

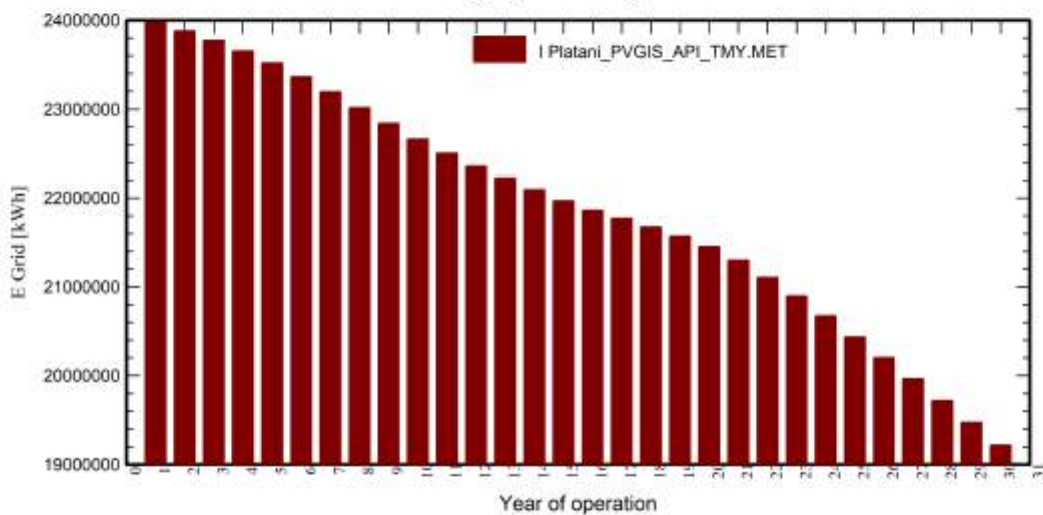
**Aging Parameters**

Time span of simulation	30 years	Mismatch due to degradation	
Module average degradation		Imp RMS dispersion	0.4 %/year
Loss factor	0.4 %/year	Vmp RMS dispersion	0.4 %/year

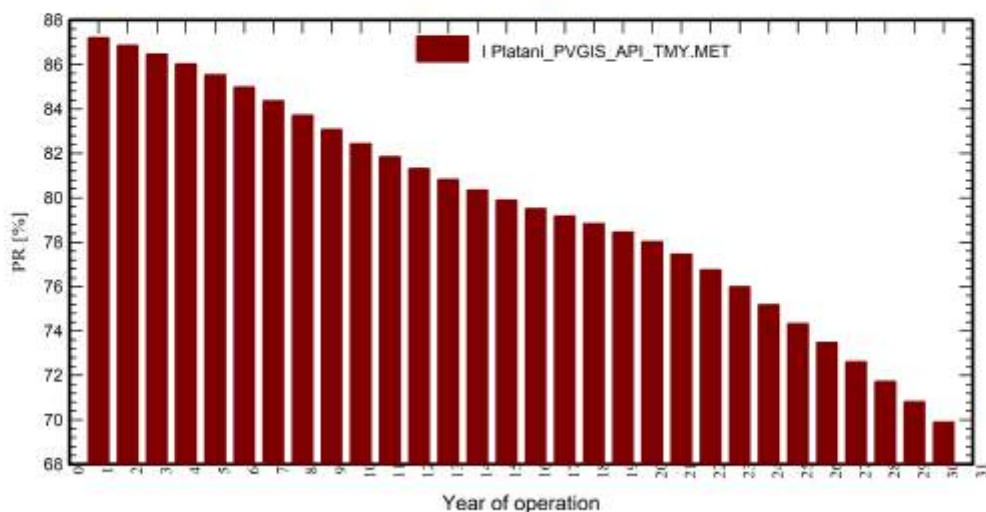
**Meteo used in the simulation**

I Platani PVGIS API TMY  
Years reference year

**Energy injected into grid**



**Performance Ratio**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**  
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**  
**RELAZIONE TECNICA**



Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

**PVsyst V7.4.4**  
VC5, Simulation date:  
07/12/23 10:15  
with v7.4.4

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

**Aging Tool**

**Aging Parameters**

Time span of simulation 30 years

**Module average degradation**

Loss factor 0.4 %/year

**Mismatch due to degradation**

Imp RMS dispersion 0.4 %/year

Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

**Meteo used in the simulation**

I Platani PVGIS API TMY

Years reference year

Year	E Grid	PR	PR loss
	kWh	%	%
1	23977744	87.21	-0.20
2	23881465	86.86	-0.60
3	23772796	86.46	-1.05
4	23651936	86.02	-1.56
5	23518876	85.54	-2.11
6	23385784	84.98	-2.75
7	23194870	84.36	-3.46
8	23018341	83.72	-4.19
9	22840228	83.07	-4.93
10	22664471	82.43	-5.67
11	22503355	81.84	-6.34
12	22358522	81.32	-6.94
13	22221021	80.82	-7.51
14	22090486	80.34	-8.06
15	21966575	79.89	-8.57
16	21860287	79.50	-9.01
17	21768321	79.17	-9.40
18	21673462	78.83	-9.79
19	21570100	78.45	-10.22
20	21452801	78.02	-10.71
21	21297743	77.46	-11.36
22	21104791	76.76	-12.16
23	20894761	75.99	-13.03
24	20670854	75.18	-13.96
25	20436208	74.33	-14.94
26	20199795	73.47	-15.92
27	19963051	72.60	-16.91
28	19720172	71.72	-17.92
29	19471239	70.82	-18.96
30	19216363	69.89	-20.02