



IMPIANTO AGRO-VOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DENOMINATO "GADAU" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI (SS)

OPERA DI PUBBLICA UTILITA'

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 ALL. II

CUSTOMER
Committente

FIMENERGIA

ADDRESS
Indirizzo

VIA L.BUZZI, 6, 15033 CASALE MONFERRATO (AL)
T. +390292875126 (ufficio operativo)

DESIGNERS TEAM
Gruppo di progettazione

SUPERVISION
Coordinamento

FAVERO ENGINEERING

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27
20124 MILANO (MI)
T. +390292875126

Ing. FRANCESCO FAVERO

CONSULTANTS
Consulenti

AMBIENTALE: Dott.ssa MARZIA FIORONI
Via C.Battisti, 44 23100 Sondrio (SO) - +39 0342 050347 - mfioroni@alp-en.it
GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDRAULICA: Dott.ssa Geol. COSIMA ATZORI
Via Bologna, 30 09033 Decimomannu (CA) - +39 070 7346008 - cosima.atzori@gaiiconsulting.eu
AGRONOMIA: Dott. Agr. NICOLA GARIPPA
Via Beltrame di Bagnacavallo, 4 08015 Macomer (NU) - +39 328 2633596 - nicolagarippa@gmail.com
ARCHEOLOGIA: Dott.ssa GIUSEPPINA MARRAS
Via Frau, 22 07100 Sassari (SS) - + 39 340 5316848 - giuseppina.marras@arubapec.it
ACUSTICA: Ing. CARLO FODDIS
Viale Europa, 54 09045 Quartu San'Elena (CA) - + 39 070 2348760 - cf@fadsystem.net
FAUNA: Dott. Nat. MAURIZIO MEDDA
Via Lunigiana, 17 09122 Cagliari (CA) - +39 393 8236806 - meddamaurizio@libero.it
FLORA: Dott. Agr. FABIO SCHIRRU
Via Solomardi, 34 09040 San Basilio (SU) - +39 347 4998552 - fabio.schirru@pegagrotecnici.it

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
00	Settembre 2023	PRIMA EMISSIONE	Paes. R. Bigliardi	Ing. A. Lunardi	Ing. F. Favero
01					
02					
03					
04					

DRAWING - Elaborato

TITLE
Titolo

RELAZIONE TECNICA GENERALE

DRAWING DETAILS - Dettagli di disegno

GENERAL SCALE
Scala generale

-

DETAIL SCALE
Scala particolari

-

ARCHIVE - Archivio

FILE

DTG_001

PLOT STYLE

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODING - Codifica

PROJECT LEVEL
Fase progettuale

DEFINITIVO

CATEGORY
Categoria

DTG

PROGRESSIVE
Progressivo

0

0

1

REVISION
Revisione

00

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	DATI DEL PROPONENTE.....	4
3	VERIFICA ASSOGGETTABILITÀ A VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE	5
3.1	D.Lgs. 152/2006 allegato II alla parte seconda	5
4	SCENARIO DI RIFERIMENTO	7
4.1	Normativa di riferimento nazionale e regionale	7
4.2	Normativa Tecnica di riferimento	9
5	INTRODUZIONE ALL'AGRO-VOLTAICO	13
5.1	Il fotovoltaico: una componente essenziale dell'agenda 2023 per lo sviluppo sostenibile	13
5.2	L'agro-voltaico: l'integrazione tra agricoltura, paesaggio ed energia	15
5.3	Verifica dei requisiti per la definizione "agro-voltaico"	17
6	DISPONIBILITÀ AREE E AUTORIZZAZIONI.....	19
6.1	Disponibilità aree impianto agro-voltaico.....	19
6.2	Disponibilità aree cavidotto di connessione	19
7	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	20
7.1	Ubicazione dell'area di intervento	20
7.2	Il paesaggio agrario della Nurra.....	28
7.3	Stato di fatto dell'area di progetto	29
7.4	Inquadramento urbanistico – Regolamento Urbanistico del Comune di Sassari 36	
7.5	Analisi dei vincoli di carattere paesaggistico-ambientale.....	39
7.6	Inquadramento geologico generale.....	41
7.7	Interferenze con infrastrutture esistenti	43
8	CONFIGURAZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	44
8.1	Criteri di scelta del sito.....	44
8.2	Planimetria del campo agro-voltaico e potenza complessiva	46

8.3	Distribuzione principale dei cavi di energia	50
8.3.1	Connessione alla rete elettrica nazionale.....	52
8.4	Potenzialità energetica del sito ed analisi di producibilità dell'impianto	54
8.4.1	Premessa	54
8.4.2	I risultati del calcolo	55
8.4.3	Stima dell'irraggiamento globale ed incidente sul piano dei collettori	55
8.5	Principali ricadute positive	58
8.5.1	Premessa	58
8.5.2	Contributo alla riduzione di CO ₂	58
8.5.3	Emissioni evitate di inquinanti atmosferici.....	60
8.5.4	Risparmio di risorse energetiche non rinnovabili.....	61
9	DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO	62
9.1	Componenti principali e criteri generali di progettazione strutturale ed elettromeccanica	62
9.2	Gli inseguitori mono assiali	63
9.2.1	Caratteristiche principali	64
9.2.2	Durata e trattamento protettivo dei componenti in acciaio.....	65
9.2.3	I pali di sostegno.....	66
9.3	Moduli fotovoltaici	66
9.4	Inverter di stringa.....	69
9.5	Cavi di distribuzione dell'energia.....	71
9.6	Cabine	72
9.6.1	Cabine di ricezione	72
9.6.2	Cabine Smistamento	75
9.6.3	Cabine trasformazione.....	77
9.6.4	Tabella riassuntiva cabine	79
9.7	Alimentazione ausiliari	80
9.8	Misura dell'energia.....	80
9.9	Stazione di monitoraggio dati ambientali.....	81

9.10	SottoStazione Elettrica di Utenza.....	85
9.10.1	Sezione in Alta Tensione 150 kV	85
9.11	Sezione in media tensione a 30 kV	92
9.12	Sistema di accumulo.....	93
9.12.1	Architettura del sistema	93
9.12.2	Collegamento MT	95
9.12.3	Cabina ausiliari (Q.AUX).....	95
9.13	Software per la visualizzazione, monitoraggio, telesorveglianza	96
9.14	Impianto di video sorveglianza.....	96
9.15	Descrizione dell'attività agricola	97
9.16	Impianto di irrigazione.....	98
10	OPERE ACCESSORIE.....	101
10.1	Sistemazione dell'area e viabilità	101
10.2	Recinzione e cancello.....	102
10.3	Scavi per posa cavidotti.....	104
11	DESCRIZIONE DEL PROCESSO COSTRUTTIVO	106
11.1	Indicazioni generali per l'esecuzione dei lavori	106
11.2	Descrizione del contesto in cui è situata l'area di cantiere	106
11.3	Principali lavorazioni previste.....	109
11.4	Impianto elettrico di cantiere	110
11.5	Precauzioni aggiuntive con impianti FV	111
11.6	Tempi di realizzazione	112
12	POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO A LIVELLO LOCALE	113
13	BIBLIOGRAFIA.....	114

1 **PREMESSA**

Il presente documento costituisce la Relazione Generale del progetto di un impianto di produzione di energia da fonte solare, della potenza complessiva di 45,9 MW, integrato con un sistema di accumulo elettrochimico a batterie, con capacità pari a 167,5 MWh e potenza nominale di 30 MW denominato "Gadau". L'impianto è suddiviso in due lotti distanti tra loro poco meno di 2 km, e aventi una superficie complessiva di circa 70 ha.

L'intervento si identifica come agro-voltaico, classificato dalle Linee Guida del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) come di Tipo 1, il quale indica il coesistere, nella stessa area, dell'attività agricola zootecnica e della produzione di energia elettrica da fotovoltaico.

Per la connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), si fa riferimento al preventivo di connessione proposto da TERNA S.p.A., accettato dalla società FIMENERGIA S.r.l., con codice di rintracciabilità 202202727. La Soluzione Tecnica Minima Generale stabilisce che l'impianto sarà collegato in antenna ad uno stallo a 150 kV della Sottostazione Elettrica di utenza, condivisa con altri produttori e inserita in antenna alla Cabina Primaria di Fiume Santo.

2 **DATI DEL PROPONENTE**

Denominazione Sociale:	FIMENERGIA S.r.l.
Sede legale:	Via Luigi Buzzi, 6 – 15033 Casale Monferrato (AL)
Sede operativa:	Via Giovanni Battista Pirelli, 27 - 20124 Milano (MI)
P.IVA:	02694000064
Numero REA:	AL - 306386
PEC:	fimenergia@pec.it
Amministratore delegato:	Francesco Favero

3 VERIFICA ASSOGGETTABILITÀ A VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

3.1 D.Lgs. 152/2006 allegato II alla parte seconda

Tale decreto individua come progetto di competenza statale le installazioni relative a:

- *centrali termiche ed altri impianti di combustione con potenza termica di almeno 300 MW;*
- *centrali per la produzione dell'energia idroelettrica con potenza di concessione superiore a 30 MW incluse le dighe ed invasi direttamente asserviti;*
- *impianti per l'estrazione dell'amianto, nonché per il trattamento e la trasformazione dell'amianto e dei prodotti contenenti amianto;*
- *centrali nucleari e altri reattori nucleari, compreso lo smantellamento e lo smontaggio di tali centrali e reattori (esclusi gli impianti di ricerca per la produzione delle materie fissili e fertili, la cui potenza massima non supera 1 kW di durata permanente termica);*
- *impianti termici per la produzione di energia elettrica, vapore e acqua calda con potenza termica complessiva superiore a 150 MW; (fattispecie aggiunta dall'art. 22 del d.lgs. n. 104 del 2017)*
- *impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW , calcolata sulla base del solo progetto sottoposto a valutazione ed escludendo eventuali impianti o progetti localizzati in aree contigue o che abbiano il medesimo centro di interesse ovvero il medesimo punto di connessione e per i quali sia già in corso una valutazione di impatto ambientale o sia già stato rilasciato un provvedimento di compatibilità ambientale; (fattispecie aggiunta dall'art. 22 del d.lgs. n. 104 del 2017, poi modificata dall'art. 10, comma 1, lettera d), numero 1.1), legge n. 91 del 2022)*
- *impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW, calcolata sulla base del solo progetto sottoposto a valutazione ed escludendo eventuali impianti o progetti localizzati in aree contigue o che abbiano il medesimo centro di interesse ovvero il medesimo punto di connessione e per i quali sia già in corso una valutazione di impatto ambientale o sia già stato rilasciato un provvedimento di compatibilità ambientale; (fattispecie aggiunta dall'art. 31, comma 6, della legge n. 108 del 2021, poi modificata dall'art. 10, comma 1, lettera d), numero 1.2), legge n. 91 del 2022)*

L'impianto agro-voltaico in progetto dunque, rientra secondo la normativa citata nella seguente categoria:

- *impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW, calcolata sulla base del solo progetto sottoposto a valutazione ed escludendo eventuali impianti o progetti localizzati in aree contigue o che abbiano il medesimo centro di interesse ovvero il medesimo punto di connessione e per i quali sia già in corso una valutazione di impatto ambientale o sia già stato rilasciato un provvedimento di compatibilità ambientale; (fattispecie aggiunta dall'art. 31, comma 6, della legge n. 108 del 2021, poi modificata dall'art. 10, comma 1, lettera d), numero 1.2), legge n. 91 del 2022)*

L'impianto agro-voltaico in oggetto risulta quindi assoggettabile a VIA nazionale.

4 **SCENARIO DI RIFERIMENTO**

4.1 **Normativa di riferimento nazionale e regionale**

In **ambito nazionale** i principali provvedimenti che riguardano la realizzazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili sono:

- Legge 6 dicembre 1991 n. 394 s.m.i. “Legge quadro sulle aree protette”.
- DPR 8 settembre 1997, n. 357 s.m.i. “regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”.
- D.lgs. 112/98. Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti Locali, in attuazione del Capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59.
- D.lgs. 16 marzo 1999 n. 79. Recepisce la direttiva 96/92/CE e riguarda la liberalizzazione del mercato elettrico nella sua intera filiera: produzione, trasmissione, dispacciamento, distribuzione e vendita dell’energia elettrica, allo scopo di migliorarne l’efficienza.
- D.lgs. 29 dicembre 2003 n. 387. Recepisce la direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità. Prevede fra l’altro misure di razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative per impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile.
- D.lgs 152/2006 e s.m.i. Norme in materia ambientale.
- D.lgs. 115/2008. Attuazione della Direttiva 2006/32/CE relativa all’efficienza degli usi finali dell’energia e i servizi energetici e abrogazione della Direttiva 93/76/CE.
- D.lgs. 102/2014. Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica
- D.M. 10 settembre 2010 Ministero dello Sviluppo Economico. Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili. Definisce le regole per la trasparenza amministrativa dell’iter di autorizzazione nell’accesso al mercato dell’energia; regola l’autorizzazione delle infrastrutture connesse e, in particolare, delle reti elettriche; determina i criteri e le modalità di inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio.
- D.lgs. 3 marzo 2011 n. 28 e s.m.i. Definisce strumenti, meccanismi, incentivi e quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di energia da fonti rinnovabili, in attuazione della

direttiva 2009/28/CE e nel rispetto dei criteri stabiliti dalla legge 4 giugno 2010 n. 96.

- D.M. 30 marzo 2015 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome, previsto dall'articolo 15 del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 agosto 2014, n. 116.
- D.lgs. 8 novembre 2021 n. 199 Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

In **ambito regionale** i principali provvedimenti che riguardano la realizzazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili sono:

- DGR Sardegna 23 gennaio 2018, n. 3/25 - Linee guida per l'Autorizzazione unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- LR Sardegna 3 luglio 2017, n. 11 - Disposizioni urgenti in materia urbanistica ed edilizia - Stralcio - Modifiche alla LR 8/2015, alla LR 28/1998, alla LR 9/2006;
- LR Sardegna 4 maggio 2017, n. 9 - Autorizzazione paesaggistica - Interventi esclusi e interventi sottoposti a regime semplificato - Adeguamento delle norme regionali al DPR 13 febbraio 2017, n. 31 - Modifiche alla LR 28/1998;
- LR Sardegna 20 ottobre 2016, n. 24 - Semplificazione dei procedimenti amministrativi - Stralcio - Procedimenti in materia ambientale ed edilizia - Autorizzazione unica ambientale, impianti a fonti rinnovabili;
- DGR Sardegna 2 agosto 2016, n. 45/40 - Approvazione del Piano energetico ambientale regionale 2015-2030 (PEARS);
- DGR Sardegna 27 novembre 2020, n. 59-90 – Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

4.2 Normativa Tecnica di riferimento

Le norme tecniche di riferimento sono:

Per gli impianti elettrici di alta tensione:

- CEI 11-1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norma Generale. Fasc. 1003
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo. Fasc. 1890

Per i trasformatori:

- CEI 14-4 Trasformatori di potenza Fasc. 609 CEI 14-4V1 Variante n. 1 Fasc. 696S
- CEI 14-4 V2 Variante n. 2 Fasc. 1057V CEI 14-4 V3 Variante n. 3 Fasc. 1144V CEI 14-4 V4 Variante n. 4 Fasc. 1294V
- CEI 14-8 Trasformatori di potenza a secco Fasc. 1768
- CEI 14-12 Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco a 50 Hz, da 100 kVA a 2500 kVA con una tensione massima per il componente non superiore a 36kV. Parte 1: Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con una tensione massima per il componente non superiore a 24kV Fasc. 4149C.

Per attrezzaggi elettromagnetici:

- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V Fasc. 1375 CEI 17-1 V1 Variante n. 1 Fasc. 1807V
- CEI 17-4 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata a tensione superiore a 1000V Fasc. 1343
- CEI 17-4 EC Errata corrige Fasc. 1832V CEI 17-4 V1 Variante n. 1 Fasc. 2345V CEI 17-4 V2 Variante n. 2 Fasc. 2656V
- CEI 17-6 Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52kV Fasc. 2056
- CEI 17-13/1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte I: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) Fasc. 2463E

- CEI 17-13/2 Apparecchiatura assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte II: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre Fasc. 2190
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) ANS Fasc. 1873
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al corto circuito delle apparecchiature non di serie (ANS) Fasc. 2252

Per i cavi di energia:

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV Fasc. 1843
- CEI 20-13 V1 Variante n. 1 Fasc. 2357V CEI 20-13 V2 Variante n. 2 Fasc. 2434V
- CEI 20-22II Prova d'incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio Fasc. 2662
- CEI 20-22III Prova d'incendio su cavi elettrici. Parte 3: Prove su fili o cavi disposti a fascio Fasc. 2663
- CEI 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti a fuoco. Parte 1: Prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale. Fasc. 688
- CEI 20-35V1 Variante n. 1 Fasc. 2051V
- CEI 20-37/1 Cavi elettrici – Prove sui gas emessi durante la combustione Fasc. 739 CEI 20-37/2 Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi – Determinazione dell'indice di acidità (corrosività) dei gas mediante la misurazione del pH e della conduttività Fasc. 2127
- CEI 20-37/3 Misura della densità del fumo emesso dai cavi elettrici sottoposti e combustione in condizioni definite. Parte 1: Apparecchiature di prova Fasc. 2191
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: Tensioni nominali U_0/U non superiore a 0.6/1kV Fasc. 2312
- CEI UNEL35024/1 Portata dei cavi in regime permanente Fasc. 3516 Per impianti elettrici utilizzatori:
- CEI 64-8/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua Fasc. 4131

Normativa in materia di sicurezza:

- D.P.R. n. 547 del 27/04/1955 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- D.P.R. n. 164 del 07/01/1956 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni
- D.P.R. n. 302 del 19/03/1956 Norme integrative per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- D.P.R. n. 303 del 19/03/1956 Norme generali per l'igiene sul lavoro
- Legge n. 186 del 01/03/1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici
- Legge n. 791 del 18/10/1977 Attuazione della direttiva del Consiglio Comunità Europea (72/23 C.E.E.) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
- Legge n. 46 del 05/03/1990 Norme per la sicurezza degli impianti elettrici
- D.P.R. n. 447 del 06/12/1991 Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n. 46
- D.L. n.626 19/09/1994 e s.m.i. Attuazioni delle Direttive Comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
- D.L. n. 494 14/08/1996 e s.m.i. Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili

Infine, per la parte inerente la rete verrà acquisita e gestita da Terna S.p.A., occorre far riferimento alle sue specifiche di riferimento, in particolare andranno considerate (si elencano solo le principali):

- DC4385 - Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata
- DY406 - Specifica Enel apparecchiature prefabbricate 24 kV in aria scomparto IM.
- DY401 - Specifica Enel apparecchiature prefabbricate 24 kV - scomparto RC.
- DY404 - Specifica Enel apparecchiature prefabbricate 24kV - scomparto U.
- DG2092 - Specifica di costruzione Cabine secondarie MT/BT fuori standard per la connessione alla rete Enel;
- DY770 - Sezione MT in container per cabina primaria

Sono altresì da tenere in considerazione le indicazioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale:

- Guida Tecnica Allegati Terna S.p.A. A.70 e A 72.
- Delibera AEEG 08/03/2012 n. 84/12: "Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale".

Per ulteriori dettagli si consulti la documentazione tecnica "DTG_021_Relazione tecnica impianto agro-voltaico e cavidotti".

5 INTRODUZIONE ALL'AGRO-VOLTAICO

5.1 Il fotovoltaico: una componente essenziale dell'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. Fra gli obiettivi dell'Agenda vi è quello di perseguire lo sviluppo sostenibile e di assicurare la salvaguardia duratura del pianeta e delle sue risorse naturali. All'interno dell'Agenda, uno degli impegni presi per il conseguimento degli obiettivi, specificatamente l'obiettivo 7 "*Assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni*", è lo sviluppo della produzione di energia da fonte rinnovabile. L'energia da fonte solare è una delle fonti rinnovabili più promettenti.

L'Italia è tra le nazioni più impegnate nello sviluppo delle fonti rinnovabili e dell'energia da fonte solare e, in quanto membro dell'Unione Europea, persegue la strategia che auspica per l'Europa un ruolo guida a livello internazionale nell'azione per il clima. La visione della Commissione Europea, prevede l'azzeramento delle emissioni nette di gas serra entro il 2050. Alla luce di eventi geopolitici recenti, nel maggio 2022 la Commissione ha emesso il piano REPowerEU, per rendere l'Europa indipendente dalle importazioni di combustibili fossili extra UE entro il 2030. Nonostante si tratti primariamente di un programma ancora incentrato principalmente sui combustibili fossili, ampio spazio è dedicato alle fonti energetiche rinnovabili, con esplicito focus sulla diffusione più rapida delle stesse.

In questo contesto, la progettazione e lo sviluppo di impianti fotovoltaici o agro-voltaici rappresenta un beneficio per la comunità in senso largo, concorrendo nel raggiungimento degli obiettivi promossi dalla Agenda 2030, dal piano RePowerEU e da altri trattati ed iniziative di carattere sovranazionale. Il beneficio più importante, è la mancata emissione di gas serra con fonti energetiche fossili equivalenti. Come descritto nel paragrafo 8.5.2, infatti, l'impianto complessivamente evita l'immissione in atmosfera di circa 1.022.574 t CO₂

Questa quantità di CO₂, per essere mitigata con altri mezzi, come la piantumazione di alberi, richiederebbe 270.880 individui pari ad un arboreto di circa 433 ha. Un'area molto più estesa dell'impianto in progetto (70 ha). Il calcolo è stato effettuato prendendo come esempio una popolazione pura di pioppi neri (*Populus nigra*), specie arborea diffusa in gran parte del territorio nazionale e a rapido accrescimento, avente 25 anni di età e con

un tasso di assorbimento di CO₂ annuo stimato di 151 kg (ISPRA). Sulla base di queste considerazioni, si può stabilire che:

L'impianto agro-voltaico, per le ragioni precedentemente elencate, assicura una mitigazione delle emissioni di CO₂ più efficiente.

Per quanto riguarda gli inquinanti atmosferici, riprendendo il paragrafo 8.5.3, ovvero polveri sottili (PM₁₀), biossido di zolfo (SO₂) e composti azotati (NO_x) si consideri, tenendo sempre come esempio il pioppo, la seguente tabella:

PARAMETRO	EMISSIONI EVITATE IMPIANTO (t/anno)	EMISSIONI EVITATE TOTALI (t)	ASSORBIMENTO INQUINANTI PIOPPO (t/anno)	ASSORBIMENTO IN 25 ANNI (t)	N. PIOPPI	SUP. RICHIESTA (ha)
PM ₁₀	4,71	122,46	0,0001	0,0625	1955,2	3,13
SO ₂	101,43	2637,18	0,0003	0,1875	14053,867	22,50
NO _x	127,7	3320,2	0,0001	0,0625	53081,6	85,00

Una pianta, assume in contemporanea tutti questi composti inquinanti, ed è quindi corretto prendere come superficie minima necessaria a garantire l'assorbimento di tutte le specie inquinanti considerate, la superficie più estesa 85 ha. Anche in questo caso, l'impianto in progetto, con i suoi 70 ha, risulta più efficiente.

L'impianto agro-voltaico, per le ragioni precedentemente elencate, assicura un controllo dei composti chimici inquinanti più efficiente.

5.2 L'agro-voltaico: l'integrazione tra agricoltura, paesaggio ed energia

Il progetto di un impianto agro-voltaico possiede un innato carattere di sostenibilità che va oltre la produzione di energia da fonte rinnovabile. Esistono infatti, una serie di ricadute sul suolo e sul paesaggio, rappresentate dall'integrazione della produzione di energia, l'attività agricola ed il presidio del territorio.

Innanzitutto, la presenza del pascolo estensivo degli ovini fra i moduli fotovoltaici è un fattore di miglioramento della qualità del suolo e della biodiversità sia animale che vegetale. L'attività di pascolo nell'impianto agro-voltaico è in accordo con gli indirizzi del PPR. I quali, prevedono *"...nei territori a matrice prevalentemente agricola (Nurra) incentivare e attualizzare le forme di gestione delle risorse disponibili, con un supporto ed un incremento dell'apparato produttivo e la gestione oculata e mirata dell'habitat naturale, puntando alla tutela della diversità delle produzioni e della qualità ambientale derivante da una agricoltura evoluta"* e *"Incentivare da parte delle aziende i programmi di miglioramento agricolo finalizzato all'applicazione delle direttive comunitarie, di una agricoltura ecocompatibile che ricorra a tecniche biologiche anche in vista della conservazione del suolo"*. Pertanto, l'impianto porterebbe ad un carattere sostanzialmente migliorativo dell'attività agricola.

Il carattere di temporaneità dell'impianto, per cui è previsto un piano di dismissione, si veda l'elaborato "DTG_007_PIANO DI DIMISSIONE", unito all'assenza di fondamenta e la praticamente nulla impermeabilizzazione del suolo, assicurano un ridottissimo impatto sull'ecologia del paesaggio. L'alterazione del profilo paesaggistico e dell'uso del suolo rimane perciò temporanea e sostenibile. L'ombreggiatura parziale del suolo, dovuta al movimento dei tracker mono-assiali, rappresenta un importante fattore di contrasto alla desertificazione. Contrariamente a ciò che il termine potrebbe suggerire, la desertificazione può ed è avvenuta anche in contesti irrigui o ricchi di umidità. Il termine "desertificazione", infatti, racchiude una serie di fenomeni complementari che nel lungo periodo portano, come definito dalla Conferenza delle Nazioni Unite sulla Desertificazione tenutasi a Nairobi nel 1977, ad una *«riduzione o distruzione del potenziale biologico del terreno che può condurre a condizioni desertiche»*. Condizioni che si esprimono come perdita di fertilità e conseguente produttività dei suoli. Al di sotto dei tracker si crea un microclima che permette al suolo di ritenere meglio l'acqua meteorica e mitiga gli effetti della siccità. In alcune realtà, in sinergia con l'impianto fotovoltaico, è stato installato un sistema di raccolta e distribuzione delle acque meteoriche come acque irrigue. Nell'ottica di un cambiamento climatico sempre più impattante sul regime delle acque, con un incremento drammatico delle anomalie

termiche e delle precipitazioni, un fenomeno simile può avere ricadute senz'altro positive.

Infine, va considerato che la pastorizia è una attività agricola che ben si relaziona con i caratteri culturali e storici della Nurra e più generalmente della Sardegna. La presenza del pascolo estensivo di ovini si connette infatti con una tradizione millenaria, rappresentata dalla presenza sistematica nel paesaggio locale dei Cuile. Questi ultimi sono antichi ripari per pastori di origine ancestrale, spesso basati su antichi nuraghe, riadattati allo scopo di fornire riparo per animali, alloggio per i pastori e locali per la produzione casearia. In questo senso, un impianto agro-voltaico può rappresentare l'amalgamo fra tradizione e innovazione. Questi caratteri fanno sì che l'inserimento di un impianto agro-voltaico nel territorio sassarese sia coerente con le caratteristiche del paesaggio e che l'agro-voltaico può rappresentare una integrazione equilibrata e sostenibile tra agricoltura, ambiente ed energia.

5.3 Verifica dei requisiti per la definizione "agro-voltaico"

Per una disamina più completa, si rimanda all'elaborato "VERIFICA DEI REQUISITI LINEE GUIDA AGRO-VOLTAICO"

TABELLA RIASSUNTIVA RISPETTO REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI				
Progetto di un parco agro-voltaico avanzato denominato "GADAU" potenza nominale pari a 45,9 MWp situato nel Comune di Sassari (SS)				
REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola (ha)				
S_{tot}	Area totale di progetto nella disponibilità della proponente: comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico. Quindi sono incluse anche tutte le aree che non ricadono all'interno della recinzione.		68,83	
S_{pv}	Somma delle superfici individuate dall'area recintata. Include l'area occupata dai pannelli e tutte le opere connesse all'impianto: cabine, viabilità, piazzole, etc.		15,42	
$S_{agricola}$	Superficie minima coltivata: comprende l'area destinata a coltivazione di prato stabile tra e sotto le file dei pannelli.		53,34	
$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$			48,18	
VERIFICATO				
REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)				
S_{moduli}	Superficie complessiva coperta dai moduli: è pari alla somma delle superfici dei singoli moduli posizionati sui trackers		23,20	
LAOR (Land Area Occupation Ratio) = S_{moduli}/S_{tot}	Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.		33,70%	
$LAOR \leq 40\%$				
VERIFICATO				
REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola				
	Ante operam	Post operam		
Tipo di coltivazione/i	Prato magro	Prato permanente		
Indirizzo produttivo	Misto: seminativi e allevamento	Misto: seminativi e allevamento		
UF - UNITA' FORAGGERE PRODOTTE	76.516,00	142.800,00		
UBA - UNITA' BOVINE ADULTE (potenziali)	239	446		
PS - Produzione Standard (valori da tabelle RICA)	€ 10.804,68	€ 22.950,00		
VERIFICATO				
REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima				
Modulo	Modulo FV in silicio monocristallino del tipo bifacciale CHSM66M(DG)F-BH-655 della Astroenergy®	Potenza nominale [W]	655	
		Dimensioni	L [mm] =	1134
			P [mm] =	2278
		Sup. impianto	Stot [ha] =	68,83
Impianto agrivoltaico presentato in VIA Potenza = 45,90 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =		104,67	
	FV_{agri} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrivoltaico [GWh/ha/anno] =		1,52	
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 42,13 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [GWh/anno] =		57,84	
	$FV_{standard}$ = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =		0,93	
$FV_{agricola} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$			1.52 ≥ 0,56	
VERIFICATO				

REQUISITO C - Adottare soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra				
TIPO 1	l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici	doppio uso del suolo	Attività Zootecnica	Hmoduli 1,32 m
		moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura		
Attività zootecnica - Hmin = 1,3 m		Attività colturale - Hmin = 2,1 m		
VERIFICATO per ZOOTECNIA				
REQUISITO D.1 - Monitoraggio del risparmio idrico				
Aziende con colture in asciutta: analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana per evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dalla presenza del sistema agrivoltaico		Monitoraggio periodico dell'umidità di 2 tipologie di terreni attigui: - uno con prato stabile senza pannelli - uno con prato stabile con pannelli FV . L'analisi e la comparazione dei dati evidenzierà come, grazie alla minor evapotraspirazione legata alla presenza dei pannelli FV, il terreno con l'impianto presenti un contenuto d'acqua maggiore rispetto a quello senza l'impianto, con conseguente beneficio per le colture.		
Redazione Relazione Triennale redatta da parte del proponente.				
VERIFICATO				
REQUISITO D.2 - Monitoraggio della continuità dell'attività agricola				
Esistenza e resa della coltivazione	Redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i 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).		Implementazione monitoraggio agricolo come riportato in Relazione Agronomica Par.3.5.2	
Mantenimento dell'indirizzo produttivo				
Redazione Relazione Tecnica Asseverata di un Agronomo				
VERIFICATO				
REQUISITO E.1 - Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo				
Il miglioramento diretto della fertilità del suolo sarà garantito da un'opportuna scelta di essenze in grado di fissare l'azoto atmosferico per il miscuglio costituente il prato di leguminose e pascolamento controllato.				
Redazione Relazione Tecnica Asseverata o Dichiarazione del proponente				
VERIFICATO				
REQUISITO E.2 - Monitoraggio del microclima				
<i>Il sistema di monitoraggio del microclima è gestito da una apposita stazione meteorologica collocata assieme al resto dei sistemi di monitoraggio dell'impianto all'interno delle cabine. Al giorno d'oggi esistono sistemi di monitoraggio integrati capaci di elaborare i dati climatici al fine di ulteriori analisi fisiopatologiche e per la stesura di gestione mirati della coltura.</i>	<i>Monitoraggio tramite sensori per la misura di: - temperatura; - umidità relativa; - velocità dell'aria; - radiazione; posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.</i>		Temperatura ambiente esterno e retro-modulo misurata con sensore PT100	
			Umidità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo misurata con misurata con igrometri/psicrometri	
			Velocità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo misurata con anemometri	
			Radiazione solare fronte e retro-modulo misurata con un solarimetro	
Relazione Triennale redatta dal Proponente				
VERIFICATO				
REQUISITO E.3 - Resilienza ai cambiamenti climatici				
<i>Tutti gli effetti enunciati a destra, derivanti dalla natura dell'impianto concorrono nel formare la resilienza al cambiamento climatico</i>	Mitigazione aspetti negativi		Miglioramenti positivi	
	Minore impatto sulla componente idrica, non necessitando di irrigazione se non in minima quantità rispetto ad un seminativo irriguo		Maggiore fertilità del suolo, data dall'attività di pascolo degli ovini e dalla presenza di specie erbacee azotofissatrici.	
	Minore impatto sulla biodiversità sia della coltura sia del territorio, andando a sostituire una coltura monospecifica con un complesso di specie più rustiche		Maggiore coerenza con il carattere silvo-pastorale, caratteristica ancestrale del paesaggio della Nurra.	
	Minore impatto sull'inquinamento atmosferico dato che la coltivazione di un prato polifita richiede minori lavorazioni meccaniche, con conseguente risparmio di carburanti.		Maggiore presidio del territorio. Contrasto all'abbandono dei terreni, possibile focolaio di epidemie per le colture circostanti e possibile sito di propagazione di specie aliene.	
Minore impatto su sull'inquinamento delle acque e degli ecosistemi marini dato che la coltura non richiede quantità significative di concimi e fitofarmaci.		Maggiore consapevolezza e sensibilità al tema negli operatori, dovuta all'attività monitoraggio dei parametri ambientali.		
Relazione Triennale redatta dal Proponente Pagina 18 di 117				
VERIFICATO				

6 DISPONIBILITA' AREE E AUTORIZZAZIONI

6.1 Disponibilità aree impianto agro-voltaico

La società proponente che intende realizzare l'impianto agro-voltaico in oggetto, possiede la piena disponibilità dei terreni e il loro completo utilizzo nel rispetto della normativa. Infatti sono stati stipulati dei contratti preliminari di compravendita e di diritto di superficie con i proprietari dei terreni identificati al Catasto Terreni come:

Lotto 1:

- Provincia di Sassari, comune di Sassari, sezione B, foglio 19 particelle 104, 321, 322, 323, 325, 326, 383, e 384.

Lotto 2:

- Provincia di Sassari, comune di Sassari, sezione B, foglio 28 particelle 489, 478, 485, 490, 487, 482, 488, 481, 484, 37, 474.

All'interno di queste aree verranno realizzate anche tutte le opere accessorie all'impianto agro-voltaico come la realizzazione delle cabine elettriche.

6.2 Disponibilità aree cavidotto di connessione

Per quanto riguarda il tracciato del cavidotto di connessione, per il tratto compreso tra il lotto 1 e il lotto 2 verrà posato su strada demaniale, quindi priva di coordinate catastali, mentre per i restanti tratti i mappali interessati sono:

- Provincia di Sassari, Comune di Sassari, sezione B, foglio 20 particelle 18, 19, 20, 31, 33, 34, 73, 74, 76, 248, 250, 266, 272, 271, 283, 301, 303, 305, 307;
- Provincia di Sassari, Comune di Sassari, sezione B, foglio 14 particelle 470, 310, 451, 462, 463.

Il cavidotto in progetto sarà posato sulla strada sterrata dove è già in essere una servitù di elettrodotto per il passaggio del cavidotto per un parco eolico già realizzato di proprietà della Società Energetica Sarda. Per la posa sarà concordata una nuova servitù che percorrerà lo stesso percorso del cavidotto del parco eolico.

7 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

7.1 Ubicazione dell'area di intervento



Figura 1: Inquadramento su ortofoto

L'impianto agro-voltaico denominato "Gadau" è formato da due campi ed è realizzato con strutture ad inseguimento mono-assiale (trackers) in grado di generare una potenza complessiva di 45,9 MWp e sarà realizzato su un terreno in area agricola (Zona E) di superficie di circa 70 Ha totali, ricadente nel Comune di Sassari.

La zona prevista per la realizzazione dell'impianto è situata a est della frazione Pozzo San Nicola, che dista, in linea d'aria, 2 km dal lotto 1 e 4 km circa dal lotto 2, inserita nel contesto territoriale delimitato dalla SP57 a nord e dalla SP34 a sud. Il progetto pone tra i suoi obiettivi quello di proiettare l'attuale azienda agricola verso una **Agricoltura 4.0: tecnologica, naturale e sostenibile**, attraverso la realizzazione di un impianto agro-voltaico, ossia un parco fotovoltaico in cui agricoltura e produzione elettrica si integrano apportando reciprocamente significativi vantaggi. Il progetto prevede di destinare l'area all'attività zootecnica di allevamento ovini, mantenendo così il carattere rurale e agricolo del territorio.

Il progetto è situato nella piana agricola della Nurra (regione storica della Sardegna), nei pressi del sistema collinare esistente, racchiusa tra i centri di Porto Torres, Sassari, Stintino ed Alghero.

I terreni interessati dal progetto ricadono nel comune di Sassari, il secondo centro abitato della Sardegna per grandezza ed importanza. La città si estende su una zona collinare, collocata ad una altitudine di 225 metri sopra il livello del mare. Confina a nord con Stintino e Porto Torres; a est con Sorso, Sennori e Osilo; a sud con Ossi, Tissi, Usini, Uri, Muros, Olmedo e Alghero; a ovest con il mare.

L'impianto avente superficie complessiva di circa 70 ettari è ubicato nell'agro settentrionale del comune di Sassari, a sud dell'area industriale Fiume Santo, nella porzione del territorio comunale compresa fra i comuni di Stintino e Porto Torres. L'impianto è diviso in due lotti: Il lotto 1 (circa 33 ha) si trova in località Seligheddu mentre il lotto 2 (circa 37 ha) si trova in località Bruncadeddu. Il lotto 1 è raggiungibile dalla Strada Provinciale 57 o dalla Strada Provinciale 34 tramite strade sterrate ad uso agricolo, mentre il lotto 2 è raggiungibile dalla Strada Provinciale 34, posta appena al di sotto del confine meridionale dello stesso.

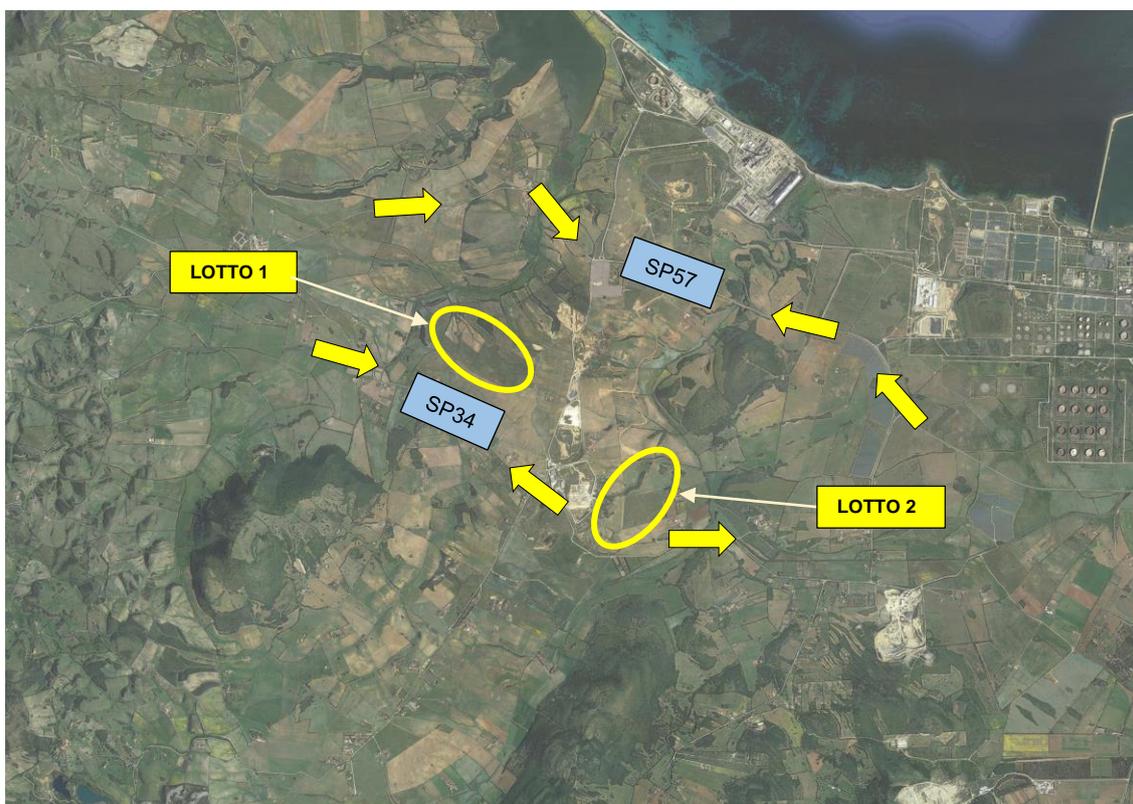


Figura 2 - Viabilità dell'area

L'area del lotto 1 risulta pianeggiante, con qualche leggera pendenza che aumenta progressivamente proseguendo verso sud. Nelle vicinanze sono presenti dei manufatti agricoli in vario stato di degrado.

Per il lotto 2, invece, l'area di progetto possiede una morfologia ondulata, con lievi pendenze e dislivelli fra i vari punti del lotto. Nel sito sono presenti diverse costruzioni agricole e residenziali, appartenenti all'attività zootecnica condotta sui suddetti campi, da un'azienda agricola e da privati.

L'impianto agrivoltaico possiede le seguenti coordinate:

- Lotto1

	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS-84 UTM 32 N (32632)		COORDINATE PIANE MONTE MARIO OVEST (3003)		QUOTA	COMUNE	LOCALITA'
	E-LONG	N-LAT	E-LONG	N-LAT	m s.l.m.		
	1	4520387.425	438632.884	1438656.553	4520398.412		
2	4520294.318	438677.768	1438701.729	4520304.709	16	Sassari	Seligheddu
3	4520198.660	438602.854	1438625.632	4520209.650	23	Sassari	Seligheddu
4	4519963.967	438839.281	1438864.713	4519972.863	39	Sassari	Seligheddu
5	4519733.793	439226.528	1439250.640	4519743.432	60	Sassari	Seligheddu
6	4519763.967	439077.342	1439102.046	4519773.897	48	Sassari	Seligheddu
7	4519507.502	439016.816	1439041.669	4519517.721	48	Sassari	Seligheddu
8	4519700.446	438544.603	1438570.050	4519711.848	44	Sassari	Seligheddu
9	4519781.464	438587.083	1438611.050	4519793.027	37	Sassari	Seligheddu
10	4519935.356	438408.096	1438433.211	4519942.778	35	Sassari	Seligheddu
11	4520086.087	438466.574	1438491.414	4520095.877	29	Sassari	Seligheddu
12	4520201.945	438332.492	1438356.593	4520212.187	25	Sassari	Seligheddu
13	4520367.085	438344.544	1438368.652	4520378.069	19	Sassari	Seligheddu

- Lotto 2

	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS-84 UTM 32 N (32632)		COORDINATE PIANE MONTE MARIO OVEST (3003)		QUOTA	COMUNE	LOCALITA'
	E-LONG	N-LAT	E-LONG	N-LAT	m s.l.m.		
	1	4518690.523	440666.828	1440691.022	4518700.900		
2	4518535.854	440832.149	1440856.717	4518546.951	19	Sassari	Bruncaeddu
3	4518475.169	440859.344	1440882.692	4518485.669	19	Sassari	Bruncaeddu
4	4518160.370	440813.604	1440838.407	4518170.852	27	Sassari	Bruncaeddu
5	4517907.623	440479.154	1440503.461	4517917.622	30	Sassari	Bruncaeddu
6	4517875.584	440162.981	1440188.864	4517886.176	36	Sassari	Bruncaeddu
7	4517784.266	439999.304	1440024.455	4517794.862	38	Sassari	Bruncaeddu
8	4517879.425	439957.824	1439982.255	4517891.118	46	Sassari	Bruncaeddu
9	4518021.458	440131.380	1440156.289	4518031.697	45	Sassari	Bruncaeddu
10	4518346.342	440156.592	1440181.261	4518356.590	48	Sassari	Bruncaeddu
11	4518459.093	440631.949	1440656.143	4518469.587	34	Sassari	Bruncaeddu
12	4517763.530	440080.483	1440105.149	4517774.009	32	Sassari	Bruncaeddu
13	4517871.669	440528.401	1440553.197	4517882.026	24	Sassari	Bruncaeddu
14	4518301.409	440629.711	1440654.028	4518312.140	14	Sassari	Bruncaeddu
15	4518321.721	440766.091	1440790.770	4518331.966	30	Sassari	Bruncaeddu

Al catasto dei terreni di Sassari le aree del lotto fotovoltaico e delle opere di connessione sono individuate in base ai seguenti riferimenti catastali:

COMUNE	SEZ	FG	PARTICELLA	UTILIZZO
SASSARI (SS)	B	19	383	IMPIANTO - LOTTO 1
SASSARI (SS)	B	19	384	IMPIANTO - LOTTO 1
SASSARI (SS)	B	19	321	IMPIANTO - LOTTO 1
SASSARI (SS)	B	19	322	IMPIANTO - LOTTO 1
SASSARI (SS)	B	19	323	IMPIANTO - LOTTO 1
SASSARI (SS)	B	19	325	IMPIANTO - LOTTO 1
SASSARI (SS)	B	19	326	IMPIANTO - LOTTO 1
SASSARI (SS)	B	19	104	IMPIANTO - LOTTO 1

COMUNE	SEZ	FG	PARTICELLA	UTILIZZO
SASSARI (SS)	B	28	489	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	478	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	490	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	487	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	482	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	488	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	481	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	485	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	484	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	37	IMPIANTO - LOTTO 2
SASSARI (SS)	B	28	474	IMPIANTO - LOTTO 2

COMUNE	SEZ	FG	PARTICELLA	UTILIZZO
SASSARI (SS)	B	14	462	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	14	463	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	14	451	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	14	470	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	14	310	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	73	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	74	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	76	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	250	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	248	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	33	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	34	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	31	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	283	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	301	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	266	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	303	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	305	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	307	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	272	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	271	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	18	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	19	CAVIDOTTO
SASSARI (SS)	B	20	20	CAVIDOTTO

Tabella 1 - Tabella particelle interessate dagli interventi

Di seguito si riporta uno stralcio della planimetria catastale.

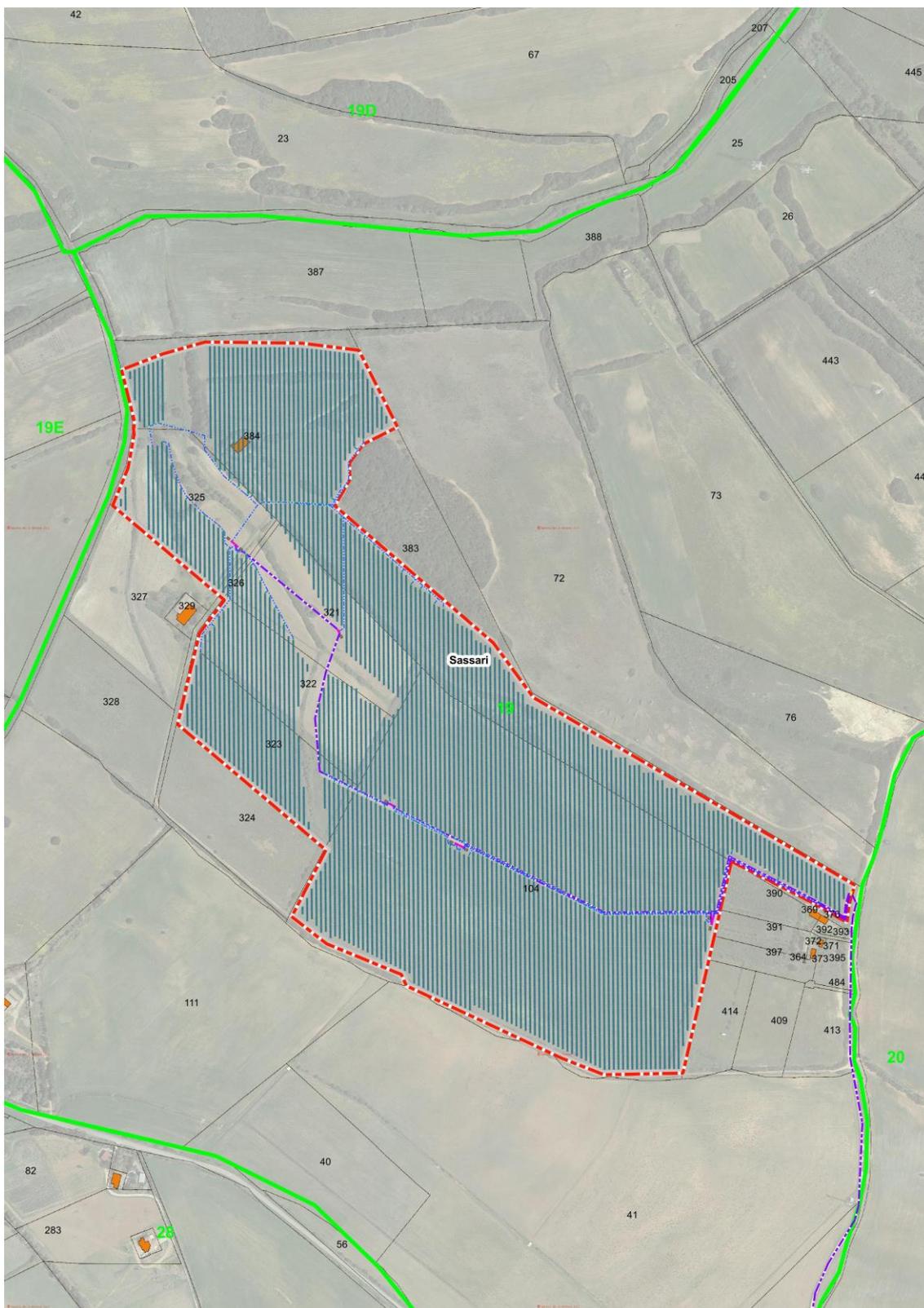


Figura 3 - Stralcio planimetria catastale lotto 1

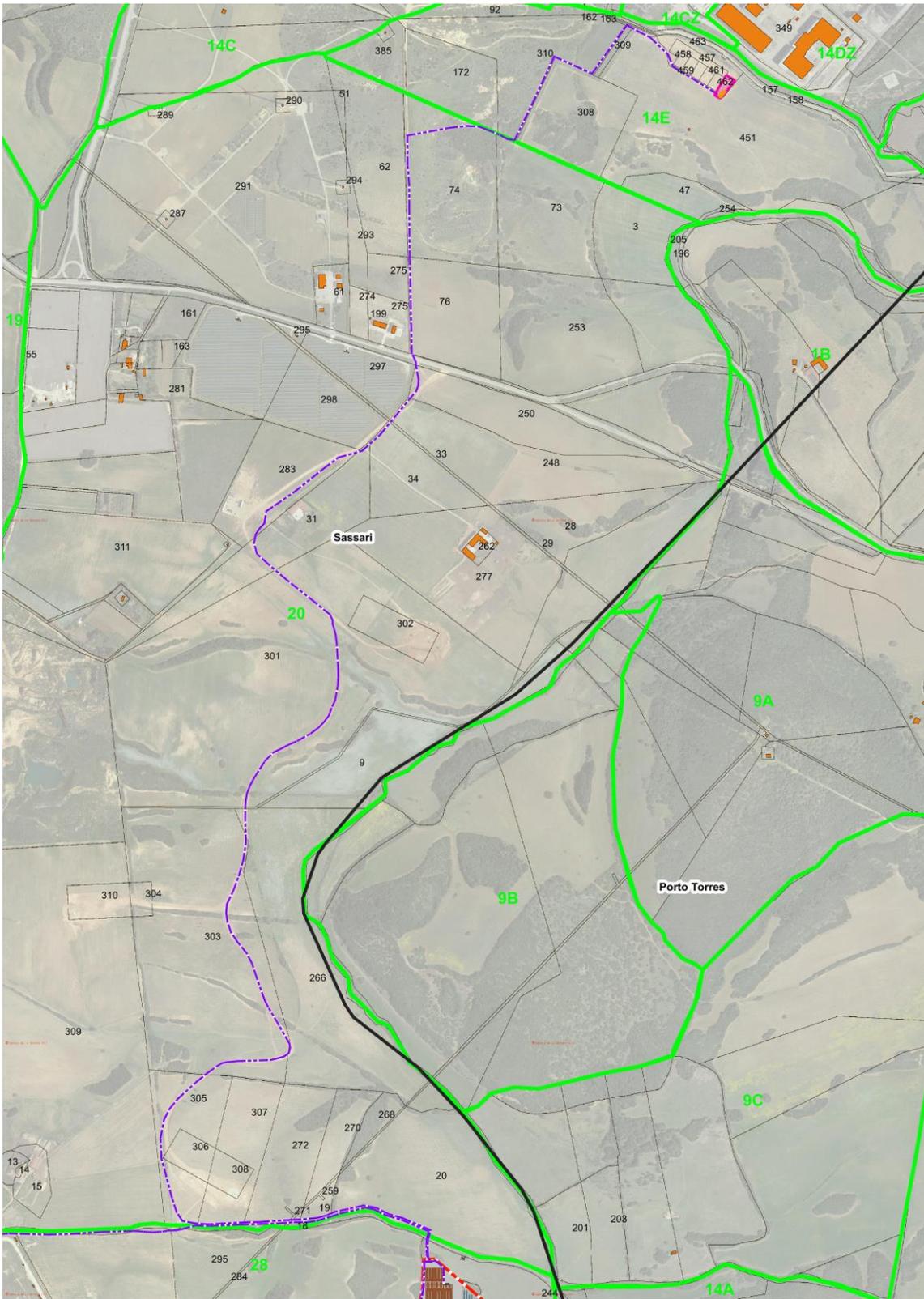


Figura 5: Stralcio planimetria catastale del cavidotto e del punto di connessione

7.2 Il paesaggio agrario della Nurra

Il progetto è situato nella piana agricola della Nurra, una delle regioni storiche della Sardegna, nei pressi del sistema collinare, racchiuso tra i centri urbani di Porto Torres, Sassari, Stintino e Alghero. Il progetto si colloca su terreni agricoli situati nei pressi del fianco nord-ovest del sistema collinare. Il territorio del Comune di Sassari ha conformazione prevalentemente di pianura, eccetto la porzione occidentale, la quale si innalza progressivamente fino a costituire il complesso dei monti della Nurra e quella sud-orientale le cui alture sono occupate ormai in gran parte dalla città. Il rio Mannu, che scorre con direzione sud-nord e sfocia a Porto Torres, segna il confine fra la cosiddetta "Nurra vicina" (a levante) e la "Nurra lontana" (a ponente). La "Nurra vicina" era già nel passato antropizzata, anche per la maggiore possibilità di essere raggiunta agilmente dai contadini: vi erano coltivati olivi, viti e cereali, vi passava la strada reale "Carlo Felice", la quale fungeva da corridoio di comunicazione fra la città e il porto di Torres. Oggi la zona è densamente abitata, vi sorgono numerose frazioni di Sassari e Porto Torres, ormai così compatte con la città di Sassari da costituire un'unica conurbazione.

La "Nurra lontana", ben più ampia, nel passato era scarsamente abitata perché il territorio era dedicato soprattutto all'allevamento di ovini, bovini e caprini cosicché ad abitarvi erano solo i pastori che risiedevano nei tipici cuili con le proprie famiglie. I cuili erano piccolissimi aggregati di costruzioni sorti in funzione dell'allevamento (bivacco per i pastori, recinto, magazzino, pollaio ecc.) Oggi alcuni cuili sono abbandonati, altri rappresentano il nucleo antico di odierne aziende agricole. (Cadinu Marco, 2009).

Anticamente la piana della Nurra era coperta da boschi di lecci e ginepri, lentischi e altre specie mediterranee. Nel tempo l'azione dell'uomo ha depauperato il territorio, al fine di favorire l'allevamento di ovini e bovini e la coltivazione di cereali, la Nurra ha subito profonde modifiche ambientali, con una drastica e rapida riduzione delle specie arboree e della fauna selvatica (mufloni, cervi, grifoni ecc.). A sud si trova il Lago Baratz, unico lago naturale della Sardegna. Ad ovest il complesso minerario dell'Argentiera, che appare già nella cartografia del Rinascimento. Sin dall'epoca romana il giacimento di piombo con percentuale d'argento, posto in prossimità del mare, ha attratto l'uomo che, per trarne l'argento, operò scavi di gallerie e di lavorazione nel luogo stesso dell'estrazione per separare dal piombo il metallo prezioso: tracce di estrazione si hanno quasi con continuità dall'antichità classica al Medioevo a opera di Pisani, Genovesi, Sardi giudicali, Catalano-Aragonesi, fino all'età contemporanea. Sul sito sorse un abitato chiamato appunto L'Argentiera. La miniera e l'abitato prosperarono soprattutto nella seconda metà dell'Ottocento e ancor più nel primo Novecento, sotto il fascismo che, per

la sua politica autarchica, supportò il procedimento (sempre più antieconomico per i tempi) della separazione dell'argento dal piombo. La fine del regime e l'alto costo della lavorazione imposero la chiusura della miniera e di conseguenza la fine della borgata, popolata dagli operai con le loro famiglie e il minuscolo "indotto" della comunità residente. (Brigaglia, 2008)

Le dinamiche di trasformazione territoriale dell'ultimo secolo hanno portato a sensibili differenze tra territori o centri urbani che si sono perlopiù conservati e territori o centri urbani che si sono perlopiù trasformati, ponendo in evidenza come a questi due estremi corrispondano spesso significative differenze tra i rispettivi processi di sviluppo. I centri ed i territori "conservati" coincidono quasi sempre con dinamiche di perdita di popolazione ed in qualche caso sono sotto la minaccia di divenire completamente spopolati. I centri ed i territori "trasformati" per contro coincidono con dinamiche che, poiché vicine a grandi città o per ragioni legate a particolari situazioni, sono generalmente soggette a notevoli trasformazioni (urbanizzazione, attività turistiche...). Il Manuale del recupero dei centri storici della Sardegna "Architetture delle colline e degli altipiani centro-settentrionali" illustra come *"Dalla seconda metà del XX secolo in poi la città, che prima prevedeva un modello stratificato è passata dal modello della crescita per sovrapposizione più o meno sulla stessa base (stratificazione) ad una crescita per mutazione, ad esempio attraverso costanti fenomeni di addizione e di sostituzione parziali."* (Cadinu Marco, 2009)

Per un ulteriore approfondimento si invita alla lettura dell'elaborato:

- DTG_031_RELAZIONE PAESAGGISTICA.

7.3 Stato di fatto dell'area di progetto

L'area oggetto di intervento è situata a est della frazione Pozzo San Nicola del comune di Stintino, che dista in linea d'aria rispettivamente 2 km dal lotto 1 e 4 km circa dal lotto 2. Essa è inserita in un contesto territoriale delimitato dalla SP57 a nord e dalla SP34 a sud.

Il Lotto 1 è attualmente costituito da seminativi non irrigui, con macchie d'alberi e siepi sui bordi degli appezzamenti. Ad ovest dell'area è presente un rustico ad uso agricolo che sarà necessario demolire, mentre a nord è presente una macchia boscata, che è stata esclusa dal progetto per non arrecare disturbo alla flora e fauna che vi abitano.



Figura 6: Stato di fatto del lotto 1, vista da sud

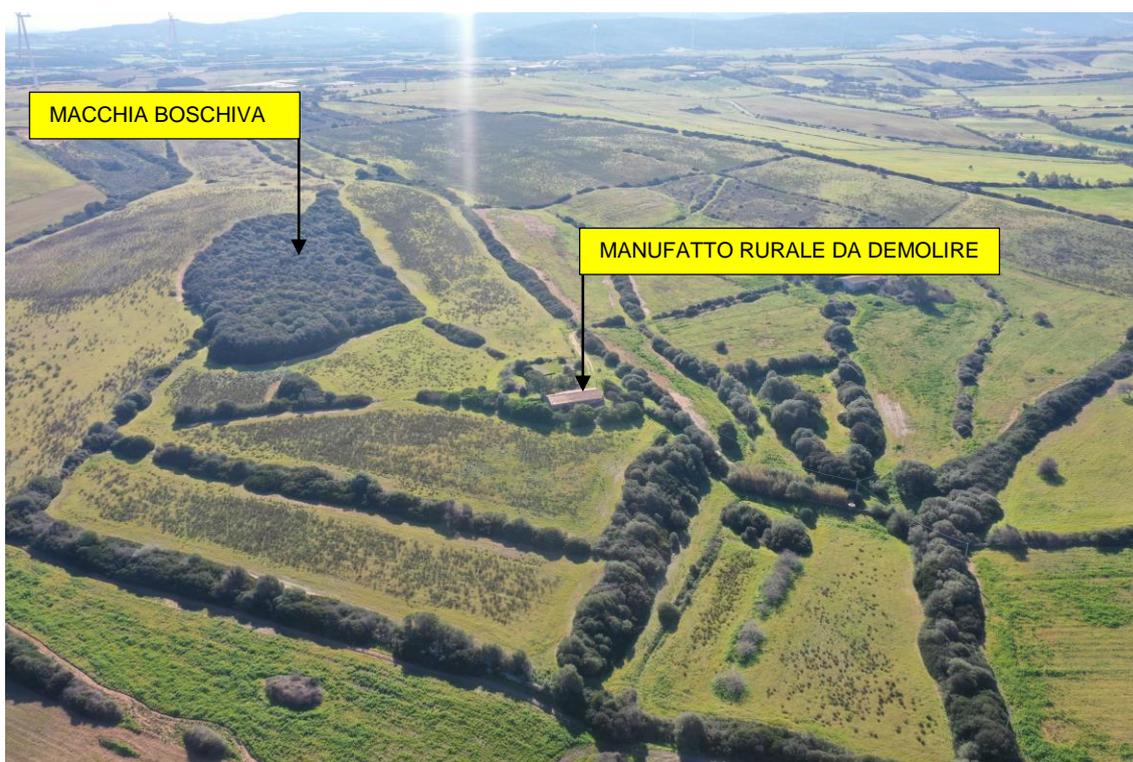


Figura 7: Stato di fatto del lotto 1, vista da ovest



Figura 8: Stato di fatto del lotto 1, vista da nord



Figura 9: Stato di fatto del lotto 1, vista da est

Nell'area del lotto 1 sono presenti dei rustici agricoli in stato di degrado, di cui è prevista la demolizione.



Figura 10.: Edificio da demolire nel lotto 1

Il lotto 2 è costituito da prati magri, adatti al pascolo libero degli ovini, con sporadiche macchie di vegetazione arborea ed arbustiva.



Figura 11: lotto 2, vista da nord



Figura 12: Stato di fatto del lotto 2, vista da est



Figura 13: Stato di fatto del lotto 2, vista da sud

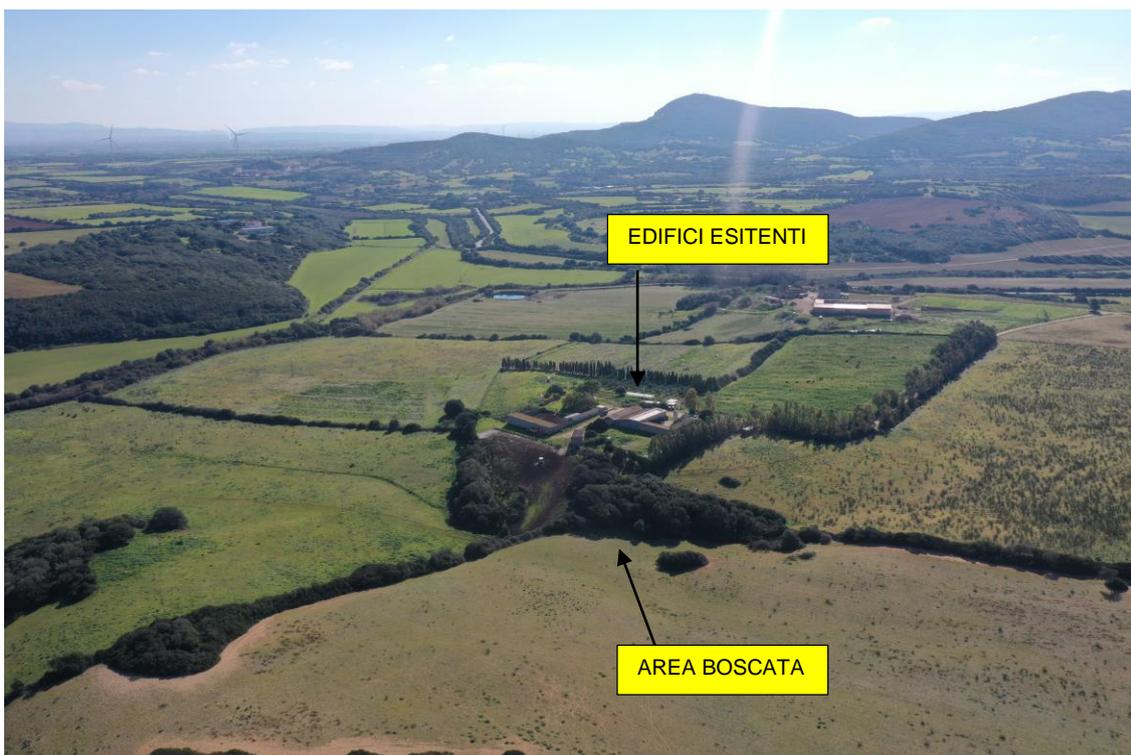


Figura 14: Stato di fatto del lotto 2, vista da ovest

Nell'area del lotto 2 sono presenti dei rustici e altre costruzioni facenti parte dell'azienda agricola esistente, che condurrà l'attività zootecnica associata all'impianto agro-voltaico.



Figura 15: Azienda agricola Ledda, stalle e complesso residenziale



Figura 16: Azienda agricola Ledda, ovili

7.4 Inquadramento urbanistico – Regolamento Urbanistico del Comune di Sassari

L'area preposta ad ospitare l'impianto agro-voltaico, è situata interamente nel comune di Sassari. L'area di progetto ricade nella categoria, definita dal Piano Urbanistico Comunale, come E 2.b "*Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva in terreni non irrigui*". Il cavodotto ricade parzialmente nella categoria E2.b, precedentemente definita, e nella categoria D1.1 "*Aree industriali e artigianali del piano regolatore territoriale CIP*".

L'impianto in progetto ricade all'interno di un contesto paesaggistico fortemente caratterizzato e modificato dalla componente antropica, infatti come si evince dall'immagine seguente, nella porzione di territorio compreso dai due lotti, sono presenti delle aree con destinazione urbanistiche D.4 "*Aree estrattive di prima e seconda categoria*" e G.4.1.1 "*Discariche RSU*". Infine contigue alle aree dell'impianto sono presenti delle aree con destinazione H 3.2 "*Scavi e cave dismesse*".

Da sottolineare è il fatto che l'impianto sia un agro-voltaico integrato con l'attività di pascolo degli ovini. Ciò non solo riduce fortemente l'impatto sul paesaggio nella sua componente fisica, ma anche in quella socio-culturale mantenendo essenzialmente intatto il carattere pastorale dell'agro di Sassari.

L'impianto entra a far parte del più largo filone della cosiddetta "*Agricoltura 4.0*". Cioè una agricoltura moderna, multifunzionale e multidisciplinare nella quale gli interessi produttivi coincidono con gli interessi di tutela del paesaggio. Per un approfondimento sui benefici dell'agro-voltaico si invita alla lettura del capitolo 14.

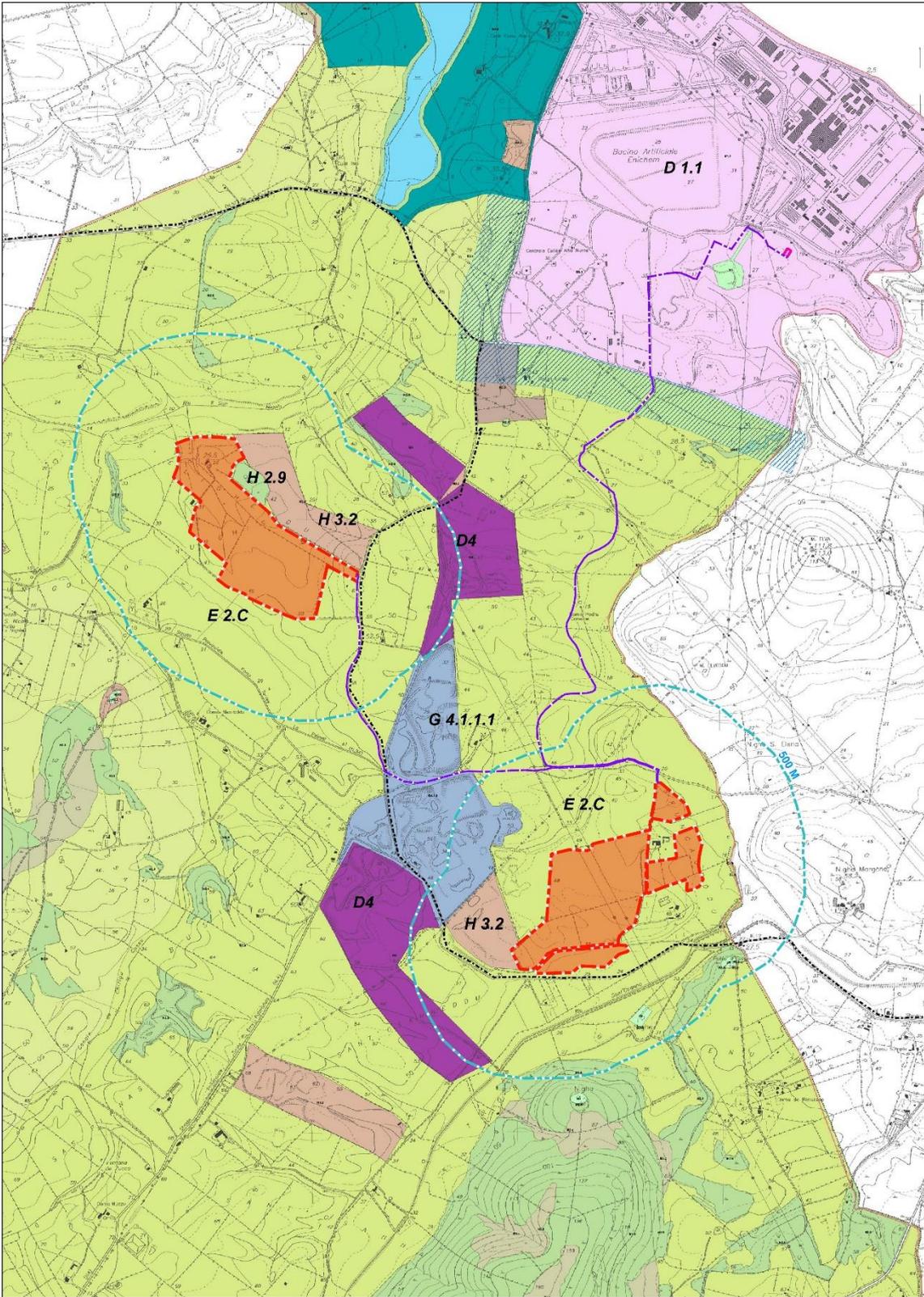


Figura 17 - Inquadramento su Piano Urbanistico Comunale di Sassari – Tavola 5.6.3

INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

ZONE D

Inseidiamenti produttivi a carattere industriale artigianale e commerciale

D 1.1	Aree industriali e artigianali del piano regolatore territoriale CIP
D 1.2	Aree industriali e artigianali in Regione Ottava
D 2.1	Inseidiamenti produttivi compatibili con la residenza
D 2.2	Inseidiamenti produttivi artigianali
D 2.3	Inseidiamenti produttivi artigianali agro-industriali
D 3	Grandi centri commerciali esistenti
D 4	Aree estrattive di prima e seconda categoria

BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI

EX ART. 142 D.Lgs. n° 42/04 e successive modifiche

H 2.9	Bochi e foreste (art. 2 Comma 6 D.Lgs. 227/01)
-------	--

AREE DI RECUPERO AMBIENTALE

AREE DEGRADATE

H 3.1	Discariche dismesse
H 3.2	Sassi e cave dismesse
H 3.3	Aree di riqualificazione ambientale

AREE INEDIFICABILI

H 4	Zona di inedificabilità - Cfr. Art.17bis NTA
-----	--

Sottozona G 4 Infrastrutture territoriali legate ai cicli ecologici

Ciclo dei rifiuti

G 4.1.1	Discariche RSU
G 4.1.2	Impianti trattamento rifiuti
G 4.1.3	Isote ecologiche

AREE A UTILIZZAZIONE AGRO-FORESTALE Cfr. Art. 43 NTA

E 1.b	Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata. Media/bassa produttività e specializzazione della coltura agraria, in coerenza con la suscettibilità dei suoli e con rilevanza socio-economica
E 2.a	Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva in terreni irrigui
E 2.b	Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva in terreni non irrigui
E 2.c	Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva anche in funzione di supporto alle attività zootecniche insediamenti in aree a bassa marginalità
E 3.a	Aree agricole, caratterizzate da un intenso frazionamento fondiario e dalla compresenza di una diffusione insediativa discontinua prevalentemente di tipo residenziale
E 4	Aree caratterizzate da presenza ineditative utilizzabili per l'organizzazione di centri rurali
E 5.a	Aree agricole marginali nelle quali vi è l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale. Aree con marginalità moderata utilizzabili anche con attività agro-zootecniche estensive a basso impatto e attività silvopastorali
E 5.c	Aree agricole marginali nelle quali vi è l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale. Aree con marginalità elevata e con funzioni di protezione del suolo ed esigenze di conservazione.

Figura 18: Legenda Tavola 5.6.3 - Piano Urbanistico Comunale di Sassari

Concludendo, il progetto è compatibile con lo strumento urbanistico comunale.

7.5 Analisi dei vincoli di carattere paesaggistico-ambientale

L'impianto agrivoltaico in progetto e le sue relative aree ricadono in un contesto territoriale dove sono presenti delle aree vincolate interessate da tutela naturalistica e/o ambientale, o comunque di valenza paesaggistica. È stato preso in considerazione un buffer di 4 chilometri dall'impianto e sono state riscontrate le seguenti aree e beni di valenza paesaggistica/culturale.

BENI DI INTERESSE ARCHEOLOGICO

- Nuraghe San Nicola
- Nuraghe Casteddu
- Nuraghe Renuzzu
- Nuraghe San Nicola
- Nuraghe Palaonessa
- Nuraghe Erculi
- Cule Ercoli
- Cuile Guardiasecca
- Cuile Cagaboi
- Cuile Issi
- Cuile Montiscoba

COMPONENTI ASSETTO AMBIENTALE (foreste e boschi)

- Piccoli boschi di latifoglie
- Formazioni riconducibili alla macchia mediterranea e alla gariga
- Formazioni igrofile sulle sponde del Fiume Santo e del Riu san Nicola

SISTEMA ECOLOGICO FUNZIONALE (corpi idrici)

- Fiume Santo
- Riu San Nicola
- Stagno di Pilo
- Bacino artificiale Cazzalarga

SISTEMA ECOLOGICO FUNZIONALE (aree protette)

- IBA (*Important Bird Area*) "Stagni di Casaraccio, Saline di Stintino e Stagni di Pilo"
- S.I.C. "Stagno di Casaraccio, Saline di Stintino e Stagno di Pilo" codice ITB010002.

Dall'analisi condotta è emerso che l'impianto agro-voltaico in progetto e le relative opere non ricadono in nessuna delle suddette aree interessate da disposizioni di tutela naturalistica e/o ambientale, o, comunque di valenza paesaggistica.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione:

- DTG_031_RELAZIONE PAESAGGISTICA.

7.6 Inquadramento geologico generale

Nel rimandare alla consultazione della Documentazione Tecnica “DTG_071_Relazione geologica” e “DTG_072_Relazione geotecnica” per quanto attiene alla caratterizzazione geologica e geotecnica del sito, si riportano di seguito le principali conclusioni dello Studio specialistico a firma della Dott.ssa Cosima Atzori.

L'area di studio ricade parzialmente nella zona a Falde Interne del basamento varisico sardo; ma comprende soprattutto rocce delle coperture mesozoiche, che in quest'area dell'Isola sono costituite da sedimenti alluvionali del Buntsandstein (Trias medio), su cui poggiano in trasgressione i sedimenti carbonatici di ambiente neritico (Muschelkalk) e poi quelli evaporitici (Keuper). Seguono le rocce della successione vulcano-sedimentaria Miocenica, e i depositi quaternari. Le Unità Tettoniche affioranti nel settore occidentale dell'area vasta sono costituite da originarie successioni sedimentarie e vulcaniche di età compresa tra il Cambriano e il Carbonifero inferiore, note come Unità di Canaglia, Li Trumbetti e Argentiera. Il settore di interesse all'installazione dell'impianto fotovoltaico si trova nella zona cosiddetta a Falde interne, caratterizzata da fenomeni di medio e basso metamorfismo, localizzata nell'area geografica della Nurra. L'area vasta è costituita principalmente da unità di età paleozoica e mesozoica di origine sedimentaria, da rocce magmatiche a carattere effusivo, e da depositi recenti rappresentati dai prodotti di disfacimento della roccia madre e dei suoi derivati che vanno a colmare le vallecole e/o i piccoli impluvi presenti.

Per quanto riguarda l'assetto strutturale dell'area vasta, quest'ultima riflette essenzialmente eventi deformativi di età cenozoica ed in minor misura mesozoica. La tettonica varisica, che è polifasica ed è responsabile della strutturazione del basamento, ha rilevanza solo nel settore della Nurra occidentale.

I principali lineamenti strutturali, nell'area vasta, derivano dall'evoluzione stratigrafica e tettonica oligo-miocenica, responsabile dello sviluppo dei bacini del Logudoro e di Porto Torres e dell'intenso vulcanismo calcalalino.

L'area di studio è caratterizzata dall'affioramento delle coperture terziarie oligo-mioceniche, costituite da argille arrossate con livelli e lenti di conglomerati a ciottoli di basamento paleozoico, vulcaniti e calcari mesozoici di ambiente fluviale e da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. I depositi quaternari sono principalmente costituiti da coltri eluvio-colluviali di spessore molto modesto e depositi di versante.

Non sono evidenti tracce di lineazioni tettoniche evidentemente obliterate dalle coperture recenti.

7.7 Interferenze con infrastrutture esistenti

L'impianto non presenta particolari criticità dal punto di vista realizzativo, in relazione alle infrastrutture esistenti. Infatti, l'area di intervento è distante da zone urbane e l'impianto risulta raggiungibile da strade sterrate, direttamente collegate alle Strade Provinciali 57 e 34.

Le uniche interferenze con infrastrutture esistenti riguardano la posa del cavidotto MT di connessione alla rete. Lungo il suo tracciato, infatti, è necessario attraversare trasversalmente la Strada Provinciale 57. Il cavidotto interrato verrà dunque posato, tramite l'utilizzo della tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), riducendo al minimo l'impatto della posa del cavidotto sul paesaggio, sull'ambiente e sulla circolazione veicolare.

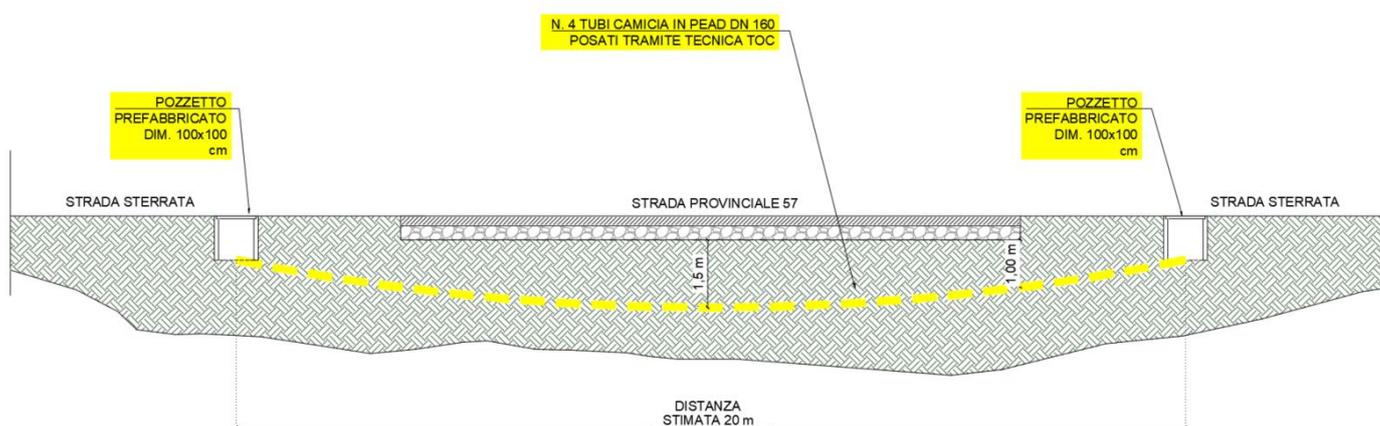


Figura 19: Sezione posa cavidotto tramite tecnica T.O.C.

8 CONFIGURAZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

8.1 Criteri di scelta del sito

I principali criteri di scelta perseguiti per l'individuazione del sito, in coerenza con il quadro normativo nazionale e regionale, sono stati i seguenti:

- Individuazione di zone del territorio esterne ad ambiti di particolare rilevanza sotto il profilo paesaggistico-ambientale;
- compatibilità delle pendenze del terreno rispetto ai canoni richiesti per l'installazione di impianti fotovoltaici che impiegano la tecnologia degli inseguitori mono assiali;
- opportuna distanza da zone di interesse turistico e dai centri abitati;
- rispondenza del sito alle seguenti caratteristiche richieste dalla tipologia di impianto in progetto:
 - a) **Radiazione solare diretta al suolo.** È la grandezza fondamentale che garantisce la produzione di energia durante il periodo di funzionamento dell'impianto.
 - b) **Area richiesta.** La dimensione dell'area richiesta per un impianto è essenzialmente determinata dal numero di *tracker* da installare, poiché le "power station" e i vari sistemi ausiliari occupano un'area relativamente modesta se paragonata a quella del "solar field". Nel caso specifico, l'inter distanza tra le file di *tracker* è stata ottimizzata rispettando le prescrizioni richieste per gli impianti agrivoltaici;
 - c) **Pendenza del terreno massima accettabile.** Sotto il profilo generale, la pendenza massima accettabile del terreno deve valutarsi sia nell'ottica di minimizzare gli ombreggiamenti reciproci tra le file di *tracker* sia in rapporto alle stesse esigenze di un'appropriata installazione degli inseguitori.
 - d) **Connessione alla rete elettrica nazionale.** Data la potenza prevista, l'impianto dovrà essere connesso alla rete elettrica nazionale da una linea di media tensione. Per evitare ingenti costi di connessione, che si ripercuoterebbero direttamente sul costo di produzione dell'energia elettrica, la distanza del sito da una cabina primaria esistente dovrebbe essere ridotta al minimo.

I terreni individuati nell'agro sassarese, rispondono pienamente ai criteri sopra individuati. Se ne riportano di seguito le caratteristiche peculiari:

- **Superficie.** L'estensione complessiva è pari a circa 70 ettari e risulta omogenea sotto il profilo delle condizioni di utilizzo.
- **Ostacoli per la radiazione solare.** Non sono stati riscontrati elementi morfologici che possano ostacolare la radiazione diretta utile, data la significativa distanza dalle più prossime colline e la modesta altezza dei rilievi presenti in questa zona della provincia di Sassari.
- **Strade di collegamento.** Il sito, è servito da una strada sterrata che costeggia il lotto 1 e lo mette in diretto collegamento con la SP57 e la SP34, mentre il lotto 2 è direttamente servito dalla SP34. I due assi viari, assieme ai numerosi sterrati allegati di servizio all'attività agricola, serviranno ai mezzi di trasporto di beni e materiali per le attività di cantierizzazione dell'intervento.
- **Vegetazione.** I terreni ubicati presso l'area sono seminativi, bordati da arbusti con presenza occasionale di piccole macchie boscate.
- **Presenza di zone di interesse naturalistico.** Il sito non presenta particolare interesse naturalistico.
- **Vincoli paesaggistici:** Nel sito non si rileva la presenza di vincoli paesaggistici.
- **Pendenze del terreno.** L'area è in leggera pendenza verso sud.
- **Distanza linea elettrica.** Possibilità di connettersi alla rete elettrica nazionale nel raggio di 3 km.
- **Altre caratteristiche.** La zona, marcatamente agricola è caratterizzata da forme irregolari dei campi e dalla presenza di seminativi e rustici. I quali però risultano semiabbandonati se non abbandonati del tutto. L'antico carattere di pastorizia è molto ridotto. In questo senso, un impianto agro-voltaico correlato a pascolo di ovini può rappresentare un progredimento del paesaggio locale in termini di multifunzionalità ed efficienza.

8.2 Planimetria del campo agro-voltaico e potenza complessiva

Nell'ottica di pervenire alla determinazione del valore di potenza di connessione richiesta al gestore di rete, si è proceduto, in primo luogo, alla scelta di moduli FV con caratteristiche di potenza di picco in linea con lo stato dell'arte ed alla successiva definizione del layout d'impianto. Quest'ultimo è stato ottimizzato in funzione dell'orientamento dei terreni interessati e delle soluzioni tipologico-costruttive dei *tracker* mono assiali, correlati alle caratteristiche di un agro-voltaico.

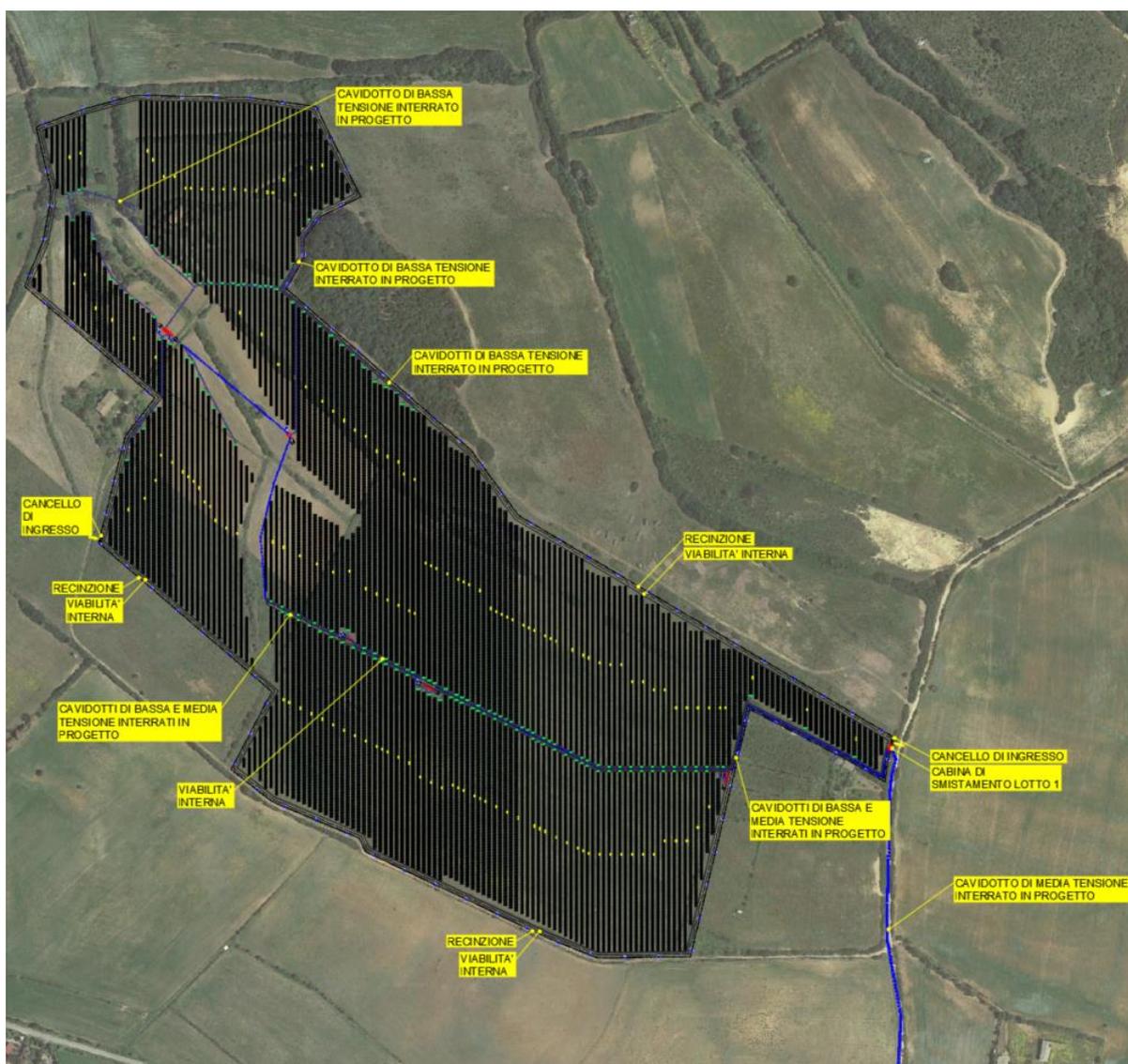


Figura 20 – Planimetria lotto 1 in progetto

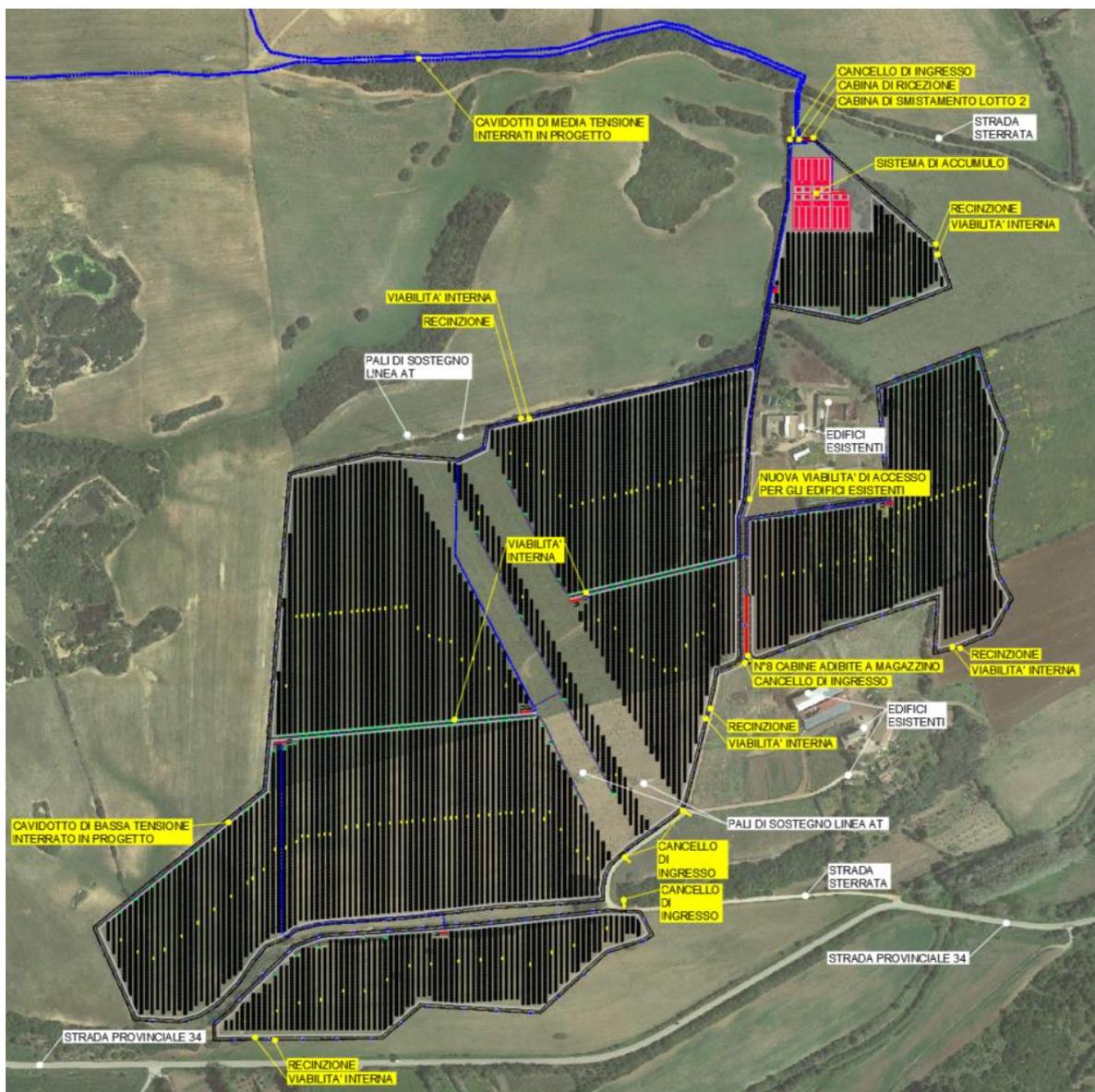


Figura 21 - Planimetria lotto 2 in progetto

I *tracker*, disposti secondo un allineamento Nord-Sud, consentono la rotazione dei moduli fotovoltaici da Est a Ovest, per un angolo complessivo di circa 110°.

Ogni *tracker* sarà mosso da un motore elettrico comandato da un sistema di controllo che regolerà la posizione più corretta al variare dell'orario e del periodo dell'anno, seguendo il calendario astronomico solare.

L'intera struttura rotante del *tracker* sarà sostenuta da pali infissi nel terreno, costituenti l'unica impronta a terra della struttura. Non è prevista pertanto la realizzazione di fondazioni o basamenti in calcestruzzo, fatte salve diverse indicazioni che dovessero scaturire dalle indagini geologico - geotecniche da eseguirsi in sede di progettazione esecutiva.



Figura 22 - Montaggio tracker

La distanza prevista tra gli assi dei *tracker*, al fine di ridurre convenientemente le perdite energetiche per ombreggiamento, sarà di circa 5,6 m. L'altezza delle strutture, misurata al mozzo di rotazione, sarà di circa 2,30 m dal suolo. La profondità di infissione dei profilati in acciaio di sostegno è stimabile in circa 1,50 metri. L'impianto fotovoltaico sarà composto dall'insieme dei moduli ad alta efficienza contenenti celle al silicio, in grado di trasformare la radiazione solare in corrente elettrica continua, dagli inverter e dai trasformatori elevatori di tensione, che saranno collegati tra di loro e, per ultimo, alla rete mediante dispositivi di misura e protezione. I pannelli avranno dimensioni indicative 2.384 x 1.303 mm e saranno incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di circa 35 mm, per un peso totale di circa 38,2 kg ciascuno. Tenuto conto della superficie utile all'installazione degli inseguitori mono assiali e delle dimensioni standard dei *tracker* i *cluster* di produzione presentano le seguenti caratteristiche principali.

Modello moduli FV	Tipo Astronergy ASTRO 6 TWINS CHSM66M-HC 655 W
Distanza E-W tra le file	5,6 m
Distanza N-S tra le file	0,20 m
n. tracker da 28 moduli	2.482
n. tracker da 14 moduli	220
n. tracker da 7 moduli	248

n. totale moduli	74.312
n. inverter	306
n. quadri di parallelo	306
Potenza DC (kWc)	48.674
Potenza AC (kVA)	45.900
Rapporto Pnom (DC/AC)	1,060

La potenza complessiva nominale dell'impianto, considerando n. 74.312 moduli da 655 Wp, sarà pertanto di 48.674 kWc mentre la potenza in AC sarà pari a 45.900 kVA, con un rapporto DC/AC di circa 1,060.

8.3 Distribuzione principale dei cavi di energia

Per la realizzazione del campo è stato necessario prevedere una rete di cavidotti interrati per la connessione di linee di bassa e media tensione tra cabine e inverter all'interno dell'area di intervento. Esternamente, invece, si sviluppano due condotte principali: una linea MT che connette il lotto 1 alla cabina di ricezione situata nel lotto 2, e una linea per la connessione dell'impianto fotovoltaico dal lotto 2 alla sottostazione elettrica "Fiume Santo". Nella figura è mostrato il percorso completo di tutti i cavidotti.

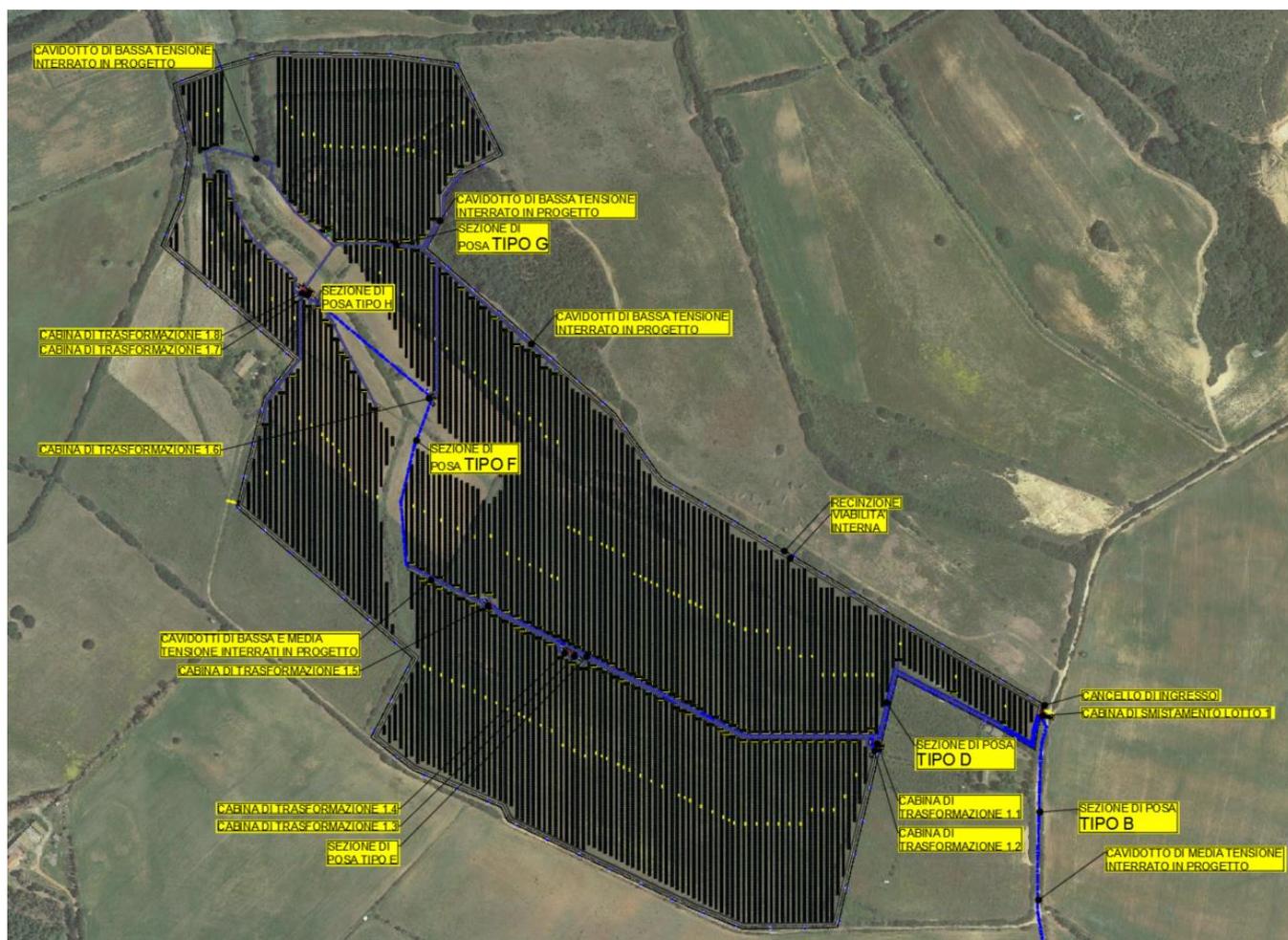


Figura 23: Planimetria cavidotti sotto lotto 1

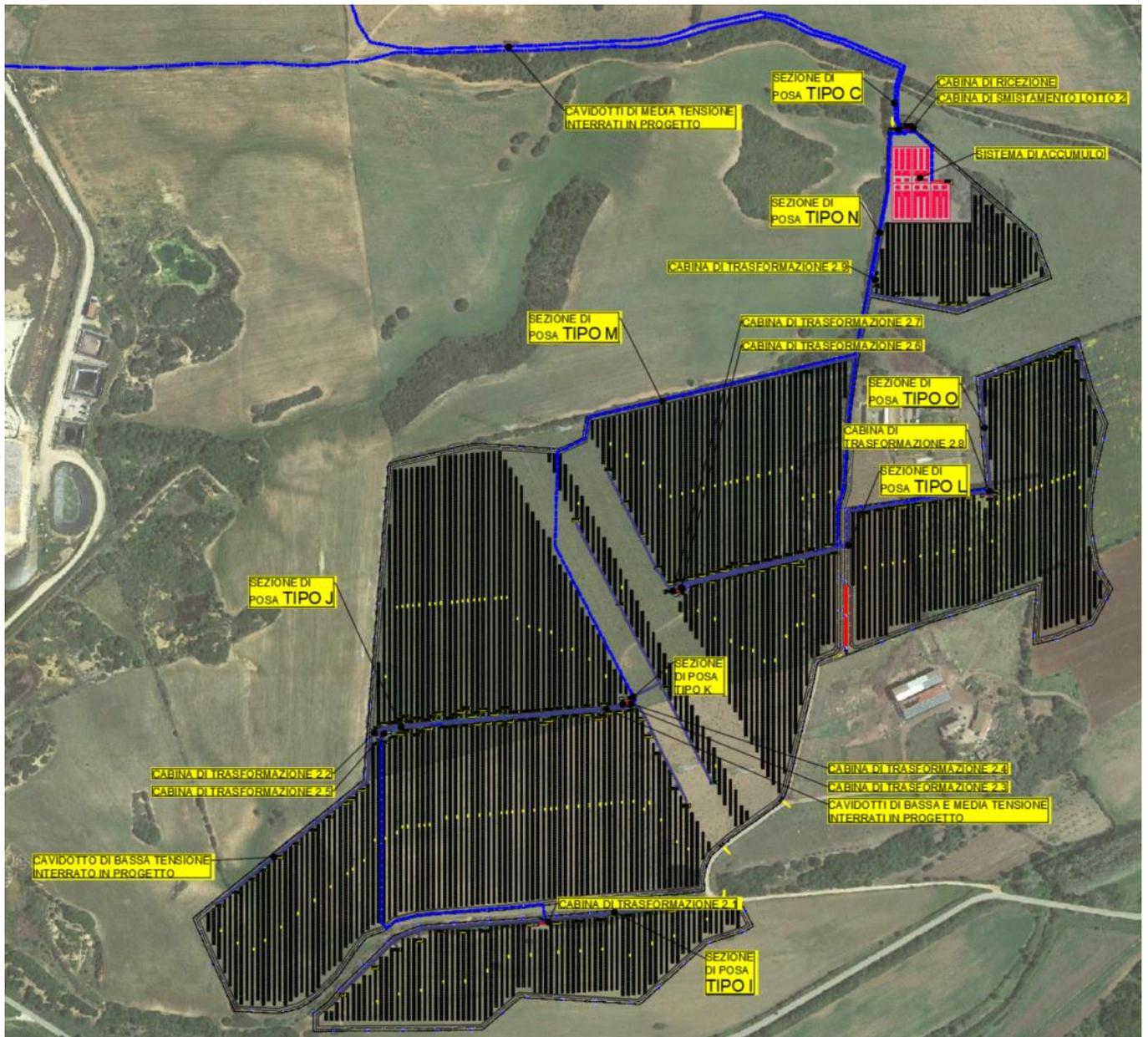


Figura 24: Planimetria cavidotti sotto lotto 2

8.3.1 Connessione alla rete elettrica nazionale

Come indicato nella soluzione tecnica contenuta nel preventivo di connessione, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà connesso alla Rete Elettrica Nazionale presso la sottostazione elettrica sita in Fiume Santo. Dalla cabina di ricezione dal lotto 2 sarà posato un cavidotto in media tensione di lunghezza 4.512 m per la connessione dell'impianto alla suddetta sottostazione. Il cavidotto sarà posato principalmente su terreno naturale o su strada sterrata, a parte per l'attraversamento della Strada Provinciale 57, dove sarà posato tramite tecnica di trivellazione orizzontale TOC.

Per la maggior parte del percorso il cavidotto sarà posato parallelamente ad un elettrodotto già presente al servizio di un parco eolico esistente, situato nelle vicinanze del lotto 2. Per ulteriori dettagli consultare l'immagine seguente.

In tabella sono riassunte le caratteristiche principali del cavidotto:

Tensione/Frequenza di esercizio	30 kV - 50 Hz
Potenza installata	45.900 kW
Corrente Nominale (Lato M.T.)	883,35 A
Tipo di cavo	ARE4H5EX -18/36kV 3x(3x1x240) mmq
Lunghezza	4.512 m

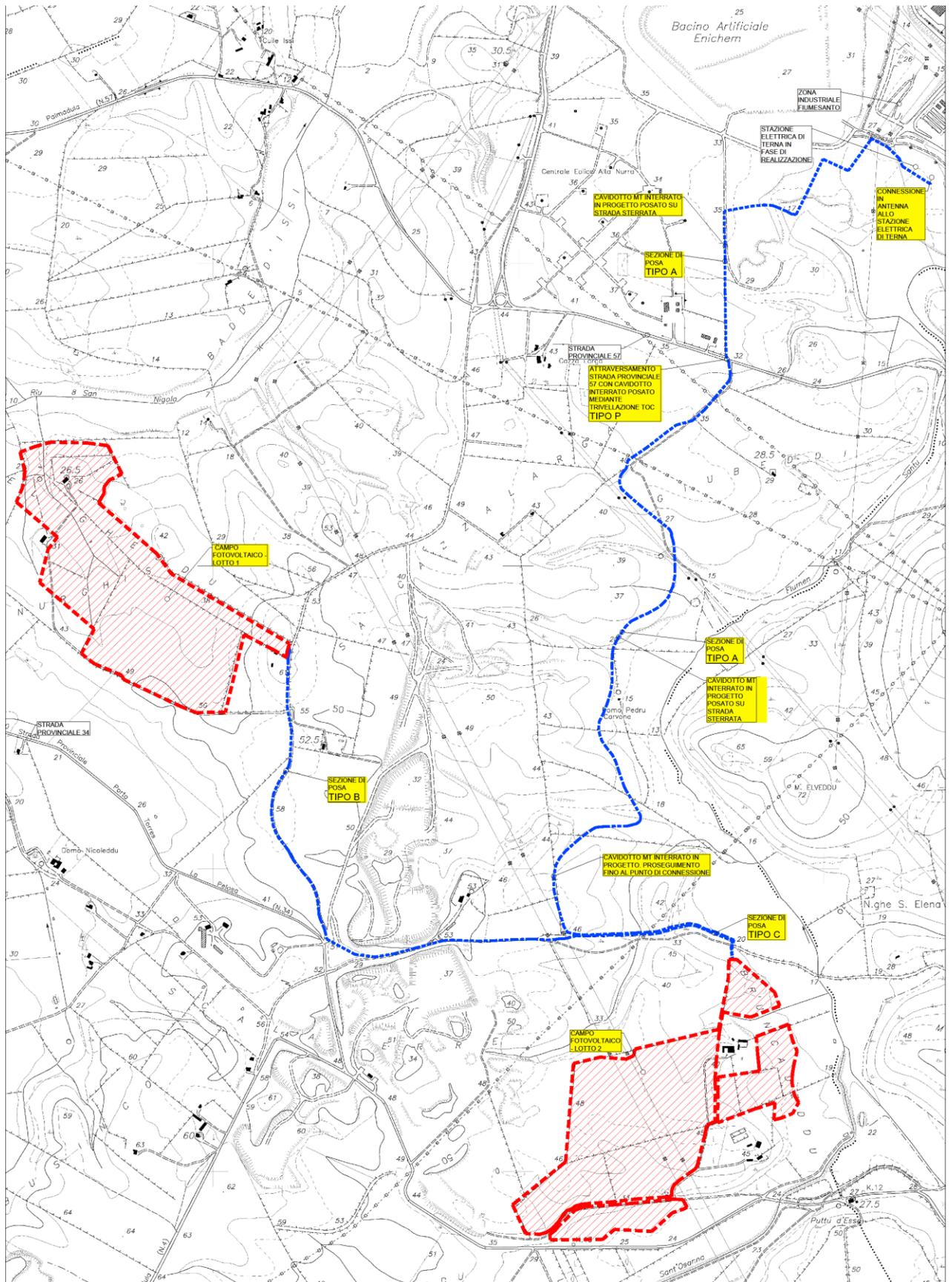


Figura 25 - Percorso cavidotto di media tensione per la connessione sulla rete elettrica nazionale

8.4 Potenzialità energetica del sito ed analisi di producibilità dell'impianto

8.4.1 Premessa

La stima della potenzialità energetica dell'impianto è stata condotta avuto riguardo dei seguenti aspetti:

- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici, urbanistici e insediativi;
- disposizione sul terreno delle superfici captanti.

Ai fini del calcolo preliminare della potenzialità dell'impianto è stato utilizzato il software commerciale PVSYST (versione 7.2), in grado di calcolare l'irraggiamento annuale su una superficie assegnata e la producibilità d'impianto, essendo noti:

- 1) posizione del sito (coordinate geografiche);
- 2) serie storiche dei dati climatici del sito da differenti sorgenti meteo (Meteonorm, PVGIS, NASA- SEE, ecc);
- 3) modelli tridimensionali del terreno e delle strutture in elevazione presenti nel sito;
- 4) modelli e caratteristiche tecniche dei componenti d'impianto (moduli, inverter, ecc.);
- 5) tipologia e planimetria dello specifico impianto fotovoltaico.

Il risultato dell'analisi è rappresentato da:

- a) modelli tridimensionali con l'analisi dell'ombreggiamento nell'anno;
- b) mappe di irraggiamento solare e producibilità annuale e specifica;
- c) diagramma delle perdite relative ad ogni singola parte costituente l'impianto FV.

8.4.2 I risultati del calcolo

Ai fini del calcolo della potenzialità dell'impianto, e in particolare per la simulazione, sono stati considerati i dati di irraggiamento orario sul piano orizzontale (kWh) e quelli di irraggiamento diretto (DNI) relativi al database meteorologico METEONORM 8.0.

8.4.3 Stima dell'irraggiamento globale ed incidente sul piano dei collettori

A partire dai dati giornalieri e orari della base dati meteo prescelta, sono stati stimati l'irraggiamento globale su piano orizzontale e incidente sul piano dei collettori (kWh/m²) per tutti i mesi dell'anno.

8.4.3.1 *Simulazione energetica*

Il calcolo dell'energia producibile dall'impianto fotovoltaico è stato condotto considerando tutti gli elementi che influiscono sull'efficienza di produzione a partire dalle caratteristiche dei pannelli FV, dalla disposizione e dal numero dei *tracker* e dalle loro caratteristiche tecnologiche. Il diagramma delle perdite complessive tiene conto di tutte le seguenti voci:

- radiazione solare effettiva incidente sui concentratori, legata alla latitudine del sito di installazione, alla riflettanza della superficie antistante i moduli fotovoltaici;
- eventuali ombreggiamenti (dovute ad elementi circostanti l'impianto o ai distanziamenti degli inseguitori);
- temperatura ambiente e altri fattori ambientali e meteorologici;
- caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura; perdite per disaccoppiamento o mismatch, ecc.;
- efficienza inverter, perdite nei cavi e nei diodi di stringa.

Il valore di irraggiamento effettivo sui collettori, conseguente alle modalità di captazione previste (impiego di inseguitori solari mono assiali), è pari a circa 2.200 kWh/m² anno.

La produzione energetica totale stimata per la centrale in progetto è indicata nell'immagine riportata di seguito.

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta

50737.96 MWh/anno

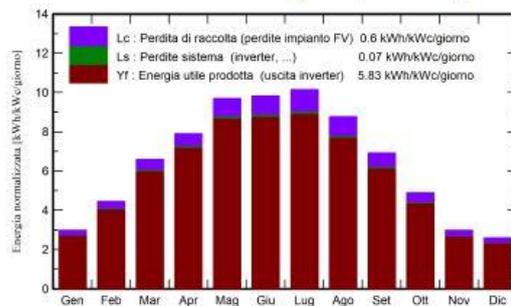
Prod. Specif.

2126 kWh/kWc/anno

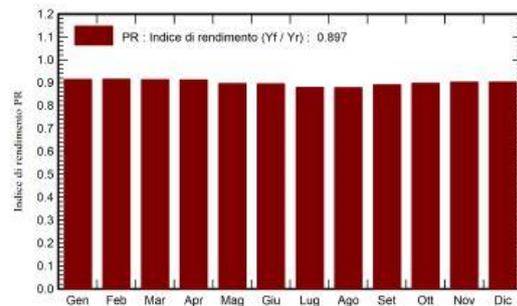
Indice di rendimento PR

89.70 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	68.2	30.05	11.79	92.5	82.0	2040	2017	0.914
Febbraio	89.7	32.19	10.86	124.6	111.7	2755	2723	0.916
Marzo	150.3	47.17	12.31	204.5	186.8	4514	4458	0.914
Aprile	181.8	58.08	15.33	237.0	219.5	5228	5161	0.913
Maggio	227.7	67.41	19.22	300.8	279.6	6517	6432	0.896
Giugno	228.1	68.94	21.17	294.7	274.7	6377	6294	0.895
Luglio	239.4	67.19	24.94	314.9	293.3	6700	6615	0.880
Agosto	204.9	58.56	24.92	272.0	252.2	5779	5707	0.879
Settembre	154.6	51.76	21.21	207.9	190.7	4475	4421	0.891
Ottobre	112.2	43.23	19.00	151.8	137.0	3286	3249	0.897
Novembre	66.4	34.06	15.66	89.4	79.3	1947	1926	0.903
Dicembre	59.3	27.35	13.40	80.6	70.8	1755	1736	0.903
Anno	1782.6	586.00	17.53	2370.6	2177.6	51372	50738	0.897

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento

Figura 26 - Produzione Lotto 1

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta

53933.05 MWh/anno

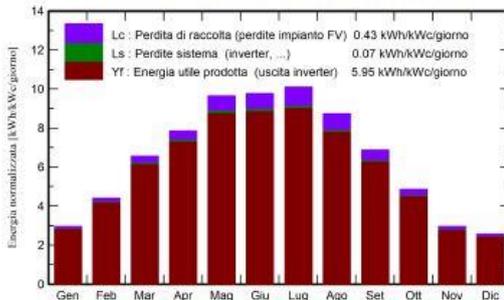
Prod. Specif.

2173 kWh/kWc/anno

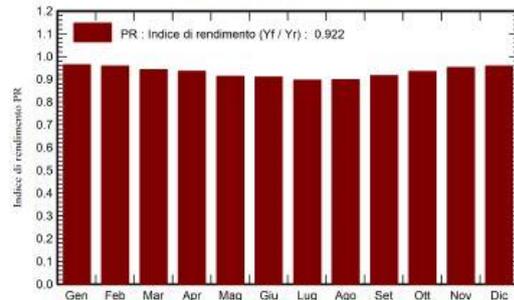
Indice di rendimento PR

92.25 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	68.2	30.05	11.79	91.8	86.2	2220	2196	0.964
Febbraio	89.7	32.19	10.86	123.2	116.0	2965	2930	0.958
Marzo	150.3	47.17	12.31	203.3	192.1	4814	4753	0.942
Aprile	181.8	58.08	15.33	235.8	224.3	5540	5468	0.935
Maggio	227.7	67.41	19.22	299.3	284.4	6872	6781	0.913
Giugno	228.1	68.94	21.17	293.3	279.0	6715	6628	0.911
Luglio	239.4	67.19	24.94	313.3	297.8	7057	6966	0.896
Agosto	204.9	58.56	24.92	270.7	257.2	6111	6034	0.898
Settembre	154.6	51.76	21.21	206.5	195.5	4756	4698	0.917
Ottobre	112.2	43.23	19.00	150.6	142.0	3530	3490	0.934
Novembre	66.4	34.06	15.66	88.6	83.2	2115	2093	0.952
Dicembre	59.3	27.35	13.40	79.8	74.7	1917	1896	0.958
Anno	1782.6	586.00	17.53	2356.2	2232.2	54612	53933	0.922

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento

Figura 27 – Produzione Lotto 2

La produzione annua simulata dell'impianto oggetto della presente relazione, considerando dunque entrambi i lotti, è di 104,67 GWh con un rendimento medio di circa 91 %.

8.5 Principali ricadute positive

8.5.1 Premessa

Si riepilogano di seguito le principali ricadute ambientali positive dell'iniziativa, misurabili in termini di contributo alla riduzione delle emissioni di gas serra, emissioni evitate di composti inquinanti in atmosfera e risparmio di risorse fossili non rinnovabili.

8.5.2 Contributo alla riduzione di CO₂

Come sottolineato in precedenza, la produzione di energia attraverso sistemi fotovoltaici non richiede consumo di combustibili fossili e non determina emissioni di gas serra.

Tale affermazione, tuttavia, può ritenersi del tutto corretta se ci si riferisce esclusivamente alle emissioni imputabili all'energia prodotta dall'impianto durante la sua vita utile. In realtà, un bilancio completo delle emissioni di anidride carbonica imputabili alla realizzazione di un impianto fotovoltaico dovrebbe tenere in considerazione anche le emissioni di CO₂ attribuibili all'energia spesa per la realizzazione dell'impianto, con riferimento al suo intero ciclo di vita, sintetizzabile nelle fasi di realizzazione dei manufatti, trasporto in situ, installazione dell'impianto, esercizio e dismissione al termine della sua vita utile. Sotto questo profilo, peraltro, è acclarato che i sistemi fotovoltaici generano, nel loro arco di vita, una quantità di energia ben superiore a quella necessaria alla produzione, installazione e rimozione.

Un indicatore adeguato ad esprimere questo bilancio e frequentemente utilizzato per valutare i bilanci di energia di sistemi di produzione energetici, è quello che viene definito "tempo di ritorno dell'investimento energetico" (TRIE) calcolato come rapporto tra la somma dei fabbisogni energetici imputabili alle singole fasi del ciclo di vita di un impianto e la produzione energetica annua erogabile dall'impianto stesso. Tuttavia, spesso, a causa dell'indisponibilità di informazioni relative ai fabbisogni energetici imputabili soprattutto alle fasi di trasporto, installazione e dismissione, il TRIE viene semplicisticamente calcolato con riferimento alla sola energia di fabbricazione del sistema. In tal caso il TRIE coincide col cosiddetto energy payback time ovvero il tempo richiesto dall'impianto per produrre tanta energia quanta ne è stata spesa durante le fasi di produzione industriale dei pannelli fotovoltaici che lo costituiscono.

Numerosi studi dimostrano che il periodo di pay back time è sostanzialmente lo stesso sia per le installazioni su edifici che per quelle a terra, e dipende prevalentemente dalla tecnologia e dal tipo di supporto impiegato. Nel caso di moduli cristallini tale tempo è di

circa 4 anni per sistemi a tecnologia recente, mentre è di circa 2 anni per sistemi a tecnologia avanzata. Relativamente ad i cosiddetti moduli a “membrana sottile” il payback è di circa 3 anni impiegando tecnologie recenti e solamente di un anno circa per le tecnologie più avanzate (Figura 28).

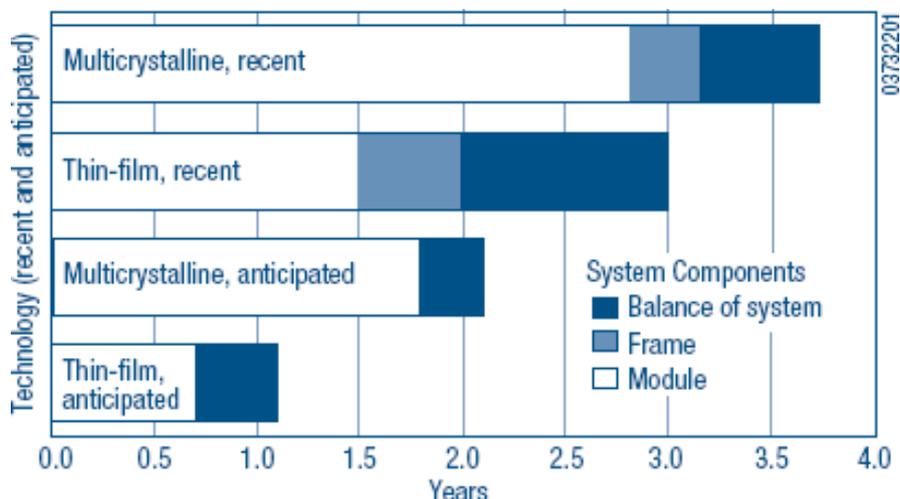


Figura 28 - Variazione dell'Energy payback per le diverse tecnologie di sistemi fotovoltaici (Fonte, U.S. Dep. of Energy)

Per quanto sopra, assumendo realisticamente un'aspettativa di vita dell'impianto di circa 30 anni e supponendo un *pay-back time* pari a 4 anni e una producibilità al primo anno di 104,67 GWh, nell'arco della sua vita utile l'impianto in esame sarebbe in grado di produrre all'incirca $104,67 \times (30 - 4) = 2.721,42$ GWh di energia netta, a meno delle perdite di efficienza. Assumendo conservativamente una perdita di efficienza pari a 1% ogni anno, tale produzione ammonterebbe a circa 2.2272,39 GWh.

Di estrema rilevanza, nella stima delle emissioni evitate da una centrale a fonte rinnovabile, è la scelta del cosiddetto “emission factor”, ossia dell'indicatore che esprime le emissioni associate alla produzione energetica da fonti convenzionali nello specifico contesto di riferimento. Tale dato risulta estremamente variabile in funzione della miscela di combustibili utilizzati e dei presidi ambientali di ciascuna centrale da fonte fossile.

Sulla base di uno studio ISPRA pubblicato nel 2019, potrebbe ragionevolmente assumersi come dato di calcolo delle emissioni di anidride carbonica evitate il valore di 0,45 kg CO₂/kWh, attribuito alla produzione termoelettrica lorda nazionale.

In base a quest'ultima assunzione, le emissioni di CO₂ evitate a seguito dell'entrata in esercizio dell'impianto possono valutarsi come mostrato in Tabella 2- Stima delle emissioni di CO₂ evitate a seguito della realizzazione del proposto impianto fotovoltaico

Tabella 2 - Stima delle emissioni di CO2 evitate a seguito della realizzazione del proposto impianto fotovoltaico

ENERGIA TOTALE PRODOTTA AL NETTO DEL TRIE (MWh)	EMISSIONI SPECIFICHE EVITATE (tCO2/MWh)	EMISSIONI EVITATE (tCO2 nella vita utile)
2.719,496	0,45	1.223,7732

8.5.3 Emissioni evitate di inquinanti atmosferici

Come espresso in precedenza, il funzionamento degli impianti fotovoltaici non origina alcuna emissione in atmosfera. La fase di esercizio non prevede, inoltre, significative movimentazioni di materiali né apprezzabili incrementi della circolazione di automezzi che possano determinare l'insorgenza di impatti negativi a carico della qualità dell'aria a livello locale.

Per contro, l'esercizio degli impianti FV, al pari di tutte le centrali a fonte rinnovabile, oltre a contribuire alla riduzione delle emissioni responsabili del drammatico progressivo acuirsi dell'effetto serra su scala planetaria, concorre apprezzabilmente al miglioramento generale della qualità dell'aria su scala territoriale. Al riguardo, con riferimento ai fattori di emissione riferiti alle caratteristiche emissive medie del parco termoelettrico Enel, la realizzazione dell'impianto potrà determinare la sottrazione di ulteriori emissioni atmosferiche, associate alla produzione energetica da fonte convenzionale, responsabili del deterioramento della qualità dell'aria a livello locale e globale, ossia di Polveri, SO₂ e NO_x (Tabella 3).

PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO (GWh/anno)	PARAMETRO	EMISSIONI SPECIFICHE EVITATE (t/GWh)	EMISSIONI EVITATE (t/anno)
104,596	PTS	0,045	4,710
	SO ₂	0,969	101,43
	NO _x	1,22	127,70

Tabella 3 - Stima delle emissioni evitate a seguito della realizzazione della centrale fotovoltaica

A questo proposito, peraltro, corre l'obbligo di evidenziare come gli impatti positivi sulla qualità dell'aria derivanti dallo sviluppo degli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili, sebbene misurati a livello locale possano ritenersi non significativi, acquistino una rilevanza determinante se inquadrati in una strategia complessiva di riduzione progressiva delle emissioni a livello globale, come evidenziato ed auspicato nei protocolli internazionali di settore, recepiti dalle normative nazionali e regionali.

8.5.4 Risparmio di risorse energetiche non rinnovabili

Al pari degli altri impianti alimentati da fonte rinnovabile, l'esercizio della centrale FV in progetto sarà in grado di assicurare un risparmio di fonti fossili quantificabile in circa 19.573,290 TEP (tonnellate equivalenti di petrolio) /anno, assumendo una producibilità dell'impianto pari a 104.670 MWh/anno ed un consumo di 0,187 TEP/MWh (Fonte Autorità per l'energia elettrica ed il gas, 2008).

9 DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

9.1 Componenti principali e criteri generali di progettazione strutturale ed elettromeccanica

I componenti principali delle opere elettromeccaniche sono i seguenti:

- Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno;
- Inverter;
- Quadri di parallelo;
- Interruttori, trasformatori e componenti per la protezione elettrica per la sezione MT e BT;
- Cavi elettrici per le varie sezioni in corrente alternata e continua.

I criteri seguiti per la definizione delle scelte progettuali degli elementi suddetti sono principalmente riconducibili ai seguenti:

- dimensionare le strutture di sostegno in grado di reggere il peso proprio più il peso dei moduli e di resistere alle due principali sollecitazioni di norma considerate in questi progetti, per il calcolo delle sollecitazioni agenti sulle strutture;
- definire una configurazione impiantistica tale da garantire il corretto funzionamento dell'impianto FV nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc.);
- limitare le emissioni elettromagnetiche generate dalle parti d'impianto che funzionano in MT mediante l'utilizzo di apparecchiature conformi alla normativa CEI e l'eventuale installazione entro locali chiusi (e.g. trasformatore BT/MT);
- limitare le emissioni elettromagnetiche generate dalle parti di cavidotto percorse da corrente in BT mediante l'interramento degli stessi di modo che l'intensità del campo elettromagnetico generato possa essere considerata sotto i valori soglia della normativa vigente
- limitare le emissioni elettromagnetiche generate dalle parti di cavidotto percorse da corrente in MT mediante l'utilizzo di cavi di tipo elicordato di modo che l'intensità del campo elettromagnetico generato possa essere considerata sotto i valori soglia della normativa vigente;

- ottimizzare il layout dell'impianto e dimensionare i vari componenti al fine di massimizzare lo sfruttamento degli spazi disponibili e minimizzare le perdite di energia per effetto Joule;
- definire il corretto posizionamento dei sistemi di misura dell'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico.

9.2 Gli inseguitori mono assiali

Di seguito sono descritte le principali caratteristiche tecniche ed i componenti degli inseguitori solari (*tracker*) mono assiali che verranno installati presso l'impianto FV in progetto.

Tutti i componenti e gli elementi strutturali saranno progettati avuto riguardo delle specifiche condizioni ambientali del sito, secondo le disposizioni della normativa vigente, inclusi i requisiti di resistenza strutturale richiesti per le specifiche condizioni di ventosità del sito.

I moduli FV verranno installati su inseguitori mono assiali con caratteristiche tecniche assimilabili a quelle sviluppate dalla tecnologia Convert Italia S.p.a. o similare.

La tecnologia dell'inseguimento solare lungo la direttrice Est-Ovest è stata sviluppata al fine di conseguire l'obiettivo di massimizzazione della produzione energetica e le prestazioni tecnico- economiche degli impianti FV sul terreno che impiegano pannelli in silicio cristallino.

Il *tracker* monoassiale, utilizzando particolari dispositivi elettromeccanici, orienta i pannelli FV in direzione del sole lungo l'arco del giorno, nel suo percorso da Est a Ovest, ruotando attorno ad un asse (mozzo) allineato in direzione Nord-Sud.

I layout sul terreno che impiegano questa particolare tecnologia sono piuttosto flessibili. La più semplice configurazione degli inseguitori è quella che prevede di assicurare che tutti gli assi di rotazione dei *tracker* siano paralleli affinché gli stessi siano posizionati reciprocamente in modo appropriato.

La tecnologia del backtracking, verifica ed assicura che ciascuna stringa nord-sud di pannelli non crei ombreggiamento sulle stringhe adiacenti. Peraltro, è inevitabile che quando l'altezza del sole sull'orizzonte sia estremamente bassa, all'inizio ed al termine di ciascuna giornata, l'ombreggiamento reciproco tra le file di pannelli possa potenzialmente incidere sulla produzione energetica del campo solare.

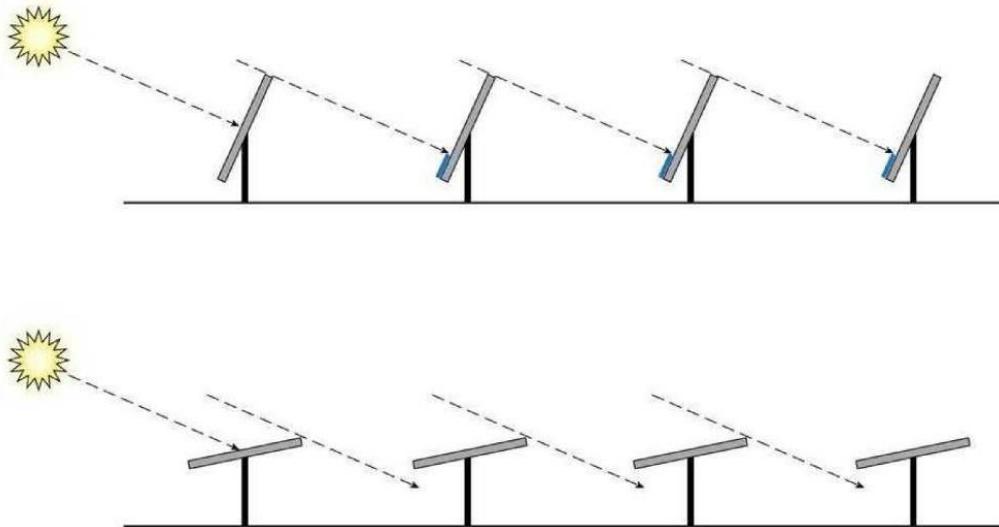


Figura 29 - Schema di funzionamento del sistema backtracking

Il backtracking agisce “allontanando” la superficie captante dai raggi solari, eliminando gli effetti negativi dell’ombreggiamento reciproco delle stringhe e consentendo di massimizzare, in tal modo, il rapporto di copertura del terreno (GCR). Grazie a questa tecnologia, infatti, si può prevedere di ridurre convenientemente l’inter distanza tra i filari. La configurazione semplificata del sistema, rispetto a quella ad inseguimento biassiale, assicura comunque un significativo incremento della produzione energetica (valutabile nel *range* 15÷35%) rispetto ai tradizionali sistemi con strutture fisse ed ha contribuito significativamente alla diffusione di impianti FV “*utility scale*”.

9.2.1 Caratteristiche principali

I principali punti di forza della tecnologia sono di seguito individuati:

- modularità e perfetto bilanciamento delle strutture, tale da non richiedere l’intervento di personale specializzato per l’installazione, assemblaggio o lavori di manutenzione;
- semplicità di configurazione della scheda di controllo: il GPS integrato comunica costantemente la corretta posizione geografica al sistema di controllo per consentire l’inseguimento automatico del sole;
- presenza di snodi sferici autolubrificati a cuscinetti per compensare inesattezze ed errori nell’installazione di strutture meccaniche;
- adozione di sistemi di protezione antipolvere dei motori;
- basso consumo elettrico;

- migliori prestazioni ambientali rispetto alle strutture fisse, assicurando maggiore luce e ventilazione al terreno sottostante.

Nel caso dell'impianto in progetto si prevede l'impiego delle seguenti strutture:

- Struttura 1x28 moduli fotovoltaici da 655 W disposti in *portrait* (18.3 kWp);
- Struttura 1x14 moduli fotovoltaici da 655 W disposti in *portrait* (9.2 kWp);
- Struttura 1x7 moduli fotovoltaici da 655 W disposti in *portrait* (4,6 kWp).

Eventuali diverse modalità di installazione dei pannelli fotovoltaici potranno essere valutate nella successiva fase progettuale a seguito di più puntuali riscontri che scaturiranno dall'esecuzione delle indagini geologiche e geotecniche di dettaglio e dei rilievi topografici.

Ciascun inseguitore sarà composto dei seguenti elementi:

- Componenti meccanici della struttura in acciaio: pali di sostegno (altezza circa 3,5 m compresa la porzione interrata) e profili tubolari quadrati (le specifiche dimensionali variano in base alle caratteristiche geologico-geotecniche terreno e al vento e sono incluse nelle specifiche tecniche stabilite durante la progettazione esecutiva del progetto). Supporto del profilo e ancoraggio del pannello.
- Componenti asserviti al movimento: teste di palo (per montanti finali e intermedi di cui una supportante il motore). Una scheda di controllo elettronica per il movimento (una scheda può servire 10 strutture). 1 motore (attuatore elettrico lineare (mandrino) AC).
- L'inter distanza Est-Ovest tra i tracker è pari a 5,6 metri;

9.2.2 Durata e trattamento protettivo dei componenti in acciaio

Considerando la tabella seguente e la classificazione dell'ambiente corrosivo e considerando una vita utile minima del progetto di 25 anni, i pali della fondazione saranno zincati a caldo secondo ENISO 1461: 2009, altre parti saranno zincate a caldo o pregalvanizzato (Sendzmir) in funzione delle specifiche definite dal costruttore a seguito degli esiti della progettazione esecutiva.

9.2.3 I pali di sostegno

I pali di sostegno non richiedono generalmente fondazione in calcestruzzo. Il palo è tipicamente rappresentato da un profilato in acciaio per massimizzare la superficie di contatto con il terreno; la profondità dipende dal tipo di terreno interessato. Una flangia, ordinariamente da 5 cm, viene utilizzata per guidare il palo con un infissore al fine di mantenere la direzione di inserimento entro tolleranze minime.

Nel caso specifico, si prevedono le seguenti fasi lavorative:

- infissione del profilo tramite macchina battipalo,
- Eventuale esecuzione di collare in boiaccia come rifinitura.

9.3 Moduli fotovoltaici

Tenuto conto della tipologia di impianto fotovoltaico in oggetto, ai fini della definizione delle scelte progettuali sono stati assunti come riferimento, non vincolante per le successive fasi di progettazione, i moduli FV commercializzati dalla Astronergy, società leader nel settore del fotovoltaico, che utilizzano celle assemblate con tecnologia PERC e Tiling Ribbon (TR) ad alta efficienza (21.1%).

Ciascun modulo, realizzato con n. 132 celle (6 x 22), presenta le caratteristiche tecniche e dimensionali indicate in 31.

650~665W

POWER RANGE

0~+5W

POWER TOLERANCE

21.4%

MAX. MODULE EFFICIENCY

≤ 2.0%

FIRST YEAR POWER DEGRADATION

≤ 0.55%

YEAR 2-25 POWER DEGRADATION

Electrical Specifications

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25° C, AM=1.5

	650	655	660	665
Rated output (Pmpp / Wp)	650	655	660	665
Rated voltage (Vmpp / V)	37.45	37.65	37.85	38.05
Rated current (Impp / A)	17.36	17.41	17.45	17.50
Open circuit voltage (Voc / V)	45.28	45.48	45.68	45.88
Short circuit current (Isc / A)	18.43	18.48	18.53	18.58
Module efficiency	20.9%	21.1%	21.2%	21.4%

NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20° C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

	489.5	493.2	497.0	500.7
Rated output (Pmpp / Wp)	489.5	493.2	497.0	500.7
Rated voltage (Vmpp / V)	35.09	35.28	35.46	35.63
Rated current (Impp / A)	13.96	13.99	14.03	14.06
Open circuit voltage (Voc / V)	42.55	42.75	42.95	43.15
Short circuit current (Isc / A)	14.82	14.87	14.92	14.97

Temperature Ratings (STC)

Temperature coefficient (Pmpp)	-0.34%/°C	No. of diodes	3
Temperature coefficient (Isc)	+0.04%/°C	Junction box IP rating	IP 68
Temperature coefficient (Voc)	-0.25%/°C	Max. series fuse rating	30 A
Nominal module operating temperature (NMOT)	41±2°C	Max. system voltage (IEC/UL)	1500V _{DC}

Operating Parameters

Mechanical Specifications

Outer dimensions (L x W x H)	2384 x 1303 x 35 mm
Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	132 (6*22)
Frame technology	Aluminum, silver anodized
Front glass thickness	3.2 mm
Cable length (IEC/UL)	Portrait: 350 mm; Landscape: 1400 mm
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm ² / 12AWG
⊙ Maximum mechanical test load	5400 Pa (front) / 2400 Pa (back)
Connector type (IEC/UL)	HCB40 / MC4-EVO2 (optional)
Module weight	34.8 kg (Tolerance +/- 1.0kg)
Packing unit	31 pcs / box (Subject to sales contract)
Weight of packing unit (for 40'HQ container)	1125 kg
Modules per 40'HQ container	527 pcs

① Refer to Astronergy crystalline installation manual or contact technical department.
Maximum Mechanical Test Load=1.5×Maximum Mechanical Design Load.

Curve

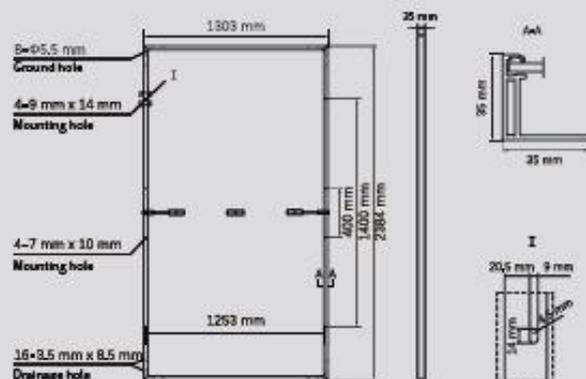
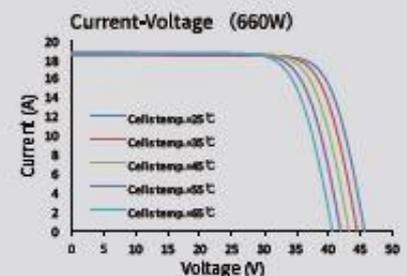
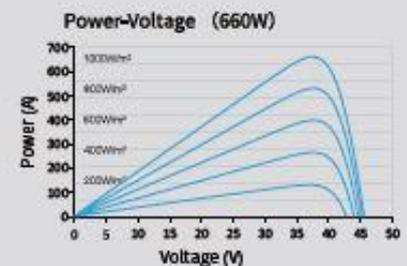
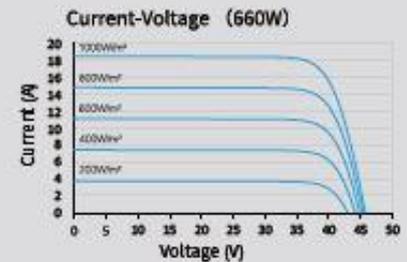


Figura 30 - Modulo fotovoltaico Astronergy ASTRO 6 TWINS CHSM66M(DG)/F-BH 655 W

Le caratteristiche tecniche dei moduli prescelti sono riportate in Tabella 4, riferite alle seguenti condizioni ambientali:

- Condizioni Test Standard (STC): Irraggiamento 1000 W/m² con spettro di AM 1,5 e temperatura delle celle di 25 °C.

Tabella 4 - Dati tecnici Modulo fotovoltaico Astronergy ASTRO 6 TWINS CHSM66M(DG)/F-BH 655 W

Potenza massima (P_{max}) [W _p]	655
Tensione alla massima potenza (V_{mpp}) [V]	37,88
Corrente alla massima potenza (I_{mpp}) [A]	17,30
Tensione di circuito aperto (V_{oc}) [V]	45,69
Corrente di corto circuito (I_{sc}) [A]	18,37
Massima tensione di sistema [V_{dc}]	1500
Coefficiente termico αP_{mpp} [%/°C] (NOCT 41°)	-0.340%/°C
Coefficiente termico αV_{oc} [%/°C] (NOCT 41°)	-0.25%/°C
Coefficiente termico αI_{sc} [%/°C] (NOCT 41°)	+0.04%/°C
Efficienza modulo [%]	21,1%
Dimensioni principali [mm]	1303 x 2384 x 35
Numero di celle per modulo	132

Relativamente agli aspetti concernenti la scelta dei moduli e degli inseguitori mono assiali, atteso che il settore degli impianti fotovoltaici è attualmente caratterizzato da un'elevata e continua innovazione tecnologica, in grado di creare nuovi sistemi con efficienze e potenze nominali sempre crescenti; considerato altresì che la durata complessiva delle procedure autorizzative è, di regola, superiore ai sei mesi, nella fase di progettazione esecutiva dell'impianto è possibile che la scelta ricada su moduli differenti.

È da escludere, peraltro, che dette eventuali varianti determinino sostanziali modifiche al progetto. In questo senso, l'intervento realizzato dovrà risultare coerente con il progetto autorizzato e, relativamente alla potenza nominale complessiva, questa non potrà subire modifiche in aumento rispetto a quella dichiarata in sede di autorizzazione unica.

9.4 Inverter di stringa

Il layout di impianto è stato sviluppato, ipotizzando l'impiego di inverter di stringa da 150 kW nominali. La configurazione fra inverter e pannelli fotovoltaici è rilevabile dagli elaborati grafici.

Nella presente versione progettuale, si fa riferimento al modello Sunny Highpower Peak3 150-20 della SMA, stabilendo fin da adesso la possibilità di sostituire gli stessi con altri simili per caratteristiche elettriche e dimensionali, in caso di indisponibilità sul mercato e/o in base a valutazioni di convenienza tecnico-economica al momento della realizzazione della centrale.

SUNNY HIGHPOWER PEAK3 – Technical Data

Technical Data	Sunny Highpower 100-20	Sunny Highpower 150-20
Input (DC)		
Max. PV array power	150000 Wp	225000 Wp
Max. input voltage	1000 V	1500 V
MPP voltage range / rated input voltage	590 V to 1000 V / 590 V	880 V to 1450 V / 880 V
Max. input current / max. short-circuit current	180 A / 325 A	180 A / 325 A
Number of independent MPP trackers	1	1
Number of inputs	1 or 2 (optional) for external PV array junction boxes	
Output (AC)		
Rated power at nominal voltage	100000 W	150000 W
Max. apparent power	100000 VA	150000 VA
Nominal AC voltage / AC voltage range	400 V / 304 V to 477 V	600 V / 480 V to 690 V
AC grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz
Rated grid frequency	50 Hz	50 Hz
Max. output current	151 A	151 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0 overexcited to 0 underexcited	
Harmonic (THD)	< 3%	< 3%
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE	3 / 3-PE
Efficiency		
Max. efficiency / European efficiency	98.8% / 98.6%	99.1% / 98.8%
Protective devices		
Ground fault monitoring / grid monitoring / DC reverse polarity protection	● / ● / ●	● / ● / ●
AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / –	● / –
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●	●
Monitored surge arrester (type II) AC / DC	● / ●	● / ●
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (as per IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II	I / AC: III; DC: II
General Data		
Dimensions (W / H / D)	770 mm / 830 mm / 444 mm (30.3 in / 32.7 in / 17.5 in)	
Weight	98 kg (216 lbs)	
Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)	
Noise emission (typical)	< 65 dB(A)	
Self-consumption (at night)	< 5 W	
Topology	transformerless	
Cooling method	OptiCool, active cooling, speed-controlled fan	
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65	
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%	
Features / function / accessories		
DC connection / AC connection	Terminal lug (up to 300 mm ²) / Screw terminal (up to 150 mm ²)	
LED display (Status / Fault / Communication)	●	
Ethernet interface	● (2 ports)	
Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire, Webconnect	● / ● / ●	
Mounting type	Rack mounting	
OptiTrac Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●	
Off-grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible	● / ●	
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○ / ○	
Certificates and approvals (planned)	IEC 62109-1/-2, AR N-4110, AR N-4120, CEI 0-16, C10/11:2012, EN 50549, PEA 2017, DEWA	
Type designation	SHP 100-20	SHP 150-20

● Standard features ○ Optional features – Not available Data at nominal conditions Status: 1/ 2019

Figura 31 - Datasheet inverter

9.5 Cavi di distribuzione dell'energia

La sezione in alta tensione a 150 kV sarà predisposta per alloggiare gli stalli di trasformazione e uno stallo di partenza linea, dal quale partirà una linea in cavo a 150 kV che si andrà a collegare allo stallo arrivo produttore presso della stazione alta tensione di nuova realizzazione. Per quanto riguarda invece la distribuzione all'interno dei due lotti e per la connessione alla sottostazione elettrica non sono previste tensioni di esercizio superiori a 30 kV e l'energia sarà distribuita in bassa e in media tensione.

Per la distribuzione in MT saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: terna di cavi intrecciati ad elica con conduttori in alluminio isolati in gomma polietilene reticolato XLPE, con schermo metallico continuo in alluminio sotto guaina di PVC di colore rosso tipo ARE4H5EX-18/30kV.

Per la distribuzione in BT saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: cavo unipolare/multipolare FG16(O)R16 per energia isolato in gomma EPR ad alto modulo di qualità G16 Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV, sotto guaina di PVC, conforme a norma CEI 20-22 e CEI 20-34.

Per collegamenti in c.c. tra i moduli e dei quadri di stringa agli inverter verranno impiegati cavi unipolari adatti al collegamento dei vari elementi degli impianti fotovoltaici e solari, sigla H1Z2Z2-K con tensione nominale di esercizio: 1.0kV c.a - 1.5kV c.c., U_m : 1.800 V c.c., colore guaina esterna Nero o Rosso (basato su RAL 9005 o 3000), isolati con gomma Z2, sotto guaina Z2, con conduttori flessibili stagnati. Non propaganti la fiamma, senza alogeni, a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

Tutte le linee di BT e MT verranno posate con interrimento diretto in PVC posato su un letto in sabbia vagliata. Le condutture interrato saranno rese riconoscibili mediante un nastro per segnalazione cavi elettrici.

9.6 Cabine

Il progetto prevede la realizzazione di:

- 17 cabine di trasformazione in posizione baricentrica rispetto agli inverter nei vari sottocampi elettrici;
- 2 cabine di smistamento, una per ogni campo fotovoltaico;
- Una cabina di ricezione MT in adiacenza con la cabina di smistamento nel lotto 2;
- Una cabina degli ausiliari adiacente all'area del sistema di accumulo
- Una cabina utente MT nella zona dello stallo nella Sottostazione AT TERNA.

Le cabine di smistamento saranno collegate con una terna di conduttori in alluminio tipo 3x1x300 mm² ARE4H5EX - 18/30 kV alla cabina di ricezione, dalla quale partirà una terna di conduttori in alluminio tipo 3x(3x1x240) mm² ARE4H5EX - 18/30 kV, verso la cabina utente e da questa partirà una terna di conduttori in alluminio tipo 3x(3x1x240) mm² verso lo stallo AT di trasformazione e il punto di connessione alla rete TERNA, ovvero la sottostazione elettrica "Fiume Santo".

Inoltre, all'interno del lotto 2 saranno installate 8 cabine dedicate a locale magazzino per il deposito e lo stoccaggio di materiale utile per l'impianto fotovoltaico.

9.6.1 Cabine di ricezione

La cabina ricezione avrà dimensioni esterne di 6710x2480xh2990, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 1 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 20 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.R per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione protezioni quadro MT;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna;

- n.1 quadro Rack.

La cabina ricezione sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea;
- N°1 Scomparto "CM-2" TV e SPI;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione generale (SPI e DDI);
- N°1 Scomparto "GBM" Risalita sbarre;
- N°1 Scomparto "DM1A" Sistema di Accumulo;
- N°1 Scomparto "DM1A" Campi fotovoltaico 1;
- N°1 Scomparto "DM1A" Campi fotovoltaico 2.

I quadri d'utenza conterranno anche il dispositivo "SPI" (Sistema di protezione d'Interfaccia), al quale è demandato il funzionamento del dispositivo d'interfaccia "DDI", nonché il ricalzo per mancato intervento della protezione su partenze campi fotovoltaici e accumulo, equipaggiato con i seguenti componenti:

- Relè di protezione 57-59-81>-81<-59V0-59Vi-27Vd
- N° 2 TV f-f dalle seguenti caratteristiche: 20000/100V – 50VA - Cl.0,5 – 3P – fatt. di tensione 1,2 per 30s.

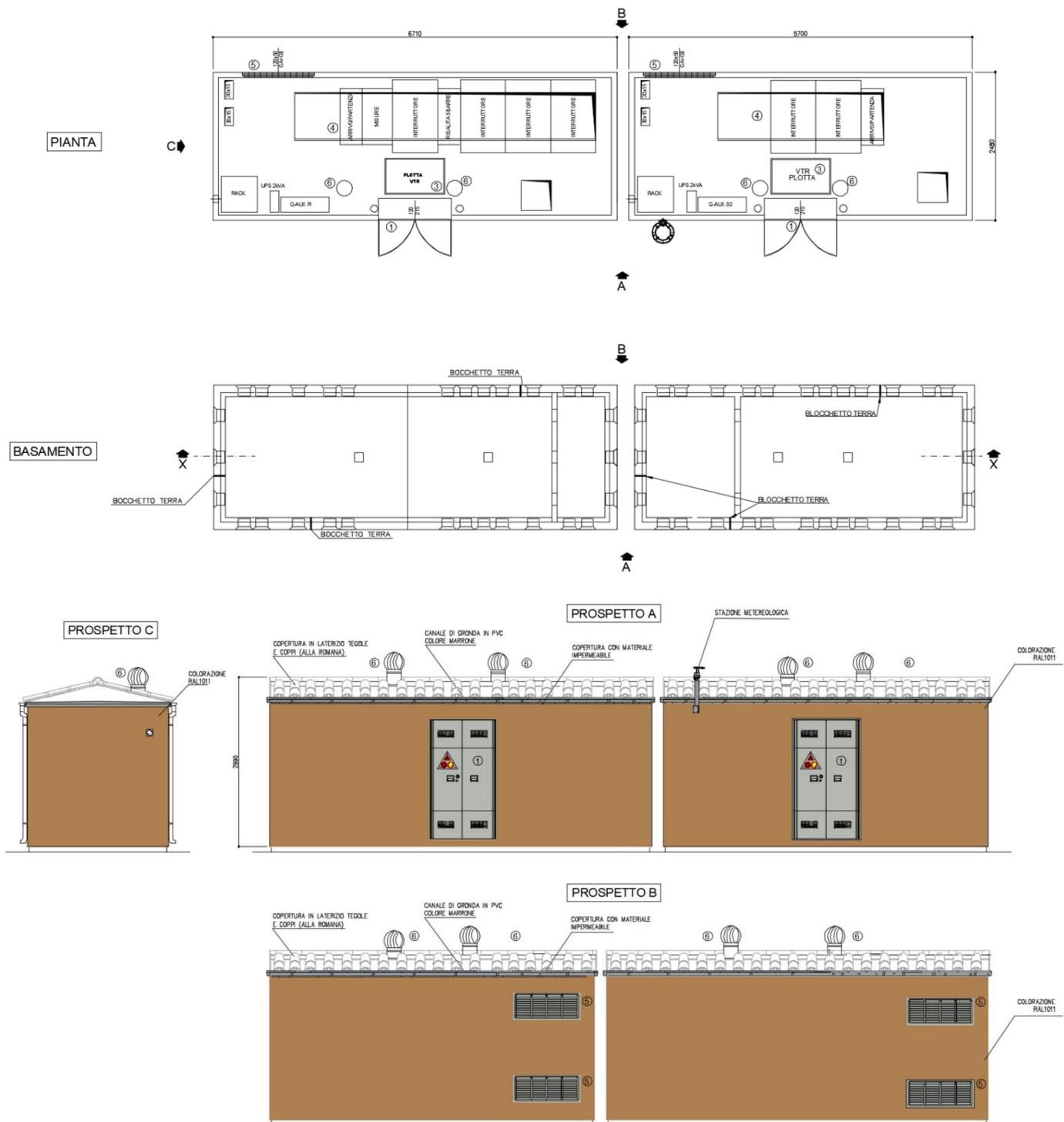


Figura 32: Pianta e prospetti cabina di ricezione lotto 2

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento all'elaborato grafico "ELG_412_Pianta e prospetti cabina di ricezione e cabina di smistamento – lotto 2

9.6.2 Cabine Smistamento

Le cabine di smistamento di entrambi i campi fotovoltaici avranno dimensioni esterne di 5700x2480xh2990, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 1 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 11 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.S1 o Q-AUX.S2 per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM saranno alimentati dai trasformatori per ausiliari più vicini;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione linea;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione linea.

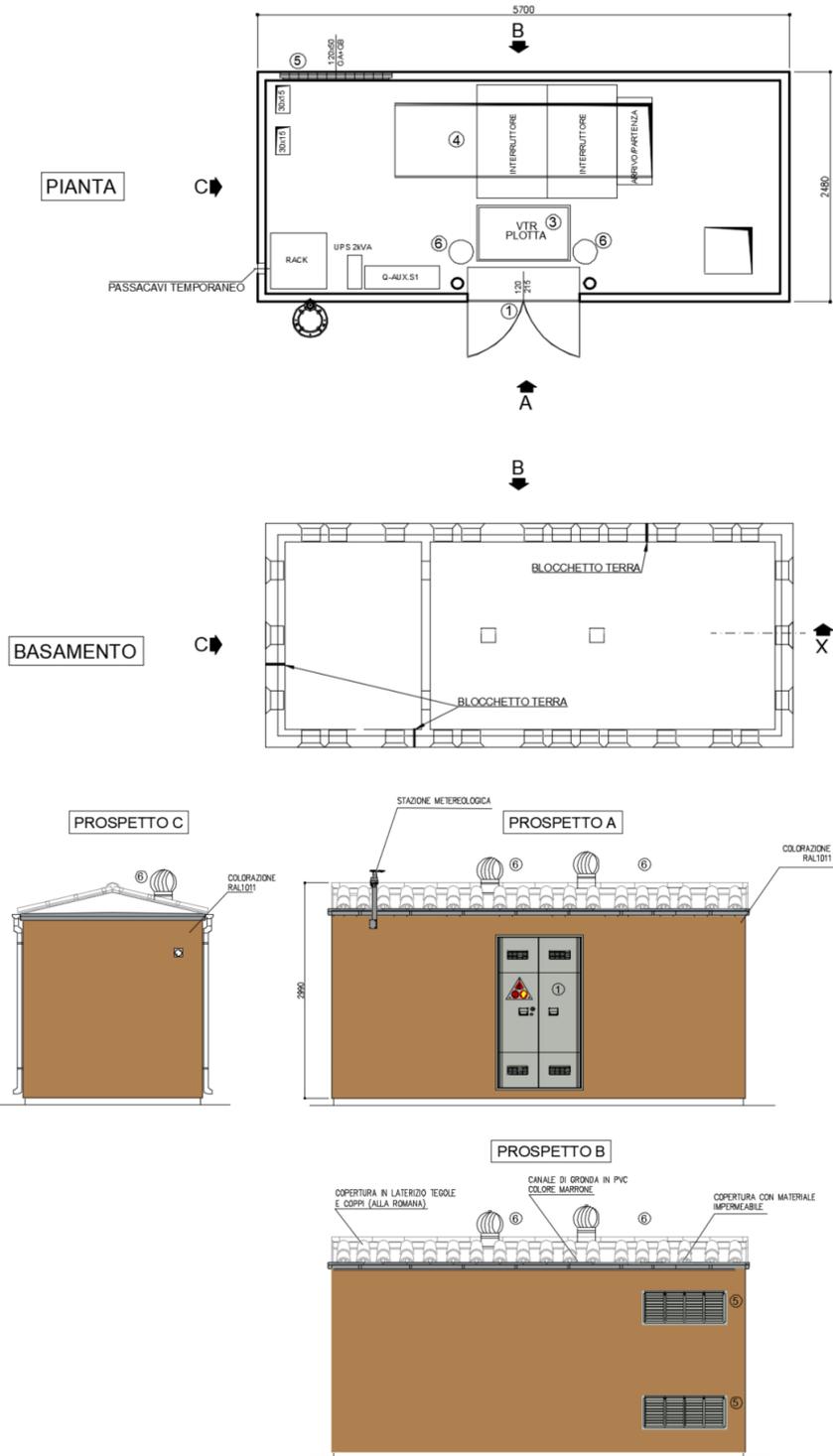


Figura 33: Pianta posizionamento cabina di smistamento lotto 1

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento all'elaborato grafico "ELG_411_Pianta e prospetti cabina di smistamento – lotto 1"

9.6.3 Cabine trasformazione

Le cabine di trasformazione avranno dimensioni esterne di 5700x2480xh2990 e saranno costituite da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 1 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 11 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM;
- Quadro di parallelo inverter interruttori di protezione inverter e il dispositivo di generatore "Q-P.INV";
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.
- Il trasformatore BT/BT 0,600/0,400 kV, di potenza nominale 50 kVA alimentazione servizi ausiliari;

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea;
- N°1 Scomparto "SM" Unità con sezionatore partenza cavo;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione trasformatore.

Il trasformatore MT/BT 30/0,600 kV, di potenza nominale indicata nella tabella riassuntiva, con isolamento ad olio sarà installato all'esterno della cabina ad una distanza minima di 3 metri ed è prevista la realizzazione della fossa di raccolta olio di raffreddamento come di norma.

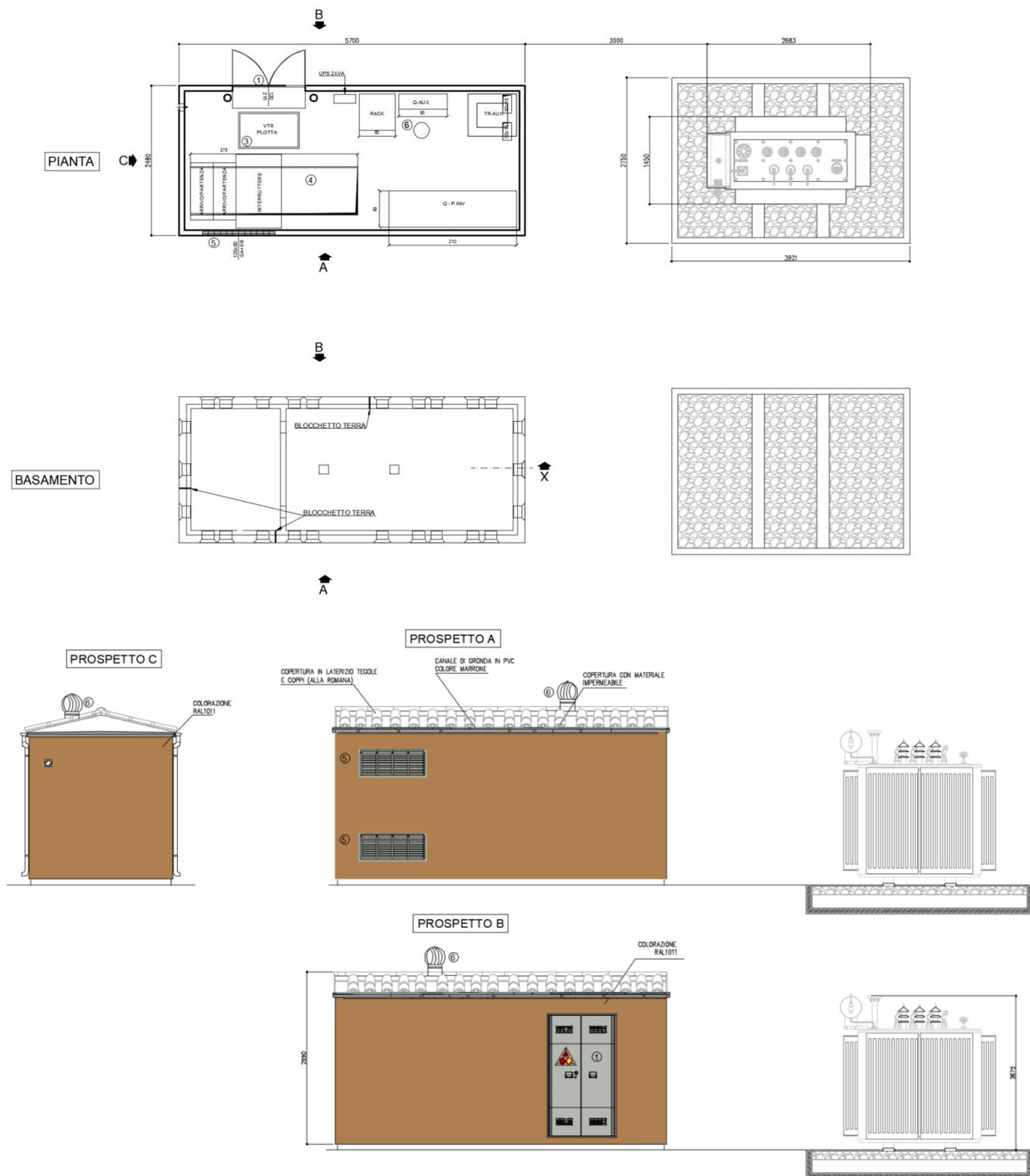


Figura 34: Pianta e prospetti cabina di trasformazione

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento ai seguenti elaborati grafici:

- “ELG_409_Pianta e prospetti cabina di trasformazione singola”
- “ELG_410_Pianta e prospetti cabina di trasformazione doppia”

9.6.4 Tabella riassuntiva cabine

NOME CABINA	AUX	P. TRAFO	N. INVERTER
C1.1	SI	3150 kVA	19
C1.2	SI	3150 kVA	19
C1.3	SI	3150 kVA	18
C1.4	SI	3150 kVA	19
C1.5	SI	3150 kVA	19
C1.6	SI	3150 kVA	18
C1.7	SI	3150 kVA	19
C1.8	SI	3150 kVA	19
C2.1	SI	3150 kVA	16
C2.2	SI	3150 kVA	19
C2.3	SI	3150 kVA	19
C2.4	SI	3150 kVA	19
C2.5	SI	3150 kVA	19
C2.6	SI	3150 kVA	17
C2.7	SI	3150 kVA	19
C2.8	SI	3150 kVA	19
C2.9	SI	1600 kVA	9

9.7 Alimentazione ausiliari

Nelle cabine di trasformazione, l'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata dal quadro Q-P.INV a cui sarà installato un trasformatore 600/400 V e farà capo al quadro generale ausiliari (Q-AUX) che alimenterà:

- Gli impianti ausiliari del locale tecnico;
- La movimentazione dei tracker;
- L'impianto di videocontrollo TVCC ed il relativo impianto di illuminazione.

Nella cabina utente, l'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata dal quadro MT a cui sarà installato un trasformatore 30/0,400 kV e farà capo al quadro generale ausiliari (Q-AUX.U) che alimenterà:

- Gli impianti ausiliari del locale tecnico;
- L'impianto di videocontrollo TVCC ed il relativo impianto di illuminazione.

9.8 Misura dell'energia

La delibera AEEG 88/09, "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione", stabilisce che il responsabile del servizio di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di potenza nominale superiore a 20 kW è il produttore.

Per misurare ai fini fiscali e tariffari l'energia, nell'impianto fotovoltaico si adotteranno sistemi di misura in grado di conteggiare:

- Energia elettrica prelevata dalla rete;
- Energia elettrica immessa in rete;
- Energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Se l'utente produttore dovesse prendersi la responsabilità dell'installazione e manutenzione del sistema di misura dell'energia prodotta/immessa si dovrà assicurare la conformità ai requisiti indicati nella Norma CEI 0-16.

Il sistema di misura sarà composto da un contatore statico per la misura dell'energia attiva e reattiva trifase, collegato in inserzione indiretta (mediante TV e TA).

I componenti del sistema di misura dovranno essere conformi alle norme CEI di prodotto e garantire il rispetto dei seguenti requisiti funzionali:

- 1) Misura dell'energia attiva e reattiva e della potenza attiva immessa in rete e prelevata dalla rete;
- 2) Rilevazione delle 6 curve di carico (potenza media nei 15') attiva assorbita, reattiva induttiva per energia attiva entrante, reattiva capacitiva per energia attiva uscente, attiva erogata, reattiva induttiva per energia attiva uscente e reattiva capacitiva per energia attiva entrante, con la risoluzione minima di 1 intero e 3 decimali;
- 3) Unità di misura per l'energia attiva (reattiva): kWh (kVARh);
- 4) Unità di misura per la potenza attiva: kW;
- 5) Gestione automatica dell'ora legale;
- 6) Orologio interno del contatore avente i requisiti indicati nella Norma CEI EN 62054-21 per i commutatori orari;
- 7) Interfaccia ottica per la lettura e/o programmazione locale (conforme alla Norma CEI EN 62056-21) che assicuri una velocità di trasmissione minima di 9600 bit/sec.

9.9 Stazione di monitoraggio dati ambientali

La stazione di monitoraggio rappresenta il vero e proprio centro del sistema di monitoraggio ambientale e telemetrico dell'impianto, dove si implementano i sistemi scada e di rete ad alta tecnologia, in cui confluiscono i dati provenienti dai punti di rilevamento della rete controllo del parco stesso; tale apparecchiatura sarà installata in ciascun lotto, all'interno di una cabina di trasformazione. Gli addetti ai lavori provvederanno all'analisi dei dati e ad attivare possibili azioni diagnostiche e correttive del caso.

L'impianto sarà dotato di un sistema, costituito da:

- Stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica),
- Unità di sensori micro-climatici wireless (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno) posizionate all'interno degli appezzamenti.

Le unità wireless, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione. Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici)

ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.



Figura 35: Stazione principale e sensori meteo climatici

Il sistema offrirà, oltre all'analisi dei dati raccolti, anche modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (in base alla coltura). Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore e inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici. Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.

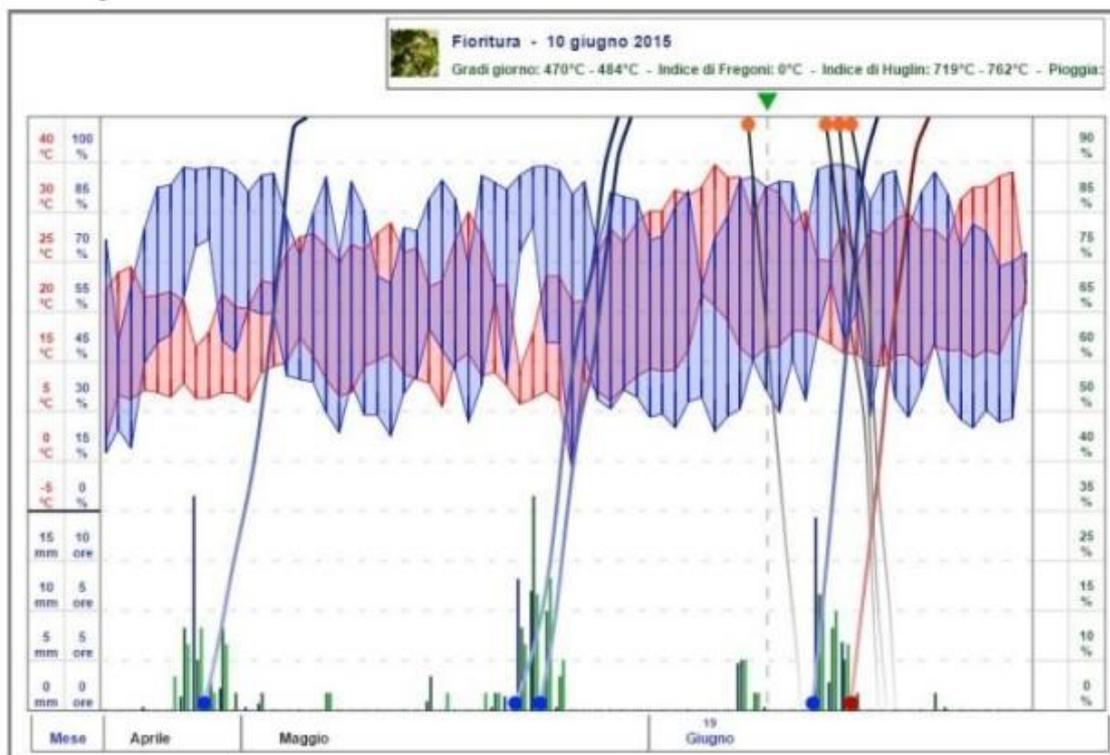


Figura 36: Esempio di un grafico riguardante il rischio di infezione delle principali fitopatologie

Il sistema proposto prevede anche un modello di calcolo del fabbisogno idrico della pianta, in relazione alle condizioni meteo-climatiche ed allo stadio di sviluppo della coltura. Tramite tali modelli, il sistema restituisce, giorno per giorno ed in ciascun punto di misura, il quantitativo di acqua persa per evaporazione dal suolo e traspirazione della pianta, traducendo le quantità in litri per metro quadrato. In aggiunta, i sensori volumetrici di misura dell'umidità del suolo consentono di misurare in modo accurato la percentuale di acqua nel terreno, a più profondità. Anche in assenza di impianto di irrigazione, queste informazioni sono di grandissima utilità per decidere le lavorazioni del terreno e la gestione dell'apparato fogliare.

Per un approfondimento su queste tematiche, si rimanda all'elaborato "DTG_010_VERIFICA DEI REQUISITI LINEE GUIDA AGRIVOLTAICO"

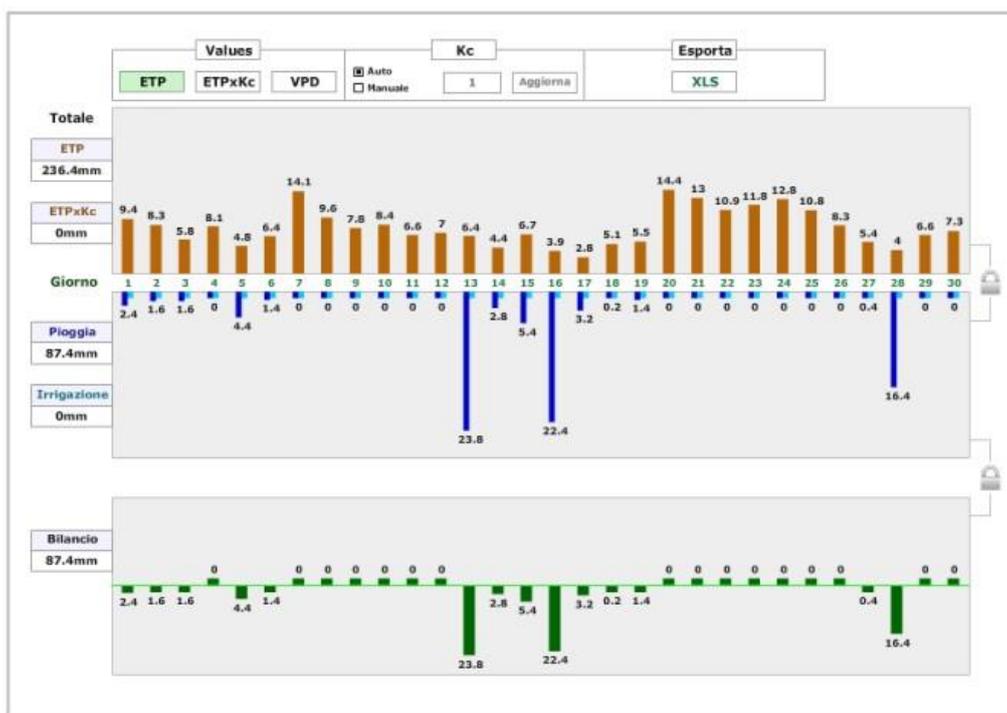


Figura 37: Esempio di un grafico per il calcolo del fabbisogno idrico

Tutti i dati raccolti saranno archiviati permanentemente in apposito database, consultabile in tempo reale. Sarà quindi possibile redigere relazioni annuali, con l'indicazione dei dati medi e cumulati delle varie grandezze meteorologiche, e comparare tali dati con le esigenze agronomiche del prato polifita. Inoltre, sarà possibile estrapolare da tali dati degli indicatori per l'effetto di mitigazione del cambiamento climatico.

9.10 SottoStazione Elettrica di Utenza

9.10.1 Sezione in Alta Tensione 150 kV

La sezione in alta tensione a 150 kV sarà predisposta per alloggiare gli stalli di trasformazione e uno stallo di partenza linea, dal quale partirà una linea in cavo a 150 kV che si andrà a collegare allo stallo arrivo produttore presso della stazione alta tensione di nuova realizzazione.

È prevista la realizzazione di n°1 stallo di trasformazione dotato di interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna, e di uno stallo partenza linea con interruttore, sezionatore, TA, TVC e scaricatore di sovratensione.

Il posizionamento delle apparecchiature e dei componenti AT di stazione e le relative distanze di isolamento e di sicurezza, sono state definite nell'osservanza delle norme CEI e da quanto descritto nei documenti di unificazione Terna.

Le apparecchiature installate, inoltre, saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche dei componenti previsti, ricavate dall'allegato 3 del Codice di Rete Terna.

9.10.1.1 Interruttori tripolari in SF6

Gli interruttori tripolari in SF6 previsti presenteranno le caratteristiche elettriche riportate nella tabella seguente.

Tipo TERNA	Corrente di interruzione (kA)	
Y3/4-C	31,5	
Y3/4-P	31,5	
Y3/8-C	40	
Y3/8-P	40	
GRANDEZZE NOMINALI		
Tipo	Y3/4	Y3/8
Tensione nominale (kV)	170	
Livello di isolamento nominale:		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	750	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	325	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i, climatizzazione):		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	O-0.3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	63	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	160	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Forze statiche ai morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

Tabella 5: caratteristiche tecniche interruttori in SF6 150 kV

9.10.1.2 **Sezionatori orizzontali con lame di terra**

I sezionatori di linea, corredati di lame di terra, presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

Codifica Terna	Y21/2	Y21/4	Y21/6	Y21/8
Classe di corrente indotta del sezionatore di terra	A		B	
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m ³)	56			
Tensione nominale (kV)	170			
Corrente nominale (A)	2000			
Frequenza nominale (Hz)	50			
Corrente nominale di breve durata:				
- valore efficace (kA)	31,5	40	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80	100	80	100
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1			
Accoppiamento elettromagnetico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale(A)	50		125	
- tensione induttiva nominale (kV)	1k		10	
Accoppiamento elettrostatico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale (A)	0,4		5	
- tensione induttiva nominale (kV)	3		6	
Tensione di prova ad impulso atmosferico:				
- verso massa (kV)	650			
- sul sezionamento (kV)	750			
Tensione di prova a frequenza di esercizio:				
- verso massa (kV)	275			
- sul sezionamento (kV)	315			
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:				
- orizzontale longitudinale (N)	800			
- orizzontale trasversale (N)	250			
- verticale (N)	1000			
Tensione nominale di alimentazione:				
- motore (V _{cc})	110			
- circuiti di comando ed ausiliari (V _{cc})	110			
- resistenza di riscaldamento (V _{ca})	230			
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore (kW)	2			
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15			

Tabella 6: Caratteristiche tecniche sezionatore tripolare orizzontale con lame di terra 150 kV

9.10.1.3 Scaricatori

Gli scaricatori, adatti per applicazioni a 150 kV, presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente:

Tipo Terna	Y56	Y57	Y58	Y59
Tensione della rete 50Hz (max tensione)	380 kV (420 kV)	220 kV (245 kV)	132 kV (145 kV)	150 kV (170 kV)
Tensione servizio continuo Uc	265 kV	156 kV	94 kV	108 kV
Max tensione temporanea 1 s	366 kV	219 kV	132 kV	156 kV
Max tensione residua con impulsi atmosferici (20 kA - 8/20 μ s)	830 kV	520 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi atmosferici (10 kA - 8/20 μ s)	-	-	336 kV	396 kV
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (20 kA - 1 μ s)	955 kV	600 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (10 kA - 1 μ s)	-	-	386 kV	455 kV
Max tensione residua con impulsi manovra (30/60 μ s)	2000 A: 720 kV	2000 A: 440 kV	1000 A: 270 kV	1000 A: 318 kV
Classe di scarica della linea (IEC)	4	4	3	3
Corrente nominale scarica	20 kA	20 kA	10 kA	10 kA
Valore di cresta impulsi forte corrente	100 kA	100 kA	100 kA	100 kA
Corrente nominale di corto circuito	63 kA	50 kA	40 kA	40 kA

Tabella 9: Caratteristiche tecniche scaricatori 150 kV

9.10.1.4 **Trasformatori di corrente**

Le caratteristiche dei TA vengono riportate nella tabella seguente

GRANDEZZE NOMINALI		
Corrente termica di breve durata (I_p)	(kA)	40
Tensione nominale (U_m)	(kV)	170
Frequenza nominale	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale: T38	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
T37	(A/A)	200/5 400/5
Numero di nuclei	(n)	3
Corrente termica nominale permanente	(A)	1,2 I_p
Corrente termica nominale di emergenza 1 h	(A)	1,5 I_p
Corrente dinamica nominale (I_{dyn})	(p.u.)	2,5 I_m
Resistenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	$\leq 0,4$
Prestazioni e classi di precisione: I nucleo	(VA/Cl.)	30/0,2 50/0,5
II e III nucleo	(VA/Cl.)	30/5P30
Fattore di sicurezza (I nucleo)	-	≤ 10
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	850
Tensione di tenuta a frequenza industriale	(kV)	360
Tensione di tenuta a impulso di manovra	(kV)	-

Tabella 10: Caratteristiche tecniche trasformatori amperometrici

9.10.1.5 **Trasformatori di tensione capacitivi**

I TV capacitivi presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/1	Y43/1	Y46/1	Y44/1
Tensione primaria nominale [kV]	380 / $\sqrt{3}$	220 / $\sqrt{3}$	150 / $\sqrt{3}$	132 / $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100 / $\sqrt{3}$			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2 – 75/0,5 – 100/3P			
Capacità nominale [pF]	4000÷10000			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000
Carico di tenuta meccanica sulla flangia [N]	-	-	4000	4000

Tabella 11: Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione capacitivi

9.10.1.6 **Trasformatori di tensione induttivi**

I TV di tipo induttivo presenteranno le seguenti caratteristiche.

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/2	Y43/2	Y46/2	Y44/2
Tensione primaria nominale [kV]	380/ $\sqrt{3}$	220/ $\sqrt{3}$	150/ $\sqrt{3}$	132/ $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100/ $\sqrt{3}$			
Numero avvolgimenti secondari [n]	1			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000

Tabella 12: Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione induttivi

9.10.1.7 **Trasformatore trifase in olio minerale**

Il trasformatore sarà di tipo trifase isolato in olio, conforme alle prescrizioni della norma CEI 14-4, con rapporto di trasformazione nominale pari a 30 kV/150kV e potenza nominale pari a 63 MVA.

Avrà il nucleo magnetico realizzato con lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità, montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti saranno realizzati con conduttori in rame elettrolitico E-Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa.

Sarà dotato di variatore di rapporto di trasformazione sotto carico lato AT in modo tale da mantenere costante la tensione di uscita al variare della tensione primaria.

Per lo smaltimento del calore prodotto per effetto delle perdite nel rame e nel ferro sarà dotato di un sistema di raffreddamento del tipo ONAF.

L'olio utilizzato per l'isolamento sarà di tipo minerale esente da PBC; a richiesta si potrà utilizzare un trasformatore con fluido isolante silconico ininfiammabile.

Il trasformatore sarà dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento e rulli di scorrimento orientabili.

Le principali caratteristiche elettriche sono di seguito elencate:

- Tensione massima 170 kV
- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 150kV/30kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- Tensione di corto circuito 13,5 %
- Collegamento avvolgimento Primario Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAF) 63 MVA

9.11 Sezione in media tensione a 30 kV

La sezione in media tensione è costituita dal quadro MT a 30 kV, che prevede:

- un sistema con due semi-sbarre, con relativo congiuntore;
- montanti arrivo linea da impianto eolico;
- n° 1 partenza trasformatore AT/MT;
- alimentazione trasformatore servizi ausiliari;
- sezione misure

Le caratteristiche elettriche dei componenti MT sono di seguito elencate:

- tensione di esercizio nominale V_n : 30 kV
- tensione di isolamento nominale: 36 kV
- frequenza nominale: 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo $I_n=1440$ A

La stazione sarà controllata attraverso un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

Tali apparecchiature saranno installate all'interno dell'edificio comandi e servizi ausiliari, di dimensioni 15,5 x 4,5 metri, posizionato all'interno dello stallo utente.

9.12 Sistema di accumulo

Il sistema di accumulo sarà ubicato in un'area interna all'impianto, precisamente nel lotto 2, vicino la cabina di ricezione. Si tratta di un sistema di tipo "outdoor", adatto ad installazioni all'aperto con gradi di protezione IP55.

Il sistema di accumulo andrà ad assorbire i picchi di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico andando poi, successivamente, ad immettere in rete l'energia accumulata in un secondo momento. Questo approccio è assimilabile al Peak shaving dell'energia prodotta, così facendo si va a ridurre lo squilibrio generato dall'immissione di tanta energia sulla rete. Si specifica anche che, per i motivi suddetti, il sistema di accumulo non andrà in alcun modo ad aumentare la potenza in immissione dell'impianto.

9.12.1 Architettura del sistema

La singola unità di accumulo sarà composta da:

- Cabina impianto di accumulo (CS) per il contenimento dei quadri MT e BT;
- N.2 trasformatori MT/BT 30000/690 V, di potenza nominale 3150kVA;
- N.6 unità di conversione (C-cab) con tensione di uscita in corrente continua fino a 1500V, di potenza nominale 1000kVA, per una potenza totale di 6MVA;
- N.6 unità di distribuzione DC (DC-cab), i quali forniscono i dispositivi per la connessione di tutti i pacchi batteria garantendo anche la loro protezione;
- N.2 unità di monitoraggio e controllo (M-cab), che agiscono da hub di comunicazione e raccolta informazioni;
- N. 90 unità batteria (B-cab), ogni blocco batteria, del tipo LFP, ha una capacità nominale di 372,7 kWh, per una capacità totale di 33,5 MWh.

In Figura 38 è riportato uno schema esplicativo del sistema.

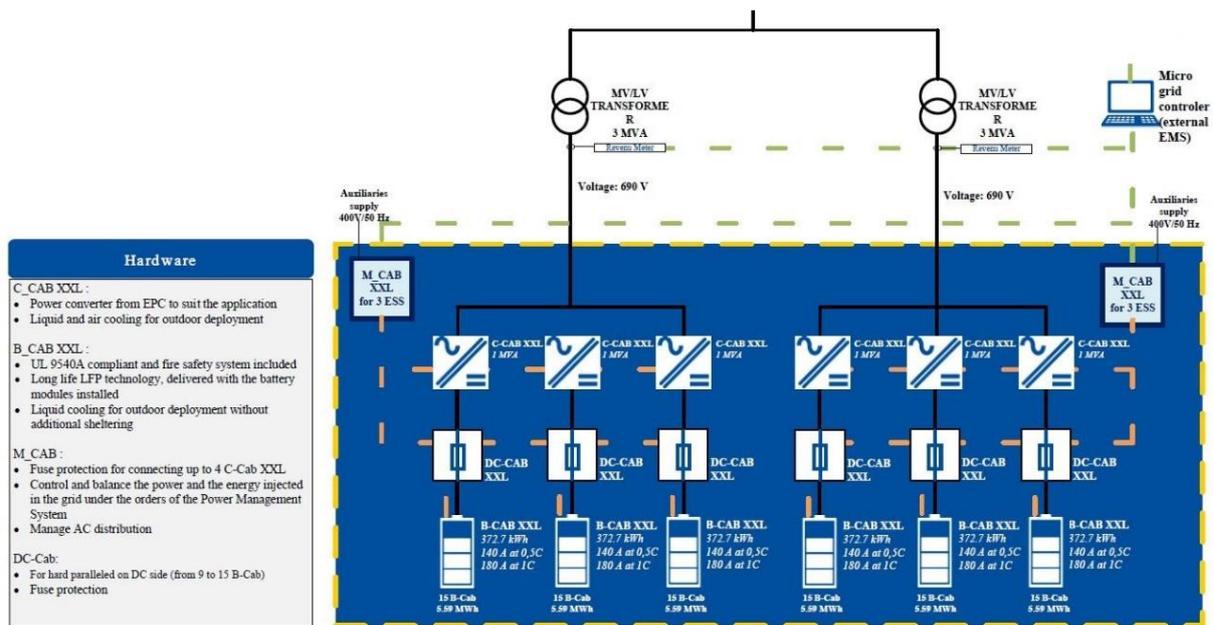


Figura 38: Architettura del sistema



Figura 39: disposizione moduli "cab" outdoor

A progetto sono previste 5 unità di accumulo come quello precedente, ciascuno con una potenza di 6 MVA e una capacità di 33,5 MWh. Dunque, il sistema completo presenta potenza e capacità di 30 MVA e 167.5 MWh.

9.12.2 Collegamento MT

Il sistema di accumulo complessivo, sarà collegato alla Cabina di Ricezione posizionata nel lotto 2. Da questa partiranno 2 terne di cavi interrati tipo ARE4H5EX (3x1x150) mmq fino alla cabina Q.AUX all'interno del campo di accumulo. Alla cabina Q.AUX si collegheranno tutti i trasformatori del sistema di accumulo.

9.12.3 Cabina ausiliari (Q.AUX)

La cabina ausiliari avrà dimensioni esterne di 12500x2480xh2590, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 3 Porte e n. 4 finestre di aerazione;
- n. 4 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 34 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.S per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM di cabina;
- Il trasformatore MT/BT 30/0,400 kV, di potenza nominale di 50 kVA;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea con sezionatore;
- N°1 Scomparto "SM" Unità con sezionatore e fusibile protezione trasformatore ausiliari;
- N°10 scomparto "DM1A" Protezione trasformatore".

9.13 Software per la visualizzazione, monitoraggio, telesorveglianza

Sarà previsto un sistema software per la visualizzazione, il monitoraggio, la messa in servizio e la gestione dell'impianto. Mediante un PC collegato direttamente o tramite modem si potrà disporre di una serie di funzioni che informano costantemente sullo stato e sui parametri elettrici e ambientali relativi all'impianto fotovoltaico.

In particolare, sarà possibile accedere alle seguenti funzioni:

- Schema elettrico del sistema;
- Pannello di comando;
- Oscilloscopio;
- Memoria eventi;
- Dati di processo;
- Archivio dati e parametri d'esercizio;
- Analisi dati e parametri d'esercizio.

La comunicazione tra l'impianto fotovoltaico e il terminale di controllo e supervisione avverrà tramite protocolli Industrial Ethernet o PROFIBUS.

Il software per il monitoraggio sarà fornito da terzi, ne esistono infatti diversi modelli sul mercato, ottimizzati in base alla coltura ed alle esigenze dell'azienda. Tali software, grazie alla moderna tecnologia informatica, permettono all'utente di accedervi da remoto tramite pc o anche dallo smartphone tramite apposite applicazioni, permettendo all'agricoltore un monitoraggio continuo e costante dei dati. Molti dei suddetti software sono sufficientemente avanzati da poter essere utilizzati anche da personale con pochissima esperienza nell'uso dei sistemi informatici.

9.14 Impianto di video sorveglianza

L'impianto FV sarà dotato di sistema di videosorveglianza dimensionato per coprire l'intera area di pertinenza dell'impianto e composto da barriere perimetrali a fasci infrarossi, telecamere e combinatori telefonici GSM con modulo integrato.

9.15 Descrizione dell'attività agricola

Mentre il lotto 1 risulta essere abbandonato con fenomeni di ricolonizzazione delle specie spontanee, i terreni del lotto 2 sono attualmente impiegati in piccola parte come coltura foraggera avvicendata ad orzo e in larga parte a pascolo magro per ovini e bovini. L'attuale pascolo nel lotto 2 è problematico perché interessa una superficie con suolo fragile a ridotto contenuto di sostanza organica.

Il progetto propone il miglioramento fondiario utile alla semina di un prato polifita permanente in entrambi i lotti. Questa scelta è porterà all'aumento di fertilità del suolo, riducendo la pressione di pascolo, e ad una rilevante riduzione di fertilizzanti chimici, in quanto nel mix di specie costituenti il prato polifita sono presenti delle specie azoto-fissatrici (*Trifolium subterraneum*) capaci di mantenere la fertilità del suolo. Il prato fornirà foraggio durante i mesi primaverili ed estivi, mentre d'inverno verrà ammesso il pascolo libero degli ovini. Quest'attività nel lungo termine porterà benefici sia al suolo che alla dieta, e conseguentemente alla produzione, animale.

Ultimo, ma non per importanza, è il fenomeno di ritenzione del carbonio atmosferico apportato dalla permanenza del prato polifita. Tale pratica, nota come *Carbon Farming* è promossa dalla Comunità Europea fra gli strumenti di contrasto al cambiamento climatico.

Per un ulteriore approfondimento si invita alla lettura della "DTG_041_RELAZIONE AGRONOMICA".

9.16 Impianto di irrigazione

La tipologia di coltivazioni sopra descritte, che richiede una quantità di acqua non indifferente, implica la necessaria realizzazione di una infrastruttura irrigua. A progetto è prevista la realizzazione di un impianto di sub-irrigazione, comprensivo di sistema di iniezione controllata di fertilizzanti nel circuito idrico (fertirrigazione). La sub-irrigazione a goccia, che è caratterizzata da efficienze idriche maggiori del 95%, permette di avere un controllo più completo delle risorse che vengono consumate e quindi di uno spreco minore di acqua e fertilizzanti. Il reticolo idrico interrato composto da ali gocciolanti permette di avere una portata di 0.8-1.6 l/h per singolo punto e la profondità di installazione, compresa tra 20 e 35 cm, permette di evitare l'evaporazione ed il riaffioro.

In seguito sono mostrate lo schema e le planimetrie dell'impianto di irrigazione:

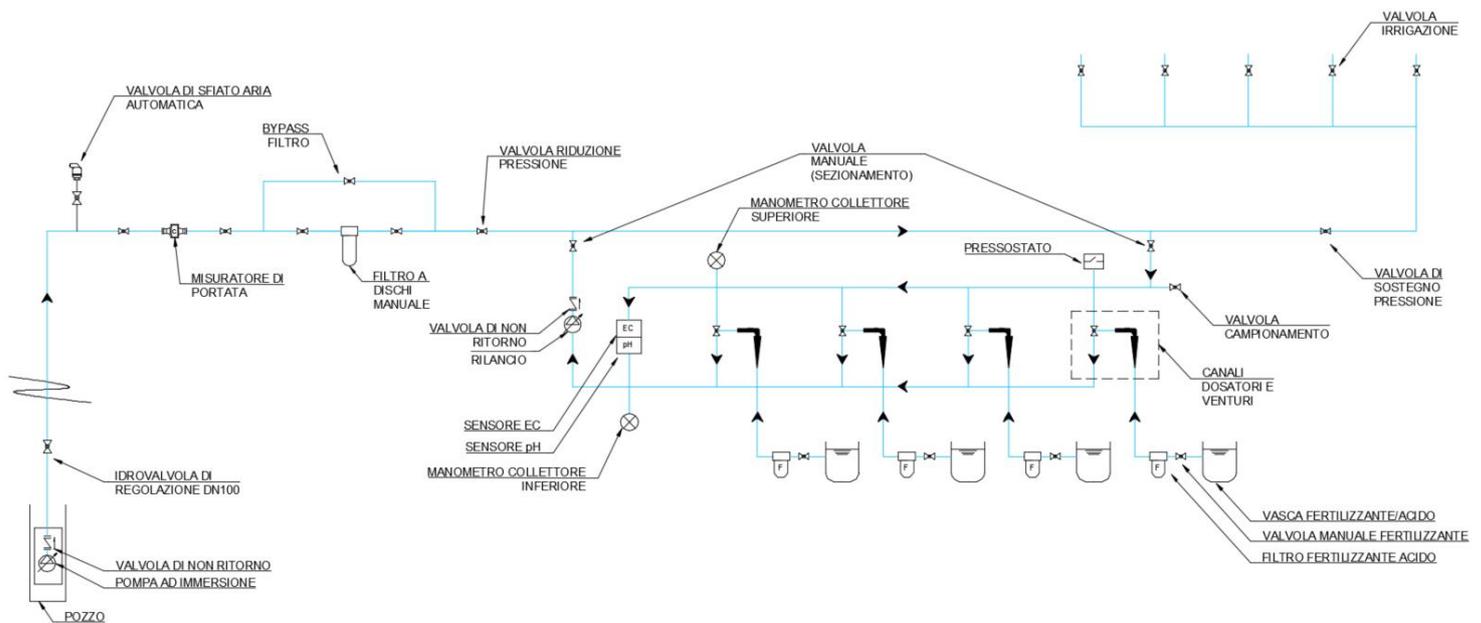


Figura 37 – Schematico impianto di irrigazione

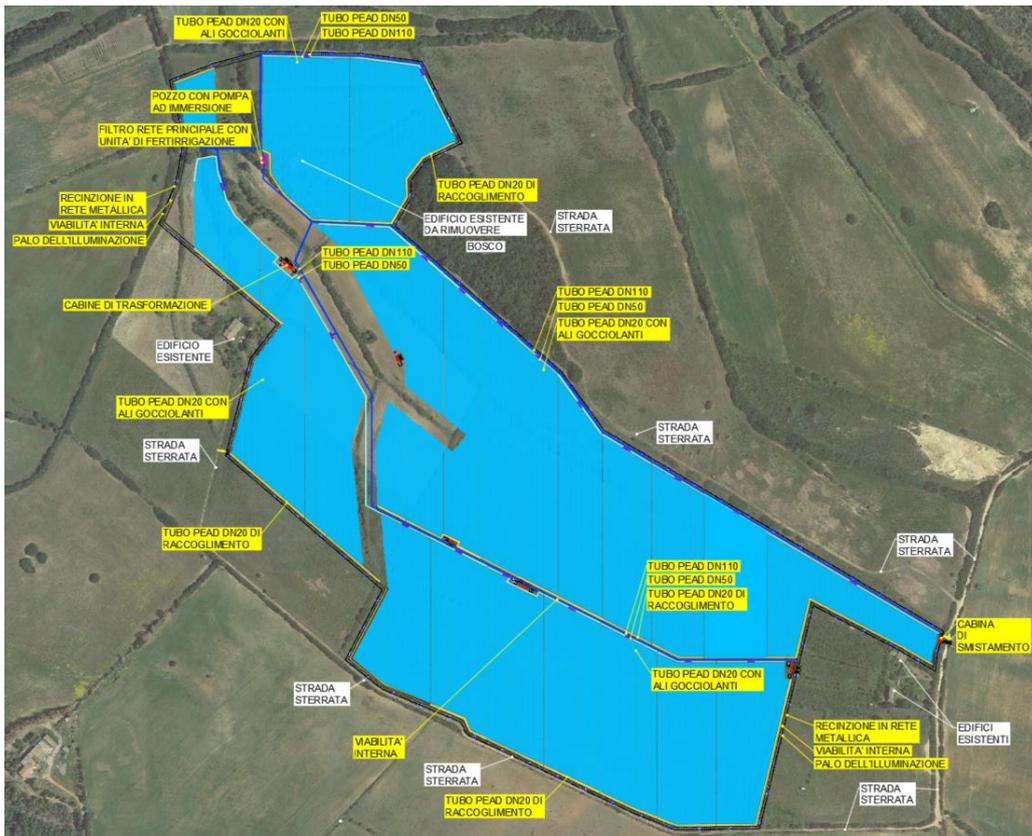


Figura 40: Planimetria impianto di irrigazione, lotto 1

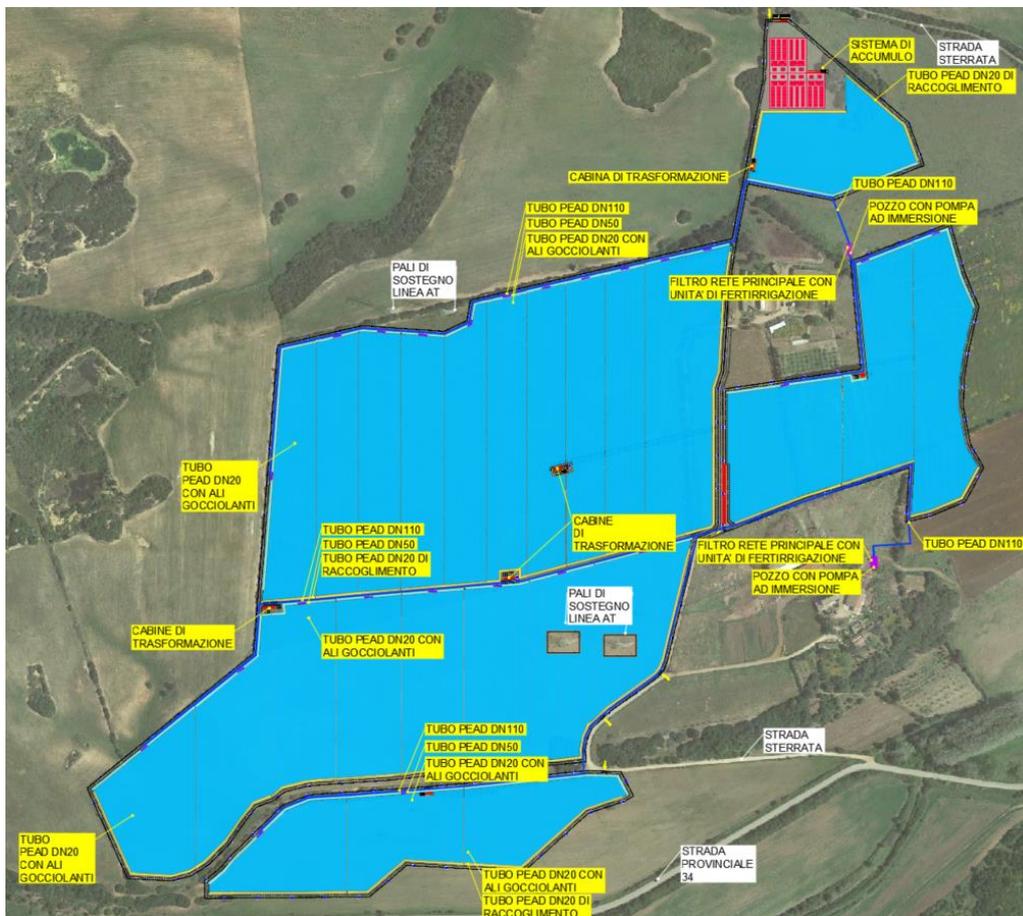


Figura 41: Planimetria impianto di irrigazione, lotto 2

L'impianto di irrigazione è composto da:

- N. 3 pozzi di nuova realizzazione per il prelievo dell'acqua necessaria
- N. 3 pompe ad immersione, una per ciascun pozzo
- N.3 sistemi di filtraggio dell'acqua, uno per ogni pozzo
- N.3 sistemi di fertirrigazione, uno per ogni pozzo
- Una rete principale per lo smistamento e il convogliamento dell'acqua, composto da un reticolo di tubazioni interrato in PE
- Ali gocciolanti DN20
- Valvole di riduzione di pressione, di sfiato, di regolazione

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento all'elaborato grafico "ELG_318_IMPIANTO DI IRRIGAZIONE, PLANIMETRIA E SCHEMATICO".

10 OPERE ACCESSORIE

10.1 Sistemazione dell'area e viabilità

I terreni asserviti alla realizzazione dell'impianto FV in progetto presentano una conformazione morfologica ondulata, soprattutto nel lotto 2, tali da richiedere piccole opere di livellamento del profilo pedologico.

Ai fini di assicurare un'ottimale costruzione e gestione della centrale fotovoltaica, il progetto ha previsto la realizzazione *ex novo* di una viabilità di servizio funzionale alle operazioni di costruzione ed ordinaria gestione dell'impianto, come mostrato negli elaborati grafici allegati.

L'area sarà accessibile da ingressi posizionati in corrispondenza della viabilità locale.

La carreggiata stradale della viabilità di impianto presenterà una larghezza massima di 4 metri. La massicciata stradale sarà formata da una soprastruttura in misto stabilizzato di 0.10 m. Lo strato di fondazione sarà composto da un aggregato che potrà essere costituito da pietrisco e detriti di cava o di frantoio o materiale reperito in sito oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni da stabilirsi in sede di progettazione esecutiva. Infine saranno previste delle cunette ai lati della viabilità per lo scolo delle acque meteoriche.

Le carreggiate saranno conformate trasversalmente conferendo una pendenza dell'ordine del 2,5% per garantire il drenaggio ed evitare ristagni delle acque meteoriche.

10.2 Recinzione e cancello

Al perimetro dell'impianto FV è prevista la realizzazione di una recinzione in rete metallica plastificata a maglia romboidale sostenuta da pali infissi in ferro zincato.

I sostegni in ferro zincato, dell'altezza di circa 2.0 metri verranno conficcati nel terreno per una profondità pari a 0,5 m. Questi presenteranno giunti di fissaggio laterale della rete sul palo e giunti in metallo per il fissaggio di angoli retti e ottusi.

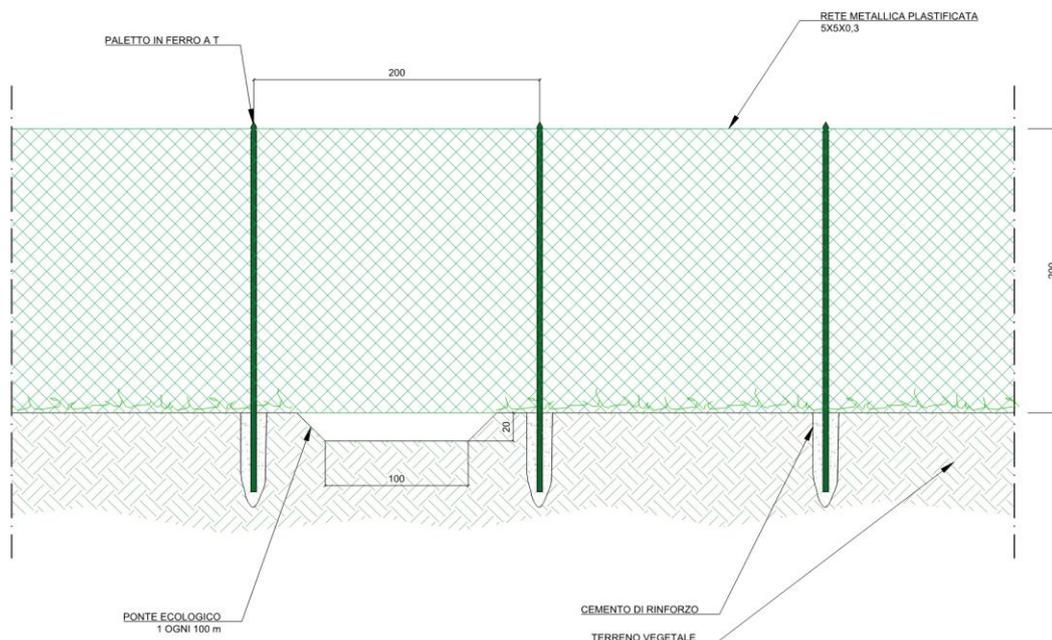


Figura 42 - Recinzione - Prospetto

Essa sarà costituita da una rete metallica di altezza 200 cm, sostenuta da pali in acciaio zincato infissi nel terreno.

Data la presenza di recinzioni di notevole lunghezza, al fine di prevenire le possibili ripercussioni negative in termini di deframmentazione degli habitat, sono state previste delle aperture ogni 20 m di altezza pari 20 cm ed ampiezza 100 cm circa, al fine di consentire il libero transito della piccola fauna selvatica del luogo dall'esterno all'interno e viceversa. Come si evince infatti dalla sezione tipo sopra riportata, le scelte progettuali effettuate permetteranno il passaggio della piccola fauna all'interno o all'esterno dell'impianto, in modo da scongiurare qualsivoglia frattura naturalistica.

Per l'accesso entro i siti di impianto dovranno realizzarsi dei cancelli realizzati in profilati di acciaio, assemblati tramite saldatura elettrica, verniciati e rete metallica in tondini di diametro 6 mm con passo della maglia di 15 cm, come da disegno di progetto. Il cancello è costituito da due ante a bandiera di altezza 2,40 m e di larghezza di 2,5 m, per una luce totale di 5 m, completo di paletto di fermo centrale e chiusura a lucchetto.

In alternativa alla tipologia sopra descritta, ove richiesto dalla D.L., i cancelli potranno essere realizzati in profilati scatolari di acciaio, assemblati per saldatura elettrica e successivamente zincati a caldo, con tamponamento delle ante in pannelli grigliati fusi elettricamente di acciaio zincato (a maglia quadrata di 60 x 60 mm circa costituita da piatti verticali di 25 x 3 mm collegati orizzontalmente da tondi del diametro 5 mm) solidarizzati al telaio mediante bulloneria inamovibile.

In ogni caso le cerniere dovranno essere in acciaio inox ed andranno opportunamente applicate ai pilastri di sostegno (in c.a. o in acciaio).

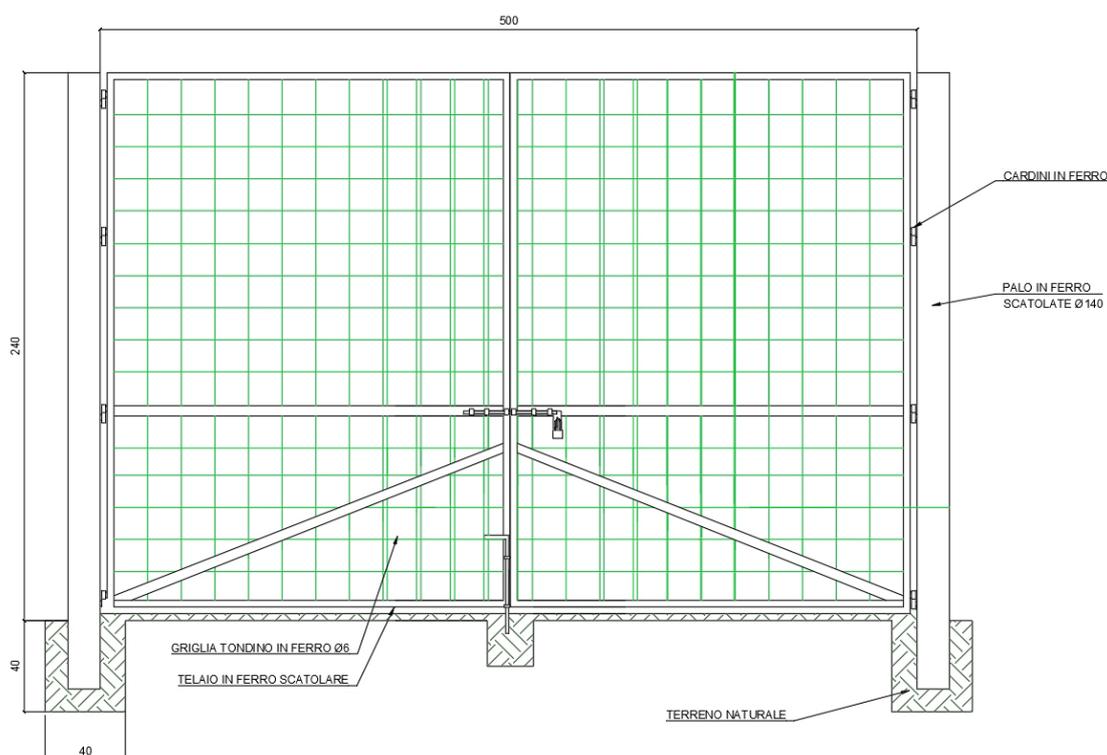


Figura 43 - Prospetto cancello di ingresso

10.3 Scavi per posa cavidotti

Le operazioni di scavo da attuarsi nell'ambito della costruzione del campo solare devono principalmente riferirsi all'approntamento degli elettrodotti interrati per la distribuzione BT e MT di impianto, e la realizzazione della dorsale MT di collegamento alla rete di distribuzione di Terna S.p.A.

Per la posa dei cavidotti interrati verrà effettuato uno scavo a sezione obbligata di larghezza da 35 cm a 100 cm, ed avente una profondità di 100 cm. Lo scavo sarà riempito per i primi 30 cm con sabbia, mentre la parte rimanente verrà costipata con materiale proveniente dagli scavi. Il ricoprimento finale sarà effettuato avendo cura di ripristinare la superficie esistente interessata dallo scavo quale può essere la strada sterrata, il terreno di coltivo o il cotico erboso presente a bordo strada.

I cavidotti all'interno del campo fotovoltaico verranno posati senza l'utilizzo del corrugato di protezione, mentre quelli posati all'esterno del perimetro dell'impianto saranno posati con corrugato di protezione.

I cavidotti saranno segnalati mediante nastro monitore in polietilene reticolato, PVC plastificato o altri materiali di analoghe caratteristiche, conforme alla tabella ENEL DS 4285 matricola 858833.

Verranno posati dei pozzetti di ispezione di dimensione 100cm x 100cm, realizzati in calcestruzzo prefabbricato in vari punti lungo il percorso dei cavi.

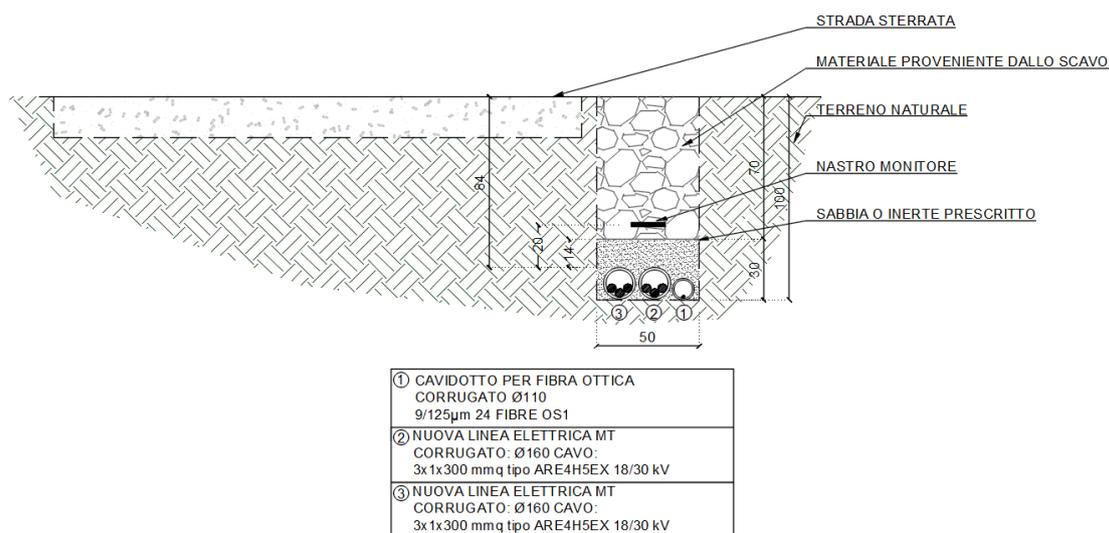


Figura 44 - Sezione tipologica di posa dei cavidotti all'esterno del campo agro-voltaico

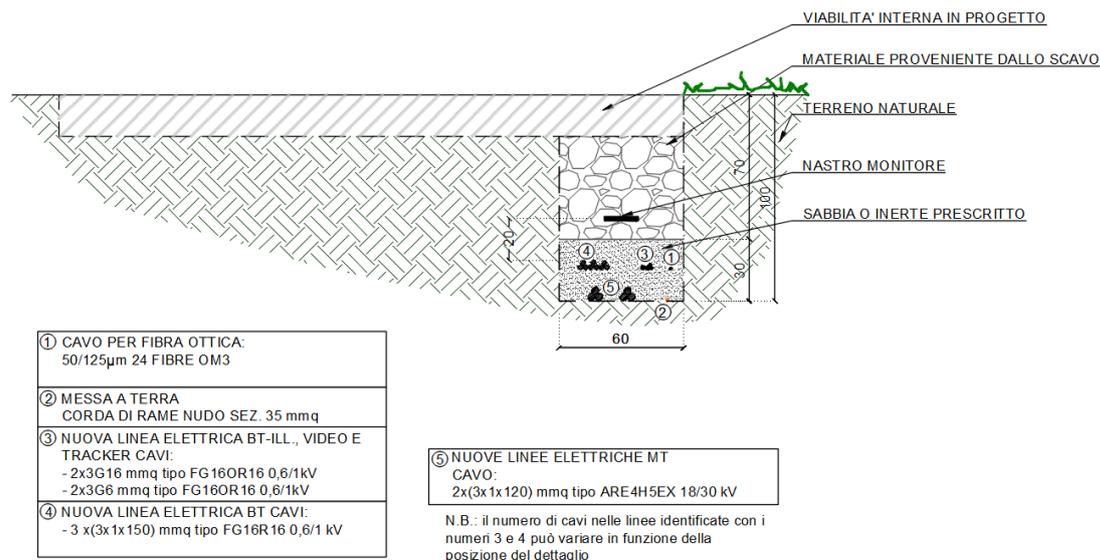


Figura 45 - Sezione tipologica posa cavidotti all'interno del campo agro-voltaico

La fase di scavo prevede l'utilizzo di un escavatore a braccio rovescio dotato di benna, che scaverà e deporrà il materiale a bordo trincea; previa verifica positiva dei requisiti stabiliti dal D.M. 120/2017 (*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*), il materiale sarà successivamente messo in opera per il riempimento degli scavi, assicurando un recupero pressoché integrale dei terreni asportati. L'eventuale materiale in esubero stazionerà provvisoriamente ai bordi dello scavo e, al procedere dei lavori di realizzazione dei cavidotti, sarà caricato su camion per essere trasportato all'esterno del cantiere presso centri di recupero/smaltimento autorizzati. Infine, è prevista l'utilizzo della tecnica TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) per la posa del cavidotto di media tensione nei pressi della Strada Provinciale 57.

Per ulteriori dettagli si prenda lettura della documentazione tecnica:

- “DTG_073_PIANO DI GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO”
- “ELG_401_PLANIMETRI STATO DI PROGETTO OPERE DI CONNESSIONE”,
- “ELG_402_PLANIMETRIA DISTRIBUZIONE ELETTRICA MT LOTTI 1 E 2”
- “ELG_403_SEZIONI OPERE DI CONNESSIONE”.

11 DESCRIZIONE DEL PROCESSO COSTRUTTIVO

Nel seguito, sarà fornita una sintetica descrizione delle attività costruttive finalizzate alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

11.1 Indicazioni generali per l'esecuzione dei lavori

I lavori dovranno essere eseguiti a regola d'arte da impresa abilitata secondo i criteri di sicurezza individuati dal testo unico della sicurezza e nella legislazione vigente in materia di sicurezza degli impianti.

L'impresa esecutrice dovrà disporre in organico di personale adeguatamente qualificato per l'esecuzione di lavorazioni che comportano rischio elettrico secondo la norma CEI 11-27.

11.2 Descrizione del contesto in cui è situata l'area di cantiere

Il cantiere per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico è situato all'interno dell'agro di Sassari, località Seligheddu per il lotto 1 e in località Bruncadeddu per il lotto 2. La disponibilità di adeguate superfici per l'allestimento dei baraccamenti di cantiere, la delimitazione di aree di deposito e lavorazione potranno essere individuati all'interno delle aree di sedime dell'impianto agrivoltaico in progetto. Di seguito, si riporta la planimetria delle aree di cantiere necessarie alla realizzazione del progetto. Gli ingressi del cantiere sono posti lungo la viabilità sterrata demaniale per quanto riguarda il sotto lotto 1 e lungo la viabilità sterrata demaniale, che si dirama dalla SP34 per quanto riguarda il sotto lotto 2. La viabilità sterrata risulta adeguata al transito dei mezzi d'opera, pertanto non sono previsti interventi per modificarla.

Per ulteriori dettagli sulle aree di cantiere si rimanda agli elaborati:

- "ELG_315_PLANIMETRIA AREE LOGISTICHE DI CANTIERE LOTTO 1"
"ELG_316_PLANIMETRIA AREE LOGISTICHE DI CANTIERE LOTTO 2".

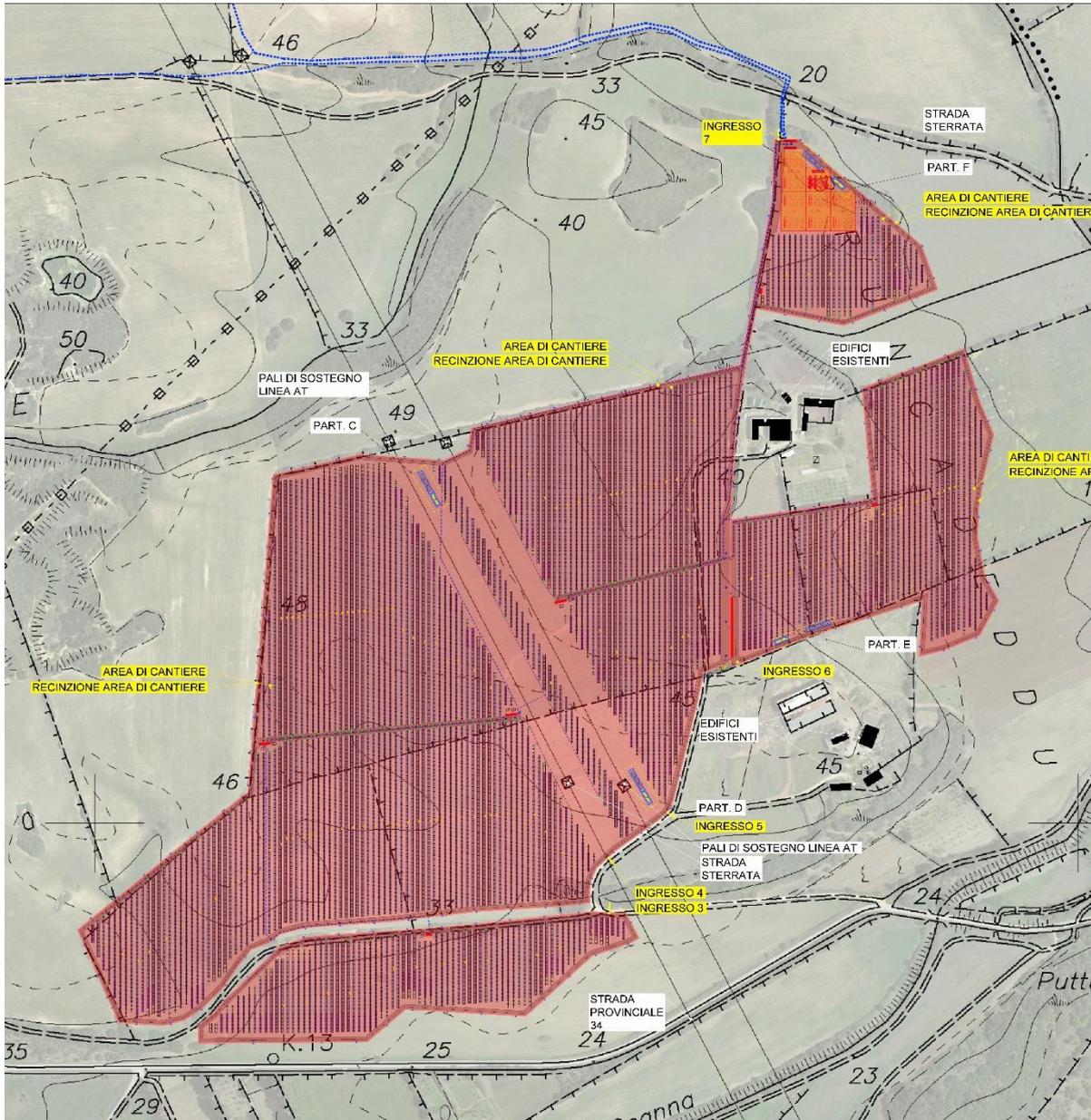


Figura 47: Planimetria aree di cantiere Lotto 2

Per ulteriori dettagli si prenda lettura degli elaborati grafici:

- “ELG_PLANIMETRIA AREE LOGISTICHE DI CANTIERE – LOTTO 1”
 “ELG_316_PLANIMETRIA AREE LOGISTICHE DI CANTIERE – LOTTO 2”.

11.3 Principali lavorazioni previste

L'individuazione, analisi e valutazione delle lavorazioni e dei rischi ad esse correlati sarà oggetto di specifica analisi in sede di progettazione esecutiva; in tale fase si procederà, inoltre, alla definizione delle procedure organizzative e misure preventive e protettive in materia di sicurezza.

In questa sede possono comunque individuarsi le seguenti fasi lavorative principali:

- 1) **allestimento cantiere:** l'allestimento del cantiere costituisce la prima fase lavorativa della costruzione. L'allestimento e l'organizzazione di un cantiere edile comportano una serie di attività, quali, a titolo esemplificativo:
 - la costruzione di recinzione;
 - l'individuazione e allestimento degli accessi (sia pedonali che carrabili);
 - la realizzazione degli impianti di cantiere (acqua, elettricità, ecc.);
 - la realizzazione dell'impianto di messa a terra;
 - il picchettamento;
 - l'individuazione e allestimento degli spazi di lavorazione (banco del ferraiolo, betoniera, molazza, ecc.).

Durante i lavori dovrà essere assicurato che il movimento di mezzi d'opera e personale avvenga in condizioni di sicurezza. A questo scopo, all'interno del cantiere dovranno essere approntate adeguate vie di circolazione carrabile e pedonale, corredate di appropriata segnaletica.

- 2) **Realizzazione dell'impianto elettrico del cantiere:** tale fase prevede la posa in opera dell'impianto elettrico del cantiere per l'alimentazione di tutte le apparecchiature elettriche, compresi quadri, interruttori di protezione, cavi, prese e spine, ecc.
- 3) **Scarico/Installazione di macchine varie di cantiere** (tipo betoniera, molazza, piegaferro/tranciatrice, sega circolare, ecc.): durante le fasi di scarico dei materiali sarà necessario vietare l'avvicinamento del personale e di terzi al mezzo di trasporto e all'area di operatività della gru idraulica del medesimo, mediante avvisi e sbarramenti. L'operatività del mezzo di trasporto dovrà essere segnalata tramite il giro faro. Gli autocarri in manovra devono essere assistiti da terra.
- 4) **Montaggio pannelli FV su inseguitori mono assiali e collegamento agli inverter:** l'attività comprende l'infissione dei sostegni verticali dei *tracker*, l'approvvigionamento, il sollevamento ed il montaggio dei componenti degli inseguitori fotovoltaici, e il loro fissaggio ai sostegni verticali; il montaggio di

supporti per pannelli fotovoltaici costituiti da elementi idonei al fissaggio su piano inclinato; il sollevamento dei pannelli fotovoltaici e loro fissaggio ai supporti precedentemente montati; l'installazione degli inverter di conversione DC/AC e il collegamento delle stringhe di pannelli fotovoltaici. Data l'impossibilità pratica di porre il sistema fuori tensione alla presenza di luce solare si indicherà con opportuna segnaletica tale situazione di potenziale pericolo.

- 5) **Montaggio di cabine prefabbricate per l'alloggiamento dei quadri elettrici BT e MT:** durante le fasi di scarico dei materiali occorrerà vietare l'avvicinamento del personale e di terzi al mezzo di trasporto e all'area di operatività della gru idraulica del medesimo, mediante avvisi e sbarramenti. Il passaggio dei carichi sopra i lavoratori durante il sollevamento e il trasporto dei carichi dovrà essere vietato. Tutti i collegamenti elettrici dovranno essere eseguiti "fuori tensione".
- 6) **Realizzazione canalizzazioni e posa cavidotti:** prevede la posa e disposizione dei cavi in BT per il collegamento tra l'impianto FV e la cabina utente, e la posa dei cavi in MT per la connessione.
- 7) **Collaudo e messa in servizio:** La fase di collaudo prevede l'esecuzione di verifiche tecniche funzionali da effettuarsi al termine dei lavori di installazione (corretto funzionamento dell'impianto nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione, continuità elettrica e connessioni tra moduli, messa a terra di masse e scaricatori, ecc.).
- 8) **Smobilizzo del cantiere:** consiste nella rimozione del cantiere realizzata attraverso lo smontaggio delle postazioni di lavoro fisse, di tutti gli impianti di cantiere, delle opere provvisorie e di protezione, della recinzione posta in opera all'insediamento del cantiere stesso ed il caricamento di tutte le attrezzature, macchine e materiali eventualmente presenti, su autocarri per l'allontanamento.

11.4 Impianto elettrico di cantiere

All'origine dell'impianto deve essere previsto un quadro contenente i dispositivi di sezionamento, di comando e di protezione. L'impianto elettrico di cantiere dovrà essere dotato di interruttore generale magnetotermico differenziale con $I_{dn} = 0,03 \text{ A}$ e P.I. = 6kA. Deve essere previsto un dispositivo per l'interruzione di emergenza dell'alimentazione per tutti gli utilizzatori per i quali è necessario interrompere tutti i conduttori attivi per eliminare il pericolo.

La protezione contro i contatti diretti può essere assicurata da:

- protezione mediante isolamento delle parti attive, involucri o barriere (rimovibili solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo), ostacoli che impediscono l'avvicinamento non intenzionale con parti attive;
- uso dell'interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA (protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione).

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata da:

- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione. Per i cantieri la tensione limite di contatto (UL) è limitata a 25V c.a.;
- protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente.

Le prese e spine previste per i cantieri saranno a norma CEI 23-12/1 e approvate da IMQ, il grado di protezione minimo deve essere IP43.

Le prese a spina devono essere protette da un interruttore differenziale da 30 mA (non più di 6 prese per interruttore), secondo quanto prescritto dalla CEI 64-8/7

I cavi flessibili degli apparecchi utilizzatori (p.es. avvolgicavi e tavolette multiple) devono essere del tipo H07RN-F, oppure di tipo equivalente ai fini della resistenza all'acqua e all'abrasione.

11.5 Precauzioni aggiuntive con impianti FV

Dal punto di vista della sicurezza il generatore fotovoltaico è una fonte energetica non interrompibile, data l'impossibilità pratica di porre il sistema fuori tensione alla presenza di luce solare, sia in fase di costruzione del generatore fotovoltaico, sia in occasione della sua manutenzione.

In caso di intervento delle protezioni, comandando i dispositivi di apertura lato c.c., si determina l'innalzamento della tensione del generatore fotovoltaico e il mantenimento di eventuali archi elettrici che si fossero creati sui circuiti c.c.

È necessario indicare con opportuna segnaletica (*Figura 48*) tale situazione di pericolo durante l'installazione e manutenzione degli impianti FV.



Figura 48 - Segnaletica da utilizzare per i lavori sugli impianti FV

11.6 Tempi di realizzazione

La durata complessiva dei lavori è indicativamente stimata in circa 16 mesi a decorre dall'apertura del cantiere. Si precisa, peraltro, come il cronoprogramma effettivo delle operazioni di cantiere potrà scaturire solo a seguito dell'elaborazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato al Progetto Esecutivo dell'impianto.

12 POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO A LIVELLO LOCALE

Di seguito vengono individuate le attività funzionali allo sviluppo e realizzazione del progetto che sono state, o verranno, realizzate facendo ricorso ad operatori e maestranze locali, secondo le distinte fasi di attuazione dell'intervento.

Fase di Progettazione e Autorizzatoria

Tale fase si riferisce al conferimento di incarichi professionali ed all'affidamento di servizi per il conseguimento del titolo abilitativo alla costruzione ed esercizio dell'impianto. Le attività comprendono le spese di progettazione ed i costi per le indagini.

Fase di Costruzione

Verranno eseguite con maestranze locali, come peraltro di prassi nel settore, tutte le attività non strettamente specialistiche oltreché la Direzione Lavori ed il coordinamento per la sicurezza.

Fase di Gestione Operativa

Si tratta di attività continuative lungo il ciclo di vita dell'impianto (25 anni indicativamente) con coinvolgimento di maestranze locali per: ispezione e manutenzione elettrica di primo intervento, assistenza agli interventi di manutenzione programmata e straordinaria, lavaggio pannelli, manutenzione verde, sorveglianza. A tale riguardo la Fimenergia S.r.l. ha in programma di far riferimento ad una struttura operativa che preveda il coinvolgimento delle seguenti figure professionali incaricate: n.1 elettricista, n. 1 operaio.

13 BIBLIOGRAFIA

Cadinu Marco, a. c. (2009). *I Manuali del recupero dei centri storici della Sardegna. Architetture delle colline e degli altipiani settentrionali*. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.

Commissione Europea. (s.d.). *La politica agricola comune in sintesi*. Tratto da https://ec.europa.eu/info/foodfarming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/cap-glance_it

Commissione Europea, DGXI Ambiente, Sicurezza Nucleare e Protezione Civile. (1998). *Manuale per la valutazione ambientale dei Piani di Sviluppo Regionale e dei Programmi dei Fondi strutturali dell'Unione Europea*.

Comune di Sassari. (2014). *Studio di Compatibilità Idraulica* - Relazione.

Comune di Sassari. (2018). Allegato B - Relazione di progetto.

Comune di Sassari. (s.d.). *Comune di Sassari*. Tratto da <http://www.comune.sassari.it/>

Brigaglia, M. (. (2008). *Dizionario storico-geografico dei comuni della Sardegna O-S*. Sassari: Carlo Delfino.

Chiabrando, Roberto & Fabrizio, Enrico & Garnerò, Gabriele. (2008). *“L'impatto territoriale e paesaggistico degli impianti fotovoltaici: stato dell'arte e applicazioni.”*

Comune di Sassari. (s.d.). Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) - *Norme Tecniche di Attuazione*. Crenos. (2020). Economia della Sardegna - 27° Rapporto Crenos

Governo Italiano -Presidenza del Consiglio dei Ministri. (2021, aprile 25). *Trasmissione del PNRR al Parlamento*. Tratto da <https://www.governo.it/it/articolo/pnrr/16718>

ISPRA – Istituto Nazionale Protezione Ambientale (s.d.). *Carta della Natura*: <https://sinacloud.isprambiente.it/>

ISPRA – (2018). *Rapporto rifiuti speciali*.

Istat - Istituto Nazionale di Statistica. (s.d.). Tratto da *Istat - Il tuo accesso diretto alla statistica italiana*: <http://dati.istat.it/#>

Istat - Istituto Nazionale di Statistica. (s.d.). Dati statistici per il territorio - Regione Sardegna.

Istat. (2020). Grafici Interattivi - Indicatori del Benessere 2020. Tratto da Istat - Istituto Nazionale di Statistica: https://public.tableau.com/views/BES2020_Giugno/Regione?:language=it&:display_count=y&publish=yes&:origin=viz_share_link&:showVizHome=no

Le regioni storiche della Sardegna. (s.d.). Tratto da *La mia Sardegna*: <http://www.lamiasardegna.it/sardegna-regioni.htm>

Legambiente. (2016). Isole 100% rinnovabili.

LIPU. (s.d.). *IBA e Rete Natura 2000*. Tratto da <http://www.lipu.it/iba-e-rete-natura>

L'isola dei laghi. (s.d.). Tratto da Sighe.Sardegna.it:
https://www.dighe.sardegna.it/storia/l_isola_dei_laghi.htm

Ministero della Salute. (s.d.). Siti Bonifica Interesse Nazionale – SIN. Tratto da
<http://www.salute.gov.it/rssp/paginaParagrafoRssp.jsp?sezione=determinanti&capitolo=ambiente&id=2714>
)

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE). (s.d.). *Aree Marine Istituite*. Tratto da
<https://www.mase.gov.it/pagina/aree-marine-istituite>

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE). (s.d.). *Aree Naturali Protette*. Tratto da
<https://www.mase.gov.it/pagina/classificazione-delle-aree-naturali-protette>

Ministero delle Politiche Agricole Alimentari Forestali. (s.d.). *Programma di Sviluppo Rurale Nazionale*.
Tratto da <https://www.psrn.it/psrn/>

Ministero delle Politiche Agricole Alimentari Forestali. (s.d.). *Lo Sviluppo rurale in Italia e la prospettiva europea nei programmi del PSRN*. Tratto da Programma Sviluppo Rurale Nazionale:
<https://www.psrn.it/psrn/>

Parco di Porto Conte. (s.d.). *La Flora e la Fauna dell'Area Marina Protetta*.
Tratto da <https://www.algheroparks.it/ente-gestore/l-area-marina-protetta/la-flora-e-la-fauna-dellamp/>

Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna. (s.d.). *Miniera dell'Argentiera*. Tratto da
<https://parcogeominerario.sardegna.it/argentiera/>

Parco Nazionale dell'Asinara. (s.d.). *Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara"*. Tratto da
<http://www.parcoasinara.org/it/contenuti/articoli/dettagli/537/>

Pau, G. (s.d.). Campidani. In M. B. Tola, *Dizionario Storico-Geografico dei Comuni della Sardegna*.
Carlo Delfino.

Provincia di Sassari. (s.d.). *Piano Urbanistico Provinciale - Ecologie*.

Provincia di Sassari. (s.d.). *Piano Urbanistico Provinciale – Geografie dell'organizzazione dello spazio*.

Provincia di Sassari. (s.d.). *Piano Urbanistico Provinciale. Relazione di Sintesi*.
Tratto da http://www.provincia.sassari.it/sc/pup__ptc.wp

RAS - Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna. (dicembre 2020).
Serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale della Sardegna - indicatori di stato per il monitoraggio e il preallarme della siccità.

Sardegna Ambiente. (2019). *Aggiornamento del Piano Regionale Bonifica Siti Inquinati*.
Tratto da <https://portal.sardegnaasira.it/-/aggiornamento-del-piano-regionale-bonifica-siti-inquinati->

Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato della Difesa dell'Ambiente. (2015). *Piano di prevenzione, conservazione e risanamento della qualità dell'aria ambiente*. approvato con D.G.R. n. 55/6 del 29/11/2005.

Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Difesa dell'Ambiente. (2015). *Zonizzazione definitiva e piani di risanamento*. approvato con D.G.R. n. 55/6 del 29.11.2005.

Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato della Difesa dell'Ambiente e ARPAS. (2019). *Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2018*.

Regione Autonoma Della Sardegna - Assessorato Lavori Pubblici. (Revisione luglio 2004). *Relazione generale Piano stralcio per l'assetto idrogeologico. Piano di Assetto Idrogeologico, previsto dalla Legge 267 del 3-08-1998*.

Regione Autonoma della Sardegna - Autorità di Bacino Regionale. (2° ciclo di pianificazione 2016-2021). *Riesame e aggiornamento del Piano di gestione del distretto idrografico della Sardegna*.

Regione Autonoma della Sardegna - Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna. (2° Ciclo di pianificazione 2016-2021). *Riesame e aggiornamento del piano di gestione del distretto idrografico della Sardegna. secondo la Direttiva 2000/60/CE ed il D.LGS 152/2006, allegato alla Delibera del Comitato Istituzionale n.1 del 15/03/2016*.

Regione Autonoma della Sardegna. (s.d.). *Elettromagnetismo*. Tratto nel febbraio 2021 da Sardegna Ambiente: <https://portal.sardegناسira.it/elettromagnetismo1>

Regione Sardegna. (2007). *Piano Forestale Ambientale Regionale (P.F.A.R.) - Relazione generale*.

Regione Sardegna. (febbraio 2019). *Piano Regionale Bonifica delle Aree Inquinata (PRB) – Relazione di Piano*.

Regione Sardegna. (2006). *Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Relazione generale*.

Regione Sardegna. (Adottate con Deliberazione della Giunta Regionale n. 6/50 del 5 febbraio 2019.). *Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici*.

Regione Sardegna. (novembre 2020). Tratto da Allegato B alla Delib.G.R. 59/90 del 2020 "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti energetiche rinnovabili", p.4.

Regione Sardegna. (s.d.). *Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Norme Tecniche di Attuazione*. Tratto da https://www.regione.sardegناسira.it/documenti/1_5_20081024133652.pdf

Regione Sardegna. (s.d.). *Piano Gestione Rischio Alluvione. Atlante delle aree di pericolosità idraulica per singolo Comune- Volume 17*.

Regione Sardegna. (s.d.). *Piano Gestione Rischio Alluvione. Relazione Generale*.

Regione Sardegna. (s.d.). *Piano Paesaggistico Regionale - Atlante dei Paesaggi Rurali*.

Regione Sardegna. (s.d.). *Piano Paesaggistico Regionale (PPR) - Norme Tecniche di Attuazione*.

Regione Sardegna. (s.d.). *Piano Paesaggistico Regionale. Scheda d'Ambito n.14 "Golfo dell'Asinara"*.

Regione Sardegna. (s.d.). *Sostenibilità, proposti nuovi Sic e Zps per il completamento della Rete Natura 2000*. Tratto da <https://www.regione.sardegناسira.it/j/v/2568?s=386526&v=2&c=149&t=1>

Repubblica Italiana. (s.d.). *Art. 142 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".* Tratto da Camera dei Deputati dello Stato Italiano: <https://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/testi/04042dl.htm>

Rinnovabili. (2020, ottobre 13). *World Energy Outlook 2020: il fotovoltaico è il nuovo re dei mercati elettrici.* Tratto da Rinnovabili: <https://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/world-energy-outlook-2020-fotovoltaico/>

Sardegna Ambiente. (2019). *Aggiornamento del Piano Regionale Bonifica Siti Inquinati.* Tratto da <https://portal.sardegnaasira.it/-/aggiornamento-del-piano-regionale-bonifica-siti-inquinati->

Sardegna Ambiente. (s.d.). *Istituti di Protezione Faunistica.* Tratto da <https://portal.sardegnaasira.it/istituti-di-protezione-faunistica>

Sardegna Ambiente. (s.d.). *Rete Natura 2000.* Tratto da <https://portal.sardegnaasira.it/web/sardegnaambiente/rete-natura-2000>

Sardegna Corpo Forestale. (s.d.). *Il vincolo idrogeologico (R.D.L. 3267/23).* Tratto da <http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=612&s=88119&v=2&c=5186>

Sardegna Natura. (s.d.). *Parco naturale regionale di Porto Conte.* Tratto da <https://www.sardegnanatura.com/esplora-la-sardegna/aree-naturali-protette-sardegna/parchi-naturali-regionali-sardegna/878-parco-naturale-regionale-porto-conte.html>

Sardegna Territorio. (s.d.). *Consultazione dei Piani urbanistici comunali.* Tratto da http://webgis.regione.sardegna.it/puc_serviziconsultazione/ElencoComuni.ejb

Sardegna Turismo. (s.d.). *Parco Nazionale dell'Asinara.* Tratto da <https://www.sardegnaturismo.it/it/esplora/parco-nazionale-dellasinara>

Sardegna Turismo. (s.d.). *Uras.* Tratto da Sardegna Turismo: <https://www.sardegnaturismo.it/it/esplora/uras>

Sardegna, A. d. (s.d.). *Relazione Monografica di Bacino.* Mannu di Porto Torres.

Sardegna, T. d. (s.d.). *Porto Palmas.* Tratto da Tracce di Sardegna: <https://www.traccedisardegna.it/spiagge/porto-palmas>

Stintino.net. (s.d.). *Capo Falcone.* Tratto da <https://www.stintino.net/CapoFalcone.php>

WHO Regional Office for Europe. (2009). *Planning Policy Guidance 24: Planning and Noise*, UK Department for Communities and Local Government.