



COMUNE DI SASSARI

(PROVINCIA DI SASSARI)

IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGIA RINNOVABILE DA
IMPIANTO EOLICO E AGRI - FOTOVOLTAICO
POTENZA NOMINALE 13103,37 kW
IN SASSARI - LOC. "CAMPANEDDA"

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTI:

Ing. Antonio Fraghì

Ing. Giuseppe Fraghì

Ing. Francesca Frongia

COMMITTENTE:

BENTUSOLIANA

ENERGIE RINNOVABILI S.R.L.

via Cavour n. 33, Sassari, 07100

TITOLO:

RELAZIONE GENERALE

TAVOLA:

PD-R01

CODICE ELABORATO:

PD-R01


DATA:

Maggio 2024

AGGIORNAMENTO:


SCALA:

na


	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO- FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD- R01_Relazione generale
		Pag. 1

INDICE

1. Premessa	3
1.0 Soggetto proponente l'iniziativa	3
1.1 Impianto ibrido eolico-agrifotovoltaico popolare ed azionario diffuso	3
1.1.1 Il procedimento	4
1.1.2 Valore del potenziale investimento.	5
1.1.3 Il potenziale ricavo.	5
1.1.4 I rischi.	6
2. Normativa di riferimento	7
3. Sito di installazione	10
4. Caratteristiche dell'intervento	12
5. Dati generali dell'impianto.....	13
5.1 Dati generali sezione eolica	13
5.1.1 Piazzole di montaggio Just in time	16
5.1.2 Fondazioni dell'aerogeneratore	16
5.1.3 Caratteristiche anemologiche del sito	16
5.1.4 Producibilità specifica dell'impianto	17
5.2 Dati generali sezione fotovoltaica	19
5.3 Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici	21
5.1.1 Requisito A	22
5.1.2 Requisito C	24
5.4 Caratteristiche tecniche	25
5.4.1 Pannello Fotovoltaico	25
5.4.2 Struttura di sostegno	26
5.4.3 Inverter	27
5.5 Rete di trasporto e trasformazione energia	29
6. Articolazione dell'intervento.....	31
6.1 Realizzazione impianto	31
6.2 Durata della vita produttiva dell'impianto	32
6.3 Dismissione impianto	32
7. Impegno risorse naturali e produzione rifiuti.....	33

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO- FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD- R01_Relazione generale
		Pag. 2

6.4	<i>Utilizzo di risorse naturali</i>	33
6.5	<i>Produzione di rifiuti</i>	33
6.5.1	<i>Rifiuti derivanti dalla costruzione</i>	34
6.5.2	<i>Rifiuti durante la fase di dismissione dell'impianto</i>	34
7	Mantenimento potenziale pedologico del terreno.....	35
8	Sbocchi occupazionali connessi con la realizzazione e l'esercizio dell'impianto ...	35
8.0	<i>Realizzazione dell'impianto</i>	35
8.1	<i>Gestione dell'impianto durante la vita produttiva</i>	35
8.2	<i>Dismissione dell'impianto</i>	36

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 3</p>

1. Premessa

Il progetto in esame riguarda un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili del tipo misto (agrivoltaico ed eolico), da realizzare nel Comune di Sassari (SS) in regione Campanedda, denominato "Campanedda Ibrido", destinato alla produzione di energia elettrica per un totale di circa 30 348 MWh/anno.

L'iniziativa intende partecipare al conseguimento dell'obiettivo del "Green Deal" annunciato nel 2019 dalla Commissione Europea, che consiste essenzialmente nell'annullamento – entro il 2050 – delle emissioni di gas serra.

Il sito scelto per l'iniziativa ha le caratteristiche adatte, sia dal punto di vista orografico, sia in termini di destinazione d'uso e di potenzialità agricole, per ospitare la tipologia di impianti prevista, garantendo buoni rendimenti da ogni singola tipologia, così come dalla loro integrazione.

Nello stesso sito negli anni '90 vennero installati 4 aerogeneratori monopala Riva Calzoni aventi potenza circa 300 kW ciascuno che vennero poi dismessi attorno al 2010.

Con l'intervento proposto verrà realizzato un impianto misto agro-fotovoltaico di potenza nominale di 5,90 MW integrato con un singolo generatore eolico di grande potenza (7,2 MW), che consentirà di preservare la continuità dell'attività agricola nel sito di installazione; l'energia prodotta da entrambe le tipologie di generatori confluirà in un unico punto di consegna per l'allaccio sulla rete di trasmissione nazionale dell'energia in Alta Tensione.

1.0 Soggetto proponente l'iniziativa

Il progetto viene proposto dalla Società BENTUSOLIANA ENERGIE RINNOVABILI s.r.l., con sede in Sassari, Via Cavour 33, da tempo attiva con iniziative nel campo delle energie rinnovabili.


E' previsto che l'impianto venga realizzato in un'area sita in Località "Campanedda", all'interno dell'agro di Sassari, ricadente in zona urbanistica G4.3.2 (campi eolici e fotovoltaici esistenti e relative reti).

1.1 Impianto ibrido eolico-agrifotovoltaico popolare ed azionario diffuso

Il progetto in oggetto rientra nella filosofia della "generazione diffusa" d'energie elettrica, estendendola anche alla corale richiesta di "redistribuzione diffusa dei profitti" (soprattutto tra le popolazioni che vivono vicino agli impianti F.E.R.), ossia: Azionariato popolare (crowdfunding).

I fondi necessarie alla realizzazione dell'impianto ibrido, della potenza complessiva di 13,1 MW (5.909 kW agrifotovoltaico e 7.200 kW eolico), per un importo complessivo stimato in 15 milioni di Euro saranno suddivisi su tre linee di finanziamento:

- 1) Fondi di investimento e banche;
- 2) Equity della società;
- 3) Azionariato popolare.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 4</p>

L'Azionariato popolare previsto dallo sviluppatore vuole essere una proposta concreta e leale nei confronti delle legittime rivendicazioni delle popolazioni locali, relativamente alle externalità negative degli impianti FER, in primis l'impatto visivo e le speculazioni.

Di norma, solo il 70-75% del finanziamento è fornito dalle banche, mentre il restante 30-25% deve essere garantito dall'investitore. Nel caso in questione si tratta di ca. 3,7 - 4,5 milioni di Euro.

Attraverso l'azionariato popolare, la società rinuncia al possedere l'intero 100% delle quote (e dei ricavi), cedendo una parte alla Comunità, così permettendo agli abitanti che risiedono nei Comuni che ospitano gli impianti, di godere dei dividendi.

L'azionariato popolare è la normale prassi che la società intende seguire per questo progetto anche in Sardegna, sulla scorta dell'esperienza tedesca maturata in oltre 30 anni di costruzione, finanziamento e gestione di oltre 50 parchi eolici in Germania, da parte dei soci di maggioranza (Sascha Claes e TCO-Solare).

L'interesse crescente per il "Crowdfunding" in Italia è relativamente giovane, mentre in Danimarca, Germania e Inghilterra è una prassi già consolidata e "rodada", soprattutto per la costruzione di parchi eolici (e negli ultimi anni anche grandi impianti fotovoltaici).

I "Bürger-Wind-Parks" (parchi eolici popolari) e le Community Energy Trust di stampo anglosassone, costituiscono una dei campi di investimento più sicuri, dinamici ed innovativi nell'attuale mondo della Finanza verde.

In Italia, "Energia Democratica", "Grid Share" sono alcune delle società che hanno creato degli strumenti finanziari per la raccolta e la gestione di fondi "diffusi", "popolari", atti a sostenere la costruzione dei nuovi impianti F.E.R.

Questo progetto si inserisce a pieno titolo all'interno di queste nuove realtà e vuole permettere a tutti gli abitanti residenti nei Comuni di Sassari e Porto Torres, di poter co-finanziare il progetto e diventare azionisti di un pezzo di impianto e condividere gli utili.

1.1.1 Il procedimento


Una volta ottenute tutte le autorizzazioni necessarie a rendere il progetto finanziabile (bankability), la società, attraverso incontri pubblici con le popolazioni locali e pubblicità sui media, "apre" alle sottoscrizioni e all'acquisto di "share" (quote o azioni), con tagli che andranno -indicativamente - dai 1.000 € in su.

A seconda della "risposta" del territorio compreso nei Comuni di Sassari e Porto Torres la società opterà per ampliare ulteriormente il raggio geografico di sottoscrizione popolare anche ai comuni di Alghero, Stintino, Sorso e Sennori, i centri più vicini agli impianti.

L'obiettivo è quello di fare in modo che almeno il 10% del finanziamento (1,5 milioni di Euro) provenga dalle popolazioni locali e non dalle banche.

Saranno escluse dalla partecipazione al progetto ad azionariato diffuso le imprese commerciali (a meno che non siano sarde, con socie di maggioranza sardi), evitando anche che grossi gruppi finanziari o power utilities energetiche non sarde possano monopolizzare la sottoscrizione.

Ciascun interessato-sottoscrittore avrà diritto d'acquistare un certo numero di partecipazioni (quote o azioni) dell'impresa di nuova costituzione.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 5</p>

La gestione operativa e i relativi costi di gestione dell'impianto ibrido "popolare" saranno contabilizzati separatamente, ma sempre all'interno della gestione complessiva dell'impianto e i ricavi saranno contabilizzati percentualmente in base all'ammontare delle rispettive sottoscrizioni.

Data la natura ibrida del parco, i sottoscrittori potranno decidere se investire solo sulla turbina, solo sull'impianto agri-fotovoltaico o su entrambi e godere dei rispettivi dividendi.

L'impresa di nuova costituzione sarà ovviamente regolata da uno statuto societario con regole standard e di comune utilizzo nella prassi societaria delle public company e società assimilate, mutate dall'esperienza tedesca in materia di parchi eolici e in sintonia con le leggi italiane.

E' altresì possibile, visto la progressiva crescita e solidità di società italiane che curano il crowdfunding, e dell'evoluzione della legislazione italiana in materia, che la società possa esternalizzare tale aspetto finanziario-gestionale.

1.1.2 Valore del potenziale investimento.

Tenuto conto che -allo stato attuale- il valore dell'investimento per la realizzazione dell'impianto è stimato in 15 milioni di Euro e sarà necessaria una quota di equity del 25-30 % del valore dell'investimento, l'operazione "azionariato diffuso" (congiunta alla equity dello sviluppatore) potrebbe arrivare a finanziare una cifra compresa tra i 3 - 4,5 milioni di Euro.

Tenendo conto della relativa "diffidenza" dei Sardi, rispetto ai mercati azionari e agli investimenti che esulino dal mercato immobiliare, raggiungere un 10% di sottoscrizione popolare, rappresenterebbe un risultato eccellente.

Come su accennato, per equity si intende l'apporto di capitale proprio e dunque, se essa si aggira tra il 20 % e il 30 % dell'investimento, il restante 70 % - 80 % dovrà essere finanziato da soggetti esterni al gestore e proprietario del parco eolico (Banche; fondi; SGR ecc.).

Attualmente non si è in grado di stimare l'entità finale della sottoscrizione, tenendo conto che tale modalità di finanziamento rappresenterà una novità nel panorama nazionale -e sicuramente sardo- nel campo dell'eolico e del fotovoltaico di grandi dimensioni.


Questa -tuttavia- è la strada maestra, consolidata già nel Nord Europa, che permette una reale compartecipazione delle popolazioni locali agli utili della Transizione Energetica.

1.1.3 Il potenziale ricavo.

Tutti i calcoli finanziari attuali, prendono come base un prezzo di cessione di 1 MWh pari a 77,594 €/MWh, indicati nel Decreto 20 maggio 2023 n. 57/2023, "Misure urgenti per il settore energetico"), 13° asta FER.

Si spera che il prossimo Decreto FER X, riesca a normare le dinamiche delle aste fino al 2028 (data entro la quale si ipotizza di partecipare alle aste), innalzando o, come minimo, stabilizzando questa prima soglia.

In base ai dati del vento in possesso rilevati dalla società proponente e alla stima di cui oggi si dispone, la produzione media stimata d'energia elettrica di turbina è di ca. 20,3 MWh anno (20.3 milioni di kWh anno, V. perizia anemologica), corrispondente a un ricavo lordo pari a ca.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 6</p>

1.570.000 Euro anno (20,3 GWh x 77,594 €), mentre dall'impianto agri-fotovoltaico, è prevista una produzione annua (1.500 ore-piene anno) pari a 8,8 MWh corrispondente a ca. 670.000 Euro anno (8,8 GWh x 77,594 €).

Stimando -al ribasso- una produzione complessiva annuale (eolico+agrivoltaico) pari a ca. 28 GWh, I ricavi lordi annuali sono stimati a ca. 2,1 milioni di Euro l'anno.

Stimare l'esatto ammontare dei dividendi in questa fase di progettazione, è praticamente impossibile, dato che la società non conosce la data di una eventuale approvazione del progetto, l'eventuale modifiche progettuali richieste dagli enti che valuteranno il progetto (che possono ridurre la potenza installata), la connessione dell'impianto alla RTN, l'andamento futuro del costo delle turbine, dei moduli fotovoltaici e delle opere civili (balance of plan), e le dinamiche dei prezzi dell'energia; in tutti i casi si prevedono dei rendimenti annui attorno al 6-8% sul capitale investito.

E' comunque difficile che un impianto ibrido di produzione d'energia elettrica da fonte eolica e fotovoltaica non produca utili. E' prassi comune – in tutti i casi-, la stipula di polizze assicurative per l'indennizzo di perdite di produzione o danneggiamenti dovuti da fattori esterni, il cui costo è già ricompreso nel valore complessivo dell'investimento.

1.1.4 I rischi.


Come ogni operazione imprenditoriale, anche l'azionariato diffuso nel settore eolico e fotovoltaico non è esente da rischi: un fulmine può distruggere l'intera turbina, un anno poco ventoso può diminuire la produzione, le tempeste di grandine possono distruggere i moduli fotovoltaici, curtailment (ossia riduzioni imposte d'immissione d'energia in rete, decise dal Gestore della RTN), sono fattori che possono ridurre i guadagni.

Il potenziale investitore sarà dettagliatamente informato di tutti gli aspetti del suo investimento, esattamente come accade per qualsiasi altra forma di investimento finanziario.

La società produrrà una minuziosa descrizione tecnica e finanziari di ogni aspetto del progetto, della sua gestione ecc., simile qualsiasi contratto di sottoscrizione di un fondo d'investimento, con relativo contratto, sempre di base alle leggi italiane ed europee.

Per maggiore chiarezza si sono inseriti i prospetti informativi e contratti (in lingua tedesca) relativi a 3 parchi eolici tedeschi, realizzati con l'azionariato popolare: Bürgerwindpark Bakum West, Bürgerwindpark Schönberg GmbH & Co. KG, e il parco eolico popolare di Dolleruper Bürgerwindpark GmbH & Co. KG.

Allo stesso modo, la società produrrà (in lingua italiana e secondo le leggi italiane), lo stesso tipo di modulistica informativa e tutta la contrattualistica.


	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 7

2. Normativa di riferimento

I principali riferimenti normativi in base ai quali verrà realizzato l'impianto sono:

Normativa fotovoltaica

- CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- CEI 82-25; V2: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.
- CEI EN 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
- CEI EN 50521 (CEI 82-31): connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.
- CEI EN 50524 (CEI 82-34): fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.
- CEI EN 50530 (CEI 82-35): rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.
- EN 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.
- CEI 20-91: cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non


	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 8</p>

propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.


- UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

Normativa sugli impianti elettrici

- CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
- CEI 0-3: guida per la compilazione della documentazione per Legge 46/90.
- CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 0-21: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI EN 50438 (CT 311-1): prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.
- CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI EN 60099-1-2 (CEI 37-1): scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase).
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

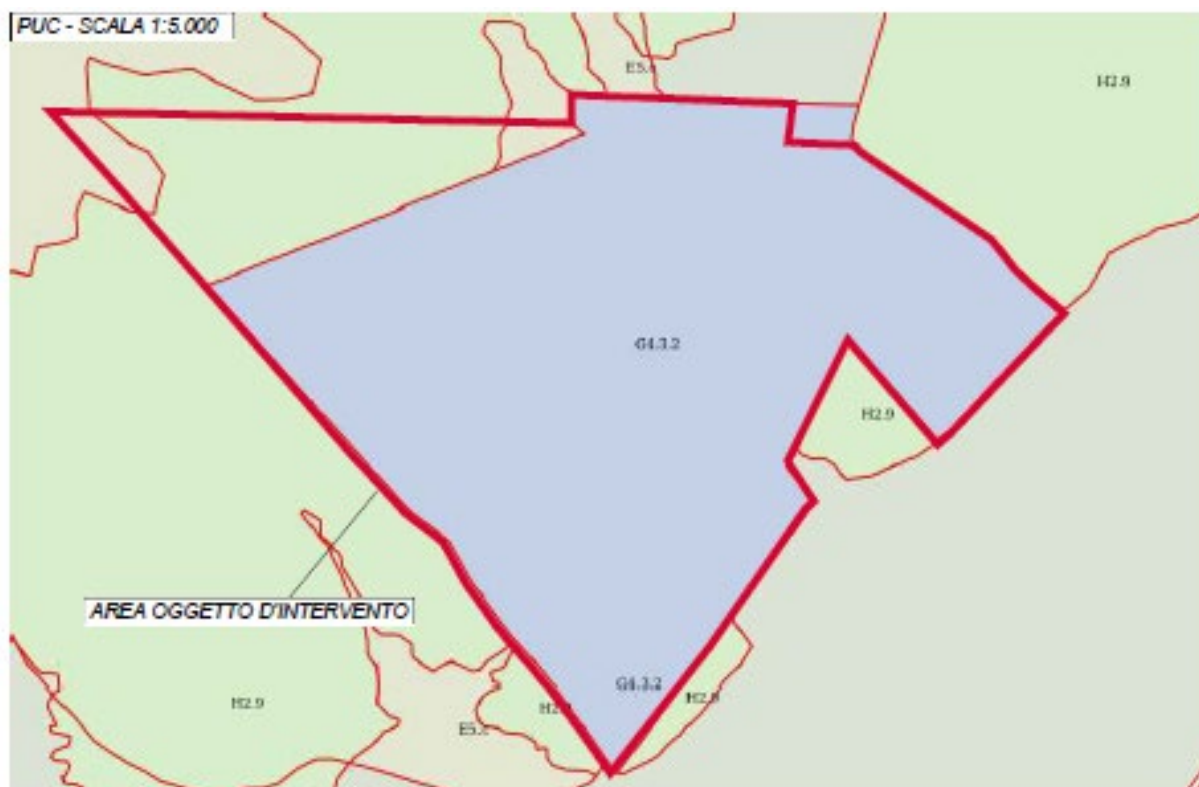
	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 9</p>

- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini.
- CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
- CEI 81-4: valutazione del rischio dovuto al fulmine.
- CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20: cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008: requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R01_Relazione generale</p>
	RELAZIONE GENERALE	<p align="center">Pag. 10</p>

3. Sito di installazione

Si prevede di realizzare l'impianto in esame in località Campanedda (SS), all'interno di alcune aree a disposizione dei proponenti, aree ricadenti in zona urbanistica G 4.3.2 ("campi eolici e fotovoltaici esistenti e relative reti") nella quale la destinazione d'uso programmata è compatibile con l'intervento in progetto.



L'impianto in esame sarà situato in località Campanedda (SS), all'interno di alcune aree a disposizione dei proponenti, aree ricadenti in zona urbanistica G 4.3.2 ("campi eolici e fotovoltaici esistenti e relative reti"), identificate a catasto nel Comune di Sassari Nurra (I452 sez. B) come segue:

F	Mapp.	Superficie (m²)
41	41	84.115
51	59	379.310
51	195	49.654
51	196	49.461
51	197	1.065
51	198	359
51	199	3.473
51	203	3.712
Sup. totale disponibile (m²)		487.034



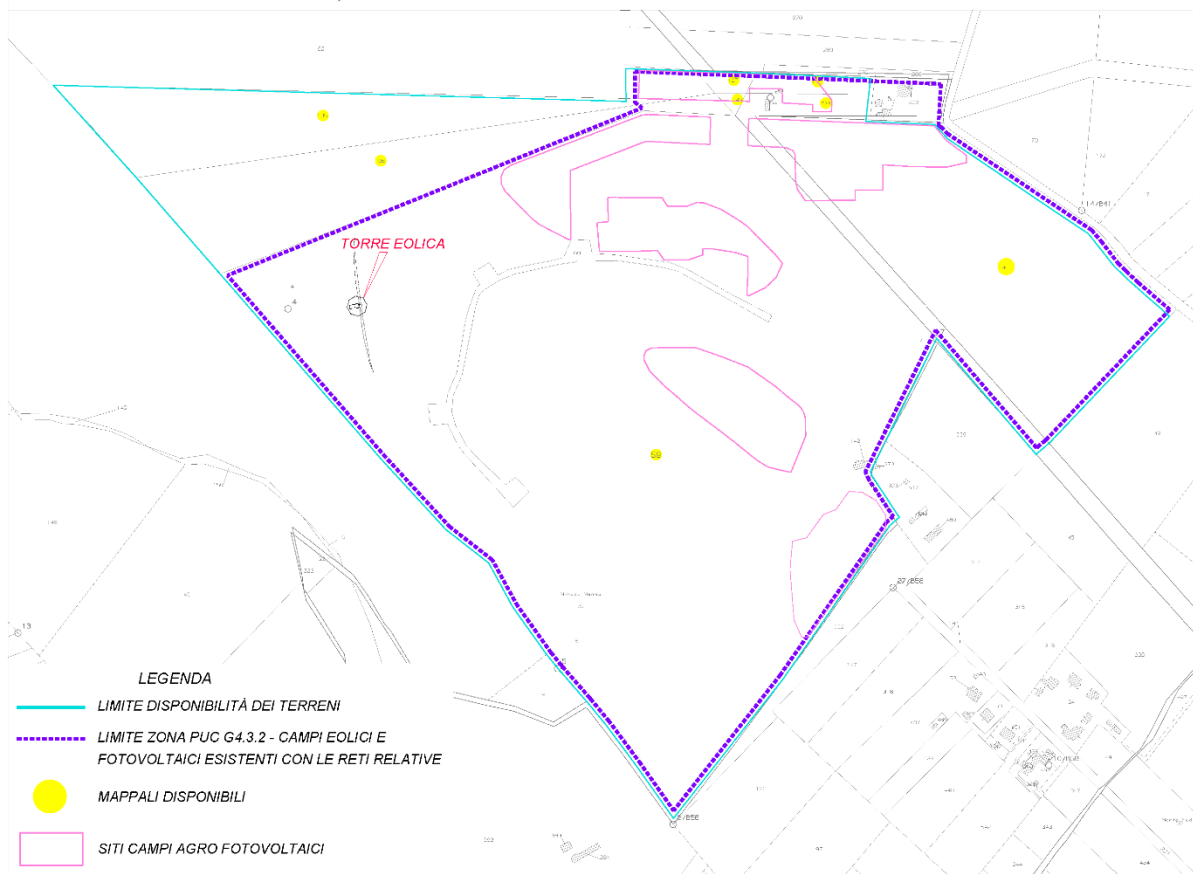
COMUNE DI SASSARI
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-
FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA'
CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA
IBRIDO"


RELAZIONE GENERALE

**PROGETTO
ESECUTIVO**

PD-
R01_Relazione
generale
Pag. 11

PLANIMETRIA CATASTALE FOGLIO 51, MAPPALI 41-59-195-196-197-198-199-203 - SCALA 1:4.000




	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 12</p>

4. Caratteristiche dell'intervento

In osservanza alle leggi che regolano lo sviluppo delle energie rinnovabili e la semplificazione per impianti rinnovabili in aree idonee, il sito identificato è stato valutato possibile e conveniente per la realizzazione dell'impianto descritto, considerato che garantisce un buon compromesso fra irraggiamento solare e orografia del terreno per quanto riguarda la sezione fotovoltaica, una buona elevazione per la sezione eolica, una posizione ininfluente rispetto a centri abitati e zone paesaggisticamente e storicamente rilevanti; inoltre usufruisce di una buona dotazione di rete viaria e di infrastruttura di rete per l'allaccio.

Nello specifico, all'interno dell'area disponibile sono state individuate:

- le aree destinate al progetto agrivoltaico: superfici che ospitano contemporaneamente i pannelli solari e la produzione agricola, comprendenti anche le linee di raccolta dell'energia in bassa tensione e gli inverter;
- le aree di appoggio, rispetto e manutenzione per i prefabbricati che ospitano le cabine di campo e di raccolta, all'interno delle quali si raccoglie l'energia in bassa tensione generata in C.C. dal campo fotovoltaico e già convertita in C.A. dagli inverter, e la si trasforma da Bassa a Media Tensione;
- la viabilità di servizio, che alloggia anche linee elettriche di trasporto e raccolta dell'energia prodotta;
- l'area destinata all'aerogeneratore ed alla sua viabilità di servizio;
- le aree di servizio necessarie in fase di installazione dell'aerogeneratore per stoccaggio e movimentazione dei componenti del generatore eolico e delle sue strutture di supporto
- le aree, infine, lasciate alla loro evoluzione naturale, in quanto inadatte per orientamento o inclinazione, o perché sede di vegetazione spontanea tutelata, e quelle all'interno delle quali si prevede di realizzare un progetto di rimboschimento.

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD- R01_Relazione generale
		Pag. 13

5. Dati generali dell'impianto

Come detto, l'impianto prevede due sezioni – eolica e fotovoltaica - dedicate alla produzione dell'energia, ed altre destinate alla conversione e trasporto dell'energia. Avrà una potenza complessiva installata di 13,10 MWp collegato con gruppi di conversione DC/AC e trasformazione in BT-MT di tipo 0.8/36kV e consegna alla rete pubblica in AT a 36 kV.

L'impianto fotovoltaico si articola in 5 campi, ciascun campo è dotato di una cabina di trasformazione, mentre i campi 4 e 5 hanno un'unica cabina che funge sia da cabina di trasformazione a 36 kV che da cabina di raccolta degli altri campi e della sezione eolica. La cabina 4-5 di raccolta contiene quindi tutti gli interruttori MT a 36kV che servono per la protezione delle linee provenienti dai campi e dalla turbina eolica. Dalla cabina di raccolta il cavo a 36 kV si collega con la cabina di consegna utente, posta in prossimità dell'impianto. La cabina di consegna utente a 36 kV contiene gli interruttori MT a 36 kV necessari a collegare la cabina stessa allo stallo 36 kV messo a disposizione da Terna S.p.A. nella nuova Stazione Elettrica chiamata Fiume Santo 2.

L'energia prodotta dall'impianto viene raccolta in quadro di potenza a 36 kV posto in un edificio denominato "Cabina di consegna". Il collegamento per il trasferimento di energia tra la suddetta cabina e i terminali a 36 kV della Stazione Elettrica "Fiumesanto 2" del Gestore della RTN avverrà mediante cavo interrato a 36 kV (tensione nominale di esercizio).


Il cavo, di lunghezza pari a 3850 metri, viene posato in parallelismo a strade asfaltate per i seguenti tratti:

- Tratto 1: parallelismo con strada 'Via Campanedda', di estensione pari a circa 819 m.
- Tratto 2: parallelismo con Strada Provinciale "SP 42 dei Due Mari" di estensione pari a circa 2563 m.
- Tratto 3: parallelismo con strada comunale asfaltata, di estensione pari a circa 473 m.

Il tratto è caratterizzato da un solo attraversamento di un'opera fluviale in cui sarà utilizzata una tipologia di posa che prevede i cavi unipolari in tubo interrato, mediante l'uso della tecnica con trivellazione orizzontale controllata (T.O.C). La tecnica T.O.C. permette di posare mediante perforazione del sottosuolo i tubi PEAD, in cui verranno successivamente inserite le terne di cavi unipolari ed i tubi per cavi di telecomunicazione.

5.1 Dati generali sezione eolica

La sezione eolica comprende un unico generatore da 7,2 MW che integra a bordo della navicella, insieme al generatore vero e proprio, tutte le apparecchiature di controllo della turbina e di conversione e trasformazione dell'energia elettrica generata, mentre racchiude alla base della torre di sostegno tutte le apparecchiature elettriche e di controllo come i sezionatori e le protezioni relative.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 14</p>

Pertanto, l'intero impianto eolico è integrato all'interno della struttura stessa, dalla quale fuoriesce solo il cavo di trasporto dell'energia a 36 kV, già convertita in Alta Tensione (36 kV), diretto alla cabina di raccolta.

La turbina scelta per il progetto è il modello Enventus V162 della Vestas, nella versione da 7,2 MW di potenza nominale.


Si tratta di una turbina ad asse orizzontale, funzionante controvento e con rotore a tre pale ad inclinazione variabile, con controllo attivo dell'imbardata.



Dispone di un generatore a magneti permanenti e di un inverter full-scale, che – insieme al controllo dell'inclinazione delle pale – consentono di far funzionare il rotore a velocità variabili, mantenendo la potenza in uscita prossima a quella nominale anche in condizioni di alta velocità del vento. A basse velocità del vento, invece, la regolazione dell'inclinazione delle pale e generatore ed inverter lavorano insieme per massimizzare la potenza in uscita con velocità di rotazione del rotore e angolo di inclinazione delle pale ottimali.


Caratteristiche meccaniche della turbina:

Condizioni Operative	
Potenza in condizioni standard	7,2 MW
Vento: velocità di inserimento	3 m/s
Vento: velocità di disinserimento	25 m/s
Classe del vento	IEC S
Range operativo temperature di lavoro	Da -20 °C a +45 °C
Rotore	
Diametro	162 m
Area Spazzata	20612 m ²

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 15

Intervallo di velocità operative	4,3 – 12,1 rpm
Senso di rotazione	Orario (vista frontale)
Orientazione	Controvento
Inclinazione	6°
Conicità del mozzo	6°
Numero di pale	3
Freni Aerodinamici	Pale orientabili interamente in bandiera

Pale	
Lunghezza	79,35 m
Corda massima	4,3 m
Raggio della corda al 90% della pala	1,68 m
Descrizione del tipo	A profilo alare portante
Materiale	Resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, fibra di carbonio e terminale in metallo pieno
Connessione delle pale	Mediante inserimento di radici d'acciaio
Profili alari	Profilo ad alta portanza
Cuscinetti delle Pale	
Tipo del cuscinetto	Ralle ad alta capacità
Lubrificazione	Lubrificazione manuale con grasso
Controllo di Inclinazione delle Pale	
Tipo	Idraulico
Numero	1 cilindro per pala
Intervallo controllato	Da -5° a 95°
Sistema idraulico	
Pompa principale	Pompa ad ingranaggi interni ridondanti
Pressione	Max 260 bar
Filtro	3 µm (assoluto) 40 µm in linea
Mozzo	
Tipo	Mozzo ad ogiva
Materiale	Ghisa
Altezza da terra asse del mozzo	119 m
Albero Principale	
Tipo	Albero cavo
Materiale	Ghisa
Alloggiamento del Cuscinetto Principale	
Materiale	Ghisa
Cuscinetto Principale	
Tipo	Cuscinetti a sfere
Lubrificazione	A circolazione d'olio
Trasmissione	
Tipo	Planetario a doppio stadio
Materiale della scatola della trasmissione	Ghisa
Sistema di lubrificazione	Lubrificazione con olio in pressione
Volume d'olio totale della trasmissione	900-1100 L

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 16

Codici di classificazione dell'olio	ISO 4406-/15/12
Cuscinetto del Generatore	
Tipo	Cuscinetti a sfere
Lubrificazione	A circolazione d'olio

Sistema di Controllo dell'Imbardata	
Tipo	Sistema a cuscinetto piano
Materiale	Anello di imbardata forgiato e trattato termicamente Cuscinetti piani in PETP
Tipo di ingranaggio di imbardata	Ingranaggio planetario multistadio
Velocità di imbardata (50 Hz)	Appross. 0,4°/s
Velocità di imbardata (60 Hz)	Appross. 0,5°/s
Gru interna di Servizio	
Capacità di sollevamento	Max 800 kg

5.1.1 Piazzole di montaggio Just in time


La turbina verrà installata con una configurazione di montaggio just in time. Il montaggio "just in time" consente di evitare lo stoccaggio contemporaneo di tutti gli elementi sulla piazzola standard ed evitare le aree di stoccaggio temporaneo degli elementi degli aerogeneratori: nella fattispecie tutti gli elementi vengono assemblati immediatamente dopo l'arrivo in piazzola. Il montaggio just in time consente di eliminare le piazzole di tipo temporaneo come quella per lo stoccaggio delle pale di estensione 81 metri x 15 metri e di stoccaggio delle sezioni della torre di estensione 36 metri x 25 metri. Il montaggio just in time prevede l'impiego di un numero maggiore di uomini e mezzi, un'organizzazione più puntuale, precisa e stringente, con conseguente dilatazione dei tempi della logistica di cantiere. Ciò genera dei costi di montaggio maggiori ma si è resa necessaria a causa della morfologia dell'area su cui sorge la turbina, infatti, i movimenti terra che avrebbero dovuto creare un montaggio di tipo standard sarebbero stati eccessivi e difficilmente compensabili.

5.1.2 Fondazioni dell'aerogeneratore

La fondazione dell'aerogeneratore è costituita da conglomerato cementizio armato, che serve a garantire equilibrio rispetto alle forze e momenti e carichi torsionali agenti ed ha la funzione di trasferire al piano di sedime i carichi generati dall'azione del vento. Sulla base di successive indagini geologiche e geotecniche sarà possibile determinare, in fase di calcolo esecutivo, la migliore tipologia di fondazione da adottare. Il progetto esecutivo della fondazione verrà depositato a seguito di autorizzazione alla costruzione.

5.1.3 Caratteristiche anemologiche del sito

La realizzazione di un impianto di produzione energia da fonte eolica è subordinata a diversi fattori quali: accessibilità del sito, possibilità di collegare l'impianto con la rete di distribuzione dell'energia elettrica e, soprattutto, un sufficiente livello di ventosità.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
	<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PD- R01_Relazione generale Pag. 17</p>

Valutate e ritenute idonee le caratteristiche del sito in merito alla accessibilità e connessione con la rete elettrica si è valutato anche il livello di ventosità.

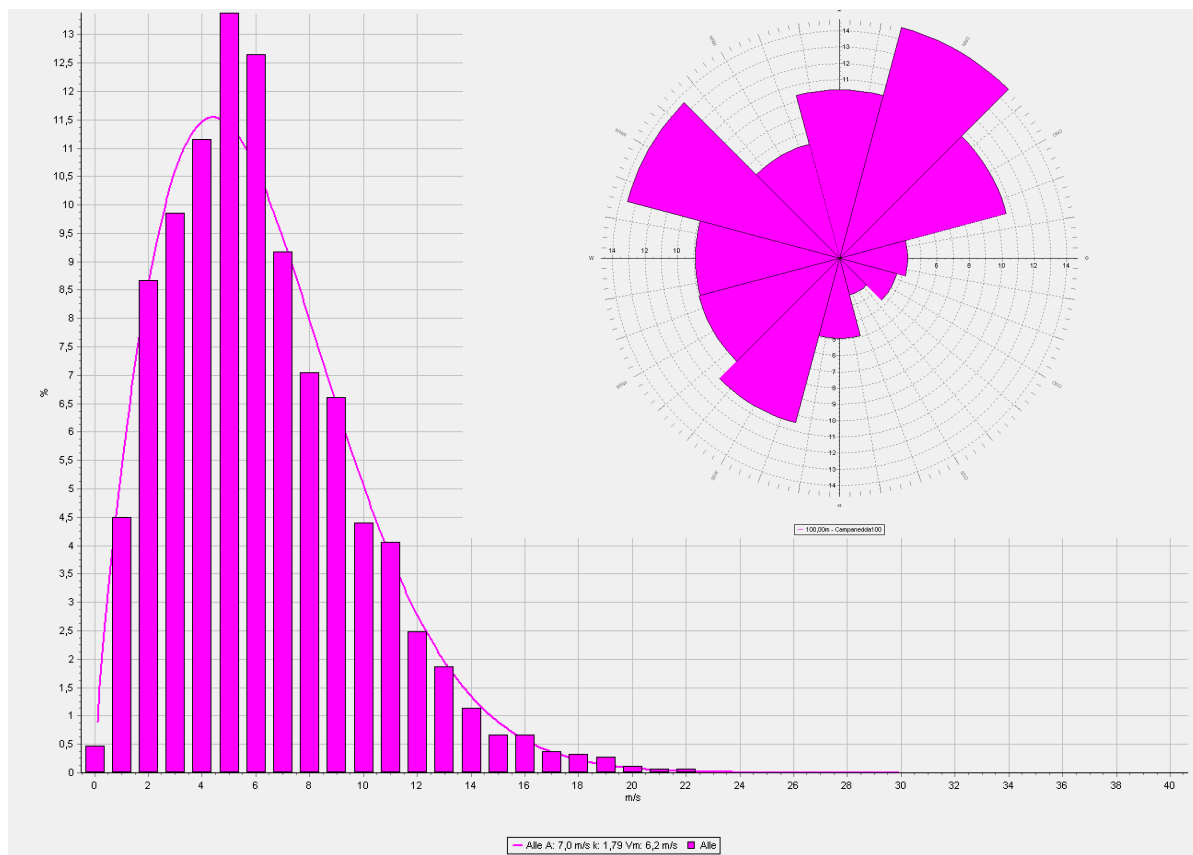
Per descrizioni più specifiche e dettagliate di rimanda alla relazione PD-R19- Valutazione della risorsa anemologica.

La valutazione è stata effettuata con specifico riferimento all'area mediante l'interpolazione di dati disponibili relativi alla velocità media forniti dal software WASP che nelle coordinate di installazione della turbina fornisce la velocità media del vento pari a 6,2 m/s all'altezza di 100 metri sul piano di campagna.


Applicando l'equazione sottostante si ottiene la velocità media all'altezza del mozzo u pari a 119 metri (z), a partire dalla velocità media u₁ di 6,10m/s all'altezza z₁ di 100 metri ed utilizzando il coefficiente α (windi shear exponent) che dipende dalla classe di rugosità del terreno e dalle condizioni di stabilità dell'aria assunto pari a 0,60.

$$u = u_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^\alpha$$

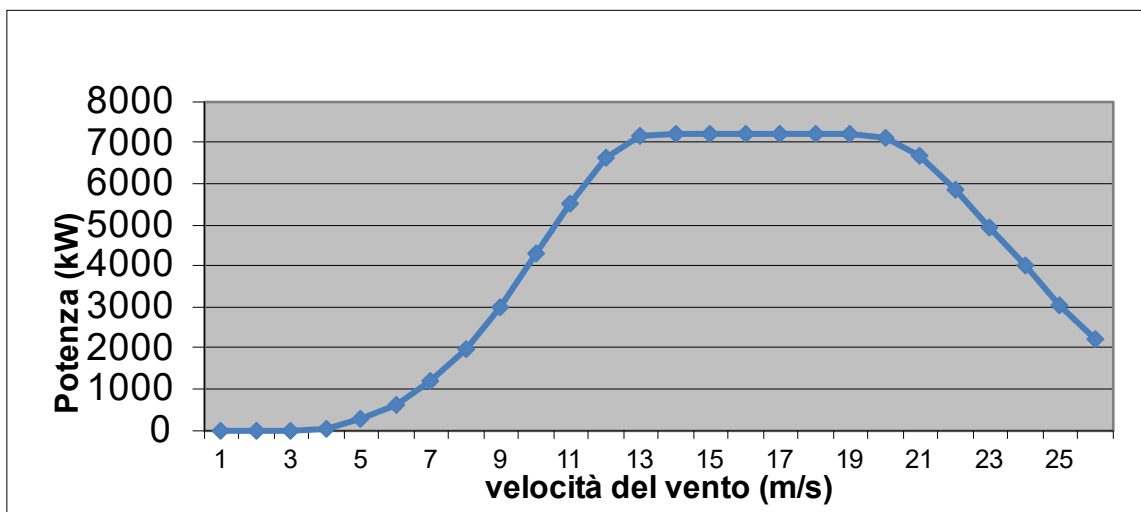
Nella figura sottostante vengono riportati i valori chiave della distribuzione del vento rilevati con il programma WASP per un'altezza di misurazione di 100 m (a sinistra: distribuzione della velocità del vento, a destra: rosa dei venti)



5.1.4 Producibilità specifica dell'impianto

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
	<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PD- R01_Relazione generale Pag. 18</p>

La turbina Vestas V162-7.2 è caratterizzata dalla curva di potenza riportata in figura.



La turbina eolica viene quindi calcolata utilizzando il programma WAsP ed estrapolata all'altezza del mozzo corrispondente. I fattori Weibull sono stati determinati come medie annuali con $A = 7,99$ m/s e $k = 1,807$. La velocità media del vento all'altezza di misurazione è di 7,1 m/s .

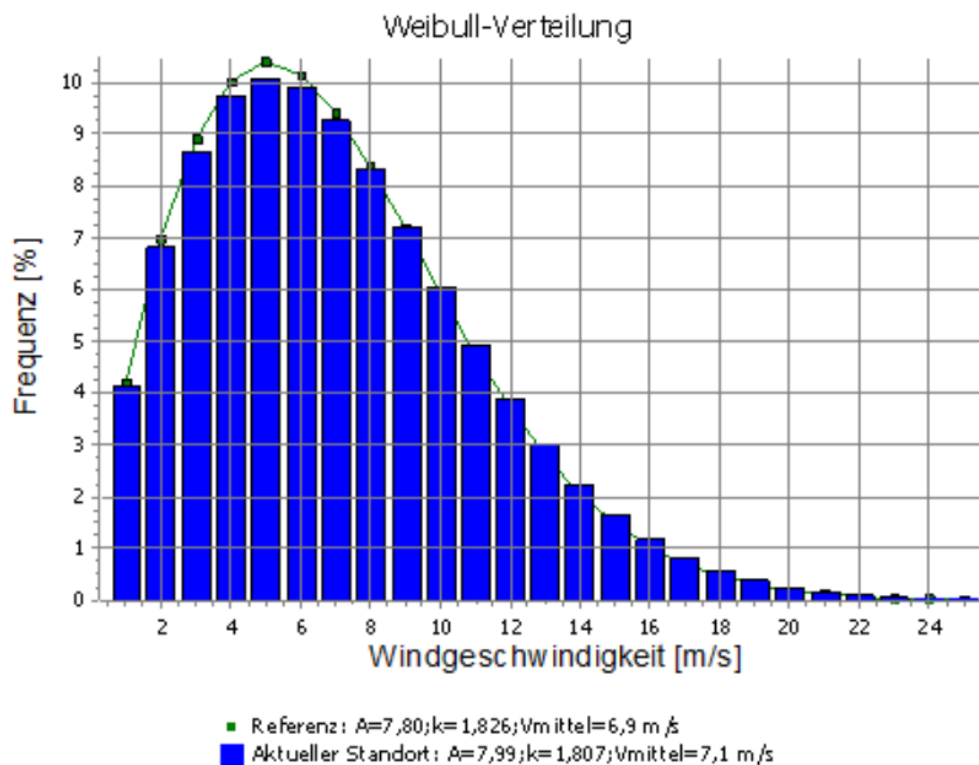
**COMUNE DI SASSARI**

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"

RELAZIONE GENERALE**PROGETTO
ESECUTIVO**

PD-
R01_Relazione
generale

Pag. 19



Si ottiene quindi una producibilità energetica annua attesa pari a 20 310 MWh/anno, stimando perdite energetiche attorno al 10%. I dati rilevati permettono di determinare una producibilità specifica del sito di circa alle 2.820 ore equivalenti/anno.


5.2 Dati generali sezione fotovoltaica

L'impianto - nella sua sezione fotovoltaica - è suddiviso in cinque campi, asserviti a gruppi di inverter. I pannelli costituenti il campo sono raggruppati in stringhe che, raccolte in gruppi, sono collegate agli ingressi degli inverter e ai gruppi di trasformazione BT-MT, raccolti in una cabina per ciascun campo. Le cabine di campo sono collegate tra loro e con la cabina di raccolta, dove confluisce anche la sezione eolica collegata in antenna. Dalla cabina di raccolta un elettrodotto si dirige alla cabina di consegna, posta al limite della proprietà.

Un successivo elettrodotto esterno di lunghezza pari a 3,8 km ha la funzione di trasportare l'energia prodotta a 36 kV verso la SE Terna indicata dal Gestore della RTN, dove verrà immessa nella RTN.

La produzione di energia elettrica è realizzata con generazione da pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino, installati in parte su supporti inseguitori monoassiali (tracker), in parte su supporti fissi; entrambe le strutture sono in acciaio zincato, e tengono i pannelli in elevazione da terra per permettere il passaggio dei mezzi agricoli e la coltivazione della superficie sottostante.

I trackers sono strutture modulari in acciaio zincato, dotate di una barra rotante sulla quale sono cablati i pannelli fotovoltaici in posizione orizzontale; la rotazione della barra comporta

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 20</p>

anche la rotazione dei pannelli ad essa solidali. L'asse di rotazione della barra è disposto lungo la direttrice Nord-Sud e l'angolo di rotazione possibile varia da -55° a $+55^{\circ}$ (rispetto al piano orizzontale). In questa maniera i pannelli FV presentano la propria superficie captante quanto più possibile perpendicolare ai raggi solari nell'arco della giornata, incrementando la propria produttività sino al 25%; le condizioni ottimali si verificano dal momento in cui il sole è alto 35° sull'orizzonte in direzione Est, e si mantengono sino a quando si abbassa a 35° in direzione Ovest.




I tracker TRJ 1P della Valmont, previsti in progetto, dispongono di attuatori lineari dotati di motori in CA con encoder integrato, asserviti a schede elettroniche di controllo, ciascuna delle quali gestisce sino a 100 attuatori in loop con il proprio encoder. Il software di inseguimento solare è basato su un orologio astronomico con input da GPS, autoconfigurante e senza sensori di irraggiamento o di tilt. L'ancoraggio al terreno sarà eseguito tramite pali diretti a terra, con valutazione in fase esecutiva in funzione delle caratteristiche del terreno.

Il layout è fortemente influenzato dalle condizioni orografiche e dal rispetto delle pendenze massime ammesse dai fornitori dei sistemi di supporto.

Ove la pendenza non permetteva in alcun modo l'installazione dei sistemi inseguitori si è optato per l'installazione di sistemi fissi con orientamento sud ed angolo di inclinazione dei pannelli di 25° . Anche in questo campo si è garantita la migliore esposizione in funzione dell'ottenimento della maggiore produttività possibile.

Infatti, i moduli FV del Campo n° 2, a causa della pendenza sfavorevole del terreno, saranno montati su strutture fisse, secondo stringhe orientate in senso perpendicolare rispetto ai tracker descritti sinora (quindi lungo la direttrice Est-Ovest); i pannelli installati sulle strutture fisse saranno inclinati rispetto al piano orizzontale di 25° (angolo di tilt) ed orientati verso Sud.

Tutte le strutture di supporto dei moduli FV avranno altezza da terra tale da lasciare sotto il bordo inferiore dei pannelli, posti alla massima inclinazione di 55° per quelli montati su tracker e di 25° per quelli fissi, un franco rispettivamente di 2,10 m e 1,30 m; questo valore è in linea con la normativa in merito ad impianti agrivoltaici, ed è dipendente dal tipo di produzione agricola o allevamento di bestiame prevista.

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD- R01_Relazione generale
		Pag. 21

Nei campi in cui vengono utilizzati i trackers si prevede una attività colturale con altezza minima di 2,10 metri che garantisce l'utilizzo di macchinari funzionari alla coltivazione, in quello con struttura fissa (unicamente campo 2) si svolgerà un'attività zootecnica con altezza minima di 1,30 metri per garantire il passaggio con continuità dei campi di bestiame.

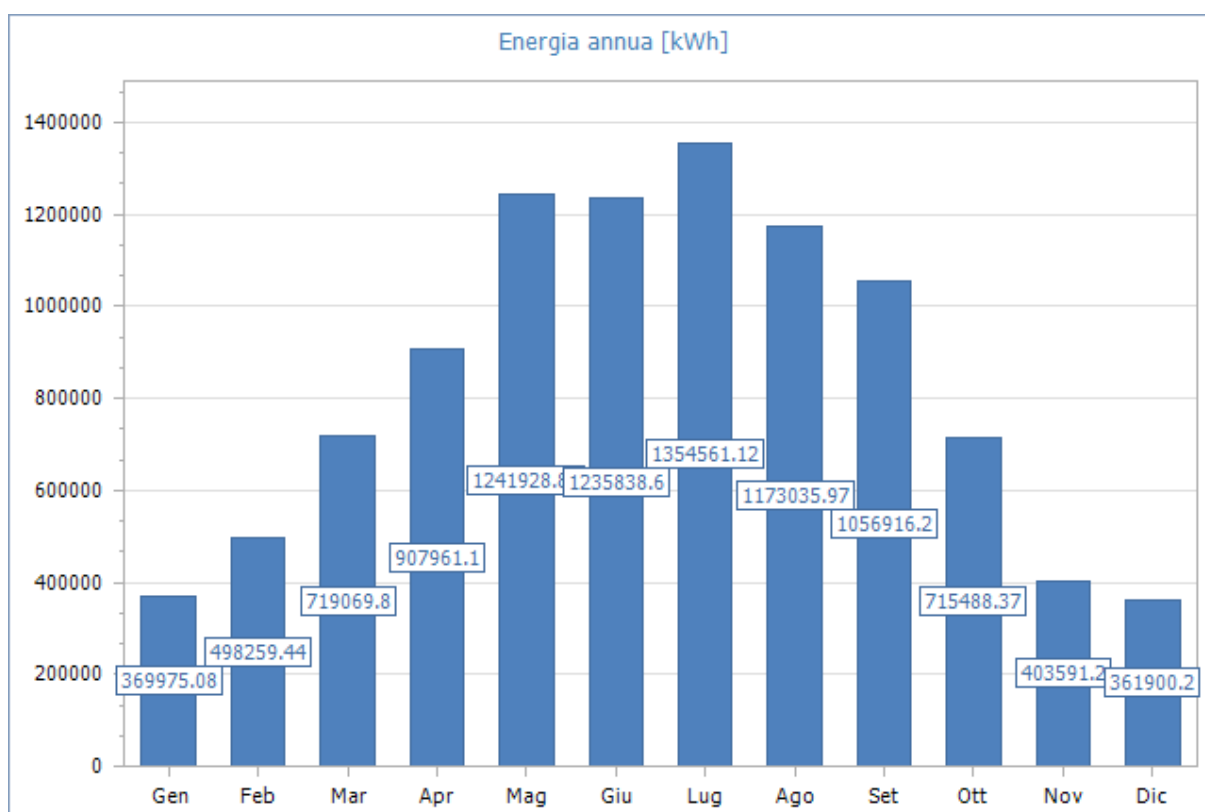
Il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato tenendo conto delle condizioni di irraggiamento locali.

Le stringhe, disposte in file parallele orientate sulla direttrice Nord-Sud, saranno distanziate fra loro con luce netta di 2,80 metri tra i bordi dei pannelli in maniera tale da evitare l'ombreggiamento reciproco, e da consentire la conduzione agricola dei fondi occupati.

Le stringhe dei moduli a struttura fissa, disposte in file parallele orientate sulla direttrice Est-Ovest, saranno distanziate fra loro con luce netta di 3,60 metri tra i bordi dei pannelli in modo da evitare l'ombreggiamento reciproco, e da consentire il pascolo nel campo.


L'energia totale annua prodotta dall'impianto è 10.038 MWh/anno, in circa 1700 ore equivalenti.

Nel grafico si riporta la produzione annua di energia prevista:



5.3 Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici

Le "Linee Guida per gli impianti agrivoltaici" pubblicate in giugno 2022 dal ministero della transizione ecologica descrivono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 22</p>

fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

I requisiti riportati dalle Linee Guida sono i seguenti:

- **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- **REQUISITO C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si ritiene dunque che:

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2.

In relazione ai vari requisiti individuati sopra, nella presente relazione sono stati analizzati in via esclusiva i requisiti "A" e "C", lasciando alle altre relazioni specialistiche la verifica degli altri requisiti.


In particolare, si riportano le definizioni del requisito A e C dalle Linee Guida per gli impianti agrivoltaici:

5.1.1 *Requisito A*

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

	<p style="text-align: center;">COMUNE DI SASSARI</p> <p style="text-align: center;">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GENERALE</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p style="text-align: center;">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p style="text-align: center;">Pag. 23</p>

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021).

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, Stot) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot Stot$$

A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)


Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m² /kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m²). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%. L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 24</p>

LAOR (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S_{tot}). Il valore è espresso in percentuale;

$$LAOR = \frac{S_{pv}}{S_{tot}} \leq 40\%$$

In cui:

S_{pv} =Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico è la somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)

S_{tot} =Superficie di un sistema agrivoltaico è l'area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico;


5.1.2 Requisito C

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l'altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici. Nel caso delle colture agricole, l'altezza minima dei moduli da terra condiziona la dimensione delle colture che possono essere impiegate (in termini di altezza), la scelta della tipologia di coltura in funzione del grado di compatibilità con l'ombreggiamento generato dai moduli, la possibilità di compiere tutte le attività legate alla coltivazione ed al raccolto. Le stesse considerazioni restano valide nel caso di attività zootecniche, considerato che il passaggio degli animali al di sotto dei moduli è condizionato dall'altezza dei moduli da terra (connettività). In sintesi, l'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico.

Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nella definizione di moduli elevati da terra è:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

Nel caso in esame i pannelli fotovoltaici sono caratterizzati da un'altezza minima da terra di 1,30 metri da terra per il campo 2 e 2,10 metri da terra per tutti gli altri campi.

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 25

5.4 Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche tecniche dell'intervento sono le seguenti:

Area impegnata	79 350	mq.
Tipo di impianto	Elevato da terra con inseguitori monoassiali o elevati a terra fissi 25°	
Potenza del modulo Fotovoltaico	670	W
Struttura di sostegno pannelli	Metallica	
Ancoraggio al suolo	Pali	
Numero di pannelli installati	8 811	
Potenza di picco installata	5 903,37	kW
Numero inverter	31	
Potenza inverter	30 x 200 1 x 100 (campo 3)	kW
Potenza nominale impianto fotovoltaico	5 903,37	kW
Numero trasformatori BT-MT	4	
Potenza trasformatori BT-MT	1000, 2000, 2x2500	kVA
Trasformatori	0,8/36 000 kV	
Numero trasformatori aux	4	
Potenza trasformatori aux	100	kVA
Trasformatori aux	0,4/36 000 kV	

Nel dettaglio si riportano di seguito i dati più significativi di ciascun elemento costitutivo del parco.


5.4.1 Pannello Fotovoltaico

I pannelli sono costituiti da 132 celle in silicio monocristallino elettricamente collegate in serie e geometricamente disposte secondo una matrice 22x6.

Le dimensioni di ogni pannello sono circa 1303 x 2385 mm per uno spessore di 35 mm.

Le caratteristiche del pannello sono:

CARATTERISTICHE ELETTRICHE		
	STC	NOCT
Potenza massima - P_{MAX} (W_p)*	670	508

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 26

Tolleranza Potenza Massima - P_{MAX} (W)	0 ~ +5	
Tensione di Massima Potenza - V_{MPP} (V)	38,2	35,6
Corrente di Massima Potenza - I_{MPP} (A)	17,55	14,26
Tensione di Circuito Aperto - V_{OC} (V)	46,1	43,4
Corrente di Corto Circuito - I_{SC} (A)	18,62	15,01
Efficienza del Modulo η_m (%)	21,6	

STC: Irraggiamento $1000W/m^2$, Temperatura Cella $25^\circ C$, Indice di Massa d'aria $AM=1,5$ - *Tolleranza misure: $\pm 3\%$.

NOCT: Irraggiamento at $800W/m^2$, Temperatura Ambiente $20^\circ C$, Velocità del Vento $1m/s$.

CARATTERISTICHE MECCANICHE			
N° di celle	132 celle	NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	$43^\circ C$
Dimensioni del Modulo	2384x1303x35 mm	Coefficiente di Temperatura di P_{MAX}	$-0,34\%/^\circ C$
Peso	33,3 kg	Coefficiente di Temperatura di V_{oc}	$-0,25\%/^\circ C$
Vetro	3,2 mm Alta Trasmissione Vetro Rinf.Termic. con Tratt. AntiRiflesso	Coefficiente di Temperatura di I_{sc}	$0,04\%/^\circ C$
Materiale avvolgente	EVA (etilene vinil acetato)	Temperatura di lavoro	$-40 \sim +85^\circ C$
Sfondo	Bianco	Massima Tensione del Sistema	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Cornice	35 mm Lega di Alluminio Anodizzato	Max Series Fuse Rating	30A
J-Box	Classificato IP68		
Cavi	Cavo a Tecnologia Fotovoltaica 4.0 mm^2 Verticale: 350/280 mm		


5.4.2 Struttura di sostegno

La struttura di sostegno del tipo tracker ad inseguimento monoassiale utilizzata nei campi 1,3,4,5 ha le seguenti caratteristiche:

Tipo di inseguitore	Orizzontale ad asse singolo	
Capacità	22 o 11	Moduli
Altezza di coronamento	4.2	ml
Struttura	acciaio zincato a caldo	
Assemblaggio moduli	Viterie in acciaio inox	
Fissaggio a terra	Pali	

Mentre per il campo 2, in cui la struttura è fissa, ha le seguenti caratteristiche:

Tipo di inseguitore	Nessun inseguitore	
Capacità	22	Moduli
Altezza di coronamento	3.30	ml
Struttura	acciaio zincato a caldo	
Fissaggio a terra	Pali	

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 27

5.4.3 Inverter

La conversione della corrente prodotta da continua in alternata avviene in 5 campi, confluenti in 4 cabine di campo (gli inverter di Campo 4 e Campo 5 convergono in un'unica cabina) con le caratteristiche riportate nelle tabelle sottostanti:

CAMPO 1

Pannelli	1 001	
Potenza di picco	670,67	kWp
Numero inverter	4	
Potenza singolo inverter	200	kW
Potenza nominale in uscita da inverter	800	kW
Pot. nominale campo	670,67	kW

CAMPO 2


Pannelli	2 310	
Potenza di picco	1 547,70	kWp
Numero inverter	8	
Potenza singolo inverter	200	kW
Potenza nominale in uscita da inverter	1 600	kW
Pot. nominale campo	1 547,70	kW

CAMPO 3

Pannelli	2 827	
Potenza di picco	1 894,09	kWp
Numero inverter	10	
Potenza singolo inverter	9x200 + 1x116	kW
Potenza nominale in uscita da inverter	1 916	kW
Pot. nominale campo	1 894,09	kW

CAMPI 4-5

Pannelli	2 673	
Potenza di picco	1 790,91	kWp
Numero inverter	9	
Potenza singolo inverter	200	kW
Potenza nominale in uscita da inverter	1 800	kW

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 28

Pot. nominale campo	1 790,91	kW
---------------------	----------	----

Gli inverter avranno le seguenti caratteristiche:

Ingresso in CC


	Inv 200 kW	Inv 116 kW	
Range di tensione MPP	500-1500	600-1500	V
Massima tensione di CC	1500	1500	V
Corrente massima CC per MPPT	100	25	A
MPPT	3	6	

Uscita CA

	Inv 200 kW	Inv 116 kW	
Pot. nominale	200	116	kVA
Corrente nominale	144,4	75,8	A
Tensione nominale	800	800	V
Frequenza	50/60	50/60	Hz
Distorsione armonica	< 1	< 1	%
Corrente massima	155,2	84,6	

Efficienza

	Inv 200 kW	Inv 116 kW	
Efficienza massima	99,0	99,0	%
Efficienza europea	98,6	98,8	%

	COMUNE DI SASSARI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO" RELAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 29

5.5 Rete di trasporto e trasformazione energia

La rete parte da un sistema di produzione di energia in bassa tensione in corrente continua nei pannelli fotovoltaici e da qui viene convogliata agli inverter CC/CA posti nei campi in prossimità delle stringhe di pannelli. A valle degli inverter, tramite una adeguata rete di raccolta e trasporto, l'energia viene concentrata in cabine di trasformazione BT-MT nelle quali l'energia prodotta viene trasformata a 36 kV:

- La cabina n.1 raccoglie l'energia prodotta dal Campo 1, è dotata di un trasformatore da 1.000 kVA
- La cabina n.2 raccoglie l'energia prodotta dal Campo 2, è dotata di un trasformatore da 2.000 kVA
- La cabina n.3 raccoglie l'energia prodotta dal Campo 3, è dotata di un trasformatore da 2.500 kVA
- La cabina n.4-5 raccoglie l'energia prodotta dal Campo 4-5, è dotata di un trasformatore da 2.500 kVA. Questa cabina funge anche da cabina di raccolta della sezione eolica e fotovoltaica.


Trasformatori MT/BT

Potenza nominale	1000 kVA	2000 KVA	2500 KVA
Tensione nominale Vn1/Vn2	36000/800 V	36000/800 V	36000/800 V
Tensione di cortocircuito	6%	8%	8%
Isolamento	Resina	Resina	Resina
Collegamento	Dyn11	Dyn11	Dyn11
Protezione 51G - corrente	$I_n=0A$	$I_n=0A$	$I_n=0A$
Protezione 51G - tempo	$t=0\text{ s}$	$t=0\text{ s}$	$t=0\text{ s}$
Rifasamento	15 kvar	15 kvar	15 kvar

Trasformatori per alimentazione ausiliari

Ciascuna cabina di campo contiene un trasformatore ausiliari che alimenta tutti gli ausiliari presenti nel campo fotovoltaico

Potenza nominale	100 kVA
Tensione nominale Vn1/Vn2	36000/400 V
Tensione di cortocircuito	6%
Isolamento	Resina
Collegamento	Dyn11

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	PROGETTO ESECUTIVO
		PD-R01_Relazione generale
		Pag. 30

Protezione 51G - corrente	$I_n=0A$
Protezione 51G - tempo	$t= 0 s$
Rifasamento	2,5 kvar

Le cabine sono collegate tra loro anello. Il collegamento ad anello consente di evitare perdite di produzione nel caso di fuori servizio.

Allo stesso modo accade per il sistema di generazione mediante turbina eolica. L'energia prodotta dall'aerogeneratore viene trasformata da bassa a media tensione attraverso il trasformatore installato all'interno dell'aerogeneratore medesimo per essere poi convogliata al quadro di media tensione a posto alla base della torre di sostegno.

Il cavo uscente dalla sezione eolica si innesta nella cabina 4-5 di raccolta con collegamento in antenna.

La cabina 4-5 di raccolta è collegata alla cabina di consegna e misura prevista nella parte est dell'impianto in prossimità di via Campanedda.

L'energia prodotta dall'impianto viene raccolta in quadro di potenza a 36 kV posto in un edificio denominato "Cabina di consegna". Il collegamento per il trasferimento di energia tra la suddetta cabina e i terminali a 36 kV della Stazione Elettrica "Fiumesanto 2" del Gestore della RTN avverrà mediante cavo interrato a 36 kV (tensione nominale di esercizio).


Il cavo, di lunghezza pari a 3850 metri, viene posato in parallelismo a strade asfaltate per i seguenti tratti:

- Tratto 1: parallelismo con strada 'Via Campanedda', di estensione pari a circa 819 m.
- Tratto 2: parallelismo con Strada Provinciale "SP 42 dei Due Mari" di estensione pari a circa 2563 m.
- Tratto 3: parallelismo con strada comunale asfaltata, di estensione pari a circa 473 m.

Il tratto è caratterizzato da un solo attraversamento di un'opera fluviale in cui sarà utilizzata una tipologia di posa che prevede i cavi unipolari in tubo interrato, mediante l'uso della tecnica con trivellazione orizzontale controllata (T.O.C). La tecnica T.O.C. permette di posare mediante perforazione del sottosuolo i tubi PEAD, in cui verranno successivamente inserite le terne di cavi unipolari ed i tubi per cavi di telecomunicazione.

Per la gestione del parco eolico da remoto è prevista l'installazione di un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) per il controllo del parco di produzione energia da fonte eolica.

In caso di guasto sulla rete elettrica il dispositivo di protezione dell'interfaccia provoca il distacco del sistema di produzione. Analoga protezione agisce sull'inverter in caso di black out esterno. La protezione generale salvaguarda il funzionamento della rete in caso di guasto dell'impianto di produzione.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 31</p>

6. Articolazione dell'intervento

La realizzazione, gestione e dismissione dell'impianto si svilupperà secondo la sequenza di seguito rappresentata.

6.1 Realizzazione impianto

Per la realizzazione si prevede un tempo di dodici mesi secondo il diagramma delle progressioni lavorative di seguito illustrate.

Contestualmente alla realizzazione dell'impianto verranno eseguite le opere di allacciamento alla rete di trasmissione nazionale.

Opere provvisionali per aerogeneratore

Le opere provvisionali sono rappresentate principalmente dalla piazzola definitiva dell'aerogeneratore: vengono realizzate superfici piane, di opportuna dimensione e portanza, al fine di consentire il lavoro in sicurezza dei mezzi di sollevamento, che, nel caso specifico, sono rappresentate da una gru da 750 tonnellate ed una da 200 tonnellate. La turbina verrà installata con una configurazione di montaggio just in time che consente di evitare lo stoccaggio contemporaneo di tutti gli elementi sulla piazzola standard ed evitare le aree di stoccaggio temporaneo degli elementi degli aerogeneratori, nella fattispecie, tutti gli elementi vengono assemblati immediatamente dopo l'arrivo in piazzola. Il montaggio just in time prevede l'impiego di un numero maggiore di uomini e mezzi, un'organizzazione più puntuale, precisa e stringente, con conseguente dilatazione dei tempi della logistica di cantiere. Ciò genera dei costi di montaggio maggiori.


L'approntamento di tali piazzole, aventi dimensioni indicative di 35 x25 m, richiede attività di scavo/rinterro per spianare l'area, il successivo riporto di materiale vagliato con capacità prestazionali adeguate ai carichi di esercizio previsti durante le fasi di montaggio dell'aerogeneratore (uno strato di pietrame calcareo di media pezzatura ed uno strato di finitura in misto granulare stabilizzato a legante naturale) e, infine, la compattazione della superficie.

Solamente una limitata area, di circa 25 m x 25 m, verrà mantenuta attorno all'aerogeneratore, sgombra da piantumazioni, prevedendone il solo ricoprimento con uno strato superficiale di stabilizzato di cava. Tale area consentirà di effettuare le operazioni di controllo e/o manutenzione dell'aerogeneratore durante la fase operativa dell'impianto eolico.

Eventuali altre opere provvisionali (protezioni, allargamenti temporanei della viabilità, adattamenti, piste di cantiere, ecc.) che si dovessero rendere necessarie per l'esecuzione dei lavori, saranno rimosse al termine degli stessi, ripristinando i luoghi allo stato originario.

Opere civili di fondazione

La fondazione dell'aerogeneratore è costituita da un plinto in calcestruzzo armato nel quale vengono inghisati i tirafondi della torre di sostegno. Nella fase progettuale esecutiva, in relazione alla caratterizzazione geologica puntuale delle aree di sedime, verrà definito per l'aerogeneratore il tipo di fondazione da adottare (diretta o su pali).

	<p style="text-align: center;">COMUNE DI SASSARI</p> <p style="text-align: center;">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GENERALE</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p style="text-align: center;">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p style="text-align: center;">Pag. 33</p>

7. Impegno risorse naturali e produzione rifiuti

6.4 Utilizzo di risorse naturali

La realizzazione dell'intervento sarà improntata alla minimizzazione dell'impegno di risorse naturali ed all'utilizzo di materiali eco-compatibili.

In questa ottica si è scelto di utilizzare, per l'impianto fotovoltaico, l'ancoraggio dei supporti al suolo mediante plinti infissi ad una profondità di 140-160 cm, evitando l'utilizzo di basamenti in calcestruzzo. In questo modo non verrà alterato, se non in maniera totalmente reversibile, lo stato dei suoli. Il posizionamento dell'impianto non altera la natura del terreno dal punto di vista pedologico, geologico e nel reticolo idrografico.

Sempre finalizzata alla realizzazione di modifiche ambientali estremamente ridotte è stata la scelta di realizzare la viabilità interna con l'utilizzo di materiali lapidei provenienti dagli scavi per la realizzazione delle canalizzazioni elettriche e dalla regolarizzazione del piano di posa dei pannelli fotovoltaici.

Le uniche opere che interessano l'utilizzo di risorse sono:

- i movimenti di terra necessari per la formazione della viabilità interna all'impianto;
- scavo per fondazione dell'aerogeneratore;
- lo scavo per le canalizzazioni della rete elettrica;
- i materiali da costruzione necessari per la realizzazione del fabbricato destinato ad ospitare le apparecchiature per la trasformazione dell'energia da bassa a media tensione.

Ulteriore utilizzo di risorse naturali è rappresentato da: i metalli utilizzati per la realizzazione della struttura di supporto per i pannelli fotovoltaici, il rame delle linee elettriche per la raccolta dell'energia ed il silicio costituente le celle fotovoltaiche ed eolico. La maggior parte delle risorse utilizzate soprattutto strutture metalliche e rame, verranno recuperati per il riutilizzo alla fine della vita dell'impianto.

Le risorse naturali impegnate nell'area terre e rocce provenienti da scavi e riporti verranno compensati per ridurre al minimo la produzione di rifiuti.


A causa dell'orografia del terreno, le strade per il trasporto e montaggio dell'aerogeneratore per un tratto di 450 metri dovranno essere cementate, ma il cemento verrà rimosso subito dopo il montaggio.

6.5 Produzione di rifiuti

La vita dell'impianto è caratterizzata da tre fasi distinte nelle quali verranno valutati i rifiuti prodotti: realizzazione, esercizio, dismissione.

La produzione riguarderà principalmente la fase di realizzazione e la fase di dismissione in quanto durante il periodo di esercizio proprio per la specificità dell'intervento non si impegnano materie prime né si producono rifiuti.

Per ciascuna delle fasi in ogni caso i rifiuti prodotti verranno avviati a smaltimento o recupero in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

	<p style="text-align: center;">COMUNE DI SASSARI</p> <p style="text-align: center;">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GENERALE</p>	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p style="text-align: center;">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p style="text-align: center;">Pag. 34</p>

Di seguito vengono individuati i rifiuti prodotti in ciascuna delle tre fasi di vita dell'impianto.

6.5.1 Rifiuti derivanti dalla costruzione

Durante la fase di realizzazione dell'impianto verranno prodotte le seguenti tipologie di rifiuti:

- Rifiuti di impiantistica elettrica: spezzoni di cavi elettrici e guaine di cavi, cavidotti, trincee di canaline elettriche. Queste categorie di rifiuti verranno raccolti dalla ditta installatrice e smaltiti alle piattaforme di recupero esistenti per le varie categorie merceologiche, plastica, metalli e carta, la restante porzione di rifiuti verrà conferita alla discarica per gli RSU in quanto assimilabili agli indifferenziati urbani.
- Rifiuti di costruzioni edilizie e movimenti terra: per quanto riguarda le costruzioni edilizie, si tratta di interventi marginali nei quali la produzione di rifiuti sarà limitata ad imballaggi ed a modesti materiali di risulta derivanti dalla realizzazione dell'opera civile della cabina di trasformazione dell'energia. Per i movimenti di terra, come già anticipato, si farà in modo di riutilizzare integralmente, mediante le compensazioni fra scavi e riporti, il materiale di scavo prodotto per l'installazione dei cavidotti interrati eccedente al riutilizzo per il rinterro dei cavi, verrà impiegato come sottofondo per la realizzazione della viabilità interna all'impianto.
- Rifiuti di imballaggio dei moduli fotovoltaici ed eolici e delle apparecchiature elettriche: si tratta principalmente di involucri in cartone ed imballaggi in polistirolo ed altri


Il materiale utilizzato nella costruzione porterà al residuo di una modesta quantità di rifiuti classificati secondo i seguenti codici CER:

- 17 01 10 Cemento
- 17 02 10 Legno
- 17 02 02 Vetro
- 17 02 03 Plastica
- 17 04 05 Ferro ed acciaio
- 17 04 11 Cavi diversi da 17 04 10
- 17 05 04 Terra e rocce diverse da 17 05 03 materiali plastici che verranno raccolti ed inviati al recupero ai consorzi già operanti nel territorio.

6.5.2 Rifiuti durante la fase di dismissione dell'impianto

Durante la fase di dismissione dell'impianto verranno prodotte le seguenti tipologie di rifiuti:

- Apparecchiature elettriche: il rame degli avvolgimenti verrà recuperato, così come le carpenterie metalliche, verranno invece inviati a discarica i materiali compositi di difficile riutilizzo (ceramica e plastica);
- linee elettriche: anche in questo caso il rame verrà recuperato ed inviato al riutilizzo;
- pannelli fotovoltaici: le cornici sono in alluminio riciclabile, così come le protezioni in materiali plastici, andrà a discarica RSU solo il silicio unitamente ai fogli protettivi;

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 35</p>

- Strutture di sostegno pannelli sono costituite da materiali ferrosi che verranno integralmente rimosse ed avviate al riutilizzo;
- Fabbricati ospitanti gli impianti elettrici: potranno essere riconvertiti per usi connessi con lo sfruttamento agricolo del fondo;
- Turbina eolica composta da pale, navicella, tronco;
- Fondazione turbina eolica in cls armato

La fase di dismissione dell'impianto viene trattata nell'apposita Relazione di dismissione.

7 Mantenimento potenziale pedologico del terreno

In ottemperanza con quanto prescritto nella delibera n. 31/9 del 6/08/2010 in termini di salvaguardia dell'ambiente, anche durante la fase di esercizio dell'impianto si prevede di mantenere la funzionalità pedologica e la continuità agronomica del terreno con le stesse modalità.

8 Sbocchi occupazionali connessi con la realizzazione e l'esercizio dell'impianto

La realizzazione dell'impianto avrà sicuramente un riflesso occupazionale sul territorio ben preciso ed avente valori differenti nelle tre fasi principali della sua vita e più precisamente:

- a) Realizzazione
- b) Esercizio
- c) Dismissione

Di seguito le tre fasi vengono analizzate con particolare riferimento agli aspetti occupazionali.

8.0 Realizzazione dell'impianto

Per la realizzazione dell'impianto, come illustrato nel crono-programma dei lavori, si prevede che siano necessari 12 mesi nei quali verranno realizzate:

- a) le opere a terra quali viabilità, canalizzazioni elettriche installazione delle strutture di supporto,
- b) opere elettriche quali installazione e cablaggio dei generatori, installazione di apparecchiature elettriche e trasformatori, posa linee elettriche
- c) opere di connessione alla rete
- d) opere complementari quali recinzioni, fabbricato servizi, impianto anti intrusione


8.1 Gestione dell'impianto durante la vita produttiva

Durante la vita produttiva dell'impianto saranno sempre necessarie attività di controllo e manutenzione del sistema e di tutte le apparecchiature.

Infatti, pur avendo previsto sistemi di sorveglianza automatici e possibilità di monitorare in remoto le attività di funzionamento, vi sono alcune attività che devono essere effettuate manualmente.

Le attività che dovranno essere effettuate con personale in servizio presso l'impianto sono legate a:

- a) verifica dell'efficienza dei pannelli fotovoltaici con controllo di funzionalità fisica dello stesso, controllo dei collegamenti elettrici, pulizia periodica delle celle di silicio, verifica

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R01_Relazione generale</p>
		<p align="center">Pag. 36</p>

dei supporti.

- b) Verifica dello stato di efficienza delle linee, quadri e sistemi elettrici
- c) Verifica della recinzione e del sistema di telecontrollo

8.2 Dismissione dell'impianto

La fase di dismissione prevede che vengano impegnate personale specializzato in impiantistica elettrica per la dismissione delle apparecchiature, quadri e cavi, unitamente a personale per opere civili destinato allo smontaggio di pannelli, strutture di fondazione ed opere connesse.