



PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO
EOLICO DELLA POTENZA DI 61,2 MW DENOMINATO "LACCANU"
DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI BESSUDE, ITTIRI, THIESI E
BANARI(SS) CON LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE
ELETTRICHE

Committente:

Queequeg Renewables Due S.r.l.
Piazza Cinque Giornate, 10
20129 Milano (MI)
C.F. e P.IVA: 04578310163
PEC: queequegrenewablesdue@pec.it

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI 36 kV:
OPERE DI CONNESSIONE ALLA SE TERNA.

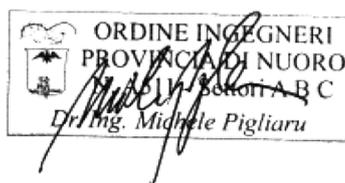
Progetto e sviluppo:

Queequeg Renewables, ltd
2nd Floor, the Works,
14 Turnham Green Terrace Mews,
W41QU London (UK)
Company number: 11780524
email: mail@quren.co.uk

Rev. 0.0

Data: novembre 2023

QQR-WIND-026.REL005c



SOMMARIO

1.	OGGETTO E SCOPO	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
2.1	<i>Norme tecniche di riferimento</i>	3
2.2	<i>Definizioni</i>	6
3.	UBICAZIONE E SCELTE PROGETTUALI	8
3.1	<i>Breve descrizione del sistema di produzione</i>	8
3.2	<i>Cabina di raccolta</i>	8
3.3	<i>Ubicazione della cabina di raccolta AT 36 kV</i>	11
3.4	<i>Caratteristiche ambientali</i>	11
3.5	<i>Percorso della linea di connessione 36 kV</i>	11
3.6	<i>Quadri a 36 kV</i>	12
4.	COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO	12
5.	CORRENTI NOMINALI, TERMICHE E DI CORTO CIRCUITO	13

1. OGGETTO E SCOPO

Oggetto della seguente relazione è la connessione alla RTN Terna, di un parco eolico costituito da n. **9 aerogeneratori da 6,8 MW** ciascuno, per una potenza totale di **61,2 MW**. Il parco eolico è denominato "Laccanu".

Scopo del documento è quello di descrivere le scelte progettuali, per la realizzazione delle opere di rete da parte del Produttore per la connessione alla Stazione del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale con il nuovo standard 36 kV reso disponibile da Terna in seguito al documento dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA): Deliberazione 18 ottobre 2021 439/2021/R/EEL, *in merito alla verifica delle proposte di modifica dell'allegato A.2 al codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete di Terna.*

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Scopo del documento è quello di descrivere le scelte progettuali, per la realizzazione delle opere di rete da parte del Produttore per la connessione alla Stazione del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale con il nuovo standard 36 kV reso disponibile da Terna in seguito al documento dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA): Deliberazione 18 ottobre 2021 439/2021/R/EEL, *in merito alla verifica delle proposte di modifica dell'allegato A.2 al codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete di Terna.*

2.1 Norme tecniche di riferimento

Le caratteristiche di realizzazione degli impianti e dei loro componenti dovranno rispondere alle norme tecniche, a quelle di legge ed ai regolamenti vigenti ed in particolare dovranno essere conformi a:

- Vincoli ambientali specifici del territorio in cui verranno inseriti;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPAS) e VV. F;
- Documenti in materia di compatibilità elettromagnetica;
- D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 e sue modifiche: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 "disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici";
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 "installazione degli impianti";
- Modalità per la Dichiarazione di conformità di tutti gli impianti;

- Delibere AEEG in materia di energia elettrica prodotta da impianti FER e no.
- Marcatura CE o dichiarazione CE ove richiesta;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPAS) e VV. F;
- Prescrizioni e indicazioni delle società per l'esercizio telefonico;
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 "disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici";
- Guida Tecnica Allegato Terna A.70 e A 72.
- Allegato A.2 - Guida agli schemi di connessione. Introduzione dello standard di connessione a 36 kV
- Delibera AEEG 08/03/2012 n. 84/12: "Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale".
- Deliberazione 18 ottobre 2021 439/2021/R/EEL
- Norme CEI, CEI-EN, in caso di mancanza di riferimenti nazionali e/o europei, quelle IEC (International Electrotechnical Commission), UN.EL. - U.N.I./I.S.O.- CEE. Di seguito vengono elencate a titolo indicativo non esaustivo le principali:

Classificazione CENELEC o IEC CEN o ISO	Classificazione CEI o UNI	Titolo della norma, specifica o guida
NC	CEI 0-2	<i>Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici</i>
EN 61936 -1	CEI 99-2	<i>Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata Parti Comuni</i>
EN 50522	CEI 99-3	<i>Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.</i>
EN 60137	CEI 36-2	<i>Isolatori passanti per tensioni alternate oltre 1000 V</i>
EN 60273	nc	<i>Characteristics of indoor and outdoor post insulators for system with nominal voltage greater than 1000 V</i>
IEC 60529		Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
nc	CEI 36-12	<i>Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V</i>
EN 60721-1	CEI 104-33	<i>Classificazione delle condizioni ambientali Parte 1: Parametri ambientali e loro se- verità</i>
EN 60815 - 1	CEI 36-41	<i>Scelta e dimensionamento di isolatori per alta tensione per uso in condizioni ambientali inquinate Parte 1: Definizioni, informazioni e principi generali</i>
EN 60815 - 2	CEI 36-42	<i>Scelta e dimensionamento di isolatori per alta tensione per uso in condizioni ambientali inquinate Parte 2: Isolatori di ceramica e di vetro per sistemi in c.a.</i>
EN 60815 - 3	CEI 36-43	<i>Scelta e dimensionamento di isolatori per alta tensione per uso in condizioni ambientali inquinate Parte 3: Isolatori polimerici per sistemi in c.a.</i>
EN 61869-1	CEI 38-11	<i>Trasformatori di misura - Parte 1: Prescrizioni generali</i>

EN 61869-2	CEI 38-14	<i>Trasformatori di misura - Parte 2: Prescrizioni addizionali per trasformatori di corrente</i>
EN 61869-3	CEI 38-12	<i>Trasformatori di misura - Parte 3: Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione</i>
EN 61869-4	CEI 38-15	<i>Trasformatori di misura - Parte 4: Prescrizioni addizionali per trasformatori combinati</i>
EN 61869-5	CEI 38-13	<i>Trasformatori di misura - Parte 5: Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione capacitivi</i>
EN 50110-1	CEI 11-27	<i>Lavori su impianti elettrici</i>
EN 50110-2	CEI 11-48	<i>Esercizio degli impianti elettrici Parte 2: Allegati nazionali</i>
EN 50341-2	CEI 11-49	<i>Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1:2012)</i>
EN 62271-1/A1	CEI 17-112	<i>Prescrizioni comuni per apparecchiature di manovra e di comando ad alta tensione</i>
EN 62271-100	CEI 17-1	<i>Interruttori a corrente alternata ad alta tensione</i>
EN 62271-102	CEI 17-83	<i>Apparecchiatura per Alta Tensione Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata</i>
EN 62271-103	nc	<i>High-voltage switchgear and controlgear - Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV</i>
EN 62271-104	CEI 17-121	<i>Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per alta tensione - Parte 1 e 2</i>
	CEI 57-3	<i>Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate</i>
IEC 60364	CEI 64-8	<i>Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua: 1-7</i>
IEC / EN 61439-1	CEI 17-113	<i>Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) parte 1: Regole generali</i>
NC	CEI 82-25	<i>Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione</i>
EN 50530	CEI 82-35	<i>Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica</i>
Classificazione CENELEC o IEC CEN o ISO	Classificazione CEI o UNI	Titolo della norma, specifica o guida
EN 62109	CEI 82-44	<i>Sicurezza dei convertitori di potenza utilizzati negli impianti fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni particolari per gli inverter</i>
EN 60071-1	CEI 28-5	<i>Coordinamento dell'isolamento</i>
EN 60099-5	CEI 37-3	<i>Scaricatori Parte 5: Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione.</i>
EN 50110-1	CEI 11-27	<i>Lavori su impianti elettrici</i>
EN 50110-2	CEI 11-48	<i>Esercizio degli impianti elettrici Parte 2: Allegati nazionali</i>
	UNI 9795	<i>Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio</i>
	CEI 106-11	<i>Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo</i>
CEI EN 61000-6-2	CEI 210-54	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali</i>
CEI EN 61000-6-4	CEI 210-66	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali</i>
nc	CEI 7-6	<i>Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici</i>
UNI EN ISO 2178		<i>Misurazione dello spessore del rivestimento</i>
UNI EN ISO 2064		<i>Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore</i>

EN 60947-7-2	CEI 17-62	<i>Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame</i>
EN 60947-7-3	CEI 17-84	<i>Apparecchiature a bassa tensione Parte 7-3: Apparecchiature ausiliarie - Prescrizioni di sicurezza per morsetti componibili con fusibili</i>
CEI EN 60383-1		<i>Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata</i>
CEI EN 60383-2		<i>Norma Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata.</i>
CEI EN 61284	CEI 11-36	<i>Linee aeree. Prescrizioni e prove per la morsetteria</i>
NC	CEI 11-17	<i>Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica; linee in cavo.</i>
NC	CEI 20-65	<i>Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente</i>
NC	CEI 20-22/2	<i>Prove di incendio su cavi elettrici. Prova di non propagazione dell'incendio.</i>
CEI EN 61284	CEI 11-36	<i>Linee aeree. Prescrizioni e prove per la morsetteria</i>
UNI EN 54		<i>Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio</i>
	UNI 9795	<i>Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio</i>
EN 60529	CEI EN 60529	<i>Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)</i>
NC	CEI 0-16	<i>Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica</i>
NC	CEI 11-20	<i>Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria</i>

Tabella 1

Di tutte le norme anche non espressamente citate dovrà essere considerato l'ultimo aggiornamento, compresi gli eventuali supplementi, modifiche ed integrazioni.

2.2 Definizioni

Per i termini utilizzati si fa riferimento in generale alle definizioni indicate nella Norma CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti Elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni e nella Norma CEI 99-3 (CEI EN 50522).

Per le apparecchiature ed i componenti di stazione, valgono le definizioni riportate nelle corrispondenti Norme CEI, CEI EN o IEC di riferimento.

Per quanto indicato nella legge del 01/03/1968, n. 186 che riconosce nelle Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano, le condizioni sufficienti per la regola dell'arte, la stazione in oggetto, se non diversamente specificato, sarà realizzata conformemente alle Norme CEI, in particolare alla

Norma CEI 99-2, per le apparecchiature si farà riferimento alle norme di prodotto, oppure in caso siano più restrittive, alle prescrizioni della Committente.

3. UBICAZIONE E SCELTE PROGETTUALI

3.1 Breve descrizione del sistema di produzione

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale. La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) avverrà direttamente a 36 kV mediante collegamento in antenna sul futuro ampliamento della SE RTN 380 kV "ITTIRI" di Terna S.p.A.

L'energia prodotta dall'impianto eolico viene raccolta, mediante 4 linee provenienti dagli "aerogeneratori master" direttamente al livello 36 kV¹.

L'impianto eolico è suddiviso in 4 sottocampi facenti capo ciascuno ad un aerogeneratore che potremo definire "aerogeneratore master". Ogni aerogeneratore master conterrà al suo interno un quadro a 36 kV che alimenterà, oltre al trasformatore dell'aerogeneratore stesso, anche il quadro a 36 kV che andranno ad alimentare le altre macchine facenti parte di quel sottocampo. Lo schema di distribuzione è rappresentato nei documenti di progetto documenti di progetto QQR-WIND-026.ELB008b e QQR-WIND-026.ELB008C.

Le 4 linee provenienti dagli aerogeneratori master sono connesse in un quadro di potenza con stessa tensione di esercizio (tensione di riferimento per l'isolamento 40,5 kV). Tale energia viene poi trasferita, tramite cavi interrati a 36 kV (nominali di esercizio), sui terminali dedicati a quella tensione nella Stazione Elettrica del Gestore della RTN. Il suddetto quadro di potenza a 36 kV è dislocato in un edificio posto a bordo impianto agrivoltaico denominato "Cabina di Raccolta".

3.2 Cabina di raccolta

L'edificio sarà costituito da:

- locale Quadri per ad ospitare le celle a 36 kV;
- locale quadri BT Servizi Ausiliari, TLC Scada e sala controllo;
- locale Trasformatore Servizi Ausiliari;
- locale Gruppo elettrogeno (solo predisposizione);

Maggiori dettagli sono desumibili dagli elaborati allegati al progetto definitivo (QQR-WIND-026.ELB011C), mentre ulteriori particolari saranno approfonditi nella progettazione esecutiva.

¹ Come evidenziato nella delibera ARERA 439/2021/R/EEL "l'ottimizzazione dei costi complessivi per il sistema elettrico, poiché la realizzazione di impianti della RTN a 150-132/36 kV consente di razionalizzare la medesima RTN, con riflessi positivi anche per i richiedenti la connessione". Altri livelli di tensione vanificherebbero l'obiettivo prefisso.

La cabina di raccolta sostituisce, di fatto, la stazione elettrica MT/AT del Produttore. La porzione di impianto a monte delle cabine di campo è dettagliata nel documento di progetto QQR-WIND-026.REL005a.

Con riferimento all'Allegato A.2 - Guida agli schemi di connessione. Introduzione dello standard di connessione a 36 kV, paragrafo 16. Appendice D, la connessione nella stazione RTN può avvenire con un unico collegamento su un unico scomparto della singola sbarra ovvero su due scomparti distinti afferenti alle due diverse sbarre A e B di stazione.

La connessione effettiva, su uno o due scomparti, sarà confermata dal Gestore in fase di progettazione esecutiva, in funzione delle necessità di gestione delle macchine e della rete.

Nella cabina di raccolta, oltre al quadro 36 kV, in appositi locali sono presenti le apparecchiature di comando e controllo che consentono, tramite un sistema SCADA, di effettuare il monitoraggio della stazione 36 kV e delle torri eoliche in campo. Nello stesso locale è prevista l'installazione degli apparati deputati alla videosorveglianza dell'impianto. Con apposita connessione dedicata, fornita dai providers dei servizi di telecomunicazioni, tale monitoraggio può essere trasmesso anche a distanza, direttamente alla sala di controllo del Produttore o agli incaricati della gestione e manutenzione.

L'impianto si sviluppa secondo lo schema a blocchi semplificato rappresentato in Fig. 1 (documento di progetto QQR-WIND-026.ELB008C). Lo schema unifilare dettagliato e i calcoli elettrici di rete sono riportati sul documento di progetto QQR-WIND-026.ELB008b.

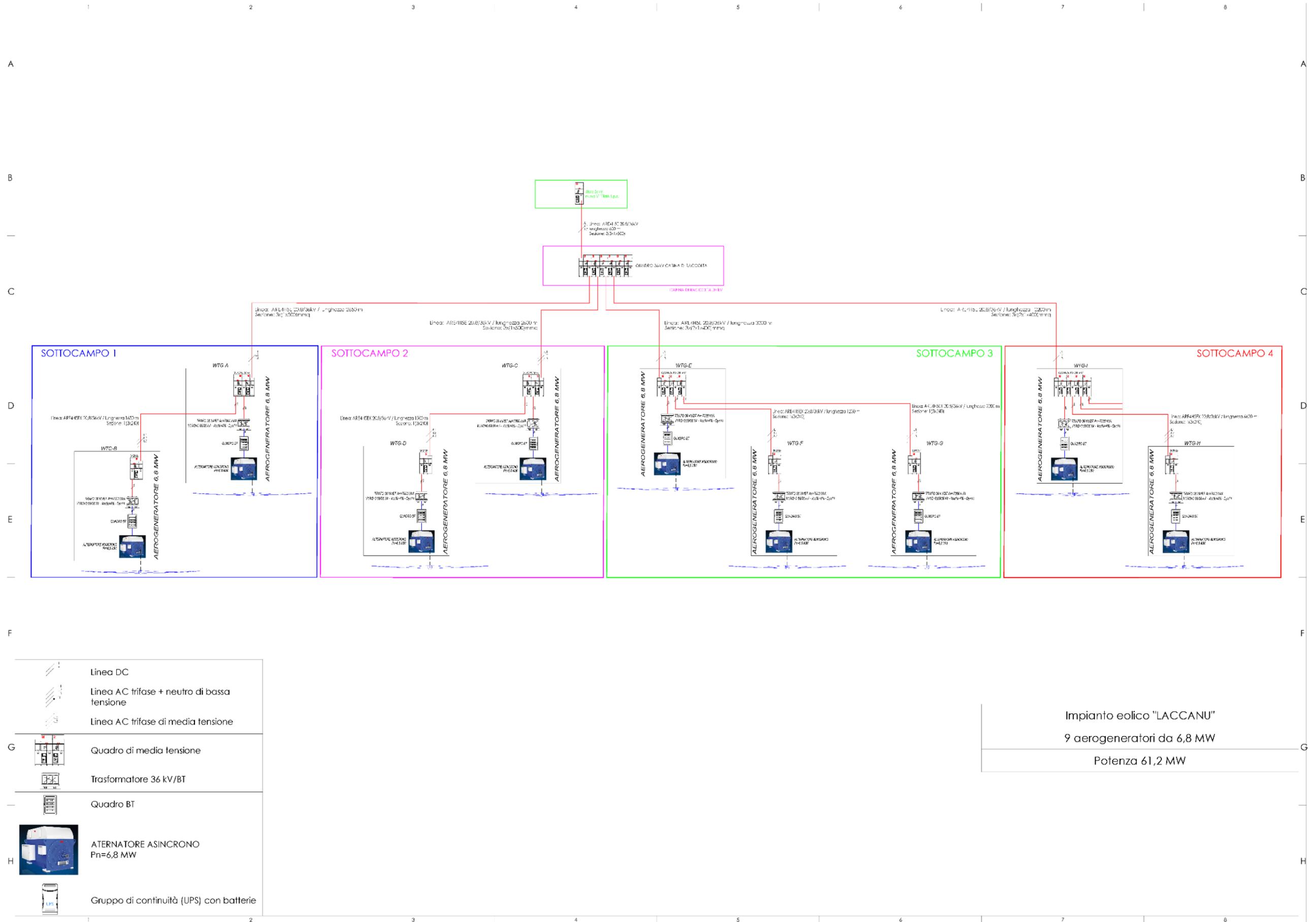


Figura 1 – Schema a blocchi semplificato

3.3 Ubicazione della cabina di raccolta AT 36 kV

La cabina di raccolta a 36 kV, che raccoglierà l'energia elettrica prodotta dalla fonte rinnovabile eolica, verrà realizzata tra il sottocampo 1 e il sottocampo 2 in prossimità della SE Terna, in posizione opportuna, per la partenza della linea interrata a 36 kV verso la stazione Terna.

La posizione della cabina di raccolta è rappresentata nell'elaborato di progetto QQR-WIND-026.ELB009A.

3.4 Caratteristiche ambientali

- Luogo: Località "SA TANCA DE PITTIGHEDDU" – Agro di Ittiri (SS)
- Installazione: all'esterno in aria
- Quota sul livello del mare: < 1000 metri (riferimento per progettazione)
- Massima temperatura ambiente: + 40 °C;
- Minima temperatura ambiente: -5 °C;
- Irraggiamento solare: $\leq 1000 \text{ W/m}^2$
- Umidità relativa: 90 %;
- Grado di Polluzione: IV;
- Carico del vento: Zona 6
- Velocità del vento: 28 m/s (100,80 km/h), Zona 6
- Velocità del vento, di progetto: 36 m/s (130 km/h), specifica di progetto
- Grado di sismicità: Zona 4 (convenzionale S=5);
- Carico neve: Zona 3 (0,6 kN/m²)

Tali parametri andranno confermati, insieme ai riferimenti dettagliati di inquadramento territoriale, nella documentazione di progetto esecutivo a carico dell'Assuntore dei lavori.

Sono eventualmente ammesse condizioni di progetto per le sollecitazioni strutturali più gravose, in ogni caso prima di procedere ai dimensionamenti, le specifiche di progetto dovranno essere sottoposte per accettazione alla Committenza.

3.5 Percorso della linea di connessione 36 kV

La linea 36 kV delle opere di rete parte dalla cabina di raccolta e si sviluppa su strada pubblica fino all'ingresso della nuova sezione a 36 kV della SE Terna denominata "ITTIRI".

La linea di connessione a 36 kV sarà realizzata con 3 condutture in cavo ARE4H5E unipolare con conduttore in alluminio poste in parallelo e aventi sezione (3x1x500 mm²). La formazione della linea in cavo interrato di connessione alla SE Terna è pertanto: 3x(3x1x500) mm². La linea è

complessivamente lunga 600 m. Lungo il percorso dell'elettrodotto non sono presenti fiumi censiti nel P.P.R. e nell'elenco delle acque pubbliche di cui al Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 (vedi Tavola QQR-WIND-026.ELB017c). L'elettrodotto si sviluppa quasi interamente lungo la S.S: 131 bis.

3.6 Quadri a 36 kV

Sul lato produttore sarà presente un quadro 36 kV nel quale confluirà l'energia proveniente dal parco eolico.

Questo quadro, considerata l'importanza ai fini della continuità di esercizio, sarà del tipo LSC2BPM secondo come indicato nell'elaborato EN 62271-200 (blindato), isolato in SF6 e con corrente nominale di sbarra 2000 A. I quadri conformi alle normative di cui sopra, avranno semplice sistema di sbarra e saranno posizionati all'interno locale dedicato all'interno della cabina di raccolta. I quadri avranno le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche generali quadro con tensione 36 kV di esercizio

Tipologia: Tipo 2	Blindato, con sbarre e unità funzionali isolate in SF6
Tensione massima (riferimento per l'isolamento):	42,5 [kV]
Frequenza nominale:	50 [Hz]
Tensione di esercizio:	36 [kV]
Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico	185 [kV]
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale per 1 minuto	85 [kV]
Corrente termica per 1 s	25 [kA]
Corrente dinamica (valore di cresta)	63,65 [kA]
Corrente nominale sbarre principali	2000 [A]
Corrente nominale interruttori verso Terna	2000 [A]
Corrente nominale interruttori arrivi da cabine concentrazione	630 [A]
Corrente nominale unità sezionamento con fusibile (trasformatore aux)	200 [A]

Tabella 2

4. COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO

Le opere di rete, così come quelle del campo di produzione sono da riferirsi alla tensione 36 kV nominale di esercizio, con riferimento ai valori più elevati selezionabili nella tabella della norma, si ha:

- 185 kV per il picco ad impulso atmosferico.
- 85 kV per il livello di isolamento previsto a frequenza industriale.

Le distanze minime di isolamento in aria fase-fase sono di 320 mm.

5. CORRENTI NOMINALI, TERMICHE E DI CORTO CIRCUITO

Per la sezione 36 kV della SE Terna, con riferimento agli schemi resi disponibili da Terna S.p.A. per il dimensionamento termico, alle correnti di breve durata e ai poteri di interruzione, si ricava un valore per la I_{cc} max trifase paria a 31,5 kA.

Questi valori scaturiscono dagli schemi generali nei quali sono presenti fino a due macchine da 250 MVA che possono essere temporaneamente in parallelo in caso di trasferimento sulla sbarra di congiunzione; tuttavia, l'assetto normale prevede una sola macchina con massimo da 250 MVA sulla sbarra alla quale è connesso il Produttore.

Le considerazioni di cui sopra ed il fatto che la linea di collegamento alla cabina di raccolta è di circa 10150 m portano ai valori di I_{cc} sul quadro 36 kV del Produttore riportati sugli schemi unifilari AC.