

Impianto agrivoltaico
G R _ M A N D A S
della potenza di 26,576 MWp DC
(26,025 MW AC in immissione)

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
COMUNI DI GESICO E MANDAS

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Elaborato:
137TRS150R_00

Settembre 2023

Piano preliminare terre e rocce da scavo

PROPONENTE:



GREENERGY RINNOVABILI 10 S.R.L.
Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano
P.IVA 11892590966

REDATTORE SIA - CAPOGRUPPO:



EGERIA
ingegneria per l'ambiente

Corso V. Emanuele II, 90 Cagliari
P. Iva 03528400926
Tel. +39 328 82 88 328
info.egeria@gmail.com - www.egeriagroup.net

GRUPPO DI LAVORO: Dott.ssa Ing. Barbara Dessi (EGERIA)
Dott.ssa Arch. Elisabetta Erika Zucca (EGERIA)
Dott.ssa Ing. Elisa Mura (EGERIA)
Dott. Ing. Marco A. L. Murru (Ingegnere elettrico)
Dott. Archeol. Marco Cabras (Archeologo)
Dott. Geol. Nicola Demurtas (Geologo)
Dott. Nat. Francesco Mascia (Botanico e Agrotecnico)
Dott. Nat. Maurizio Medda (Faunista)
Dott. Agr. Pasqualino Tammaro (Agronomo)
Dott. Piero Angelo Salvatore Rubiu (Tecnico compet. in Acustica Ambientale)

1	Premessa	4
1.1	Oggetto del documento.....	5
2	Normativa di riferimento	6
3	Inquadramento territoriale	7
4	Area di progetto	10
5	Stato attuale del sito di intervento	14
5.1	Area di progetto - Rilievo fotografico.....	15
5.2	Opere di connessione alla Rete elettrica nazionale e rilievo fotografico.....	21
6	Suolo e sottosuolo	26
6.1	Inquadramento Geomorfologico – Geologico Generale	26
6.2	Caratteri geologici e lito stratigrafici locali	29
7	Descrizione dell’impianto	35
7.1	Descrizione delle varie componenti d’impianto.....	38
7.1.1	<i>Moduli fotovoltaici</i>	38
7.1.2	<i>Strutture di sostegno dei moduli</i>	38
7.1.3	<i>Sistema di condizionamento della potenza - inverter</i>	40
7.1.4	<i>Cabine di campo, di raccolta e sezionamento, di supervisione</i>	41
7.1.4.1	Cabine di campo (Skid).....	41
7.1.4.2	Cabina di raccolta e trasmissione	42
7.1.4.3	Cabine / Container per l’accumulo e Inverter dedicati.....	43
7.1.5	<i>Cavi, rete di terra ed altri componenti</i>	44
7.1.5.1	Cavi in corrente continua	44
7.1.5.2	Cavi in corrente alternata BT e condotti prefabbricati BT	44
7.1.5.3	Cavi 36 kV	44
7.2	Connessione alla rete elettrica	45
7.3	Recinzione, mitigazione, viabilità, acque superficiali	46
7.3.1	<i>Recinzione</i>	46
7.3.2	<i>Interventi sul suolo e sulla fascia perimetrale dell’area di impianto</i>	47

7.3.3 Viabilità	50
7.3.4 Smaltimento acque meteoriche	50
7.4 Cantiere	51
7.4.1 Cantiere esterno parco – Cavidotto di connessione.....	53
7.4.2 Macchine operatrici	54
8 Gestione e riutilizzo delle terre e rocce da scavo	55
9 Livellamenti di superficie, riprofilazione e scotico dell’area per le strutture con sostegni ad infissione	56
10 Movimenti terra per fondazioni e posa cavidotti	56
11 Campionamento e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo	58
12 Deposito intermedio e trasporto (art. 5 e 6 D.P.R. 120/2017), modalità di scavo	60
13 Proposta del piano di indagine delle rocce da scavo.....	61
13.1 Numero e caratteristiche dei punti di indagine.....	61
13.2 Numero e modalità dei campionamenti da effettuare	64
13.3 Parametri da determinare	64
14 Riepilogo situazione riutilizzo delle terre del sito	66

1 Premessa

La società Greenergy Rinnovabili 10 S.r.l., parte del gruppo Greenergy Renovables SA, attivo nel campo delle energie rinnovabili dallo sviluppo alla costruzione, fino alla gestione degli impianti, ha incaricato la società Egeria S.r.l. per la progettazione dell'impianto agrivoltaico denominato "GR_MANDAS" e lo studio delle interazioni attese tra il progetto e le componenti ambientali secondo gli approfondimenti dovuti nello Studio di Impatto Ambientale (ai sensi dell'allegato VII alla parte seconda del D.lgs 152/06 e ss.mm.ii).

L'area agricola di intervento insiste in un contesto basso-collinare, posto tra i 331 ed i 412 m. s.l.m., escluso dalla perimetrazione delle aree non idonee per il fotovoltaico di cui alla DGR 59/90 del 27/11/2020, e risulta distribuita a destra e sinistra del "Riu Anguiddas" nelle località denominate "Nureci" e "Tintillonis" ricadenti nel comune di Mandas, nonché nelle località di "Cuccuru Venugu" e "Sarriu Sullinu" in territorio comunale di Gesico.

Il progetto ricerca la coesistenza tra gli interventi necessari alla produzione di energia da fonti rinnovabili, la salvaguardia dei servizi ecosistemici e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agropastorale locale; con questo intento e assumendo come riferimento programmatico le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici (pubblicate il 27 giugno 2022 dal MITE), prevede che la superficie interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici, per una potenza installata di 26,576 MWp DC integrata a un sistema di accumulo di 10 MW, sia destinata alla semina di un prato-pascolo polifita stabile per il pascolamento libero degli ovini (prato-pascolo) ed erbai di graminacee per fienagione alternati a sulla. I pannelli fotovoltaici sono inseriti in tale contesto attraverso tracker a inseguimento monoassiale orientati nord-sud distanziati su file parallele in loc. Cuccuru Venugu, adeguata per questioni morfologiche ad accogliere questo tipo di strutture dinamiche. La restante parte di impianto è prevista su strutture fisse orientate in direzione est-ovest; il layout d'insieme e la distanza tra le file di pannelli è funzionale alla semina e conduzione del prato polifita stabile e al pascolo e pertanto alla prosecuzione delle attività agropastorali già in essere, oggetto di miglioramento attraverso le soluzioni argomentate nella relazione agronomica.

La connessione dell'impianto prevede la posa di un cavidotto interrato posato parallelamente alla SS 128, della lunghezza di circa 2 km e il collegamento a una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150/36 kV nel comune di Mandas.

1.1 Oggetto del documento

Il Piano Preliminare delle Terre e rocce da scavo è stato elaborato - ai sensi del T.U. Ambientale, D.Lgs 152/2006 e s.m.i. e del D.P.R. 120/2017 che disciplina la gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164, vigente dal 22-8-2017 - nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale dal momento che il progetto dell'impianto agrivoltaico presentato dalla società Grenergy Rinnovabili 10 s.rl. ricade tra gli interventi di cui al punto 2 dell'Allegato II al D.Lgs 152/2006 così come modificato dall'art. 31 comma 6 della legge n. 108 del 2021, e dall'art. 10, comma 1, lettera d), numero 1.2), legge n. 91 del 2022.

Nell'ambito dell'intervento in progetto si prevede di gestire il materiale derivato dalle operazioni di scavo, mediante il riutilizzo all'interno del sito di produzione come previsto dall'art. 185 comma 1, lettera c) del D.Lgs 152/06 e pertanto il piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo è stato elaborato ai sensi dell'art. 24 del D.P.R. 120/2017.

Per questo motivo si provvederà a caratterizzare i suoli in fase di progettazione esecutiva o, comunque, prima dell'inizio lavori al fine di accertare i requisiti ambientali dei materiali provenienti dagli scavi ai sensi dell'art. 185 comma 1, lettera c) del D.lgs 152/06 o l'esclusione dal regime dei rifiuti.

Nel caso di conformità dei suoli rispetto alle Concentrazioni Soglie di Contaminazione (CSC) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i., accertata mediante metodi analitici certificati, il materiale da scavo sarà riutilizzato per riempimenti, rinterrati e modellazioni in situ.

Il materiale che non potrà essere direttamente riutilizzato verrà destinato ad impianti di conferimento, in conformità con il regime legislativo vigente in materia di rifiuti.

2 Normativa di riferimento

- D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in Materia Ambientale;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", in vigore il 22 agosto 2017.

3 Inquadramento territoriale

I comuni di Mandas e Gesico, interessati dal progetto dell’impianto agrivoltaico, appartengono alla provincia del Sud Sardegna.

Il territorio comunale di Mandas si estende per circa 45,01 km² e confina con i Comuni di: Gergei, Escolca, Serri, Nurri, Siurgus Donigala, Suelli e Gesico; mentre il territorio comunale di Gesico si estende per circa 25,62 km² e confina con i Comuni di: Villanova Franca, Escolca, Mandas, Suelli, Selegas, Guamaggiore, Guasila.

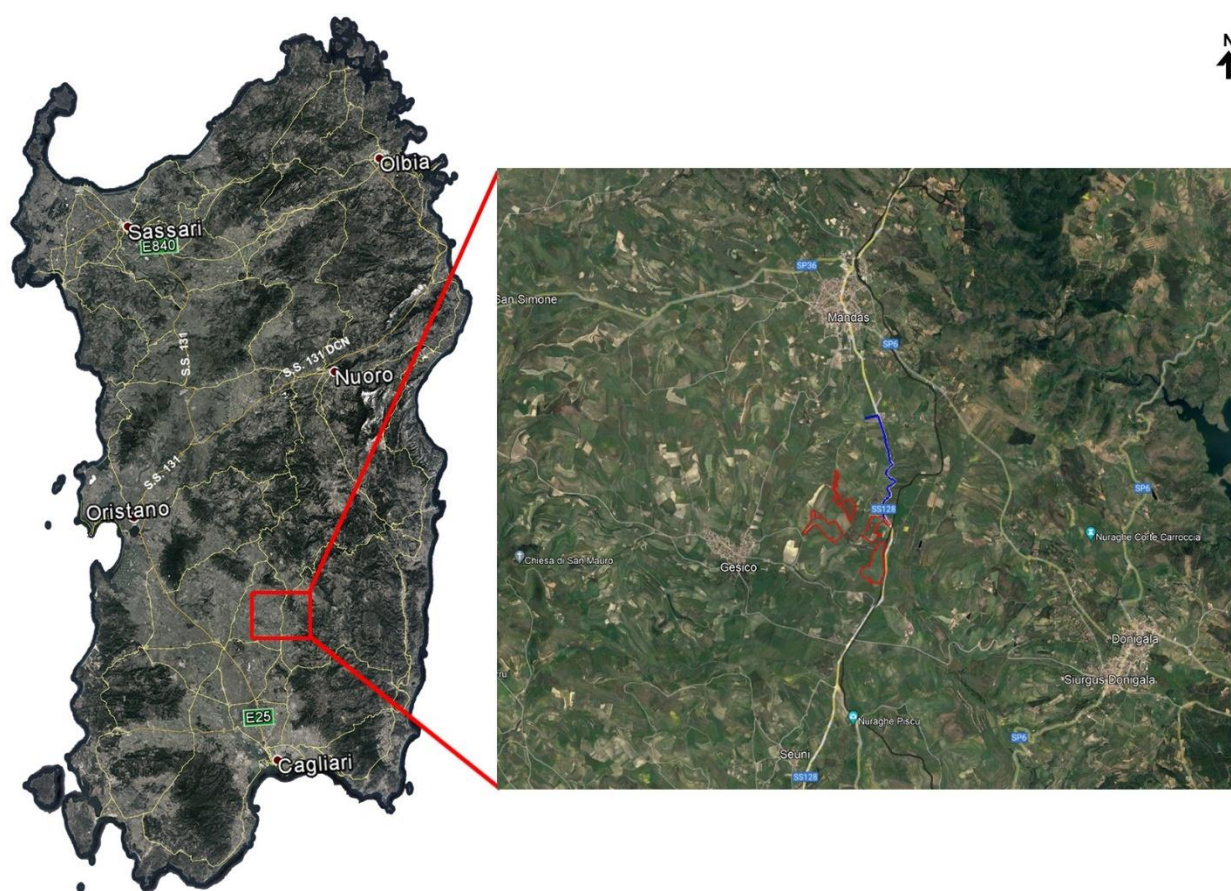


Figura 1 – Inquadramento territoriale dell’area oggetto di progetto

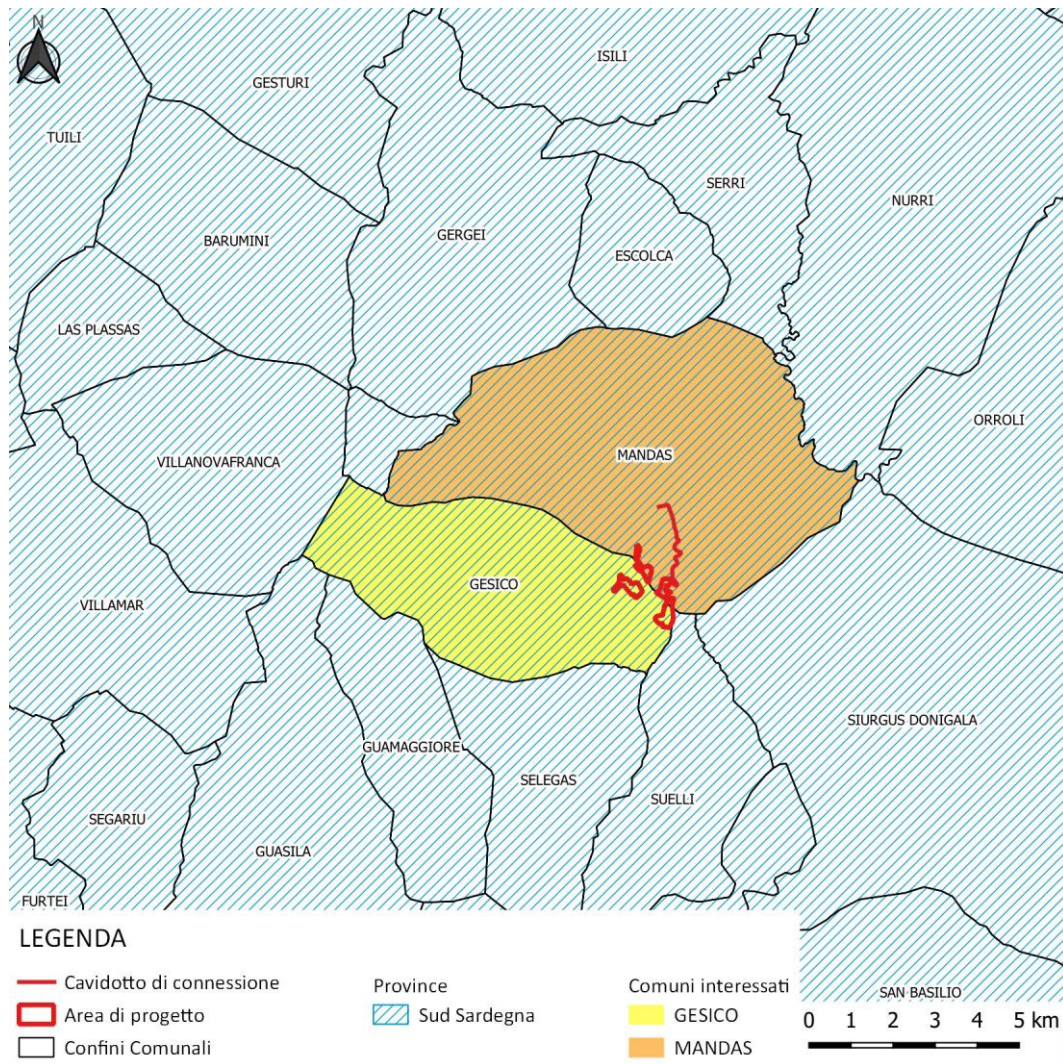


Figura 2 – Inquadramento territoriale dell’area oggetto di progetto – scala comunale

Entrambi i comuni hanno affiancato nel tempo alle tradizionali attività agro pastorali, modeste iniziative industriali. È diffusa la coltivazione di frumento e la viticoltura, la coltivazione di cereali, ortaggi, foraggi e olivi. Presente anche l’allevamento di bovini, suini, ovini, caprini, equini e avicoli. Per quanto riguarda il settore secondario sono presenti imprese che operano nei comparti del lattiero caseario, dei laterizi, dei mobili, metallurgico ed edile.

Intorno al ricco patrimonio storico e archeologico si concentrano alcune attività di promozione e valorizzazione ai fini turistici. Nel caso di Mandas numerosi interventi di valorizzazione del patrimonio storico e immobiliare sono più di recente rivolti a integrare i servizi rivolti a questo settore. La linea turistica del Trenino Verde che collega Mandas a Laconi rinforza e valorizza questa vocazione più recente. Mandas si configura inoltre come importante nodo ferroviario nella direttrice che mette in collegamento la Città Metropolitana di Cagliari con il Mandrolisai e l’Ogliastra; la linea Monserrato – Mandas – Isili ha

subito per questo e di recente, importanti ammodernamenti riguardanti i treni utilizzati per i collegamenti.

Le infrastrutture viarie principali (vedi figura 3) presenti nell'area vasta sono la SS 128, la SP 30, la SP 31, la SP 32 e la SP 42; a est dell'area di progetto è presente la linea ferroviaria sopra descritta.

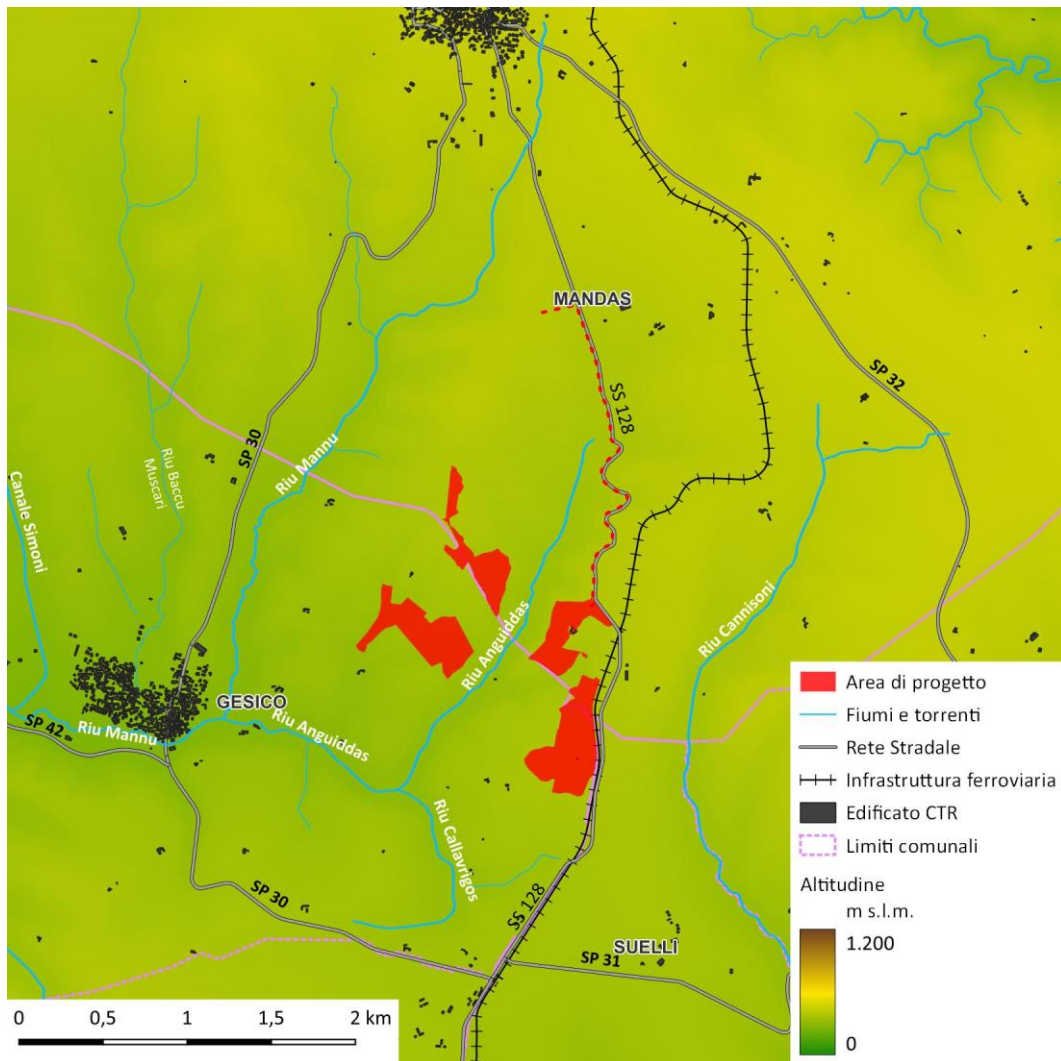


Figura 3 – Inquadramento di dettaglio dell'area oggetto di studio

L'area di progetto si inserisce a sud dell'abitato di Mandas e a nord-est di Gesico, in area agricola, prevalentemente pianeggiante dove si attesta tra 330 e 410 m.s.l.m. Il Riu Anguiddas segna una naturale divisione tra due porzioni di impianto e l'assenza di infrastrutture di attraversamento sul Rio rende necessario utilizzare accessi distinti alle aree di impianto.

4 Area di progetto

Cartograficamente l'area dell'impianto fotovoltaico in progetto ricade:

- nel Foglio 226 "Mandas", scala 1:100.000 della Carta Geologica D'Italia;
- nel Foglio 540 "Mandas", scala 1:50.000 dell'I.G.M. D'Italia;
- nel Foglio 540 Sezione 140 "Gesico" della Carta Tecnica Regionale Numerica del Servizio Informativo e Cartografico Regionale della Regione Autonoma della Sardegna in scala 1:10.000.

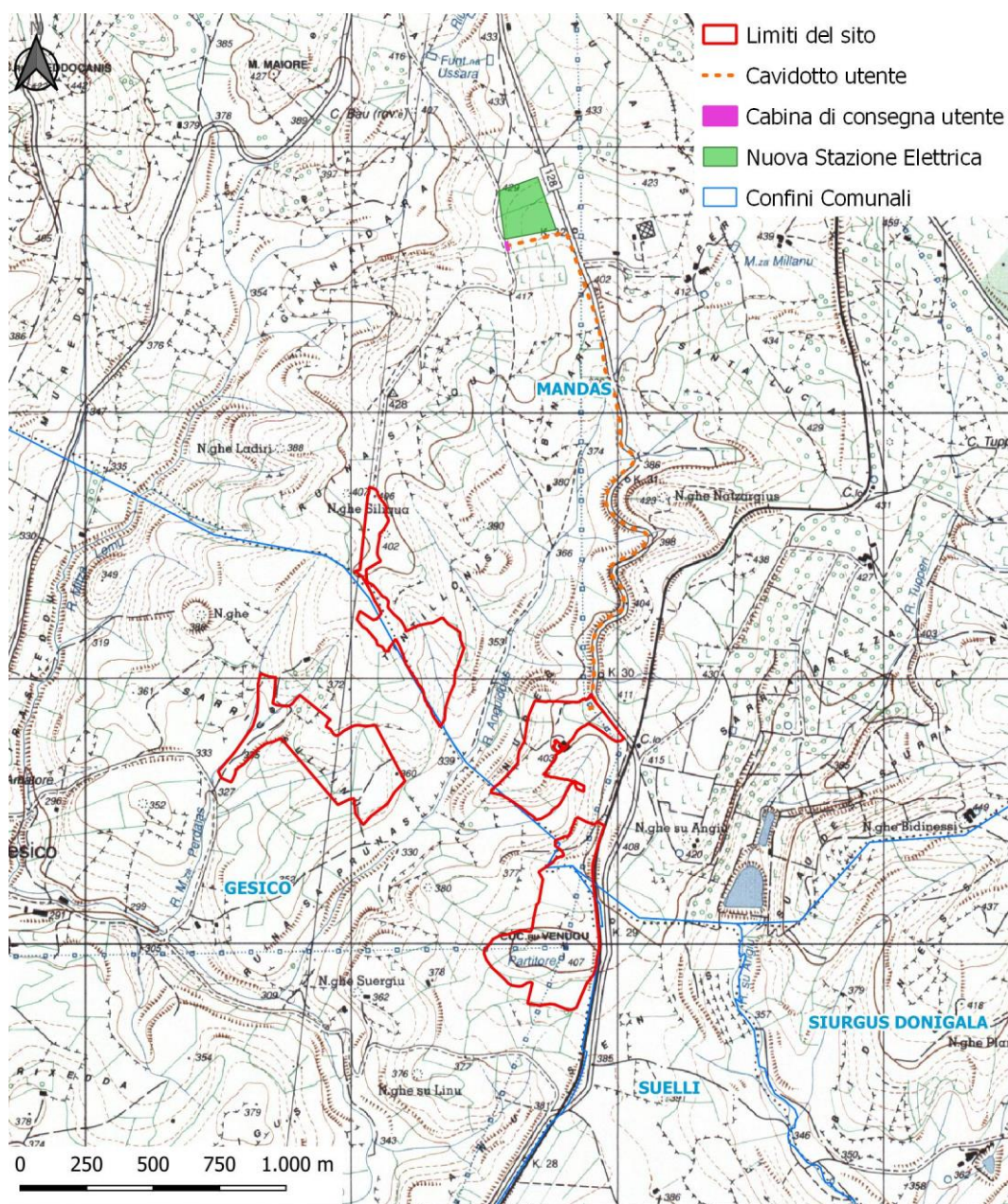


Figura 4 – Inquadramento su Carta IGM

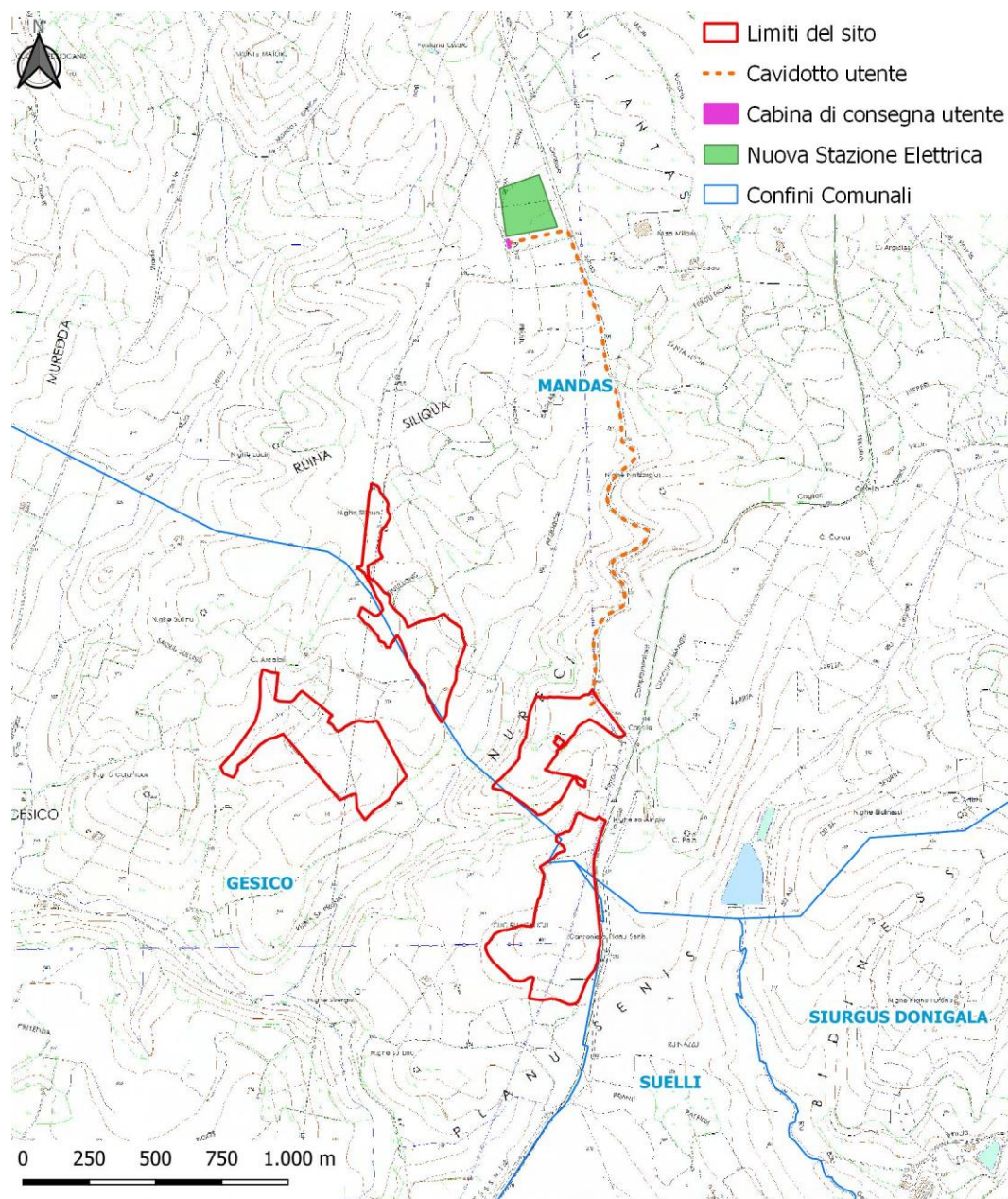


Figura 5 – Inquadramento su CTR

L'impianto agrivoltaico oggetto dell'intervento verrà realizzato in 4 aree raggiungibili tramite diversi percorsi. In particolare:

- l'area 1 è raggiungibile percorrendo la SS 128 fino all'abitato di Mandas per poi svoltare sulla via I Maggio; alla fine della via si svolta a sinistra e si percorre la strada di penetrazione agraria per circa 1,5 km, si svolta a destra e si prosegue per circa 1 km fino all'accesso al sito;
- l'area 2 è raggiungibile percorrendo la SS 128 fino allo svincolo per l'abitato di Gesico per poi proseguire sulla SP 5 per circa 2,7 km; da qui si imbocca la via Sant'Armatore per circa 600 metri e si svolta a destra nella via Martini e si prosegue sulla strada di penetrazione agraria per circa 1 km, sulla sinistra si troverà la stradina di accesso al sito;

- l'area 3 è raggiungibile percorrendo la SS 128 fino al km 29+800 in cui si trova la stradina di accesso al sito;
- l'area 4 è raggiungibile percorrendo la SS 128 fino al km 29+700 in cui si trova la stradina che porta al sito che andrà percorsa per circa 350 metri fino al cancello di accesso.

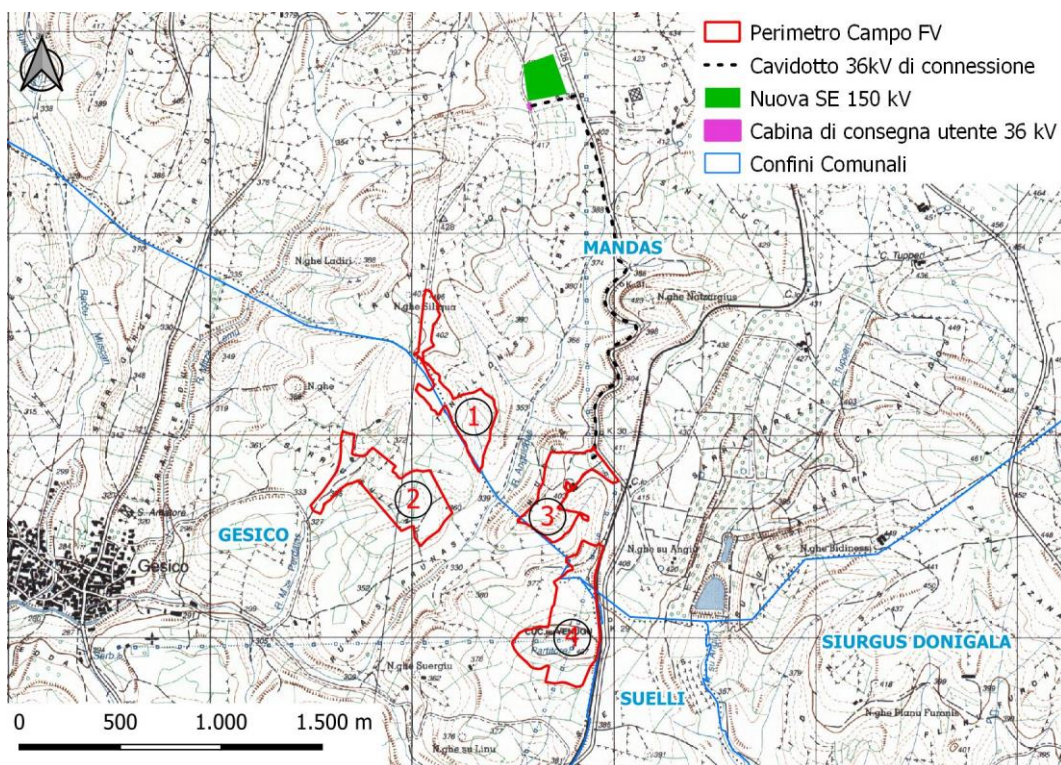


Figura 6 – Localizzazione dei lotti di progetto

A seguire si riepilogano le principali caratteristiche dei 4 sottocampi di progetto.

Sottocampo	Catastali interessati			Superficie in progetto (delimitata dalla recinzione)		Coordinate (posizione centrale)		Quota Media [m. s.l.m.]
	Comune	Foglio	Mapp.	[mq]	[ha]	Longitudine	Latitudine	
1	Mandas	42	1-2-15-16-34-35	69.506	6,95	1511144	4385968	380
	Gesico	16	4					
2	Gesico	16	16-17-18-25-57-72-73-76-81-98-130	139.625	13,96	1510859	4385507	350
3	Mandas	42	46-47-50-58-59-86-87-89-91-109	74.026	7,40	1511671	4385568	390
4	Mandas	42	65-66-69-72-82	164.741	16,47	1511760	4384875	400
	Gesico	17	2-12-13-14-15-22-53					

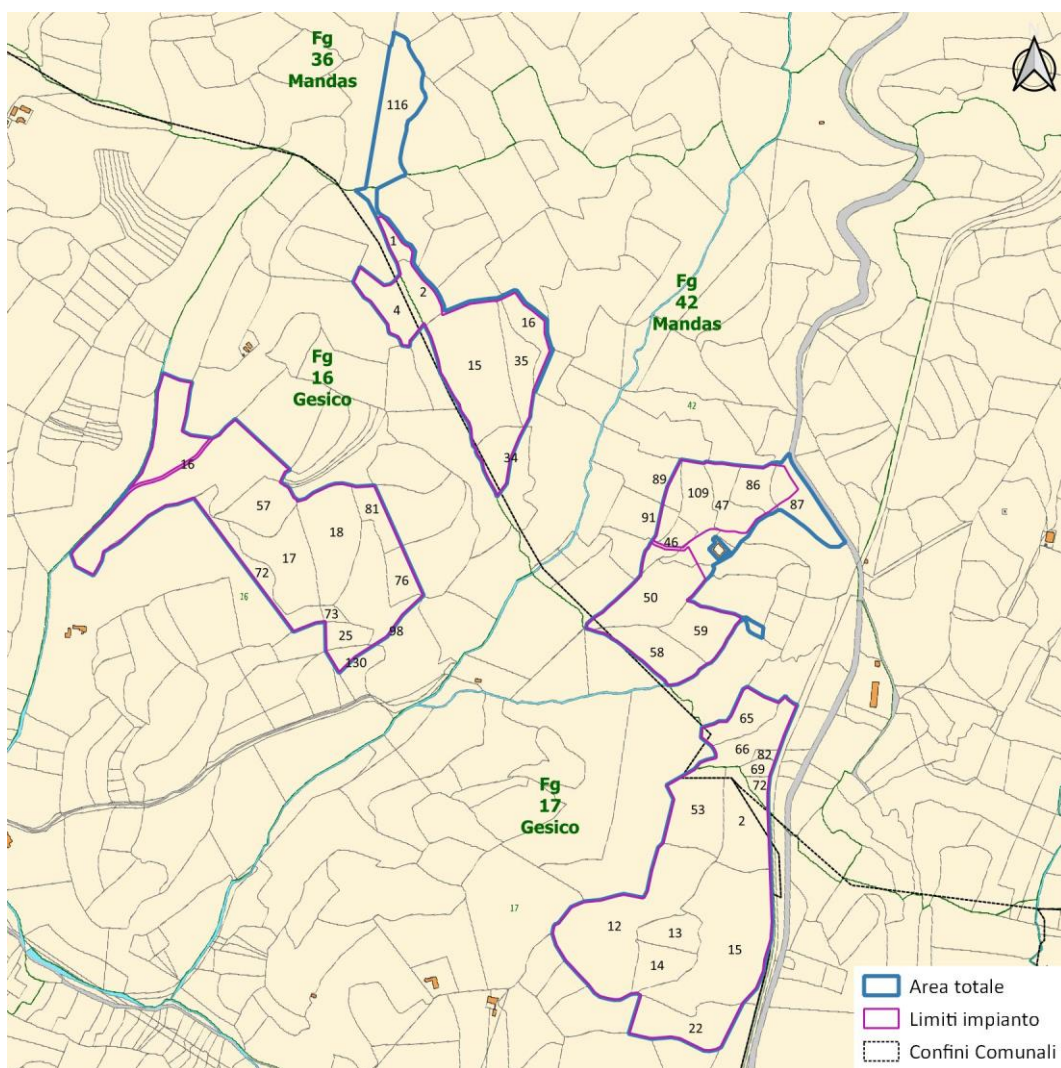


Figura 7 – Sovrapposizione dell'area di progetto sul catastrale

5 Stato attuale del sito di intervento

L'intervento è stato progettato su terreni estesi per circa 45 ettari destinati in prevalenza a seminativi da foraggio e prato-pascolo. I campi confinanti vengono ugualmente destinati a scopi agricoli o ai fini del pascolo, fatte salve alcune formazioni arbustive-arboree tipiche della macchia mediterranea. L'edificato è raro e sparso. I centri abitati più vicini sono Gesico (a meno di un chilometro km in direzione ovest), Mandas (a circa 2,5 km in direzione nord) e Siurgus Donigala (a circa 4,5 km in direzione sud est).

Il reticolo idraulico è fitto e composto da numerosi affluenti del Flumini Mannu che dà nome all'ampio Bacino Idrografico di riferimento per l'analisi delle interazioni tra la componente idrica superficiale e le opere in progetto.

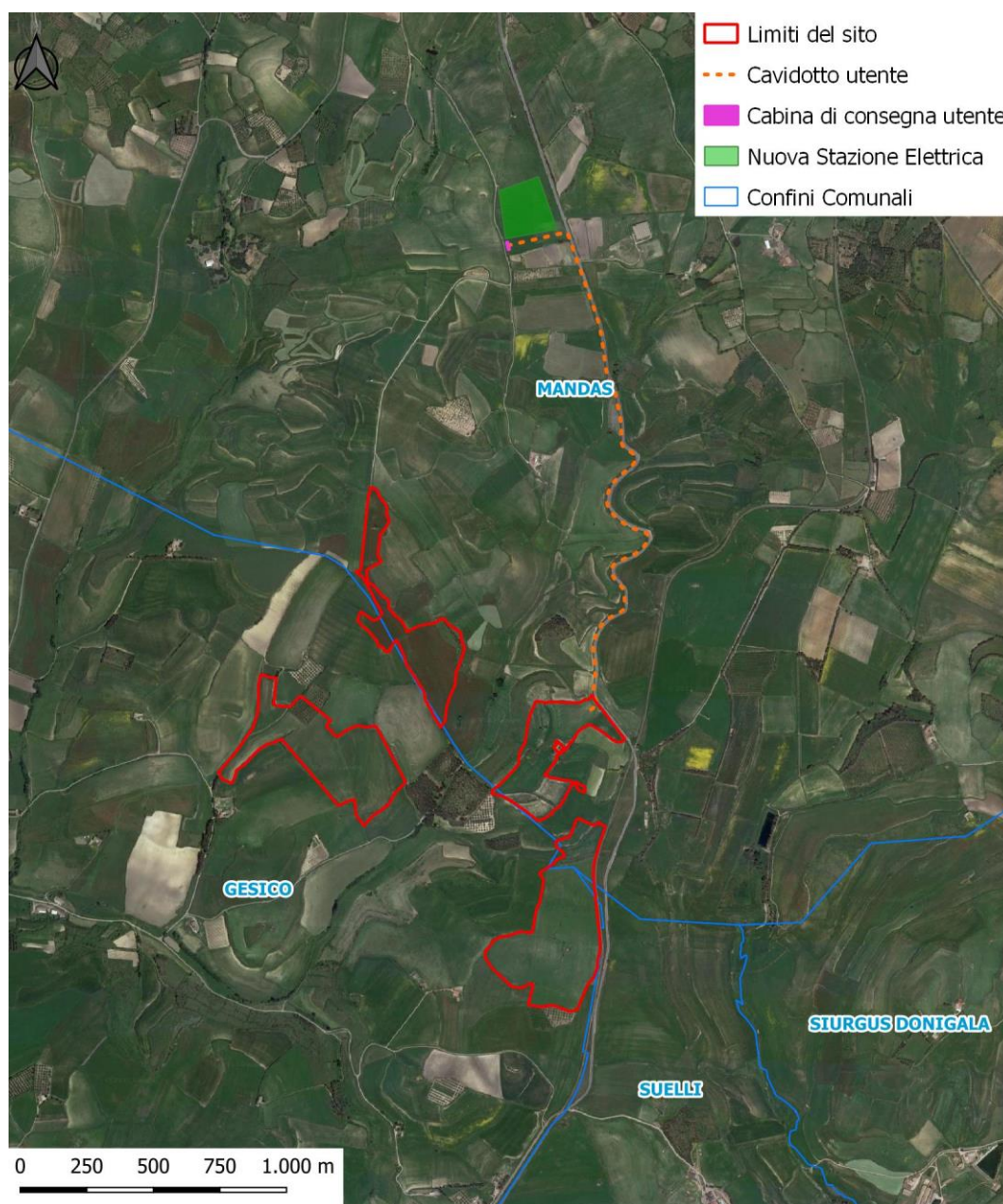


Figura 8 –Inquadramento dell'area di progetto

5.1 Area di progetto - Rilievo fotografico

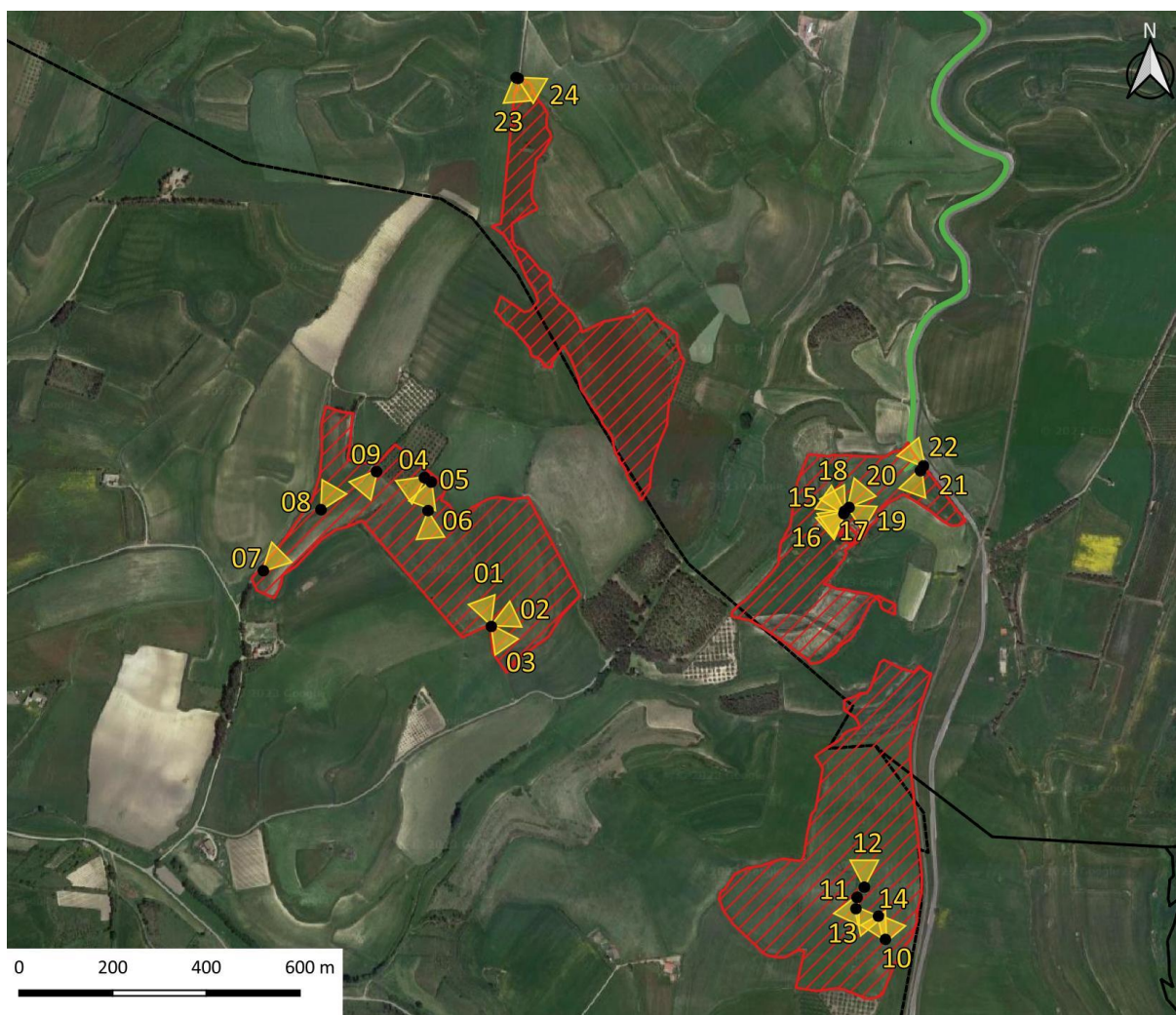


Figura 9 –Rilievo fotografico dell'area di progetto – Localizzazione punti di scatto

Si riportano a seguire alcuni scatti fotografici. Per gli altri si rimanda alle tavole 137PAE041D – *Analisi fotografica dello stato attuale 1*, 137PAE042D – *Analisi fotografica dello stato attuale 2*.

Per le riprese fotografiche del sito di progetto sono stati effettuati due sopralluoghi:

- Uno in data 04/05/2023 in cui sono state scattate le foto 06-07-08-09-10-11-12-13-22;
- Uno in data 01/09/2023 in cui sono state scattate le foto 01-02-03-04-05-14-15-16-17-18-19-20-21-23-24.



Figura 10 –Rilievo fotografico dell’area di progetto – Scatto 01



Figura 11 –Rilievo fotografico dell’area di progetto – Scatto 04



Figura 12 –Rilievo fotografico dell'area di progetto – Scatto 06



Figura 13 – Rilievo fotografico dell'area di progetto – Scatto 07



Figura 14 –Rilievo fotografico dell’area di progetto – Scatto 10



Figura 15 –Rilievo fotografico dell’area di progetto – Scatto 12



Figura 16 – Rilievo fotografico dell'area di progetto – Scatto 14



Figura 17 – Rilievo fotografico dell'area di progetto – Scatto 15



Figura 18 –Rilievo fotografico dell’area di progetto – Scatto 20



Figura 19 –Rilievo fotografico dell’area di progetto – Scatto 23

5.2 Opere di connessione alla Rete elettrica nazionale e rilievo fotografico

Le opere di connessione riguardano la realizzazione di un cavidotto utente interrato in Alta tensione della lunghezza di circa 2,3 km e il posizionamento della Cabina utente delle dimensioni di 6,00x30,00 metri in prossimità della futura Stazione Elettrica.

Il cavidotto si svilupperà lungo la SS 128 e verrà realizzato interrato, mediante scavo a sezione obbligata.

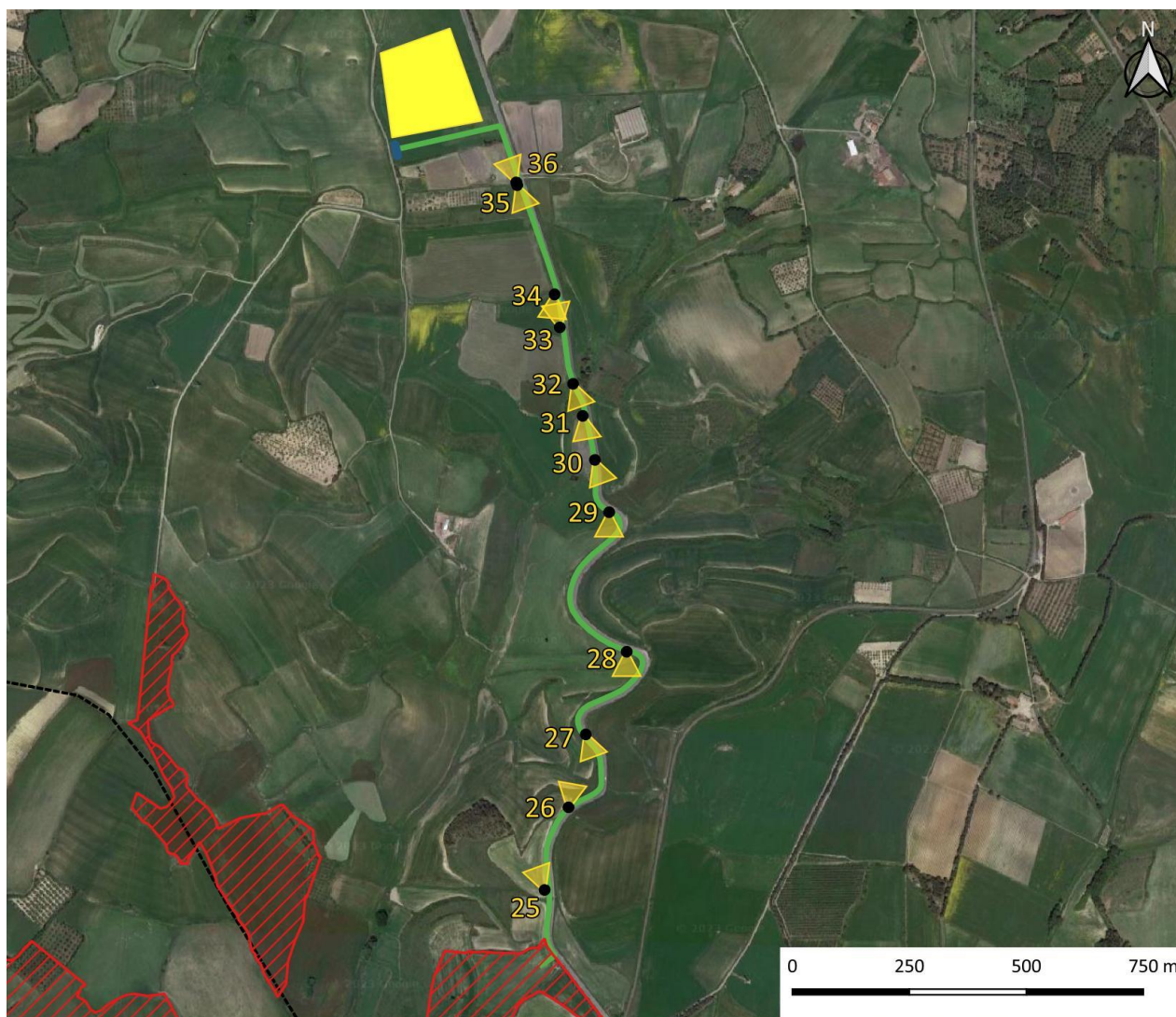


Figura 20 – Rilievo fotografico del percorso del cavidotto – Localizzazione punti di scatto

Si riportano a seguire alcuni scatti fotografici. Per gli altri si rimanda alla tavola 137PAE043D – *Analisi fotografica dello stato attuale 3*.

Per le riprese fotografiche del tracciato del cavidotto è stato effettuato un sopralluogo in data 28/08/2023.



Figura 21 – Rilievo fotografico del percorso del cavidotto – Scatto 25



Figura 22 – Rilievo fotografico del percorso del cavidotto – Scatto 26



Figura 23 – Rilievo fotografico del percorso del cavidotto – Scatto 27



Figura 24 – Rilievo fotografico del percorso del cavidotto – Scatto 28



Figura 25 – Rilievo fotografico del percorso del cavidotto – Scatto 31



Figura 26 – Rilievo fotografico del percorso del cavidotto – Scatto 32



Figura 27 – Rilievo fotografico del percorso del cavidotto – Scatto 36

6 Suolo e sottosuolo

Estratto dell'elaborato 137QAM320R - *Relazione geologica* redatto dal Dott. Geologo Nicola Demurtas.

6.1 Inquadramento Geomorfológico – Geológico Generale

Per quanto concerne nel dettaglio l'inquadramento geológico, l'area è costituita da diverse formazioni geologiche riferibili principalmente al Cenozoico e al Quaternario.

Il territorio, infatti, è costituito da (in ordine cronológico dal più recente al più antico):

- *Depositi sedimentari quaternari, antichi e recenti (OLOCENE - PLEISTOCENE);*
- *MARNE DI GESTURI. Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO;*
- *Litofacies nelle MARNE DI GESTURI. Generalmente alla base della formazione, arenarie grossolane e conglomerati. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO;*
- *FORMAZIONE DELLA MARMILLA: Marne siltose alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato (AQUITANIANO - BURDIGALIANO INF).*

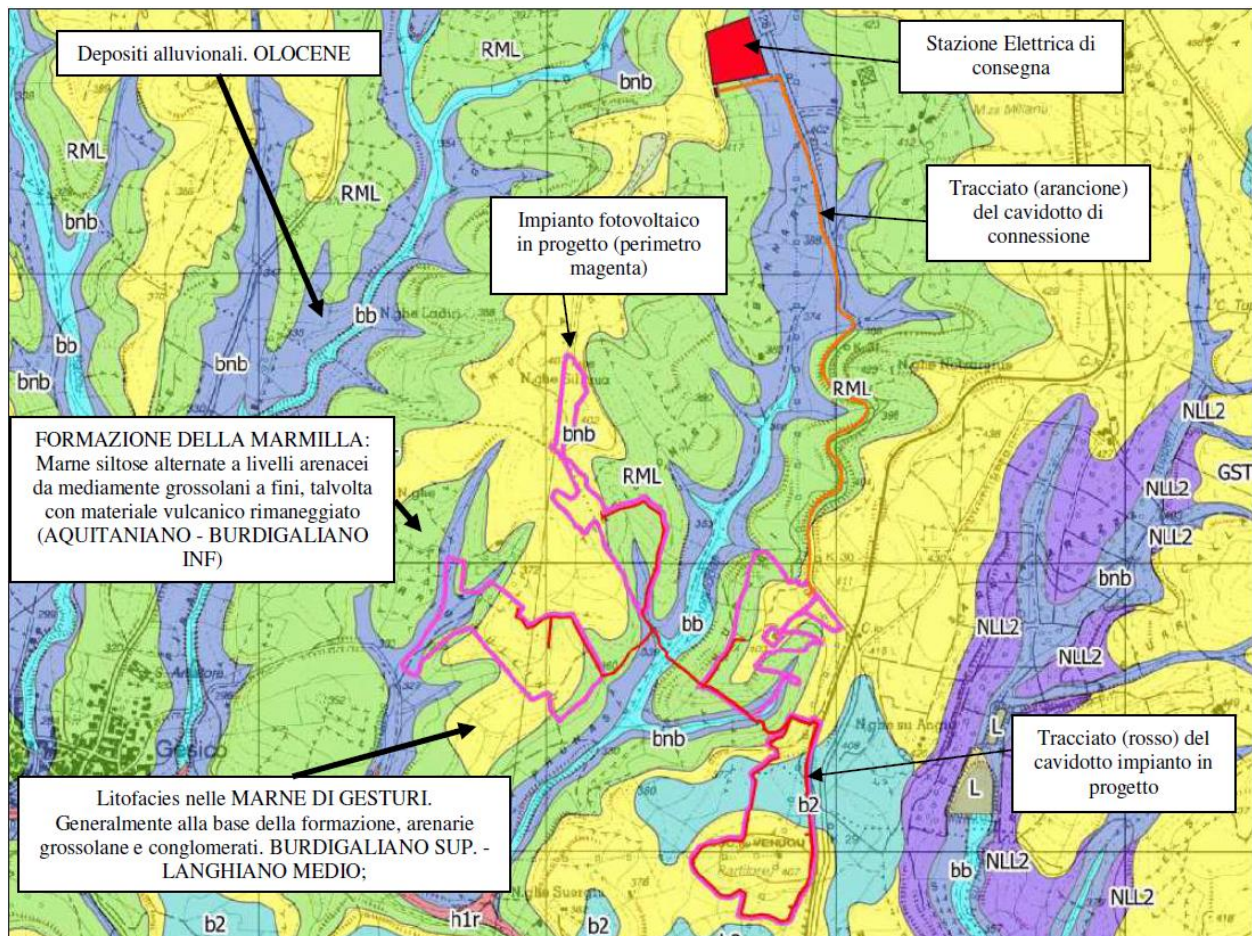


Figura 28 – Carta litologica ed area di intervento - Base Cartografica I.G.M.

Il Quaternario, che ricopre limitate porzioni del territorio in esame, è rappresentato da depositi pleistocenici e olocenici in facies continentale, i quali danno luogo ad affioramenti continui e di medio – debole spessore. Tali affioramenti risultano di semplice interpretazione nonostante la presenza dei massicci insediamenti agricoli sviluppatasi negli ultimi decenni, con conseguente modificazione dell’assetto morfologico del territorio.

Le alluvioni antiche, spesso terrazzate, hanno una composizione ciottoloso - sabbioso - argillosa ed un colore marrone - giallo scuro. Il colore ed il grado di costipamento variano a seconda dell’età, normalmente le alluvioni più antiche risultano maggiormente costipate. I depositi dell’Olocene attuale sono rinvenibili nei pressi dei corsi d’acqua dell’area indagata e sono costituiti prevalentemente da ghiaie poco addensate o addirittura incoerenti. Sono tuttavia presenti anche depositi sabbioso-limosi, originatisi dal disfacimento di litotipi preesistenti.

Per quanto riguarda il complesso sedimentario del Cenozoico, siamo in presenza di a) arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di arenarie siltose, appartenenti alla Formazione di Nurallao - Arenarie di Serra Longa e b) alla formazione della Marmilla, quest’ultima rappresentata da

marne siltose alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato.

Nell'area circostante la zona dove è previsto l'intervento, non si evidenziano significativi elementi tettonico – strutturali quali faglie, o piani di sopra o sub scorrimento. Assenti anche fenomeni di subsidenza in atto o potenziali che possono dal luogo a situazioni di instabilità tali da interferire con le opere previste in progetto.

L'impianto agrivoltaico in progetto, andrà ad interessare con le sue opere da realizzare e relative fondazioni, le seguenti formazioni litologiche:

- **b2 / Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE**
- **bnb / Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE**
- **GSTc / Litofacies nelle MARNE DI GESTURI: Generalmente alla base della formazione, arenarie grossolane e conglomerati. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO;**
- **RML / FORMAZIONE DELLA MARMILLA: Marne siltose alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato. AQUITANIANO - BURDIGALIANO INF.**

6.2 Caratteri geologici e lito stratigrafici locali

Ai fini della caratterizzazione litostratigrafica dell'area interessata dal presente studio, è stato realizzato un rilevamento geologico della zona in esame, per un'area totale di 6,5 km². Il suddetto rilevamento ha ricompreso anche parte del settore est rispetto al centro abitato di Gesico e i versanti collinari di Cuccuru Venugu (407,0 m s.l.m.) e Sarria Arezza (427,0 m s.l.m.). Sono stati sottoposti a studio anche le sezioni stradali e gli scavi posti in prossimità del settore in esame.

In questa fase progettuale, non sono state eseguite indagini puntuali (trincee geognostiche – pozzetti geognostici – sondaggi geognostici a carotaggio continuo) per la verifica litostratigrafica locale.



Figura 29 – Area oggetto di intervento caratterizzata da una morfologia collinare e in parte sub pianeggiante - impostata sulla Successione sedimentaria oligo – miocenica del Campidano - Sulcis

All'interno del settore oggetto di intervento e a seguito del rilevamento geologico eseguito, si ipotizza la seguente successione lito-stratigrafica. Dall'alto verso il basso, abbiamo:

- **Suolo superficiale:** costituito da terreno vegetale a tessitura argillosa – sabbiosa. Si presenta con spessore ridotti, ipotizzato in media pari a 0,10 – 0,20 m;
Coltri eluvio-colluviali: Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
- **Depositi alluvionali terrazzati:** Presenti solo in alcuni settori delle aree oggetto di intervento. Costituiti da sabbie con subordinati limi e argille. Spessore ipotizzato pari a circa 2,0 – 3,0 metri. OLOCENE;

Litofacies nelle MARNE DI GESTURI: Generalmente alla base della formazione, arenarie grossolane e conglomerati. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO;

FORMAZIONE DELLA MARMILLA: Marne siltose alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato. AQUITANIANO - BURDIGALIANO INF.

Gli scavi previsti per la messa in opera degli interventi in progetto (linee elettriche in cavo sotterraneo – cabine elettriche – viabilità interna – container batterie – container controllo – container PCS – recinzione – SKIDs Power Electronics – SE consegna) andranno ad interessare principalmente le suddette formazioni litologiche (arenarie grossolane – marne siltose – livelli arenacei), che caratterizzano l'intera area in esame e si presentano con un discreto – mediocre grado di escavabilità.

Ai fini della progettazione delle opere da realizzare risulta importante mettere in evidenza la presenza non continua di lastre di arenaria – marne arenacee ubicate in prossimità del piano di campagna. I terreni caratterizzati dalla presenza di tali blocchi rocciosi sono stati spesso in passato oggetto di bonifica ai fini agricoli.



Figura 30 – Blocchi di arenaria caratterizzanti i primi metri dei terreni agricoli presenti – Raccolti e accumulati a seguito delle operazioni di bonifica – Località Nuraghe Suergiu



Figura 31 – Blocchi di arenaria e marne arenacee in sito visibili su taglio stradale - caratterizzanti i primi metri dei terreni agricoli presenti in località Pirixedda



Figura 32 – Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Loc. Nureci



Figura 33 – Loc. Nureci – Sito caratterizzato dalla presenza suolo argilloso (coltri eluvio colluviali)

Per quanto riguarda invece i cavidotti, di seguito il quadro lito-stratigrafico:

Intervento	Litologia interessata
Cavidotto impianto e di connessione	Materiale antropico – Sequenza pavimentazione stradale – Sequenza banchina stradale A fondo scavo molto probabilmente verranno intercettati i depositi alluvionali argillosi – sabbiosi e ghiaiosi / coltri eluvio colluviali



Figura 34 – Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Loc. Cuccuru Venugu



Figura 35 – Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Ruina Sa Prunas



Figura 36 – Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento – Sarriu Sullinu

7 Descrizione dell'impianto

La progettazione di un impianto agrivoltaico parte dall'analisi combinata dell'esigenze agronomico-colturali con quelle tecnologico-energetiche dell'installazione fotovoltaica, per addivenire ad un progetto finale che valorizzi le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell'ambiente in cui si inserisce e delle relative risorse.

La parte fotovoltaica riguarda la realizzazione di un impianto con potenza in corrente continua pari a 26,576 MWp, integrato con un sistema di accumulo di potenza pari a 10 MW, con Potenza ai fini della connessione di 26,025 MW da realizzarsi nei Comuni di Mandas e Gesico, nella Provincia del Sud Sardegna. La connessione dell'Impianto Fotovoltaico è prevista in antenna a 36 kV sulla 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", come descritto nella STMG allegata (Codice Pratica 202300405).

Il percorso del cavidotto di connessione utente, che si svilupperà per circa 2,3 km è stato impostato in modo da interessare esclusivamente la viabilità esistente (in particolare lungo la SS 128), riducendo gli impatti su altri terreni ad esclusione di quelli coinvolti per la produzione fotovoltaica.

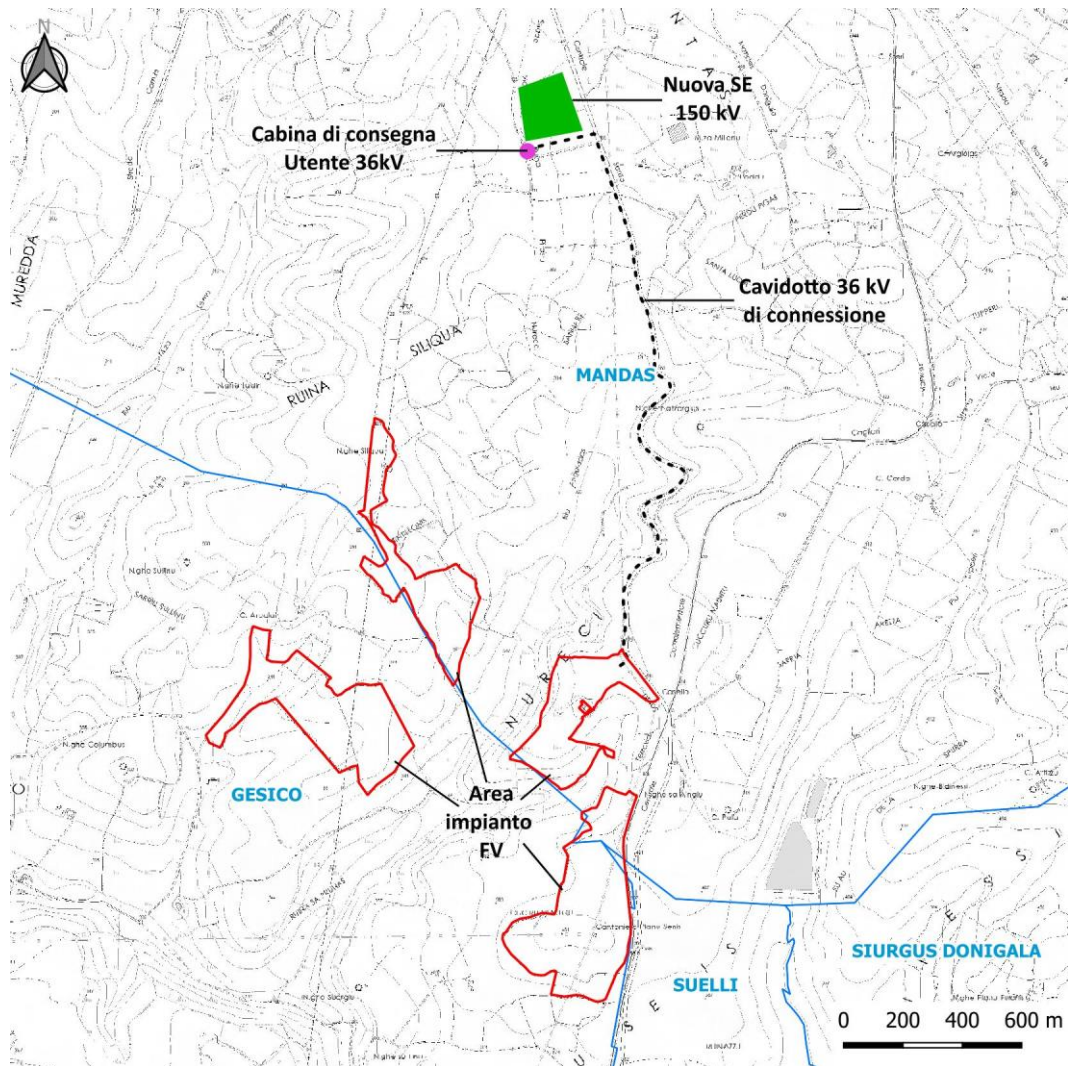


Figura 37 – Inquadramento del progetto

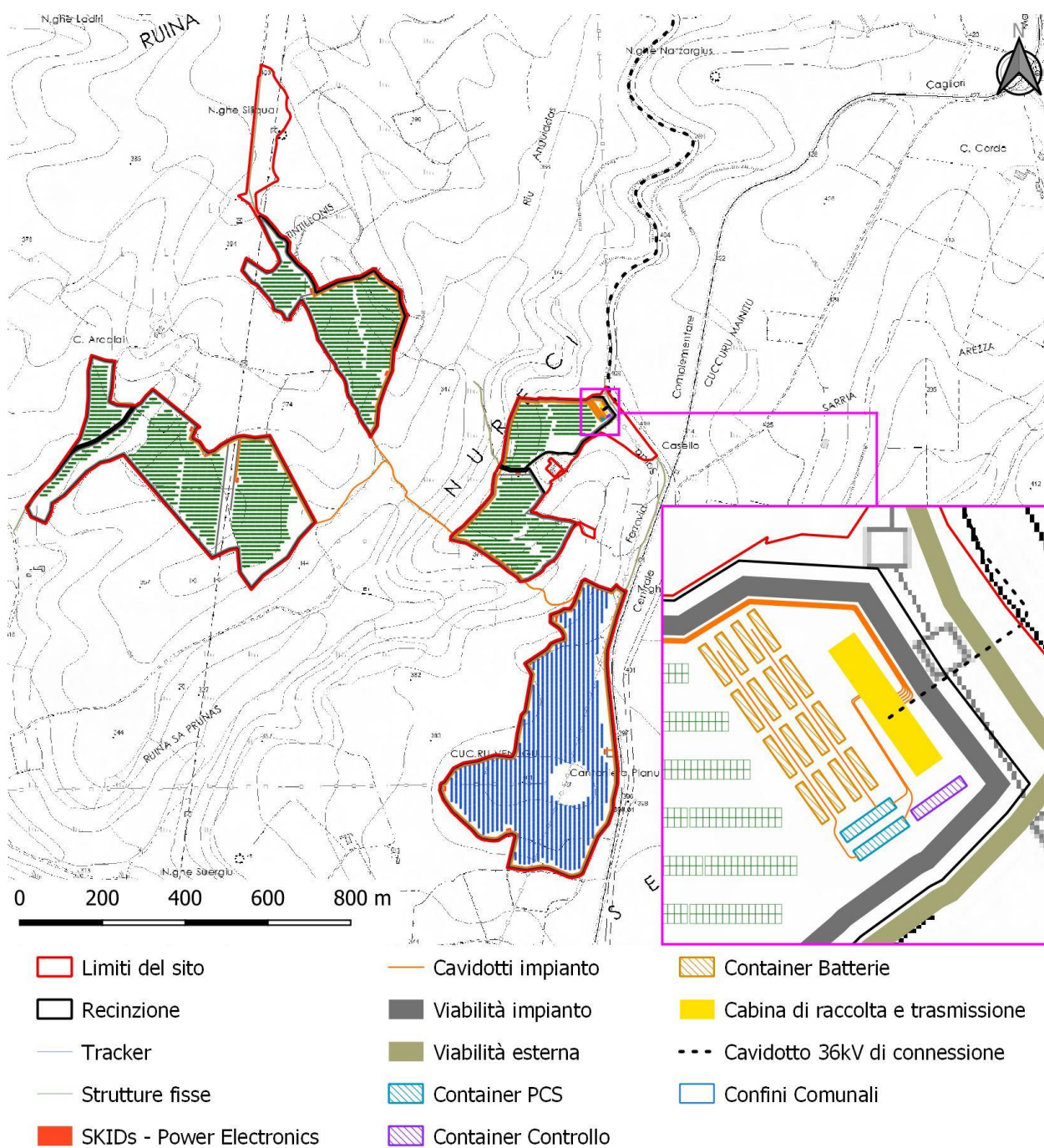


Figura 38 – Planimetria dell’impianto fotovoltaico

Si riporta di seguito una breve descrizione degli elementi di progetto, per gli approfondimenti si rimanda alla *Relazione tecnica descrittiva*.

7.1 Descrizione delle varie componenti d’impianto

7.1.1 Moduli fotovoltaici

Il dimensionamento dell’impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 132 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connessi elettricamente in serie, con potenza 610 Wp.

L’impianto sarà costituito da un totale di 43.568 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 26.576,48 kWp.

Nella tabella seguente sono elencate le caratteristiche principali del modulo utilizzato.

Parametro	Sigla e/o valori caratteristici	UM
Costruttore e sigla modello	Canadian Solar CS7L 610MS-R	-
Tipologia	Silicio monocristallino	-
Dimensioni	2172 x 1303 x 35	mm
Peso	34,4	kg
Numero di celle	120 (20 file da 6);	-
Potenza nominale massima con STC (P_{max})	610	W
Efficienza del modulo	21,6	%
Tensione di esercizio ottimale (V_{mp})	35,3	V
Corrente di esercizio ottimale (I_{mp})	17,29	A
Tensione di circuito aperto (V_{oc})	41,7	V
Corrente di corto circuito (I_{sc})	18,57	A
Temperatura di esercizio	-40 °C ÷ 85	°C
Tensione massima di sistema	1500	V

Tabella 1 - Caratteristiche dei moduli fotovoltaici previsti

7.1.2 Strutture di sostegno dei moduli

La scelta progettuale è stata quella di assecondare la naturale morfologia del sito optando per la tecnologia ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione nord-sud nelle aree con una pendenza contenuta e per la tecnologia fissa per le aree con pendenze più accentuate.

Nelle strutture ad inseguimento monoassiale il pannello fotovoltaico seguirà il percorso giornaliero del sole risultando sempre in posizione perpendicolare ai raggi del sole, mentre nelle strutture fisse sarà sempre orientato verso sud.

Strutture ad inseguimento - Tracker

Il sistema di sostegno dei moduli ad inseguimento (tracker), è previsto con strutture infisse su file monopalo, con i pannelli montati in configurazione “portrait” (affiancamento sul lato più lungo), con due

file per vela. Il fissaggio dei pannelli a terra sarà realizzato con infissione sul terreno tramite macchine battipalo. La soluzione individuata permette una buona ventilazione, un buon irraggiamento del terreno. Il dimensionamento delle strutture tiene in conto i carichi statici (pesi dei componenti), le sollecitazioni dinamiche del vento e le caratteristiche del terreno sulla base dello studio geologico.

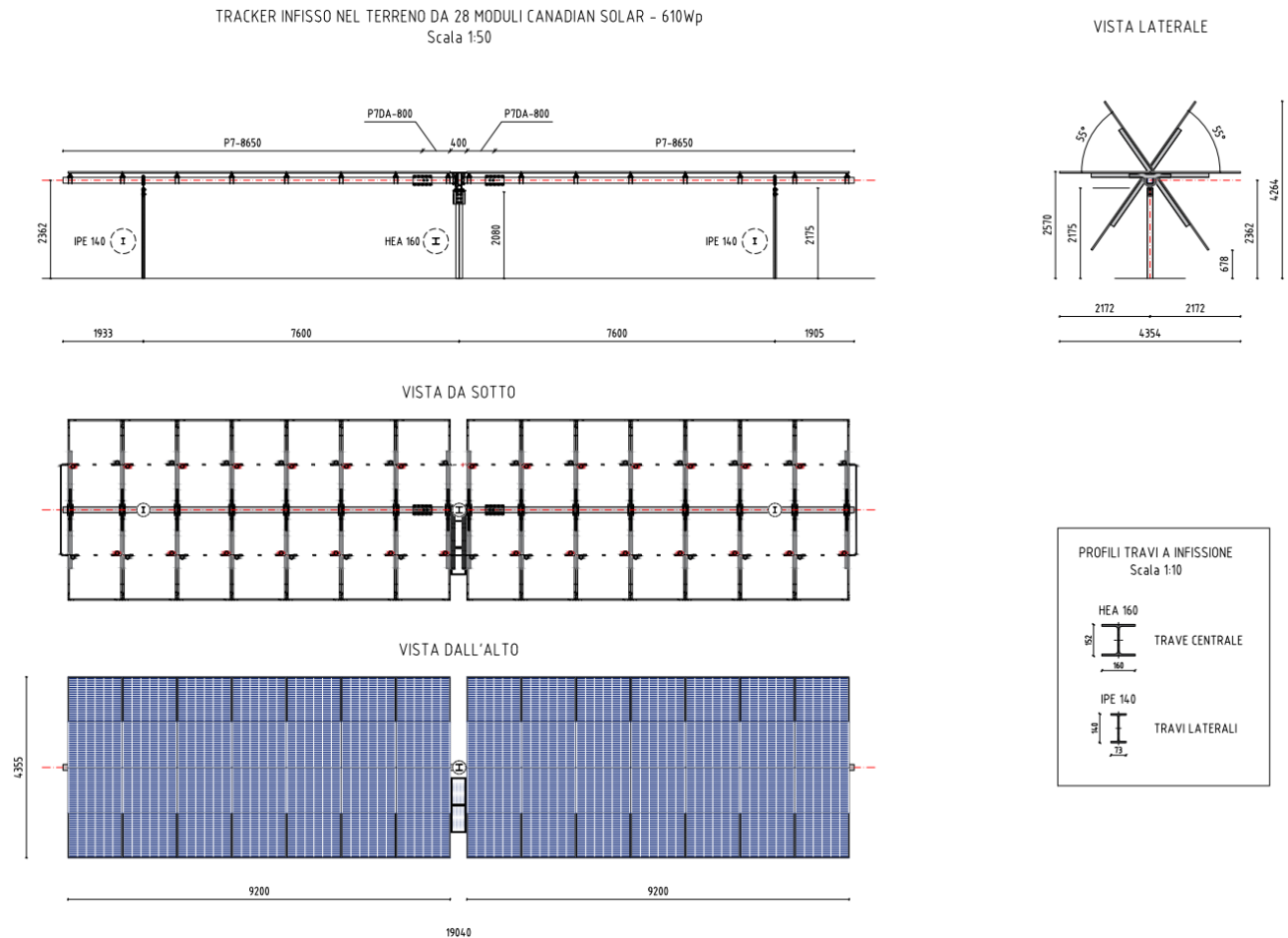


Figura 39 – Tipico struttura supporto pannelli ad inseguimento (tracker)

Il layout con tracker mono-assiali ad asse di rotazione nord-sud consente di ottimizzare la produzione di energia elettrica, inseguendo la posizione giornaliera del sole con appositi motori, riduttori e schede di controllo installate a bordo dei tracker. Per gestire le diverse conformazioni delle superfici del terreno si sono adottati inseguitori di lunghezza e numero di pannelli standard, in particolare saranno utilizzati 575 tracker da 28 moduli da 610 W, per cui i tracker avranno una potenza nominale di 17,08 kW dc.

Strutture fisse

Il sistema di sostegno dei moduli fissi è previsto con strutture infisse bifilari (doppio palo), con i pannelli montati in configurazione “portrait” (affiancamento sul lato più lungo), con due file per vela.

Il fissaggio dei pannelli a terra sarà realizzato con infissione sul terreno tramite macchine battipalo.

Il dimensionamento delle strutture tiene in conto i carichi statici (pesi dei componenti), le sollecitazioni dinamiche del vento e le caratteristiche del terreno sulla base dello studio geologico.

I dettagli strutturali saranno confermati e/o ridefiniti in fase di progettazione esecutiva, dopo la verifica della disponibilità sul mercato dei componenti scelti (moduli e strutture), insieme ad opportuni saggi sul terreno per validare le caratteristiche ai fini della portanza e della resistenza all'estrazione dei pali.

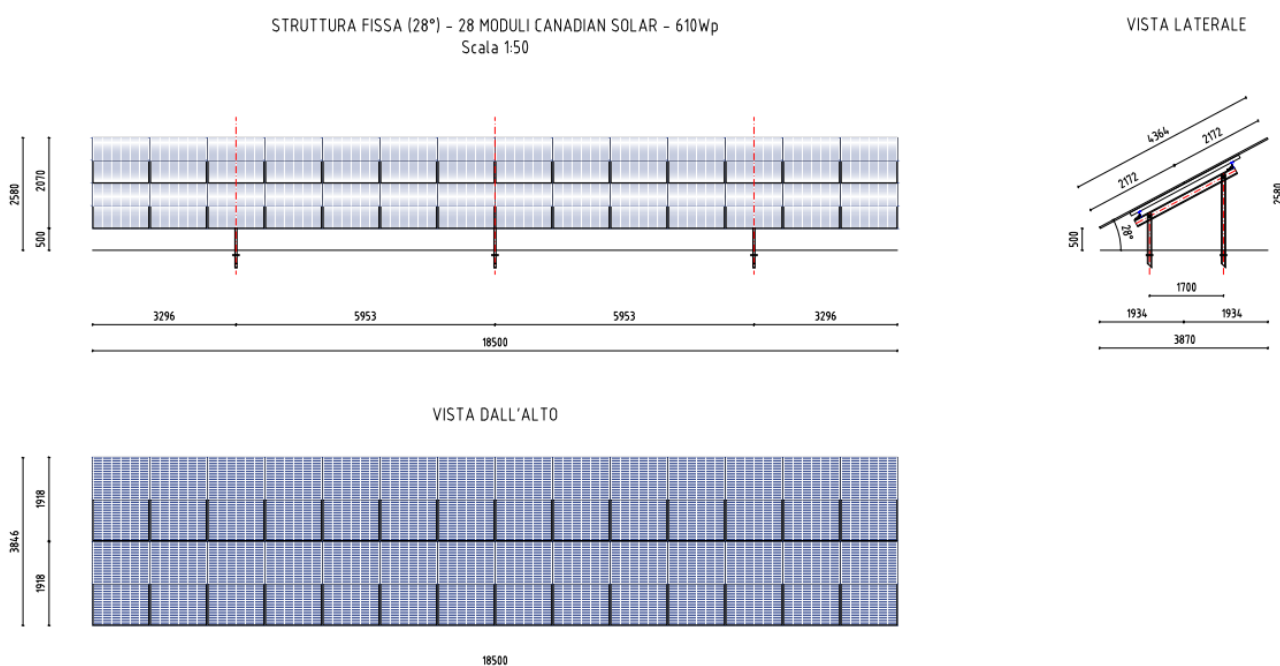


Figura 40 – Tipico struttura supporto pannelli di tipo fisso

7.1.3 Sistema di condizionamento della potenza - inverter

Per la conversione dell'energia prodotta, da continua in alternata, sono stati previsti inverter di tipo centralizzato completi internamente dei componenti accessori, quali filtri e dispositivi di protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

Gli inverter individuati sono della Power Electronics, i due modelli che verranno utilizzati sono:

- MVS3430 di potenza 3'550 kVA;
- MVS2285 di potenza 2'365 kVA;

con potenze a 40 °C, temperatura di riferimento tipiche delle macchine elettriche di potenza.

Questi inverter sono inseriti nel campo fotovoltaico all'interno delle rispettive **Cabine di Campo**, comprendendo pertanto sia la parte di conversione, sia la parte di trasformazione BT/AT a raccogliere l'energia delle stringhe, che vengono convogliate agli ingressi degli inseguitori MPPT, tramite quadri DC di campo di concentrazione.

7.1.4 Cabine di campo, di raccolta e sezionamento, di supervisione

Le cabine sia quelle dedicate potenza elettrica, sia quelle per il control room e magazzino, verranno realizzate in stabilimenti dedicati per prefabbricati e verranno consegnate in cantiere pronte al collegamento DC lato inverter, AT lato rete di trasferimento e per la parte dati.

7.1.4.1 Cabine di campo (Skid)

Ciascuna di queste cabine è costituita dai diversi componenti, che globalmente avranno dimensioni esterne indicative: 10,00 x 2,50 x 3,00 [m], al loro interno sono contenuti il quadro 36 kV di tipo entra esce con le protezioni del trasformatore di potenza AT/BT, il quadro BT ed il trasformatore BT/BT per gli ausiliari.

Nella figura sottostante è rappresentato un estratto che rappresenta lo skid previsto.

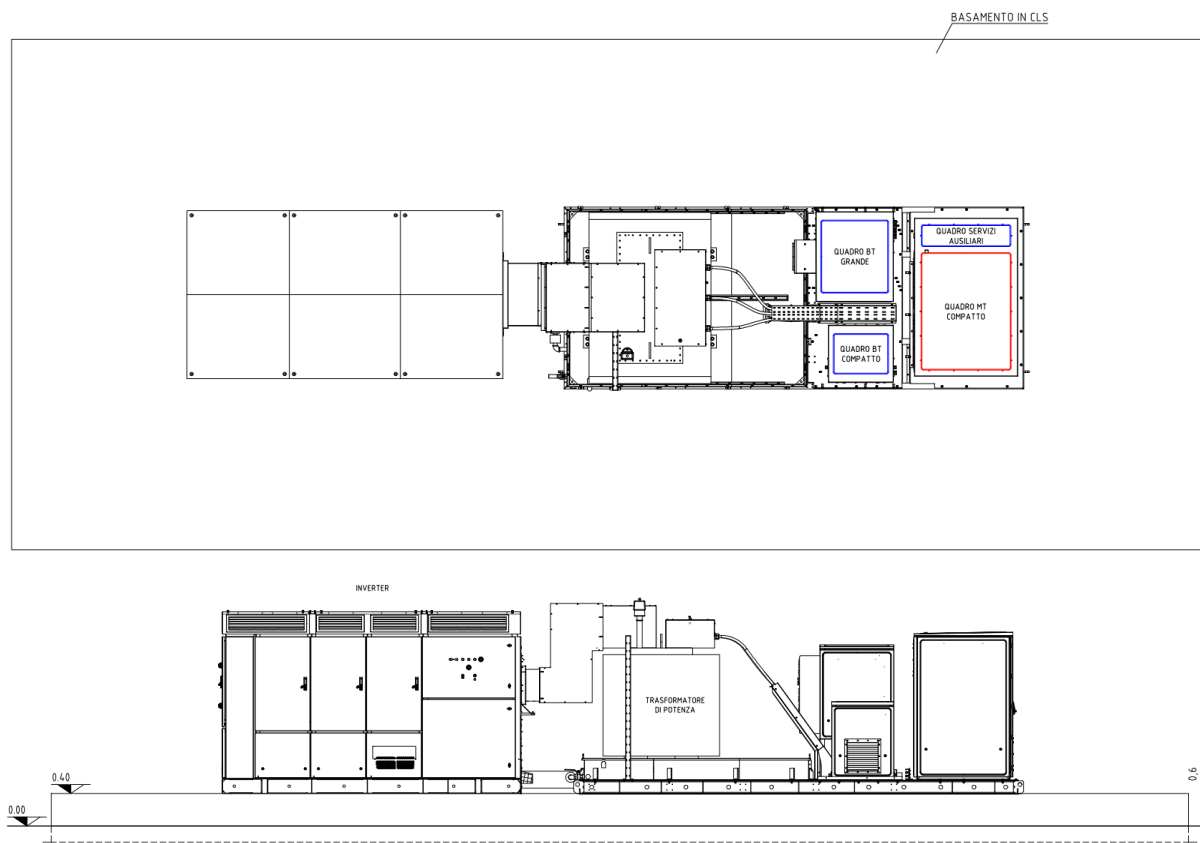


Figura 41 – Cabina di Campo - Pianta e prospetti

7.1.4.2 Cabina di raccolta e trasmissione

Questa cabina contiene i quadri 36 kV con gli scomparti di arrivo delle linee dal campo e gli scomparti interruttori per le linee di trasmissione fino alla Stazione Elettrica Terna, in particolare questa avrà anche uno scomparto 36 kV per il trasformatore servizi ausiliari AT/BT, un gruppo elettrogeno di emergenza.

Oltre al locale 36 kV, in questo edificio sono presenti: una sala contatori e di controllo, un locale Servizi Ausiliari, un locale per il TSA, un locale per il Gruppo Elettrogeno.

Le dimensioni esterne totali del locale sono indicativamente: 32,00 x 6,50 x 4,50 [m], nella figura sottostante è rappresentato un estratto di quanto contenuto nell'elaborato:

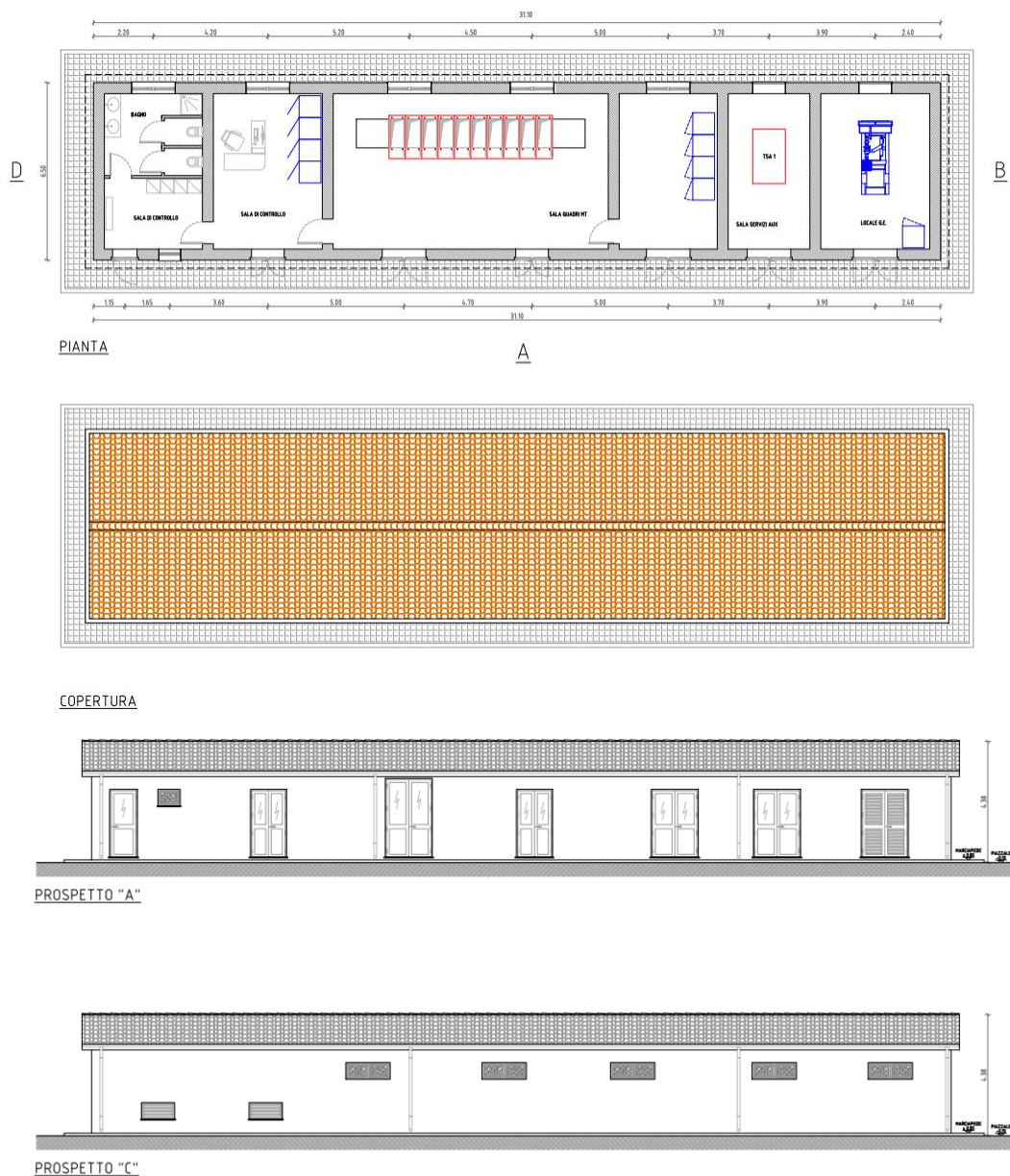


Figura 42 – Cabina di Raccolta e Trasmissione

7.1.4.3 Cabine / Container per l'accumulo e Inverter dedicati

Il progetto, ai fini dell'accumulo dell'energia, prevede l'installazione dei seguenti componenti di impianto principali entro container ognuno da posizionarsi su basamento appositamente predisposto:

- n. 16 moduli batteria da 2'752 kWh ciascuno, per un totale nominale DC pari a 44'032 kWh, con a valle dei convertitori una potenza in AC pari a 42'896 kWh;
- n. 2 sistema Power Conversion System, centralizzato per le batterie, con convertitori DC/AC, trasformazione BT/AT e quadro elettrico AT a 36kV, con potenza nominale del singolo convertitore pari a 5'500 kVA ed una potenza attiva di 5MW kW cadauno.

Il sistema di accumulo complessivo costituito dai 16 moduli avrà pertanto una potenza, disponibile sul nodo della rete di circa 10 MW (a meno delle perdite di trasmissione), per un tempo indicativo di 4h.

Le cabine/container dedicate all'accumulo dell'energia, sono in numero di 16 ed hanno dimensioni esterne indicative paria a: 12,20 x 2,50 x 2,60 [m].

Altri monoblocchi simili sono dedicati a funzioni specifiche che saranno meglio dettagliate in fase esecutiva.

Nella figura sottostante sono rappresentati la pianta del container batterie ed un esempio indicativo di realizzazione sia del container batterie che di quello inverter dedicato PCS.



Figura 43 – Container Storage e Power Converter System

L'area nella quale devono essere posizionati questi prefabbricati, dovrà essere accessibile ai mezzi con gru per lo scarico. Le aperture adibite per l'aerazione dei locali tecnici dovranno garantire un grado di protezione IP33 ed un'adeguata ventilazione; le tubazioni d'ingresso cavi, dovranno essere sigillate in modo da prevenire l'ingresso indesiderato di fluidi.

7.1.5 Cavi, rete di terra ed altri componenti

Le caratteristiche dei cavi di collegamento, della rete di terra, dei componenti accessori necessari per il funzionamento dell'impianto e per il soddisfacimento dei requisiti di sicurezza dovranno rispettare quanto previsto nelle norme. Di seguito si descrivono le diverse tipologie previste in funzione dei livelli di tensione che saranno presenti nelle diverse parti dell'impianto fotovoltaico.

7.1.5.1 Cavi in corrente continua

Per collegare i pannelli in stringhe fino all'ingresso degli inverter, per la tensione prevista, sono previsti cavi per il funzionamento fino a 1500 Vcc, del tipo FG21M21 o equivalente.

7.1.5.2 Cavi in corrente alternata BT e condotti prefabbricati BT

Dagli inverter l'energia in alternata, viene trasferita, alle cabine di campo in un quadro BT di raccolta, i cavi adatti sono quelli siglati FG16OR16 o caratteristiche similari.

All'interno delle cabine di campo, ci sarà il collegamento dai quadri BT a valle degli inverter fino ai terminali BT del trasformatore di potenza, esso potrà essere eseguito con più cavi in parallelo FG16OR16 o caratteristiche similari o con un condotto sbarre prefabbricato.

Questi collegamenti di fatto verranno forniti assemblati all'interno degli skid (cabine di campo).

7.1.5.3 Cavi 36 kV

I cavi 36 kV scelti per i collegamenti sono di tipologie e di sezione congruenti con la parte di impianto interessata, le caratteristiche generali e le modalità di posa sono riassunte nelle tabelle e nelle figure sottostanti, quelli con sezioni inferiori a 240 mm² sono utilizzati solo per il trasformatore ausiliari della Cabina di Raccolta e Trasmissione o all'interno degli skid.

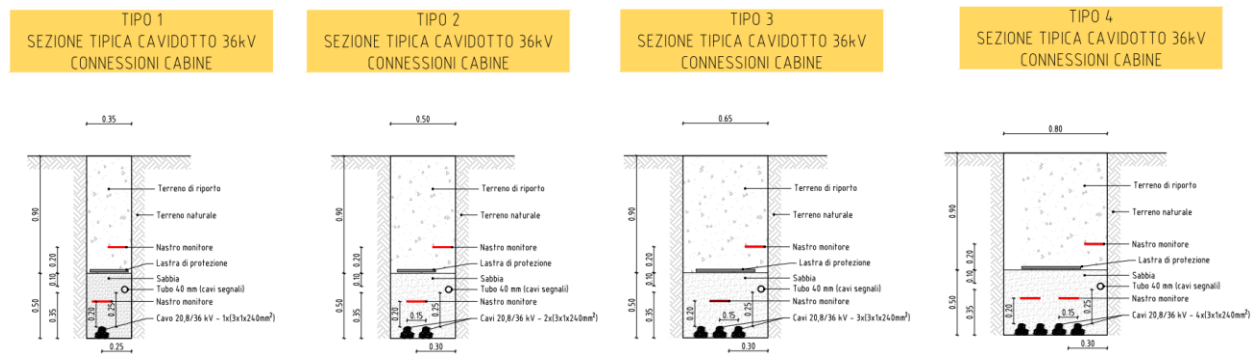


Figura 44 – Tipici per la posa interrata dei cavi 36 kV nell’area dell’impianto di produzione

7.2 Connessione alla rete elettrica

Considerata la potenza importante dell’impianto, è necessario che essa sia immessa nella rete in alta tensione, pertanto, ci sarà una prima rete di cavi 36 kV interrato che raccolgono l’energia delle cabine di campo e le convogliano ad una cabina di Raccolta e Trasmissione, dalla quale un altro cavo interrato AT provvede a trasportare l’energia in alta tensione, fino allo scomparto 36 kV dedicato nella Nuova Stazione 150/36 kV prevista da Terna.

In vicinanza della nuova SE Terna di Mandas, si provvederà un locale prefabbricato, nel quale alloggiare un quadro di sezionamento, al fine di utilizzarlo per abbreviare i tempi per la ricerca di eventuali guasti sulla linea di trasmissione a 36 kV.

Tale quadro non avrà protezioni a bordo ma soltanto organi di sezionamento, non sarà pertanto necessario un sistema di alimentazione permanente, sarà eventualmente previsto solo un quadro ausiliari per illuminazione e manutenzione, che sarà alimentato all’occorrenza tramite gruppo elettrogeno portatile; quindi, sarà prevista una presa per il collegamento di quest’ultimo.

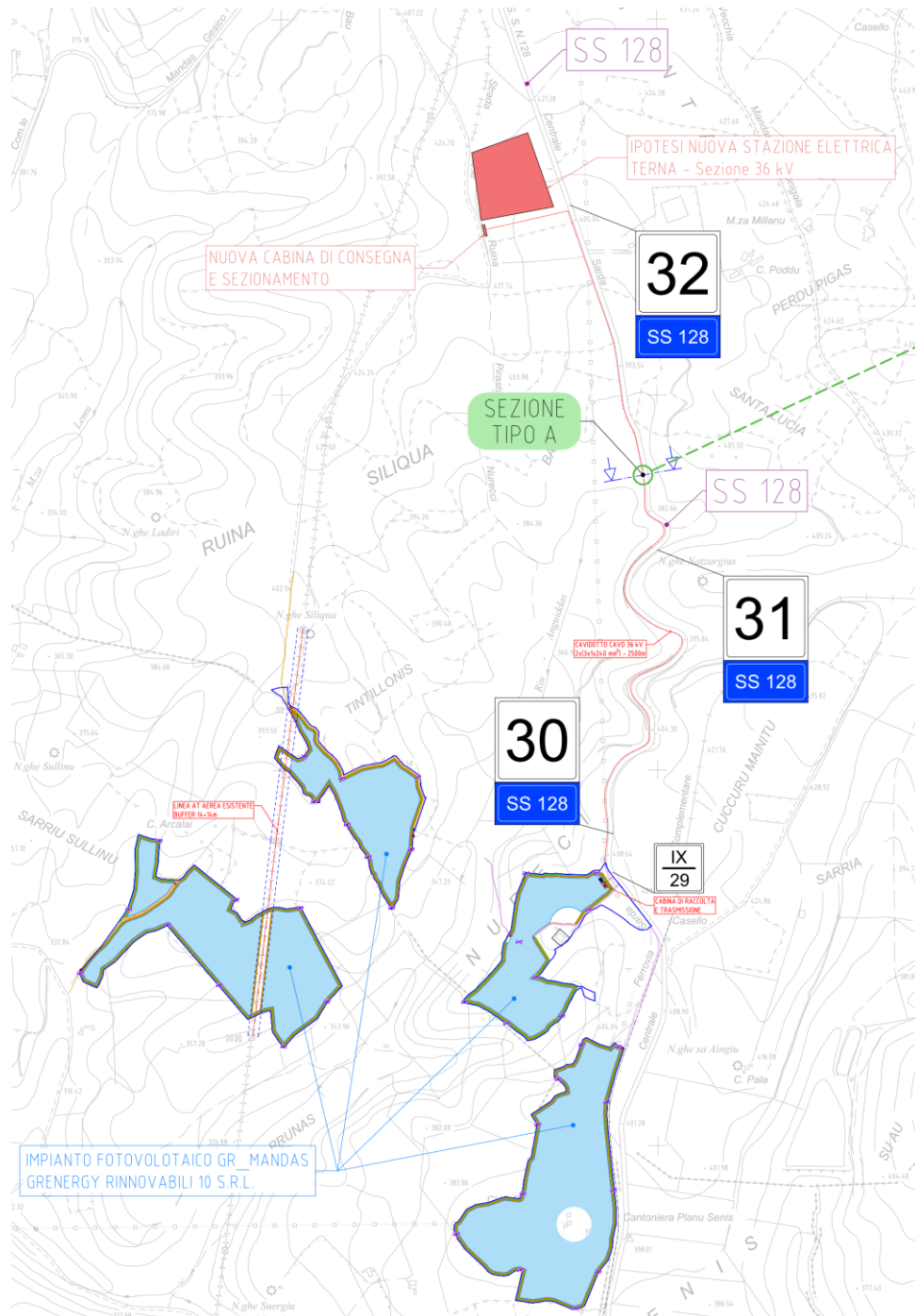


Figura 45 - Connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale.

7.3 Recinzione, mitigazione, viabilità, acque superficiali

7.3.1 Recinzione

Intorno a tutte le aree nelle quali saranno installati i pannelli fotovoltaici ci sarà una recinzione, al fine di delimitare la proprietà, essa sarà costituita da rete metallica romboidale, maglia 5 x 5 cm, altezza 2 m, plastificata verde, ancorata ad elementi metallici.

Al fine di garantire la continuità dei corridoi ecologici alle specie faunistiche, la recinzione sarà dotata di idonee aperture e/o dovrà essere sollevata da terra di almeno 30 cm.

Quanto descritto è rappresentato nella figura sottostante.

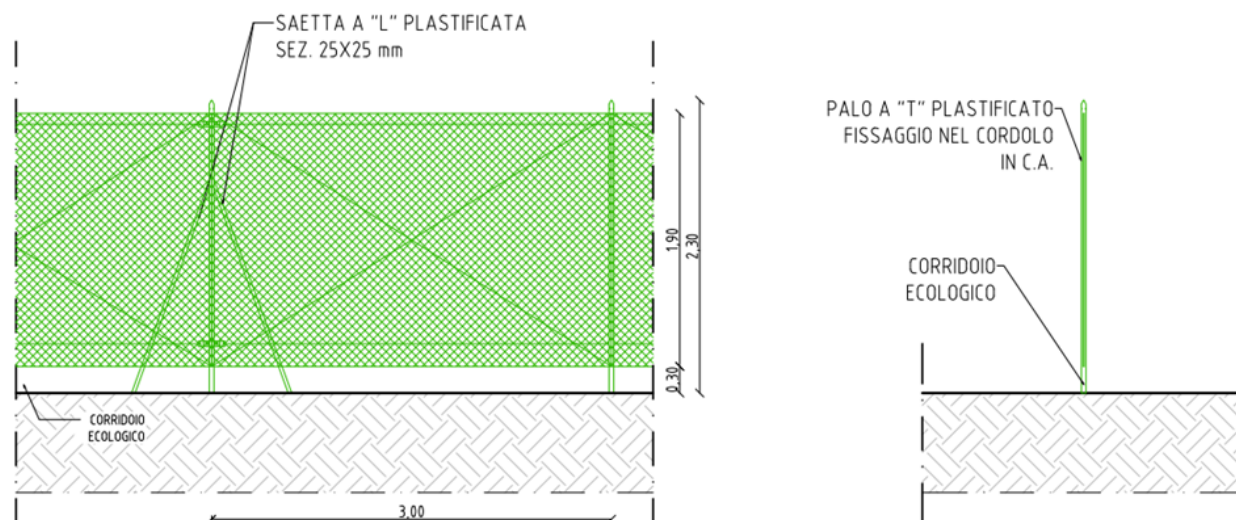


Figura 46 – Dettaglio recinzione - Prospetto e sezione

Per inibire furti ed atti vandalici i perimetri recintati saranno controllati da sistema antintrusione tramite sorveglianza con telecamere, con sensore di movimento, in grado di funzionare nel campo dell'infrarosso per la visione notturna e di attivare automaticamente l'accensione dell'impianto di illuminazione.

7.3.2 Interventi sul suolo e sulla fascia perimetrale dell'area di impianto

Al fine di soddisfare la salvaguardia dei servizi ecosistemici, il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agropastorale locale, si prevede che l'intera superficie interessata dai pannelli sia destinata alla semina di un prato-pascolo polifita stabile per il pascolamento libero degli ovini (prato-pascolo) ed erbai di graminacee per fienagione alternati a *sulla* (*Hedysarum coronarium* L -leguminosa miglioratrice).

Le superfici oggetto di studio sono attualmente destinate alla coltivazione di specie per l'alimentazione animale, nonché al pascolamento libero dei capi allevati per la produzione di latte.

Il presente progetto propone:

- A. il miglioramento delle superfici a seminativo con la gestione turnata dei fondi;
- B. il mantenimento ed il miglioramento delle superfici a pascolo permanente.

La gestione dei seminativi in rotazione di graminacee con leguminose (A) garantirà:

- il mantenimento della fertilità naturale del suolo dopo anni di coltivazione di specie depauperanti;
- il miglioramento della micro/macro porosità, della capacità di ritenzione idrica e del microbiota naturali del suolo attraverso la tecnica del minimum tillage;
- la riduzione della compattazione degli strati più superficiali del terreno causata dal ricorrente passaggio dei mezzi impiegati nelle lavorazioni dei fondi rustici con le tecniche tradizionali.

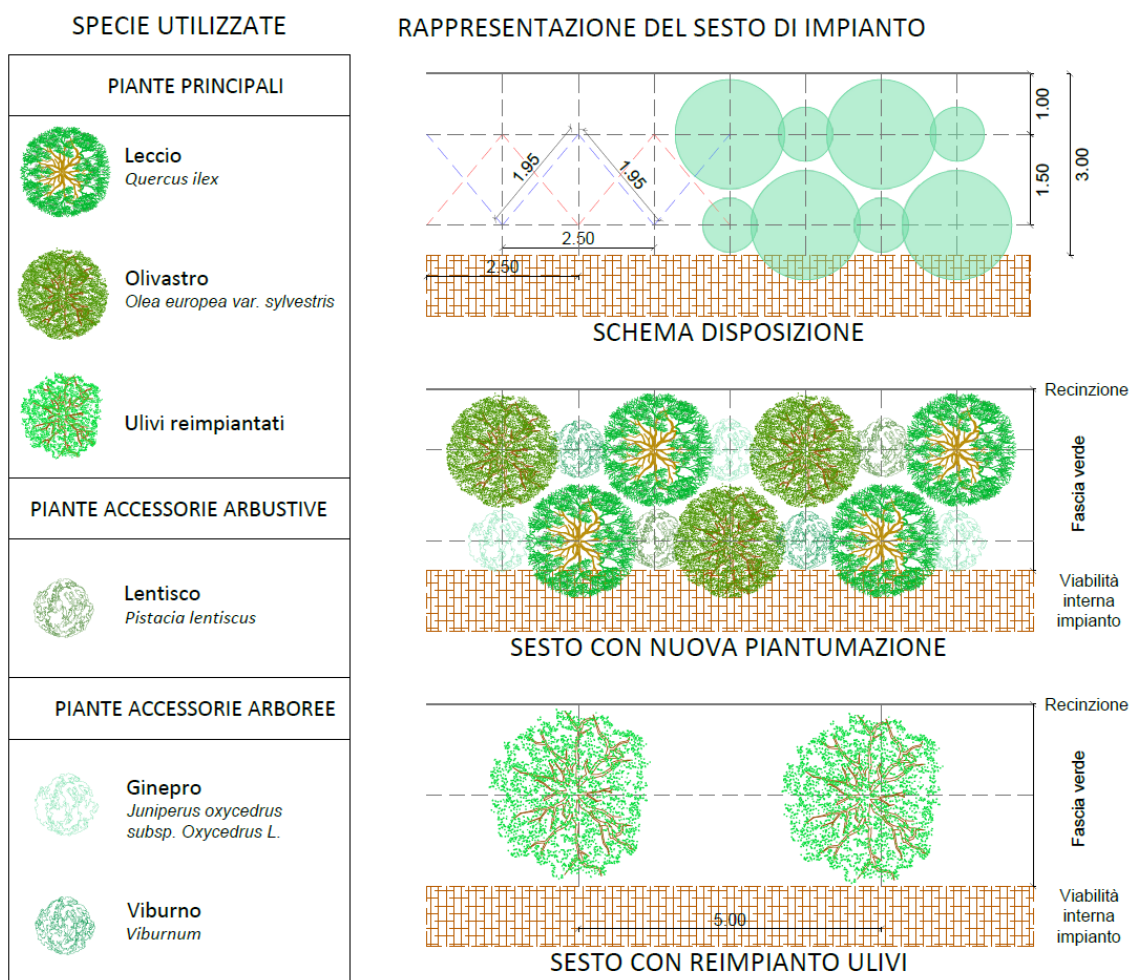
Il miglioramento ed il mantenimento delle superfici già investite a pascolo permanente (B) garantisce:

- l'aumento delle superfici pascolive nella disponibilità dei capi attualmente allevati in azienda;
- l'aumento della qualità e della quantità di foraggio fresco nella disponibilità dei capi che pascolano le superfici.

Il lotto sarà interessato inoltre da una piantumazione perimetrale; la scelta delle specie arboree e arbustive da impiantare per realizzare la fascia di mitigazione è stata guidata dai seguenti requisiti generali:

- impiego di esemplari di specie arboree e arbustive tipiche del contesto in cui ricade l'area oggetto di intervento;
- scelta di piante autoctone, sia arbustive che arboree tipiche della "macchia mediterranea";
- velocità di accrescimento e sviluppo;
- studio delle caratteristiche pedoclimatiche dell'area oggetto di intervento;
- buona resistenza a condizioni di aridità-siccità e facilità di attecchimento.

La fascia verde perimetrale avrà una larghezza pari a 3,00 m di schermatura, sarà posizionata in aderenza ai confini perimetrali e sarà composta come riportato nell'immagine seguente.



La fascia verde svolge diverse funzioni:

- favorisce l'integrazione rispetto alle componenti flora e fauna locale e la continuità dei corridoi ecologici;
- mitiga visivamente l'intervento nel paesaggio laddove visibile;
- svolge un'azione compensativa e di valorizzazione del contesto apportando un incremento significativo di specie arboree e arbustive essendo previste piantumazioni estremamente consistenti in termini di numero e varietà di specie (circa n. 5551 nuove piantumazioni in tutto);
- preserva la presenza degli ulivi, che verranno esclusivamente spostati;
- mitigazione dell'accumulo di calore, con riferimento ai periodi particolarmente caldi e mitigazione del rischio incendi, attraverso l'irrigazione.

Si ritiene infine significativa **ai fini antincendio** la continuità su tutti i perimetri della fascia verde irrigata larga 3 m con: viabilità interna di impianto per una larghezza di 4 metri; canale di smaltimento delle acque meteoriche di 0,85 metri; superficie destinata a prato pascolo per una profondità variabile.

7.3.3 Viabilità

Per quanto riguarda la viabilità, all'interno dei campi fotovoltaici, in generale il passo tra le file dei pannelli permette ai mezzi, sia in fase di costruzione sia in fase di esercizio e manutenzione di muoversi all'interno delle aree, mantenendo la velocità entro i valori tipici da rispettare per i cantieri.

Per garantire la viabilità a mezzi importanti anche quando i tracker sono in funzione è prevista una viabilità principale costituita da percorsi perimetrali ed alcuni trasversali, che di fatto che utilizza quella esistente opportunamente mantenuta. Le strade seguiranno in linea di massima i perimetri del layout rappresentato nella suddivisione dei sottocampi, in generale sulle stesse strade ci saranno le vie cavi ed i canali principali per lo scorrimento delle acque superficiali.

Per avere un ridotto impatto ambientale, i nuovi accessi e la viabilità aggiuntiva saranno realizzati con la tecnica della terra stabilizzata, prendendo cioè il materiale in situ, opportunamente vagliato, miscelato ed impastato nelle dosi con calce e/o cemento, opportuni leganti, aggreganti, sanificanti.

Questo permette di avere percorsi stabili adatti anche al traffico pesante, altamente drenanti, contemperando le esigenze di valenza paesaggistica e di eco-sostenibilità con la funzionalità ed affidabilità nel tempo. La conformazione opportuna della sezione di queste strade, l'ottimizzazione dei percorsi dei cavidotti coordinandoli con la viabilità, permette la gestione delle acque superficiali in modo da non erodere il piano stradale e diminuire il più possibile la manutenzione delle stesse.

In alternativa le strade si potranno realizzare in tout-venant, soluzione che mantiene ugualmente una elevata capacità drenante, un basso impatto ambientale, ma che dovrà essere mantenuta con più frequenza ed intervenendo per il ripristino in caso di interruzione della viabilità.

7.3.4 Smaltimento acque meteoriche

I movimenti terra, come già evidenziato nei paragrafi precedenti, saranno quelli indispensabili a piccoli livellamenti, lasciando inalterati o migliorando i regimi di scorrimento delle acque superficiali, ripristinando gli scorrimenti già previsti, con la rimozione, ove necessario, dello strato superficiale del terreno e degli arbusti.

Per lo scopo, a fianco delle strade interne e periferiche, sarà realizzato un canale di invito che correrà parallelo alle strade stesse ed ove la direzione dei deflussi siano trasversali saranno aggiunti dei pozzetti con dei tubi di dreno a permettere lo scarico verso i canali di raccolta esistenti.

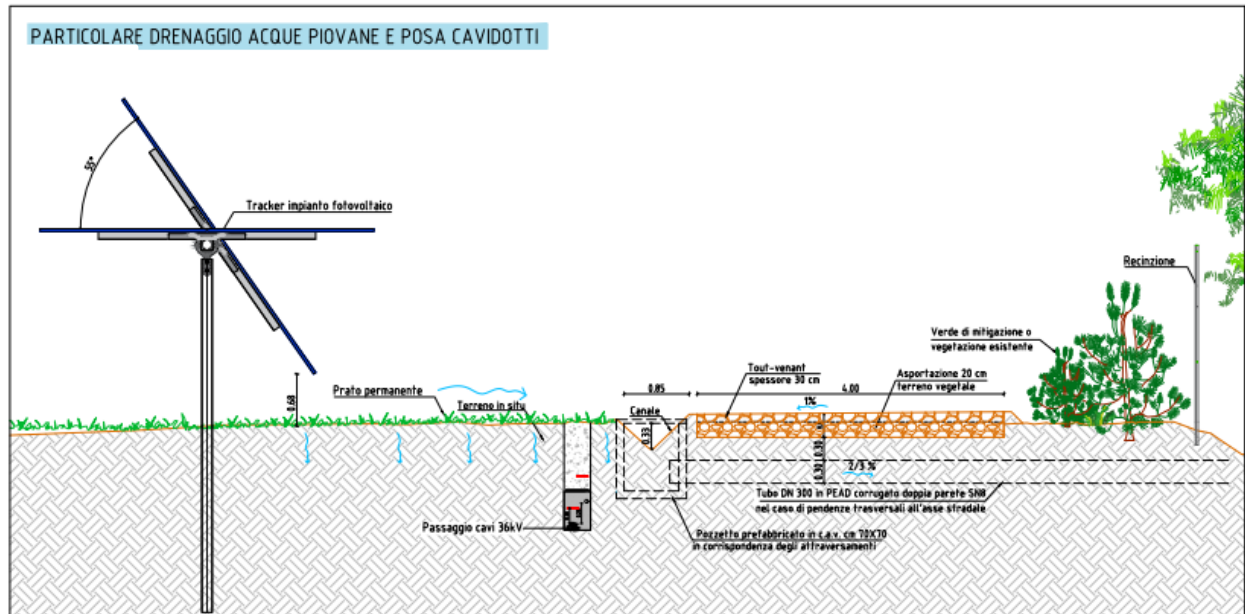


Figura 48 – Acque superficiali - drenaggi trasversali bordo strada

7.4 Cantiere

Per quanto concerne l'organizzazione del cantiere, si ipotizza di suddividerlo in corrispondenza dei vari sottocampi, dedicando a ciascuna un'area dedicata, una zona di accesso, controllo e di sorveglianza notturna, in generale a seconda dello stato di avanzamento delle varie fasi, saranno previste anche le baracche e le aree parcheggi per i mezzi di cantiere.

La viabilità sarà riorganizzata in modo da renderla congruente con la viabilità definitiva del parco fotovoltaico, da collegare tramite apposite strade dedicate per l'accesso ai cantieri dei singoli sottocampi fotovoltaici.

Le aree di cantiere saranno recintate, avranno un accesso controllato (con badge o addetto) e vi saranno localizzati i baraccamenti, i parcheggi per il personale, i parcheggi dei mezzi di cantiere, le postazioni di cantiere, un'area per lo stoccaggio di pannelli e materiali e un'area per lo stoccaggio dei rifiuti.

In particolare, il layout sarà organizzato come di seguito:

- Direzionale: con uffici per il committente, la direzione lavori ed il coordinamento della sicurezza, un ufficio di cantiere per l'impresa affidataria delle opere civili ed uno per l'affidataria delle opere elettriche, una sala riunioni comune, servizi igienici.
- Operativa: con spogliatoi e servizi igienici per gli addetti, l'infermeria, una sala ristoro per pause brevi con tettoia all'aperto, un refettorio/mensa per le pause lunghe.

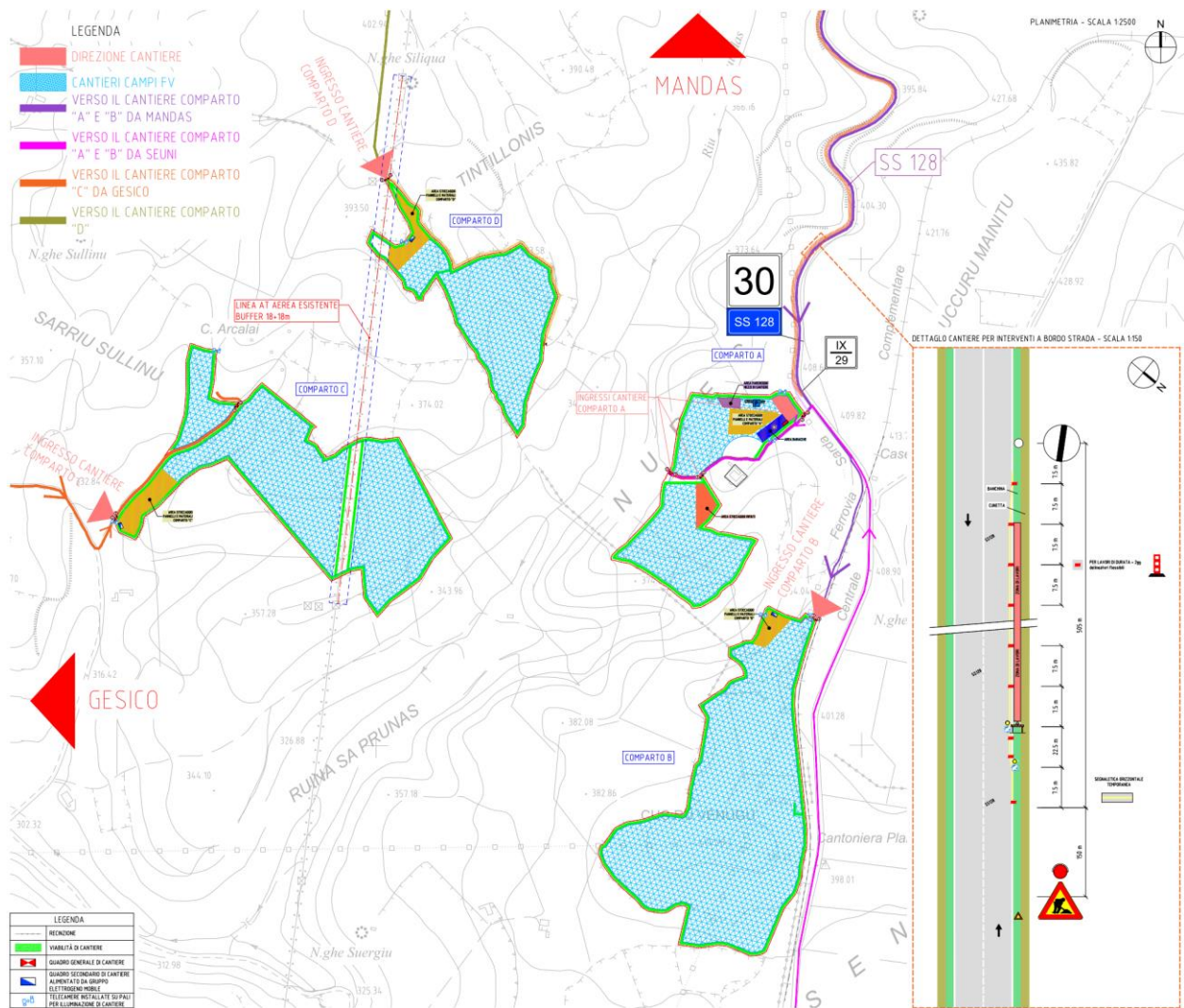


Figura 49 – Layout cantiere area NORTH

In generale, ciascuna delle aree di suddivisione di lavoro costituirà un cantiere satellite del principale che ospiterà tutti gli spazi necessari alla Direzione dei Lavori, al Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione ed ai vari Capi Cantiere delle diverse Imprese. In generale ogni comparto sarà recintato e dotato dei servizi minimi: un box per impresa se verrà ritenuto necessario, un bagno chimico, una o più postazioni di lavoro libere, con zona di stoccaggio breve e montaggio.

Ogni cantiere sarà organizzato secondo opportuna viabilità interna, studiata per ridurre al minimo le interferenze.

Per la posa longitudinale con scavo, l'area di cantiere sarà costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo prevista per la lunghezza del percorso, con una larghezza variabile tra 35 e 80 e profondità di circa 140 cm. La larghezza dello scavo dipenderà dal numero di terne di cavi (36 kV), di cavi DC o cavi per telecomunicazioni (fibre ottiche) che dovranno essere posati.

Ove la Direzione dei Lavori lo ritenesse opportuno, la profondità di posa potrà essere aumentata o anche diminuita, utilizzando in questo secondo caso, un'opportuna protezione meccanica aggiuntiva (bauletti in calcestruzzo).

Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono previste tecnologie di scavo con prodotti in grado di contaminare rocce e terre, nelle aree a verde o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. In ogni caso durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

7.4.1 Cantiere esterno parco – Cavidotto di connessione

Per la realizzazione degli elettrodotti in cavo sono individuabili le seguenti fasi:

- esecuzione degli scavi, per le parte di costeggiamento della strada;
- stesura e posa del cavo;
- realizzazione dei giunti;
- reinterro dello scavo fino ripristino del piano.

Per la posa longitudinale con scavo, l'area di cantiere sarà costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo prevista per la lunghezza del percorso, larga circa 1m per una profondità variabile fino a 1,4 m.

Ove la Direzione dei Lavori lo ritenesse opportuno, la profondità di posa potrà essere aumentata o anche diminuita, utilizzando in questo secondo caso, un'opportuna protezione meccanica aggiuntiva (es. bauletti in calcestruzzo).

Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono previste tecnologie di scavo con prodotti in grado di contaminare rocce e terre, nelle aree a verde o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. In ogni caso durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di

cantiere e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

In merito all'interessamento di aree da parte dell'elettrodotto, con riferimento ai riferimenti legislativi sugli espropri, le Aree Impegnate, cioè quelle necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto, in fase esecutiva saranno concordate nel dettaglio con la direzione tecnica dei proprietari delle strade.

Anche ciascuna di queste aree sarà recintata dotata di opportuna cartellonistica per indicare il cantiere e regolare l'accesso e, all'interno, per individuare pericoli e prescrizioni delle aree di lavoro.

Per quanto riguarda i lavori sul tratto di strada provinciale SS 128, indicato in figura 50, verranno attuate le specifiche procedure dedicate agli interventi sulle strade aperte al traffico.

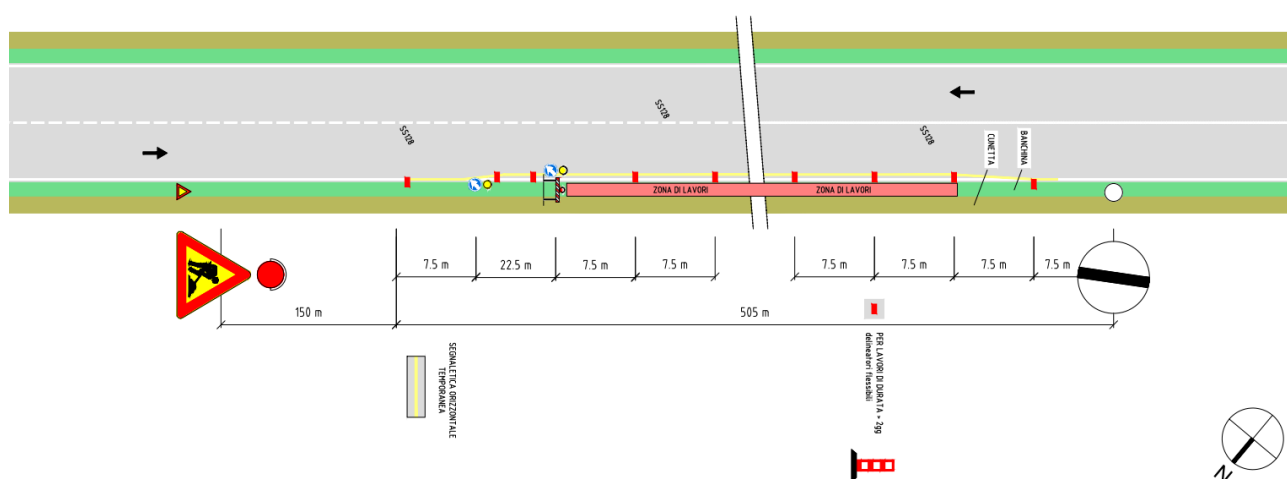


Figura 50 – Layout cantiere area SS 128

7.4.2 Macchine operatrici

Per le lavorazioni da eseguirsi in cantiere verranno utilizzate diverse macchine, in generale mobili, in particolare, indicativamente saranno presenti:

- 3 mezzi tra gommati e cingolati (ruspe e pale meccaniche) per il movimento e livellamento terra;
- Rullo compressore (per il solo compattamento strade in tout-venant)
- 3 trivelle e/o battipali per l'infissione dei supporti di sostegno delle strutture dei pannelli;
- 3 camion per trasporto del terreno, delle apparecchiature, dei pannelli e delle strutture;
- 1 Betoniera con autopompa per i getti di fondazioni container e cabina di raccolta e trasmissione;
- 1 autocisterna per rifornimento betoniera/impastatrice e per irrorazione strade per abbattimento polvere;
- 6 veicoli per il trasporto delle attrezzature e del personale

8 Gestione e riutilizzo delle terre e rocce da scavo

Il quadro normativo vigente illustrato in precedenza rende possibile, il processo di gestione come sottoprodotti delle terre e rocce derivate dagli scavi dell'area di progetto, mediante il riutilizzo in situ. A tal fine le terre da scavo non devono essere contaminate.

Per il progetto di realizzazione dell'impianto agrivoltaico il regolamento sulla gestione delle terre e rocce da scavo verrà applicato alle terre derivate da scavi/movimentazione generati dalle seguenti attività:

- scavi per la fondazione per il posizionamento delle cabine di trasformazione e ricezione e per gli inverter;
- scavi per la fondazione necessaria per il posizionamento dell'accumulo
- scavi per la posa dei cavidotti in MT all'interno dell'area di progetto
- movimentazione terre per la realizzazione delle strade interne all'impianto
- scavo a sezione obbligata per posa cavidotto lungo strada per la connessione dell'impianto

I volumi scavati saranno utilizzati ai fini dei rinterri -per quanto possibile- nella stessa area di cantiere, evitando sia di dover conferire in discarica i materiali di scavo sia di dover ricorrere ad apporti esterni.

9 Livellamenti di superficie, riprofilazione e scotico dell'area per le strutture con sostegni ad infissione

Le attività di livellamento e riprofilazione dell'area che ospiterà l'impianto saranno seguite con attenzione in fase di direzione lavori. Le terre saranno gestite in fase di scotico attraverso eventuali spostamenti da zone più elevate ed eventuali piccole depressioni. I volumi movimentati saranno limitati per via della natura pianeggiante dei due lotti oggetto di installazione dell'impianto.

10 Movimenti terra per fondazioni e posa cavidotti

Per la realizzazione delle cabine di trasformazione e ricezione e per gli inverter è previsto il posizionamento di manufatti prefabbricati. Il progetto prevede la predisposizione di scavi, livellamenti e la preparazione delle superfici al getto dei basamenti in magrone. Se queste superfici poggeranno le strutture delle cabine BT/AT di campo e di ricezione AT.

Per la posa dei cavidotti AT, BT da realizzare nell'area interna all'impianto fotovoltaico sono previsti scavi a sezione obbligata.

Fuori dall'area interessata dall'impianto, sono previsti invece gli scavi a sezione obbligata per il cavidotto a tensione 36 kV AT che dalla Cabina di Raccolta raggiunge la Cabina Utente di Consegna (CUC) 36 kV.

Il layout di progetto raffigura le cabine ed i cavidotti che sono individuabili nei seguenti elaborati:

- 137PRG605D Planimetria su CTR Distribuzione Pannelli e Cabine;
- 137PRG606D Planimetria su Ortofoto Distribuzione Pannelli e Cabine;
- 137PRG607D Planimetria su CTR percorso cavi 36kV;
- 137PRG611D Planimetria connessione alla RTN.

Nella seguente tabella sono sintetizzati i volumi di terra generata dagli scavi per il dettaglio delle opere previste da progetto:

Riferimento	N. Parti Uguali	L1 (sviluppo lunghezza)	L2 (larghezza)	P/H	Scavi	Reinterri	Bilancio terre
Rif. U.M.	[-]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Cavidotti BT DC interni dai tracker agli inverter (calcolo incidenza a MWp)	26,58	660	0,5	1	8770,08	7016,06	1754,02
Cabine di campo (SKID)	9	12,46	4,70	1,45	764,23	152,85	611,39
Cabina di raccolta e Trasmissione	1	33,50	8,90	1,50	447,23	89,45	357,78
Container Batterie, PCS, Control Room e varie	20	12,20	2,50	1,50	915,00	183,00	732,00
Cabina di sezionamento c/o Terna	1	6,00	2,50	1,50	22,50	4,50	18,00
Cavidotti interni tipo 4	1	387,00	0,80	1,40	433,44	346,75	86,69
Cavidotti interni tipo 3	1	200,00	0,65	1,40	182,00	145,60	36,40
Cavidotti interni tipo 2	1	417,00	0,50	1,40	291,90	233,52	58,38
Cavidotti interni tipo 1	1	3428,00	0,35	1,40	1679,72	1343,78	335,94
Cavidotti tipo A (connessione a Terna)	1	2400,00	0,50	1,40	1680,00	1344,00	336,00
TOTALE					15186,10	10859,50	4326,60

Tabella 2 - Volumi e opere previste da progetto

I volumi eccedenti saranno riutilizzati per i rinfianchi intorno alle cabine (che saranno leggermente sollevate dal piano di campagna (circa 15 cm) e previa verifica dei materiali, verranno riutilizzati sempre per favorire la regolarizzazione dell'area interessata dall'installazione delle strutture per i pannelli fotovoltaici.

Il progetto non prevede l'apporto di terre e rocce esterne all'area di intervento. Tutte le opere, infatti, (riprofilazione, livellamenti, rinterri, riempimenti, ri-modellazioni) necessarie per la preparazione del piano di posa verranno effettuate solamente con terre e rocce da scavo riutilizzate sul posto.

11 Campionamento e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo

Attraverso un piano di indagini si disporrà del valore dei terreni campionamento e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo

Le modalità di campionamento dei materiali, necessarie e funzionali alla valutazione di idoneità ai rinterri possono essere definite in fase di progettazione o in corso d'opera.

In questo caso, si è optato per la realizzazione del campionamento in corso d'opera seguendo quanto proposto all'allegato 9 del DPR 120/17.

La parte A dell'allegato 9 permette di condurre le attività di caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera secondo una delle seguenti modalità:

- su cumuli all'interno di opportune aree di caratterizzazione;
- direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- sull'intera area di intervento.

A questo scopo, durante l'esecuzione dell'opera le attività di caratterizzazione, seguendo le modalità del punto A.1 dell'allegato 9 della norma, saranno condotte direttamente sull'area di scavo.

I volumi movimentati, stimati per 15.186,10 m³, saranno verificati secondo quanto previsto nell'allegato 9 al DPR 120/17. Le analisi da effettuare sono quelle di cui alla tabella 4.1 del DPR 120/17:

Tabella 4.1 - Set analitico minimale

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto
- BTEX (*)¹

¹ (*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti

- IPA (*)

I risultati delle analisi sui campioni saranno confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica.

da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

12 Deposito intermedio e trasporto (art. 5 e 6 D.P.R. 120/2017), modalità di scavo

Il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo, gestite come sottoprodotti, deve rispettare i requisiti indicati nell'art. 5 del D.P.R. 120/17.

Lo scavo sarà eseguito con escavatori; le terre e rocce da scavo saranno trasportate con carico su automezzi con cassone ribaltabile, che immediatamente scaricheranno sul deposito temporaneo individuato su terreni dell'area di proprietà. Per il riutilizzo in sito delle terre e rocce da scavo prodotte, gli escavatori caricheranno il materiale dal deposito temporaneo e tramite gli automezzi verrà scaricato nel punto di riutilizzo. Gli escavatori riutilizzeranno e modelleranno come previsto da progetto.

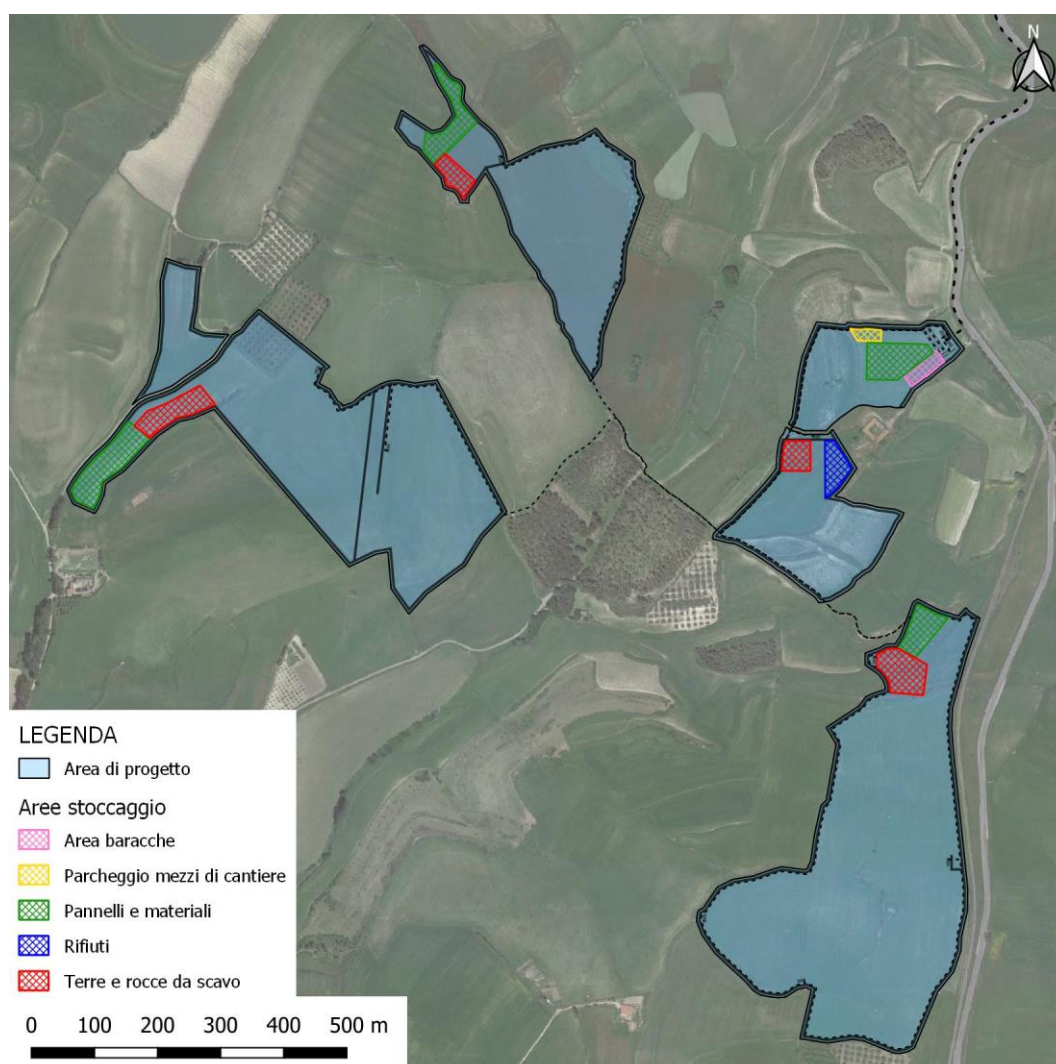


Figura 51 – Localizzazione delle aree di stoccaggio all'interno dei sottocampi

13 Proposta del piano di indagine delle rocce da scavo

La scelta di utilizzare le terre e rocce da scavo, generate nel sito di intervento, ai fini del progetto stesso rimanda normativamente all'applicazione del titolo IV del D.P.R. 120/2017 che tratta le terre e rocce da scavo escluse dall'ambito di applicazione della disciplina sui rifiuti.

Il comma 3 dell'articolo 24 della norma sopra richiamata specifica che nel caso in cui la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere sottoposte a valutazione di impatto ambientale, in fase di Studio di Impatto Ambientale, deve essere presentato un Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti, corredato della "c) Proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, che contenga almeno:

1. numero e caratteristiche dei punti di indagine;
2. numero e modalità dei campionamenti da effettuare;
3. parametri da determinare.

A seguire quanto si propone a proposito.

13.1 Numero e caratteristiche dei punti di indagine

Come descritto dall'allegato 2 del D.P.R. 120/17, la densità dei punti di indagine e la loro ubicazione si basa su un modello preliminare concettuale delle aree (campionamento ragionato) o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale).

In quest'ultimo caso, il lato di ogni maglia potrà variare dai 10 ai 100 m a seconda del tipo e delle dimensioni del sito oggetto dello scavo.

I punti di indagine potranno essere localizzati in corrispondenza dei nodi della griglia (ubicazione sistematica) oppure all'interno di ogni maglia in posizione opportuna.

Il numero di punti di indagine non può essere inferiore a quanto riportato in tabella 2.1 dell'allegato 2 del D.P.R. 120/17.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3+1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7+1 ogni 5.000 metri quadri

Tabella 3 - Allegato 2.1 dell'allegato 2 del D.P.R. 120/17

L'area di intervento è divisa tra i comuni di Mandas (che ospiterà anche le opere di connessione) e Gesico.

Campo fotovoltaico

All'interno dell'impianto fotovoltaico è possibile distinguere gli scavi in due macrocategorie:

- Scavi relativi a elementi puntuali quali Skid, cabine, container che riguardano circa 1.500 mq;
- Scavi relativi a elementi lineari quali i cavidotti che riguardano circa 10.600 mq.

In totale quindi la superficie interessata dagli scavi è pari a 12.100 mq, che equivale a circa il 2,7% della superficie totale di progetto.

Tenuto conto della tabella 2.1 dell'Allegato 2 del D.P.R. 120/2017 si ottengono quindi 7 sondaggi più 1 punto ogni 5.000 metri quadri, equivalenti (arrotondando per eccesso) a 3, per un totale complessivo di **n.10 punti di campionamento**.

La scelta dell'ubicazione dei punti tiene conto del posizionamento previsto in progetto per le cabine di campo, del BESS e dei cavidotti di impianto.

Cavidotto AT di connessione

Per quanto concerne il cavidotto di connessione in AT posato sulla viabilità esterna si propone un campionamento ogni 500 metri lungo il percorso stesso, calcolati a partire dal campo fotovoltaico.

Il cavidotto si estende per circa 2,3 km per cui sono stati posizionati **n.5 punti di campionamento**.

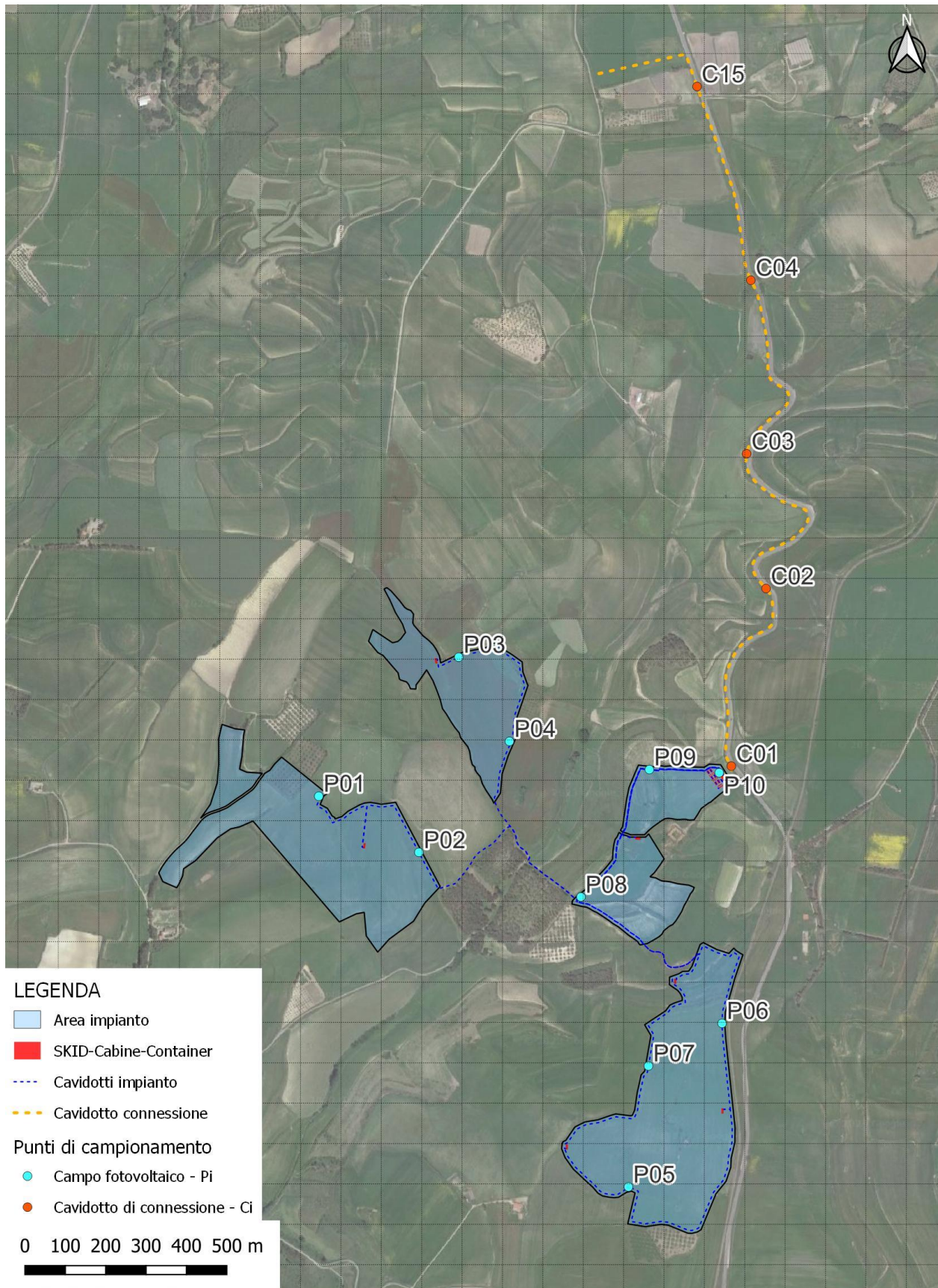


Figura 52 – Punti di campionamento

13.2 Numero e modalità dei campionamenti da effettuare

Le investigazioni saranno condotte attenendosi a quanto previsto dall'allegato 2 del DPR 120/2017.

In particolare, non si prevedono scavi di profondità superiore ai 2 m. **Pertanto, i campioni saranno almeno 2, uno per ogni metro di scavo.**

Preliminarmente alle attività di perforazione, si provvederà alla pulizia della vegetazione presente.

Le perforazioni saranno eseguite in maniera tale da preservare le proprietà naturali del sottosuolo e da evitare le contaminazioni delle acque e delle formazioni litologiche costituenti l'acquifero.

I sondaggi saranno condotti in modo da garantire il campionamento in continuo di tutti i litotipi oggetto delle perforazioni, garantendo il minimo disturbo degli strati interessati.

13.3 Parametri da determinare

Le indagini ambientali per la caratterizzazione del materiale prodotto da scavo saranno condotte investigando, per ogni campione, un set analitico di 12 parametri ivi compreso l'amianto al fine di determinare i limiti di concentrazione di cui alla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017.

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto
- BTEX (*)
- IPA (*)

Le sostanze indicatrici con il simbolo (*) saranno verificate solo nei punti in cui l'area di scavo dista da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera meno di 20 metri. Gli analiti da

ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Le terre e rocce da scavo così come definite ai sensi del Codice dell'Ambiente saranno pertanto utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, per sottofondi in sostituzione dei materiali di cava, così come previsto in progetto, verificate le condizioni sopra citate.

14 Riepilogo situazione riutilizzo delle terre del sito

Riepilogando, la normativa di riferimento per la gestione delle “terre e rocce da scavo” che, per il progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico da 26,576 MWp, nei comuni di Mandas e Gesico, si ritiene essere la seguente:

- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", in vigore il 22 agosto 2017;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - Titolo IV: Terre e rocce da scavo escluse dall'ambito di applicazione della disciplina sui rifiuti;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - art. 24: “Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti”, nel comma 1 viene così citato:
- “Ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione”;
- D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – T.U. Ambientale - art. 185 “esclusioni dal regime dei rifiuti” il comma 1 letta c, cita: “il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato, le ceneri vulcaniche, laddove riutilizzate in sostituzione di materie prime all'interno di cicli produttivi, mediante processi o metodi che non danneggiano l'ambiente né mettono in pericolo la salute umana”.

Come riportato nei paragrafi precedenti si riassume che la totalità dei volumi delle terre e rocce da scavo prodotte dalla realizzazione delle opere previste nel progetto saranno utilizzati sul posto per riprofilazione, livellamenti, riempimenti e rinterri.

Eventuali eccedenze saranno riutilizzate per rimodellamenti puntuali, areali ed anche per livellamenti di porzioni dell'area di intervento.

Il presente Piano di Riutilizzo delle Terre e Rocce da Scavo, redatto ai sensi del D.P.R. 13 giugno 2017, n.120, verrà eventualmente aggiornato e integrato in fase di progettazione esecutiva.