

**REGIONE SICILIA**  
**Provincia di Palermo**  
**Comune di Monreale**

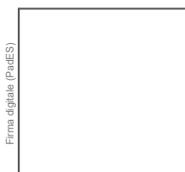
**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV SERRA DI CENTO"**

PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 44,28 MW<sub>p</sub> (40 MW IN IMMISSIONE) DENOMINATO "FV SERRA DI CENTO" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI MONREALE (PA)



**PROGETTO DEFINITIVO**

COMMITTENTE :



**CVA.**

CVA EOS s.r.l.  
Via Stazione, 31  
11024 Châtillon (AO)

PROGETTISTA :



Ing. Giuseppe Pipitone  
Via Libero Grassi, 8  
91011 Alcamo (TP)

OGGETTO DELL'ELABORATO

Elaborati economici - amministrativi  
Disciplinare tecnico e prestazionale degli elementi tecnici

REV.	DATA	DESCRIZIONE REV.	REDATTO	VERIFICATO	
0	10/2021	PRIMA EMISSIONE			
CODICE ELABORATO			SCALA	FOGLIO	FORMATO
RS06REL0022A0			/	1 di 63	A4

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	2

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	10-2021	Prima emissione			

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	3

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. IL SITO .....</b>	<b>5</b>
2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI .....	5
<b>3. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>8</b>
3.1. DATI GENERALI IMPIANTO.....	8
3.2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	10
<b>4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO .....</b>	<b>13</b>
4.1. MODULI FOTOVOLTAICI .....	13
4.2. INVERTER .....	15
4.3. STRING BOX.....	16
4.4. POWER STATION PS.....	18
4.5. QUADRO DI PARALLELO BT.....	19
4.6. TRASFORMATORE BT/MT .....	19
4.7. INTERRUTTORI DI MEDIA TENSIONE.....	19
4.8. QUADRI SERVIZI AUSILIARI .....	20
4.9. TRASFORMATORE BT/BT .....	20
4.10. UPS PER SERVIZI AUSILIARI.....	20
4.11. SISTEMA CENTRALIZZATO DI COMUNICAZIONE .....	21
4.12. CABINE GENERALI DI IMPIANTO .....	21
4.13. QUADRI BT E MT .....	21
4.14. CAVIDOTTI.....	24
4.14.1. <i>Generalità</i> .....	24
4.14.2. <i>Sistema di posa cavi</i> .....	27
4.15. SISTEMA DI TERRA.....	29
4.16. SISTEMA SCADA .....	29
4.17. CAVI DI CONTROLLO E TLC .....	31
4.18. SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	32
4.19. SISTEMA DI SICUREZZA E ANTI INTRUSIONE.....	34
4.20. STRUTTURE DI SUPPORTO.....	35
4.21. SITE PREPARATION .....	37
4.22. RECINZIONE E CANCELLO D'INGRESSO .....	37
4.23. PROGETTAZIONE IDRAULICA .....	38
4.24. OPERE IDRAULICHE.....	40
4.25. VIABILITÀ INTERNA DI SERVIZIO E PIAZZALI .....	42
4.26. VALUTAZIONI SULLA SICUREZZA CONTRO GLI INCENDI .....	42
<b>5. INTERERENZE POSA ELETTRODOTTO .....</b>	<b>45</b>
<b>6. MATERIALI DI SCAVO E RIUTILIZZO.....</b>	<b>46</b>
<b>7. GESTIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>47</b>
<b>8. ANALISI DEI VINCOLI.....</b>	<b>48</b>
<b>9. INTERVENTI DI MITIGAZIONE E RIFORESTAZIONE .....</b>	<b>49</b>
9.1. OPERE DI MITIGAZIONE .....	49
9.2. OPERE PER IL CONTROLLO DELL'EROSIONE SUPERFICIALE.....	51
9.3. OPERE DI STABILIZZAZIONE SUPERFICIALE .....	52
<b>10. CALCESTRUZZI.....</b>	<b>54</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	4

## 1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, CVA EOS s.r.l. ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto denominato "FV Serra di Cento" di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo fotovoltaico. Sia l'impianto che le opere di connessione alla rete ricadono nel territorio del Comune di Monreale in provincia di Palermo.

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, su strutture fisse, composto da n. 10 campi della potenza media variabile da 3,72 MWp a 5,11 MWp; si tratta di un impianto di complessivi 44,28 MWp (potenza in immissione pari a circa 40,00 MW) collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione.

Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo (Power station), e le Cabine MTR 1 e MTR 2, appartenenti alle due macro aree dell'impianto, rispettivamente Area ovest e Area Est, dalla quale si dipartono le linee di collegamento di media tensione (interrate) verso una nuova stazione elettrica utente in alta tensione.

L'iniziativa, di che trattasi, si inserisce nel quadro istituzionale identificato dall'art.12 del D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003 che da direttive per la promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Il presente documento si propone di fornire la descrizione degli elementi tecnici e le caratteristiche principali di impianto.

---

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	5

## 2. IL SITO

### 2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

L'impianto fotovoltaico in oggetto è ubicato nel territorio del Comune di Monreale (Provincia di Palermo) e si sviluppa su un'area di circa 48.58 ha.

Anche le realizzande opere di connessione alla rete elettrica del distributore ricadono per intero nel territorio dello stesso Comune di Monreale. Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

#### 1) Impianto Fotovoltaico "FV SERRA DI CENTO":

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 258\_IV\_SO-Monte Pietroso,
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 606120;
- Foglio di mappa catastale n. 155 del comune di Monreale p.lle 313, 277, 271, 291, 295, 296, 292, 297, 298 (area Ovest di impianto) e p.lle 120, 93, 123, 325, 121, 432, 122, 72, 119 (area Est di impianto);
- Foglio di mappa catastale n. 157 comune di Monreale p.lle 235, 226, 386, 230, 421, 417 (restante area Est di impianto).

#### 2) Cavidotto di collegamento tra le cabine di impianto MTR1 ed MTR2 e la Sottostazione Elettrica produttore SSE:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 258\_IV\_SO-Monte Pietroso,
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 606120;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Monreale n° 155 p.lle 676, 651, 654, 657, 671, 664, 494, 492, 493; Foglio di mappa catastale del Comune di Monreale n. 156 p.lle 341, 303, 304, 305, 306.
- Stazione SSE Utente – Foglio di mappa catastale 155 p.la 653.

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 del sito:

COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
DESCRIZIONE	E [m]	N [m]	H
Parco fotovoltaico (Area Ovest)	320489	4193793	H=176,0/130,0 m
Parco fotovoltaico (Area Est 1)	322738	4193382	H=200,0/235,0 m
Parco fotovoltaico (Area Est 2)	323197	4193658	H=254,0/214,0 m
Parco fotovoltaico (Area Est 3)	323039	4193078	H=157,0/208,0 m
Sottostazione Utente	321241	4193460	H=150,0 m

Tabella 1 - Coordinate assolute del parco FV e del punto di consegna

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	6

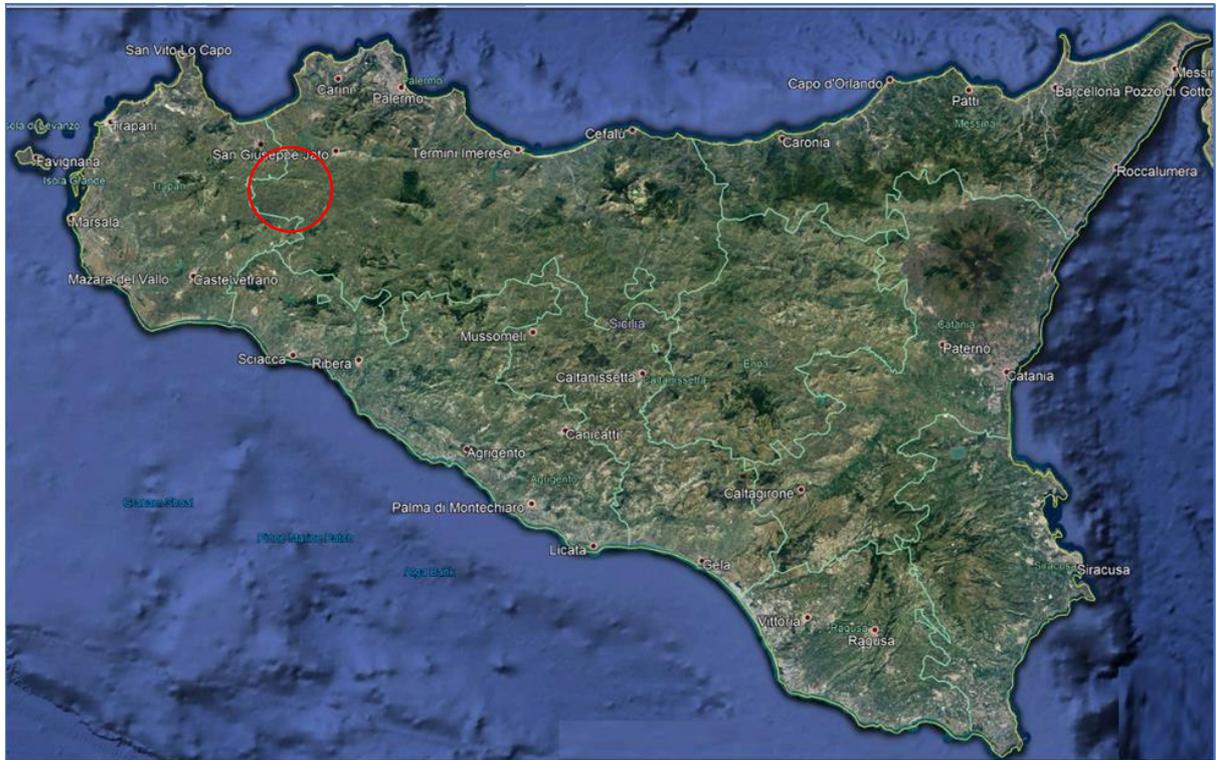


Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite

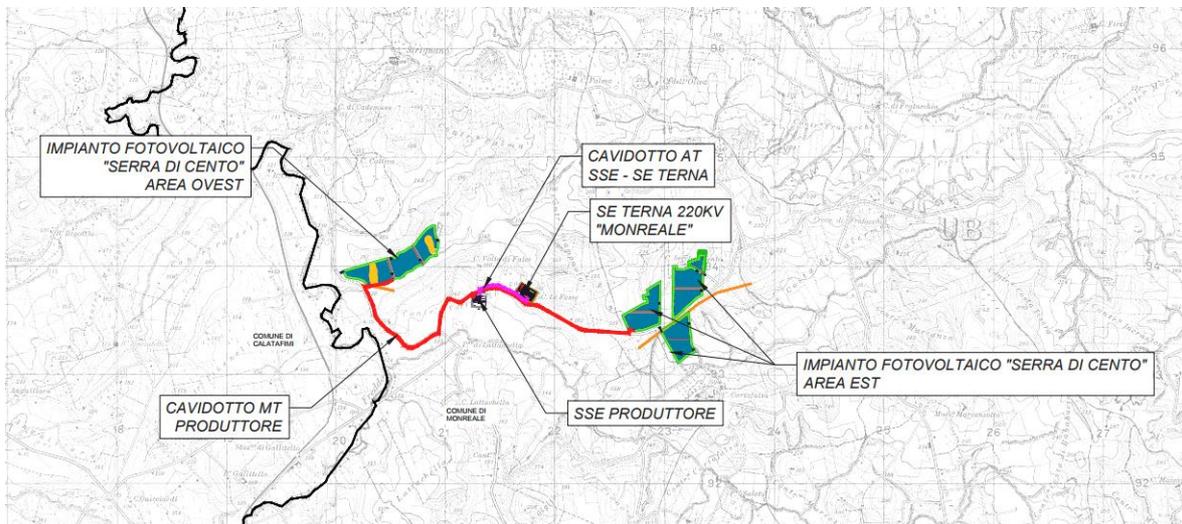


Figura 2 - Inquadramento impianto fotovoltaico "Serra Di Cento" e relative opere di connessione su IGM 1:25.000

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	7

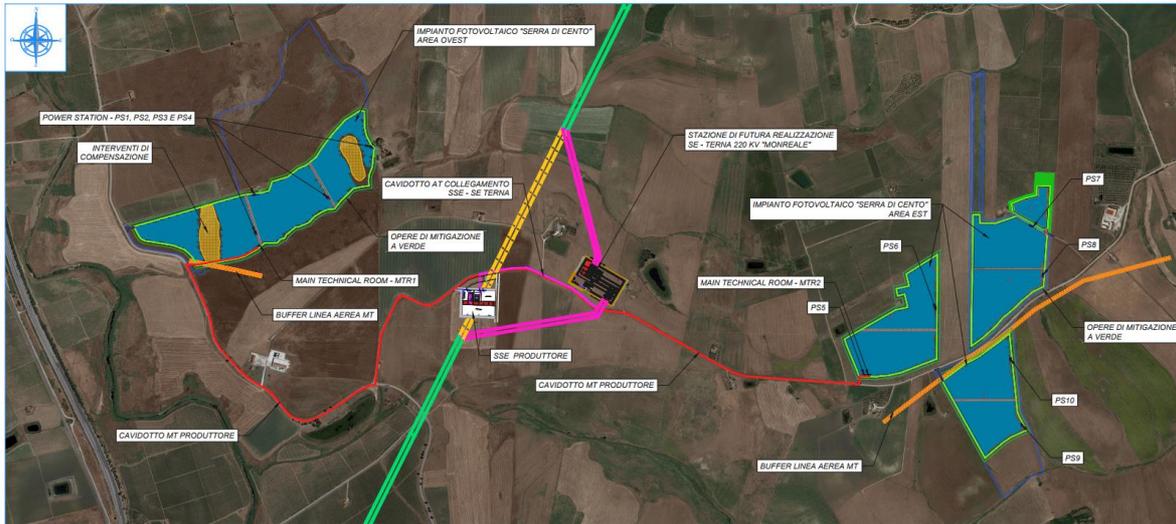


Figura 3 - Inquadramento Impianto "FV Serra Di Cento" e relative opere di connessione " su ortofoto

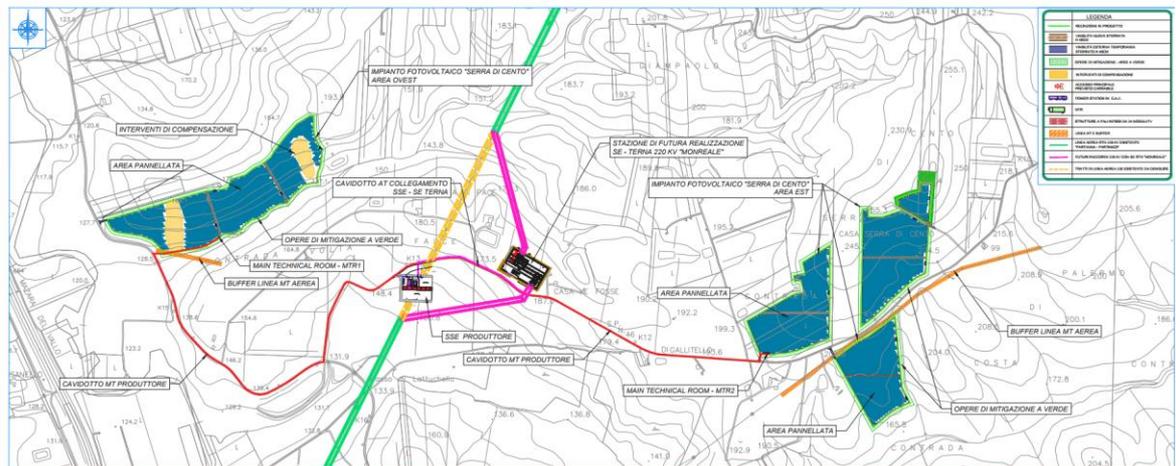


Figura 4 - Inquadramento Impianto "FV Serra Di Cento" e relative opere di connessione su CTR

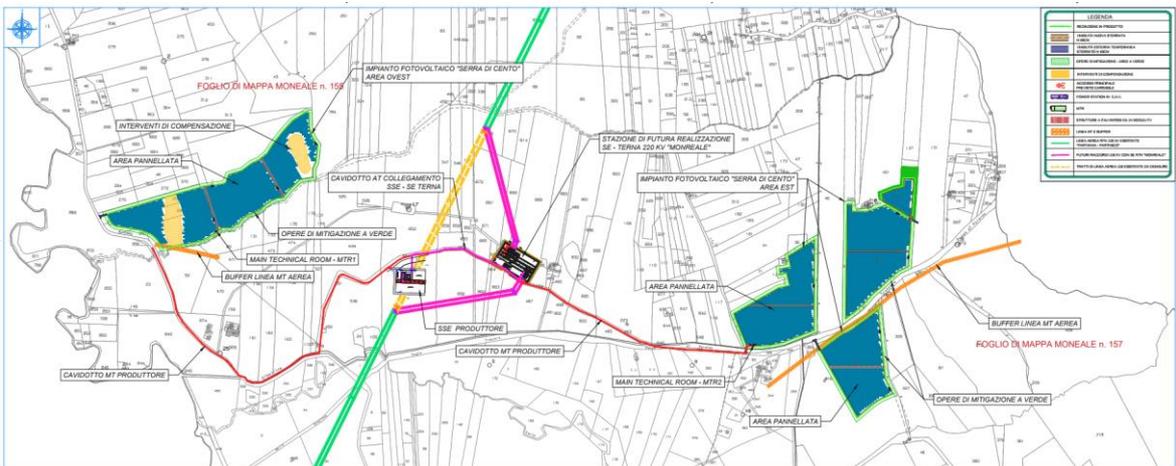


Figura 5 - Inquadramento Impianto "FV Serra Di Cento" e relative opere di connessione su catastale

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	8

### 3. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO

#### 3.1. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto nel suo complesso è costituito dalle seguenti componenti:

- Un collegamento elettrico dell'impianto fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione, che avverrà presso la Stazione Elettrica di futura realizzazione "Monreale" a 220 kV – da inserire in entra-esce sull'esistente linea a 220 kV "Partinico-Partanna". La connessione avverrà mediante realizzazione di nuova sottostazione elettrica di utente sita nelle vicinanze della futura stazione Terna. Da questa stazione si diparte la linea in cavo AT interrato per il collegamento alla Stazione elettrica Terna, al livello di tensione AT 220 kV, sul sistema di sbarre presso la stazione del Gestore;
- una sottostazione di utente di trasformazione AT/MT 220/30 kV, con la realizzazione di uno stallo in AT con trasformatore AT/MT 50/60 MVA e i relativi dispositivi di protezione e sezionamento;
- una linea interrata MT di collegamento fra la SSE utente e l'impianto fotovoltaico "Serra di Cento" giacente lungo viabilità esistente;
- moduli fotovoltaici in numero di 76.696 raggruppati in stringhe da 24 moduli: saranno installati su apposite strutture metalliche fissate al terreno attraverso pali metallici;
- n.240 String box che ricevono i cavi BT provenienti dalle stringhe di impianto e hanno lo scopo di parallelare i cavi verso gli Inverter centralizzati ubicati all'interno delle power station;
- N.20 Inverter di centralizzati (2 per ogni campo), che hanno lo scopo di ricevere i cavi BT provenienti dagli string box e di trasformare la corrente da continua (CC) ad alternata (AC);
- N. 10 Power Station (PS) o cabine di campo che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa a media; esse saranno collegate tra loro in entra-esce. Ogni PS raccoglie l'energia prodotta da ciascun campo di cui si compone l'impianto, con potenze variabili da 3,72 MWp a 5,11 MWp;
- N.2 Cabine Elettriche MTR (Main Technical Room) per la connessione e la distribuzione; in esse verranno convogliate le linee MT relative ai rami A, B, C, D ed E di collegamento tra le Power Station e le MTR stesse mediante una distribuzione di tipo radiale come più ampiamente dettagliato nel coro della presente relazione generale e nelle relazioni tecnico-specialistiche di progetto;

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	9

generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale; opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

Da quanto progettato discendono i seguenti dati:

Elementi fisici impianto	Superficie impegnata [m <sup>2</sup> ]	Superficie impegnata [ha]	Incidenza percentuale
Proprietà	485.812,5	48,58	100,00%
Fascia di mitigazione e aree di compensazione	89.475,2	8,95	18,42%
Viabilità di servizio	30.710,00	3,71	6,32%
Pannelli fotovoltaici	197.314,2	19,73	40,62%
Cabine elettriche	438,00	0,04	0,09%
Corridoi tra pannelli	167.875,0	16,79	34,56%

Il grafico che segue indica l'incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 48,58 ha.

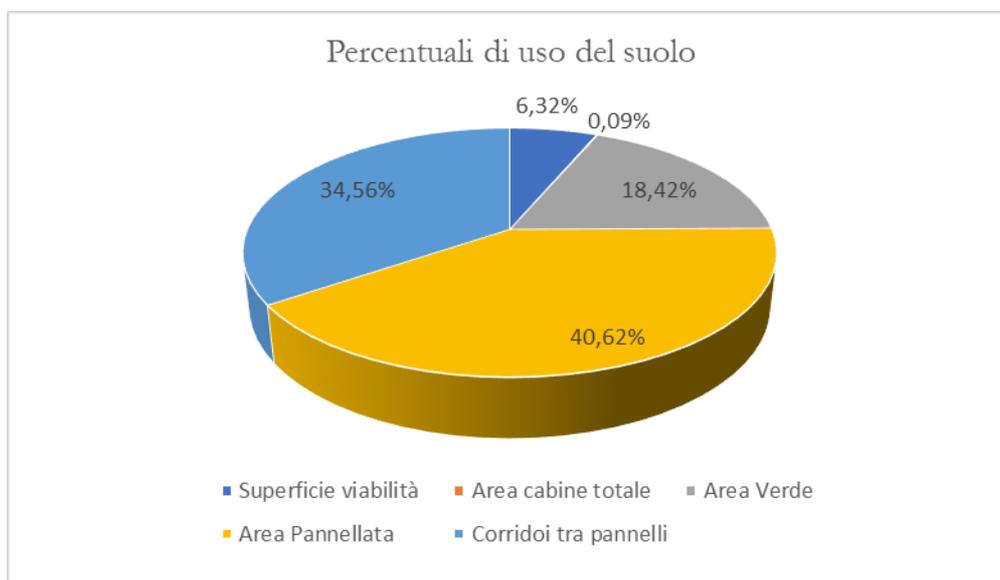


Figura 6 - Grafico che mostra l'incidenza percentuale della copertura di suolo sul totale disponibile

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell'impianto fotovoltaico in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal distributore apposito preventivo di connessione identificato con codice pratica 202000775, condizionato all'autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete di cui sopra. La connessione avverrà attraverso la realizzazione di una nuova Sottostazione di utente collegata tramite cavo AT 30 kV alla Stazione di futura realizzazione "Monreale" a 220 kV.

Tali opere di rete, rientrando negli interventi di adeguamento e/o sviluppo della rete di distribuzione e/o della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), risultano essere **Opere di**

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	10

**Pubblica Utilità.** Tali opere connesse, come indicato ai sensi dall'art. 1 octies della L. n.129/2010, costituiscono un unicum dal punto di vista funzionale con il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame, e pertanto dovranno essere autorizzate in uno con lo stesso impianto fotovoltaico, ai sensi del D.Lgs. 387/03, art. 12 commi 3 e 4bis. L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

Di seguito si riporta la descrizione sintetica dei principali componenti d'impianto; per dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda a tutti i relativi elaborati specialistici.

### 3.2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter centralizzati, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/MT. La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun campo verrà quindi vettoriata verso le cabine MTR (1 o 2 a seconda dell'area di impianto), dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna prima presso la nuova stazione elettrica utente (SSEU) a 220 kV e da questa sulle sbarre AT del gestore nella stazione di futura realizzazione "Monreale" a 220 kV. Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da 10 campi di potenza variabile come di seguito esplicitato:

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	3.846,96
PS2	3.846,96
PS3	3.846,96
PS4	3.720,6
PS5	4.745,52
PS6	4.563
PS7	4.942,08
PS8	4.942,08
PS9	5.110,56
PS10	4.717,44
<b>Totale</b>	<b>44.282,16 kW</b>

*Tabella 2 - Suddivisione in sottocampi*

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo fisse, gravanti su pali infissi nel terreno a profondità variabile.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	11

e una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione.

Il generatore fotovoltaico, presenta una potenza nominale complessiva pari a **44.282,146 kW<sub>p</sub>**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento (Massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

L'impianto Fotovoltaico in oggetto è composto complessivamente da 75.696 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 24 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da string box collegati ad inverter centralizzati presso le Power Station in numero totale pari a 240.

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 10 campi di potenza variabile; ciascun campo a sua volta è formato da un variabile numero di stringhe.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi che variano da 12 a 16 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 240), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

Coerentemente con la potenza degli inverter installati, viene definita **la potenza in corrente alternata in immissione dell'impianto**, pari alla somma della potenza in uscita dei singoli inverter da 1996 kW, che risulta pertanto essere pari a 39.920 kW AC.

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in campi, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c..

CAMPO	SEZIONE	SEZIONE TIPO	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe per Power Station	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso sezione inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Potenza nominale AC banco inverter
PS 1	1	A	10	13	171,99	130	274	3120	1825,2	1125,2358	3846,96	1996	7984
			12	12	158,76	144		3456	2021,76			1996	
PS 2	1	A	10	13	171,99	130	274	3120	1825,2	1125,2358	3846,96	1996	
			12	12	158,76	144		3456	2021,76			1996	
PS 3	1	A	10	13	171,99	130	274	3120	1825,2	1125,2358	3846,96	1996	
			12	12	158,76	144		3456	2021,76			1996	
PS 4	1	B	11	11	145,53	121	265	2904	1698,84	1088,2755	3720,6	1996	
			12	12	158,76	144		3456	2021,76			1996	
PS 5	1	C	13	13	171,99	169	338	4056	2372,76	1388,0646	4745,52	1996	
			13	13	171,99	169		4056	2372,76			1996	
PS 6	1	D	15	11	145,53	165	325	3960	2316,6	1334,6775	4563	1996	
			16	10	132,3	160		3840	2246,4			1996	
PS 7	1	E	11	16	211,68	176	352	4224	2471,04	1445,5584	4942,08	1996	
			11	16	211,68	176		4224	2471,04			1996	
PS 8	1	E	11	16	211,68	176	352	4224	2471,04	1445,5584	4942,08	1996	
			11	16	211,68	176		4224	2471,04			1996	
PS 9	1	F	14	14	185,22	196	364	4704	2751,84	1494,839	5110,56	1996	
			12	14	185,22	168		4032	2358,72			1996	
PS 10	1	G	12	14	185,22	168	336	4032	2358,72	1379,8512	4717,44	1996	
			12	14	185,22	168		4032	2358,72			1996	
			<b>240</b>			<b>3154</b>		<b>75696</b>			<b>44282,16</b>		<b>39920</b>

Tabella 3 - Dettaglio dimensionamento impianto

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	12

Coerentemente con la distribuzione dei campi e dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per gli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

---

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	13

## 4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO

### 4.1. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli previsti dal presente progetto sono tutti della medesima tipologia e taglia. Si tratta dei moduli Jinko Solar, modello TR JKM585-7TL4-V, moduli in silicio monocristallino monofacciale a 156 celle (2x78), la cui potenza di picco è pari a 585 Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 24, per cui la tensione della stringa risulta essere variabile dai 1374 V alla temperatura di 0°C fino ai 927 V alla temperatura di 60°C (temperature limite di progetto).

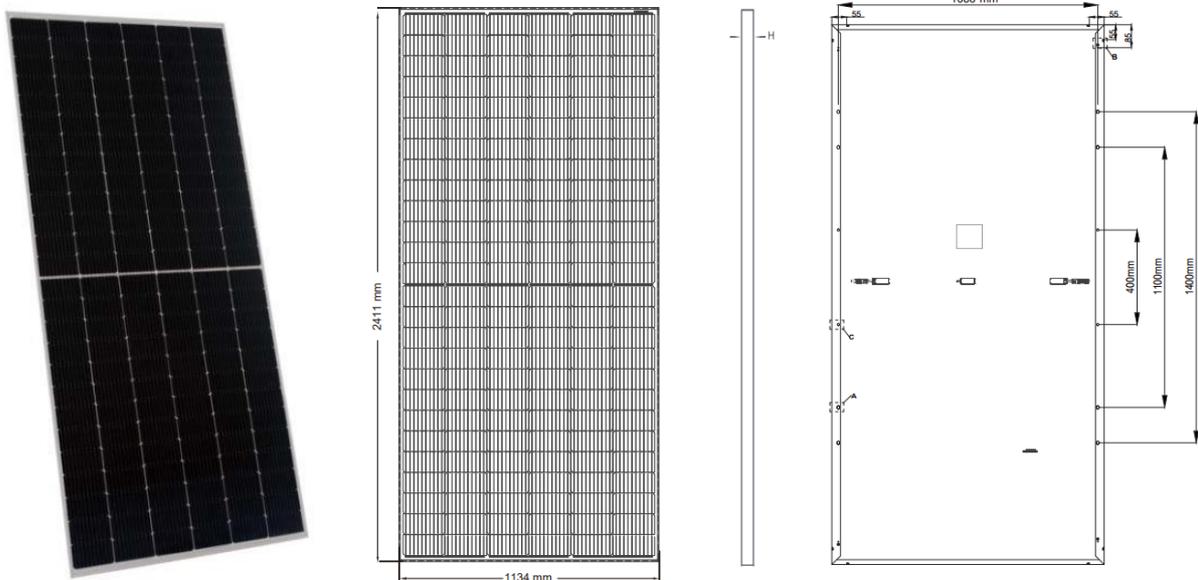


Figura 7 – Dati dimensionali modulo fotovoltaico

Di seguito si riportano i principali dati tecnici estratti dai datasheet. Per la descrizione dettagliata e le certificazioni si rimanda alla relazione tecnica impianti.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	14

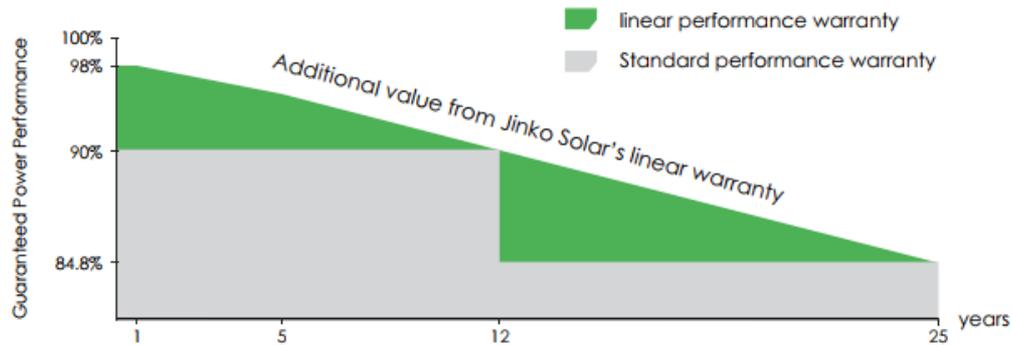


Figura 8 – Prestazioni garantite modulo fotovoltaico

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM565M-7RL4-V		JKM570M-7RL4-V		JKM575M-7RL4-V		JKM580M-7RL4-V		JKM585M-7RL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp	585Wp	435Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	43.77V	40.74V	43.89V	40.85V	44.00V	40.96V	44.11V	41.07V	44.22V	41.18V
Maximum Power Current (Imp)	12.91A	10.32A	12.99A	10.38A	13.07A	10.44A	13.15A	10.51A	13.23A	10.57A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.97V	50.00V	53.09V	50.11V	53.20V	50.21V	53.31V	50.32V	53.42V	50.42V
Short-circuit Current (Isc)	13.59A	10.98A	13.67A	11.04A	13.75A	11.11A	13.83A	11.17A	13.91A	11.23A
Module Efficiency STC (%)	20.67%		20.85%		21.03%		21.21%		21.40%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

## Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No.of cells	156 (2×78)
Dimensions	2411×1134×35mm (94.92×44.65×1.38 inch)
Weight	31.1 kg (68.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 290mm, (-): 145 mm or Customized Length

Figura 9 – Dati tecnici modulo fotovoltaico

I moduli previsti hanno una potenza nominale di 585 Wp, per un numero complessivo di moduli, pari a 75.696, consentendo così di raggiungere una potenza nominale di picco del campo fotovoltaici pari a 44.282,16 kW.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	15

I moduli previsti in progetto sono del tipo “monofacciali”, con vetro da 3,2 mm sulla parte anteriore e garantiscono una efficienza, pari a 21,40% in condizioni STC, grazie alla tecnologia TR con mezze celle e bus bar del tipo 9BB.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate, in modo tale da garantire l'installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa struttura, al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria. Per i dettagli della struttura di sostegno si rimanda al paragrafo relativo.

#### 4.2. INVERTER

Presso ciascuna cabina saranno installati da 2 a 4 inverter centralizzati, del produttore ENERTRONICA SANTERNO modello TG 1800-1500V TE - 640 di potenza nominale pari a 1996 Kw. Tutti gli inverter presentano la medesima tecnologia di conversione, il medesimo software di controllo e le stesse funzioni di interfaccia di rete.



*Figura 10 – Inverter modulare*

Di seguito si allega sintesi dei datasheet dell'inverter.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	16

Main Features			
Number of Independent MPPTs	2		
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %		
Maximum open-circuit voltage	1500 V		
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)		
Power Factor <sup>(5)</sup>	Circular Capability		
Operating temperature range	-25 + 62 °C		
Application / Degree of protection	Outdoor / IP54 or Indoor / IP20		
Maximum operating altitude <sup>(4)</sup>	4000 m		
Maximum short circuit PV input current	2 x 1500 A		
Voltage Ripple	< 1%		
Rated output current (@ ambient temperature)	1800 A (@ 25°C)	1600 A (@ 45°C)	1500 A (@ 50°C)
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	≤ 3%		
Efficiency Max / EU / CEC <sup>(1) (5)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %		
Dimensions (W x H x D)	Outdoor: 3224 x 2470 x 1025 mm	Indoor: 3000 x 2100 x 800 mm	
Weight	Outdoor: 2930 kg	Indoor: 2700 kg	
Stop mode losses / Night losses	90 W / 90 W		
Auxiliary consumptions	1800 W		

Main Configurations								
Model	Min MPPT Voltage <sup>(1)</sup>	Max MPPT Voltage <sup>(1)</sup>	Min Extended MPPT Voltage <sup>(1)(2)</sup>	Max Extended MPPT Voltage <sup>(1)(2)</sup>	Rated AC voltage (± 10%)	Rated output power @ 25°C	Rated output power @ 45°C	Rated output power @ 50°C
	V	V	V	V	V	kVA	kVA	kVA
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 600	880	1200	860	1500	600	1870	1662	1558
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 610	890		870		610	1902	1690	1584
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 620	910		880		620	1932	1718	1610
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 630	920		900		630	1964	1746	1636
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 640	935		910		640	1996	1774	1662
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 650	950		930		650	2026	1802	1688
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 660	960		940		660	2058	1830	1714
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 670	980		960		670	2088	1856	1740
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 680	990		970		680	2120	1884	1766
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 690	1000		980		690	2152	1912	1792

Figura 11 – Datasheet inverter

### 4.3. STRING BOX

Il presente progetto definitivo prevede l'installazione di quadri di parallelo di campo, denominati "String Box", nei quali vengono convogliate le linee provenienti dalle stringhe e vengono parallelati su un'unica linea in uscita verso gli inverter.

Coerentemente con la riformulazione del layout di impianto, il progetto prevede l'installazione

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	17

di n.240 String Box, uno per ciascun inverter, suddivisi come di seguito.

CAMPO	SEZIONE	SEZIONE TIPO	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox
PS 1	1	A	10	13
			12	12
PS 2	1	A	10	13
			12	12
PS 3	1	A	10	13
			12	12
PS 4	1	B	11	11
			12	12
PS 5	1	C	13	13
			13	13
PS 6	1	D	15	11
			16	10
PS 7	1	E	11	16
			11	16
PS 8	1	E	11	16
			11	16
PS 9	1	F	14	14
			12	14
PS 10	1	G	12	14
			12	14
			<b>240</b>	

*Tabella 4 - Distribuzione string box*

Ciascuno string box è dotato di un minimo di 16 canali in ingresso, con fusibili su 2 poli, dotati di monitoraggio di ciascuna stringa. Il sistema prevede la protezione per le sovratensioni, con uno scaricatore combinato in classe I+II. La linea in uscita verso l'inverter è protetta da un interruttore da 200A.

Nello stringbox è presente un PCB, per la lettura e immagazzinamento dei dati e la trasmissione verso PS. La comunicazione con la PS viene garantita con un cavo seriale RS485. L'apparecchiatura è idonea per installazione esterna (IP65).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	18

#### 4.4. POWER STATION PS

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la funzione di raccogliere l'energia proveniente dagli string box ed elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

L'energia prodotta dai sistemi di conversione CC/CA (inverter centralizzati), sarà immessa nel lato BT di un trasformatore 30/0,6 kV di potenza pari a 2000 kVA.

Per ciascun campo si prevede l'utilizzo di due trasformatori di taglia pari a 2000 kVA; ciascuna power station all'interno conterrà due trasformatori, i quadri MT, gli inverter e tutti i sistemi accessori utili all'espletamento dei controlli e di misura.

La Power Station è costituita da elementi prefabbricati in c.a.v., progettati per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità nell'ambiente in cui verranno installati.

Tutte le componenti sono idonee per l'installazione all'interno dei locali, con differenti compartimenti per le diverse sezioni di impianto: le pareti e il tetto dei cabinati sono isolati al fine di garantire una perfetta impermeabilità all'acqua e un corretto isolamento termico.

I cabinati saranno posati su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni, ove saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale.

Ciascuna Power Station conterrà al suo interno gli inverter e l'alimentazione degli ausiliari, nonché la protezione della linea verso il trasformatore.

Nella stessa sarà presente anche l'impianto elettrico di messa a terra adeguatamente dimensionato e comprensivo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio e di tutto quanto necessario al perfetto funzionamento della power station.

Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza, il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

Tutte le componenti esterne saranno dotate di tutti quegli accorgimenti finalizzati a garantire la massima protezione in condizioni climatiche quale l'ambiente di installazione.

Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole l'ispezione, la manutenzione e la riparazione.

Le cabine sono costituite da prefabbricati realizzati ad elementi componibili in calcestruzzo armato vibrato tali da garantire pareti interne lisce senza nervature e una superficie interna costante lungo le sezioni orizzontali. Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione dei box viene additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità.

In particolare, si tratta di n°10 power station composte da 2 cabine prefabbricate in c.a.v. accostate, di dimensioni pari a (6,76x2,50) m ciascuna. In corrispondenza del pavimento sono presenti alcune aperture per il passaggio dei cavi (coperte con fibrocemento compresso), e aperture per accesso alla vasca di fondazione.

---

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	19

Presso l'impianto nel suo complesso si prevede l'utilizzo di un'unica tipologia di Power Station, dotata di n.2 trasformatori MT/BT 30/0,60 kV di taglia pari a 2000 kVA, Inverter centralizzati in numero di 2, quadri MT per il sezionamento e protezione delle linee, trasformatore ausiliari, quadri BT ausiliari, sistemi di misura e monitoraggio.

Si evidenzia che in fase esecutiva saranno prodotti dal prefabbricatore gli elaborati di calcolo strutturale ai fini del deposito presso gli uffici del Genio Civile competente.

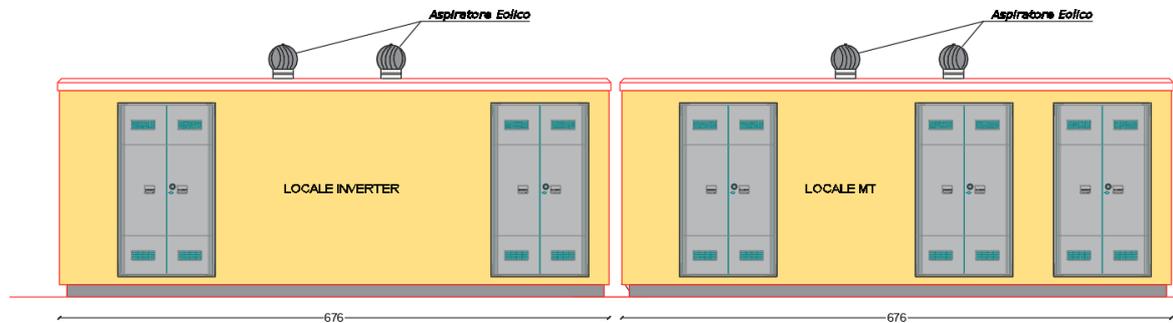


Figura 12 – Power station tipo

Per il dettaglio si rimanda agli appositi elaborati grafici RS06EPD0047A0.

#### 4.5. QUADRO DI PARALLELO BT

Presso ciascuna PS sarà installato un quadro di parallelo in bassa tensione, necessario al parallelo delle linee provenienti dagli String Box.

Il quadro consentirà anche il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni alle linee elettriche.

#### 4.6. TRASFORMATORE BT/MT

Presso ciascuna PS verranno installati due trasformatori BT/MT in resina della seguente tipologia:

- a singolo secondario a 30/0,60 kV, di potenza pari a 2.000 kVA, ad alta efficienza.

Tutti i trasformatori saranno del tipo isolati in resina, idonei per l'installazione all'interno delle cabine prefabbricate in c.a.v., opportunamente protetti per impedire l'accesso alle parti in tensione.

#### 4.7. INTERRUTTORI DI MEDIA TENSIONE

Nelle Power station verrà posizionato un quadro di media tensione, composto dai seguenti

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	20

scomparti:

- n.1 unità di arrivo (sezionatore e sez di terra);
- n.2 unità protezione trafo (sezionatore e fusibili);
- n.1 unità di partenza (sezionatore e sez di terra).

#### 4.8. QUADRI SERVIZI AUSILIARI

Le power station saranno fornite dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti. Il quadro servizi ausiliari sarà diviso in tre sezioni:

- sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal trafo MT/BT, protetta da appositi interruttori automatici;
- sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze, ordinarie e non, essenziali per il funzionamento della PS. In essa confluiscono due distinte linee (una proveniente dal trafo e l'altra da G.E), entrambe idoneamente protette con interruttori automatici e con scaricatori di sovratensione SPD;
- sezione privilegiata, le cui utenze sono alimentate sotto UPS.

#### 4.9. TRASFORMATORE BT/BT

Presso ciascuna Power Station verrà installato un idoneo trasformatore BT/BT per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari BT-AUX . Di seguito le principali caratteristiche.

<b>Tipologia</b>	Resina
<b>An</b>	25 kVA
<b>V1</b>	0,60 kV
<b>V2</b>	0,40 kV
<b>F</b>	50 Hz
<b>Gruppo</b>	Dyn11
<b>Vcc%</b>	6%

*Tabella 5 - Dati tecnici trasformatore BT/BT*

#### 4.10. UPS PER SERVIZI AUSILIARI

Verrà installato presso la Power Station un UPS per l'alimentazione dei servizi ausiliari presenti presso la PS. Il sistema UPS è dotato di DSP microprocessor control. Il sistema è costituito da un UPS base da 6000 VA, al quale viene collegato un battery back di espansione, per garantire la necessaria copertura in termini di autonomia dei servizi ausiliari di base.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	21

#### 4.11. SISTEMA CENTRALIZZATO DI COMUNICAZIONE

Presso ciascuna Power Station verrà installata la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali. Per il dettaglio di tale strumentazione si rimanda all'apposita relazione impianti.

#### 4.12. CABINE GENERALI DI IMPIANTO

L'intervento prevede la costruzione di due edifici (uno nella parte occidentale dell'impianto e uno nella parte orientale) con struttura portante in calcestruzzo prefabbricato aventi, stessi ingombri e caratteristiche prestazionali.

Tali edifici sono denominati MTR ovvero "Main Technical Room" e sono destinati ad ospitare i quadri di media tensione per il collettamento dell'energia proveniente dai diversi sottocampi, il parallelo e la partenza verso il punto di consegna.

La struttura di ciascuna MTR, avrà forma rettangolare con dimensioni planimetriche di 12,00 m x 4,00 m, e si svilupperà su un solo livello con altezza massima dal piano campagna pari a 3,20 m. L'edificio presenta due distinte aperture, una per il locale quadri MT e l'altra per il locale trafo ausiliari, oltre alle griglie per l'aerazione dei locali.

##### PIANTA

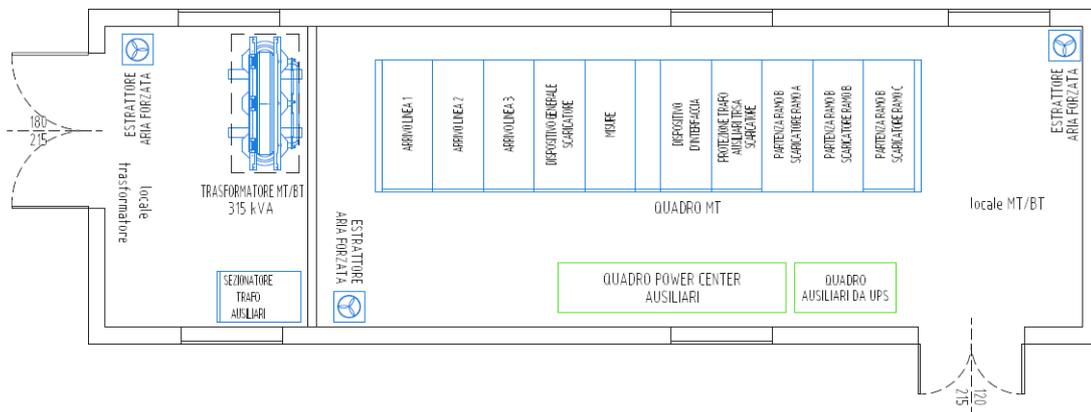


Figura 13 – Layout MTR

#### 4.13. QUADRI BT E MT

Il presente progetto definitivo prevede la realizzazione di un quadro MT all'interno della cabina MTR, necessario al collettamento di tutte le linee MT provenienti dal parco fotovoltaico, al loro parallelo e alla partenza verso la sottostazione elettrica sita nel Comune di Monreale.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	22

Unitamente a questo, è prevista anche l'installazione di quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto, quali i sistemi di monitoraggio, SCADA, ventilazione, antintrusione, etc.

Con particolare riferimento ai quadri MT, all'interno della cabina MTR sarà realizzato un unico quadro MT, denominato MTR-QMT, destinato al collegamento con la Cabina SSE 220/30 kV sita nel Comune di Monreale (punto di consegna), alle misure, alla protezione generale CEI 0-16, al dispositivo di interfaccia, e uno scomparto di protezione trafo per i servizi ausiliari (trafo presso cabina MTR).

Completano il quadro MT gli ulteriori scomparti necessari alla protezione linee, destinate ai 5 rami dell'impianto A-B-C-D-E relativi all'area Ovest e all'area Est di impianto.

Tutti quadri MT avranno le seguenti caratteristiche tecniche generali:

**Tensione**

Tensione nominale 36.0 kV

Tensioen di esercizio 30.0 kV

Tensione nominale ammissibile alla frequenza di alimentazione di breve durata nominale 70 kV

Tensione nominale di tenuta ad un fulmine 150 kV

Frequenza nominale 50 Hz

**Correnti di corto circuito:**

Corrente nominale di breve durata ammissibile 20 kA

Corrente di picco ammissibile 50 kA

Durata nominale del cto cto 1 s

Corrente di corto circuito nominale (max.) 50 kA

Corrente di interruzione di cto cto nominale 20 kA

**Correnti nominali:**

Corrente nominale bus 1250 A

Max. corrente ammissibile bus @40 °C 1250 A

**Tensioni di alimentazione**

Tensione alimentazione per motori degli interruttori AC 230 V

Tensione alimentazione per motori dei sezionatori a 3 posizioni AC 230 V

Tensione alimentazione per circuiti controllo e protezione AC 230 V

Tensione alimentazione per bobina di sgancio AC 230 V

**Dati generali interruttori**

Allestimento: Armadio a pavimento

Grado di protezione dell'involucro IP3XD

Grado di protezione, componenti primarie IP65

Partition class PM

Continuità di servizio LSC 2

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	23

Classificazione arco interno IAC A FL 20kA/1 s

Temperatura ambiente di esercizio, min./max. -5 ° C / +55 ° C

Temperatura ambiente di stoccaggio e trasporto, min./max. -25 ° C / +70 ° C.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	24

#### 4.14. CAVIDOTTI

Il progetto di impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione prevede differenti modalità di posa per i cavi (MT, BT, segnale), a seconda che si faccia riferimento alle aree interne all'impianto o piuttosto ai collegamenti esterni all'impianto.

##### 4.14.1. GENERALITÀ

Dal punto di vista elettrico, l'impianto è suddiviso in 10 campi, questi ultimi formano i cinque differenti Rami elettrici A, B, C, D ed E affluenti alle due MTR di impianto, come di seguito meglio rappresentato:

RAMO	SOTTOCAMPO	POTENZA
RAMO A	PS1-PS2	7.693,92 kW
RAMO B	PS3-PS4	7.567,56 kW
RAMO C	PS5-PS6	9.308,52 kW
RAMO D	PS7-PS8	9.884,16 kW
RAMO E	PS9-PS10	9.828,00 kW

*Tabella 6 - Suddivisione sottocampi e rami*

L'intero sistema di distribuzione dell'energia dai sottocampi verso il punto di consegna è articolato su n. 5 distinte linee elettriche, una per ciascun ramo, con un livello di tensione pari a 30 kV. Le linee ivi convogliate, una volta giunte alle MTR, confluiscono sul quadro generale MT 30 kV.

I rami A e B sono collegati alla cabina MTR1 mentre i restanti rami C, D ed E sono collegati direttamente alla cabina MTR 2.

Delle due MTR si diparte un elettrodotto interrato MT di collegamento con la SSE costituito da una terna di cavi 30 kV in formazione 3x1x400.

Le cabine di campo, per ogni ramo, sono collegate in entra-esce direttamente alla cabina generale d'impianto (MTR) con una linea in cavo interrato MT 30 kV, di sezione crescente dalla prima all'ultima cabina del ramo (3x1x150 – 3x1x400).

Tutti i cavi MT di progetto, da usare sia per il collegamento interno dei campi che per la connessione al punto di consegna, saranno del tipo schermato con conduttore in alluminio e formazione a trifoglio elicordato, o equivalente.

La tabella che segue si riporta il dettaglio delle linee elettriche di collegamento.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	25

ZONA	RAMO	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Potenza persa [kW]	$\Delta p$ %	$\Delta p$ kW
ZONA OVEST	RAMO A	PS 1	PS 2	3x1x150	178	3,85	0,878	0,02%	0,878
		PS 2	MTR 1	3x1x400	60	7,69	0,460	0,01%	0,460
	RAMO B	PS 4	PS 3	3x1x150	347	3,72	1,601	0,04%	1,601
		PS3	MTR 1	3x1x400	368	7,57	2,731	0,04%	2,731
ZONA EST	RAMO C	PS 6	PS 5	3x1x150	460	4,56	3,191	0,07%	3,191
		PS 5	MTR 2	3x1x400	20	9,31	0,225	0,00%	0,225
	RAMO D	PS 7	PS 8	3x1x150	213	4,94	1,733	0,04%	1,733
		PS 8	MTR 2	3x1x400	1015	9,88	12,849	0,13%	12,849
	RAMO E	PS 9	PS 10	3x1x150	245	5,11	2,132	0,04%	2,132
		PS10	MTR 2	3x1x400	712	9,83	8,911	0,09%	8,911
	LINEA 1 SSE	MTR 1	SSE	2x(3x1x400)	1900	15,26	28,671	0,19%	28,671
	LINEA 2 SSE	MTR 2	SSE	2x(3x1x400)	1660	29,02	90,578	0,31%	90,578
<b>POTENZA COMPLESSIVA</b>						<b>44,28</b>		<b>PERDITE TOTALI RETE (kW)</b>	<b>153,960</b>
								<b>PERDITE TOTALI RETE (%)</b>	<b>0,35%</b>

Tabella 7 - Dimensionamento cavi MT

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa dei cavi ad una profondità minima di 1,10 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda agli elaborati RS06EPD0024A0, RS06EPD0025A0 e RS06EPD0056A0.

L'immagine di seguito riportata mostra lo schema elettrico del parco fotovoltaico, con evidenza dei sottocampi e delle linee di collegamento.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto RS06EPD0027A0, RS06EPD0028A0, RS06EPD0029A0, RS06EPD0030A0, RS06EPD0031A0.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	26

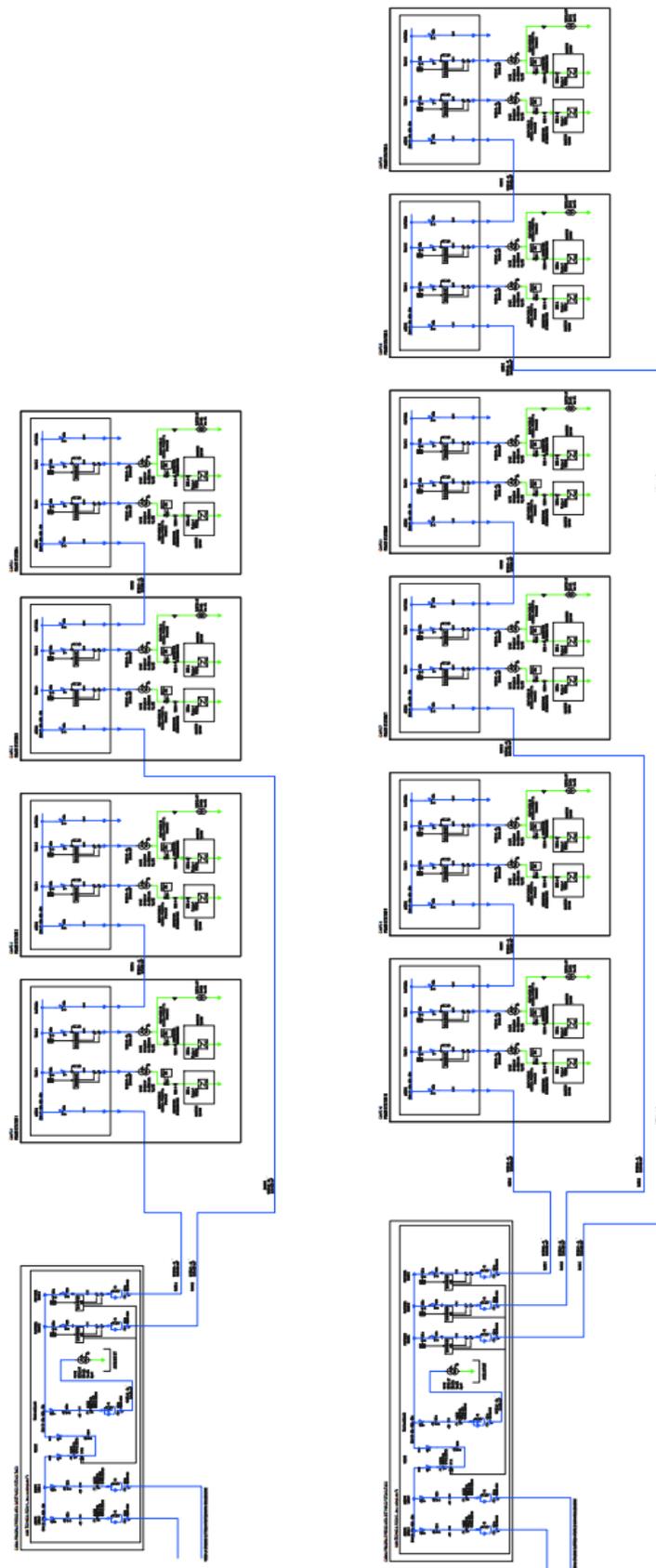


Figura 14 – Schema unifilare MT/ BT di collegamento tra PS e MTR

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	27

#### **4.14.2. SISTEMA DI POSA CAVI**

In generale, per tutte le linee elettriche in MT si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, ad una profondità minima di 1,10 m dal piano di calpestio per tutte le tratte.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1,10 m e larghezza compresa tra 0,45 m per una terna e 0,95 m per tre terne.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti saranno le seguenti.

- scavo a sezione obbligata con profondità da p.c. e larghezza indicati nei disegni di progetto;
- posa dei conduttori, fibre ottiche, e corda di terra (presente solo nei cavidotti del produttore e non nei cavidotti del distributore); particolare attenzione sarà fatta per l'interramento di quest'ultima che dovrà essere ricoperta da uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20cm;
- rinterro parziale con terreno di scavo;
- posa di nastro segnalatore del tracciato;
- rinterro con terreno di scavo;

Detti cavi saranno posti sul fondo dello scavo opportunamente livellato in modo tale da non presentare né ostacoli alla posa né elementi di pezzatura tale da costituire potenziale pericolo per la integrità dei cavi.

I cavi saranno ricoperti da uno strato di materiale di classe A1, per uno strato di 50 cm e comunque secondo le indicazioni degli elaborati progettuali. Laddove ritenuto idoneo da parte della DL, in sede di esecuzione delle opere potrà essere utilizzato per il rinterro il materiale proveniente dagli scavi, opportunamente selezionato.

Al fine di garantire la stabilità del pacchetto, il materiale posato all'interno dello scavo verrà rullato e compattato a strati non superiori a 25-30 cm, prima di procedere alla posa dello strato successivo. Un nastro segnalatore od una rete, posti alle profondità indicate nelle sezioni, segnalerà la presenza del cavidotto.

Il rimanente volume dello scavo verrà riempito in modo differente a seconda della tipologia specifica di posa, come di seguito indicato.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	28

### **Posa su strade asfaltate**

Al di sopra del nastro monitore sarà posto un ulteriore strato di rinterro con materiale classe A1, per uno strato di 30 cm, delle medesime caratteristiche di quello indicato in precedenza.

Sopra questo verrà realizzato il pacchetto stradale, avente la seguente stratigrafia:

- fondazione stradale con materiale classe A1, rullato e compattato, per uno spessore complessivo di 20 cm;
- posa di conglomerato bituminoso per strato di binder, spessore complessivo 7 cm;
- posa di tappetino di usura in conglomerato bituminoso, spessore complessivo 3 cm.

Il tappetino di usura avrà una larghezza maggiore rispetto a quella dello scavo, di almeno 50 cm per ogni lato rispetto al fronte scavo, e comunque dovrà rispettare le prescrizioni specifiche degli enti gestori delle viabilità.

### **Posa su strade sterrate**

Al di sopra del nastro monitore verrà realizzato il pacchetto stradale, avente la seguente stratigrafia:

- fondazione stradale con tout venant di cava, rullato e compattato, di granulometria 40-60 mm, per uno spessore complessivo di 40 cm;
- strato di finitura con misto granulometrico, rullato e compattato, di granulometria 20-40 mm, spessore complessivo 20 cm.

### **Posa su terreno**

Al di sopra del nastro monitore verrà posato uno strato di terreno vegetale per uno spessore complessivo di 60 cm.

Si potrà fare uso del terreno vegetale precedentemente accantonato durante l'esecuzione degli scavi, laddove ritenuto idoneo dalla DL.

In tutti i casi, un cippo di segnalazione verrà posato a p.c. in corrispondenza di eventuali incroci di cavidotti, giunzioni, derivazioni.

Nel caso di attraversamenti e/o particolari interferenze, il progetto definitivo prevede l'utilizzo di posa in tubazione corrugata, opportunamente protetta da eventuali lastre in cls, per tutta la durata dell'interferenza.

Per conoscere tutte le sezioni tipo e maggiori particolari, si rimanda alle relative tavole di progetto RS06EPD0024A0 e RS06EPD0025A0.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	29

#### 4.15. SISTEMA DI TERRA

Il sistema di terra del parco fotovoltaico è costituito da una maglia di terra che si estende lungo tutta l'area dell'impianto fotovoltaico, consistente in un dispersore orizzontale in corda di rame di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>.

A tale maglia verranno collegate in più punti:

- le strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici e le altre masse presenti presso l'impianto;
- gli impianti di terra delle singole cabine di sottocampo e della cabina generale di impianto consistenti in uno o più anelli concentrici intorno alle cabine, in corda di rame di sezione pari a 70 mm<sup>2</sup> e dispersori verticali a croce di lunghezza pari a 2,5 m posti ai vertici della maglia (collegati in più punti alle armature delle fondazioni delle cabine).

La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente.

Particolare attenzione verrà agli attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto.

Per evitare infatti che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 95mm<sup>2</sup> del tipo FG7(O)R, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo di 50 mm<sup>2</sup>.

#### 4.16. SISTEMA SCADA

Presso l'impianto fotovoltaico verrà realizzato un sistema di telecontrollo che consentirà la piena e completa gestione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Il sistema consentirà l'acquisizione di tutti i principali parametri elettrici provenienti dal campo, quali:

- tensioni e correnti di stringa;
  - tensioni e correnti parallelo string box;
  - stato scaricatori/interruttori string box;
  - tensioni e correnti in ingresso/uscita agli inverter;
  - tensioni e correnti in ingresso/uscita ai trasformatori MT/BT;
  - stato interruttori quadri BT e quadri MT;
  - principali grandezze elettriche (potenza attiva, reattiva, cos phi, etc);
  - principali grandezze fisiche (temperature di esercizio, etc).
-

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	30

Il nucleo del sistema SCADA è costituito da un PLC installato nel quadro QPLC. Il PLC è una piattaforma aperta configurabile per mezzo del software di programmazione e copre le seguenti funzionalità:

- collezione dati:
  - o dagli organi MT mediante input digitali cablati presenti in ;
  - o stati dei servizi ausiliari;
  - o raccolta misure ed eventi dai relay di protezione di cabina utente tramite porte seriali RS485 collegati al converter seriale-ethernet per mezzo del software installato sul PC Embedded;
  - o raccolta dati da organi MT in cabina utente per mezzo dell'IO distribuito;
  - o raccolta dati da campo FV per mezzo delle RTU installate nelle 4 power station;
  - o raccolta dati da campo FV per mezzo dei web server installati presso gli inverter;
  - o raccolta dati da stazione monitoraggio ambientale;
- attuazione comandi organi MT inviati da utente tramite HMI dello SCADA;
- regolazione dei valori di potenza attiva e reattiva, inseguendo, tramite controlli a retroazione (PID) logici, i set-point impostati dall'utente dall'HMI dello SCADA o provenienti da sistemi terzi tramite appositi canali di comunicazione che saranno specificati nel seguito della realizzazione;
- elaborazione condizioni di allarme:
  - o aperture per guasto di organi MT;
  - o avviamenti e scatti dei relays di protezione;
  - o notifiche da sistema antintrusione cabine e perimetrale;
  - o notifiche da sistema antincendio cabine;
  - o inverter in avaria;
  - o string box in avaria;
  - o mancanza di comunicazione con dispositivi sulla rete (LAN Monitoring);
  - o fault da switch managed;
  - o aperture interruttori servizi ausiliari;
  - o mancata risposta o risposta intempestiva dei loop di regolazione potenza;

Il sistema in progetto risulterà formato dai seguenti elementi:

- 1 quadro rack 19" - 42U QCSCADA contenente:
    - o due server ridondanti funzionanti da SCADA server;
    - o 1 firewall;
    - o 1 switch ethernet 24 porte rame;
    - o 1 switch ethernet gestito 6 porte rame/2 porte fibra;
-

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	31

- moduli di alimentazione;
- 1 quadro elettrico QPLC contenente:
  - 1 PLC funzionante da collettore dati da altre cabine, PPC e interfaccia verso rack ingressi/uscite digitali cablati verso gli organi MT locali;
  - 1 rack di ingressi/uscite digitali con doppia interfaccia ethernet;
  - 1 computer embedded con software per collezionare i dati dai relays di protezione locali alla cabina e della cabina cabina utente tramite convertitore seriale ethernet;
  - moduli di alimentazione;
- 1 quadro elettrico QREM contenente:
  - 1 modulo di I/O distribuito per interfaccia tramite ingressi/uscite digitali cablati verso gli organi MT locali;
  - 1 convertitore seriale/ethenet per il colloquio verso i relays di protezione;
  - 1 switch ethernet gestito 6 porte rame/2 porte fibra;
- 1 computer desktop facente funzione di HMI locale;
- 1 engineering workstation;
- 4 quadri QPS da installarsi nelle power station contenenti:
  - 1 computer embedded con caratteristiche industriali per funzione di RTU locale;
  - 1 modulo di I/O distribuito per interfaccia tramite ingressi/uscite digitali cablati verso gli organi MT locali;
  - 1 switch ethernet managed 6 porte rame/2 porte fibra.

#### 4.17. CAVI DI CONTROLLO E TLC

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio e di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- cavi in rame multipolari twistati e non (cavi belden);
- cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

La fibra ottica prevista in progetto consiste in un cavo con numero di coppie di fibre ottiche (cores) pari a 12.

I cavi previsti sono rispondenti alla normativa CEI EN 60794-3 e saranno equipaggiati con fibre ottiche di tipo mono-modale rispondenti alla normativa ITU3T G.652. I cavi previsti

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	32

sono idonei per posa in esterno entro tubi, con guaina interna in polietilene del tipo a bassa densità e guaina esterna in polietilene ad alta densità, protezione antiroditore costituita da filati di vetro, impermeabili (water blocking), totalmente dielettrici.

I cavi sono dotati di guaina esterna del tipo LSZH termoplastica allo scopo di rispettare le norme specifiche che ne rendono possibile il loro utilizzo anche in ambienti interni. Ogni cavo sarà contraddistinto da una sigla di identificazione prevista dalle vigenti norme CEI.

#### **4.18. SISTEMA DI MONITORAGGIO**

Nell'ambito del presente progetto si prevede l'installazione di un opportuno sistema di monitoraggio ambientale al fine di garantire l'acquisizione dei parametri ambientali e climatici presenti sul campo fotovoltaico. In particolare, il sistema in oggetto permetterà la rilevazione di dati climatici e di dati di irraggiamento. I dati monitorati verranno, quindi, gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA. Il sistema di monitoraggio ambientale da installare, per ciascuno dei due impianti di progetto, è composto da:

- n.2 stazioni di rilevazione meteo;
- sistema di rilevazione dati di irraggiamento (componente diretta, diffusa e globale);
- piranometri installati sul piano dei moduli;
- sistema di tracking solare;
- albedometro;
- sistema di rilevazione temperatura moduli;
- dispositivi di comunicazione;
- dispositivi di interfaccia;
- dispositivi di memorizzazione.

Pertanto, tramite il sistema installato, i valori climatici e di irraggiamento del campo FTV puntualmente misurati saranno trasmessi al sistema SCADA al fine di permettere la valutazione della producibilità del sistema di produzione FTV. Il sistema nel suo complesso garantisce ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e auto-tuning.

Quindi, al fine di poter eseguire una corretta stima della producibilità dell'impianto, si prevede un sistema che assicurerà la valutazione puntuale dei valori di irraggiamento e insolazione presenti sul campo oltre a tutti i valori climatici. I dati ambientali ricavati, uniti ai dati di targa dell'impianto, saranno utilizzati in conformità a quanto previsto dalla norma IEC 61724 e norme CEI 82-25 per la valutazione delle performance d'impianto.

Il sistema previsto nell'ambito del presente progetto permetterà, quindi, di monitorare i seguenti dati ambientale:

- dati di irraggiamento;
-

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	33

- dati meteorologici
- temperature dei moduli.

I dati ambientali sopra elencati saranno rilevati da sistemi distinti.

I dati di irraggiamento, necessari per la valutazione delle performance di impianto, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piranometri montati sul piano dei moduli (indicativamente uno ogni sottocampo).

Per quanto riguarda i dati meteorologici si prevede il montaggio di strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto.

Il sistema di monitoraggio, in aggiunta, avrà la funzione di rilevare la temperatura dei moduli. Le stazioni meteo e quella per la rivelazione delle componenti normale, diffusa e globale dell'irraggiamento saranno posizionate sul campo in modo da rispettare:

- una posizione baricentrica rispetto alla disposizione del campo;
- una posizione in grado di rilevare i dati in maniera più fedele possibile sull'effettivo stato del campo;
- una ubicazione tale da non risentire condizionamenti ambientali esterni che inficiano la misura (momenti di ombre, riparo dal vento...).

I dati ambientali rilevati, quindi, saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA, e da questo elaborati per la determinazione dei valori della producibilità attesa.

Tutti i dati misurati saranno condizionati da dispositivi elettronici, ove vi fosse la necessità e comunicati al sistema di monitoraggio mediante protocollo MODBUS su RS - 485 o tramite interfaccia Ethernet.

Il sistema di monitoraggio ambientale previsto sarà in grado di operare in modalità automatica, completamente autonoma assicurando le funzioni di autodiagnosi per il rilevamento di eventuali malfunzionamenti o lettura di parametri fuori scala.

Le funzioni assicurate dal sistema di monitoraggio sono:

- misura della temperatura esterna in gradi Celsius o Fahrenheit;
  - misura dell'umidità relativa;
  - misura dell'umidità assoluta;
  - indicazione della pressione atmosferica in HG o hPa;
  - selezione della pressione atmosferica relativa o assoluta;
  - indicazione della pluviometria in mm o inch;
  - indicazione della pluviometria per 1 ora, 24 ore, 1 settimana, 1 mese o dall'ultimo azzeramento;
  - selezione della velocità del vento in mph, km/h, m/s, nodi o Beaufort;
  - indicazione della direzione del vento;
  - indicazione di temperatura Wind Chill (sensazione termica);
-

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	34

- indicazione del punto di rugiada;
- indicazione dei valori meteorologici;
- funzioni di allarme programmabili per differenti valori meteorologici;
- memorizzazione valori massimo e minimo;
- orologio aggiornato via protocollo NTP;
- regolazione del fuso orario e ora legale;
- funzione di risparmio energetico;
- valori di irraggiamento.

#### **4.19. SISTEMA DI SICUREZZA E ANTI INTRUSIONE**

Il sistema di sicurezza e anti intrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell' impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema previsto in progetto si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima misura che verrà attuata per garantire la sicurezza dello stesso contro intrusioni non autorizzate è quella di impedire o rilevare qualsiasi tentativo di accesso dall'esterno installando un sistema di anti-intrusione perimetrale.

Il sistema di videosorveglianza in progetto dovrà prevedere i seguenti componenti:

- n. 1 postazione di video sorveglianza e video-analisi, dotata di NVR e di monitor;
- fino a 145 aree soggette ad osservazione;
- accesso diretto da web, sia al sistema di videosorveglianza in tempo reale che all'archivio delle registrazioni.

Il sistema risponderà ai seguenti macro-requisiti:

- affidabilità del sistema;
- possibilità di monitoraggio real-time ed in differita, con crescente livello di fluidità delle immagini, da 1 (uno) fps fino a 25 (venticinque) fps;
- memorizzazione dei dati su "site" differenziati, al fine di consentire il reperimento delle immagini anche in caso di atti vandalici compiuti direttamente sul posto.

Il sistema in progetto integra anche i servizi di videoanalisi, con l'implementazione, oltre alle normali funzionalità di videosorveglianza, di funzionalità di videocontrollo attivo, al fine di individuare e di trasmettere in "tempo reale" le segnalazioni di allarme al verificarsi di situazioni critiche, o quantomeno anomale, quali ad esempio:

- l'attraversamento di una linea o poligonale immaginaria (anti-vandalismo);
  - la rimozione di un oggetto (sottrazione di beni od oggetti);
-

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	35

- l’abbandono di un oggetto (antiterrorismo);
- gli assembramenti ingiustificati (in parchi o aree definite “critiche”);
- la direzione di marcia per auto, conteggio di auto o persone, ecc.

La definizione delle zone e delle regole del sistema di video-analisi sarà implementata in fase di progettazione esecutiva.

Inoltre, considerata la specificità dell’opera, con il presente progetto si è ritenuto opportuno prevedere un sistema di allarme ed antintrusione presso le cabine di impianto (PS, MTR1 e 2), nei quali, oltre alle apparecchiature elettriche sono contenuti anche il CED e le apparecchiature che consentono il monitoraggio e telecontrollo dell’intero sistema.

Il sistema di allarme consentirà il controllo di tutti gli accessi dell’immobile, e consisterà per ciascun impianto in:

- n. 1 centrale 200 zone, dotata di modulo telefonico GSM/GPRS, con accesso da APP e/o da WEB, con interfaccia vocale per operatore;
- sensori di contatto da installare presso gli accessi;
- sensori volumetrici a doppia tecnologia, da installare presso i percorsi di ingresso e i luoghi sensibili;
- sirene interne ed esterne;
- inseritori a chiave RFID e con tastierino alfanumerico.

#### **4.20. STRUTTURE DI SUPPORTO**

Gli impianti saranno costituiti da moduli fotovoltaici posizionati su strutture fisse, esposte a sud, ancorate a terra attraverso apposite fondazioni, e connessi elettricamente in stringhe serie/parallelo su inverter centralizzati in bassa tensione.

La struttura modulare è costituita da quattro campate, ed è composta da n° 24 pannelli affiancati lungo il lato maggiore, disposti su due file. La struttura presenta larghezza complessiva pari 4,84 m, con un ingombro sul piano orizzontale di circa 4,56 m, e la lunghezza complessiva pari a circa 13,77 m.

La struttura è del tipo fisso, pertanto i pannelli avranno altezza da terra nel punto minimo pari a 0,5 m e altezza massima pari a 2,19 m. La struttura fissa è connessa ai profilati verticali che saranno infissi nel terreno con profondità variabile con altezza fuori terra pari a 1,1 m.

Per maggiori informazioni in merito alla parte strutturale si rimanda all’elaborato di progetto “Relazione e calcoli preliminari sulle strutture” – RS06REL0004A0 e all’elaborato grafico “Piante, sezioni e particolari strutture di supporto e fondazioni moduli fotovoltaici” – RS06EPD0046A0. Per tutti i dettagli relativi alla profondità di infissione dei profilati metallici a sostegno delle strutture pannellate si rimanda alla “Relazione geotecnica e sismica” – RS06REL0005A0 allegata al presente progetto.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	36

La struttura modulare proposta è rappresentata nella figura seguente.

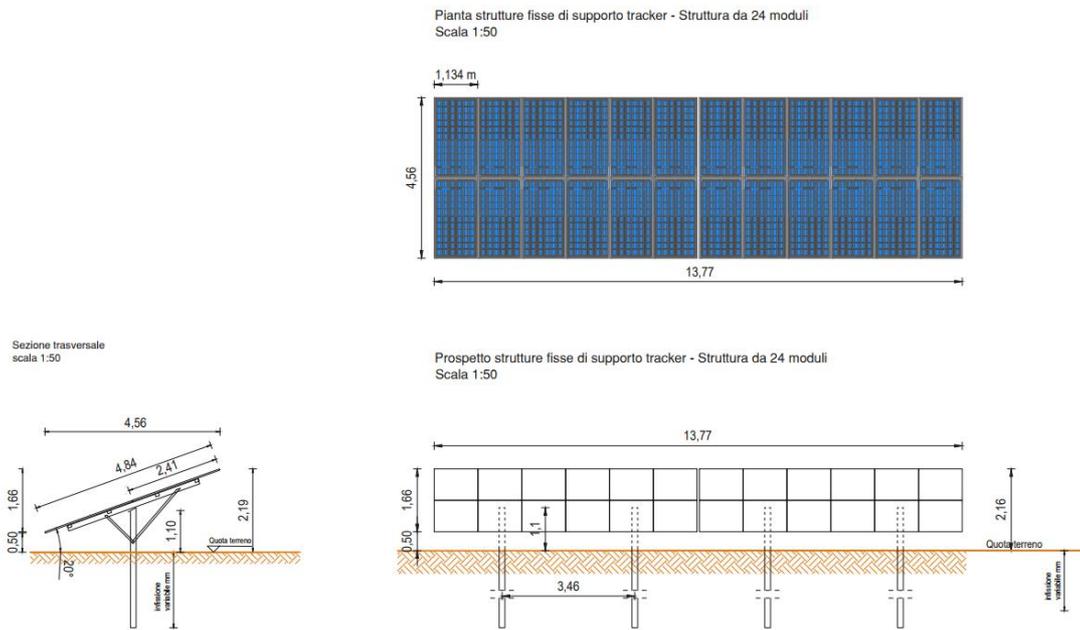


Figura 15 – Tipologico struttura sostegno moduli – sezione trasversale

La struttura potrà all'occorrenza anche essere realizzata in modo da accostare un numero diverso di pannelli. Anche in queste configurazioni la struttura rimarrà del tutto simile a quella modulare, a meno della lunghezza, e presenterà la medesima sezione.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	37

#### 4.21. SITE PREPARATION

Al fine di predisporre l'area alla installazione degli impianti, sono previsti minimi movimenti terra all'interno delle stesse aree, volti a rendere idoneo il piano di posa per l'installazione delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici (nulla che possa alterare pendenze o orografia naturale delle aree in oggetto). Compatibilmente con le specifiche tecniche del produttore delle strutture di sostegno moduli, con il presente progetto definitivo è stato elaborato un piano quotato idoneo alla posa. La soluzione progettuale è volta a minimizzare il volume degli scavi/rilevati, ed è finalizzato a non produrre alcun volume di terreno che possa essere considerato rifiuto da smaltire. La soluzione implementata in progetto è orientata alla massima riduzione dei volumi di scavi e rilevati, con un relativo minore impatto ambientale (produzione di nuovi materiali, trasporti, produzione di rifiuti, etc.).

#### 4.22. RECINZIONE E CANCELLO D'INGRESSO

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione degli impianti; la recinzione sarà formata da rete metallica a pali fissati con plinti. In dettaglio, si prevede di realizzare una recinzione di tutta l'area di impianto e delle relative pertinenze. Si prevede di mantenere una distanza degli impianti dalla recinzione medesima minima di 15 m, quale fascia di protezione e schermatura di cui 10 m di fascia a verde e 5 metri di viabilità perimetrale. **La recinzione presenterà dei fori, con interasse pari a 4,00 m per il passaggio della fauna selvatica (0.2 m x 0.2 m).**

Di seguito si riporta la tipologia di recinzione prevista in progetto.

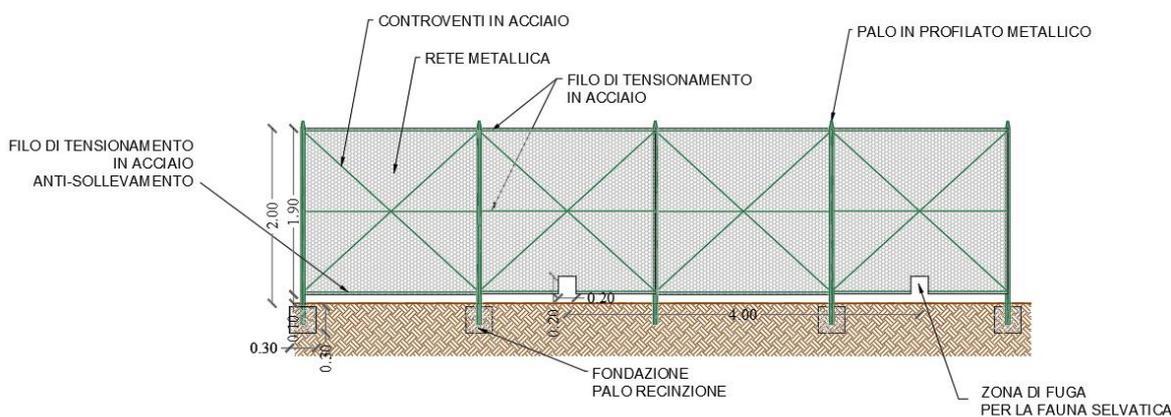


Figura 16 – Tipologico recinzione

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	38

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione è prevista l'installazione di alcuni cancelli carrabili per l'accesso alle differenti zone dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

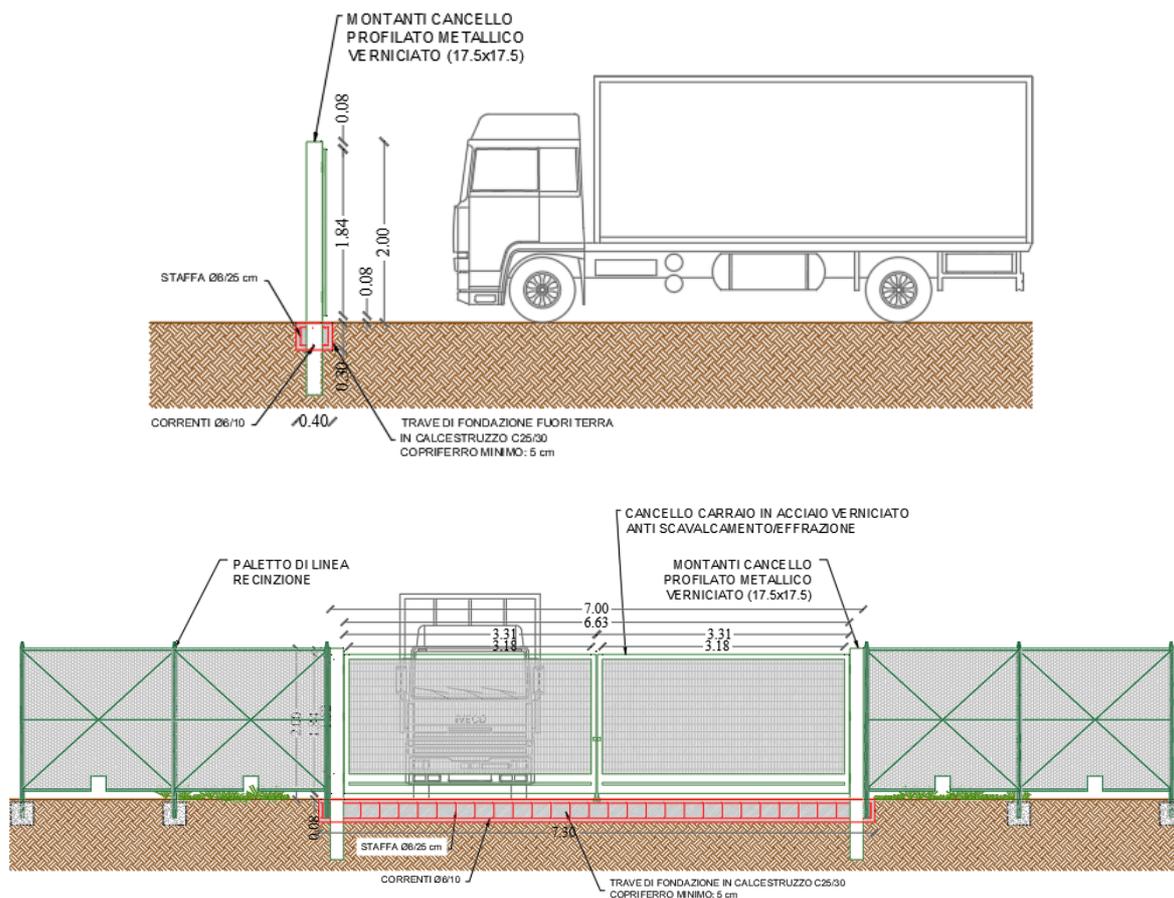


Figura 17 – Tipologico cancelli di ingresso

#### 4.23. PROGETTAZIONE IDRAULICA

La durabilità dell'area di impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche. Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

- i. mantenimento delle condizioni di “equilibrio idrogeologico” preesistenti (*ante* realizzazione del parco fotovoltaico “FV SERRA DI CENTO”);
- ii. regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità (aree tra le stringhe per operazioni di manutenzione) del parco fotovoltaico, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le opere civili presenti nell'area.

Il tracciato delle opere di regimazione è stato definito a partire dal rilievo topografico dell'area

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	39

e dalla progettazione del layout dell'impianto fotovoltaico, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli eventuali impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche delle diverse aree di impianto.

Lo smaltimento delle acque di deflusso superficiale verrà favorito dalle opere idrauliche in progetto, così come descritte nel paragrafo successivo.

La progettazione idraulica, di cui al presente studio, si pone come obiettivo il totale rispetto dell'equilibrio idrogeologico esistente ante operam e pertanto è finalizzata ad assecondare il naturale deflusso delle acque meteoriche.

Nella porzione occidentale sono stati studiati alcuni bacini interni (B01, B07, B08 e B09), valutati idraulicamente più svantaggiosi. In funzione del calcolo idraulico maggiormente gravoso (B08), sono stati dimensionati tutti i fossi di guardia di tale porzione di impianto.

Tali fossi di guardia scaricano nell'impluvio presente a valle (oggetto di studio nel capitolo 7 della relazione specialistica idraulica RS06REL0003A0 per l'ottemperanza del DSG n.50/2021 e DSG n.189/2020). Si sottolinea che l'acqua, ivi convogliata, confluirebbe naturalmente nei punti designati a meno di piccolissime porzioni.

In corrispondenza della porzione occidentale di impianto sono state individuate 5 sezioni di scarico: su tre di queste sono state condotte le valutazioni relative al rispetto dell'invarianza idraulica mentre nel caso delle restanti due appare evidente che le portate convogliate siano identiche alla condizione ante operam.

Per quanto riguarda invece la porzione orientale dell'impianto, sono stati presi in considerazione i punti di recapito naturali ed esistenti lungo i pozzetti della viabilità provinciale e nel totale rispetto di tale condizione ante operam, si sono convogliate le portate di progetto nei punti di scarico ad hoc.

Tutte le restanti aree orientali di impianto, sono stati previsti dei fossi di guardia, solamente in corrispondenza di quelle porzioni in cui avviene naturalmente l'incanalamento delle acque di scolo superficiale; si tratta di fossi di guardia, per lo più ortogonali alle curve di livello, che rispettando la condizione ante operam, consentono l'allontanamento dell'acqua dalle aree di impianto.

Anche in queste porzioni di impianto i fossi di guardia sono stati dimensionati in funzione del bacino ritenuto idraulicamente più svantaggioso tra tutti i micro-bacini esistenti all'interno delle aree di impianto ovvero il bacino B12.

I bacini, in corrispondenza dei quali sono state effettuate le verifiche idrauliche con Tempo di Ritorno pari a 50 anni, sono pertanto i B01, B07, B08, B09 e B12 (allegato grafico - Allegato 5 - della relazione specialistica idrologica-idraulica RS06REL0003A0 di progetto).

A seguire le opere idrauliche di progetto, determinate mediante i calcoli idraulici descritti nella presente relazione specialistica.

---

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	40

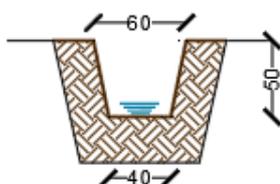
#### 4.24. OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche di progetto sono le seguenti: per i particolari costruttivi ed ulteriori dettagli si rinvia all'allegato grafico - Allegato 5 - della relazione specialistica idrologica-idraulica RS06REL0003A0 di progetto.

**Fosso di guardia in terra "Tipo 1"** avente le seguenti caratteristiche geometriche:

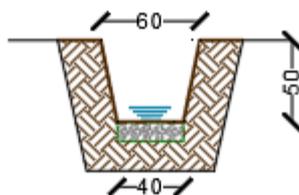
<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	0,40
Larghezza in superficie [m]	0,60
Altezza [m]	0,50

Fosso di guardia "Tipo 1"  
Scala 1:50



In alcuni tratti – con pendenze superiori al 10% - tali fossi di guardia possono presentare il **fondo rivestito con pietrame** di media pezzatura ( $d=5-10$  cm), per uno spessore di 15 cm, al fine di ridurre l'azione erosiva della corrente idrica.

Fosso di guardia "Tipo 1"  
Fondo con pietrame - Scala 1:50

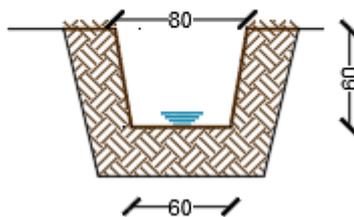


CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	41

**Fosso di guardia in terra "Tipo 2"** avente le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	0,60
Larghezza in superficie [m]	0.80
Altezza [m]	0.60

Fosso di guardia "Tipo 2"  
Scala 1:50



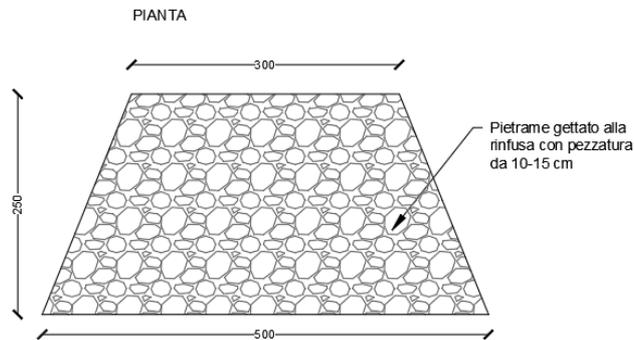
Anche il fosso di guardia "tipo 2", nei tratti con pendenze superiori al 10%, presenta il **fondo rivestito con pietrame** di media pezzatura ( $d=5-10$  cm), per uno spessore di 15 cm.

**Opere di dissipazione:** tale opera è presente al termine degli scarichi di progetto. Si precisa nuovamente che tali punti di scarico, sono naturalmente i punti di deflusso delle portate intercettate nell'area di impianto, ortogonalmente alle curve di livello del suolo.

L'opera di dissipazione, finalizzata a ridurre al massimo potenziali fenomeni erosivi, è da realizzarsi con pietrame di grandi dimensioni ( $D$  variabile tra 10cm e 15cm) con differente geometria in funzione della velocità della corrente e del corpo idrico ricettore.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	42

OPERA DI DISSIPAZIONE A  
PROTEZIONE DEL VERSANTE  
Scala 1:50



#### 4.25. VIABILITÀ INTERNA DI SERVIZIO E PIAZZALI

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, dalla successiva compattazione del sottofondo naturale, dalla fornitura e posa in opera di brecciolino opportunamente costipato per uno spessore di trenta/quaranta centimetri circa, poiché si tratta di arterie viarie dove sovente transitano cavi in cavidotto. I cavidotti saranno differenziati a seconda del percorso e del cavo che accoglieranno.

Si prevede la realizzazione di una strada sterrata per l'ispezione dell'area di impianto lungo tutto il perimetro dell'impianto e lungo gli assi principali e per l'accesso alle piazzole delle cabine.

#### 4.26. VALUTAZIONI SULLA SICUREZZA CONTRO GLI INCENDI

Relativamente agli impianti fotovoltaici, il Ministero dell'Interno, con nota 1324 del 07 febbraio 2012 ha emanato una "Linea Guida" per l'installazione degli impianti fotovoltaici. La Guida deve essere presa in considerazione nelle fasi di progettazione ed installazione e vale per tutti gli impianti con tensione in corrente continua non superiore a 1500 V.

La guida chiarisce con precisione che un impianto fotovoltaico non è di per sé soggetto al controllo dei VVF ai sensi del DPR 151/2011 e, quindi, per quanto riguarda la prevenzione incendi, un impianto posizionato su un terreno, non necessita di alcun tipo di iter autorizzativo.

Ai fini della prevenzione incendi, gli impianti fotovoltaici dovranno essere progettati, realizzati e mantenuti a regola d'arte. Ove gli impianti siano eseguiti secondo i documenti tecnici emanati dal CEI (norme e guide) e/o dagli organismi di normazione internazionale, essi si intendono realizzati a regola d'arte.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	43

Gli impianti di generazione fotovoltaica rientrano nell'insieme più generale degli impianti elettrici e quindi, come tutti gli impianti di tale tipo, presentano un certo rischio di incendio, essenzialmente dovuto a sovraccarico e corto circuito. Entrambi sono rischi ben conosciuti, facilmente valutabili e risolvibili.

Il rischio d'incendio può anche essere associato all'invecchiamento dei moduli o di parti d'impianto correlate, quali componenti di bassa qualità e/o mal assemblati in fabbrica o danneggiati ecc. che portano alle relative criticità. Possono, infine, incidere ulteriormente nel degrado dei componenti i fenomeni metereologici, carenze manutentive ed altre varie cause esterne, che potrebbero comportare l'aumento della probabilità di incidenti vari.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di propagazione di un incendio dai generatori fotovoltaici, di seguito si riportano ulteriori misure di prevenzione che si adotteranno per aumentare la sicurezza all'interno dell'impianto:

- il perimetro esterno dell'impianto verrà mantenuto sempre sgombro da eventuali sterpaglie realizzando, di fatto, una sorta di corridoio tagliafuoco tra l'esterno e l'interno dell'impianto;
- verrà garantito un maggiore presidio dell'area che sarà utile per prevenire il propagarsi di incendi che possono arrecare danni alle produzioni locali e all'ambiente circostante;
- l'impianto fotovoltaico sarà realizzato nel rispetto della normativa vigente in materia antincendio;
- la recinzione sarà costituita da rete metallica con pali infissi direttamente nel terreno. A scopo precauzionale è stato previsto di mantenere una adeguata distanza dalla recinzione medesima quale fascia antincendio e, lungo tutto il perimetro dell'impianto.
- tutti i materiali elettrici impiegati saranno accompagnati da apposita dichiarazione del produttore muniti di marcatura CE attestante la conformità del prodotto a tutte le disposizioni comunitarie a cui è disciplinata
- gli elettrodotti interni all'impianto saranno posati in cavo interrato ed inoltre sia il generatore fotovoltaico che le cabine elettriche annesse saranno progettati ed installati secondo criteri e norme standard di sicurezza a partire dalla realizzazione delle reti di messa a terra delle strutture e componenti metallici;
- i conduttori presenteranno, tanto fra di loro quanto verso terra, un isolamento adeguato alla tensione dell'impianto;
- l'area in cui è ubicato il generatore ed i suoi accessori, qualora accessibile, dovrà essere segnalata con apposita cartellonistica conforme al D. Lgs. 81/2008;
- le cabine impiegate saranno prefabbricate e dotate di marcatura CE e relativo Certificato di Conformità;
- le cabine elettriche saranno dotate di griglie di aerazione, nonché di mezzi di illuminazione di sicurezza, sensori di fumo e mezzi di allarme in caso di incendio e

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	44

saranno dotate di estintori ad anidride carbonica quali mezzi antincendio di primo impiego;

- tutte la parti metalliche dell'impianto in tensione saranno collegate ad una rete di messa a terra come protezione da eventuali scariche atmosferiche ed elettrostatiche;
- l'impianto sarà dotato di sistemi di segnalazione di guasti e anomalie elettriche. In particolare, gli inverter sono muniti di un dispositivo di rilevazione degli sbalzi di tensione che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme;
- l'impianto sarà dotato di sistemi di videosorveglianza ottica e termica in modo da poter individuare le eventuali anomalie termiche dei vari componenti dell'impianto;
- all'interno della centrale fotovoltaica saranno comunque adottate le normali procedure previste dalla vigente normativa in tema di sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro, tra cui in particolare: D. Lgs. 81/08;
- l'impianto elettrico costituente l'impianto fotovoltaico, in tutte le sue parti costitutive, sarà costruito, installato e mantenuto in modo da prevenire i pericoli derivanti da contatti accidentali con gli elementi sotto tensione ed i rischi di incendio e di scoppio derivanti da eventuali anomalie che si verifichino nel loro esercizio.

In via generale l'installazione dell'impianto fotovoltaico, in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, non comporterà per il sito un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio. In tal senso si precisa che non esistono:

- interferenze con sistema di trasporto di prodotti combustibili o con sistemi di ventilazione dei prodotti della combustione (ostruzione parziale/totale di traslucidi, impedimenti apertura evacuatori);
- rischi di propagazione delle fiamme verso fabbricati poiché gli stessi sono collocati a distanza di sicurezza.

Inoltre, è stato valutato un rischio medio di elettrocuzione cui può essere esposto l'operatore dei Vigili del Fuoco per la presenza di elementi circuitali in tensione. Si evidenzia che sia in fase di cantiere che in fase di O&M dell'impianto si dovranno rispettare anche tutti i requisiti richiesti ai sensi del D.Lgs 81/2008.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di propagazione di un incendio dai generatori fotovoltaici agli ambienti sottostanti, gli impianti saranno installati su strutture incombustibili (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005).

Sono previsti sistemi ad estintore in ogni cabina presente e alcuni estintori aggiuntivi per eventuali focolai esterni alle cabine (sterpaglia, erba secca, ecc.).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	45

## 5. INTERERENZE POSA ELETTRODOTTO

In fase di progettazione definitiva, sono state riscontrate e studiate tutte le interferenze tra le opere progettate e i potenziali sottoservizi intercettati.

Tutte le interferenze individuate e riportate nell'elaborato grafico di progetto RS06EPD0062A0, sono di natura idraulica. Si tratta di interferenze con manufatti di natura idraulica, pozzetti e scatolari che verranno interferiti dal cavidotto per brevissimi tratti.

Solamente in un caso, denominato interferenza 4, si andrà ad interferire con il reticolo idraulico censito dalla CTR: per tale interferenza è stato effettuato uno studio ad hoc finalizzato allo studio delle fasce di pertinenza fluviale e di conseguenza al rispetto dei DSG n. 189/2020 e DSG n.50/2021 (implicitamente si è dunque tenuto conto di quanto prescritto dal R.D. 523/1904).

A seguire una tabella di sintesi di quanto riportato nel presente elaborato:

ID Interferenza	Interferenza dell'opera con sottoservizi	Tipo di Inteferenza	Descrizione opera oggetto di inteferenza	Ente interessato
Interferenza 1	Attraversamento Scatolare	Attraversamento	Strada Statale 119	ANAS
Interferenza 2	Attraversamento Scatolare	Attraversamento	Strada Statale 119	ANAS
Interferenza 3	Attraversamento Scatolare	Attraversamento	Strada Provinciale SP46	Provincia di Palermo
Interferenza 4	Impluvio	Attraversamento	Strada Provinciale SP46	Provincia di Palermo
Interferenza 5	Attraversamento Scatolare	Attraversamento	Strada Provinciale SP46	Provincia di Palermo
Interferenza 6	Attraversamento Scatolare	Attraversamento	Strada Provinciale SP46	Provincia di Palermo

Nell'elaborato *RS06EPD0064A0* sono riportati i particolari costruttivi di ciascuna interferenza rilevata.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	46

## 6. MATERIALI DI SCAVO E RIUTILIZZO

Come meglio evidenziato nel documento RS06REL0010A0 “Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (art. 24 co. 3 DPR 120/2017)”, per la realizzazione dell’opera è prevista una modesta attività di movimento terre, che si può distinguere nelle seguenti tipologie:

- scotico del terreno agricolo per la realizzazione della viabilità (senza alterazione dell’orografia naturale dei suoli);
- materiali di nuova fornitura necessari per la formazione dello strato finale di strade (senza alterazione delle pendenze originali).

Allo stato attuale è previsto, come già detto, il riutilizzo in sito della totalità del materiale di scavo. Per i materiali di nuova fornitura di cui alla seconda tipologia, ci si approvvigionerà da cave di prestito autorizzate più vicine possibile all’area di cantiere o impianti di riutilizzo che forniscono materiale dotato di tutte le certificazioni necessarie.

La possibilità del riutilizzo scaturisce da una analisi eseguita sulle colonne stratigrafiche eseguite in sede di indagini geologiche (per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geologica in allegato al presente progetto RS06REL00016A0).

Il materiale di scavo che non è possibile riutilizzare in situ, sarà portato presso impianti di riutilizzo autorizzati da individuarsi in fase di progettazione esecutiva e secondo un apposito piano di utilizzo del materiale scavato secondo quanto previsto dal D.P.R. 13 Giugno 2017 n. 120. A tale categorie è ascrivibile esclusivamente il materiale bituminoso proveniente dagli scavi per i cavidotti MT verso la cabina primaria.

Per ulteriori dettagli si rimanda allo specifico documento Piano preliminare di riutilizzo in sito terre e rocce da scavo RS06REL0010A0.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	47

## 7. GESTIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico in oggetto, denominato "FV SERRA DI CENTO" sarà tenuto sotto controllo mediante un sistema di supervisione che permette di rilevare le condizioni di funzionamento con continuità e da remoto.

A fronte di situazioni rilevate dal sistema di monitoraggio, di controllo e di sicurezza, è prevista l'attivazione di interventi da parte di personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, le cui principali funzioni possono riassumersi nelle seguenti attività:

- servizio di guardia;
- conduzione impianto, in conformità a procedure stabilite, di liste di controllo e verifica programmata;
- manutenzione preventiva ed ordinaria, programmate in conformità a procedure stabilite per garantire efficienza e regolarità di funzionamento;
- segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate;
- predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

La gestione dell'impianto sarà effettuata generalmente con ispezioni a carattere giornaliero, mentre la manutenzione ordinaria sarà effettuata con interventi a periodicità quindicinale.

---

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	48

## 8. ANALISI DEI VINCOLI

L'analisi puntuale dei vincoli è riportata nella documentazione allegata allo Studio di Impatto Ambientale, alla quale si rimanda integralmente per ogni approfondimento.

A tale scopo, sono stati redatti i seguenti elaborati contenenti analisi dettagliata del regime vincolistico.

<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	
Studio impatto ambientale - sintesi non tecnica	<b>RS06SNT0000A0</b>
Studio impatto ambientale	<b>RS06SIA0000A0</b>
Carta dei vincoli nel raggio di 10 km dall'area interessata dall'impianto	<b>RS06SIA0001A0</b>
Carta dei vincoli nell'area di intervento - beni paesaggistici	<b>RS06SIA0002A0</b>
Carta dei vincoli nell'area di intervento - vincolo idrogeologico	<b>RS06SIA0003A0</b>
Carta dei vincoli nell'area di intervento - PAI dissesti geomorfologici	<b>RS06SIA0004A0</b>
Carta dei vincoli nell'area di intervento - PAI pericolosità geomorfologica	<b>RS06SIA0005A0</b>
Carta dei vincoli nell'area di intervento - PAI rischio idraulico	<b>RS06SIA0006A0</b>
Carta dei vincoli nell'area di intervento - PAI pericolosità idraulica	<b>RS06SIA0007A0</b>
Carta dell'uso del suolo	<b>RS06SIA0008A0</b>
Carta dei siti afferenti alla rete natura 2000	<b>RS06SIA0009A0</b>
Carta Parchi e riserve	<b>RS06SIA0010A0</b>
Rilevamento impianti IAFR nel raggio di 10 km dall'area di intervento	<b>RS06SIA0011A0</b>
Carta della rete ecologica siciliana	<b>RS06SIA0012A0</b>
Carta forestale - aree percorse dal fuoco	<b>RS06SIA0013A0</b>
Distanza dai centri abitati	<b>RS06SIA0014A0</b>
Piano cave	<b>RS06SIA0015A0</b>
Studio inserimento urbanistico	<b>RS06SIA0016A0</b>
Fotosimulazione dell'aspetto definitivo dell'impianto con punti di ripresa	<b>RS06SIA0017A0</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	49

## 9. INTERVENTI DI MITIGAZIONE E RIFORESTAZIONE

L'area in oggetto è situata in una zona poco pianeggiante ed in assenza di edifici destinati ad attività artigianali ed industriali. Per mitigare l'impatto diretto sul paesaggio dell'impianto fotovoltaico in oggetto, sul perimetro dell'area sarà realizzata **una recinzione con rete metallica attorno alla quale si prevede un'alberatura (fascia verde perimetrale con estensione pari a 10,0 m) con specie autoctone, che ne limiteranno l'impatto visivo.**

I pannelli fotovoltaici non si possono comunque ritenere un "elemento visivo dominante".

**Il ruolo di un impianto fotovoltaico diventa dominante in tal senso solo quando il luogo di realizzazione stesso è dominante e dunque posto su una collina o in una valle a sua volta dominata da alture e zone intensamente popolate.**

### 9.1. OPERE DI MITIGAZIONE

Da un sopralluogo eseguito in sito, a seguito della visione dei luoghi lungo le sopraccitate strade, è emerso che sarà necessario ridurre l'impatto visivo lungo tutto il perimetro delle aree interessate, poiché le strutture in esse presenti risultano visibili dalla pubblica via.

E' stato eseguito un rilievo dell'altimetria e dei dislivelli presenti in sito, andando ad inserire in una sezione progettuale lo stato futuro dell'immobile in ampliamento. E' stata quindi definita l'altezza di una persona di media statura (metri 1,70) con ipotesi di campo visivo ad altezza mtl. 1,60. In tale situazione, la mitigazione visiva dell'immobile avverrà con la realizzazione di una opera di mitigazione dell'altezza di circa 6-7 metri rispetto al punto di installazione dell'opera stessa. Nella fattispecie sarà realizzata una fascia arbustiva perimetrale di 10,00 mt. di larghezza, realizzata con vegetazione di altezza pari 6-7 metri per consentire il mascheramento dell'impianto. L'opera di mitigazione visiva più corretta da porre in opera è la realizzazione di una piantumazione fitta che vada a creare l'effetto di coprenza continua. Tale opera genererà un impatto di protezione visiva oltre che una leggera barriera acustica al rumore. La piantumazione dovrà essere prevalentemente di tipo sempreverde e la scelta sarà dettata dai seguenti motivi:

- migliore mitigazione anche durante i mesi autunnali ed invernali;
- minori costi di manutenzione del verde;
- altezza dei manufatti fuori terra;
- elevata rusticità ed adattamento a condizioni siccitose.

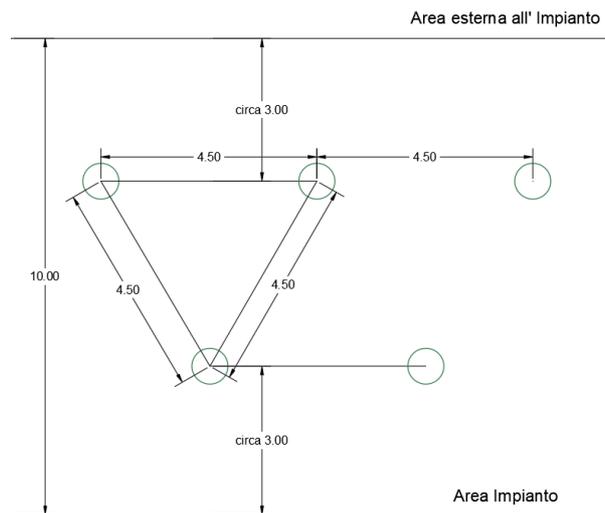
La **scelta delle piante** è ricaduta sull'olivo. Si prevede di realizzare un impianto con sesto definito. L'area interessata al progetto riguarderà l'intera fascia perimetrale dell'appezzamento secondo le modalità di seguito descritte: costituzione di un doppio filare sfalsato di piante di

---

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	50

olivo, le quali avranno una distanza lungo il filare di m 4,5 e una distanza tra i filari di m 4 circa. Il doppio filare sarà posto ad una distanza di circa 3 m dalla recinzione perimetrale, e circa 3 metri dall'area occupata dall'impianto fotovoltaico. A. La varietà da utilizzare è a duplice attitudine, come la Cerasuola e la Nocellare del belice.

Di seguito uno schema relativo alla tipologia di impianto:



*Figura 18 Progetto dell'area a verde perimetrale*

La **realizzazione dell'impianto** sarà preceduta da un'aratura del terreno. La piantumazione sarà eseguita scavando buche profonde da 90-100 cm, che verranno colmate per lo più con terreno locale. All'atto della piantumazione sarà eseguita una concimazione organica a base di urea e/o letame. Dopo questa operazione, le buche verranno innaffiate abbondantemente fino a quando il terreno non apparirà saturo di acqua. Data la rusticità delle piante non si prevedono ulteriori irrigazioni. Si prevede l'utilizzo di tutori a sostegno delle piante. Questi potranno essere tolti solo due o tre anni dopo la piantagione quando le piante avranno raggiunto un buon ancoraggio e saranno meno soggetti all'azione allettante del vento. Tra gli **interventi di manutenzione** si prevede dopo l'impianto l'esecuzione di potature di formazione. Gli interventi interesseranno per lo più la parte periferica e verde della chioma ed inizieranno dopo il primo anno di impianto e saranno eseguiti durante il periodo di riposo vegetativo delle piante. Dal secondo o terzo anno in poi saranno eseguite solo potature di mantenimento della forma desiderata. Deve essere tenuta sotto controllo anche la stabilità degli alberi, verificando periodicamente la solidità delle legature ai tutori. Nella fase di monitoraggio dovrà essere prevista anche la verifica dello stato di salute delle piante e l'eventuale sostituzione delle fallanze e la cura delle piante ammalate. Gli interventi dovranno avere cadenza annuale o all'occorrenza nel caso di problematiche di malattie infestanti alle foglie o all'arbusto. Saranno eseguite operazioni di ripulitura dalle infestanti erbacee, mediante lavorazione dell'interfilare con macchine agricole di piccola taglia (motocoltivatore) o tramite

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	51

zappatura manuale. Inoltre, è previsto l'uso di decespugliatori per l'eliminazione di specie arbustive invadenti. Non sono previste concimazioni annuali o interventi di irrigazione poiché si tratta di specie rustiche in grado di sopravvivere utilizzando l'acqua proveniente dalle precipitazioni atmosferiche, adatte anche in terreni con bassa fertilità. Con riferimento alla **stima del tempo vegetativo** l'olivo possiede caratteristiche peculiari che lo rendono ideale per la creazione di barriere sempreverdi, il cui effetto di mitigazione è già visibile subito dopo la messa a dimora delle piante. Grazie alla loro vegetazione folta e compatta e alla loro altezza, questi alberi rappresentano la soluzione più adatta quando si ha la necessità di creare una efficiente barriera protettiva come nel caso in esame. Un effetto duraturo nel tempo sarà realizzato nel momento in cui le piante avranno raggiunto un'altezza di 4-6 metri ed uno sviluppo della chioma che permetterà di ottenere una barriera fitta. Per ottenere un'azione coprente quanto più a lungo possibile sarà necessario eseguire periodicamente opere di manutenzione ordinaria come potature di riforma della chioma nelle zone in cui la vegetazione tende ad infittirsi minormente, o attraverso il rimpiazzo di piante deperite. Le piante di Olivo, piantate con altezza di circa 3 metri, si svilupperanno con una altezza di circa 1 metro all'anno. Lo stesso dicasi per la larghezza, che avrà uno sviluppo proporzionale all'altezza, fino a toccarsi una chioma con l'altra. La tempistica per lo sviluppo dell'opera possono considerarsi sull'ordine di quattro-cinque anni. Le piante svolgeranno un'azione coprente lungo tutta l'area dell'impianto. La chioma dovrà arrivare a toccarsi l'una all'altra, creando una barriera verde a nascondimento della parte superiore. La presenza della siepe, posta nella parte frontale, manterrà le radici della pianta in condizione di ombra e quindi di terreno morbido e minormente secco.

La realizzazione delle barriere verdi consentirà inoltre di avere numerosi **effetti positivi** sul paesaggio e sull'ambiente:

- le barriere verdi migliorano il paesaggio e la qualità estetica dei luoghi;
- depurano l'atmosfera con la fotosintesi;
- fungono da bioindicatori di particolari inquinanti e contribuiscono alla salvaguardia del suolo e alla regolazione idrotermica.
- consentono di realizzare opere di altezza rilevante ma dall'impronta relativamente ridotta con costi più contenuti rispetto alle tradizionali strutture in cemento.

## 9.2. OPERE PER IL CONTROLLO DELL'EROSIONE SUPERFICIALE

Le opere per il controllo dell'erosione superficiale hanno come obiettivo quello di creare condizioni ambientali e di stabilità necessarie all'attecchimento e alla crescita della vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea impiantata sulla scarpata. La copertura vegetale, così realizzata, consente un efficace controllo e la mitigazione dei fenomeni d'erosione, proteggendo il

---

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	52

terreno dall'azione aggressiva delle acque meteoriche e superficiali, del vento e delle escursioni termiche.

Tra le opere di controllo più efficaci c'è sicuramente l'inerbimento eseguito mediante idrosemina.

Questa tecnica consente un ottimo recupero naturale delle aree degradate, favorendo il consolidamento dei pendii, lo sviluppo successivo della copertura vegetale e/o il ripristino degli ecosistemi naturali naturalmente danneggiati. L'idrosemina consiste nello spruzzare ad alta pressione, sul terreno preventivamente preparato, una soluzione di acqua, semi, collante ed altri eventuali componenti. L'efficacia di questo sistema sarà però assicurata generalmente solo se esso verrà utilizzato in abbinamento ad altre tecniche sia di protezione che di regimazione delle acque meteoriche. Questa tecnica è adatta a coprire grandi e medie superfici anche a elevata pendenza e scarpate con scarsa copertura. Un componente presente nelle idrosemine è il mulch, termine con cui ci si riferisce a quei materiali che aggiunti alla miscela conferiscono una maggiore resistenza meccanica e capacità di ritenzione idrica.

Le fasi preparatorie consistono inizialmente nella realizzazione del letto di semina con eventuale eliminazione di ciottoli presenti tramite rastrellatura. A seguire si procede alla distribuzione della miscela mediante l'impiego di motopompe volumetriche, dotate di agitatore meccanico che garantisca l'omogeneità della miscela, montate su mezzi mobili. La "miscela base" sarà costituita da rapporti variabili di: acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee e facoltativamente arbustive idonee alla stazione (35-40 g/mq), fertilizzante organo-minerale bilanciato (150 g/mq), leganti o collanti, sostanze ammendanti, fitoregolatori atti a stimolare la radicazione delle sementi e lo sviluppo della microflora del suolo.

Il mulch sarà costituito da fibre di legno o paglia in ragione di non meno di 180 g/mq. Le fibre devono essere per il 20% almeno lunghe 10 mm. Questo tipo di idrosemina è particolarmente adatta su terreni con inclinazioni fino a 35° e con presenza di fenomeni erosivi intensi.

### **9.3. OPERE DI STABILIZZAZIONE SUPERFICIALE**

Alle opere di controllo dell'erosione superficiale devono seguire opere di stabilizzazione superficiale sui pendii e sulle scarpate instabili, attraverso l'abbinamento di materiali vivi (talee, piantine radicate). Questa soluzione permette di realizzare strutture di rinforzo del terreno. I materiali vivi hanno una funzione non solo ecologica (di rinaturalizzazione), ma anche tecnica: le piante riducono l'erosione superficiale sia attraverso l'intercettazione delle acque meteoriche sia perché rallentano il deflusso delle acque meteoriche. La realizzazione di opere di consolidamento superficiale che utilizzano materiali vegetali vivi

hanno un impatto ambientale molto ridotto. La loro costruzione non necessita di movimento

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	53

terra

significativo in grado di arrecare danni alla vegetazione o all'ecosistema esistente. Inoltre, gli interventi stabilizzanti consentono recupero ottimale delle aree degradate, favorendo lo sviluppo successivo della copertura vegetale e il ripristino degli ecosistemi naturali danneggiati. Tra le opere di stabilizzazione quelle più efficaci ed economiche consistono nella realizzazione di piantumazioni.

La piantumazione è una tecnica che prevede la messa a dimora di piantine arboree e arbustive. Questa tecnica di stabilizzazione dei versanti sfrutta la capacità degli apparati radicali delle piante di legare e consolidare le particelle di terreno sciolto e le capacità di regimazione idrologica derivanti dalla intercettazione delle acque meteoriche e dal prosciugamento dell'acqua superficiale.

Questa tecnica prevede la messa a dimora di talee di specie arbustive come salici o tamerici prelevate dal selvatico di 2-3 anni d'età, e messe a dimora nel verso della crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto alla superficie del pendio. La messa a dimora avverrà previa apertura di un foro con un'apposita punta metallica. Una densità d'impianto idonea è di 2 talee per mq. È preferibile eseguire una concimazione organica nella buca. Non si ritengono necessari interventi di irrigazione.

Oltre alla messa a dimora di piante arbustive è possibile anche eseguire la piantumazione di arbusti e/o di specie pioniere. La messa a dimora avviene entro delle buche, scavate con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume dell'apparato radicale, se si impiegano piantine a radice nuda, o maggiore, se si utilizzano piantine in fitocella o con vasetti o in pani di terra.

La preparazione delle buche deve tenere conto delle condizioni pedoclimatiche. Nelle zone aride è bene che il livello della buca, dopo aver eseguito il riempimento risulti inferiore al terreno circostante per favorire l'accumulo di acqua durante le piogge. Le piantine avranno un'età variabile tra 1 e 3 anni ed altezze comprese tra 20 - 30 cm e 100 - 150 cm.

L'impianto andrà eseguito durante i mesi di riposo vegetativo. La densità di impianto sarà di 1 x 1 m (10.000 piante/ettaro) con tipologia d'impianto a quinconce. Le specie arbustive potranno essere quelle tipiche della macchia mediterranea come biancospino, mirto e corbezzolo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	54

## 10. CALCESTRUZZI

I dati fondamentali per identificare i calcestruzzi a prestazione, specificati nel seguito, comprendono:

- a- classe di esposizione ambientale;
- b- classe di resistenza;
- c- classe di consistenza;
- d- acqua da impasto;
- e- tipo di cemento,
- f- tipo di aggregati e loro dimensione massima;
- g- additivi;
- h- valore nominale del copri ferro.

Dopo avere definito ciascuno degli elementi sopra riportati, si potrà procedere alla caratterizzazione prestazionale del calcestruzzo da impiegare per la costruzione delle strutture in cemento armato. Di seguito si procederà con l'analisi e la scelta di ciascuno di tali elementi caratteristici.

### 10.1. Classi di esposizione ambientale

In accordo con la normativa europea UNI EN 206-1 e con quella italiana UNI 11104, il livello di rischio per una determinata opera dipende dalle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni. A tal fine, le norme suddette suddividono gli ambienti in base alla tipologia del degrado atteso per le armature e per l'acciaio, individuando delle classi di esposizione ambientale. Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre, quindi, classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale risulterà inserito. A seconda delle condizioni ambientali, vengono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo, riportate nella tabella.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	55

Tabella - Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo

Classe	Ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali
<b>1 - Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco al calcestruzzo</b>		
X0	molto secco	Interni di edifici con umidità relativa molto bassa
<b>2 - Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo</b>		
XC1	secco	Interni di edifici con umidità relativa bassa
XC2	bagnato, raramente secco	Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni
XC3	umidità moderata	Interni di edifici con umidità da moderata ad alta; calcestruzzo all'esterno riparato dalla pioggia
XC4	ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette a contatto con acqua non comprese nella classe XC2
<b>3 - Corrosione indotta dai cloruri</b>		
XD1	umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri
XD2	bagnato, raramente secco	Piscine; calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	ciclicamente secco e bagnato	Parti di ponti; pavimentazioni; parcheggi per auto
<b>4 - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare</b>		
XS1	esposizione alla salsedine marina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture sulla costa o in prossimità
XS2	sommerse	Parti di strutture marine
XS3	nelle zone di maree, nelle zone soggette a spruzzi	Parti di strutture marine
<b>5 - Attacco da cicli di gelo/disgelo</b>		
XF1	grado moderato di saturazione, in assenza di agenti disgelanti	Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo
XF2	grado moderato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali di opere stradali esposte al gelo e ad agenti disgelanti nebulizzati nell'aria
XF3	grado elevato di saturazione, in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali esposti alla pioggia e al gelo
XF4	grado elevato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali e orizzontali esposte al gelo e a spruzzi d'acqua contenenti sali disgelanti
<b>6 - Attacco chimico</b>		
XA1	Aggressività debole	
XA2	Aggressività moderata	
XA3	Aggressività forte	

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	56

Poiché la classificazione di tabella differisce da quella della Norma UNI 9858, si fornisce una correlazione tra le classi di esposizione ambientale dei due documenti e le caratteristiche del calcestruzzo ai fini della durabilità delle opere.

Ambiente d'esposizione (UNI 9858)	Classi di esposizione	
	UNI 9858	Linee Guida / prEN206
Secco/ molto secco <sup>(0)</sup>	1	X0 <sup>(0)</sup>
Umido senza gelo	2a	XC1 XC2
Umido con gelo	2b	XF1
Umido con gelo e sali disgelanti	3	XF2
Marino senza gelo	4a	XS1 XD2
Marino con gelo	4b <sup>(1)</sup>	XF3
Debolmente aggressivo	5a	XC3 XD1 XA1 <sup>(c)</sup>
Moderatamente aggressivo	5b	XA2 XC4
Fortemente aggressivo	5c	XD3 XS2 XS3 XF4 XA3

(0)L'ambiente della classe X0 è definito nelle Linee Guida come «molto secco».

Per ogni classe di esposizione ambientale, la normativa impone il rispetto di alcuni requisiti minimi (norma UNI 11140). Tali requisiti sono:

- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- rapporto acqua/cemento;
- dosaggio minimo di cemento.

## 10.2. Classi di resistenza

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$  viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, o di 200 mm di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.

La resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck}$  viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck}$  e yy il valore della resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$ , entrambi espressi in  $N/mm^2$  ( $1 N/mm^2 \approx 10 Kg/cm^2$ ).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	57

Tabella - Classi di resistenza del calcestruzzo

Classe resistenza	fck (N/mm <sup>2</sup> )	Rck (N/mm <sup>2</sup> )	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	NON STRUTTURALE
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	ORDINARIO
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

Tabella- Caratteristiche del calcestruzzo (UNI EN 206)

Classe di esposizione ambientale	Rck minima (N/mm <sup>2</sup> )
XS2 XS3 XA3 XD3 XA3	45
XC3 XC4 XS1 XA1 XA2 XD1 XD2 XF1 XF3 XF4 XA1	37
XC2 XF2	30
XC1	25
X0	15

(1)Per ambiente molto secco (U.R. < 45%, classe di esposizione X0) è ammesso l'uso di calcestruzzo Rck 20.

Tabella- Caratteristiche del calcestruzzo (UNI EN 206)

Classe di esposizione ambientale	Rapporto a/c massico
XS2 XS3 XA3 XD3 XA3 XF4	0.45
XC4 XS1 XF3 XA2	0.50
XC3 XA1 XD1 XD2 XF1 XF2 XA1	0.55
XC2	0.60
XC1	0.65
X0	-

Le resistenze caratteristiche Rck di tabella sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati nella tabella. La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di Rck e a/c di tabella 3.4

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	58

possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Tabella- Contenuto minimo in cemento

Classe di esposizione ambientale	Contenuto minimo cemento [Kg/m <sup>3</sup> ]
XC1	260
XC2 XC3	280
XC4 XS1 XD1 XD2 XF1 XF2 XA1	300
XD3 XS2 XF3 XA2	320
XS3 XF4	340
XA3	360

### 10.3. Consistenza

La lavorabilità, indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto nella cassaforma, viene comunemente valutata attraverso la misura della consistenza.

La consistenza, come la lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche: di conseguenza può essere valutata solo in modo relativo, sulla base del comportamento dell'impasto fresco a determinate modalità di prova. Per la classificazione della consistenza del calcestruzzo si fa riferimento ai seguenti metodi:

- abbassamento del cono (UNI 9418);
- spandimento (UNI 8020 – metodo B).

I valori di riferimento per ciascun metodo di prova sono indicati nelle tabelle 3.5 e 3.6.

Classi di consistenza - misura dell'abbassamento al cono

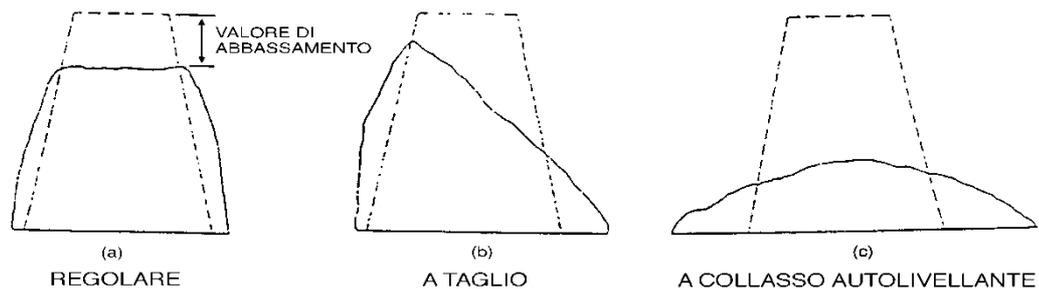
Classe di consistenza	Abbassamento mm	Denominazione corrente
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	Superfluida

Classi di consistenza - misura dello spandimento

Classe di consistenza	Spandimento mm
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	59

Nella misura dell'abbassamento al cono si hanno tre principali forme di abbassamento:



La prima forma, con abbassamento uniforme senza alcuna rottura della massa, indica comportamento regolare. La seconda forma, con abbassamento asimmetrico (a taglio), spesso indica mancanza di coesione; essa tende a manifestarsi con miscele facili alla segregazione. In caso di persistenza, a prova ripetuta, il calcestruzzo è da ritenere non idoneo al getto.

La terza forma, con abbassamento generalizzato (collasso), indica miscele magre oppure molto umide o, nel caso di calcestruzzi autolivellanti, additate con superfluidificanti.

Per miscele magre tendenti alla rigidità un abbassamento regolare facilmente si può tramutare in uno di tipo a taglio o a collasso. In tal caso ci si dovrà accertare del fenomeno, onde evitare che si indichino valori diversi di abbassamento per campioni della stessa miscela.

#### 10.4. Specifiche per la produzione del calcestruzzo

Come detto in precedenza, per poter garantire la durabilità delle opere in c.a. ed i livelli di sicurezza prefissati, è fondamentale la scelta accurata delle materie prime con cui realizzare il calcestruzzo, quali:

- acqua;
- cemento;
- aggregati;
- additivi.

#### 10.5. Acqua d'impasto

L'acqua ha un ruolo fondamentale nella produzione del calcestruzzo, poiché una sua errata scelta o dosaggio può dare origine a fenomeni di ritardo o di accelerazione nel processo di presa e di indurimento, con un possibile conseguente degrado delle strutture. Al fine di evitare tali inconvenienti è necessario che l'acqua di impasto possieda i requisiti previsti dalla norma UNI EN 1008.

Malgrado la normativa consenta l'uso di acque di riciclo, se ne sconsiglia l'uso poiché essa può

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	60

contenere sostanze solide in sospensione che potrebbero compromettere la reologia del calcestruzzo.

#### 10.6. Cemento

Per il confezionamento del calcestruzzo devono essere usati i cementi che posseggono marcatura CE e siano conformi alle prescrizioni definite dalla norma UNI EN 197-1. Tale norma individua 162 classi di cemento suddivisi per composizione e prestazione.

#### 10.7. Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi riciclo, ottenuti da frantumazione di macerie provenienti dalla demolizione di edifici, di strutture in calcestruzzo armato o dagli scarti di produzione degli stabilimenti di calcestruzzo, conformi alla Norma Europea UNI EN 12620 e della UNI EN 8520-2 e, per gli aggregati leggeri, alla Norma Europea UNI EN 13055-1. I limiti per l'uso di aggregati di riciclo è riportato nella tabella seguente:

Aggregati di riciclo provenienti da	Classe di resistenza del calcestruzzo	Percentuale massima di impiego
Demolizione di edifici	C8/10	Fino al 100%
Demolizione di solo calcestruzzo o c.a.	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/27	Fino al 60%

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n°246/93, della Direttiva 89/106/CEE e del D.M. 17/01/2018, è indicato nella seguente tabella:

Specifiche tecniche Europee armonizzate di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione di conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

Gli aggregati dovranno comunque presentare una massa volumica non inferiore a 2600 Kg/m<sup>3</sup>, al fine di evitare l'uso di materiale poroso che può compromettere la resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo.

Nella realizzazione della malta cementizia dovranno essere usate:

- sabbia viva con grani assortiti da 0 a 7 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materiale organico o di salsedine;
- ghiaia, non friabile, priva di sostanze estranee, terra o salsedine; se sporca, dovrà essere

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	61

accuratamente lavata.

Gli aggregati usati dovranno, inoltre, essere non gelivi, cioè la capacità di assorbimento di acqua dovrà essere inferiore all'1% in peso, in modo tale da evitare eventuali fenomeni di congelamento interno alla struttura.

#### 10.8. Additivi

Gli additivi per calcestruzzo sono classificati dalla norma UNI EN 934-2 in base all'azione che essi hanno sulle proprietà dell'impasto.

#### 10.9. Copriferro minimo per garantire la durabilità

L'Eurocodice 2 fornisce i valori minimi del copriferro in funzione del tipo di armatura, della classificazione strutturale e della classe di esposizione ambientale, come riportato nella tabella seguente, relativamente a c.a.o.

Classe strutturale	Classe di esposizione ambientale						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

#### 10.10. Modalità di messa in opera e disarmo

I getti saranno opportunamente stipati e vibrati e la loro superficie verrà tenuta umida per almeno tre giorni. Sarà comunque vietata l'esecuzione di getti quando la temperatura esterna è minore di zero gradi.

Il disarmo delle casseformi, nelle costruzioni in cemento armato normale, nelle migliori condizioni atmosferiche, dovrà avvenire non prima di tre giorni.

#### 10.11. Calcestruzzo non strutturale

Al di sotto di tutte le opere di fondazione delle strutture in cemento armato, per livellare nel miglior modo possibile il piano di posa delle fondazioni, si dovrà eseguire un getto di calcestruzzo magro. Poiché tale calcestruzzo non ha nessuna funzione strutturale, si potrà eseguire il getto con un calcestruzzo di classe C20/25.

#### 10.12. Prescrizioni sulle tipologie di acciaio

Nel presente progetto dovrà essere usato acciaio saldabile tipo B450C, qualificato secondo le

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	62

Norme riportate in premessa. L'acciaio B450C dovrà essere caratterizzato dai seguenti valori nominali di tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{y,nom}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,nom}$	540	N/mm <sup>2</sup>

L'acciaio per cemento armato deve essere prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti e tralicci. Prima della fornitura in cantiere i singoli elementi possono essere saldati, presagomati o preassemblati sotto la vigilanza del Direttore dei Lavori o in centri di trasformazione. Tutti gli acciai usati come ferri d'armatura per il calcestruzzo devono essere ad aderenza migliorata.

### 10.13. Giunzioni

La sovrapposizione dei ferri d'armatura dovrà essere pari almeno a quanto riportate nella seguente tabella:

LUNGHEZZA SOVRAPPOSIZIONE MINIMA (mm) CEMENTO C30/37 - ACCIAIO B450 C		
Diametro della barra	condizione favorevole	condizione sfavorevole
32	1550	2250
28	1400	1950
26	1300	1800
24	1200	1700
22	1100	1550
20	1000	1400

L'interferro nelle sovrapposizioni non dovrà essere superiore a 6 volte il diametro dei ferri usati. Inoltre, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, le superfici delle singole barre d'armatura dovranno essere distanziate di almeno una volta il loro diametro e comunque poste ad una distanza non inferiore a 30 mm.

### 10.14. Diametri ammissibili nei mandrini per barre piegate

Il diametro minimo di piegatura di una barra deve conforme a quanto disposto dalla UNI EN 1992-1, così come riportato nella seguente tabella:

Diametro della barra	Diametro minimo del mandrino
$\varnothing \leq 16 \text{ mm}$	4 $\varnothing$
$\varnothing \geq 16 \text{ mm}$	7 $\varnothing$

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RS06REL0022A0	DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	63

Diametro della barrz    Diametro minimo del mandrino

32	224
28	196
26	182
24	168
22	154
20	140