

Regione
Sardegna



COMUNE DI
GONNOSFANADIGA



COMUNE DI
GUSPINI



Provincia
Sud Sardegna



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 24.307,92 KWp DA REALIZZARE NEI COMUNI DI GONNOSFANADIGA GUSPINI (SU) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

Relazione tecnico-descrittiva

ELABORATO

PR_01

PROPONENTE:

DSIT17

DS ITALIA 17 SRL

Sede legale: Roma (RM)

Via del Plebiscito n. 112 - CAP 00186

P.IVA 16658161001

dsitalia17@legalmail.it

PROGETTISTI:

ATECH
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

Via Caduti di Nassiriya 55
70124- Bari (BA)

pec: atechsrl@legalmail.it

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA

Consulenti:

Dott. Agr. Paolo MESSINA

Dott. ssa Archeologa Adele BARBIERI

Dott. Geol. Simone ASONI

Dott. Rocco CARONE



COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE:

MVP SOLAR

EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	SETT 2023	B.B.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3	CRITERI DI PROGETTAZIONE	8
3.1	PIANO COLTURALE DI PROGETTO	8
3.2	OPERE DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO	9
3.3	UTILIZZO E POTENZIALITÀ AGRONOMICA IN FASE DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO	12
3.4	VERIFICA DI COERENZA CON I REQUISITI DELLE LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI	16
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	21
4.1.1	DESCRIZIONE GENERALE	21
4.1.2	GENERATORE FOTOVOLTAICO	21
4.1.3	CONVERTITORE CC/CA	22
4.1.4	QUADRO DI STRINGHE IN CORRENTE CONTINUA	24
4.1.5	STRUTTURE PORTA-PANNELLI	24
4.2	STAZIONI DI ENERGIA	28
4.2.1	SCOMPARTO DI AT	29
4.2.2	DISPOSITIVO GENERALE	30
4.2.3	PROTEZIONE GENERALE	30
4.2.1	PROTEZIONI DI INTERFACCIA	30
4.2.2	PROTEZIONI RETE MEDIA TENSIONE	31



4.3	ILLUMINAZIONE GENERALE E DI SICUREZZA	31
4.3.1	ILLUMINAZIONE GENERALE	31
4.3.2	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA.....	32
4.4	F.M. E TERRA DI PROTEZIONE	32
4.4.1	QUADRERIE	32
4.4.2	PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO DAL SOVRACCARICO E DAI CONTATTI INDIRETTI	32
4.4.3	RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CA	33
4.4.4	RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CC	35
4.4.5	RETE DI PROTEZIONE DI TERRA	35
4.5	PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO A 36 kV	37
4.5.1	MODALITÀ DI POSA	38
5	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	40



1 PREMESSA

Il presente documento, che costituisce la Relazione tecnico-descrittiva relativa al **progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 24.307,92kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzare nei comuni di Gonnosfanadiga e Guspini (SU)**.

In particolare le opere di connessione alla RTN indicate nel preventivo Codice Pratica: 202202339 l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis – Oristano" da realizzare nel comune di Guspini (SU).

La società proponente è **DS Italia 17 srl** con sede legale in Via del Plebiscito 112 – 00186 Roma (RM).

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'iniziativa oggetto del presente studio prevede il **progetto integrato di un impianto agrifotovoltaico e relative opere di connessione alla RTN** da realizzare nei territori dei **Comune di Gonnosfanadiga e Guspini (SU)**.

L'impianto fotovoltaico in progetto è connesso ad un progetto di valorizzazione agricola caratterizzato dalla presenza di aree coltivabili ad erbai tra le strutture di sostegno (interfile) e fasce arboree perimetrali costituite da oliveti e arbusti mediterranee, per la mitigazione visiva dell'impianto: la scelta progettuale consente una soluzione ecocompatibile ed economicamente sostenibile, che consente di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco fotovoltaico.

Il progetto integrato con l'impianto fotovoltaico, *rende più efficiente l'uso dell'energia nell'agricoltura e nell'industria alimentare, e favorisce l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili ed altresì contribuisce alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra.*



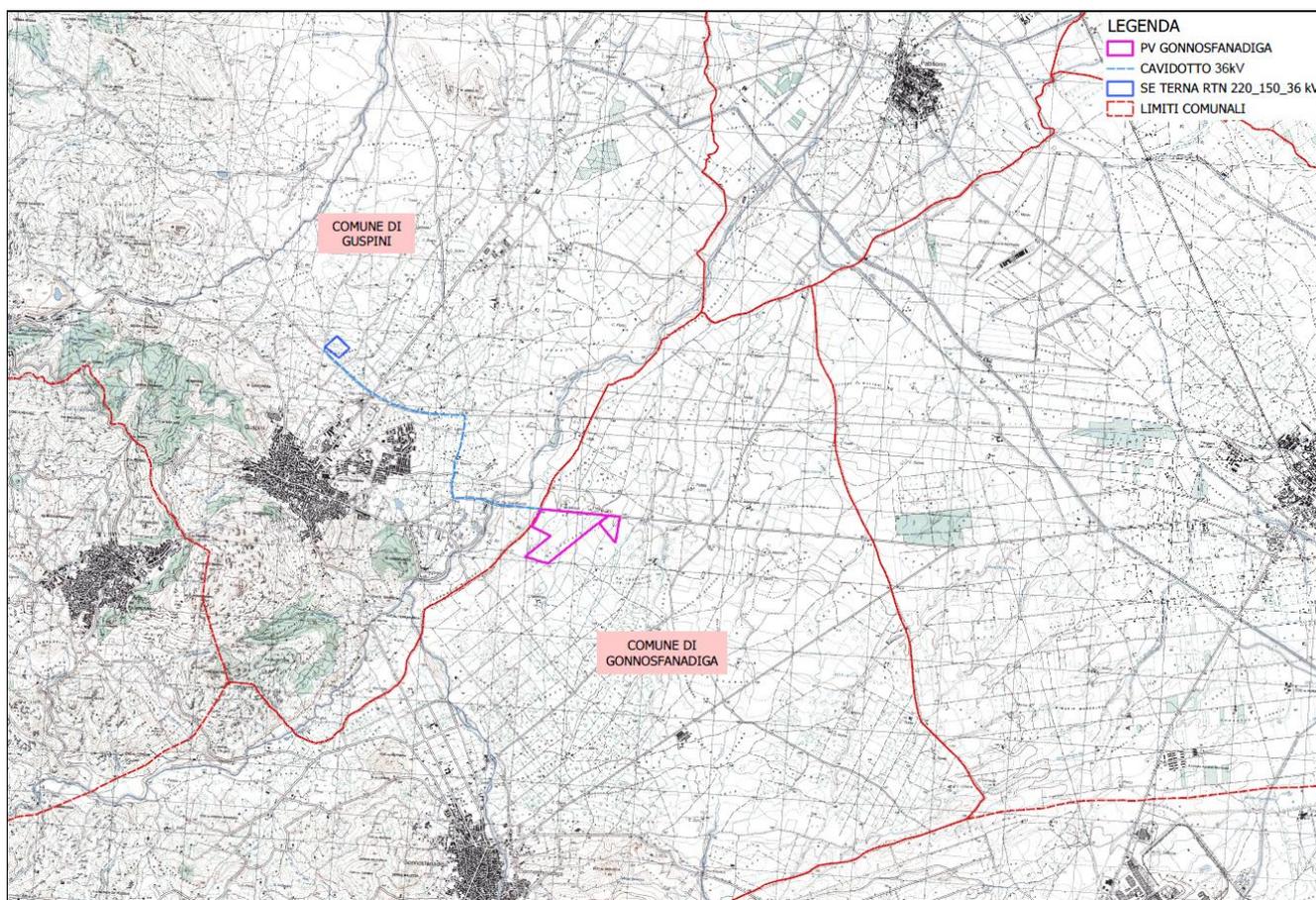


Figura 2-1: Inquadramento territoriale su IGM delle opere in progetto

Il sito interessato dall'impianto è raggiungibile direttamente dalla SS197. La superficie lorda dell'area di intervento è di circa **45 ha destinata complessivamente al progetto agro-energetico** e sarà costituito da un unico lotto dotato di recinzione e alberatura perimetrale.

Le superfici interessate dall'intervento sono individuate dai seguenti catastali:

COMUNE DI GONNOSFANADIGA			
FOGLIO	PARTICELLA	SUP (ha are ca)	COLTURA
111	3	5 55 07 6 43	AA SEMINATIVO AB PASCOLO
111	2	11 56 3 1 30 52	AA SEMINATIVO AB PASCOLO
111	21	3 29 11 35 89	AA SEMINATIVO AB PASC CESPUG
111	20	3 00 00 65 00	AA SEMINATIVO AB PASC CESPUG



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **DS Italia 17 srl**

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 24.307,92 kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi nei Comuni di Gonnosfanadiga e Guspini (SU)

111	18	1 30 00 4 51 00	AA SEMINATIVO AB PASC CESPUG
111	19	13 74 75	SEMINATIVO

L'area di impianto si trova ad un'altitudine media di m 107 s.l.m. e le coordinate geografiche sono le seguenti:

39°32'10.38"N

8°40'22.11"E

Il Punto di connessione presso la nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis – Oristano" sarà realizzata nel comune di Guspini (SU) alle seguenti coordinate:

39°33'21.63"N

8°38'0.92"E

Il cavidotto di connessione che collegherà l'impianto fotovoltaico al punto di connessione avrà una lunghezza complessiva di circa 4,6 km e sarà realizzato in cavo interrato con tensione nominale di 36kV.





Figura 2-2: Inquadramento territoriale su ortofoto delle opere in progetto

Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **DS Italia 17 srl**

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 24.307,92 kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi nei Comuni di Gonnosfanadiga e Guspini (SU)

L'area oggetto di interesse risulta caratterizzata da una prevalenza di attività agricole e pascoli naturali/incolti.



Figura 2-3: Panoramiche dell'area di intervento dalla SS 197 - Stato di fatto



3 CRITERI DI PROGETTAZIONE

3.1 Piano colturale di progetto

L'intervento è finalizzato principalmente alla realizzazione di un impianto agrifotovoltaico in un'area agricola, al fine di ottenere la produzione sostenibile di energia elettrica in un razionale rapporto tra le entità presenti (colture — addetti — attrezzature) valorizzando così il terreno e l'area in oggetto.

Si prevede di realizzare contemporaneamente e antecedentemente una serie di opere agronomiche volte alla gestione, conservazione, miglioramento e valorizzazione, in un'ottica di sostenibilità ambientale del rustico in oggetto.

Le opere agronomiche da realizzare contribuiranno a dare un adeguato valore aggiunto, ed una maggiore redditività derivante dalle economie possibili per la migliore efficienza aziendale, garantendo nel contempo un miglioramento agro-ambientale dell'area con possibili risvolti positivi sulla comunità (le aree agricole coltivate, valorizzate con opere ed impianti adeguati e gestite in modo razionale costituiscono una grande risorsa ambientale).

Si crede che questa tipologia di gestione contribuirà ad un efficiente utilizzo del terreno in oggetto migliorando le condizioni degli addetti, la redditività aziendale, riducendo i costi di produzione e ottimizzandone la qualità.

Per tale impianto si prevede un utilizzo compatibile tra uso agricolo con destinazione produttiva e la produzione di energia rinnovabile. Si porrà particolare attenzione alle proprietà del terreno, analizzando i fattori principali quali la topografia del luogo, il tipo di suolo, il clima, al fine di valutare l'indirizzo produttivo più idoneo.

Di fatto dal punto di vista agronomico il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrovoltaico un terreno migliorato dal punto di vista agro-zootecnico-ambientale.

Al fine di raggiungere l'obiettivo di quanto si è affermato la società proponente, in ragione della completa compatibilità dell'investimento con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie attualmente destinata a seminativi in asciutto e a pascolo magro naturale, in superfici coltivate a *"prato pascolo polifita permanente"*.

E' prevista inoltre la realizzazione di una fascia di mitigazione a verde costituita da essenze vegetali quali gli *ulivi* che ben s'inseriscono nel contesto paesaggistico, ambientale ed agricolo.



Le opere agronomiche da realizzare sono perfettamente adattabili alle caratteristiche tecniche delle strutture (altezza dal suolo, l'ingombro, distanze tra le singole strutture). È previsto inoltre un sistema di monitoraggio dell'attività agricola, che monitorerà i fattori agro-ambientali. Soluzione compatibile con il contesto territoriale è, il mantenimento del pascolo con "prato migliorato permanente".

In sintesi s' intende realizzare:

- un prato pascolo polifita permanente;
- un'area di mitigazione olivata e a macchia mediterranea;
- un impianto agrivoltaico;

tutte le opere sopraelencate sono interconnesse e costituiscono il presente miglioramento fondiario, si sottolinea che l'impianto agrivoltaico andrà ad occupare solo una porzione del lotto, come di seguito calcolato e specificato.

3.2 Opere di miglioramento fondiario

L'uso quasi esclusivo del suolo è principalmente riconducibile ad un pascolo magro naturale, in parte cespugliato, in passato è stato coltivato mediante seminativi di graminacee (grano in primis) con pascolo durante il periodo estivo-autunnale. In una situazione di fragilità pedologica e agronomica ha portato come logica conseguenza ad un ulteriore depauperamento del suolo agrario in particolare della frazione legata alla sostanza organica, principale pilastro della fertilità dei terreni agrari. Difatti una parte consistente dell'area oggetto di intervento all'attualità è stata ed è utilizzata per il pascolamento libero da parte del bestiame ovino principalmente. Altre porzioni delle aree di intervento, sono attualmente destinate alla semina in asciutto di leguminose alternate a cereali da granella con rese spesso inferiori a 10 q./ha.

Pertanto, allo stato attuale l'area si presenta in uno stato di forte impoverimento della fertilità potenziale, con un riflesso diretto ed immediato sulla potenzialità produttiva.

Con le opere di miglioramento fondiario che si intendono effettuare s'incrementeranno le produzioni in relazione ad una maggiore efficienza aziendale.

Si descrivono di seguito gli interventi da realizzare con la trasformazione aziendale in questione:

A) *opere di trasformazione agraria;*



-si premette che le superfici presenti permettono di effettuare tutte le lavorazioni agronomiche (aratura, sarchiatura, semina, ...) senza produrre alcun tipo d'instabilità nel terreno oggetto d'intervento, salvaguardando e migliorando notevolmente le condizioni pedologiche presenti, esse riguardano:

- sistemazione del terreno in un campi regolari, mediante piccoli movimenti terra, con lievi pendenze per un regolare deflusso delle acque piovane, al fine di migliorare le aree da destinare alle colture;

- spietramento e aratura andante del terreno;

- accumulo ed allontanamento dei detriti nelle tare;

- predisposizione di sistemi di allontanamento delle acque meteoriche mediante piccoli canali agrari e tubi di drenaggio;

- analisi chimico fisiche del terreno (con indicazioni precise sulle fertilizzazioni da eseguire) Preliminarmente al fine di caratterizzare il suolo e finalizzare in modo puntuale l'apporto mirato di sostanze nutritive saranno effettuate analisi chimico fisico del terreno. In questo modo si potrà formulare ed adottare un piano di concimazione specifico che definisca in particolare gli apporti delle unità fertilizzanti di Azoto (N) Posforo (P) e Potassio (K) + microelementi e necessari in funzione dei risultati delle analisi e delle colture da mettere a dimora.

- concimazione di fondo (sintetica ed organica), verrà eseguita una concimazione organica mediante letame o compost (A.C.M.);

- preparazione del letto di semina mediante operazioni di amminuttamento del terreno tramite fresatura o erpicatura;

- predisposizione del telo pacciamante per la coltivazione del frangivento (colture arboree);

- messa a dimora delle plantule e semina diretta con materiale selezionato; le operazioni agronomiche relative al prato pascolo migliorato sono: semina-erpicatura-rullatura;

- cure forestali (potature delle parti danneggiate) e monitoraggio delle sughere, inoltre alcuni esemplari verranno cavati e ricollocati (previe lavorazioni e trattamenti quali potature della parte epigea ed ipogea, trattamenti fitosanitari, protezione dell' apparato radicale con il pane di terra e ricollocazione in altro luogo avendo cura di predisporre fitostimolanti, adeguata irrigazione e protezione dagli agenti atmosferici).

B) impianto d'irrigazione (per l' area verde di mitigazione):



- costituito da tubazioni in PVC/P.E.A.D. atossico ad uso potabile in cui s'innesteranno le ali gocciolanti dotate di microirrigatori che consentono un notevole risparmio idrico (per gli olivi da impiantare);

C) opere complementari:

- nel lotto in oggetto non è presente una viabilità interna, in quanto esso comunica direttamente con la strada interpodereale e risulta completamente coltivato, verrà realizzata una nuova recinzione come da specifiche in relazione tecnica. Verrà realizzata inoltre una pista per l'accesso all'impianto agrivoltaico da mettere in opera, la quale verrà comunque inerbita;

D) messa in opera di un impianti agrivoltaico:

Si premette che operazioni sopra descritte consentiranno di avere una superficie perfettamente idonea alle successive fasi di posa dei moduli fotovoltaici che verranno installati mediante fissaggio al terreno con sistema a battipalo senza la necessità di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina *lo status quo* ante del terreno agrario (si rimanda agli elaborati tecnici);

E) agricoltura sostenibile:

- **nel terreno in oggetto** s' intende praticare un tipo di agricoltura sostenibile, anche nel rispetto delle buone pratiche agricole, quali la tutela del suolo, quella idrica (attraverso la rotazione colturale, la fertilizzazione organica e la micro-irrigazione degli ulivi), il ridotto utilizzo di fitofarmaci di sintesi in associazione a tecniche agricole sostenibili.

F) Prevenzione incendi: verranno rispettate tutte le norme regionali e locali vigenti in materia, anche attraverso:

- la potatura di contenimento della vegetazione prospiciente i confini del lotto e quella delle aree confinanti.

G) Verranno infine cavati e ripiantumati in situ n° 22 esemplari di sughera (*Quercus Suber*), allo scopo verranno attuati tutti gli accorgimenti agronomici e fitosanitari necessari di seguito indicati. La cavatura verrà eseguita con mezzi meccanici di adeguata potenza, di seguito verrà eseguita una



potatura di contenimento e predisposizione al trapianto, al fine di ridurre lo stress indotto verranno poi eseguiti dei trattamenti rameici e fungicidi all' apparato ipogeo ed epigeo. Svolti tali interventi gli esemplari verranno messi a dimora in buche di adeguate dimensioni medie in funzione della dimensione degli esemplari (3,5 m * 3 m * 3 m) all' interno delle quali verrà distribuito terreno di coltivo miscelato con ammendanti organici o letame maturo (questo anche con il fine di generare un temperatura favorevole al radicamento delle piante), inoltre verrà distribuito l' ormone radicante e ricoperta la buca con terreno agrario costipandolo in modo adeguato. Effettuate queste operazioni verrà eseguita un' abbondante irrigazione e di seguito il suolo sarà sempre mantenuto umido. L' operazione dovrà essere eseguita durante il periodo autunno – vernino;; particolare cura dovrà essere data ad ogni intervento che dovrà essere svolto da personale competente e specializzato, vigilato a sua volta da un professionista del settore. Presso la sughereta verrà eseguito un intervento di potatura delle branche secche, pulizia meccanica delle infestanti, monitoraggio delle sughere presenti, al fine di valorizzare e preservare il patrimonio boschivo presente.

3.3 Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto

Dal punto di vista agronomico il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrovoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Al fine di raggiungere l'obbiettivo di quanto si è affermato la società proponente, in ragione della completa compatibilità del progetto con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie attualmente destinata a pascolo magro naturale in asciutto, in superfici a "prato pascolo polifita permanente con oliveto fungente il doppio ruolo: di mitigazione degli impianti e produttivo", oltreché una fascia di mitigazione costituita da essenze della macchia mediterranea.

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine di renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita permanente. Il prato pascolo polifita permanente rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando nel contempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica. Le superfici a prato-pascolo sono ordinariamente sottoposte a sfalcio



per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (ovi-caprino o bovino). Questa forma gestionale è assolutamente compatibile con il progetto proposto in quanto il terreno effettivamente non utilizzabile per le coltivazioni poichè occupato dalle opere infrastrutturali inerenti l'impianto agrivoltaico, risulterà pari a circa il 23,11% dell'intera superficie e pertanto risulterà utilizzabile per la coltivazione a prato-pascolo permanente migliorato il 76,89 % dell'intera superficie. Inoltre anche tutte le porzioni libere comprese all'interno dell'area di progetto potranno essere investite a prato-pascolo permanente. Non ultimo anche le aree sotto la proiezione al suolo dei pannelli saranno comunque destinate alla coltivazione incluso il pascolamento degli ovini/bovini.

L'azione di miglioramento diretta sulla fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali. Da un lato, nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare (insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per l'ottenimento del prato permanente polifita si privilegeranno le leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, le stesse in grado di immobilizzare l'azoto atmosferico nel suolo a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee.

In particolare si provvederà all'inserimento tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda, il ***trifolium subterraneum*** capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento.





Figura 3-1: *Trifolium subterraneum*: Specie ad andamento prostrato che meglio sopporta il calpestio

Dall'altro lato, durante il mese di ottobre/novembre e degli altri mesi invernali, le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno avvenuta a maggio sono ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini/bovini. Quanto in programma di attuare nella gestione agronomica, ci fa capire che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo come è comprensibile un miglioramento agronomico della superficie agricola. La potenzialità della tecnica agronomica consente anche se apparentemente potrebbe sembrare una contraddizione in termini di beneficiare di un investimento che è solo apparentemente lontano dal mondo agro-zootecnico. Si afferma ciò perché anche la produzione in Unità Foraggere (UF) ne trae beneficio.

La specie spontanea sarda, il trifolium subterraneum capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento.

Dall'altro lato, durante il mese di ottobre/novembre e degli altri mesi invernali, le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno avvenuta a maggio sono ricresciute, verranno sottoposte al

pascolamento controllato degli ovini. Quanto in programma di attuare nella gestione agronomica, ci fa capire che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo come è comprensibile un miglioramento agronomico della superficie agricola.

La potenzialità della tecnica agronomica consente anche se apparentemente potrebbe sembrare una contraddizione in termini di beneficiare di un investimento che è solo apparentemente lontano dal mondo agro-zootecnico. Si afferma ciò perché anche la produzione in Unità Foraggiere (UF) ne trae beneficio.

Infatti il valore nutrizionale di un fieno di prato migliorato e bilanciato nella composizione floristica, ricco di essenze leguminose che apportano un notevole miglioramento al valore proteico del fieno, ne fanno aumentare notevolmente il valore nutrizionale. Pertanto al netto delle superfici che non sono direttamente utilizzabili come prato pascolo migliorato, in quanto occupate dalle infrastrutture, considerata la produzione unitaria espresso in U.F del prato migliorato si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento in fase di esercizio:

Calcolo delle Unità Foraggiere ricavabili dal pascolo migliorato:

Tipo di coltura	Superficie Ha	U.F. /Ha	U.F. Totali
Prato pascolo Migliorato	39,1500	1500	58725,00
TOTALE (A)	39,1500		58725,00

Il valore agronomico del terreno secondo l'indice proposto viene incrementato di circa il 33%. A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F./anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati circa 183 capi ovini (1 ovino = 0,15 UBA; 58725 U.F./320 U.F. anno = 183), pari a circa 27 UBA (183*0,15 = 27 Unità bovine adulte).

Si evidenzia infine, ma non certo per ordine di importanza che la presenza di un cotico erboso continuativo durante tutto l'anno consente di garantire la carrabilità della superficie senza che la struttura del terreno possa essere danneggiata. Sarà necessario al fine di ridurre il fenomeno del



costipamento del terreno per l'azione di calpestio dei mezzi che passano per effettuare le operazioni di coltivazione ma soprattutto di quelli utilizzati per le operazioni di manutenzione dell'impianto, utilizzare mezzi d'opera dotati di pneumatici con profilo allargato, al fine di aumentare l'impronta a terra, riducendo il peso per unità di superficie.

L'importanza del prato migliorato permanente è legata a due principali fattori:

- biodiversità;
- cambiamento climatico.

Il prato polifita come quello proposto rappresenta uno tra gli agroecosistemi a più alta biodiversità, per la presenza di numerose specie vegetali e soprattutto animali in cui, a partire dagli artropodi, trovano rifugio e risorse alimentari. Allo stesso tempo il mantenimento di un prato stabile contribuisce al sequestro del carbonio e di conseguenza a contrastare il cambiamento climatico. Infatti, molti studi dimostrano che superfici di suolo non coltivate in maniera tradizionale e mantenute a prato stabile consentono un sequestro del carbonio pari a 1.740 g/m².

3.4 Verifica di coerenza con i requisiti delle Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici

In relazione alla definizione di agrivoltaico, introdotta dalle Linee Guida del Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'energia di seguito si riporta la verifica di conformità:

Criterio A

A.1) Il progetto agricolo si pone come scopo principale quello di dare continuità alla coltivazione agricola effettuata sui terreni di progetto, la superficie coltivata sarà pari al 95,43% e quindi superiore al 70% previsto dalle Linee Guida;

A.2) LAOR pari al 23% e quindi inferiore al 40% poste come limite massimo dalle Linee Guida.

Criterio A				
A.1: Superficie minima per attività agricola $S_{agricola} \geq 0,7 * S_{tot}$				
S_{tot} (ha)	S_{pv} (ha)	$S_{agricola}$ (ha)	$0,7 * S_{tot}$ (ha)	$S_{agricola} \geq 0,7 * S_{tot}$ (ha)
45,34	10,49	43,27	31,74	VERO



A.2: Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR) pari al 40% della superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico

S_{tot} (ha)	S_{pv} (ha)	LAOR (%)	LAOR ≤ 40% (%)
45,34	10,49	23%	VERO

Criterio B

B.1) continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento con il relativo monitoraggio. L'area d'impianto da anni è attualmente riconducibile all'attività di pascolo magro, mentre in passato è stato coltivato con seminativi di graminacee.

Il piano colturale prevede la coltivazione di uliveto e pascolo quindi indirizzi produttivi di valore economico più elevato. Per l'area interessata dal progetto non si raffigura l'abbandono di produzioni DOP o IGP.

La continuità dell'attività agricola sarà verificata mediante l'attestazione della resa della coltivazione e paragonando la stessa con il valore della produzione agricola media nell'area geografica di riferimento a parità di indirizzo produttivo.

Tipologia di coltivazione	Produzione stimata (q.li) / ha	Produzione media nell'area (q.li)/ ha
Prato pascolo	30 (erba)	30 (erba)
	40 (fieno)	30 (fieno)
Uliveto	50	50

Requisito B1

	<i>ante operam</i>	<i>post operam</i>
valore della produzione agricola (€/ha)	9307,84€	18478,72€



Indirizzo produttivo	Pascolo naturale con sughereta	Misto: zootecnico Prato Pascolo – oliveto –aree a macchia/officiali agrivoltaico
----------------------	--------------------------------	---

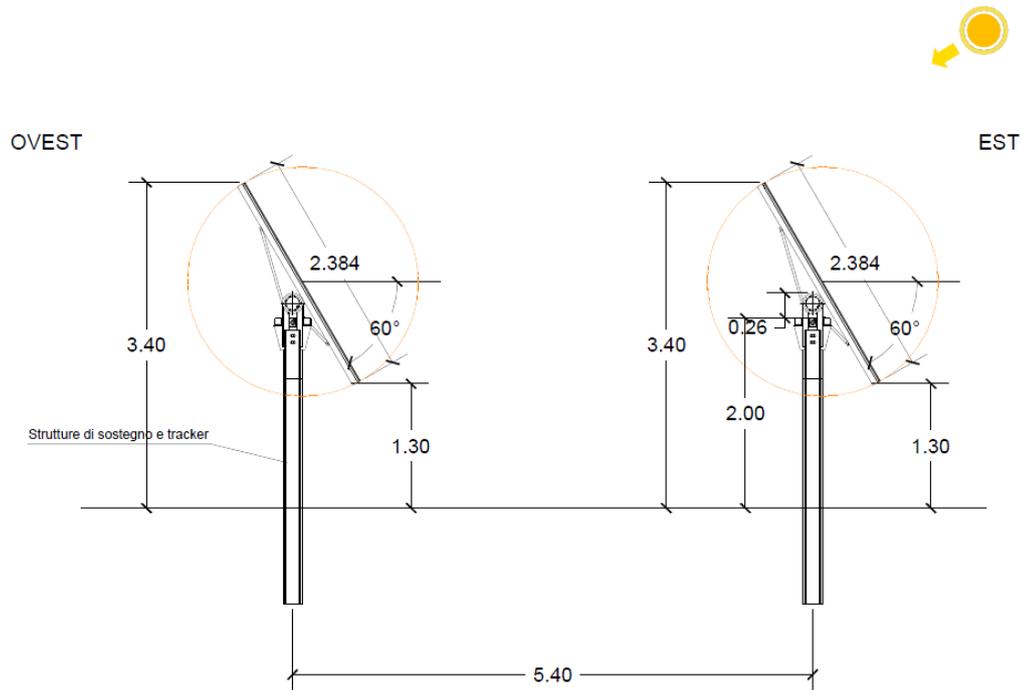
B.2) Come si evince dai dati riportati nella tabella sottostante la producibilità elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico sarà $\geq 60\%$ della producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard.

Requisito B2			
B.2: Producibilità elettrica minima: produzione elettrica di un impianto agriv deve essere non inferiore al 60% della producibilità elettrica di un impianto fv standard			
FV_{agri} (GWh/ha/anno)	FV_{standard} (GWh/ha/anno)	0,6*FV_{standard} (%)	FV_{agri} \geq 0,6*FV_{standard} (%)
103,68	91,42	54,852	VERO

Criterio C

C) Come si evince dallo stralcio progettuale sotto riportato, l'altezza dei moduli da terra di 1,30 m consentirà la prosecuzione dell'attività colturale anche al di sotto degli stessi moduli fotovoltaici.





Criterio D

D.1) Il fabbisogno irriguo per l'attività agricola sarà soddisfatto mediante autocisterne da utilizzare per l'irrigazione di soccorso per auto-provvigionamento pertanto l'utilizzo dell'acqua sarà misurato in virtù del numero di cisterne necessarie (pari a n° 3 cisterne da 50 mc cadauna).

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola, L'impianto agronomico verrà realizzato secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientale, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piani di monitoraggio costanti e puntuali. Nel corso della vita dell'impianto agro-fotovoltaico verranno monitorati i seguenti elementi:

- esistenza e resa delle coltivazioni
- mantenimento dell'indirizzo produttivo

Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con cadenza annuale, ad essa saranno allegati piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).



Criterio E

E.1) Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Annualmente saranno eseguite le analisi chimico-fisiche sul terreno che unitamente alla valutazione della produttività forniranno dati utili a monitorare la fertilità del terreno.

I dati saranno riportati ogni tre anni nella relazione asseverata dall'agronomo.

E.2) Monitoraggio del microclima

All'impianto agrivoltaico sarà associato un articolato impianto di monitoraggio tanto dei parametri meteorologici che quelli chimico-fisici a partire dalla fase ante-operam; l'applicazione delle tecnologie dell'agricoltura di precisione prevede il monitoraggio di alcuni parametri agronomici con sonde collegate ad un sistema di gestione capace di offrire ausilio nelle fasi decisionali delle attività di mettere in essere per il miglioramento dei risultati della coltivazione e della riduzione degli impianti.

Si procederà inoltre ad applicare e sperimentare le applicazioni isobus dell'agricoltura di precisione, ed in particolare i sistemi di guida parallela, per rendere più produttiva e più compatibile l'integrazione di queste due attività imprenditoriali.

I risultati monitorati saranno resi pubblici e disponibili ad istituti scientifici ed Enti di controllo oltre ad essere utilizzati per ottimizzare le coltivazioni e le loro metodiche.

In particolare, saranno differenti centraline che consentiranno di monitorare una serie di elementi caratterizzanti quali:

Centraline per il monitoraggio dei dati meteo per la misura di:

- vento;
- umidità;
- piovosità;
- centraline per il monitoraggio dei parametri agronomici quali:
- bagnatura delle foglie;
- radiazione solare;
- sensori di umidità del suolo;



- sensori per la valutazione della vigoria delle piante.

Alla rilevazione dei dati in campo si assocerà il monitoraggio dei dati chimico-fisici con il rilievo in campo ante operam e ogni tre anni in fase di esercizio.

Alla luce di quanto sopraesposto, è possibile affermare che l'impianto in oggetto rispetta i requisiti A, B, C, D ed E previsti dalla CEI PAS 82-93 (*Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici*) pertanto l'intervento proposto può definirsi un **impianto agrivoltaico avanzato**.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

4.1.1 Descrizione generale

L'impianto fotovoltaico sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- Generatore fotovoltaico;
- Inverter centralizzati;
- Quadro parallelo Inverter;
- Impianto di supervisione e monitoraggio
- Impianto di sorveglianza
- Elettrodotto di connessione
- Cabine elettriche
- Stallo arrivo produttore a 36kV nella Stazione Elettrica.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 33.761 moduli e si prevede di utilizzare 5 inverter centralizzati da 200 kVA e 70 inverter distribuiti da 330kVA.

4.1.2 Generatore fotovoltaico

Il Generatore Fotovoltaico è costituito da 1346 stringhe di moduli FV.

Modello dei Moduli: HIMALAYA G12 Series 700-720W

Caratteristiche:



- Potenza unitario modulo: 720 Wp
- Silicio monocristallino;
- Tensione a circuito aperto V(oc): 50,74 V
- Corrente di corto circuito (Isc): 17,67 A
- Tensione alla massima potenza (Vm): 42,68 V
- Corrente alla massima potenza (Im): 16,87 A
- Dimensioni del modulo: 2384 mm x 1303 mm x 35 mm

4.1.3 Convertitore CC/CA

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

L'impianto utilizza n°5 inverter da 200kVA e n°70 inverter da 330kVA dalle seguenti caratteristiche tecniche:

Inverter 200kVA

- Marca: HUAWEI
- Modello: SUN2000-215KTL-H3
- Tipo fase Trifase

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

- VMppt min [V]: 500.00
- VMppt max [V]: 1'500.00
- Imax [A]: 300.00
- Vmax [V]: 1'500.00
- potenza MAX [W] :200'000



- Numero MPPT: 3

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

- Potenza nominale [W]: 200'000
- Tensione nominale [V]: 800
- Rendimento max [%]: 99.00
- Distorsione corrente [%]: 3
- Frequenza [Hz]: 50
- Rendimento europeo [%] 98.80

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Dimensioni LxPxH [mm]: 1035x700x365
- Peso [kg]: 86.00

Inverter 330kVA

- Marca: HUAWEI
- Modello: SUN2000-330KTL-H1
- Tipo fase Trifase

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

- VMppt min [V]: 500.00
- VMppt max [V]: 1'500.00
- I_{max} [A]: 390.00
- V_{max} [V]: 1'500.00
- potenza MAX [W] :330'000
- Numero MPPT: 6

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

- Potenza nominale [W]: 330'000
- Tensione nominale [V]: 800
- Rendimento max [%]: 99.00



- Distorsione corrente [%]: 3
- Frequenza [Hz]: 50
- Rendimento europeo [%] 98.80

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Dimensioni LxPxH [mm]: 1048x732x395
- Peso [kg]: 108.00

Si prevede inoltre un sistema per il monitoraggio e controllo.

4.1.4 Quadro di stringhe in corrente continua

Il quadro di parallelo stringhe consente di realizzare il parallelo delle stringhe per l'interfaccia con gli inverter. Saranno utilizzati quadri parallelo stringhe che prevede la protezione di ogni stringa con fusibile.

4.1.5 Strutture porta-pannelli

La principale caratteristica delle strutture di fissaggio individuate, è la facilità di installazione, tale sistema permette di ridurre al minimo gli scavi di fondazione.

Il generatore fotovoltaico è installato su una struttura mobile configurato con un sistema ad inseguitore solare monoassiale est-ovest bifacciali.

Mentre i pannelli bifacciali possono catturare fino al 10% in più di luce rispetto ai pannelli monofacciali, i tracker monoasse tipicamente aggiungono il 25% a quel guadagno bifacciale, risultando in un guadagno approssimativamente stimato del 35% dalle due tecnologie combinate, rispetto alle installazioni fisse che utilizzano pannelli monofacciali.

L'intera struttura portante sarà realizzata completamente in acciaio: si prevede di utilizzare due tipologie di strutture una per 13 pannelli, un'altra da 26 pannelli. Gli elementi strutturali costituenti la struttura sono rappresentati da pilastri laterali di sezione HEA160 e 4 PROFILI 150x50x20, tutti gli elementi precedenti sono collegati superiormente da un Tubo Quadro120*120*3.





OVEST

EST

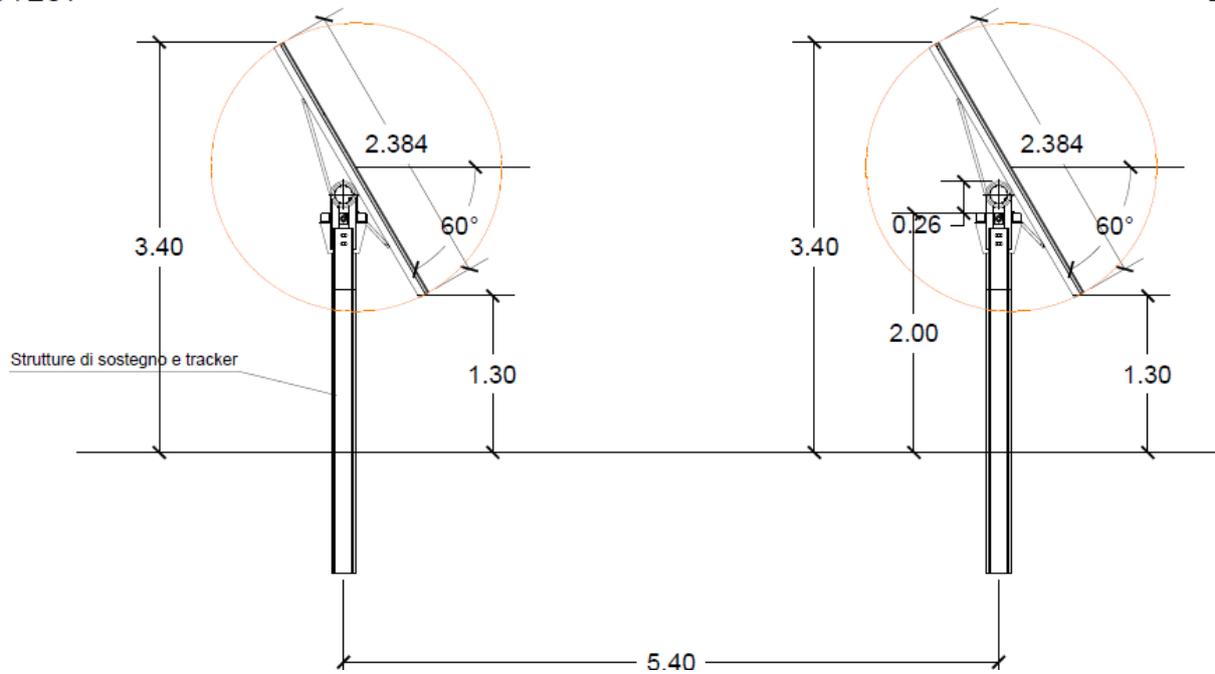
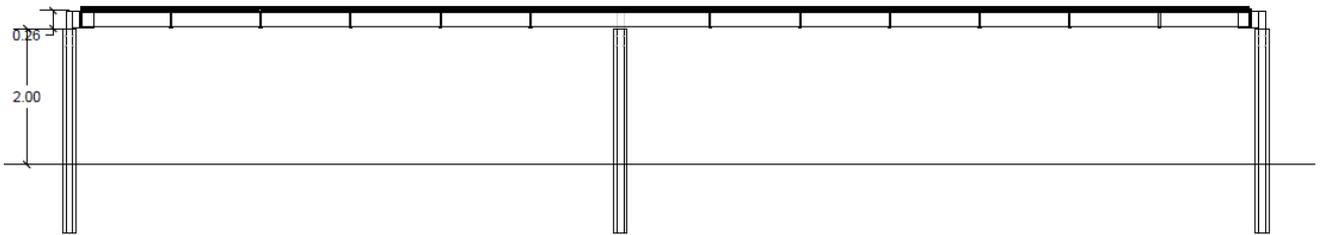


Figura 4-1: Schema della struttura – sezione tipo

SEZIONE LATERALE STRUTTURA PORTA PANNELLI FOTOVOLTAICI (1Vx13)
Scala 1:50



PIANTA STRUTTURA PORTA PANNELLI FOTOVOLTAICI (1Vx13)
Scala 1:50

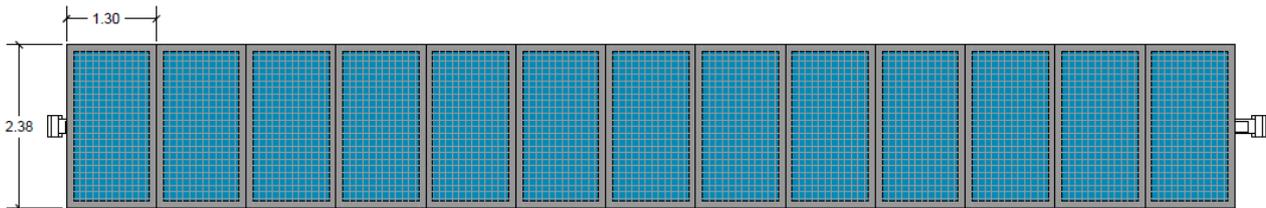


Figura 4-2: Schema della struttura – vista longitudinale e pianta 1vx13

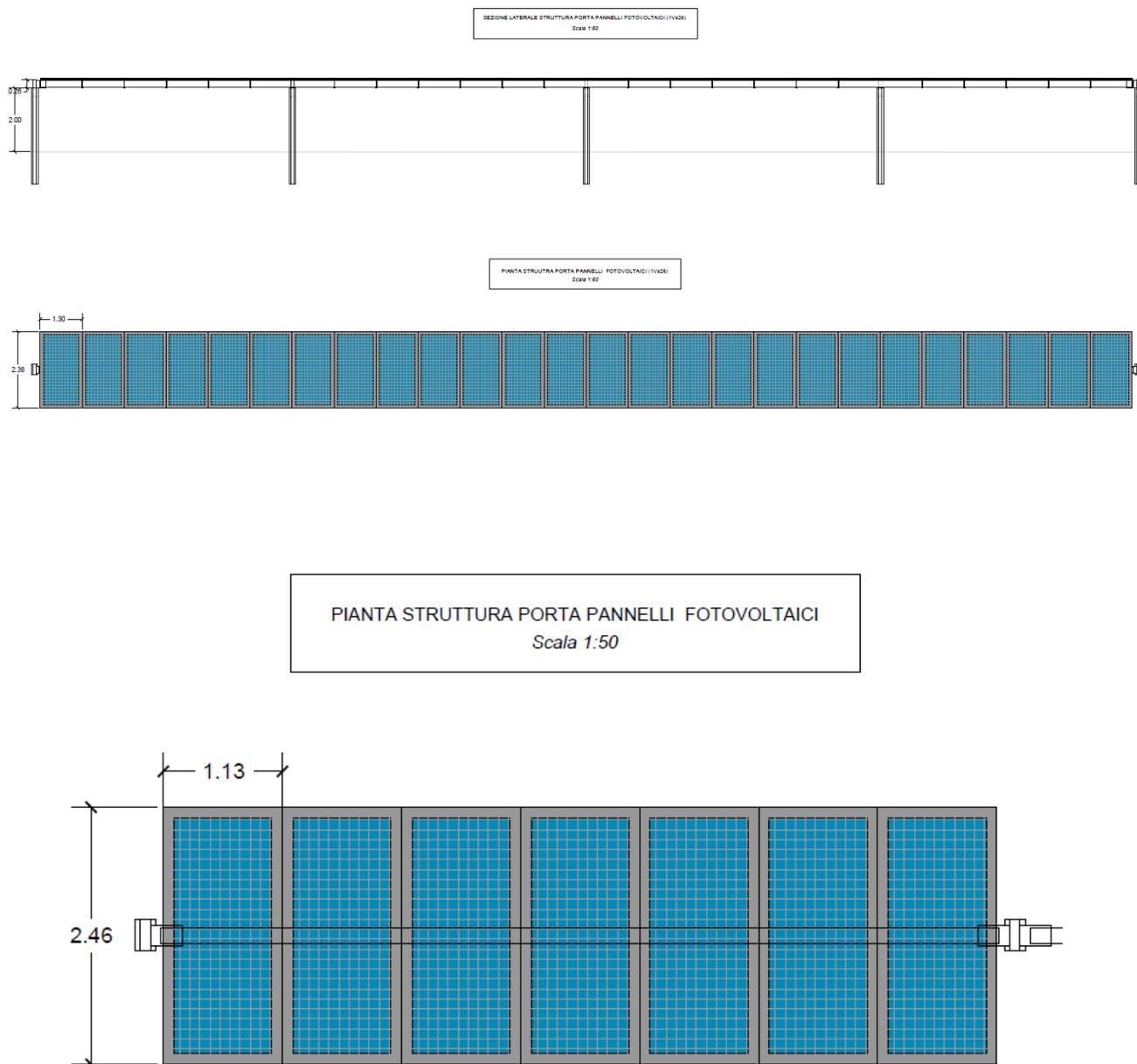


Figura 4-3: Schema della struttura – vista longitudinale e pianta 1x26

L'elemento di appoggio del pannello fotovoltaico è costituito da elementi Reinforced omega 65x30x25, Aluzinc S280GD+AZ185 e profili A Z 25x65x25 di bordo.

La struttura portapannelli ipotizzata in questa sede potrebbe subire variazioni in sede di progetto esecutivo in funzione delle tecnologie disponibili al momento della realizzazione.

L'assetto strutturale permette un perfetto equilibrio statico conferendole altissime resistenze alle sollecitazioni dei carichi neve e vento. La struttura è dotata di calcoli statici e di una garanzia di 10 anni per i componenti strutturali e 5 anni per quelli elettrici. La struttura portapannelli è composta da profili in alluminio anodizzato argento e giunti in acciaio trattati con cataforesi e verniciatura a polvere di poliestere, trattamento utilizzato dalle case automobilistiche per proteggere i componenti presenti nella parte inferiore esterna delle auto.

4.2 STAZIONI DI ENERGIA

L'allaccio sarà in AT con elettrodotto a 36kV in derivazione dalla SE Terna come da specifica tecnica.

L'impianto sarà connesso in AT le cui caratteristiche sono presenti negli specifici elaborati.

La cabina di allaccio AT denominata CU è relativa alla parte di impianto AT utente derivata dalla SE.

Dalla cabina di allaccio saranno poi derivate le cabine inverter:

- Cabina 1, Cabina 2, Cabina 3, Cabina 4

I criteri progettuali adottati per l'allaccio e nella scelta delle apparecchiature elettriche sono legati norma CEI 0-16 e al codice di rete.

Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale della rete di distribuzione e delle caratteristiche delle apparecchiature installate.

L'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina sarà derivata dal trasformatore servizi e sarà inoltre garantita tramite un gruppo statico di continuità (UPS) con autonomia di almeno due ore della potenza di 1000VA.

L'arrivo TERNA sarà realizzato con cavo in alluminio 2x(3x185mmq) RG1H1R 26/45kV direttamente interrato.

Lo scavo di media tensione sarà realizzato con una profondità non inferiore ad 1 metro in modo da avere sempre separazione negli incroci da cavi ad un livello di tensione inferiore.



4.2.1 Scomparto di AT

Gli scomparti di AT, come indicato negli elaborati grafici, saranno i seguenti:

CABINA ALLACCIO

- scomparto di arrivo cavi dal basso
- scomparto di protezione generale con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51 e 67 e di interfaccia 27-81-59;
- scomparti di misura
- scomparti protezione linea con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51, 51N, e 67;
- scomparti protezione trafo con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50 – 51;

CABINE DISTRIBUZIONE

- scomparti di misura
- scomparti protezione linea con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51, 51N, e 67;
- scomparti protezione trafo con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50 – 51.

CARATTERISTICHE SCOMPARTI

Le caratteristiche degli scomparti sono le seguenti:

- Tensione nominale fino a: 36 kV
- Tensione esercizio fino a: 40,5 kV
- Numero delle fasi: 3
- Livello nominale di isolamento



1) Tensione di tenuta ad impulso 1.2/50 μ s a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta): 170 kV

2) Tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi: 70 kV

- Frequenza nominale: 50/60 Hz
- Durata nominale del corto circuito: 1"

4.2.2 Dispositivo generale

Il dispositivo generale sul lato AT a ridosso dell'impianto sarà costituito da interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare sul lato di allaccio. La funzione del dispositivo d'interfaccia sarà svolta dal dispositivo generale stesso e quindi:

- il dispositivo sarà equipaggiato con doppi circuiti di apertura e bobina a mancanza di tensione su cui devono agire rispettivamente le protezioni generali e d'interfaccia;
- i TV previsti per l'alimentazione delle protezioni di interfaccia, devono essere posti a monte dell'interruttore generale (fra l'interruttore ed il sezionatore che in questo caso diventa indispensabile) ed inseriti, lato AT, tramite fusibili di calibro opportuno.

4.2.3 Protezione generale

Questa protezione ha il compito di aprire l'interruttore associato in modo tempestivo e selettivo rispetto al dispositivo della rete pubblica, onde evitare che i guasti sull'impianto del Cliente Produttore provochino la disalimentazione di tutta l'utenza sottesa alla stessa linea AT. A tal fine il Cliente Produttore deve installare una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra. Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale delle scelte adottate.

4.2.4 Protezioni di interfaccia

Le protezioni di interfaccia saranno costituite essenzialmente da relè di frequenza, di tensione ed eventualmente, di massima tensione omopolare. In caso di sovraccarico o corto-circuito sulla rete MT o mancanza di alimentazione sulla rete AT stessa si ha, di regola l'intervento dei relè di frequenza; i



relè di minima e massima tensione, invece, assolvono ad una funzione prevalentemente di ricalzo. In caso di guasto monofase a terra sulla rete AT interviene il relè di massima tensione omopolare (qualora presente). Al fine di evitare scatti intempestivi dovuti a dissimmetrie sulle tensioni di fase o a distorsioni ed abbassamenti delle tensioni secondarie di TV inseriti tra fase e terra per saturazione degli stessi durante il transitorio susseguente all'eliminazione di guasti a terra in rete, le protezioni di frequenza devono avere in ingresso una tensione concatenata (derivata da un TV inserito fase-fase se il DI è sulla AT).

Anche i relè di massima e minima tensione devono avere in ingresso (e quindi controllare) le tensioni concatenate.

Al fine di dotare il sistema protezioni-dispositivo di interfaccia di una sicurezza intrinseca, l'interruttore di interfaccia deve essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione e, quindi, per guasto interno o per mancanza di alimentazione ausiliaria, si deve avere l'apertura dello stesso interruttore.

4.2.5 Protezioni rete media tensione

Le protezioni di linea saranno costituite essenzialmente da relè a intervento fisso, inverso, omopolare e omopolare di terra. Le protezioni di massima corrente avranno i segnali di ingresso da TA mentre i relè omopolari prenderanno i segnali da TO e TV a triangolo aperto.

Le protezioni di linea protezione trafo saranno costituite essenzialmente da relè a intervento fisso, inverso. Le protezioni di massima corrente avranno i segnali di ingresso da TA.

4.3 ILLUMINAZIONE GENERALE E DI SICUREZZA

4.3.1 Illuminazione generale

Gli impianti di illuminazione dei locali tecnici sono stati progettati secondo quanto indicato dalla norma UNI 12464-1 in relazione ai livelli minimi di illuminamento. La tipologia di corpi illuminanti varia a seconda delle destinazioni d'uso degli ambienti e la scelta è legata alle lavorazioni specifiche che si svolgono in tali ambienti.

Il livello di illuminamento medio garantito ad un metro dal pavimento è:



- vani accessori, locali tecnici: 100 lux;

La scelta dei corpi illuminanti è legata alla destinazione d'uso degli ambienti e precisamente:

- plafoniere con grado di protezione IP65 per i locali tecnici.

4.3.2 Illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza è stato studiato in conformità alle norme CEI 64-8 ed al D.M. 1° febbraio 1986, adottando lampade autonome di emergenza.

La tipologia di plafoniere varia a seconda del tipo di ambiente:

- plafoniere da 24W e kit inverter.

Gli elaborati grafici offrono una visione più puntuale delle scelte effettuate.

4.4 F.M. E TERRA DI PROTEZIONE

4.4.1 Quadriere

L'impianto in questione è classificato dalla Norma C.E.I. 64-8 di tipo TN-S per la parte di impianto a monte dell'inverter mentre la parte di impianto di produzione fotovoltaica a valle dell'inverter è classificato dalla norma C.E.I. 64-8 di tipo IT.

L'infrastruttura di rete BT avrà origine dal Quadro Generale UtENZE di Centrale QUC e da tale quadro saranno poi derivate le linee di distribuzione per tutte le utenze di cantiere.

4.4.2 Protezione dal corto circuito dal sovraccarico e dai contatti indiretti

Per quanto riguarda, più in generale, la protezione delle linee elettriche di distribuzione si è operato in modo da coordinare le sezioni dei cavi con la taratura degli interruttori a monte.

La protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti sarà garantita da interruttori magnetotermici con potere di interruzione come rilevabile dagli elaborati grafici degli schemi dei quadri.

Le condizioni a cui dovranno soddisfare i dispositivi scelti sono le seguenti:

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$



$$I_f \leq 1.45I_z$$

dove

- I_b = corrente di impiego del cavo
- I_N = corrente nominale dell'interruttore
- I_z = portata del conduttore
- I_f = corrente di sicuro funzionamento del dispositivo

La protezione dai contatti indiretti sarà effettuata tramite gli stessi dispositivi destinati alla protezione dal cortocircuito quando il sistema è di tipo TN-S.

La relazione che dovrà essere soddisfatta è la seguente:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

dove

- Z_s = impedenza dell'anello di guasto
- I_a = corrente di intervento della protezione
- U_o = tensione nominale del sistema tra fase e terra

4.4.3 Rete di distribuzione BT in CA

Il dimensionamento delle linee di alimentazione è stato effettuato assicurando il contenimento della caduta di tensione entro il 4% così come imposto dalla norma C.E.I. 64-8. Per il calcolo della portata effettiva delle condutture si è fatto invece riferimento alle Tabelle C.E.I.-UNEL 35024 per cavi con posa non interrata e 35026 per cavi con posa interrata.

La verifica della caduta di tensione è stata effettuata con la seguente formula indicata nella Norma C.E.I. 64-8:

$$\Delta V = (R I_b \cos\phi + X I_b \sin\phi) L$$

dove:

- R = resistenza del cavo per km
- X = reattanza del cavo per km



- I_b = corrente di impiego del cavo
- L = lunghezza della linea interessata

In valore percentuale deve essere:

$$(\Delta V/V) * 100 \leq 4\%$$

La determinazione della portata dei cavi è stata effettuata tenendo conto dei molteplici fattori che influenzano la portata dei cavi per la condizione di posa che si è scelto di adottare.

Per i cavi con posa interrata i fattori che influenzano la portata sono, così come indicati dalle tabelle C.E.I. - UNEL 35026:

- K_1 legato alle temperature del terreno diverse da 20°C;
- K_2 legato al numero di circuiti installati sullo stesso piano;
- K_3 legato al numero di strati;
- K_4 legato alla resistività termica del terreno;

$$K_{tot} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

La portata effettiva del cavo è $I_z = I_z' \times K_{tot}$ dove I_z' è la portata teorica del cavo.

Per i cavi con posa non interrata i fattori che influenzano la portata sono, così come indicati dalle tabelle C.E.I. - UNEL 35024:

- K_1 legato al tipo di installazione;
- K_2 legato al tipo di posa numero di circuiti adiacenti;

$$K_{tot} = K_1 \times K_2$$

La portata effettiva del cavo è $I_z = I_z' \times K_{tot}$ dove I_z' è la portata teorica del cavo.

Le linee di distribuzione principale saranno di tipo FG16OR16 0,6/1kV secondo direttiva CPR e viaggeranno entro cavidotti interrati, mentre quelle di distribuzione secondaria nei locali tecnici entro tubazione in PVC a vista e saranno tipo N07V-K a norma CEI 20-22 II.



4.4.4 Rete di distribuzione BT in CC

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando le relazioni:

- $I_b \leq I_N \leq I_Z$ ed $I_f \leq 1,45 I_Z$
- $I_{cn}(\text{interruttore}) \geq I_{cc}(\text{linea})$
- $(I^2t) \leq K^2 S^2$ dove I^2t è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito in (A²s).

Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito, I_b risulta pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaico in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre I_N e I_f possono entrambe essere uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa.

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

4.4.5 Rete di protezione di terra

Il sistema di distribuzione adottato è TN-S a monte dell'inverter ed i conduttori di protezione per le utenze indicate in progetto dovranno avere sezione uguale al conduttore di fase, a meno delle riduzioni ammesse dalle norme CEI e comunque chiaramente indicate sugli elaborati di progetto.

I parametri caratteristici presi in considerazione nella progettazione dell'impianto di terra sono:

- valore della corrente di guasto a terra $I_g = 70$ A (valore da confermare in sede di esecuzioni lavori);
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del terreno.



Partendo dalla corrente di guasto a terra e dal tempo di intervento delle protezioni dalla norma C.E.I. 99-3, e precisamente dal grafico di figura 9-1, si deduce che la tensione di contatto limite U_{TP} dovrà essere non superiore a 230V e che quindi l'impianto di terra da realizzare dovrà consentire l'ottenimento di tale valore limite. Quindi considerato che:

$$V = R_T \times I_g \leq 230 \text{ V}$$

L'impianto di terra dovrà avere una tensione limite pari a:

$$R_T \leq 230 / I_g \approx 3,3 \Omega$$

Per tale impianto sarà costituito da picchetti in pozzetti ispezionabili collegati tra loro con una corda di rame interrata del diametro di 35mmq. Per il calcolo della resistenza di terra si è considerato una resistività del terreno di $\rho_e=100 \Omega\text{m}$, così come indica la norma C.E.I. 99-3, e una resistenza di terra per la corda di rame pari a:

$$R_T = (\rho_e / \pi L) + \ln(2L/d)$$

dove

- L = lunghezza della corda
- d = diametro del conduttore

A vantaggio si considera solo il contributo della corda di rame.

Numericamente

$$R_T = 2,7 < 3,3 \Omega$$

I dispersori devono essere interrati ad una profondità non inferiore a 0,5m sotto il livello del terreno, a corda di rame nudo deve essere posizionata ad una profondità di 0,5m e deve distanziare dal corpo di fabbrica non meno di 1m.

Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale delle scelte adottate.

La parte di impianto di produzione fotovoltaica a valle dell'inverter è classificato dalla norma C.E.I. 64-8 di tipo IT e quindi tutte le strutture e le parti metalliche saranno collegate alla rete di terra.



4.5 PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO A 36 kV

Il tracciato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11-12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati.

L'elettrodotto in oggetto avrà una lunghezza complessiva di circa 4,6 km, interesserà i territori comunali di Gonnosfanadiga e Guspini e sarà realizzato in cavo interrato con tensione nominale di 36 kV.

L'elettrodotto, come indicato preventivo di connessione Codice Pratica: 202202339 l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis – Oristano" da realizzare nel comune di Guspini (SU).

Il calcolo della linea di arrivo dalla SSE è stato effettuato considerando la corrente di impiego I_b e una caduta di tensione di circa 0,42%.

Numericamente:

$$I_b = 24'307,92 / (1,732 * 36 * 1) = 389,85A$$

Dove

- 36 sono i kV della tensione di esercizio
- 1 è il cosfi pari ad 1
- 24'307,92 è la potenza in kW

La portata dei cavi RG1H1R 26/45kV con sezione di 185 per posa interrata a trifoglio nelle condizioni peggiorative è di 954A e quindi per l'elettrodotto si è scelta una formazione di 2x(3x1x185) mmq

Il calcolo della caduta di tensione è stato effettuato con la formula

$$1.732 * I_b * L * (R * I_b * \cos\Phi + X * I_b * \sin\Phi)$$

Dove

- I_b è la corrente di fase
- R è la resistenza di linea
- X è la reattanza di linea



- L è la lunghezza della linea
- Φ è lo sfasamento tensione/corrente

Numericamente la caduta di tensione è di 0,42% compatibile con il limite imposto.

Per tale linea si considereranno per sicurezza sue terne di alimentazione.

Per tale linea si considereranno per sicurezza sue terne di alimentazione

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di circa 1,5 m, con disposizione delle fasi a trifoglio e configurazione degli schermi cross bonded.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Per evitare danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa, si dovrà tenere conto dello sforzo massimo del cavo e del raggio di curvatura minimo (0,9 m).

In caso di presenza di acqua occorrerà prestare particolare attenzione per evitare che possa entrare acqua o umidità alle estremità dei cavi: dovrà essere effettuata la spelatura del cavo per 30cm, la sigillatura mediante coni di fissaggio in corrispondenza dell'inizio dell'isolante e la sigillatura mediante calotte termo-restringenti in caso di interramento del cavo prima della realizzazione di giunzioni o terminazioni.

4.5.1 Modalità di posa

L'elettrodotto a 36 kV interni all'impianto saranno posati come illustrato nelle seguenti sezioni in funzione del numero di terne da posare.



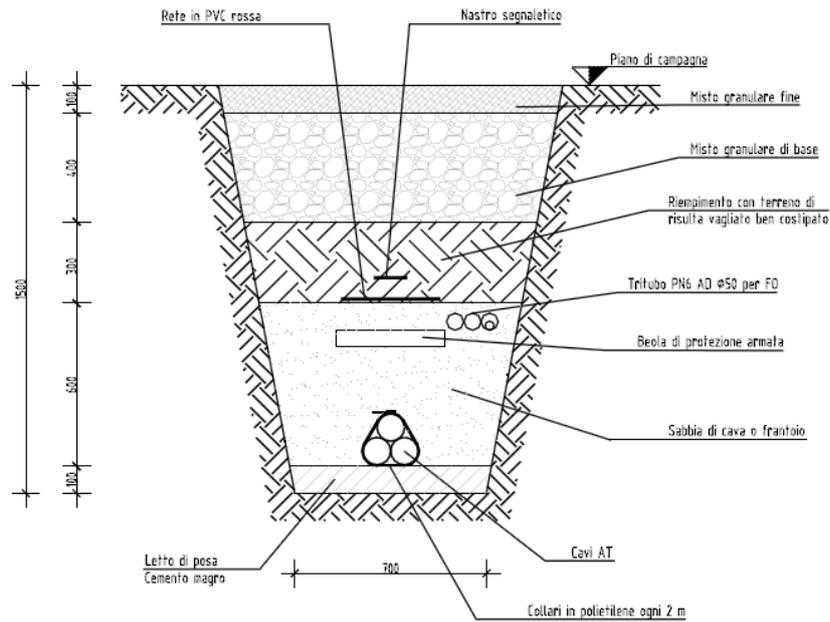


Figura 4-4: Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate (1 terna)

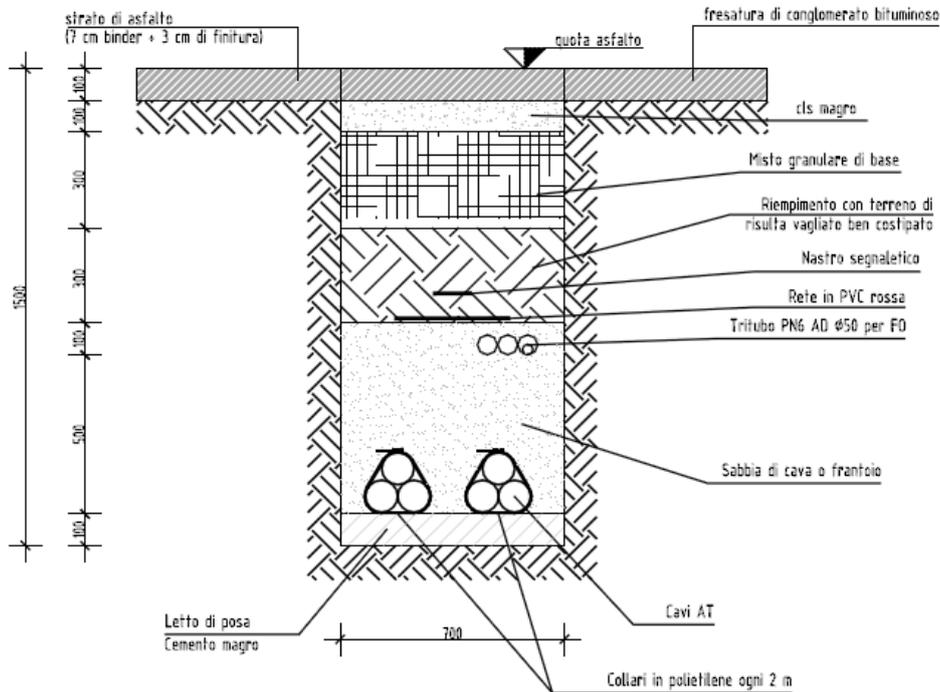


Figura 4-5: Sezione tipica cavidotto esterno su strada asfaltata (2 terne)

5 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Il tempo di esecuzione dei lavori è stato stimato, in questa fase progettuale, in 365 giorni (pari a dodici mesi), tenuto anche conto del tempo necessario per l'approvvigionamento dei materiali (in particolare delle apparecchiature elettriche e cavidotti), dell'eventuale andamento stagionale sfavorevole, della chiusura dei cantieri per festività, nonché del tempo necessario per gli scavi lungo le vie di traffico (strade provinciali e statale, per la posa in opera del cavidotto interrato).

Sommariamente, le lavorazioni saranno suddivise in fasi di seguito riportate in ordine cronologico di realizzazione:

- ❖ Allestimento di cantiere
 - Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere
 - Realizzazione dei tracciamenti
 - Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere
 - Realizzazione di impianto elettrico del cantiere



- Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere
- ❖ Verifica preliminare ordigni bellici
 - Fase preliminare mirata alla verifica della eventuale presenza di ordigni bellici mediante indagine strumentale non invasiva
- ❖ Sistemazione del terreno e viabilità interna
 - Movimenti di materie
 - Scavo a sezione obbligata
 - Rinterro di scavo eseguito a macchina
 - Formazione di fondazione stradale
- ❖ Sistemazione delle strutture di sostegno
 - Movimenti di materie
 - Infissione pali per battitura
 - Montaggio strutture
- ❖ Posa in opera di pannelli fotovoltaici
 - Movimenti di materie
 - Montaggio pannelli su strutture
- ❖ Cavidotti
 - Movimenti di materie
 - Taglio di asfalto di carreggiata stradale
 - Scavo a sezione obbligata
 - Posa di cavidotto
 - Pozzetti di ispezione e opere d'arte
 - Rinterro di scavo eseguito a macchina
 - Formazione di fondazione stradale
 - Formazione di manto di usura e collegamento
- ❖ Realizzazione di cabine elettriche
 - Movimenti di materie
 - Realizzazione di recinzione



- Scavo di sbancamento ed obbligata
- Realizzazione vasche di fondazione
- Installazione prefabbricati.
- ❖ Realizzazione finiture e mitigazioni/progetto integrato agrivoltaico
 - Movimenti di materie
 - Scavo di sbancamento ed obbligata
 - Recinzioni ed opere accessorie
 - Piantumazione di essenze arboree perimetrali
 - Piantumazione colture agricole
 - Sistemazione sistemazione stalli per volatili, pietraie ed altri interventi accessori.
- ❖ Collaudo, entrata in esercizio del nuovo impianto
 - Verifiche impianti ed apparecchiature
 - Collaudo
 - Entrata in esercizio del nuovo impianto FV
 - Smobilizzo del cantiere.

Nel seguito si riporta il cronoprogramma con la stima dei tempi delle attività su indicate.

ATTIVITA'	MESI												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Apertura cantiere													
Verifica preliminare ordigni bellici													
Sistemazione del terreno e viabilità interna													
Sistemazione delle strutture di sostegno													
Posa in opera dei pannelli fotovoltaici													
Realizzazione cabine elettriche													
Realizzazione cavidotti													
Realizzazione finiture e mitigazioni ambientale													
Verifiche e collaudi													
Chiusura cantiere													

