



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PROVINCE DI NUORO E SASSARI



COMUNE DI BITTI



COMUNE DI BUDDUSO'



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO "BITTI - TERENASS"

Potenza complessiva 37,2 MW

PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

PE-R.3

RELAZIONE DIMENSIONAMENTO LINEE ELETTRICHE MT E AT

COMMITTENTE

**GREEN
ENERGY
SARDEGNA 2**

S.r.l.

**Piazza del Grano 3
39100 Bolzano, Italia**

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Giorgio Floris: Coordinatore e progettista opere civili, elettriche e sottostazione

Geom. Michele Iai: Collaborazione progettazione parte civile, elettrica e sottostazione

Geom. Francesco Troncia: rilievi, elaborazioni grafiche e progettazione catastale

Dott. Geol. Fausto Pani: relazione paesaggistica - Sia - studio geologico
simulazioni fotografiche

Dott. Maurizio Medda: relazione faunistica e piano di monitoraggio faunistico

Dott. For. Carlo Poddi: relazione pedo agronomica e vegetazionale

Dott. For. Carlo Poddi: relazione impatto acustico ante operam e bassa frequenza

Dott.ssa Archeo. Giuseppina Manca di Mores: relazione archeologica

Ing. Vincenzo Pinna: calcoli strutturali

Ing. Michele Losito, consulente scientifico Prof. Gianluca Gatto:
relazione sui principali ponti radio nell'area del parco

Ce.Pi.Sar.: piano monitoraggio chiroterri

SCALA:

FIRME

Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Prima emissione				Luglio 2020
01	Integrazioni MIBACT DG ABAP Serv.V prot.31225 data 27/10/2020 e DG Ambiente della RAS prot.95596 data 19/11/2020	Ing. Giorgio Floris	Ing. Giorgio Floris	Ing. Giorgio Floris	01/10/2021



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Comuni di Bitti (Nuoro) e Buddusò (Sassari)

GREENENERGYSARDEGNA2

Green Energy Sardegna 2 Srl

Piazza del Grano 3, Bolzano, P.IVA e Cod. Fisc. 02993950217

**PROGETTO DEL
PARCO EOLICO “BITTI-TERENASS”,
DELLE OPERE CONNESSE E
DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

PE-R.3

Relazione dimensionamento linee elettriche MT e AT

REVISIONE 01 d.d. 1/10/2021



INDICE

1.	OGGETTO E SCOPO	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI E DEFINIZIONI	3
2.1.	Norme tecniche di riferimento	3
2.2.	Definizioni	5
3.	UBICAZIONE DELLA STAZIONE	6
3.1.	Ubicazione dell'impianto di connessione	6
3.2.	Breve descrizione del sistema di produzione	6
3.3.	Caratteristiche Generali Parco Eolico	7
3.3.1.	Collegamento in cavo dal campo alla SS Utente	7
3.3.2.	Trasformatore MT/AT	7
4.	COLLEGAMENTO IN ALTA TENSIONE	8
4.1.	Layout della connessione AT	8
5.	COLLEGAMENTI IN MEDIA TENSIONE	8
5.1.	Layout della connessione MT	8
5.2.	Caratteristiche dei cavi MT	8
5.1.	Dimensionamento dei cavi MT	9



1. OGGETTO E SCOPO

Oggetto della seguente relazione è la progettazione delle linee MT di collegamento tra le singole turbine e la sottostazione MT/AT di Buddusò (SS), per la parte Produttore, nonché il dimensionamento della line AT di collegamento tra la sottostazione produttore e la stazione Terna, in funzione della connessione dell'Impianto Eolico "Bitti Terenass", alla rete nazionale.

L'attività di questa progettazione fa seguito all'incarico ricevuto dallo scrivente dalla Società Green Energy Sardegna 2 s.r.l. con sede legale in Piazza del Grano, 3, 39100, Bolzano.

Scopo del documento è quello di descrivere le scelte progettuali per il corretto dimensionamento delle linee elettriche interrato di MT e di AT.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI E DEFINIZIONI

2.1. Norme tecniche di riferimento

Le caratteristiche delle realizzazioni in genere, degli impianti, 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 e di vigilanza INAIL, INPS, ASPAL e VV. F;
- quanto previsto 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 di generazione rinnovabile e non.
- 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.
- 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".
- 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>
NC	CEI 99-5	<i>Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con 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>
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 severità</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 aggiuntive per trasformatori di corrente</i>
EN 61869-3	CEI 38-12	<i>Trasformatori di misura - Parte 3: Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione</i>
EN 61869-4	CEI 38-15	<i>Trasformatori di misura - Parte 4: Prescrizioni aggiuntive per trasformatori combinati</i>
EN 61869-5	CEI 38-13	<i>Trasformatori di misura - Parte 5: Prescrizioni aggiuntive 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 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>
EN 62271-200	CEI 17-06	<i>Apparecchiatura ad alta tensione Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV</i>
NC	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>
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>
Classificazione CENELEC o IEC	Classificazione	Titolo della norma, specifica o guida



CEN o ISO	CEI o UNI	
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>
NC	UNI 9795	<i>Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio</i>
NC	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	Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici
UNI EN ISO 2178	NC	<i>Misurazione dello spessore del rivestimento</i>
UNI EN ISO 2064	NC	<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>
NC	CEI 99-27	<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>
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>

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 ed in caso siano più restrittive, alle prescrizioni della Committente.

3. UBICAZIONE DELLA STAZIONE

3.1. Ubicazione dell'impianto di connessione

La stazione MT/AT, che raccoglierà l'energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile eolica, verrà realizzato nel territorio del Comune di Buddusò in Provincia di Sassari, verrà posizionata nei pressi della futura Stazione Elettrica Buddusò GIS (Gas Insulated Substation) di TERNA.

3.2. Breve descrizione del sistema di produzione

L'energia prodotta dalle turbine dislocate nelle varie zone del parco eolico, viene raccolta dalle tre linee di media tensione (MT) 30 kV afferenti al quadro MT della sottostazione Produttore, il totale della potenza viene trasferito al trasformatore MT/AT che provvede alla elevazione al giusto livello di tensione in AT pari a 150 kV, queste apparecchiature si trovano nello stallo AT del Produttore, che comprende anche le rispettive protezioni e le misure.

Il processo di ottimizzazione ha condotto alla condivisione della sottostazione di trasformazione MT/AT con un altro impianto di produzione da fonte eolica riconducibile alla medesima società proponente e denominato Bitti area PIP (codice pratica 201901176). In particolare, i due impianti Bitti Terenass e Bitti area PIP costituiranno una connessione in condominio di alta tensione, condividendo lo stallo cavo AT, il cavidotto AT e lo stallo produttore nella futura SE GIS 150kV Buddusò.

Il cavo interrato AT trasferisce l'energia allo stallo AT dedicato nella SE Buddusò, la protezione di questo cavo sarà coordinata d'intesa con le indicazioni del Gestore.

Le opere condivise dai due impianti vengono autorizzate dalla società Green Energy Sardegna 2 Srl nell'ambito del progetto "Bitti Area PIP" e non sono quindi trattate dettagliatamente nel presente progetto.

Nella sottostazione del Produttore in appositi locali sono presenti le apparecchiature di comando e controllo, una saletta permette tramite un sistema SCADA, di effettuare il monitoraggio della stazione e delle turbine, tale monitoraggio può essere fatto anche a distanza, direttamente dalla sala di controllo del Produttore.

Sottostante lo schema unifilare semplificato.



4. COLLEGAMENTO IN ALTA TENSIONE

4.1. Layout della connessione AT

La connessione alla rete di trasmissione nazionale (RTN) del condominio di alta tensione costituito dai due impianti della Green Energy Sardegna 2 "Bitti Terenass" (oggetto del presente progetto) e "Bitti Area PIP" avverrà con collegamento in antenna alla futura Stazione Elettrica (SE) Buddusò GIS di TERNA, tramite un cavo interrato con tensione di esercizio a 150 kV e di proprietà di Green Energy Sardegna 2.

Le opere condivise dai due impianti connessi in condominio AT, tra le quali il cavidotto di alta tensione, vengono autorizzate dalla società Green Energy Sardegna 2 nell'ambito del progetto "Bitti Area PIP" e non sono quindi trattate dettagliatamente nel presente progetto.

5. COLLEGAMENTI IN MEDIA TENSIONE

5.1. Layout della connessione MT

La connessione dai quadri MT interni alle torri degli aerogeneratori, tra i quadri intermedi (sempre interni alle torri), fino al quadro principale MT di Sottostazione MT/AT, saranno realizzate con cavi interrati armati con le caratteristiche indicate nel paragrafo precedente.

Tra gli aerogeneratori e la Sottostazione MT/AT è prevista, nella piazzola definitiva dell'aerogeneratore BT05, la realizzazione di una cabina elettrica di smistamento la cui funzione è quella di sezionare il cavidotto interrato proveniente dagli aerogeneratori e garantire in caso di guasto su di una o più terne, mediante l'utilizzo di opportuni quadri elettrici di MT, e grazie anche alla soluzione flessibile progettata di collegamento degli aerogeneratori stessi e di cui allo schema a blocchi riportato nell'elaborato progettuale PA-Tav.15c, di massimizzare il convogliamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla RTN. Tale cabina di smistamento avrà le dimensioni esterne delle cabine standard enel: standard DG2061, pertanto le seguenti dimensioni esterne: (LxWxH) 5710x2480x2660 mm.

La profondità di posa avverrà ad una quota variabile, in funzione delle varie zone di attraversamento, secondo i tipici rappresentati negli elaborati grafici allegati al progetto.

Il layout di connessione ed i percorsi sono individuabili in dettaglio negli elaborati:

- PE- TAV.06 - schema unifilare AT/MT – Area Produttore
- PA- TAV.15c - Planimetria tecnica con sviluppo e tipologia posa cavidotto.

5.2. Caratteristiche dei cavi MT

Le linee di media tensione, comprendono principalmente le linee interrate provenienti dal parco, connesse secondo lo schema unifilare indicato in PA-TAV.15c - Planimetria tecnica tipologia e sviluppo cavidotto – schema a blocchi e tabella riepilogativa.

Le sezioni previste in utilizzazione sono quelle riportate nella tabella sottostante, con caratteristiche riferite a cavi del tipo ARE4H5E o similari.



DESCRIZIONE	UM	PARAMETRI	
<i>Norme di riferimento</i>	/	CEI 20-13, IEC 60502-2, CEI 20-16, IEC 60502-3, IEC 60230, EN 60332-1-2, EN 50267-2-1	
<i>Sezione in alluminio</i>	mm ²	300	630
<i>Colore guaina esterna</i>	/	Rosso	Rosso
<i>Flessibilità del conduttore</i>	/	rigida	rigida
<i>Max temperatura del conduttore posa fissa</i>	°C	90	90
<i>Portata nominale cavi interrati a trifoglio</i>	A	483	715
<i>Tensione nominale U₀/U</i>	kV	18/30	18/30
<i>Raggio di curvatura durante l'installazione</i>	mm	14 x D _{cavo}	14 x D _{cavo}
<i>Numero anime</i>	n	1	1
<i>Diametro del conduttore</i>	mm	20,7	30
<i>Diametro esterno</i>	mm	42,6	54
<i>Resistenza apparente a 90 °C - 50 Hz conduttori a trifoglio</i>	Ω/km	0,130	0,063
<i>Reattanza di fase a trifoglio</i>	Ω/km	0,102	0,093
<i>Capacità a 50 Hz</i>	μF/km	0,316	0,411
<i>Peso</i>	kg/km	1740	3040

5.1. Dimensionamento dei cavi MT

Di seguito sono riepilogati le caratteristiche salienti delle tratte, le sezioni sono intenzionalmente sovradimensionate a permettere la riconfigurazione in fase esecutiva in funzione delle eventuali necessità non prevedibili in questa fase definitiva.

LINEA 1 (GIALLA) n.1 terna 3x1x300/630								
Tratta	Turbine sottese	I _b [A]	I _z [A]	L [m]	S [mm ²]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	ΔV [%]
Cabina-BT11	3	327	503	1894	3(1x630)	0,060	0,095	0,40
BT08-BT11	2	218	341	2050	3(1x300)	0,128	0,103	0,41
BT09-BT08	1	109	341	890	3(1x300)	0,128	0,103	0,09

LINEA 2 (VIOLA) n.1 terna 3x1x300/630								
Tratta	Turbine sottese	I _b [A]	I _z [A]	L [m]	S [mm ²]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	ΔV [%]
Cabina-BT05	3	327	503	64	3(1x630)	0,060	0,095	0,01
BT06-BT05	2	218	341	424	3(1x300)	0,128	0,103	0,08
BT07-BT06	1	109	341	1259	3(1x300)	0,128	0,103	0,13

LINEA 3 (ARANCIONE) N.O. n.1 terna 3x1x300								
Tratta	Turbine sottese	I _b [A]	I _z [A]	L [m]	S [mm ²]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	ΔV [%]
BT07-BT11	3	327	503	1242	3(1x300)	0,128	0,103	0,37

LINEA DORSALE (ROSSA) n.3 terne 3x1x630								
Tratta	MW/terna	I _b [A]	I _z [A]	L [m]	S [mm ²]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	ΔV [%]
Cabina-SSne	12,40	327	503	9892	3(1x630)	0,060	0,095	2,09

Dove:

- I_b è la corrente di impiego della tratta;
- I_z sono le portate effettive in funzione dei coefficienti di declassamento, delle caratteristiche operative, in particolare: della temperatura del terreno, la resistività termica del terreno, la profondità di posa ed il numero di circuiti nello stesso cavidotto;
- L la lunghezza della tratta;
- S la sezione del conduttore;



- r la resistenza kilomtrica totale del cavo;
- x la reattanza kilomtrica del cavo;
- V è la tensione di esercizio;
- φ è il fattore di potenza (ipotizzato uguale a 0,9).

I cavi elettrici sono stati dimensionati in modo tale che sia soddisfatta la relazione:

$$\Delta V \% \leq 5\%$$

dove $\Delta V\%$, ovvero la caduta di tensione percentuale nella tratta, è stata calcolata con la seguente formula:

$$\Delta V \% = [100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_n \cdot L \cdot (r \cdot \cos\varphi + x \cdot \sin\varphi)] / V$$