

REGIONE: SARDEGNA

PROVINCIA: SASSARI

COMUNI: Sassari

ELABORATO:

074.22.01.R15a

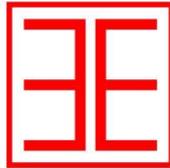
OGGETTO:

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO
"Sassari 2" 37,800 MWp
PROGETTO DEFINITIVO**

PROPONENTE:

ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.
VIA G.P. DA PALESTRINA 63
00193 ROMA
P.IVA: 17048561009
[PEC: elementsgreenatenasrl@legalmail.it](mailto:elementsgreenatenasrl@legalmail.it)

**PROGETTO
DEFINITIVO**



E N E R G Y
E N V I R O N M E N T
E N G I N E E R I N G

3E Ingegneria S.r.l.
Via G. Volpe n.92 – cap 56121 – Pisa (PI)
3eingegneria@pec.it
www.3eingegneria.it
info@3eingegneria.it

Sintesi non tecnica



Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
Gen. 24	0	Emissione	3E Ingegneria Srl	Elements Green Atena S.R.L.

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE,
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA



S O M M A R I O

1	PREMESSA.....	3
1.1	Società Proponente	3
1.2	Motivazione dell'opera	3
1.3	Ubicazione del progetto	4
2	ALTERNATIVE PROGETTUALI E DESCRIZIONE PROGETTO	7
2.1	Ubicazione del progetto.....	7
2.2	Alternative di progetto	7
2.2.1	Alternativa "Zero".....	7
2.2.2	Alternative localizzative.....	9
2.3	Descrizione dell'impianto.....	9
2.3.1	Generalità.....	9
2.3.2	Descrizione delle varie componenti d'impianto.....	18
2.4	Cavi e quadri.....	20
2.4.1	Cavi.....	22
2.4.2	Quadro AT	23
2.5	Sistemi ausiliari.....	24
2.5.1	Sorveglianza.....	24
2.5.2	Schema di collegamento	25
2.5.3	Opere civili.....	25
2.6	Cavidotti AT di connessione alla cabina di impianto	31
2.7	Collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale	31
2.7.1	Descrizione del Tracciato.....	31
2.7.2	Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo	33
2.8	Produttività e performance dell'impianto	38
2.9	Uso di risorse.....	39
2.10	Produzione di rifiuti	40
3	STIMA IMPATTI	42
3.1	Stima degli impatti indotti dal progetto.....	42
3.1.1	Atmosfera e qualità dell'aria	42
3.1.2	Ambiente Idrico superficiale e sotterraneo	44
3.1.3	Suolo e sottosuolo	47
3.1.4	Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.....	49
3.1.5	Salute pubblica.....	51
3.1.6	Rumore.....	52
3.1.7	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	58
3.1.8	Paesaggio	58
3.1.9	Traffico e viabilità.....	59
3.1.10	Vibrazioni	61
3.2	Vulnerabilità del progetto ai rischi di gravi incidenti e/o calamità	70



1 PREMESSA

Il presente documento ha per oggetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "Sassari 2", da ubicarsi nel Comune di Sassari (SS). L'impianto avrà una potenza pari a circa 37.800 kWp, denominato "Sassari" e connesso alla R.T.N. 36 kV attraverso la realizzazione della nuova stazione elettrica 380/150/36 kV, finalizzato alla produzione di energia elettrica rinnovabile. L'impianto verrà realizzato nel territorio comunale di Sassari in provincia di Sassari (SS) come le opere di rete per la connessione dell'impianto alla R.T.N.

La proposta progettuale presentata è stata sviluppata in modo da ottimizzare al massimo il rapporto tra le opere di progetto e il territorio, limitare al minimo gli impatti ambientali e paesaggistici e garantire la sostenibilità ambientale dell'intervento.

1.1 Società Proponente

La società Proponente, Elements Green Atena S.r.l. ha sede legale in ROMA (RM) VIA G.P. DA PALESTRINA 63 CAP 00193 P.TA IVA 17048561009.

La mission aziendale è lo sviluppo ecosostenibile, perseguito mediante la realizzazione di nuovi progetti nel settore dell'energia rinnovabile e dell'efficienza energetica per contribuire attivamente alla lotta al cambiamento climatico. I valori aziendali coniugano lo sviluppo imprenditoriale e la responsabilità sociale, attraverso:

- la responsabilità verso le persone e l'ambiente;
- la legalità e la trasparenza;
- l'innovazione e il miglioramento continuo.

1.2 Motivazione dell'opera

Al fine del raggiungimento dei target europei sulla produzione di energia da fonti rinnovabili e coerentemente con la promozione di uno sviluppo sostenibile della regione Sardegna, la cui necessità è ribadita ad ogni livello di pianificazione, il Piano Energetico Ambientale Regionale incoraggia lo sviluppo delle energie rinnovabili sul territorio locale. La posizione geografica della Sardegna consente, infatti, il raggiungimento di un livello di insolazione tale da rendere particolarmente alti i rendimenti degli impianti fotovoltaici.

La proposta risulta coerente anche con le nuove indicazioni regionali, emanate attraverso la DGR 59/90 del 27 novembre 2020, mirata a "fornire uno strumento che consenta di accompagnare e promuovere lo sviluppo d'impianti di produzione di energia elettrica da

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	3	71



fonte rinnovabile in considerazione degli ambiziosi obiettivi al 2030 del Piano Energetico Ambientale Regionale e più in generale a livello nazionale ed europeo. Il PEARS, nell'ambito dell'Obiettivo Generale OG2 Sicurezza Energetica, contempla l'azione strategica di lungo periodo (2030) AS2.3 che prevede che la regione persegua entro il 2030 l'installazione di impianti di generazione da fonte rinnovabile per una producibilità attesa di circa 2-3 TWh di energia elettrica ulteriore rispetto a quella esistente, che si attesta per il 2018 a 3,6 TWh" (Regione Sardegna, 27 Novembre 2020).

La presente proposta progettuale si inserisce in terreni ricadenti in aree agricole (E) non utilizzate attualmente ai fini agricoli in quanto marginali e con caratteristiche pedologiche che mal si adattano alle coltivazioni.

Seppure ad oggi le linee guida regionali prediligono l'utilizzo di aree definite 'idonee' per l'installazione di parchi fotovoltaici a terra, l'intervento proposto si allinea a quanto auspicato nella recente comunicazione ministeriale sul "Rilancio degli investimenti nelle rinnovabili e ruolo del fotovoltaico", promossa da Greenpeace Italia, Italia Solare, Legambiente e WWF Italia. Nella comunicazione si reputa oramai necessario prevedere "una quota di impianti a terra, marginale rispetto alla superficie agricola oggi utilizzata (SAU) e che può essere indirizzata verso aree agricole dismesse o situate vicino a infrastrutture, in ogni caso garantendo permeabilità e biodiversità dei suoli". Una necessità legata al raggiungimento dei 32 GWp di nuovi impianti solari previsti al 2030 dal Pniec (Piano Nazionale Energia e Clima) e che, oggi, appaiono ancora sottodimensionati rispetto agli obiettivi climatici e alle potenzialità del Paese. Secondo quanto sostenuto dalle Associazioni, "In molte aree del Paese esistono purtroppo terreni agricoli che non presentano condizioni tali da consentire una redditizia attività agricola e in questi casi il fotovoltaico può rappresentare una possibile soluzione per quei terreni di proficua integrazione".

1.3 Ubicazione del progetto

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto si trova nel Comune di Sassari (SS).

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	4	71



Figura 1 – Inquadramento territoriale area di intervento su ortofoto

La figura 1 mostra l'impianto Agrivoltaico è suddiviso in dieci cabine di campo suddivise in 3 sottocampi, della potenza nominale di 12.000, 9.000 e 18.000 kVA; sono utilizzati moduli fotovoltaici con potenza di picco di 700 Wp.

In ciascuna cabina di campo avverrà la trasformazione a 36 kV dell'energia proveniente dagli inverter di stringa; ciascuna linea AT a 36 kV uscente dalla rispettiva cabina di campo sarà collegata alla cabina di impianto o ad un'altra cabina di campo in entrata per poi attestarsi nella cabina di impianto. Dalla cabina di impianto partirà un cavidotto AT a 36 kV da collegare in antenna con nuova sezione a 36kV della nuova stazione elettrica di 150 kV della RTN di Sassari.

L'inquadramento territoriale dell'impianto è rappresentato in dettaglio negli elaborati grafici allegati al presente progetto, quali il layout di impianto, la corografia e la planimetria catastale.

Le coordinate geografiche dell'area sono le seguenti:

- Latitudine: 40.711° N
- Longitudine: 8.378° E

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	5	71



Al fine di verificare la conformità dell'intervento stati presi in esame i seguenti strumenti di pianificazione vigenti:

- Pianificazione in materia energetica
 - o Strumenti di pianificazione dell'Unione Europea
 - o Strumenti di pianificazione nazionali
 - o Strumenti di pianificazione regionale
- Pianificazione sovraordinata e locale
 - o Piano di tutela delle acque Regione Sardegna
 - o Piano di Tutela della Qualità dell'Aria
 - o Vincolo idrogeologico (RD n.3267/1923)
 - o Aree di interesse naturalistico⁶
 - o Usi civici
 - o Aree vincolate ai sensi del D.LGS 42/04
 - o Aree percorse da Incendio (DGR 23.10.2001, n. 36/46; artt. 3 e 10, L. 353/2000 e L.350/2003)
- Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)
 - o Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico
 - o Piano Stralcio Facce Fluviali
 - o Variante Frane del Sub-Bacino N° 3 Coghinas-Mannu-Temo
 - o Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)
 - o Reticolo Idrografico – Art. 30 ter N. A. P.A.I.
- D.G.R. N. 59/90 del 27.11.2020: "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili".
 - o Pianificazione Territoriale Urbanistica
 - o Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.)
 - o Piano Urbanistico Provinciale
 - o Pianificazione comunale

L'analisi condotta ha mostrato la piena compatibilità con i piani verificati, anche nel caso delle aree idonee regionali, tenendo conto che si tratta di un impianto agrivoltaico che pertanto manterrà la vocazione agricola dei terreni usati.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	6	71



2 ALTERNATIVE PROGETTUALI E DESCRIZIONE PROGETTO

2.1 Ubicazione del progetto

Gli interventi in progetto sono collocati nel territorio del comune di Sassari appartenenti alla provincia di Sassari.

L'impianto Agrivoltaico è suddiviso in dieci cabine di campo suddivise in 3 sottocampi, della potenza nominale di 12.000, 9.000 e 18.000 kVA; sono utilizzati moduli fotovoltaici con potenza di picco di 700 Wp.

L'area disponibile recintata ha un'estensione complessiva pari a circa **69,388 ha**

Le caratteristiche geografiche del sito individuato per la realizzazione dell'impianto sono indicate nella seguente tabella (misurate in posizione baricentrica rispetto all'estensione dell'area).

Nome Impianto	Comune	Provincia	Coordinate geografiche	Altitudine media (m s.l.m.m.)
Area impianto	Sassari	Sassari	Lat 40.711 Lon 8.378	68

Tabella 3.1a Caratteristiche geografiche del sito

L'area dove verrà realizzato l'impianto ha accesso dalla viabilità esistente locale o da strade comunali e/o provinciali.

Per tale impianto è previsto un collegamento in antenna a 36 kV con la nuova sezione a 36 kv della nuova stazione elettrica 36/150/380 kV della RTN denominata Olmedo 380. L'inquadramento dell'intero progetto, impianto agrivoltaico e opere di connessione alla RTN, è riportato nella Figura 1.

2.2 Alternative di progetto

Nel presente paragrafo sono riportate le alternative di progetto considerate per lo sviluppo dell'impianto in progetto.

2.2.1 Alternativa "Zero"

L'alternativa "Zero", o del *do nothing*, del non fare nulla, prevede la non realizzazione del progetto.



La non realizzazione del progetto comporta la perdita dell'opportunità di realizzare un impianto che, come sopra descritto, si inserisce nel processo di decarbonizzazione delineato dalla SEN 2017 e dal PNIEC 2030, che prevedono la presenza nel parco energetico nazionale di una quota crescente di energia generata da fonti rinnovabili. La non realizzazione dell'impianto determinerebbe quindi il venir meno del contributo che l'impianto in progetto apporterebbe al raggiungimento dell'obiettivo di crescita delle fonti rinnovabili previsto dalle direttive in materia di pianificazione energetica delineate sia a livello europeo che nazionale.

In sintesi, verrebbe realizzato un impianto per la produzione di energia elettrica "verde", in linea con le previsioni della strategia energetica nazionale al 2030, che permetterebbe altresì di evitare emissioni di anidride carbonica e inquinanti altrimenti prodotti da impianti per la produzione di energia alimentati da fonti convenzionali.

Sulla base della producibilità annua per l'impianto in progetto, stimata in 73.48 MWh/anno, è possibile affermare che la messa in servizio e l'esercizio dell'impianto agrivoltaico in oggetto permetteranno di:

- consentire un risparmio di circa 16.15 tep* (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) all'anno;
- evitare l'immissione di circa 35.53 tonnellate di CO₂** all'anno.
- evitare l'immissione in atmosfera dei seguenti inquinanti¹:

Inquinante	Emissioni evitate
NOx	15063,4 kg/anno
SOx	3380,08 kg/anno
COVNM	6613,2 kg/anno

* TERNA S.p.a dichiara che 1 tonnellata equivalente di petrolio (1 tep) genera 4545 kWh di energia utile; valore standard fornito come consumo specifico medio lordo convenzionale del parco termoelettrico italiano.

** Valore cautelativo calcolato sulla base dell'indicatore chiave fornito dalla commissione europea per il territorio europeo (e approssimato per difetto): intensità di CO₂: 2,2 tCO₂/tep.

¹ Per produrre 1 kWh elettrico il parco termoelettrico italiano emette in atmosfera indicativamente circa 0,205 g/kWh di Ossidi di azoto, 0,046 g/kWh di Ossidi di zolfo, 0,090 di Composti organici volatili non metanici – COVNM, 0,092 di Monossido di carbonio e 0,002 di polveri (PM10) (Fonte: rapporto ISPRA "Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico - n. 363/2022": fattori di emissione (mg/kWh) degli inquinanti atmosferici emessi per la produzione di energia elettrica e calore – anno 2020).

	<p align="center">Impianto Agrivoltaico "Sassari 2" da 37,8 MWp Sintesi non tecnica</p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	--	---

CO	6760,16 kg/anno
PM ₁₀	146,96 kg/anno

2.2.2 Alternative localizzative

Per la scelta del sito di progetto è stata condotta un'attività preliminare volta a individuare nella Regione Lazio siti idonei a ospitare impianti come quello in progetto.

Non è stato possibile individuare sul territorio regionale aree già industrializzate idonee per l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza prevista. È stato pertanto scelto un sito attualmente ad uso agricolo.

Il sito è stato individuato perseguendo i seguenti criteri, ritenuti essenziali per la realizzazione dell'impianto in progetto:

- localizzare l'impianto a modeste distanze da una stazione elettrica esistente o di prevista realizzazione, al fine di minimizzare le opere connesse (nel caso specifico cavidotto AT) e gli impatti sull'ambiente ad esse connessi;
- aree che consentono l'accesso da viabilità esistente senza che debba essere prevista la realizzazione di nuove infrastrutture al fine di minimizzare gli impatti connessi alla realizzazione di tali opere;
- aree localizzate a idonea distanza da nuclei abitati.

Le aree individuate per la realizzazione del progetto risultano ottemperare ai suddetti criteri localizzativi.

2.3 **Descrizione dell'impianto**

2.3.1 Generalità

L'impianto Agrivoltaico è suddiviso in dieci cabine di campo suddivise in 3 sottocampi, della potenza nominale di 12.000, 9.000 e 18.000 kVA; sono utilizzati moduli fotovoltaici con potenza di picco di 700 Wp.

In ciascuna cabina di campo avverrà la trasformazione a 36 kV dell'energia proveniente dagli inverter di stringa; ciascuna linea AT a 36 kV uscente dalla rispettiva cabina di campo sarà collegata alla cabina di impianto o ad un'altra cabina di campo in entrata per poi attestarsi nella cabina di impianto. Dalla cabina di impianto partirà un cavidotto AT a 36 kV da collegare

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	9	71



in antenna con nuova sezione a 36kV della nuova stazione elettrica a 36/150/380 kV della RTN, prevista nel comune di Sassari.

2.3.1.1 Coerenza del progetto con le linee guida per gli impianti agrivoltaici

Il progetto in questione, prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico in regime Agrivoltaico nel comune di Sassari con una potenza pari a 37.80 MWp su un'area recintata di circa 69,3886 ha.

Il progetto nel suo complesso ha contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

L'agrivoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

L'idea di combinare la produzione di energia con l'agricoltura fu concepita inizialmente da Adolf Goetzberger e Armin Zastrow, due fisici tedeschi, nel 1981. Lo sviluppo della tecnologia agrovoltaica negli ultimi anni è stato molto dinamico. La capacità installata è aumentata esponenzialmente, da circa 5 megawatt di picco (MWp) nel 2012 ad almeno 2,8 gigawatt di picco (GWp) nel 2020. Ciò è stato possibile grazie ai programmi di finanziamento del governo in Giappone (dal 2013), Cina (circa 2014), Francia (dal 2017), gli Stati Uniti (dal 2018) e, più recentemente, la Corea.

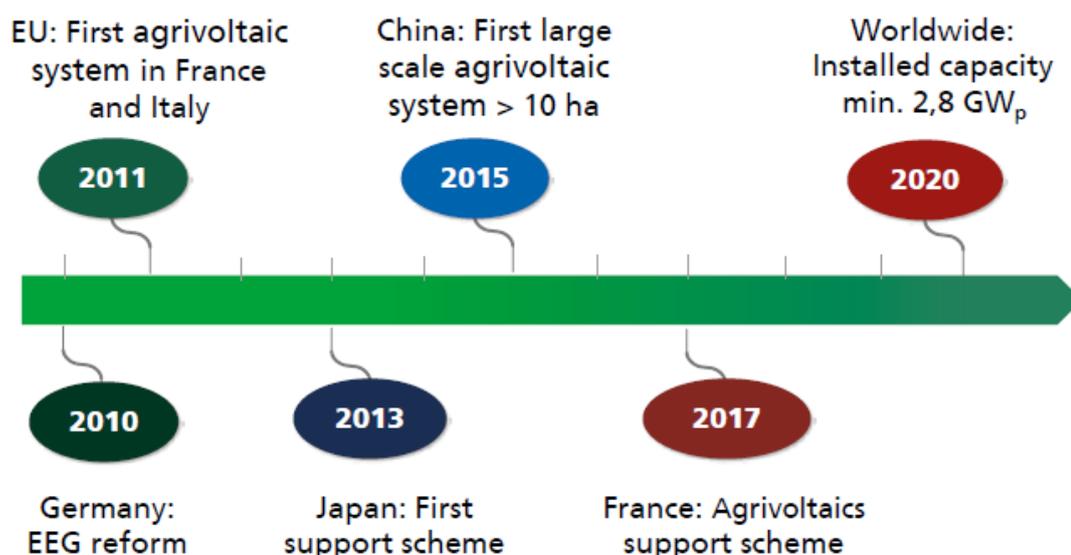


Figura 3.1: Sviluppo di progetti agrovoltaici dal 2010 ad oggi.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	10	71

In Italia, come riportato dal Rapporto Statistico GSE – Settore Fotovoltaico 2019, al 31 dicembre 2019 risultano installati 29.421 impianti fotovoltaici inseriti nell’ambito di aziende agricole e di allevamento per una potenza complessiva di 2.548 MW ed una produzione di lorda di 2.942 GWh (di cui 674 GWh di autoconsumo). Gli impianti appartenenti al settore agricolo sono presenti principalmente nelle regioni settentrionali, in particolare Veneto, Lombardia, Piemonte ed Emilia-Romagna.

Settore di attività	Installati al 31/12/2019		Installati nell'anno 2019	
	n°	MW	n°	MW
Agricoltura	29.421	2.548,0	805	24,9
Domestico	721.112	3.433,8	51.117	226,1
Industria	35.838	10.274,0	2.010	361,3
Terziario	93.719	4.609,5	4.258	139,1
Totale complessivo	880.090	20.865,3	58.190	751,4

Figura 3.2 Numero e potenza degli impianti per settore di attività - Rapporto GSE 2019

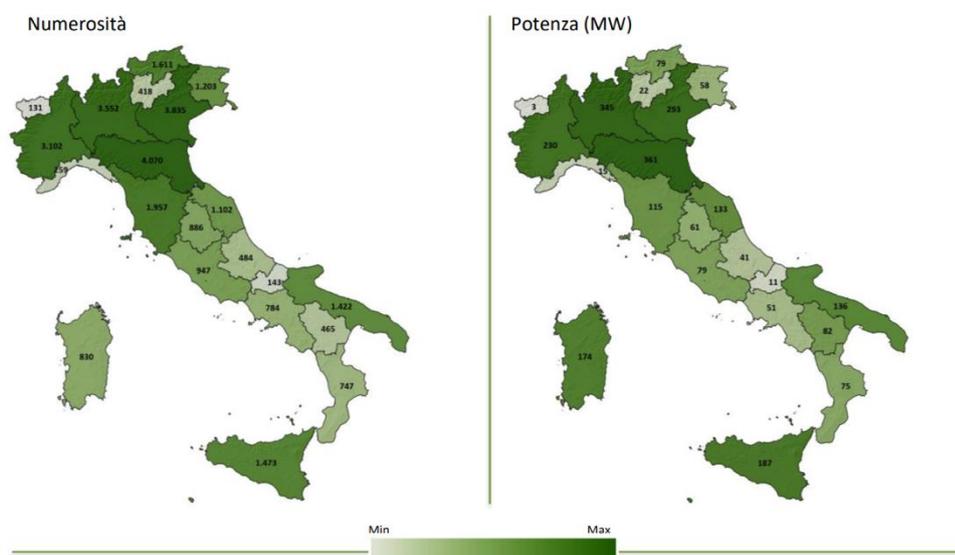


Figura 3.3 Impianti fotovoltaici nel settore agricolo - Distribuzioni regionale - Rapporto GSE 2019

La necessità di sviluppo di questi sistemi ibridi sia nel mondo che in Italia ha condotto la diffusione in letteratura di valutazioni scientifiche. Nel seguito si riportano le analisi più significative e alcuni protocolli di settore.



E' stato realizzato uno studio dedicato a cura di Alessandro Agostini, ricercatore ENEA, con il supporto del Department of Sustainable Crop Production dell'Università Cattolica di Piacenza, dove operano gli altri due autori, Stefano Amaducci e Michele Colauzzi. Il lavoro dal titolo "Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment" fornisce una valutazione completa delle prestazioni ambientali, economiche e di redditività, confrontandole con altre fonti di energia convenzionali e rinnovabili. Lo studio è stato pubblicato sulla rivista scientifica Applied Energy.

Preoccupate del peggioramento della crisi climatica e unite dall'esigenza di trovare misure in grado che di ridurre le emissioni di CO2, molte associazioni del settore energetico italiano stanno portando avanti proposte, soluzioni, pratiche e studi per favorire lo sviluppo di impianti fotovoltaici nei contesti agricoli. Importante da citare è il Protocollo d'Intesa siglato nel dicembre del 2020 tra Elettricità Futura (Associazione italiana che unisce produttori di energia elettrica da fonti rinnovabili e da fonti convenzionali, distributori, venditori e fornitori di servizi) e Confagricoltura (un'organizzazione di rappresentanza delle imprese agricole) allo scopo di lavorare sinergicamente per favorire la transizione energetica e il raggiungimento degli obiettivi al 2030 stabiliti dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima e quelli di decarbonizzazione dell'Unione Europea al 2050 previsti dal Green Deal, attraverso diverse iniziative tra cui:

- efficientamento energetico delle aziende agricole attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici su coperture di edifici e fabbricati rurali nella disponibilità dell'azienda;
- promozione di progetti che valorizzino le sinergie tra rinnovabili ed agricoltura - quali quelli di "Agrivoltaico" - e garantiscano un'ottimale integrazione tra l'attività di generazione di energia, l'attività agricola, con ricadute positive sul territorio e benefici per il settore elettrico e per quello agricolo;
- realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su aree agricole incolte, marginali o non idonee alla coltivazione, garantendo un beneficio diretto ai relativi proprietari

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	12	71



agricoli e al sistema Paese nel suo complesso, grazie all'incremento di produzione rinnovabile;

- promozione di azioni informative/divulgative volte a favorire lo sviluppo delle rinnovabili sul territorio, evidenziando i benefici di uno sviluppo equilibrato su aree agricole, le ricadute economiche, le sinergie, le potenzialità di recupero anche a fini agricoli di aree abbandonate o attualmente incolte;
- sviluppo delle altre fonti rinnovabili, con particolare riferimento alle biomasse ed al biogas per la produzione di energia elettrica, termica e combustibili.

La realizzazione di impianti agrovoltaici è una forma di convivenza particolarmente interessante per la decarbonizzazione del sistema energetico e necessaria per il raggiungimento degli obiettivi sul fotovoltaico al 2030 e rappresenta anche una opportunità per la sostenibilità del sistema agricolo e la redditività a lungo termine di piccole e medie aziende del settore.

È stato stimato che per raggiungere i nuovi obiettivi al 2030 occorrerà prevedere un utilizzo di superficie agricola tra 30.000-40.000 ettari, un valore inferiore allo 0,5% della Superficie Agricola Totale.

Dunque, per ottenere questi risultati, è necessario costruire connessioni tra le diverse filiere della green economy, ridisegnando gli attuali modelli produttivi, in coerenza con gli obiettivi economici, ambientali e sociali del Green Deal: l'integrazione fra produzione di energia rinnovabile e produzione agricola è un elemento qualificante per la decarbonizzazione del settore agricolo, energetico e dei territori.

In primo luogo, il futuro sviluppo del fotovoltaico nel contesto agricolo dovrà basarsi sul pieno coinvolgimento degli imprenditori agricoli che dovranno svolgere un ruolo da protagonisti integrando, quanto più possibile, la capacità di produrre prodotti di qualità con la generazione di energia rinnovabile.

Un nuovo sviluppo del fotovoltaico in agricoltura, con l'integrazione di reddito che ne deriva, potrà quindi essere lo strumento con cui le aziende agricole potranno mantenere o migliorare la produttività e la sostenibilità delle produzioni e la gestione del suolo, riportando, ove ne

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	13	71



ricorrano le condizioni, ad attività agro pastorale anche terreni marginali. Potrà inoltre essere un'occasione di valorizzazione energetica dei terreni abbandonati, marginali o non idonei alla produzione agricola che, in assenza di specifici interventi, sono destinati al totale abbandono oppure, come nel caso in esame, essere una reale opportunità di mantenere produttivi i terreni idonei alla coltivazione o, meglio, incrementarne la fertilità, comunque di garantire il proseguo o l'avvio di un'attività agricola/di allevamento o di miglioramento della biodiversità.

L'agro-fotovoltaico può essere sviluppato prioritariamente nelle aree marginali agricole, o a rischio di abbandono, a causa di scarsa redditività, ma può essere una occasione di sviluppo e integrazione dell'attività agricola con l'attività energetica anche nelle aree produttive, tenendo conto delle caratteristiche del territorio, sociali, industriali, urbanistiche, paesaggistiche e morfologiche, con particolare riferimento all'assetto idrogeologico ed alle vigenti pianificazioni.

Va aggiunto che la tipologia di impianto agrivoltaico comporta in alcuni casi un miglioramento del microclima del suolo attraverso un aumento dell'umidità del suolo e delle grandezze micrometeorologiche, favorendo una maggiore produzione di colture, come riporta una ricerca scientifica, intitolata "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency"² a cura di Elnaz Hassanpour AdehID, John S. Selker, Chad W. Higgins del Dipartimento di Ingegneria Biologica ed Ecologica, Oregon State University, Corvallis, Oregon, Stati Uniti d'America.

Le immagini seguenti illustrano i possibili utilizzi del terreno in seguito alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico (coltivazione dei suoli o allevamento) oltre ad una buona integrazione dello stesso con le differenti tecnologie fotovoltaiche (fisse o tracker), meglio approfondite nel paragrafo seguente.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	14	71



a)



b)



c)



d)

Figura 3.4 Impianti agro voltaici

Il progetto in oggetto sarà eseguito in regime Agrivoltaico AGV 4.0 mediante la produzione di energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

Con il termine Agro-Voltaico (AGV), s'intende denominare un settore, non del tutto nuovo, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" di terreni agricoli tra produzioni agricole e produzione di energia elettrica attraverso l'installazione, sugli stessi terreni, di moduli fotovoltaici. Tutti gli operatori "energetici" e i decisori politici sanno che gli ambiziosi obiettivi del Pniec al 2030 non si potranno raggiungere senza una consistente quota di nuova potenza fotovoltaica costruita su terreni agricoli. La cosiddetta "generazione distribuita" non potrà fare a meno, per molti motivi, d'impianti "utility scale" (US) che potranno occupare nuovi terreni oggi dedicati all'agricoltura per una quota, se si manterranno le stesse



proporzioni di quanto installato fino ad oggi a livello nazionale, di circa 15/20mila ha (meno del 20% dell'abbandono annuale).

Le prime esperienze dirette in progetti utility scale nel Lazio ci dicono che l'approccio Agv può essere una soluzione fondamentale se vengono seguiti i seguenti principi:

- produzione agricola e produzione di energia devono utilizzare gli stessi terreni;
- la produzione agricola deve essere programmata considerando le "economie di scala" e disporre delle aree di dimensioni conseguenti;
- andranno preferibilmente considerate eventuali attività di prima trasformazione che possano fornire "valore aggiunto" agli investimenti nel settore agricolo;
- la nuova organizzazione della produzione agricola deve essere più efficiente e remunerativa della corrispondente produzione "tradizionale";
- la tecnologia per la produzione di energia elettrica dovrà essere, prevalentemente, quella fotovoltaica: la più flessibile e adattabile ai bisogni dell'agricoltura
- il fabbisogno di acqua eventuale delle nuove colture deve essere soddisfatto, prevalentemente, dalla raccolta, conservazione e distribuzione di "acqua piovana" tramite tre vasche di accumulo e un sistema di irrigazione a goccia.

L'energia elettrica necessaria dovrà essere parte dell'energia prodotta dal fotovoltaico installato sullo stesso terreno. Perché ciò sia possibile, è necessario che siano adottati nuovi criteri di progettazione degli impianti, nuovi rapporti tra proprietari terrieri/agricoltori, nuovi rapporti economici e nuove tecnologie emergenti nel settore agricolo e fotovoltaico. In altre parole, si ritiene che la gran parte degli impianti utility scale possa trovare il consenso di tutte le parti coinvolte (Autorità locali, organizzazioni agricole e imprese agricole e imprese energetiche), solo nello sviluppo del nuovo "AGV 4.0".

Di recente il ministero della Transizione Ecologica ha pubblicato il documento "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici", prodotto nell'ambito di un gruppo di lavoro composto dal

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	16	71



Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (Crea), dal GSE, da Enea e dalla società Ricerca sul sistema energetico (RSE).

Più nel dettaglio, le linee guida pubblicate dal MiTe, successivamente riprese e meglio specificate dalla nuova Norma CEI 82-93, hanno lo scopo di chiarire quali sono i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico.

In particolare nel progettare l'impianto si è cercato di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica. Il rispetto dei seguenti parametri porta a definire l'impianto di generazione fotovoltaica come "agrivoltaico":

1. Superficie minima coltivata ($S_{agricola}$): è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione $S_{agricola} \geq 0,7 \times S_{tot}$ dove S_{tot} è la superficie totale del sistema agrivoltaico;
2. LAOR (*Land Area Occupation Ratio*) massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola **LAOR ≤ 40%**.
3. Producibilità elettrica minima (FV_{agri}): è previsto che la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri}) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico di riferimento (FV_{rif}) debba essere:

$$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{rif}$$

La superficie dedicata all'agricoltura del compendio è pari a circa 64ha, mentre quella recintata dell'impianto agrivoltaico è pari a 69,3886 ha. Considerando inoltre che l'altezza minima delle strutture sarà di 2,1 m in modo da destinare la superficie al di sotto dei moduli, l'unica superficie non utile alla attività agricola è costituita dalla viabilità interna, ove presente, dalle cabine di campo e di impianto presenti e dai pali di sostegno delle strutture. Si ottiene dunque un valore di superficie non utilizzata pari a circa 5ha, per cui la superficie agricola è di circa $64 \text{ ha} > 0,7 \times 69,3886 = 48,57 \text{ ha}$.

Per il calcolo del LAOR, si deve considerare la superficie proiettata a terra dei moduli (come indicato nella CEI 82-93, per il caso di impianto di tipo fisso), che risulta pari a circa 17ha, minore del 40% della superficie totale (27,7ha).

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	17	71

Infine, la producibilità dell’impianto fotovoltaico di riferimento può essere calcolata secondo quanto stabilito all’art. 3.14 della Norma CEI 82-93, attraverso l’uso del software di calcolo PVGIS, liberamente disponibile. Il risultato del calcolo è riportato sotto.

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

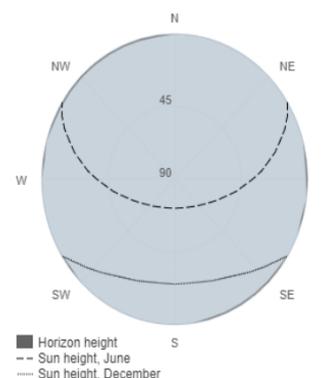
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 40.711,8.378
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 37800 kWp
 System loss: 14 %

Simulation outputs

VA*
 Slope angle [°]: 55
 Yearly PV energy production [kWh]: 76290333.17
 Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]: 2543.91
 Year-to-year variability [kWh]: 2420813.7
 Changes in output due to:
 Angle of incidence [%]: -1.44
 Spectral effects [%]: 0.9
 Temp. and low irradiance [%]: -7.23
 Total loss [%]: -20.66

* VA: Vertical axis

Outline of horizon at chosen location:


La producibilità dell’impianto agrivoltaico è di circa 73,48 GWh/anno (FV_{agri}), quindi rispetta la condizione riguardante la producibilità, visto che la producibilità dell’impianto di riferimento è di 73,48 GWh/anno (FV_{rif})

$$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{rif}$$

$$73,48(FV_{agri}) \geq 45,77 (0,6 FV_{rif})$$

Si può dunque concludere che l’impianto rispetta le condizioni geometriche e spaziali imposte dalle linee guida.

2.3.2 Descrizione delle varie componenti d’impianto

2.3.2.1 *Moduli fotovoltaici*

Il dimensionamento dell’impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 132 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di una stringa pari a 12,6 kWp.

L’impianto sarà costituito da un totale di 54.000 moduli per una conseguente potenza di picco di 37.800 kWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti è la seguente:

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	18	71



Marca: **Da definire**

Modello: **Da definire**

Caratteristiche geometriche e dati meccanici

Dimensioni (LxAxP):	2384x1303x35 mm
Tipo celle:	in silicio monocristallino
Telaio:	alluminio anodizzato

Caratteristiche elettriche (in STC)

Potenza di picco (Wp) [W]:	700
Tensione a circuito aperto (Voc) [V]:	46,5
Tensione al punto di massima potenza (Vmp) [V]:	38,8
Corrente al punto di massima potenza (Imp) [A]:	21,70
Corrente di corto circuito (Isc) [A]:	23,03

2.3.2.2 Convertitori di Potenza

I trasformatori di elevazione BT/AT saranno per ogni cabina di campo, di potenza pari a 3000 kVA a doppio secondario. Essi saranno alloggiati all'esterno delle cabine di campo e presenteranno le seguenti caratteristiche generali:

- frequenza nominale 50 Hz
- Rapporto di trasformazione $V_{1n}/V_{2n}/V_{3n} = 36.000/800/800$ V
- campo di regolazione tensione maggiore $\pm 2 \times 2,5\%$
- Tipologia di isolamento: olio
- livello di isolamento primario 1,1/3 kV
- livello di isolamento secondario 36/70/120
- simbolo di collegamento Dyn11yn11
- collegamento primario: triangolo
- collegamento secondario: stella+neutro
- classe ambientale E2
- classe climatica C2
- comportamento al fuoco F1
- classe di isolamento primarie e secondarie F/F

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	19	71

- temperatura ambiente max. 40 °C
- sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari 100/100 K
- installazione Interna
- tipo raffreddamento ONAN
- altitudine sul livello del mare $\leq 1000\text{m}$
- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- livello scariche parziali $\leq 10 \text{ pC}$

Nella figura sottostante un esempio tipico di trasformatore in olio.

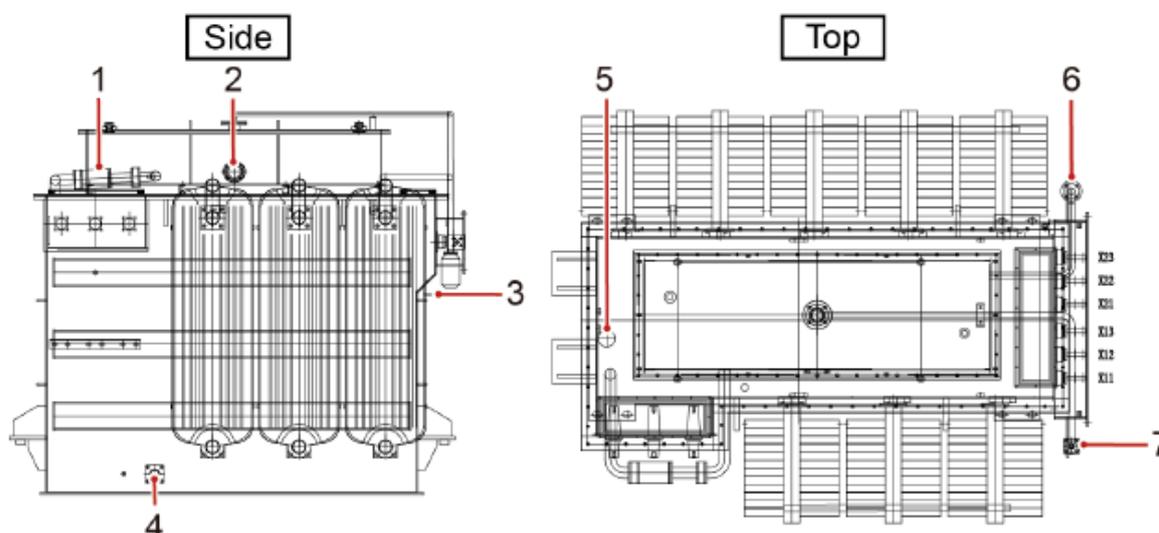


Figura 3.5 – Tipico trasformatore in olio

2.3.2.3 Strutture di supporto

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici impiegati sono di tipo mobile con un solo tipo di matrice di pannelli fotovoltaici: 18x1

La scelta di strutture mobili è stata effettuata sulla base dell'analisi delle pendenze medie delle varie aree e dell'orientamento prevalente delle pendenze stesse. Avendo infatti pendenze contenute, l'adozione di strutture mobili (tracker monoassiali) risulta compatibile con l'assetto orografico delle aree utilizzate, permettendo la massimizzazione della produzione di energia elettrica rispetto alla soluzione con strutture fisse. Per contenere l'altezza totale si è inoltre scelta una configurazione con una sola fila di moduli.



Le strutture sono caratterizzate da un sistema di montaggio innovativo sviluppato in base a conoscenze scientifiche e normative. Il montaggio modulare offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli maggiormente in circolazione sul mercato.

Per mezzo dello sviluppo di particolari morsetti di congiunzione si riducono al minimo i tempi di montaggio.

La struttura metallica è costituita essenzialmente da:

- Il corpo di sostegno disponibile come sostegno singolo o articolato a seconda del numero di moduli da applicare. La leggerezza dell'alluminio e la robustezza dell'acciaio raggiungono un'ottima combinazione e attraverso il profilo monoblocco vengono evitate ulteriori giunzioni suscettibili alla corrosione e alla maggiore applicazione.
- Le traverse sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio. Le traverse sono fissate al sostegno con particolari morsetti.
- Le fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo conficcato nel terreno disponibile in 6 lunghezze standard. La forma del profilo supporta ottimamente i carichi statici e dinamici. Rispetto ai profili laminati il risparmio di materiale è del 50%.

Grazie ai pochi componenti che costituiscono la struttura il tempo di montaggio è particolarmente ridotto. Il conficcamento dei profili in acciaio viene realizzato da ditte specializzate. Il dimensionamento dei profili di fondazione viene svolto in fase esecutiva a seguito di una perizia geologica per determinare il calcolo ottimale della profondità di infissione dei profilati, in relazione al tipo di terreno. In questo modo viene garantito un ottimale utilizzo dei profili e dei materiali. La struttura di supporto è garantita per 25-30 anni.

Sinteticamente i vantaggi della struttura utilizzata si possono così riassumere:

Logistica

Alto grado di prefabbricazione

Montaggio facile e veloce

Componenti del sistema perfettamente integrati

Materiali

Materiale interamente metallico (alluminio/innox) con notevole aspettativa di durata

Materiali altamente riciclabili

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	21	71



Aspetto leggero dovuto alla forma dei profili ottimizzata

Costruzione

Nessun tipo di fondazioni per la struttura;

Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice

Possibilità di regolazione per terreni accidentati

Facile e vantaggiosa integrazione con un sistema parafulmine

Calcoli statici

Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologiche

Traverse rapportate alle forze di carico

Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi

2.4 Cavi e quadri

2.4.1 Cavi

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e i quadri di campo sono previsti conduttori di tipo "SOLAR" in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

Caratteristiche tecniche:

- Conduttore: rame elettrolitico, stagnato, classe 5 secondo IEC 60228
- Isolante: HEPR 120 °C
- Max. tensione di funzionamento 1,5 kV CC Tensione di prova 4kV, 50 Hz, 5 min.
- Intervallo di temperatura Da - 50°C a + 120°C
- Durata di vita attesa pari a 30 anni in condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature.
- Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- Resistenza alla corrosione
- Ampio intervallo di temperatura di utilizzo
- Resistenza ad abrasione
- Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	22	71



- Resistenza ad agenti chimici
- Facilità di assemblaggio
- Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi (I_z) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Cavo di collegamento dei moduli di stringa

$$S=6 \text{ mm}^2 \quad I_z (60 \text{ C}^\circ) = 443\text{A (TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1 kV AC (1,5 kV DC))}$$

Per il BUS in corrente continua saranno usati cavi in alluminio da 240mm² fino alla cabina inverter, collegando le stringhe in parallelo (fino a un massimo di 15).

Tutti i componenti in CC saranno dimensionati per un esercizio continuo in corrente continua e una tensione massima di 1500Vcc considerando le massime correnti di corto circuito. I componenti saranno scelti adottando un criterio di minimizzazione dei guasti a terra e dei corto circuiti.

Altri cavi

Cavi di alta tensione: ARE4H1R 26/45 kV

Cavi di bassa tensione: FG16R16, FG16OR16 0,6/1 kV

Cavi di bassa tensione: ARE4R, ARE4OR 0,6/1 kV

Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet

2.4.2 Quadro AT

Saranno impiegati scomparti normalizzati di tipo protetto, che possono essere affiancati per formare quadri di trasformazione fino a 40,5 kV. Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti, la modularità permette di sfruttare al massimo gli spazi disponibili. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediscono errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	23	71

	<p align="center">Impianto Agrivoltaico "Sassari 2" da 37,8 MWp Sintesi non tecnica</p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	--	---

il collegamento dell'impianto di messa a terra, doppi oblò di ispezione che consentono un'agevole ispezione visiva.

2.5 Sistemi ausiliari

2.5.1 Sorveglianza

Le aree occupate dall'impianto Agrivoltaico saranno recintate e sottoposte a sorveglianza dal personale in loco o automaticamente dalla presenza di un sistema integrato anti-intrusione di cui sarà eventualmente dotata l'intera zona.

Tale sistema, se presente, sarà composto dalle seguenti apparecchiature principali:

- telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 35 m;
- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonic, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina;
- n.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alle cabine;
- n.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina.

Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alle cabine elettriche e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna gsm.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.

Lo schema a blocchi dell'impianto è il seguente.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	24	71

	<p align="center">Impianto Agrivoltaico "Sassari 2" da 37,8 MWp Sintesi non tecnica</p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	--	---

2.5.2 Schema di collegamento

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema unifilare dell'impianto (074.22.01.W05).

Tale configurazione prevede che a ciascun inverter siano collegate fino ad un massimo di 18 stringhe in parallelo, ciascuna composta da 18 pannelli in serie per stringa.

I cavi di stringa provenienti dal campo Agrivoltaico dopo essere stati posti in parallelo tra loro all'interno di un quadro DC, da quest'ultimo partirà un cavo di alimentazione verso uno dei 4 ingressi consentiti di ciascun inverter centralizzato posizionato all'interno della cabina di campo più vicina, l'uscita trifase di ciascun inverter si attesterà poi direttamente sul lato BT del trasformatore elevatore.

All'esterno della cabina di campo sarà posizionato il trasformatore BT/AT che permette l'elevazione della tensione al livello 36 kV, con il quale viene effettuata la distribuzione principale di ciascuna area.

Le cabine di campo saranno collegate con schema di tipo radiale alla cabina di impianto AT a 36 kV. Per i dettagli dei collegamenti si rimanda all'elaborato relativo al già citato schema elettrico unifilare (074.22.01.W05).

2.5.3 Opere civili

2.5.3.1 *Strutture di supporto dei moduli*

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli di conversione fotovoltaica è sostenuta da pali del diametro circa di 17cm infissi a terra, senza fondazioni. La lunghezza dei pali e la profondità di infissione potrà variare in funzione del tipo di terreno, ma ha generalmente il valore di 1,3-1,5m.

A tal fine saranno rispettate norme, leggi e disposizioni vigenti in materia.

I moduli fotovoltaici saranno imbullonati alla barella di sostegno tramite bulloni in acciaio inox delle dimensioni opportune. Le barelle ed i telai saranno di altezza circa pari a 2,5m e distribuiti uniformemente sul terreno in modo da non creare impatto visivo.

2.5.3.2 *Cabine elettriche*

Le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo e di consegna e misura.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	25	71

Per questo impianto è stato deciso di adottare per le cabine di campo dei Power Station composti da Box (container) di alloggiamento prefabbricato (con struttura portante in acciaio e chiusure con pannelli metallici a doppia parete contenenti materiale isolante termo-acustico), munito di fondazione, del sistema di raffreddamento ad acqua (circuito chiuso), dei sistemi ausiliari per il fabbricato.



Figura 3.8 Esempio di Trasformation Center (Power Station)

I trasformatori saranno alloggiati all'esterno della cabina di campo e su di un basamento dedicato con vasca di contenimento.

Le dimensioni del box container (cabina di campo) sono di 12,15 x 2,55 m della superficie complessiva di circa 31,00m² per una cubatura complessiva di circa 83,70m³. L'accesso alla cabina elettrica di campo avviene tramite la viabilità interna.

Per la descrizione particolareggiata del manufatto si rimanda all'elaborato specifico dei particolari architettonici.

Relativamente alla cabina di impianto questa è costituita da un unico vano all'interno del quale saranno presenti i quadri AT, il trasformatore per i servizi ausiliari e quadri BT.

La cabina di impianto, raccoglie tutti i cavi provenienti dalle cabine di campo della relativa area e da qui parte il collegamento verso l'ampliamento della nuova stazione elettrica di RTN 36/150/380 kV localizzata nel comune di Sassari (SS).

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	26	71



La struttura prevista per la cabina di impianto sarà prefabbricata in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli di spessore 80 mm e solaio di copertura di 100 mm realizzati con armatura in acciaio FeB44K e calcestruzzo classe Rck 400 kg/cmq. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi AT/BT. In alternativa potrà essere realizzata in materiale metallico, tipo container.

La rifinitura della cabina, nel caso essa sia prefabbricata, comprende:

- impermeabilizzazione della copertura con guaina di spessore 4 mm;
- imbiancatura interna con tempera di colore bianco;
- rivestimento esterno con quarzo plastico;
- impianto di illuminazione;
- impianto di terra interno realizzato con piattina in rame 25x2 mm;
- fornitura di 1 kit di Dispositivi di Protezione Individuale;
- porte e serrande metalliche di mm 1200x2200, 2000x2300 e 2400x2600 con serratura.

Le pareti esterne del prefabbricato verranno colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, salvo diversa prescrizione degli Enti preposti, mentre le porte d'accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata.

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti. La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore. I relativi calcoli strutturali saranno eseguiti in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato.

Per la caratterizzazione tecnica delle opere di connessione alla stazione suddetta si rimanda alla consultazione degli elaborati tecnici specifici.

L'accesso alle cabine elettriche di campo e di impianto avviene tramite la viabilità interna; la sistemazione di tale viabilità (percorsi di passaggio tra le strutture), sarà realizzata in materiale stabilizzato permeabile. La dimensione delle strade è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell'impianto.

L'accesso alla stazione elettrica di rete avviene dalla viabilità pubblica.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	27	71



I cavi elettrici BT dell'impianto e i cavi di collegamento AT delle cabine di campo alla cabina di impianto saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, sebbene non si potranno escludere alcuni interventi localizzati per l'adeguamento della sede stradale.

2.5.3.3 Recinzioni



Per garantire la sicurezza delle aree dell'impianto le singole aree di pertinenza saranno delimitate da una recinzione metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da elementi modulari rigidi in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro che conferiscono una particolare resistenza e solidità alla recinzione. Essa offre

una notevole protezione da eventuali atti vandalici, lasciando inalterato un piacevole effetto estetico e costituisce un sistema di fissaggio nel rispetto delle norme di sicurezza.

Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede la realizzazione a non più di 20 metri l'uno dall'altro, di varchi nelle recinzioni della dimensione minima di 30x30 cm, a livello del terreno, per consentire il passaggio della piccola fauna.

La recinzione avrà altezza complessiva di circa 200 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 1 m con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati alla base su un palo tozzo in c.a. trivellato nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

A distanze regolari di 4 interassi le piantane saranno controventate con paletti tubolari metallici inclinati con pendenza 3:1.

In prossimità dell'accesso principale saranno predisposti un cancello metallico per gli automezzi e per l'ingresso degli animali per il pascolo, della larghezza di cinque metri e dell'altezza di due e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo.

La recinzione presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

PANNELLI

Zincati a caldo, elettrosaldati con rivestimento protettivo in Poliester.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	28	71



Larghezza mm 2000.

Maglie mm 150 x 50.

Diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.

PALI

Lamiera d'acciaio a sezione quadrata.

Sezione mm 60 x 60 x 1,5.

Giunti speciali per il fissaggio dei pannelli.

Fornibili con piastra per tassellare.

COLORI

Verde Ral 6005 e Grigio Ral 7030, altri colori a richiesta.

CANCELLI

Cancelli autoportanti e cancelli scorrevoli.

Cancelli a battente carrai e pedonali.

RIVESTIMENTI

Pannelli

Zincati a caldo con quantità minima di zinco secondo norme DIN 1548 B.

Plastificazione con Poliestere spessore da 70 a 100 micron.

Pali

Zincati a caldo.

Plastificazione con Poliestere spessore da 70 a 100 micron.

Di seguito si sintetizzano le caratteristiche dimensionali della gamma di prodotti scelti.

Pannelli larghezza 2000			Pali 60x60	
Altezza nominale recinzione	Altezza reale pannello	Numero fissaggi	Altezza pali da cementare	Altezza pali su Piastre speciali
1000	1080	3	1300	1100
1400	1380	3	1700	1400
1700	1680	4	2000	1700
2000	1980	4	2300	2000

	<p align="center">Impianto Agrivoltaico "Sassari 2" da 37,8 MWp Sintesi non tecnica</p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	--	---

Dimensioni espresse in mm.

Tabella 1: – Caratteristiche dimensionali della recinzione

2.5.3.4 Livellamenti

Nelle aree oggetto di intervento sarà necessaria una pulizia propedeutica dei terreni dalle graminacee e dalle piante selvatiche preesistenti.

L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto.

Saranno necessari degli sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa delle cabine di campo BT/AT e per la realizzazione della cabina di impianto.

La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno.

La posa delle canalette portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento.

Il profilo generale del terreno non sarà comunque modificato, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato. Né saranno necessarie opere di contenimento del terreno.

In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di direzione lavori.

2.5.3.5 Movimenti di terra

Di seguito si riporta un quadro di sintesi delle voci di scavo con relativi volumi di terra movimentata.

CALCOLO VOLUMI DI SCAVO					
	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]	N	m ³
STRADA PERIMETRALE	8080	3	0.4		9696
CAVIDOTTI BT	40000	0.3	1		12000
CAVIDOTTI AT SEZIONE "A"	2290	0.5	1.5		1718
CAVIDOTTI AT SEZIONE "B"	3725	0.7	1.5		3911
CAVIDOTTI AT SEZIONE "C"	545	1	1.5		818
FONDAZIONI CABINA DI CAMPO	18.5	3	0.8	7	311
FONDAZIONI CABINA DI IMPIANTO	7	3	0.8	1	17
TOTALE					28470

Tabella 2: – Volumi di scavo

Si precisa che, trattandosi di un sito ubicato in zona agricola, il materiale di risulta degli scavi sarà in parte riutilizzato in sito, mentre il rimanente dovrà essere conferito come rifiuto a idoneo impianto di recupero/smaltimento.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	30	71



2.5.3.6 *Scolo acque*

Si prevede un sistema di raccolta e incanalamento delle acque piovane. Tale sistema avrà lo scopo di far confluire le acque meteoriche all'esterno del campo seguendo la pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti.

2.6 Cavidotti AT di connessione alla cabina di impianto

L'energia elettrica prodotta da ciascuno dei due sottocampi partirà un cavidotto interrato a 36 kV fino alla cabina di impianto, avente la seguente lunghezza:

- da Sottocampo 1 a cabina di impianto: circa 360 m
- da Sottocampo 2 a cabina di impianto: circa 1.000 m.

2.7 Collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale

2.7.1 Descrizione del Tracciato

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato, quale risulta dalla corografia allegata, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Esso è costituito da due linee interrate della lunghezza corrispettivamente di circa 6441 m e 2031 m. La prima linea interrata, uscendo dall'edificio utente a 36kV dell'area A, prosegue in direzione est su strada provinciale "Provinciale 18" per circa 1300 m. Dall'area B uscirà un cavidotto che si unirà a quello dell'area A per poi proseguire in direzione est su strada provinciale "Provinciale 18" per circa 3700 m, per poi proseguire su una strada vicinale sterrata "Strada Vicinale Saccheddu" per circa 1400 m, fino ad attestarsi al locale 36kV della stazione di rete. La seconda linea interrata, uscendo dall'edificio utente a 36kV dell'impianto in oggetto, prosegue in direzione est su strada provinciale "Provinciale 65" per circa 1500 m per poi proseguire su strada vicinale sterrata "Strada Vicinale Saccheddu" per circa 500 m, fino ad attestarsi al locale 36 Kv della stazione di rete. Il tracciato si sviluppa pertanto su sede sterrata e in sede asfaltata.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	31	71



Figura 6 – Inquadramento su ortofoto dell'Elettrodotto AT interrato

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	32	71



2.7.2 Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo

I collegamenti dovranno essere in grado di trasportare la potenza massima in immissione dei sottocampi dell'impianto agrivoltaico, il cui totale è di 34.400kW.

Considerando un funzionamento a $\cos \varphi$ pari a 0.90, si ha per il collegamento dei sottocampi 1 e 2 (potenza di 18400kW):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\varphi} = 328 \text{ A}$$

Per il sottocampo 3 (potenza di 16000kW):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\varphi} = 285 \text{ A}$$

Per i sottocampi 1 e 2 si ha 2 cavi di sezione pari a 240 mm² e per le condizioni standard di posa, considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W si ha un valore di portata pari a circa 527 A, pertanto ampiamente idonea anche in previsione di futuri ampliamenti dell'impianto fotovoltaico.

Le caratteristiche elettriche principali del collegamento.

Frequenza nominale	50	Hz
Tensione nominale	36	kV
Potenza nominale dell'impianto da collegare	18,400	MW
Intensità di corrente nominale (per fase)	328	A
Intensità di corrente massima ammessa nelle condizioni di posa	527	A

Per il sottocampo 3 si ha 2 cavi di sezione pari a 240 mm² e per le condizioni standard di posa, considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W si ha un valore di portata



pari a circa 527 A, pertanto ampiamente idonea anche in previsione di futuri ampliamenti dell'impianto fotovoltaico.

Le caratteristiche elettriche principali del collegamento.

Frequenza nominale	50	Hz
Tensione nominale	36	kV
Potenza nominale dell'impianto da collegare	16	MW
Intensità di corrente nominale (per fase)	285	A
Intensità di corrente massima ammessa nelle condizioni di posa	529	A

2.7.2.1 *Composizione del collegamento*

Per l'elettrodotto in oggetto sono previsti i seguenti componenti:

- n. 6 conduttori di energia;
- n. 12 terminali cavo per interno;
- n. 1 sistema di telecomunicazioni.

2.7.2.2 *Modalità di posa e di attraversamento*

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.5 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

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

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

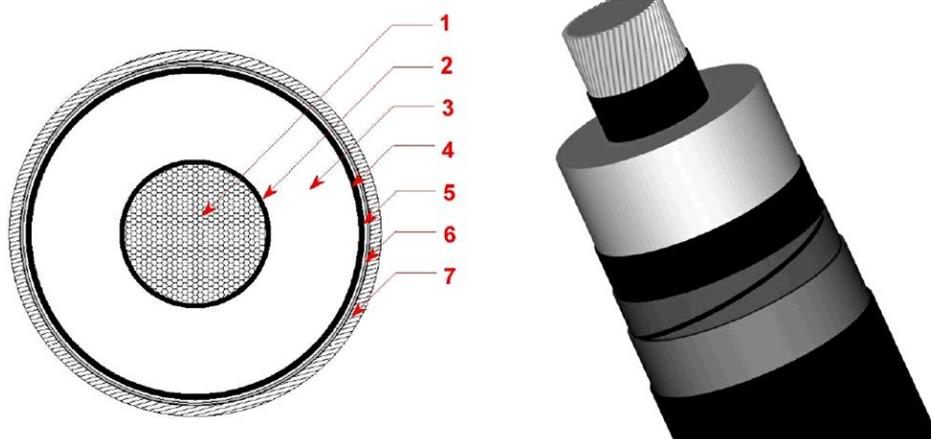
La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

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

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	34	71

2.7.2.3 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia

Ciascun cavo d'energia a 36kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione pari a 240 mm² tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in politenereticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in politene con grafitatura esterna (7).



1	Conduttore compatto di Alluminio
2	Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3	Isolante
4	Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5	Barriera igroscopica
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna termoplastica

Figura 3.7 Schema tipico del cavo

DATI TECNICI DEL CAVO

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	1x240 mm ²
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato



Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	45 kV

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"Cross bonding" o "single point bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,50 m
Formazione	Una terna a trifoglio
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	Spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di nastro monitor in PVC – profondità	1,00 m circa

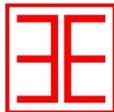
2.7.2.4 Giunti di transizione XLPE/XLPE

La fornitura del cavo avverrà in bobine con pezzatura variabile; poiché i due elettrodotto interrati avranno una lunghezza corrispettivamente di circa 6441 m e 2031 m si prevede l'esecuzione per il primo elettrodo in 11 pezzature, per il secondo elettrodotto di 4, utilizzando giunzioni intermedie, buche giunti, distanziate di circa 500/600,00 m l'una dall'altra.

2.7.2.5 Sistema di Telecomunicazioni

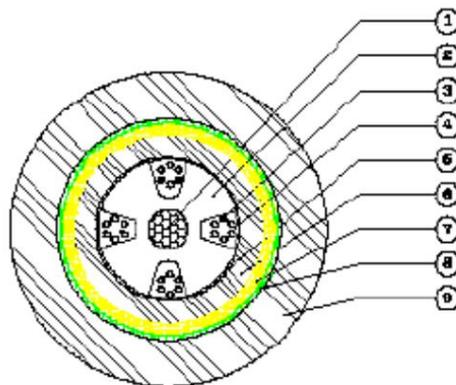
Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati alla stazione di rete.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	36	71



Sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche.

Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.



- 1 - Elemento centrale dielettrico
- 2 - Uscio centrale in materiale plastico
- 3 - Fibra ottica
- 4 - Interspazio
- 5 - Fasciatura con nastri sintetici
- 6 - Guaina di polietilene nero
- 7 - Filati aramidici
- 8 - Fasciatura con nastri sintetici
- 9 - Guaina di polietilene nero

Cavo ottico a 24 fibre TOS4 24 4(6SMR)

Diametro esterno 13.5 mm

Peso 130 kg/km

Figura 3.8 Schema tipico fibra ottica

2.7.2.6 Sezioni di posa su terreno vegetale e viabilità asfaltata

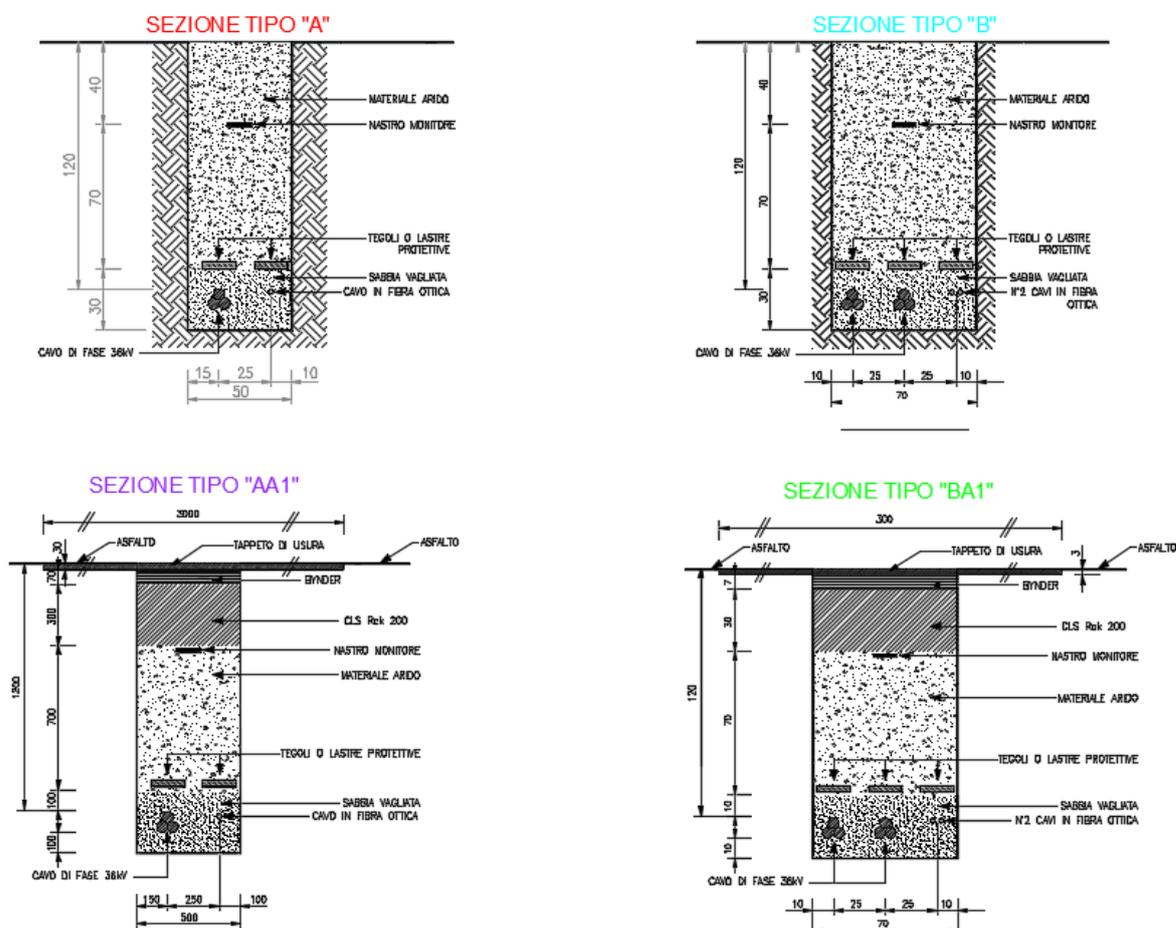


Figura 3.13 Schema tipico del cavo

2.8 Produttività e performance dell'impianto

Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia di Sassari e con riferimento al Comune di Sassari, si è proceduto al calcolo della producibilità per l'impianto agrivoltaico "Sassari" in oggetto mediante apposito software PVSYST 7.2.17.

Dal calcolo eseguito è emersa una producibilità annua dell'impianto "Sassari" pari 73.48 MWh/anno al netto delle perdite d'impianto di generazione fotovoltaica e di conversione (inverter).

Sulla base della producibilità annua stimata nel paragrafo precedente si può affermare che la messa in servizio e l'esercizio dell'impianto agrivoltaico "Sassari" potrà:

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	38	71



- consentire un risparmio di circa 16.15 tep* (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) all'anno;
- evitare l'immissione di circa 35.53 tonnellate di CO₂** all'anno.
- evitare l'immissione in atmosfera dei seguenti inquinanti³:

Inquinante	Emissioni evitate
NOx	8.078,44 kg/anno
SOx	1.812,72 kg/anno
COVNM	3.546,63 kg/anno
CO	3.625,44 kg/anno
PM ₁₀	78,81 kg/anno

2.9 Uso di risorse

L'esercizio dell'impianto agrivoltaico prevede, essenzialmente, l'utilizzo dell'energia irradiata dal sole.

L'area recintata occupata complessivamente dall'impianto, pari a circa 69,388 ha, è classificata dallo strumento urbanistico comunale di Sassari come agricola (E). Le aree si presentano quasi esclusivamente a conduzione agricola di colture erbacee; quello agrivoltaico è comunque un utilizzo temporaneo limitato alla durata di vita dell'impianto che, quindi, non comporta modificazioni e/o perdita definitiva della risorsa.

In merito ai cavi AT interrati per la connessione alla RTN, questi saranno ubicati prevalentemente su sede stradale e, una volta realizzati, sarà eseguito il completo ripristino dello stato dei luoghi ricostruendo la morfologia originaria del terreno con ripristino del manto stradale.

* TERNA S.p.a dichiara che 1 tonnellata equivalente di petrolio (1 tep) genera 4545 kWh di energia utile; valore standard fornito come consumo specifico medio lordo convenzionale del parco termoelettrico italiano.

** Valore cautelativo calcolato sulla base dell'indicatore chiave fornito dalla commissione europea per il territorio europeo (e approssimato per difetto): intensità di CO₂: 2,2 tCO₂/tep.

³ Per produrre 1 kWh elettrico il parco termoelettrico italiano emette in atmosfera indicativamente circa 0,205 g/kWh di Ossidi di azoto, 0,046 g/kWh di Ossidi di zolfo, 0,090 di Composti organici volatili non metanici – COVNM, 0,092 di Monossido di carbonio e 0,002 di polveri (PM₁₀) (Fonte: rapporto ISPRA "Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico - n. 363/2022": fattori di emissione (mg/kWh) degli inquinanti atmosferici emessi per la produzione di energia elettrica e calore – anno 2020).



Durante la fase di cantiere si prevedono minimi consumi di acqua principalmente per gli utilizzi generici di cantiere e per il fabbisogno igienico-sanitario delle maestranze. Si consideri indicativamente che in cantiere saranno presenti al massimo 50 persone contemporanee (in corrispondenza della fase dei montaggi elettromeccanici) e che generalmente vengono considerati 150 lt al giorno per i servizi igienici per un totale quindi di 7.500 lt/giorno.

Il quantitativo di acqua necessario sarà approvvigionato tramite autobotte. Considerando autobotti da circa 20 m³, si stima un traffico indotto di massimo 1 mezzo giorno.

Non sono previsti consumi idrici per la preparazione del cemento necessario alla realizzazione delle opere in quanto lo stesso sarà trasportato sul luogo di utilizzo già pronto per l'uso mediante camion betoniera appartenenti ad imprese locali.

A regime l'impianto necessita di quantità non significative di acqua solo per la pulizia dei moduli fotovoltaici (circa 400 m³/anno): l'approvvigionamento dell'acqua avverrà tramite l'utilizzo di autobotti di fornitori locali che trasporteranno l'acqua necessaria in loco. Si consideri che generalmente viene effettuata una pulizia dei pannelli ogni 6 mesi distribuita su più giorni. Considerando autobotti da circa 20 m³, sono necessari circa 10 mezzi per l'approvvigionamento (ogni 6 mesi).

La realizzazione e il successivo funzionamento dell'impianto non prevede, infine, l'utilizzazione di altre risorse naturali.

2.10 Produzione di rifiuti

Il processo di generazione di energia elettrica mediante pannelli fotovoltaici non comporta la produzione di rifiuti.

In fase di cantiere, trattandosi di materiali preassemblati, si avrà una quantità minima di scarti (metalli di scarto, piccole quantità di inerti, materiale di imballaggio delle componenti elettriche e dei pannelli fotovoltaici) che saranno conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	40	71



ENERGY
ENVIRONMENT
ENGINEERING

**Impianto Agrivoltaico
"Sassari 2" da 37,8 MWp
Sintesi non tecnica**

OGGETTO / SUBJECT

**ELEMENTS GREEN ATENA
S.R.L.**

CLIENTE / CUSTOMER

Il volume di terre scavate non riutilizzato all'interno del cantiere sarà gestito come rifiuto secondo quanto previsto dalla normativa in materia.

Inoltre, le maestranze impiegate nelle attività di cantiere utilizzeranno bagni chimici, i cui reflui saranno raccolti e gestiti come rifiuti.

L'impianto agrivoltaico, in fase di esercizio, non determina alcuna produzione di rifiuti (salvo quelli di entità trascurabile legati alle attività di manutenzione quali ad esempio la sostituzione dei moduli fotovoltaici, delle apparecchiature elettriche difettose, ecc.).

Una volta concluso il ciclo di vita dell'impianto, i pannelli fotovoltaici e tutte le altre componenti di impianto saranno smaltiti/recuperati secondo le procedure stabilite dalle normative vigenti al momento.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	41	71



3 STIMA IMPATTI

3.1 Stima degli impatti indotti dal progetto

3.1.1 Atmosfera e qualità dell'aria

3.1.1.1 *Fase di Cantiere*

In fase di costruzione e di dismissione le operazioni previste che potenzialmente possono dar luogo a emissioni di polveri sono:

- polverizzazione e abrasione delle superfici, causate da mezzi in movimento durante la movimentazione di terra e materiali;
- trascinarsi delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sul materiale incoerente;
- azione meccanica su materiali incoerenti e scavi con l'utilizzo di pale meccaniche, escavatori, ecc;
- trasporto involontario di terra attaccata alle ruote dei mezzi coinvolti.

In linea generale, saranno adottati tutti gli accorgimenti tecnici e norme di buona pratica atti a minimizzare le emissioni di polveri.

Data la natura agricola con bassa densità abitativa dei siti circostanti alle aree di cantiere, data la natura delle opere previste e dato il carattere temporaneo dei lavori, si escludono effetti di rilievo sulle aree circostanti, dovuti alla dispersione delle polveri. Infatti, le polveri aerodisperse durante la fase di costruzione e di dismissione dell'impianto, visti gli accorgimenti di buona pratica che saranno adottati e la tipologia delle lavorazioni, sono paragonabili come ordine di grandezza, ma di entità inferiore, a quelle normalmente provocate dai macchinari agricoli utilizzati per la lavorazione dei campi, estesamente presenti nell'area di progetto.

Inoltre in fase di costruzione e di dismissione, la presenza di mezzi di trasporto e macchinari funzionali all'installazione o allo smantellamento delle componenti dell'impianto, alla preparazione delle aree e al loro ripristino, determinano emissioni di inquinanti gassosi d'entità trascurabile e non significativi per l'impatto sulla qualità dell'aria. I mezzi di cantiere utilizzati saranno ben mantenuti e rispetteranno le relative normative emissive di legge.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	42	71

	<p align="center">Impianto Agrivoltaico "Sassari 2" da 37,8 MWp Sintesi non tecnica</p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	--	---

3.1.1.2 Fase di Esercizio

In fase di esercizio l'impianto agrovoltaiico e relative opere connesse (cavidotto interrato, cabina di interfaccia e ampliamento SE "Olmedo") non rilasciano sostanze inquinanti in atmosfera e al contrario, dato lo sfruttamento della risorsa rinnovabile del sole, l'impianto agrovoltaiico in progetto consente di produrre energia elettrica migliorando il bilancio delle emissioni climalteranti: si determinano ricadute nettamente positive con riferimento a tale componente ambientale, in una dimensione globale e indirettamente anche locale.

Se si considera la possibile alternativa di produrre la stessa quota di energia elettrica con un impianto a fonti non rinnovabili, la ricaduta a livello locale è positiva, data l'assenza di emissioni di inquinanti.

Infatti, i benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi fotovoltaici sono direttamente proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire l'energia altrimenti fornita da impianti alimentati da fonti convenzionali.

Infatti per produrre 1 kWh elettrico il parco termoelettrico italiano emette in atmosfera indicativamente circa 0,205 g/kWh di Ossidi di azoto, 0,046 g/kWh di Ossidi di zolfo, 0,090 di Composti organici volatili non metanici – COVNM, 0,092 di Monossido di carbonio e 0,002 di polveri (PM₁₀) (Fonte: rapporto ISPRA "Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico - n. 363/2022": fattori di emissione (mg/kWh) degli inquinanti atmosferici emessi per la produzione di energia elettrica e calore – anno 2020).

Sulla base della producibilità annua stimata per l'impianto in progetto (pari a 39.407 MWh/anno), si può affermare che esso contribuirà a ridurre il consumo di combustibili fossili per la produzione di energia elettrica (decarbonizzazione del paese) con i seguenti benefici ambientali:

- consentire un risparmio di circa 8.670 tep⁴ (tonnellate equivalenti di petrolio) all'anno;

⁴ TERNA S.p.a. dichiara che 1 tonnellata equivalente di petrolio (1 TEP) genera 4.545 kWh di energia utile; valore standard fornito come consumo specifico medio lordo convenzionale del parco termoelettrico italiano.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	43	71



- evitare l'immissione di circa 19.074 tonnellate di CO₂⁵ all'anno;
- evitare l'immissione in atmosfera dei seguenti inquinanti:

Inquinante	Emissioni evitate
NOx	8.078,44 kg/anno
SOx	1.812,72 kg/anno
COVNM	3.546,63 kg/anno
CO	3.625,44 kg/anno
PM ₁₀	78,81 kg/anno

In fase di esercizio il numero di automezzi coinvolto per la manutenzione ordinaria dell'impianto stesso è limitato e quindi determina emissioni di inquinanti gassosi d'entità trascurabile e non significativi per l'impatto sulla qualità dell'aria.

L'impatto ambientale a livello di emissioni in atmosfera in fase di esercizio dell'impianto risulta pertanto totalmente positivo.

Non sono prevedibili in fase di esercizio emissioni di polveri dalle aree in cui sarà presente l'impianto agrivoltaico: infatti il suo utilizzo a pascolo e per la produzione di foraggio renderà necessario il costante mantenimento della copertura erbacea del terreno che non verrà mai denudato in occasione dei raccolti o delle operazioni di aratura in occasione della semina. Per tale motivo è presumibile che la polverosità emessa dai terreni interessati dall'impianto agrivoltaico sia inferiore a quella associabile a un campo agricolo coltivato a seminativi.

3.1.2 Ambiente Idrico superficiale e sotterraneo

3.1.2.1 *Fase di Cantiere*

In fase di cantiere e di dismissione dell'impianto agrivoltaico non è previsto alcun impatto significativo sull'ambiente idrico superficiale e sotterraneo.

⁵ Valore cautelativo calcolato sulla base dell'indicatore chiave fornito dalla commissione europea per il territorio europeo (e approssimato per difetto): intensità di CO₂: 2,2 tCO₂/TEP.



Il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate e utilizzate in fase di cantiere risulterà minimizzato dall'adozione, da parte delle imprese, di adeguati accorgimenti finalizzati allo stoccaggio e alla gestione di tali sostanze in assoluta sicurezza.

Si fa presente che le strutture metalliche sulle quali sono installati i pannelli fotovoltaici sono sostenute da pali del diametro circa di 17 cm infissi a terra. La lunghezza dei pali e la profondità di infissione potranno variare in funzione del tipo di terreno, ma questa ha generalmente il valore di 1,3-1,5 m. Tale scelta progettuale elimina la necessità di effettuare scavi per eventuali fondazioni riducendo possibili interferenze con eventuali acquiferi superficiali.

Gli scavi necessari per l'installazione delle cabine di campo, in cui sono installati inverter e trasformatore BT/AT, presentano una profondità tale da poter escludere l'interferenza con eventuali acquiferi superficiali.

Tutti i collegamenti elettrici saranno realizzati mediante cavidotto interrato: i sottocampi 1 e 2 saranno collegati alla SE mediante cavi interrati a 36 kV, il sottocampo 3 sarà collegato con altra linea interrata a 36 kV.

I cavi AT saranno interrati e installati normalmente in una trincea della profondità di circa 1,5 m: data la profondità modesta di scavo, non si attendono interferenze con la falda superficiale.

Il tracciato del cavidotto AT interrato interessa prevalentemente sedi stradali e attraversa alcuni corpi idrici superficiali. L'attraversamento dei corpi idrici sopra citati sarà effettuato utilizzando la tecnica della trivellazione orizzontale controllata che permette di realizzare l'opera senza effettuare alcun intervento nell'alveo del corso d'acqua e quindi senza alcuna interferenza sul regime dello stesso e sullo stato qualitativo delle sue acque.

Gli interventi previsti, per le loro caratteristiche, non determinino variazioni di rilievo sui caratteri di permeabilità del suolo e sul deflusso delle acque piovane.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	45	71



Durante la fase di cantiere si prevedono minimi consumi di acqua principalmente per gli utilizzi generici di cantiere e per il fabbisogno igienico-sanitario delle maestranze (circa 7,5 m³/giorno).

Il quantitativo di acqua necessaria sarà approvvigionato tramite autobotte.

Non sono previsti consumi idrici per la preparazione del cemento necessario alla realizzazione delle opere in quanto lo stesso sarà trasportato sul luogo di utilizzo già pronto per l'uso mediante camion betoniera appartenenti ad imprese locali.

Si può quindi ritenere che gli interventi previsti, sia in fase di cantiere che di dismissione, non determinino interferenze sullo stato della componente.

3.1.2.2 Fase di Esercizio

Il consumo idrico dell'impianto agrovoltaico durante la fase di esercizio è limitato alla quantità di acqua necessaria per il lavaggio dei pannelli che si ritiene essere trascurabile: tale quantitativo di acqua, stimato in circa 400 m³/anno, verrà approvvigionata tramite autobotti da fornitori locali che trasporteranno l'acqua necessaria in loco.

Inoltre, l'impianto agrovoltaico non produce acque reflue.

Per quanto attiene al deflusso delle acque meteoriche, si ricorda che le aree di impianto non hanno una pavimentazione impermeabile. La viabilità interna alle aree sarà realizzata con stabilizzato e breccia. Le cabine elettriche hanno un'estensione trascurabile (pari a circa 350 m² complessivi per le cabine di campo, la cabina di impianto e la cabina di interfaccia) rispetto alle intere aree in progetto (pari a circa 27,1 ha), tale da non modificare in modo rilevante la permeabilità del suolo.

I trasformatori BT/AT saranno installati all'esterno delle cabine di campo e saranno dotati di una vasca impermeabilizzata per la raccolta di eventuali perdite di olio, di capacità pari al volume di olio contenuto nei trasformatori. Le eventuali acque meteoriche ricadenti nella suddetta vasca saranno smaltite come rifiuto tramite ditte specializzate.

L'esercizio del cavo elettrico interrato AT non determina impatti sulla componente.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	46	71



Per quanto sopra detto si ritiene che gli impatti durante la fase di esercizio dell'impianto agrivoltaico sulla componente ambiente idrico superficiale e sotterraneo siano trascurabili.

3.1.3 Suolo e sottosuolo

3.1.3.1 *Fase di Cantiere*

Le aree di cantiere che saranno allestite per l'installazione/dismissione dell'opera corrispondono a quelle di progetto individuate per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico e delle relative opere connesse. L'accessibilità ai suddetti siti è buona ed è garantita da strade provinciali, comunali e vicinali, alcune asfaltate e altre sterrate. Pertanto non sarà realizzata alcuna nuova viabilità, ma al più soltanto adeguamenti localizzati.

Durante tutte le attività di cantiere il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate e utilizzate nella costruzione risulterà minimizzato dall'adozione, da parte delle imprese, di adeguati accorgimenti finalizzati allo stoccaggio di tali sostanze in assoluta sicurezza.

Si fa presente che l'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti preliminari del terreno, necessari invece in caso di soluzioni a plinto. Saranno necessari dei limitati sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa delle cabine di consegna, di campo e di impianto. Le terre rimosse, se conformi ai sensi della normativa vigente, saranno riutilizzate per i rinterri e la riprofilatura/sistemazione degli scavi da cui provengono ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno. La posa delle canalette portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento. Il profilo generale del terreno non sarà dunque modificato, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato, né saranno necessarie opere di contenimento del terreno. In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, peraltro ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di esecuzione dei lavori.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	47	71



Al termine del ciclo di attività, orientativamente della durata di circa 35 anni, è possibile procedere al completo smantellamento dei pannelli fotovoltaici e, rimuovendo tutti i manufatti, l'area potrà continuare ad essere impiegata per l'attività agro-zootecnica.

In merito ai cavidotti AT, al termine delle fasi di posa e di rinterro, si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino necessari per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti alla realizzazione dell'opera.

Si precisa che le terre rimosse per la posa dei cavi AT, se conformi ai sensi della normativa vigente, saranno generalmente riutilizzate per i rinterri e la riprofilatura/sistemazione degli scavi da cui provengono ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs 152/06 e smi. I quantitativi eccedenti, stimati di circa 12.800 m³, verranno inviate a recupero ed in subordine a smaltimento, come rifiuto ai sensi della normativa vigente.

Per quanto detto sopra si può ritenere che l'impatto del cantiere sulla componente suolo e sottosuolo sia non significativo.

3.1.3.2 Fase di Esercizio

I potenziali impatti dell'opera sulla componente sono essenzialmente riconducibili all'occupazione di suolo.

Per quanto riguarda il progetto proposto (agrivoltaico e non semplice fotovoltaico), ciò non sussiste in quanto, in conformità agli indirizzi forniti dalle linee guida Ministeriali per la realizzazione degli impianti agrivoltaici, la sua realizzazione consentirà integrare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con la conduzione agro-zootecnica del sito.

La superficie resa impermeabile coincide solo con quella occupata delle cabine di campo, di impianto e di interfaccia, mentre le strade interne resteranno permeabili, essendo realizzate in stabilizzato e breccia: la superficie impermeabilizzata è pari a circa 350 m² complessivi, limitata come estensione e decisamente ridotta come incidenza sulla superficie complessiva interessata dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico (circa 27,1 ha totali): non si prevedono quindi ricadute significative sulle attuali caratteristiche di permeabilità del suolo.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	48	71



I trasformatori BT/AT saranno installati all'esterno delle cabine di campo e saranno dotati di una vasca impermeabilizzata per la raccolta di eventuali perdite di olio, di capacità pari al volume di olio contenuto nei trasformatori.

La sinergia tra fotovoltaico e agricoltura può inoltre creare effetti positivi per i suoli: l'ombra fornita dai pannelli solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo (particolarmente vantaggiosa nella stagione estiva), proteggendo quest'ultimo dall'innesco di fenomeni erosivi.

L'esercizio dei cavi elettrici AT non determina impatti sulla componente in quanto si sviluppano prevalentemente su sede stradale e al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino necessari per riportare la sede stradale nelle condizioni precedenti la realizzazione dell'opera. Nei pochi tratti di cavidotto esterni alle sedi stradali il terreno sarà riportato nelle condizioni antecedenti ai lavori, ripristinando il profilo del suolo e la copertura vegetale già presente.

Si evidenzia infine che una caratteristica che rende maggiormente sostenibili gli impianti agrivoltaici è quella di integrare la produzione di energia da fonte rinnovabile con l'agricoltura. Inoltre, a seguito della dismissione dell'impianto, il sito avrà funzioni identiche o analoghe a quelle preesistenti.

3.1.4 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

3.1.4.1 *Fase di Cantiere*

I potenziali impatti sulla componente in fase di cantiere sono riconducibili principalmente ai seguenti aspetti:

- danneggiamento e/o perdita diretta di specie vegetazionali dovuta alle azioni di preparazione delle aree;
- azioni di taglio e di scotico sulla vegetazione causate dalla movimentazione dei mezzi di cantiere;
- alterazione di habitat con conseguente disturbo delle specie faunistiche che vi abitano o che utilizzano tali ambienti;
- cambiamento di destinazione d'uso del suolo con conseguente allontanamento delle specie faunistiche presenti.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	49	71



La realizzazione dell'impianto agrovoltaico si sviluppa su aree attualmente interessate da colture intensive a seminativo prive di vegetazione di particolare interesse naturalistico non sottoposte a tutela o regimi particolari di gestione, con riferimento alla conservazione della flora, della fauna e degli habitat. Per l'accesso alle aree di intervento saranno utilizzate le strade esistenti di servizio alle conduzioni agricole, senza necessità di apertura di nuove strade o piste di lavoro.

In considerazione del prevalente sviluppo del cavidotto su sedi stradali o su aree a basso interesse conservazionistico si può affermare che l'impatto in fase di cantiere sulla componente vegetazione sia trascurabile e reversibile a fine lavori. Le aree esterne alle sedi stradali saranno infatti oggetto di accurato ripristino della copertura vegetale a fine attività.

Le azioni di cantierizzazione per la costruzione e la dismissione delle opere in progetto potranno comportare la redistribuzione nei territori della fauna residente nell'area (in particolare micromammiferi e avifauna minore): si può ipotizzare infatti un arretramento e una ridefinizione dei territori dove si esplicano le normali funzioni biologiche.

La realizzazione del cavidotto, che comporta l'avvicinamento di veicoli di cantiere ad habitat frequentati dalla fauna, potrà causare disturbo temporaneo delle comunità faunistiche locali. Si ritiene tuttavia che, sviluppandosi il tracciato prevalentemente su sedi stradale o in loro prossimità, nei territori interessati le comunità faunistiche siano già abituate al disturbo antropico prodotto dalla circolazione stradale e dunque non sono prevedibili particolari impatti, considerato che, essendo tale fase temporanea, alla conclusione della fase di cantiere le specie eventualmente allontanate potranno rioccupare il proprio territorio.

Per quanto sopra detto si ritiene che, durante la fase di realizzazione e di dismissione dell'impianto, le potenziali interferenze con la componente siano non significative.

3.1.4.2 Fase di Esercizio

Considerando che l'impianto si inserisce in una area agricola coltivata in maniera intensiva e non rilevando la presenza di elementi particolarmente sensibili a livello di vegetazione ed ecosistemi, l'impatto dell'opera nella fase di esercizio sulla componente risulta trascurabile.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	50	71



L'occupazione di suolo durante la fase di esercizio dell'impianto potrà comportare uno spostamento della fauna residente nell'area: si può ipotizzare infatti una ridefinizione dei territori dove essa potrà esplicare le sue normali funzioni biologiche, senza che questo ne causi disagio o alterazioni: tuttavia gli ambienti interessati dalla realizzazione del progetto sono comuni e ben diffusi nel territorio studiato.

Per ovviare all'effetto barriera e consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale sollevata dal suolo di 30 cm.

L'esercizio del cavidotto interrato non determina alcun impatto sulla componente.

Si evidenzia infine che una caratteristica che rende maggiormente sostenibili gli impianti agrivoltaici è quella di integrare la produzione di energia da fonte rinnovabile con l'agricoltura. Inoltre, a seguito della dismissione dell'impianto, il sito avrà funzioni identiche o analoghe a quelle preesistenti.

3.1.5 Salute pubblica

3.1.5.1 *Fase di Cantiere*

Per gli impatti sulla salute pubblica in fase di cantiere (costruzione e dismissione) si rimanda a quanto riportato per le matrici atmosfera, rumore e campi elettromagnetici rispettivamente ai §4.3.1, 4.3.6 e 4.3.7.

Si precisa, inoltre, che in fase di cantiere saranno prese tutte le misure atte all'incolumità dei lavoratori, così come disposto dalle attuali normative vigenti in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro (D.Lgs.81/2008 e s.m.i.).

3.1.5.2 *Fase di Esercizio*

Gli unici impatti potenziali, anche di tipo cumulato, determinati dall'esercizio dell'impianto sulla salute pubblica sono dovuti al rumore e ai campi elettromagnetici per la stima dei quali si rimanda rispettivamente ai §4.3.6 e 4.3.7.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	51	71

	<p align="center">Impianto Agrivoltaico "Sassari 2" da 37,8 MWp Sintesi non tecnica</p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	--	---

3.1.6 Rumore

3.1.6.1 Fase di cantiere

Le attività di cantiere previste per la realizzazione del cavidotto AT 36 kV consistono sostanzialmente nello scavo della trincea dove verrà posato il cavo e nel suo completo ripristino una volta terminati gli interventi.

Durante tale fase di progetto i potenziali impatti sulla componente rumore si riferiscono essenzialmente alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici utilizzate per lo scavo della trincea e dai mezzi di trasporto coinvolti.

Tutte le macchine da cantiere che verranno utilizzate rispetteranno i dettami del D.Lgs. n. 262 del 04/09/2002, recante "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto", che impone limiti di emissione, espressi in termini di potenza sonora per le macchine operatrici, riportati in Allegato I - Parte B, così come modificato dal Decreto 24 luglio 2006, riportate in Tabella 4.2a.

Tabella 4.2a Macchine operatrici e Livelli Ammessi di Potenza Sonora

Tipo di macchina e attrezzatura	Potenza netta installata P in kW Potenza elettrica P _e in kW ⁽¹⁾ Massa dell'apparecchio m in kg Ampiezza di taglio L in cm	Livello ammesso di potenza sonora in dB(A)/1 pW ⁽²⁾
Mezzi di compattazione (rulli vibranti, piastre vibranti e vibrocospatori)	P ≤ 8	105 ⁽³⁾
	8 < P ≤ 70	106 ⁽³⁾
	P > 70	86 + 11 log ₁₀ P ⁽³⁾
Apripista, pale caricatrici e terne cingolate	P ≤ 55	103 ⁽³⁾
	P > 55	84 + 11 log ₁₀ P ⁽³⁾
Apripista, pale caricatrici e terne gommate; dumper, compattatori di rifiuti con pala caricatrice, carrelli elevatori con carico a sbalzo e motore a combustione interna, gru mobili, mezzi di compattazione (rulli statici), vibrofinitrici, centraline idrauliche	P ≤ 55	101 ^{(3) (4)}
	P > 55	82 + 11 log ₁₀ P ^{(3) (4)}
Escavatori, montacarichi per materiali da cantiere, argani, motozappe	P ≤ 15	93
	P > 15	80 + 11 log ₁₀ P
Martelli demolitori tenuti a mano	m ≤ 15	105
	15 < m < 30	92 + 11 log ₁₀ m ⁽²⁾
	m ≥ 30	94 + 11 log ₁₀ m

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	52	71



Tipo di macchina e attrezzatura	Potenza netta installata P in kW Potenza elettrica P _{el} in kW ⁽¹⁾ Massa dell'apparecchio m in kg Ampiezza di taglio L in cm	Livello ammesso di potenza sonora in dB(A)/1 pW ⁽²⁾
Gru a torre		96 + log ₁₀ P
Gruppi elettrogeni e gruppi elettrogeni di saldatura	P _{el} ≤ 2	95 + log ₁₀ P _{el}
	2 < P _{el} ≤ 10	96 + log ₁₀ P _{el}
	P _{el} > 10	95 + log ₁₀ P _{el}
Motocompressori	P ≤ 15	97
	P > 15	95 + 2 log ₁₀ P
Tosaerba, tagliaerba elettrici e tagliabordi elettrici	L ≤ 50	94 ⁽²⁾
	50 < L ≤ 70	98
	70 < L ≤ 120	98 ⁽²⁾
	L > 120	103 ⁽²⁾
⁽¹⁾ P _{el} per gruppi elettrogeni di saldatura: corrente convenzionale di saldatura moltiplicata per la tensione convenzionale a carico relativa al valore più basso del fattore di utilizzazione del tempo indicato dal fabbricante.		
⁽²⁾ Livelli previsti per la fase II, da applicarsi a partire dal 3 gennaio 2006		
⁽³⁾ I valori della fase II sono meramente indicativi per i seguenti tipi di macchine e attrezzature: rulli vibranti con operatore a piedi; piastre vibranti (P > 3kW); vibrocostipatori; apripista (muniti di cingoli d'acciaio); pale caricatrici (munite di cingoli d'acciaio P > 55 kW); carrelli elevatori con motore a combustione interna con carico a sbalzo; vibrofinitrici dotate di rasiera con sistema di compattazione; martelli demolitori con motore a combustione interna tenuti a mano (15 > m 30); tosaerba, tagliaerba elettrici e tagliabordi elettrici (L ≤ 50, L > 70). I valori definitivi dipenderanno dall'eventuale modifica della direttiva a seguito della relazione di cui all'art. 20, paragrafo 1. Qualora la direttiva non subisse alcuna modifica, i valori della fase I si applicheranno anche nella fase II.		
⁽⁴⁾ Nei casi in cui il livello ammesso di potenza sonora è calcolato mediante formula, il valore calcolato è arrotondato al numero intero più vicino.		

Sulla base dei precedenti valori possono essere ipotizzate in cantiere, le tipologie di macchine riportate in Tabella 4.2b, con le corrispondenti potenze sonore. La potenza sonora dell'autocarro è ricavata da specifici studi di settore.

Tabella 4.2b **Macchine operatrici e Livelli Ammessi di Potenza Sonora**

Tipologia Macchina	Potenza Meccanica [kW]	Potenza Sonora limite dal 3 Gennaio 2006 [dB(A)]
Escavatore Cingolato	200	105
Pala gommata	150	105
Autocarro		87

Il calcolo dei livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere, è stato effettuato ipotizzando il cantiere come una sorgente puntiforme, con una potenza pari a 108 dB(A), data dalla

somma della potenza delle tre macchine di cui alla tabella precedente, supponendo cautelativamente che queste siano in esercizio contemporaneamente per otto ore al giorno.

Limiti di emissione

Per la valutazione delle emissioni sonore dell'attività di cantiere, è stato calcolato il contributo delle attività di cantiere al variare della distanza, considerando esclusivamente, in maniera cautelativa, l'attenuazione sonora dovuta alla distanza (divergenza geometrica) per una sorgente puntiforme, secondo la seguente formula:

$$L_p = L_W - 20 \log_{10} r - 11$$

Dove:

- L_p = livello equivalente di pressione sonora alla distanza r dalla sorgente;
- L_W = livello di potenza sonora della sorgente;
- r = distanza sorgente – punto di calcolo.

In Tabella 4.2c sono mostrati i risultati del calcolo effettuato da 500 m fino a 10 m di distanza tra l'ubicazione momentanea del cantiere ed il generico ricettore. Dato lo sviluppo dei cavi AT in progetto, l'analisi è stata condotta riferendosi alla classe di appartenenza di ciascun ricettore considerato. Sostanzialmente, nella tabella sottostante si metteranno in relazione i livelli di emissione indotti dall'attività di cantiere al variare della distanza rispetto ai limiti di emissione imposti dalle diverse classi acustiche di appartenenza dei ricettori considerati. In **rosso** si evidenziano i casi in cui il cantiere si pone ad una distanza tale da determinare un superamento del limite stesso.

Tabella 4.2c Livelli di emissione sonora a distanze da 500 m a 10 m dall'area di cantiere

Distanza [m]	Leq [dB(A)]	Limiti di emissione classi acustiche [dB(A)]					
		I	II	III	IV	V	VI
500	43,0	45	50	55	60	65	65
400	45,0	45	50	55	60	65	65
300	47,5	45	50	55	60	65	65
200	51,0	45	50	55	60	65	65
175	52,1	45	50	55	60	65	65
150	53,5	45	50	55	60	65	65
125	55,1	45	50	55	60	65	65
100	57,0	45	50	55	60	65	65
90	57,9	45	50	55	60	65	65



Distanza [m]	Leq [dB(A)]	Limiti di emissione classi acustiche [dB(A)]					
		I	II	III	IV	V	VI
80	58,9	45	50	55	60	65	65
70	60,1	45	50	55	60	65	65
60	61,4	45	50	55	60	65	65
50	63,0	45	50	55	60	65	65
40	65,0	45	50	55	60	65	65
30	67,5	45	50	55	60	65	65
20	71,0	45	50	55	60	65	65
10	77,0	45	50	55	60	65	65

Dall'analisi della Tabella 4.2c emerge che l'attività di cantiere per la realizzazione dell'elettrodotto genera superamenti del limite di emissione a distanze variabili a seconda della classe acustica di appartenenza del ricettore considerato.

Limiti assoluti e differenziali di immissione

Per la valutazione del rispetto dei limiti assoluti di immissione durante l'attività di cantiere per la realizzazione dell'elettrodotto, sono stati sommati energeticamente i livelli di emissione delle attività di cantiere riportati in Tabella 4.2c al livello di rumore residuo ipotizzato di 50 dB(A). In tal modo, si ottengono i livelli di rumore ambientale riportati in Tabella 4.2d. Analogamente a quanto fatto per la verifica dei limiti di emissione, in Tabella 4.2d viene svolto un confronto tra i livelli di immissione ottenuti ed i limiti di immissione di ciascuna classe acustica di appartenenza dei ricettori considerati.

In **rosso** si evidenziano i casi in cui il cantiere si pone ad una distanza tale da determinare un superamento del limite stesso.

Tabella 4.2d Livelli di immissione sonora a distanze da 500 m a 10 m dall'area di cantiere

Distanza [m]	Leq [dB(A)]	Limiti di immissione classi acustiche [dB(A)]					
		I	II	III	IV	V	VI
500	50,8	50	55	60	65	70	70
400	51,2	50	55	60	65	70	70
300	51,9	50	55	60	65	70	70
200	53,5	50	55	60	65	70	70
175	54,2	50	55	60	65	70	70
150	55,1	50	55	60	65	70	70
125	56,2	50	55	60	65	70	70
100	57,8	50	55	60	65	70	70
90	58,6	50	55	60	65	70	70
80	59,5	50	55	60	65	70	70
70	60,5	50	55	60	65	70	70
60	61,7	50	55	60	65	70	70



50	63,2	50	55	60	65	70	70
40	65,1	50	55	60	65	70	70
30	67,5	50	55	60	65	70	70
20	71,0	50	55	60	65	70	70
10	77,0	50	55	60	65	70	70

In Tabella 4.2e sono riportati infine i livelli differenziali di immissione diurni calcolati sottraendo aritmeticamente il livello di rumore residuo ipotizzato ai livelli di rumore ambientale calcolati e riportati in Tabella 4.2d.

In **rosso** si evidenziano i casi in cui il cantiere si pone ad una distanza tale da determinare un superamento del limite stesso.

Tabella 4.2e Livelli differenziali a distanze da 500 m a 10 m dal cantiere per la realizzazione dell'elettrodotto

Distanza [m]	Livello Rumore Ambientale dB(A)	Livello Rumore Residuo dB(A)	Livello Differenziale [dB(A)]
500	50,8	50,0	0,8
400	51,2	50,0	1,2
300	51,9	50,0	1,9
200	53,5	50,0	3,5
175	54,2	50,0	4,2
150	55,1	50,0	>5
125	56,2	50,0	>5
100	57,8	50,0	>5
90	58,6	50,0	>5
80	59,5	50,0	>5
70	60,5	50,0	>5
60	61,7	50,0	>5
50	63,2	50,0	>5
40	65,1	50,0	>5
30	67,5	50,0	>5
20	71,0	50,0	>5
10	77,0	50,0	>5

Dall'integrazione delle Tabelle 4.2c, 4.2d e 4.2e, è stata prodotta la seguente Tabella 4.2f dalla quale è possibile individuare la distanza minima al di sotto della quale si osserva il superamento di uno dei limiti previsti dalla normativa vigente in materia di acustica ambientale rispetto alla classe acustica di appartenenza di un determinato ricettore.



Tabella 4.2f Distanze minime di superamento dei limiti per ciascuna classe acustica

Classe acustica di appartenenza	Distanza superamento limite [m]		
	Emissione	Immissione	Differenziale
I	400	500	150
II	200	150	150
III	125	70	150
IV	70	40	150
V	40	20	150
VI	40	20	Non Applicabile

In **rosso** sono evidenziate le distanze, in metri, al di sotto delle quali si assiste al superamento di un limite per la determinata classe acustica e quindi anche per il generico ricettore all'interno di essa.

Come risulta dalla precedente Tabella 4.1.2c si ha che per i ricettori appartenenti alla classe III il superamento di uno dei limiti di legge si ha quando il cantiere raggiunge una distanza dagli stessi di 150 m, in corrispondenza della quale viene superato il limite differenziale. Chiaramente, i superamenti di cui sopra permarranno finché l'attività di cantiere non si sarà allontanata di una analoga distanza dai ricettori indicati.

Per i ricettori rappresentativi di un nucleo abitato limitrofo, appartenente alla medesima classe acustica del ricettore considerato, invece, i superamenti dei limiti di cui sopra permarranno finché il cantiere non avrà raggiunto una analoga distanza rispetto all'ultimo ricettore del nucleo abitato stesso.

Sulla base del cronoprogramma degli interventi, delle attività e dei tempi previsti per le lavorazioni, verranno individuati i periodi temporali in cui il cantiere opererà alle distanze sopra individuate dai ricettori ed, essendo il cantiere un'attività temporanea, ai sensi del comma 1 lettera h dell'articolo 6 della Legge n. 447 del 26 ottobre 1995, verrà richiesta la deroga nei tempi e nei modi previsti dal Comune di Sassari.

	<p align="center">Impianto Agrivoltaico "Sassari 2" da 37,8 MWp Sintesi non tecnica</p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	--	---

3.1.6.2 Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio le uniche sorgenti di rumore sono rappresentate dai trasformatori BT/AT. Essi sono alloggiati all'interno delle cabine di campo che producono un effetto schermante e fanno sì che il rumore percepito sia nullo a qualche metro dalla cabina. Pertanto durante la fase di esercizio non si prevedono impatti sulla componente.

3.1.7 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

3.1.7.1 Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere e di dismissione non sono attesi impatti sulla componente.

3.1.7.2 Fase di esercizio

Nel documento di progetto 074.22.01.R02- Relazione Campi Elettromagnetici, a cui si rimanda per dettagli, è stato valutato l'impatto elettromagnetico generato dal progetto. Le stime effettuate hanno portato a concludere che l'impatto elettromagnetico generato dal progetto può essere considerato non significativo.

3.1.8 Paesaggio

La metodologia proposta prevede che, a conclusione delle fasi valutative relative alla sensibilità Paesaggistica dell'Area di studio e al Grado di Incidenza delle opere in progetto, venga determinato il Grado di Impatto Paesaggistico. Quest'ultimo è il prodotto del confronto (sintetico e qualitativo) tra il valore della Sensibilità Paesaggistica e l'Incidenza Paesaggistica dei manufatti.

La seguente tabella riassume le valutazioni ottenute relativamente all'impianto agrovoltaico.

COMPONENTE	SENSIBILITÀ PAESAGGISTICA	GRADO DI INCIDENZA PAESAGGISTICA	IMPATTO PAESAGGISTICO
Incidenza morfologica e tipologica	<i>Medio</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>
Incidenza visiva	<i>Medio</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>
Incidenza simbolica	<i>Medio</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>

Tabella 4.1.8a Sintesi degli Elementi Considerati per la Valutazione della Sensibilità Paesaggistica - impianto agrovoltaico

	<p align="center">Impianto Agrivoltaico "Sassari 2" da 37,8 MWp Sintesi non tecnica</p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	<p align="center">ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L.</p> <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
--	--	---

La seguente tabella riassume invece le valutazioni ottenute per il cavidotto di connessione alla RTN.

COMPONENTE	SENSIBILITÀ PAESAGGISTICA	GRADO DI INCIDENZA PAESAGGISTICA	IMPATTO PAESAGGISTICO
Incidenza morfologica e tipologica	<i>Medio</i>	<i>Nulla</i>	<i>Nulla</i>
Incidenza visiva	<i>Medio</i>	<i>Nulla</i>	<i>Nulla</i>
Incidenza simbolica	<i>Medio</i>	<i>Nulla</i>	<i>Nulla</i>

Tabella 4.1.8b Sintesi degli Elementi Considerati per la Valutazione della Sensibilità Paesaggistica

Complessivamente la valutazione permette di stimare un impatto paesaggistico del progetto dell'impianto agrivoltaico di valore *Basso*, dovuta limitata magnitudo degli interventi oggetto del presente progetto più che alla sensibilità dell'Area di Studio, che presenta una sua caratteristica peculiarità.

Per quanto riguarda i cavidotti AT saranno interrati e su sede stradale per tutto il loro sviluppo e supereranno in sotterraneo i corsi d'acqua interferiti senza realizzazione di interventi dalla superficie. L'opera non apporterà alcuna modifica alla connotazione attuale dell'area in cui sarà realizzata: complessivamente la percezione dei luoghi non subirà modifiche, dunque l'impatto paesaggistico è valutato nullo per le caratteristiche intrinseche dell'intervento.

3.1.9 Traffico e viabilità

3.1.9.1 *Fase di Cantiere*

Per accedere alle aree di cantiere per la realizzazione delle opere in progetto sarà utilizzata la viabilità esistente che risulta idonea al transito dei mezzi di cantiere sia in termini geometrici che di capacità (flussi veicolari). Se necessario verranno effettuati adeguamenti localizzati.

I maggiori flussi di traffico saranno legati alle fasi di preparazione delle aree e approvvigionamento materiali.

Data la ridotta intensità del traffico generato, la temporaneità dei flussi indotti e l'idoneità delle strade a sostenere il transito di mezzi generato dai cantieri, si ritiene che la fase di



costruzione dell’impianto agrovoltaico e della cabina di interfaccia non determini impatti significativi sulla componente.

Con riferimento alla fase di cantiere per la realizzazione degli elettrodotti in cavo, il numero di automezzi coinvolto sarà esiguo e limitato nel tempo con impatti non rilevanti per la componente (si prevede che per il trasporto verso centro autorizzati al recupero/smaltimento del materiale in eccesso derivanti dagli scavi dei cavi AT siano necessari circa 2 mezzi/giorno).

Si fa presente che per i tratti di tracciato che si sviluppano su sede stradale, quando la strada lo consente (cioè permette lo scambio di due mezzi pesanti), sarà realizzata la posa in scavo aperto, istituendo per la circolazione stradale un regime di senso unico alternato mediante semafori iniziale e finale, garantendo la opportuna segnalazione del restringimento di corsia e del possibile rallentamento della circolazione. In casi particolari e solo quando si renderà necessario potrà essere possibile interrompere al traffico, per brevi periodi, alcuni tratti stradali particolarmente stretti, segnalando anticipatamente ed in modo opportuno la viabilità alternativa e prendendo i relativi accordi con i comuni e gli enti interessati.

Per i tratti su strade strette, tali da non consentire l’istituzione del senso unico alternato, ovvero laddove sia manifesta l’impossibilità di interruzione del traffico, si potrà procedere con lo scavo di trincee più brevi (30÷50 m) all’interno delle quali sarà posato il tubo di alloggiamento dei cavi, da ricoprire e ripristinare in tempi brevi, effettuando la posa del cavo tramite sonda nell’alloggiamento sotterraneo e mantenendo aperti solo i tratti di scavo in corrispondenza di eventuali giunti. L’entità degli interventi descritti per la realizzazione degli elettrodotti in cavo interrato AT è analoga a quella per la realizzazione di sottoservizi (es. condotte gas, acqua, ecc.), limitata nel tempo e reversibile: l’impatto correlato è pertanto non rilevante.

Per la fase di dismissione gli impatti attesi sono di entità inferiore rispetto a quelli della fase di costruzione.

3.1.9.2 Fase di Esercizio

Gli impatti sulla componente traffico indotti dall’impianto agrovoltaico in progetto sono da ritenersi non significativi dato che gli unici mezzi afferenti allo stesso in fase di esercizio saranno quelli relativi alla manutenzione ordinaria. In generale, le operazioni di manutenzione ordinaria per un impianto come quello in progetto risultano essere di bassa entità dato che vengono svolte con una frequenza che, al massimo, risulta essere mensile.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	60	71



La manutenzione ordinaria associata a tale frequenza mensile riguarda il controllo dello stato dei quadri elettrici di bassa tensione e dei contatori che può essere effettuata da un addetto elettricista, mentre per le rimanenti attività di manutenzione ordinaria (quali il controllo/verifica dello stato dei pannelli, dei cavi, degli impianti di messa a terra, dei dispositivi di controllo delle sovratensioni, ecc.) sono indicate frequenze minori, che arrivano fino al controllo biennale per la misura dei valori di resistenza dell'impianto di messa a terra. Tra le attività di manutenzione è prevista anche la pulizia semestrale dei pannelli con utilizzo di acqua che viene approvvigionata tramite autobotti: si stima che siano necessari circa 10 mezzi distribuiti su più giorni (ogni 6 mesi).

3.1.10 Vibrazioni

Nel seguito saranno stimati gli effetti delle vibrazioni durante la fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico e dei cavi interrati AT di connessione alla RTN.

Durante la fase di esercizio, in ragione della tipologia delle opere, non si prevede alcun effetto sulla componente.

Lo studio vibrazionale condotto di seguito è volto, in particolare, all'accertamento del disturbo alle persone all'interno degli edifici.

3.1.10.1 Metodologia per la valutazione dei livelli vibrazionali indotti dal cantiere per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico e dei cavi AT interrati

Il fenomeno con cui un prefissato livello di vibrazioni applicato al terreno si propaga nelle aree circostanti è correlato alla tipologia di suolo, alla frequenza del segnale e alla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto. La stima dei livelli di vibrazione che è stata effettuata consta di assunzioni sperimentali che utilizzano dati bibliografici e simulazioni numeriche.

Identificati i principali macchinari di cantiere che saranno utilizzati e acquisiti gli spettri di emissione degli stessi, sono state eseguite delle simulazioni numeriche volte a definire l'effetto combinato di tali macchinari in corrispondenza dei ricettori identificati al § 4.2.8.4 che ricadono all'interno delle aree di influenza individuate.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	61	71

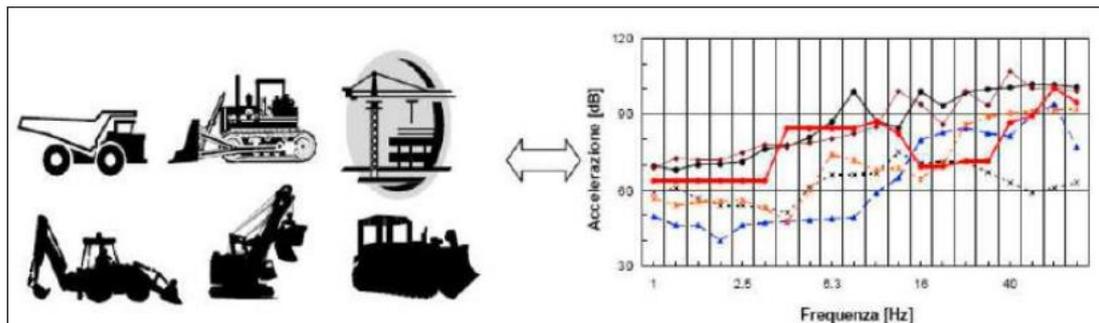


Tabella 4.3.11.1a Relazioni tra mezzi di cantiere e spettro di emissione delle vibrazioni

Gli spettri di emissione dei macchinari impiegati di seguito sono riferiti a misure eseguite a distanze di 5 metri dalla sorgente vibratoria e sono relativi alla sola componente verticale (asse Z) che rappresenta la componente prevalente indotta dalle attività in oggetto.

L'equazione dell'accelerazione $a(d, f)$ espressa in funzione della frequenza f e al variare della distanza d è data da:

$$(4.3.11.1) \quad a(d, f) = a(d_0, f) * \left(\frac{d_0}{d}\right)^n * e^{-2\pi f \eta / c(d-d_0)}$$

Dove:

η è il fattore di perdita del terreno, c è la velocità di propagazione in m/s (funzione della tipologia di terreno attraversato), f è la frequenza in Hz, n varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni, d è la distanza in m tra sorgente e ricevitore, d_0 la distanza di riferimento (in m) a cui sono noti gli spettri di emissione dei macchinari, pari a 5 m.

Nella seguente tabella si mostrano i valori di n^6 .

⁶ Valutazione dei livelli di Vibrazioni in edifici residenziali – Angelo Farina Università degli studi di Parma, Dipartimento di Ingegneria Industriale



Values of attenuation coefficient due to radiation damping for various combinations of source location and type (from Ref. [9])

Source location	Source type	Induced wave	<i>n</i>
Surface	Point	Body wave	2.0
		Surface wave	0.5
	Infinite line	Body wave	1
		Surface wave	0
In-depth	Point	Body wave	1.0
	Infinite line		0.5

Il termine esponenziale presente nell'equazione è legato al fenomeno di dissipazione dell'energia meccanica che si converte in calore e che, come si vede, va crescendo proporzionalmente alla frequenza: ne consegue che le alte frequenze si estinguono a breve distanza dalla sorgente, mentre le basse frequenze si propagano a distanze maggiori.

Il rapporto η/c dipende dal tipo di terreno considerato ed assume valori elevati nel caso di terreno coltivato soffice, mentre assume valori molto modesti nel caso di pavimentazioni rigide in calcestruzzo.

3.1.10.2 Definizione delle sorgenti vibrazionali

Analizzando le attività previste per realizzazione dei cavi interrati si nota come esse abbiano una distribuzione spaziale abbastanza prevedibile e delimitata all'interno dell'area di lavoro, nel quale saranno effettuate le principali attività di scavo e movimento terra. Nel caso delle lavorazioni relative all'infissione dei pali delle strutture portamoduli, sarà presa come area di lavoro la posizione della macchina battipali, che nella condizione più sfavorevole sarà situata ad una distanza di circa 5 m dal perimetro della recinzione dell'impianto agrovoltaico.

Per ogni attività prevista sono state identificate le macchine necessarie alle lavorazioni, e qualora per la realizzazione di un'opera siano previste le lavorazioni di più macchine, sono state considerate attive tute contemporaneamente, allo scopo di fornire risultati sufficientemente cautelativi. Di seguito le attività previste e mezzi di cantiere utilizzati per ogni attività.

Attività	Tipo mezzo	Numero mezzi
Realizzazione dei cavi interrati	Autocarro	1
	escavatore	1



	pala	1
Infissione dei pali delle strutture portamoduli	Battipali	1

Tabella 4.3.10.1a Macchinari utilizzati per la realizzazione delle opere previste

La valutazione dei livelli vibrazionali generati dalle attività di cantiere in oggetto è stata quindi condotta utilizzando gli spettri di emissione dei macchinari di cantiere disponibili in letteratura.

Si precisa che stante l'indisponibilità di dati sperimentali per tutti i macchinari di cui si prevede l'utilizzo durante le attività di cantiere in esame, si è proceduto utilizzando quelli di macchine analoghe in grado di trasmettere al terreno sollecitazioni di simile entità ma di cui sia noto lo spettro.

Di seguito la tabella di caratterizzazione delle sorgenti di vibrazioni individuate per la realizzazione dei cavi interrati e per l'infissione dei pali delle strutture portamoduli; i valori all'interno delle seguenti tabelle, rappresentano la componente verticale di accelerazione espressa in mm/s^2 .

Lavorazione Cavi interrati				Lavorazione Fondazione moduli	
Frequenza (Hz)	Autocarro (mm/s^2)	Escavatore (mm/s^2)	pala (mm/s^2)	Frequenza (Hz)	macchina Battipali (mm/s^2)
1	0,9	0,3	0,7	1	2,55
1,25	1,1	0,2	0,5	1,25	3,98
1,6	0,7	0,2	0,6	1,6	3,17
2	0,5	0,1	0,7	2	2,82
2,5	0,5	0,2	0,6	2,5	3,77
3,15	0,5	0,3	0,5	3,15	7,94
4	0,3	0,2	0,2	4	14,13
5	1,3	0,3	1,1	5	17,78
6,3	2,1	0,3	5,6	6,3	25,12
8	2	0,3	4	8	56,23
10	2	1	2,5	10	25,16
12,5	5,8	1,9	3	12,5	17,98
16	3,8	9,9	1,6	16	31,62
20	3,6	13,3	4	20	59,31
25	3,6	16,8	20	25	82,91
31,5	2,2	12,6	29,9	31,5	100
40	1,5	12	35,5	40	113,48
50	0,9	28,8	37,6	50	89,13
63	1,1	51,9	39,8	63	79,43
80	1,3	8,4	42,2	80	74,44

Tabella 4.3.10.1b Spettri in bande di terzi d'ottava riferiti a 5m di distanza dei macchinari utilizzati per la realizzazione delle opere (in mm/s^2)

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	Impianto Agrivoltaico “Sassari 2” da 37,8 MWp Sintesi non tecnica OGGETTO / SUBJECT	ELEMENTS GREEN ATENA S.R.L. CLIENTE / CUSTOMER
--	---	--

Il modello di propagazione è stato implementato con le seguenti ipotesi:

- si fa riferimento ai soli fenomeni che avvengono nel terreno supposto omogeneo e isotropo, senza tenere in considerazione la presenza di edifici dalla struttura complessa che, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione, possono comportare variazione dei livelli di accelerazione riscontrabili all’interno degli edifici stessi. I sistemi di fondazione in generale producono in modo condizionato alla tipologia, un’attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante. Pertanto, nella presente valutazione è stato considerato quale livello di emissione vibrazionale al ricettore quello calcolato in campo libero non tenendo conto dell’effetto indotto dalle strutture di fondazione, verticali e di piano sul livello di vibrazione interno degli edifici. Tale assunzione è stata definita sulla base delle due considerazioni seguenti:
 - la mancanza di informazioni dettagliate sulle caratteristiche degli edifici, quali tipologia di fondazione, presenza di piani interrati, tipologia costruttiva, dimensione della luce dei solai, che consentano di determinare le modalità di propagazione della sorgente vibratoria nell’edificio;
 - la specificità di risposta di ogni edificio in termini di amplificazione o attenuazione del livello di vibrazione, nel campo di frequenze di interesse. Tale specificità rende difficile estendere il risultato ottenuto su un edificio a quelli circostanti.
- Con l’obiettivo di effettuare valutazioni di tipo cautelativo, è stato scelto di utilizzare il valore di n massimo, pari a 0,5, relativo ad una sorgente concentrata che induce onde di tipo superficiale (si considera come superficiale anche l’attività della battipali, in quanto i pali raggiungeranno una profondità massima di 2 m);
- in ragione della tipologia di terreni presenti si assume il fattore di smorzamento η pari a 0,04 mentre la velocità di propagazione delle onde (data la prevalenza di terreni costituiti da rocce prevalentemente vulcaniche quali Ignimbriti, piroclastiti, Leuciti nonché argille e argille sabbiose assimilati pertanto a terreni di tipo B secondo la classificazione di cui alla tabella 3.2.II delle NTC 2018) è assunta pari a 600 m/s;
- al fine di considerare la condizione più critica in termini di emissioni delle vibrazioni per le attività di realizzazione dei cavi interrati, è stato considerato il

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	65	71



funzionamento contemporaneo di tutte le macchine in corrispondenza dell'area di intervento (considerata come una fascia di ampiezza di 4 metri in asse al cavo da realizzare), procedendo a sommare i singoli contributi emissivi in bande di terzi d'ottava ed applicando la curva di attenuazione definita per postura non nota (o asse generico) dalla UNI 9614;

- in riferimento all'infissione dei pali per le strutture portamoduli è stata considerata la sola attività della macchina battipali posta internamente all'area dell'impianto agrivoltaico, modellizzata come una sorgente puntuale posta ad una distanza di circa 5 m dalla recinzione esterna;
- al fine di effettuare una verifica cautelativa, che consenta di poter escludere che i livelli vibrazionali indotti dalle opere in progetto determinino disturbo alle persone all'interno degli edifici, si confronteranno i livelli di accelerazione ponderata stimati "per asse generico" lungo l'asse z, con la tabella dei valori di riferimento per gli assi X e Y per i quali sono previsti valori di accelerazione inferiori (rispetto all'asse z). Sarà pertanto assunto come valore riferimento 77 dB per gli edifici abitativi in periodo diurno ai sensi della UNI 9614, in quanto in periodo notturno non è prevista attività di cantiere.

3.1.10.3 Valutazione della propagazione delle vibrazioni

Utilizzando la formula al precedente § 4.3.10.2 e facendo variare la distanza dalla sorgente si calcola il livello complessivo di accelerazione ponderata per singolo macchinario come somma dei livelli delle singole frequenze, consentendo così di determinare la legge di variazione del livello di accelerazione ponderata in funzione della distanza. Di seguito, sommando i contributi dei singoli macchinari individuati viene mostrato l'andamento del livello di accelerazione in funzione della distanza e della frequenza per le attività legate alla realizzazione dei cavi e delle fondazioni dei moduli fotovoltaici. Utilizzando la formula di cui al precedente 4.3.10.2 e facendo variare la distanza dalla sorgente si calcola il livello complessivo di accelerazione ponderata per singolo macchinario come somma dei livelli delle singole frequenze, consentendo così di determinare la legge di variazione del livello di accelerazione ponderata in funzione della distanza.

Di seguito, sommando i contributi dei singoli macchinari individuati viene mostrato l'andamento del livello di accelerazione in funzione della distanza e della frequenza per le attività legate alla realizzazione dei cavi.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	66	71

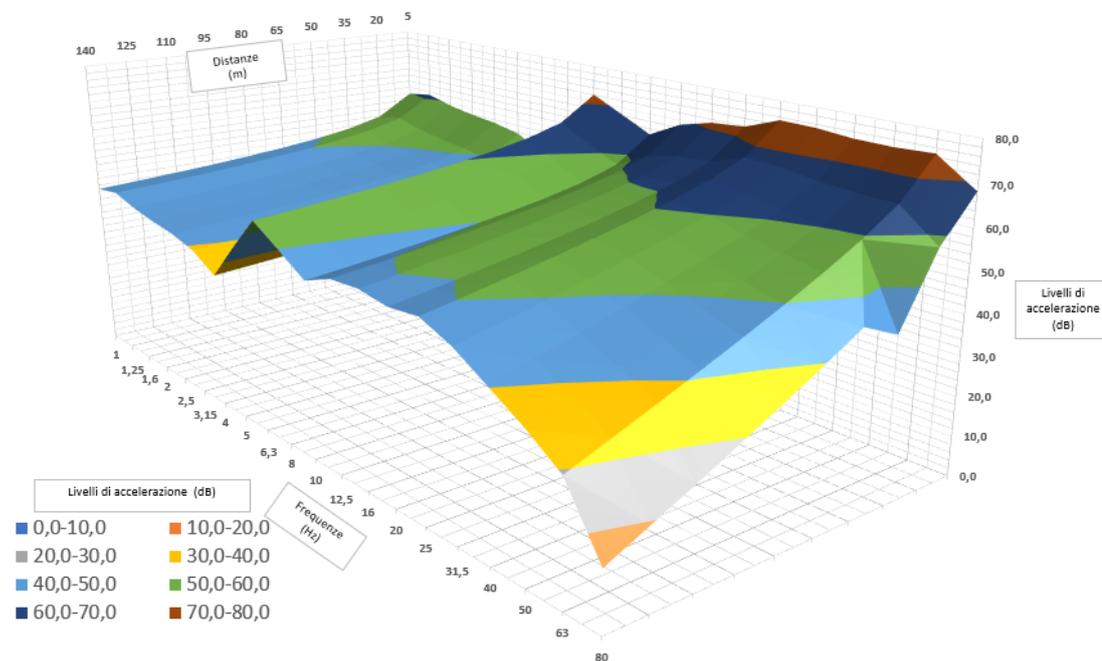


Figura 4.3.10.3a Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza per la realizzazione dei cavi interrati

Nella tabella sottostante viene mostrato l'andamento del livello di accelerazione in funzione della distanza e della frequenza per le attività legate all'infissione dei pali delle strutture portamoduli.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	67	71

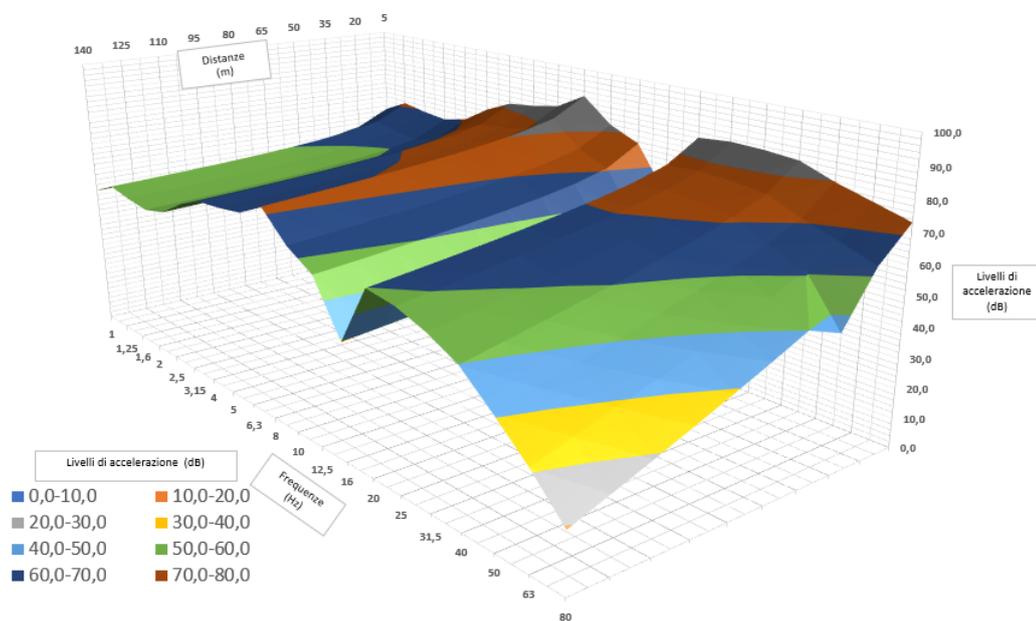


Figura 4.3.10.3b Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza per la realizzazione delle fondazioni dei moduli fotovoltaici

Dalle analisi effettuate (si veda tabella successiva) risulta che per le lavorazioni inerenti alla realizzazione dei cavi AT il valore di riferimento del periodo diurno di 77 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 17 m.

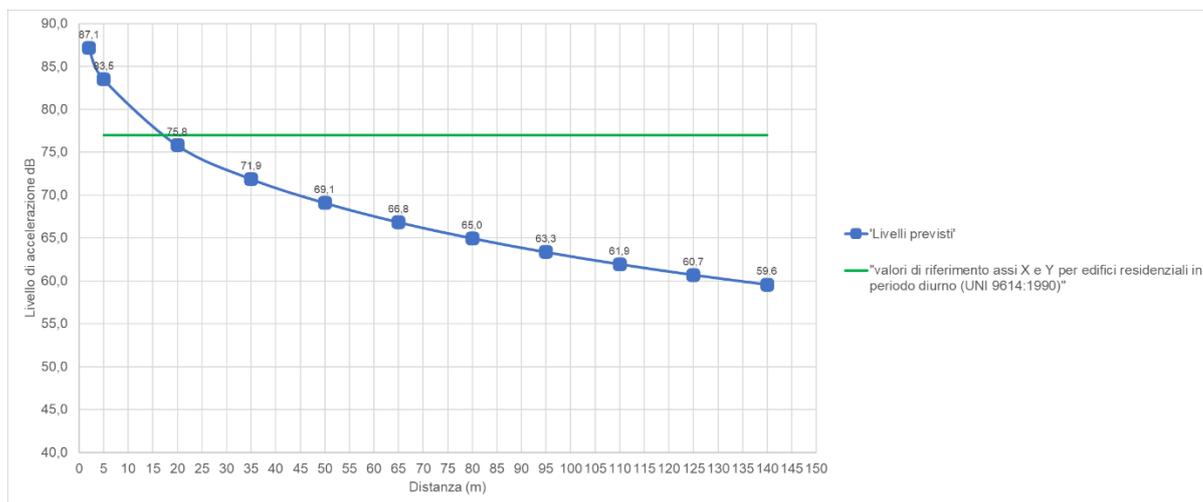


Figura 4.3.10.3d Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per le attività legate alla realizzazione dei cavidotti interrati

Dalle analisi effettuate (si veda tabella successiva) risulta che per le lavorazioni inerenti all'infissione dei pali delle strutture portamoduli il valore di riferimento del periodo diurno di 77 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 112 m.

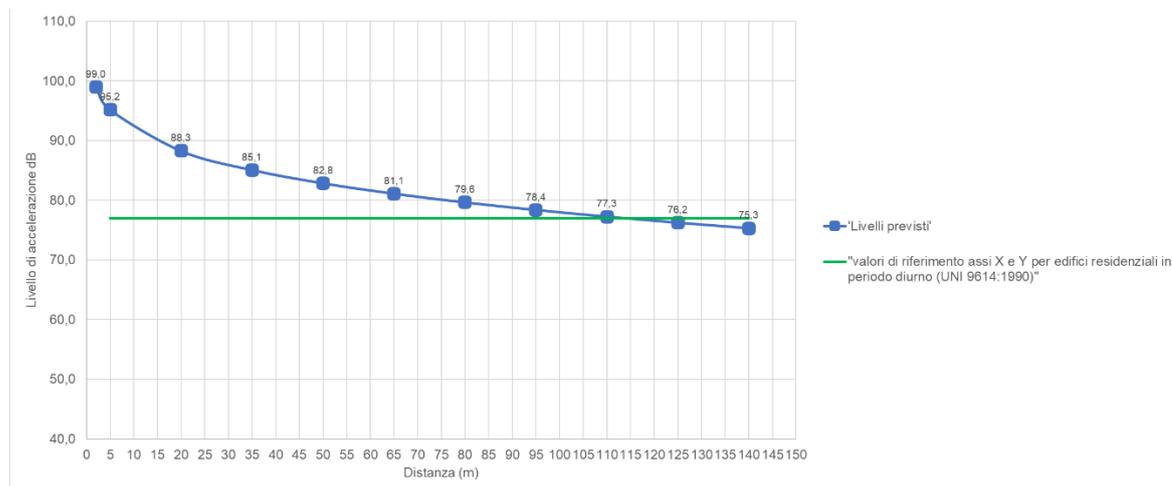


Figura 4.3.10.3e Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per le attività legate all'infissione dei pali delle strutture portamoduli

A causa della vicinanza alle lavorazioni per la realizzazione del cavo di alcuni edifici a destinazione residenziale, posti lungo la viabilità, si riscontra la possibilità di alcuni superamenti della soglia di disturbo in funzione dalla distanza dei potenziali ricettori nel periodo di riferimento diurno; si segnala come tale disturbo sia legato alla posizione del cantiere, che in brevi periodi di tempo è posizionato in prossimità dei ricettori e, pertanto, l'eventuale effetto di disturbo sarà transitorio e limitato nel tempo.

Si riscontra il superamento della soglia di disturbo per il ricettore posto all'interno dell'area in cui sarà realizzato l'impianto agrivoltaico (area 2), in ogni caso anche per esso il disturbo è limitato al solo periodo in cui la macchina battipali per la l'infissione dei pali delle strutture portamoduli è situata nella posizione più prossima alla recinzione esterna e quindi al ricettore abitativo.

In ogni caso verranno adottate tutte le misure atte al contenimento delle vibrazioni, quale la buona pratica di conduzione delle attività di cantiere. Come dettagliato anche nel PMA quando il cantiere si troverà ad operare in prossimità dei ricettori in cui risulta il superamento del valore di riferimento si prevede di eseguire un monitoraggio per la



verifica puntuale dei risultati predetti. Analogo discorso vale per il ricettore in prossimità dell'impianto agrovoltaico, il quale anch'esso sarà oggetto di monitoraggio.

Si sottolinea tuttavia, che la realizzazione del cavo AT in progetto è un'attività del tutto analoga a quella che normalmente viene effettuata per la posa di sottoservizi (es. tubazioni gas, acqua, scarichi, ecc) anche in ambiente urbano, senza che queste arrechino particolare disturbo alla popolazione esposta agli effetti vibrazionali da esse indotte. Pertanto si ritiene che le stime eseguite, che hanno seguito un approccio di tipo cautelativo (es. funzionamento contemporaneo di tutte le macchine da cantiere previste, considerazione della litologia presente più svantaggiosa rispetto alla distribuzione effettiva sul sito), conducano ad una sovrastima degli effetti indotti.

Si sottolinea inoltre, in riferimento alle lavorazioni per l'infissione nel terreno dei pali delle strutture portamoduli mediante battipali, l'utilizzo di dati di input che si ritiene sovrastimino le effettive emissioni vibrazionali, in quanto gli unici spettri disponibili relativi a tali macchinari riguardano macchine palificatrici di grande diametro che prevedono inoltre lavorazioni a profondità maggiori, per i quali l'effetto di attenuazione è considerevole. In ogni caso il monitoraggio previsto consentirà di valutare l'effettivo impatto dovuto alle lavorazioni sul ricettore individuato e, conseguentemente, laddove risulti necessario, di mettere in atto idonei accorgimenti per limitare il disturbo.

3.2 Vulnerabilità del progetto ai rischi di gravi incidenti e/o calamità

Per quanto riguarda la vulnerabilità degli interventi in progetto ai rischi di gravi incidenti di origine antropica, si precisa che nessuna delle opere in progetto rientra tra quelle soggette alla disciplina del D.Lgs.105/15 "Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose".

Data la tipologia di opere in progetto l'unica sostanza capace di generare, in caso di rilascio, inquinamento di suolo ed eventualmente della falda, è l'olio contenuto nei trasformatori di elevazione BT/AT. I trasformatori BT/AT saranno installati all'esterno delle cabine di campo su di un basamento dedicato dotato di bacino di contenimento che sarà sovradimensionato per raccogliere la totalità dell'olio eventualmente sversato (che sarà gestito come rifiuto da ditte specializzate secondo quanto previsto dalla normativa in materia). Le eventuali acque

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	Gennaio 24	70	71



meteoriche ricadenti nel suddetto bacino di contenimento saranno smaltite come rifiuto tramite ditte specializzate.

In caso di sisma perché vi sia una perdita di olio capace di inquinare suolo e falda dovrebbero rompersi nello stesso tempo sia l'involucro di metallo dei trasformatori sia le vasche di contenimento delle cabine: questa eventualità non risulta credibile da un punto di vista probabilistico.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica si fa presente che le aree dove saranno installati i suddetti trasformatori non ricadono in aree classificate a pericolosità idraulica dal PAI e dal PGRA.

Infine, le aree dove saranno installati i suddetti trasformatori non ricadono in aree a rischio frana identificate dal PAI.

074.22.01.R15a	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Gennaio 24	71	71