

Progettazione:



MARCO GIUSTI



GRUPPO DI LAVORO:

NICOLA LONARDI
LORENZO MASINI
ANDREA PATUZZO
FRANCESCO POSENATO
ALBERTO RIZZI
ANDREA SCALA
ALESSANDRO TRINCO
ALBERTO VENTURI

Assistenza alla Progettazione:



ANDREA BRUNELLI
MASSIMO RAGNO
MARCO SIGNORINI
MAURIZIO SIMONINI

Geologia, geotecnica e sismica:



LUCA MONTI

Numero Attività

2023_W_067

Tipo Progetto

Tavola

RTC070-01

Scala

-

Località

Casoni di Romagna

Comune

Monterenzio - Castel del Rio

ATTIVITA'

IMPIANTO EOLICO "CASONI DI ROMAGNA"
COMUNI MONTERENZIO E CASTEL DEL RIO
PROVINCIA DI BOLOGNA - REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROGETTO A CORREDO DELLO STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

CONTENUTO

ELABORATI GRAFICI
OPERE ELETTRICHE
RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE

Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato	Scala
00	Luglio 2024	Emissione Progetto	PATUZZO	VENTURI	GIUSTI	-
01	Ottobre 2024	Revisione per richiesta integrazioni	PATUZZO	VENTURI	GIUSTI	Località
02						Casoni di Romagna
03						Comune
04						Monterenzio - Castel del Rio

Questo disegno non può essere copiato o riprodotto senza autorizzazione, ogni violazione verrà perseguita a norma di legge.

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE
IMPIANTO EOLICO “CASONI DI ROMAGNA”
COMUNI DI MONTERENZIO E CASTEL DEL RIO
PROVINCIA DI BOLOGNA – REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Sommario

PREMESSA e OBIETTIVI di questa Relazione	3
Oggetto.....	3
Struttura della esistente connessione elettrica dell'impianto alla RTN	4
Struttura della nuova connessione elettrica dell'impianto potenziato alla RTN.....	5
Riferimenti normativi e di legge.....	6
Linee EE MT di sito	9
Linee EE MT di connessione dal sito all'Impianto di Utente.....	9
Impianto di Utente per la connessione (Impianto di Utente).....	11
Impianto di Terra dell'Impianto di Utente	17
Trasformatore AT/MT.....	18
Apparecchiature AT nell'Impianto di Utente	18
Sistema di Protezione dell'Impianto di Utente	19
Apparecchiatura di Misura dell'Energia	19
Apparecchiatura di Teletrasmissione delle Misure	19
Punto di Connessione alla Rete dati	19
Valutazione dei Campi Elettromagnetici generati dalle opere elettriche di progetto	20
Dimensionamenti e Verifiche	28

PREMESSA e OBIETTIVI di questa Relazione

Questa Relazione si pone lo scopo di esporre le scelte tecniche progettuali che hanno portato alla definizione delle nuove opere di connessione alla RTN e delle modifiche alle opere elettriche esistenti dell'impianto eolico necessarie per il potenziamento della produzione.

La presente relazione fa riferimento alla soluzione di connessione elaborata da Terna SpA con E-Distribuzione SpA, in risposta alla richiesta presentata da AGSM AIM POWER Srl per l'adeguamento di connessione esistente alla rete dell'impianto di produzione di energia elettrica denominato Parco Eolico "Casoni di Romagna".

Il Codice Pratica con cui E-Distribuzione SpA ha identificato la soluzione per l'adeguamento di connessione esistente alla rete del parco Eolico "Casoni di Romagna" è: **386082825**.

Nel seguito sono illustrate le caratteristiche tecniche e costruttive sia delle opere elettriche già presenti che le nuove opere elettriche necessarie per il potenziamento dell'impianto di produzione. La connessione dell'impianto eolico è costituita dalle linee elettriche e dall'**Impianto di Utente per la Connessione** che, insieme all'**Impianto di Rete per la Connessione**, costituisce l'**Impianto per la Connessione**.

Le regole tecniche di connessione e la normativa vigente definiscono:

- Impianto per la Connessione:** l'insieme degli impianti **di Rete** e **di Utente** necessari per la connessione alla RTN dell'impianto di produzione.
- Impianto di Rete per la Connessione:** la porzione d'impianto per la connessione, di competenza del Gestore di rete, compresa tra il punto d'inserimento sulla rete esistente e il **Punto di Connessione**. È costituito da tutti gli approntamenti tecnologici previsti sulla RTN funzionali alla realizzazione del punto di connessione sulla RTN stessa
- Impianto di Utente per la Connessione:** (impianto di Utente) la porzione d'impianto per la connessione la cui realizzazione, gestione, esercizio e manutenzione rimangono di competenza dell'utente. È costituito da tutti gli approntamenti in carico all'utente al fine di connettere l'impianto al **Punto di Connessione** reso disponibile
- Punto di Connessione:** (punto di consegna) il confine fisico tra la rete di trasmissione (RTN) e l'Impianto di Utente attraverso cui avviene lo scambio fisico dell'energia elettrica. È localizzato all'interno della **Stazione di Consegna** che è la stazione elettrica che collega l'Impianto di Utente alla RTN e che costituisce parte del sopra citato Impianto di rete.

Oggetto

Con riferimento alla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata da Terna SpA con E-Distribuzione SpA, nei capitoli seguenti vengono descritte le caratteristiche tecniche delle nuove opere elettriche del Impianto Eolico "Casoni di Romagna" necessarie per il potenziamento dell'impianto e le opere elettriche esistenti che verranno mantenute o modificate. Tali opere elettriche fanno parte dell'Impianto di Utente per la Connessione esistente, costituito da:

- collegamento a 132 kV tra la cabina primaria di Utente e la sottostazione elettrica (SSE) di E-Distribuzione ubicata a San Benedetto del Querceto (Comune di Monterenzio).

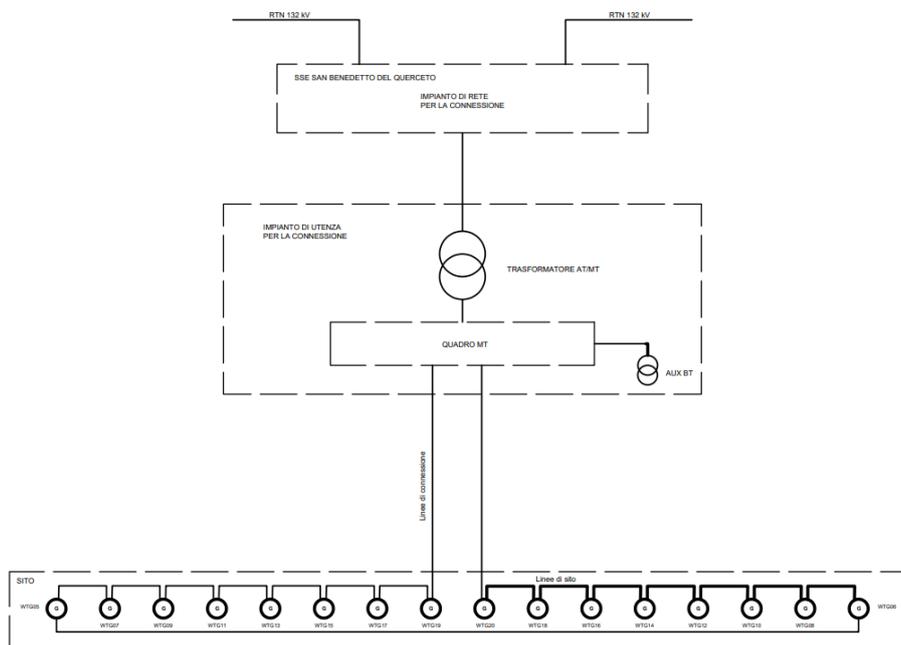
Non rientrano tra le opere descritte nel seguito le opere elettriche facenti parte dell'Impianto di Rete per la Connessione.

Struttura della esistente connessione elettrica dell'impianto alla RTN

L'attuale configurazione dell'impianto eolico Casoni di Romagna è costituita da 16 aerogeneratori, ognuno di potenza nominale 800 kW. Questi sono collegati in Media Tensione (MT) a 20 kV all'Impianto di Utente, che a sua volta è connessa alla RTN mediante un collegamento in antenna a 132 kV.

È possibile suddividere le opere elettriche in:

- linee EE MT di interconnessione tra aerogeneratori (linee di sito);
- linee EE MT di connessione dal sito all'Impianto di Utente per la connessione;
- Impianto di Utente per la connessione;
- collegamento a 132 kV tra Impianto di Utente e Impianto di Rete nella SSE.



Schema a blocchi rappresentativo delle connessioni elettriche nella attuale configurazione

Partendo dal sito di produzione fino ad arrivare al punto di connessione con la RTN (quindi dal basso verso l'alto nello schema sopra), le opere elettriche esistenti sono le seguenti:

linee in cavo a 20 kV sul sito: si tratta delle linee elettriche che realizzano l'interconnessione degli aerogeneratori sul sito eolico. Tali linee collegano tra loro gli aerogeneratori come descritto in seguito:

- collegamento tra WTG05, WTG07, WTG09, WTG11, WTG13, WTG15, WTG17, WTG19
- collegamento tra WTG06, WTG08, WTG10, WTG12, WTG14, WTG16, WTG18, WTG20

In particolare, è presente un tratto di cavo aperto per la connessione in bypass della WTG05 e WTG06, in modo da non interrompere in caso di guasto di un aerogeneratore l'alimentazione di un intero gruppo di turbine.

linee in cavo a 20 KV di connessione: sono le linee elettriche di connessione del sito all' Impianto di Utente. Realizzano quindi i collegamenti tra i due gruppi di aerogeneratori con la sezione MT a 20 kV nell' Impianto di Utente:

Linea di connessione 1: collegamento tra WTG19 e Impianto di Utente.

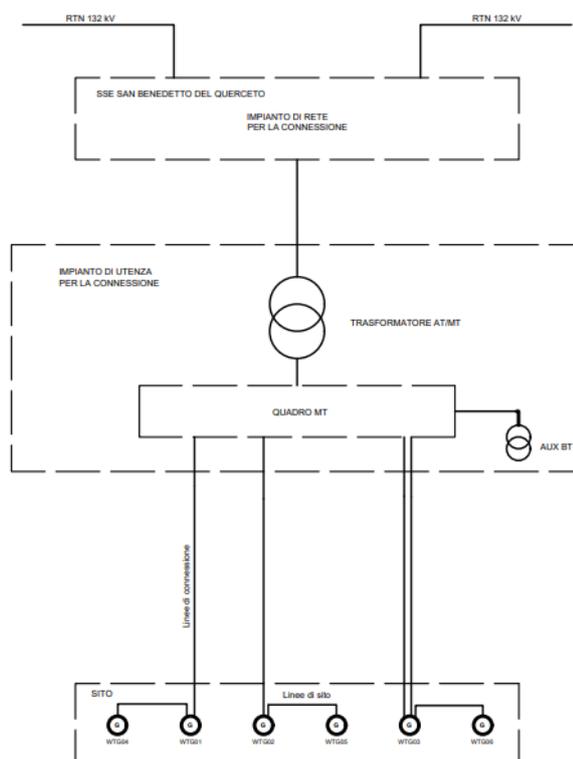
Linea di connessione 2: collegamento tra WTG20 e Impianto di Utente.

Impianto di Utenza per la connessione: insieme di apparecchiature elettriche presso la quale si attestano le due linee di connessione a 20 kV provenienti dal sito e dove, per il tramite di un trasformatore 20/132 kV, è elevata la tensione allo stesso livello della SSE “San Benedetto del Querceto” di E-Distribuzione.

collegamento a 132 kV tra Impianto di Utente e Impianto di Rete nella SSE: collegamento in cavo interrato per l’inserimento dell’impianto in antenna sulla RTN, in corrispondenza del punto di connessione.

Struttura della nuova connessione elettrica dell’impianto potenziato alla RTN

L’impianto eolico potenziato di progetto è composto da 6 aerogeneratori. Questi sono collegati in Media Tensione (MT) a 20 kV, con l’Impianto di Utente che a sua volta rimarrà connesso alla RTN mediante lo stesso collegamento in antenna a 132 kV.



Schema a blocchi rappresentativo delle connessioni elettriche nella configurazione potenziata

Partendo dal sito eolico fino ad arrivare al punto di connessione con la RTN (quindi dal basso verso l’alto nello schema sopra), le opere elettriche di progetto sono le seguenti:

linee in cavo a 20 kV sul sito: si tratta delle linee elettriche che realizzano l’interconnessione degli aerogeneratori sul sito eolico. Tali linee collegano tra loro gli aerogeneratori come descritto in seguito:

- a) collegamento tra WTG01 e WTG04
- b) collegamento tra WTG02 e WTG05
- c) collegamento tra WTG03 e WTG06

linee in cavo a 20 KV di connessione: sono le linee elettriche di connessione tra il sito e l'Impianto di Utente. Realizzano quindi i collegamenti tra i tre gruppi di aerogeneratori con la sezione MT a 20 kV dell'Impianto di Utente.

Linea di connessione 1: collegamento tra WTG01 e Impianto di Utente

Linea di connessione 2: collegamento tra WTG02 e Impianto di Utente

Linea di connessione 3: collegamento tra WTG03 e Impianto di Utente

Impianto di Utenza per la connessione: insieme di apparecchiature elettriche presso la quale si attestano le tre linee di connessione a 20 kV provenienti dal sito e dove, per il tramite di un nuovo trasformatore 20/132 kV, verrà elevata la tensione del sistema allo stesso livello della SSE "San Benedetto del Querceto" di E-Distribuzione.

collegamento a 132 kV tra Impianto di Utente e Impianto di Rete nella SSE: collegamento in cavo interrato per l'inserimento dell'impianto in antenna sulla RTN, in corrispondenza del punto di connessione.

Il nuovo Schema Elettrico Unifilare di connessione dell'impianto potenziato alla RTN è riportato nell'elaborato:

TPP	072	00	SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE
-----	-----	----	----------------------------

Riferimenti normativi e di legge

Tutte le opere, se non diversamente specificato nel presente documento, saranno realizzate in osservanza alla legislazione vigente e alle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della realizzazione dell'impianto. Si riporta nel seguito un elenco, esemplificativo e non esaustivo, delle principali norme e leggi di riferimento. Si intendono comprese nello stesso tutte le varianti, le errata corrige, le modifiche ed integrazioni alle Norme elencate, successivamente pubblicate.

Norma CEI 11-27	Lavori su impianti elettrici
Norma CEI EN 50110-1-2	Esercizio degli impianti elettrici
CIGRE'	General guidelines for the design of outdoor AC substations – Working Group 23.03
Norma CEI EN 61936-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni
CEI EN 60865-1	Correnti di corto circuito - Calcolo degli effetti. Parte1: Definizioni e metodi di calcolo
Norma CEI EN 50522	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
Norma CEI 11-37	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV
Norma CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
Norma CEI EN 60721-3-3	Classificazioni delle condizioni ambientali.
Norma CEI EN 60721-3-4	Classificazioni delle condizioni ambientali

Norma CEI EN 60068-3-3	Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature
Norma CEI 64-2	Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione
Norma CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
Norma CEI EN 62271-100	Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 100: Interruttori a corrente alternata
Norma CEI EN 62271-102	Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata
Norma CEI EN 61009-1	Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
Norma CEI EN 60898-1	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
Norma CEI 33-2	Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
Norma CEI 36-12	Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
Norma CEI EN 61896-1	Trasformatori di misura - Parte 1: Prescrizioni generali
Norma CEI EN 61896-2	Trasformatori di misura – Parte 2: prescrizioni aggiuntive per trasformatori di corrente.
Norma CEI EN 61896-3	Trasformatori di misura – Parte 3: prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione induttivi.
Norma CEI EN 61896-5	Trasformatori di misura – Parte 5: prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione capacitivi
Norma CEI 57-2	Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
Norma CEI 57-3	Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
Norma CEI EN 60076-1	Trasformatori di potenza
Norma CEI EN 60137	Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV
Norma CEI EN 60099-4	Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata
Norma CEI EN 60099-5	Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione
Norma CEI EN 60507	Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata
Norma CEI EN 62271-1	Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione – Parte1: Prescrizioni comuni
Norma CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
Norma CEI EN 60168	Prove di isolatori portanti per interno ed esterno di ceramica o di vetro, per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V
Norma IEC TS 60815-2	Selection and dimensioning of high-voltage insulators for polluted conditions - Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems
Norma CEI EN 60383-1	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
Norma CEI EN 60383-2	Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata
Norme CEI EN 61284	Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria
Norma CEI EN 61000-6-2	Immunità per gli ambienti industriali
Norma CEI EN 61000-6-4	Emissione per gli ambienti industriali
Norma CEI 20-22	Prove d'incendio su cavi elettrici

Norma CEI 20-37	Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio
Norma CEI 7-2	Conduttori di alluminio, alluminio-acciaio, lega d'alluminio e lega di alluminio-acciaio per linee elettriche aeree" ed. quarta, 1997
Norma CEI 7-11	Conduttori di acciaio rivestito di alluminio a filo unico o a corda per linee elettriche aeree" ed. prima, 1997;
Norma CEI 103-6	Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", ed. terza, 1997
Norma CEI 11-4	Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998-09
Norma CEI EN 60383-1	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. Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione", ed. prima, 1998
Norma CEI EN 61284	Linee aeree. Prescrizioni e prove per la morsetteria", ed. seconda, 1999
Norma CEI 11-60	Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne, seconda edizione, 2002-06
CEI 11-61	Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni
Norma CEI 304-1	Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche" ed. prima, 2005
Norma CEI 106-11	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" Prima edizione, 2006
Norma CEI 211-4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche" Seconda edizione, 2008
EN 62271-100	High-voltage alternating-current circuit-breakers
CEI EN 60071-1 e 1-2	Coordinamento dell'isolamento – Parte 1 e Parte 2
Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne
Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260	Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne
D.P.C.M. 14 Novembre 1997	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
Legge 22 febbraio 2001, n. 36	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
DPCM 8 luglio 2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
Decreto 29 maggio 2008	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
DPR 8 giugno 2001 n°327	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.
Legge 23 agosto 2004, n. 239 e ss.mm.ii	Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia".
D.M. 14 gennaio 2008 e ss.mm.ii.	Norme tecniche per le Costruzioni - NTC 2008
D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 e ss.mm.ii.	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122
D.M. 15 luglio 2014	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore a 1 m3

D.lgs. 9 aprile 2008 n° 81 e ss-
mm.ii.

Testo Unico sulla sicurezza sul lavoro

Linee EE MT di sito

Per Linee EE MT di sito si intendono le linee elettriche a 20 kV funzionali alla interconnessione delle 6 WTG in 3 gruppi così formati:

- WTG01 e WTG04
- WTG02 e WTG05
- WTG03 e WTG06

I cavi elettrici di MT previsti per la realizzazione delle Linee di sito sono unipolari posati ad elica visibile e direttamente interrati. In particolare questi si distinguono in:

- 3 linee di sezione **185 mm²** per connettere gli aerogeneratori:
 - 1) WTG01 e WTG04;
 - 2) WTG02 e WTG05;
 - 3) WTG03 e WTG06.

Queste linee saranno realizzate riutilizzando le attuali linee di connessione esistenti di sezione **185 mm²** dell'impianto eolico "Casoni di Romagna".

Le sezioni di posa dei conduttori elettrici delle Linee EE MT di sito sono riportate nell'elaborato:

TPP	071	00	PLANIMETRIA DELLE LINEE ELETTRICHE SU CTR
-----	-----	----	---

Linee EE MT di connessione dal sito all'Impianto di Utente

Per Linee EE MT di connessione dal sito all'Impianto Utente si intendono le 4 linee elettriche a 20 kV funzionali a realizzare la connessione elettrica tra il sito e la sezione MT a 20 kV nell'Impianto di Utente.

I cavi elettrici di MT previsti per la realizzazione delle Linee di connessione sono unipolari posati ad elica visibile e direttamente interrati per la quasi totalità della loro estensione, ad eccezione del corto tratto in corrispondenza dell'attraversamento in sottopasso al torrente Idice fino ai quadri MT nell'Impianto di Utente (circa 100 m), dove i cavi sono invece posati all'interno di tubi in PVC di diametro 160 mm annegati in cls; tale struttura è già presente nella configurazione originale dell'impianto eolico "Casoni di Romagna".

. In particolare questi si distinguono in:

- 2 linee di sezione **240 mm²** per connettere gli aerogeneratori WTG01 e WTG02 fino al sottopasso del torrente Idice. Attraverso il sottopasso la sezione di queste 2 linee verrà aumentata a **300 mm²**.
- 2 linee in parallelo di sezione **185 mm²** per connettere l'aerogeneratore WTG03 all'Impianto di Utente. Queste linee in parallelo saranno realizzate riutilizzando le linee di connessione esistenti di sezione **185 mm²** nell'impianto eolico "Casoni di Romagna".

Le caratteristiche tecniche dei nuovi cavi **240 mm²**, per i percorsi non facenti parte dell'attraversamento in sottopasso al torrente Idice, sono riportate nel prospetto seguente:

Norma di riferimento	HD 620/IEC 60502-2
Anima	Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno	Mescola estrusa
Isolante	Mescola in elastomero termoplastico
Semiconduttivo esterno	Mescola estrusa
Rivestimento protettivo	Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura	Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
Protezione meccanica	Materiale Polimerico (Air bag)
Guaina	Polietilene di colore rosso
Formazione	Ad elica visibile
Tensioni di riferimento	12 / 20kV

Le caratteristiche costruttive di tali cavi **240 mm²** sono riportate nel prospetto seguente:

Sezione nominale [mm ²]	Diametro conduttore [mm]	Diametro sull'isolante [mm]	Diametro esterno nominale [mm]	Peso del cavo [kg/km]	Raggio minimo di curvatura [mm]
240	18,2	27,8	41	1570	580

fonte: Catalogo cavi Prysmian

Le caratteristiche elettriche di tali cavi **240 mm²** sono riportate nel prospetto seguente:

Sezione nominale [mm ²]	Portata in posa in aria [A]	Portata in posa interrata $\rho=1^{\circ}\text{Cm/W}$ [A]	Portata in posa interrata $\rho=2^{\circ}\text{Cm/W}$ [A]
240	520	430	321

fonte: Catalogo cavi Prysmian

Le caratteristiche tecniche dei nuovi cavi **300 mm²**, per i percorsi facenti parte dell'attraversamento in sottopasso al torrente Idice, sono riportate nel prospetto seguente:

Norma di riferimento	HD 620/IEC 60502-2
Anima	Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno	Mescola estrusa
Isolante	Mescola in elastomero termoplastico
Semiconduttivo esterno	Mescola estrusa
Rivestimento protettivo	Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura	Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
Guaina	Polietilene di colore rosso
Formazione	Ad elica visibile
Tensioni di riferimento	12 / 20kV

Le caratteristiche costruttive di tali cavi **300 mm²** sono riportate nel prospetto seguente:

Sezione nominale [mm ²]	Diametro conduttore [mm]	Diametro sull'isolante [mm]	Diametro esterno nominale [mm]	Peso del cavo [kg/km]	Raggio minimo di curvatura [mm]
300	20,8	31,0	39	1530	550

fonte: Catalogo cavi Prysmian

Le caratteristiche elettriche di tali cavi **300 mm²** sono riportate nel prospetto seguente:

Sezione nominale [mm ²]	Portata in posa in aria [A]	Portata in posa interrata $\rho=1^\circ\text{Cm/W}$ [A]	Portata in posa interrata $\rho=2^\circ\text{Cm/W}$ [A]
300	620	509	380

fonte: Catalogo cavi Prysmian

Le sezioni di posa dei conduttori elettrici delle Linee EE MT di connessione sono riportate nell'elaborato:

TPP	071	00	PLANIMETRIA DELLE LINEE ELETTRICHE SU CTR
-----	-----	----	---

Impianto di Utente per la connessione (Impianto di Utente)

Per Impianto di Utente si intende l'insieme degli impianti ed apparecchiature a 20 kV e 132 kV funzionali alla realizzazione della connessione del parco eolico alla RTN a 132 kV in corrispondenza del punto di connessione, localizzato presso la Sottostazione Elettrica (SSE) "San Benedetto del Querceto" di E-Distribuzione. In particolare l'Impianto di Utente esistente, il quale permette la connessione dell'attuale parco eolico "Casoni di Romagna", è ubicato in un'area adiacente a quella di tale SSE di proprietà di E-Distribuzione.

L'Impianto di Utente è rappresentato nell'elaborato:

TPC	073	00	SOTTOSTAZIONE DI CONNESSIONE - PIANTA, SEZIONE E PROSPETTI
-----	-----	----	--

Nei paragrafi successivi sono descritte sia le opere esistenti che quelle di progetto, necessarie per il potenziamento, presso l'Impianto di Utente.

Struttura dei Locali

La struttura in muratura esistente è suddivisa nei seguenti locali:

Quantità	Denominazione	Descrizione
----------	---------------	-------------

Quantità	Denominazione	Descrizione
1	LOCALE QUADRI	<p>in questo locale trova alloggiamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • il quadro elettrico di media tensione a 20 kV presso il quale si attestano le linee MT di connessione dal sito; • il quadro di bassa tensione per i servizi ausiliari; • l'armadio SCADA del Parco Eolico; • l'armadio SCADA – allarmi e controllo • l'armadio delle protezioni. • il soccorritore e le relative batterie.
1	LOCALE MISURE	<p>in questo locale trovano alloggiamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'armadio misure; • la morsettiera per segnali a disposizione di E-Distribuzione.
1	LOCALE TRAFI AUSILIARIO	<p>in questo locale trova alloggiamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • il trasformatore MT/BT, funzionale a garantire alimentazione ai sistemi in bassa tensione di sottostazione.

Per il potenziamento dell'impianto eolico "Casoni di Romagna" verrà sfruttata l'attuale struttura in muratura dell'Impianto di Utente.

Quadro di Media Tensione

La composizione delle unità funzionali del quadro di media tensione esistente, alloggiato all'interno del LOCALE QUADRI, è la seguente:

Quantità	Descrizione dell'unità funzionale
1	UNITÀ FUNZIONALE ARRIVO LINEA
1	UNITÀ FUNZIONALE DOTATA DI INTERRUTTORE
1	UNITÀ FUNZIONALE DI RISALITA CAVI
1	UNITÀ FUNZIONALE MISURE
2	UNITÀ FUNZIONALI DOTATE DI INTERRUTTORE PER CONNESSIONE DELLE LINEE MT PROVENIENTI DAL CAMPO
1	UNITÀ FUNZIONALE DOTATA DI INTERRUTTORE PER CONNESSIONE A TRASFORMATORE BT/MT PER ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI

Il potenziamento dell'impianto eolico "Casoni di Romagna" necessiterà la sostituzione dell'attuale quadro di media tensione con nuove unità funzionali opportunamente dimensionate per la potenza aggiuntiva. Le nuove unità funzionali del quadro MT a 20 kV saranno:

Quantità	Descrizione dell'unità funzionale
1	UNITÀ FUNZIONALE ARRIVO LINEA

Quantità	Descrizione dell'unità funzionale
1	UNITÀ FUNZIONALE DOTATA DI INTERRUTTORE
1	UNITÀ FUNZIONALE DI RISALITA CAVI
1	UNITÀ FUNZIONALE MISURE
3	UNITÀ FUNZIONALI DOTATE DI INTERRUTTORE PER CONNESSIONE DELLE LINEE MT PROVENIENTI DAL CAMPO
1	UNITÀ FUNZIONALE DOTATA DI INTERRUTTORE PER CONNESSIONE A TRASFORMATORE MT/BT PER ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI

Il nuovo quadro di media tensione, che verrà alloggiato all'interno del LOCALE QUADRI, ha le seguenti caratteristiche generali:

Tensione nominale	[kV]	24
Corrente nominale delle sbarre principali	[A]	1250
Corrente nominale derivazioni	[A]	1250
Corrente di cortocircuito di breve durata (1 s)	[kA]	16
Tensione di prova a frequenza industriale	[kV]	50
Tensione di prova ad impulso	[kV]	125

Trasformatore per Servizi Ausiliari dell'Impianto di Utente

Il nuovo trasformatore MT/BT per i servizi ausiliari avrà le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale	100 kVA
V1n (Tensione nominale lato MT)	20 ± 2x2.5 % kV
V2n (Tensione nominale lato BT)	400 V
Gruppo vettoriale	Dyn11

Servizi Ausiliari

Il quadro di bassa tensione funzionale all'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione è composto da due sezioni:

- sezione a 400/230Vac dedicata all'alimentazione degli impianti Luce, Forza Motrice, ventilazione dei locali di cabina e del trasformatore AT/MT ed ausiliari relativi al quadro protezioni, alle apparecchiature AT ed alle apparecchiature di misura;
- sezione a 110Vcc alimentata da gruppo raddrizzatore/caricabatterie, al servizio degli ausiliari delle apparecchiature AT e degli ausiliari dei quadri elettrici di potenza e di protezione.

Le apparecchiature, principalmente costituite da interruttori modulari magnetotermici, saranno contenute entro un armadio metallico da pavimento avente grado di protezione esterno IP40.

Sistema di Alimentazione Ausiliaria in Corrente Continua

Il sistema di alimentazione a 110 Vcc è asservito a:

- motoriduttori degli interruttori delle unità funzionali di MT
- sistemi di azionamento interruttori e sezionatori di AT
- bobine di apertura e chiusura interruttori AT e MT
- dispositivi di protezione
- dispositivi di segnalazione
- illuminazione d'emergenza di cabina.

Il sistema è costituito da:

- doppio raddrizzatore carica batterie a un ramo ridondato
- batteria di accumulatori
- sezione dedicata nel quadro servizi ausiliari;
- rete di distribuzione in corrente continua.

È inoltre presente un inverter CC/CA per l'alimentazione di alcune utenze in corrente alternata che necessitano di continuità (e.g. PC del sistema SCADA).

Impianti a servizio della cabina MT/BT

Sono presenti i seguenti impianti:

- impianto di illuminazione generale;
- impianto di forza motrice;
- impianto di illuminazione di sicurezza;
- impianto di terra e di equipotenzializzazione;
- impianti di ventilazione e di condizionamento dei locali di cabina;
- impianto di rivelazione incendi;
- impianto di controllo accessi e antintrusione.

Tali impianti sono alimentati in derivazione dal quadro "Servizi ausiliari".

Impianti di illuminazione generale e di emergenza

L'illuminazione generale è principalmente realizzata con apparecchi illuminanti dotati di coppa di protezione in policarbonato, grado di protezione IP65, completi di lampade ad alta efficienza luminosa.

L'impianto di illuminazione di sicurezza a 110Vcc garantisce un illuminamento minimo tale per cui, al mancare della rete, è possibile il completamento delle operazioni di manutenzione in corso e l'evacuazione in sicurezza dai locali tecnici.

Impianti Forza Motrice

Sono presenti dei gruppi prese di tipo industriale composti da:

- n. 1 presa 2x16A+T, interbloccata con fusibile, IP55
- n. 1 presa 3x16A+N+T, interbloccata con fusibile, IP55

Sono presenti inoltre delle prese bipasso di tipo civile 2x10/16A+T e prese Shuko 2x16A+T, sempre con

grado di protezione IP55. In fase esecutiva saranno integrate con eventuali aggiornamenti che si renderanno necessari.

Impianto di Terra e di Equipotenzializzazione

L'impianto di terra a servizio dell'edificio di cabina è di fatto parte integrante del dispersore primario di sottostazione. L'impianto di terra è costituito da un dispersore lineare, ad anello, posato, in scavo predisposto, lungo il perimetro dell'edificio stesso e realizzato in corda di rame nuda da 120 mm². Laddove possibile, è collegato ai ferri d'armatura, tramite saldatura alluminotermica o con appositi morsetti.

Al fine di realizzare l'equipotenzializzazione delle masse e delle masse estranee si è provveduto, e si provvederà nel caso di sostituzione di opportune apparecchiature, a:

- Collegare all'impianto di terra principale la sbarra di terra dei quadri
- Posare lungo le pareti interne della cabina un anello equipotenziale in piatto di rame da 30x5 mm² collegato all'impianto di dispersione esterno
- Collegare tale anello alla rete elettrosaldata presente nella platea di fondazione almeno in corrispondenza degli angoli di ciascun locale.
- Collegare all'impianto di terra la carcassa del trasformatore MT/BT
- Collegare all'impianto di terra gli schermi dei cavi MT (linee in arrivo e linea tra scomparto MT e trasformatore)
- Collegare all'impianto di terra il centro stella del trasformatore MT/BT
- Collegare a terra eventuali canali e tubazioni metalliche relative agli impianti elettrici, qualora si posino al loro interno cavi sprovvisti di guaina esterna.

Ad impianto realizzato, sarà quindi necessaria la misura della resistenza di terra, ovvero la misura delle tensioni di passo e contatto.

Impianto di Ventilazione del locale Trasformatore Servizi Ausiliari e del locale Quadro di media tensione

Il locale trasformatore è raffreddato con sistema di ventilazione forzata con attivazione automatica al raggiungimento della soglia temperatura interna impostata sul termostato ambiente.

L'aria è immessa nel locale attraverso l'apertura grigliata posta in posizione frontale rispetto al trasformatore ed estratta dalla parte opposta, in modo tale da garantire che il flusso d'aria forzata vada ad investire la macchina. Il ventilatore assiale è posizionato in alto dal lato opposto rispetto alla presa di aspirazione. La velocità dell'aria in corrispondenza delle aperture di immissione non dovrà superare i 3 m/s per evitare di sollevare polvere all'interno del locale con conseguente insudiciamento delle apparecchiature elettriche.

Condizionamento del Locale Quadri di bassa tensione, comando e controllo

Per evitare possibili sovratemperature e quindi malfunzionamenti o riduzione della vita utile delle apparecchiature, nel locale quadri è presente un impianto di condizionamento.

Il condizionamento avviene senza ricircolo di aria esterna, comunque garantendo un adeguato ricambio d'aria opportunamente filtrata.

L'aria condizionata viene distribuita nel locale in modo da garantire che il flusso d'aria forzata vada ad investire le apparecchiature che maggiormente contribuiscono al riscaldamento.

Impianto di Rivelazione Incendi

L'impianto rivelazione incendi è costituito da:

- rivelatori ottici in ciascun locale, di tipo collettivo;
- ripetitori ottici all'esterno di ciascun locale sorvegliato;
- un pulsante manuale di allarme ubicato all'esterno;
- un avvisatore ottico da esterno;
- centrale di rivelazione a quattro zone per la gestione dei sensori in campo completa di segnalazione a distanza di eventuali allarmi;
- tubazioni, linee di segnale e cablaggio.

Impianto di Controllo Accessi e Antintrusione

L'impianto antintrusione è realizzato all'interno dell'edificio elettrico con protezione e controllo interno; è stato previsto a scopo preminentemente antivandalico e consente l'invio al posto remoto, mediante gli apparati di teleoperazione, della segnalazione di allarme per "intrusione estranei".

L'impianto è costituito da:

- centrale antintrusione modulare, in versione "black box";
- contatto magnetici a triplo bilanciamento, montaggio a vista, in corrispondenza delle porte di accesso dall'esterno;
- modulo di indirizzamento multiplo, a 4 ingressi e 2 uscite, completo di contenitore;
- tastiera alfanumerica autoprotetta con display per programmazione e gestione centrale antintrusione;
- sirena elettronica da esterno, autoalimentata.

Altre dotazioni

In cabina sono presenti, per i locali quadri MT/BT e trasformatore, due estintori portatili con le seguenti caratteristiche:

- n. 1 estintore a polvere ABC 9 kg;
- n. 1 estintore a CO2 5 kg.

Inoltre sono presenti e, nel caso, aggiornati alle nuove apparecchiature:

- tappeto isolante 24 kV, posizionato a pavimento sul fronte del quadro di media tensione per tutta la sua lunghezza;
- schema elettrico della cabina da installare a parete con protezione in plexiglass;
- tavolino con sedia;
- lampada portatile di emergenza con batterie sempre in carica;
- cartelli monitori.

Controllo centralizzato e Supervisione (SCADA)

Il sistema SCADA è composto dei seguenti elementi:

- armadio di acquisizione segnali dal campo dotato di relé di isolamento
- armadio contenente l'unità di controllo remoto (RTU) e l'apparato periferico di telecontrollo
- PC di controllo e comando

I segnali di interfaccia con il campo sono fondamentalmente:

- per le apparecchiature di manovra di alta tensione:
 - stati degli organi di comando principale (interruttori, sezionatori di linea e di terra)
 - stati degli organi di comando ausiliari (interruttori magnetotermici)

- allarmi e blocchi
- per il trasformatore AT/MT:
 - segnalazioni intervento protezioni interne (Buchholz, max pressione, ecc.)
 - posizione del variatore sotto carico
 - stati degli organi di comando ausiliari (interruttori magnetotermici) nei quadri di comando
 - allarmi e blocchi
- per le unità funzionali di media tensione:
 - stato degli interruttori e dei sezionatori
 - intervento su guasto delle protezioni
 - comandi per l'apertura e chiusura da remoto
- per il quadro protezioni:
 - stato relè di uscita protezioni
 - oscillografoturbografo
 - intervento su guasto delle protezioni
- per il gruppo raddrizzatore - batterie:
 - stato rete
 - stato batterie
 - allarmi

Vengono inoltre monitorati segnali da altri sistemi quali quadri BT, impianto rivelazione incendi, antintrusione.

Impianto di Terra dell'Impianto di Utente

L'impianto di terra di sottostazione è costituito da una rete magliata di conduttori in corda o tondino di rame dimensionato termicamente per la corrente di guasto prevista.

Tale impianto è connesso all'impianto delle aree di E-Distribuzione, in quanto non è possibile mantenerli indipendenti.

Il lato di maglia è stato scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalle Norme. Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (portali, sezione AT, TA, TV, scaricatori) le dimensioni delle maglie sono opportunamente ridotte.

In particolare, l'impianto è costituito da maglie aventi lato di 6÷7 m. Le apparecchiature e le strutture metalliche di sostegno sono invece connesse all'impianto di terra mediante opportuni conduttori in rame, il cui numero varia da 2 a 4 in funzione della tipologia del componente connesso a terra.

La rete di terra sarà costituita da conduttori in corda di rame nudo (sezione 70 mm²) interrati ad una profondità di 0.7 m.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche sono in rame (sezione 120 mm²) collegati a due lati di maglia. Nel caso di collegamenti a terra di TA, TV e scaricatori, sono presenti invece quattro connessioni.

I conduttori di rame sono collegati tra loro con dei morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento ai sostegni è realizzato mediante capocorda e bullone.

Trasformatore AT/MT

Il nuovo trasformatore AT/MT avrà le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale	26/30 MVA
Raffreddamento	ONAN/ONAF
V1n (Tensione nominale lato AT)	132 kV ± 10 x 1,5%
V2n (Tensione nominale lato MT)	20 kV
Gruppo vettoriale	YNd11

Il trasformatore, in accordo allo standard Terna, sarà dotato almeno delle seguenti protezioni:

Id	Funzione
26Q	<i>sovratemperatura olio, con soglia di allarme e di scatto</i>
99Q	<i>livello olio, con soglia di allarme</i>
63Q	<i>pressione olio, con soglia di scatto</i>
97T	<i>relè Buchholz di trasformatore, con soglia di allarme e scatto</i>
97VSC	<i>relè Buchholz di variatore sotto carico, con soglia di scatto</i>
99VSC	<i>livello olio nel variatore sotto carico, con soglia di allarme</i>

Inoltre, è previsto il dispositivo di controllo e comando del variatore sotto carico (90TR) con controllo remoto da SCADA.

Apparecchiature AT nell'Impianto di Utente

Le apparecchiature in AT appartenenti all'Impianto di Utente manterranno la stessa configurazione, sostituendo alcuni degli attuali dispositivi con nuove apparecchiature opportunamente dimensionate in relazione alla potenza aggiuntiva dell'impianto eolico.

Viene di seguito descritta l'attuale configurazione del montante AT, con isolamento in aria, nell'Impianto di Utente.

Id	Quantità	Descrizione
COMPASS	1	MODULO IBRIDO COSTITUITO DA INTERRUTTORE, SEZIONATORE, SEZIONATORE DI TERRA E TRASFORMATORI DI CORRENTE ISOLATI IN SF6 (145 kV)
TA01	3	TRASFORMATORE DI CORRENTE PER MISURE
TV01	3	TRASFORMATORE DI TENSIONE PER PROTEZIONI E MISURE
ALC	3	ARRIVO LINEA IN CAVO

I dispositivi da sostituire saranno a esempio i TA.

La connessione in antenna del montante AT dell'Impianto di Utente all'Impianto di Rete, all'interno della SSE "San Benedetto del Querceto", sarà costituita dall'elettrodotto in cavo sotterraneo esistente a 132 kV.

Per i dettagli si rimanda ai seguenti elaborati:

TPC	073	00	SOTTOSTAZIONE DI CONNESSIONE – PIANTA, SEZIONE E PROSPETTI
-----	-----	----	--

Sistema di Protezione dell’Impianto di Utente

Il sistema di protezione presente è definito in modo tale da garantire:

- la protezione dell’impianto contro tutti i possibili guasti e funzionamenti anomali che possono verificarsi all’interno dello stesso;
- il distacco di tutto l’impianto di produzione dalla RTN a 132 kV per guasti o funzionamenti anomali su quest’ultima, nel rispetto dei criteri generali dettati da Terna per l’allacciamento degli impianti di produzione alla RTN.

Le protezioni sono le seguenti:

Ubicazione	Elemento protetto	Lato	Funzioni di protezione richieste
CP Utente AT/MT	RTN / impianto eolico	AT	27, 50, 51, 59, 59VO, 81<, 81>, 87T
CP Utente AT/MT	Trasformatore AT/MT	AT	50, 26Q, 63Q, 97T, 97VSC, 99Q, 99VSC
CP Utente AT/MT	Rete servizi ausiliari in CC	AT	80s
Quadro MT in CP Utente	Quadro MT	MT	50,51
Quadro MT in CP Utente	Celle arrivo dal campo	MT	50, 51, 67N
Quadro MT in CP Utente	Quadro, linee / Rincalzo	MT	59VO

Apparecchiatura di Misura dell’Energia

L’apparecchiatura di misura dell’energia elettrica scambiata con la RTN è localizzata in corrispondenza al punto di connessione i AT. Inoltre, sono previste le misure sulle linee di connessione dell’energia prodotta dall’impianto eolico e la misura dell’energia assorbita dai servizi ausiliari.

Il sistema di misura è costituito da:

- TA di misura in classe 0.2;
- TV di misura in classe 0.2;
- Apparecchiatura di misura (AdM) in classe 0.2.

Apparecchiatura di Teletrasmissione delle Misure

La teletrasmissione delle misure sarà realizzata in accordo con quanto riportato nelle indicazioni del Codice di rete di Terna che in qualità di Gestore della RTN deve acquisire dagli impianti di produzione connessi sulla stessa le informazioni necessarie per il controllo della rete. Tali informazioni devono quindi essere messe a disposizione dall’utente produttore e trasmesse tramite protocollo specifico.

Per la raccolta e la trasmissione dei dati si prevede sia necessario installare dei convertitori che effettuino le misure e una RTU (Remote Terminal Unit) a CPU ridondata, per la trasmissione a Terna.

Punto di Connessione alla Rete dati

La CP Utente è dotata di connessione a rete ISDN o ADSL. In particolare sono presenti le seguenti linee:

- linea per connessione al server SCADA di parco
- linea per connessione al server SCADA di sottostazione
- linea per trasmissione allarmi dagli aerogeneratori verso postazione remota di controllo
- linea per controllo da postazione remota dei parametri regolabili del sistema degli aerogeneratori.

Valutazione dei Campi Elettromagnetici generati dalle opere elettriche di progetto

Principali riferimenti normativi in materia di campi elettromagnetici e limiti di riferimento generati da linee elettriche in corrente alternata

Le opere di progetto saranno rispettose della normativa vigente in tema di campi elettrici e magnetici. A livello nazionale, il quadro tecnico e normativo è il seguente:

Legge quadro 22 febbraio 2001 n. 36	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" [si applica a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz]
DPCM 8 luglio 2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti
Decreto 29 maggio 2008	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti [si applica alle linee esercite alla frequenza di rete (50Hz)]
Norma CEI 106-11	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" Prima edizione, 2006
Norma CEI 211-4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche" Seconda edizione, 2008
Norma CEI 11-60	Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" Seconda edizione, 2002

Limiti di riferimento

I livelli di riferimento raccomandati dall'ICNIRP per la popolazione, per le linee elettriche esercite alla frequenza di rete (50 Hz), sono:

Campo elettrico	[kV/m]	5 (valore efficace)
Campo magnetico	[µT]	200 (valore efficace)

A livello europeo la Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 ha invece recepito i valori indicati dalle precedenti Linee Guida dell'ICNIRP (Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo del 1998); tali valori sono quindi per le linee elettriche esercite alla frequenza di rete (50 Hz):

Campo elettrico	[kV/m]	5 (valore efficace)
Campo magnetico	[μT]	100 (valore efficace)

In ambito nazionale, ai fini della protezione della popolazione, la legge n. 36 del 22 febbraio 2001 e il successivo D.P.C.M. 8 luglio 2003 hanno introdotto, relativamente alla frequenza di rete di 50 Hz, i seguenti limiti:

Limite di esposizione:

Campo elettrico	[kV/m]	5 (valore efficace)
Campo magnetico	[μT]	100 (valore efficace)

Valore di attenzione:

Campo magnetico	[μT]	10 (valore efficace) <i>da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio</i>
------------------------	----------------------------	--

Obiettivo di qualità:

Campo magnetico	[μT]	3 (valore efficace) <i>da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio</i>
------------------------	----------------------------	---

Mentre i limiti di esposizione si applicano in ogni condizione di esposizione, i valori di attenzione si applicano nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere nel caso di linee esistenti nei confronti di edificato esistente.

Nella progettazione di nuove opere in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz si applica invece l'obiettivo di qualità.

Trasformatori MT/BT degli aerogeneratori

I trasformatori MT/BT degli aerogeneratori di progetto sono localizzati all'interno delle navicelle e quindi sono installati alla quota del mozzo del rotore a 81-99 m di altezza dal piano di campagna. L'installazione in quota permette di evitare qualsiasi esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

Nel caso in cui il trasformatore MT/BT, per scelta progettuale del costruttore in fase di gara, fosse posizionato alla base della torre, verranno prese tutte le precauzioni necessarie ad evitare l'esposizione della popolazione a valori di campo magnetico superiore all'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ nel caso in cui la DPA dovesse uscire dalla sezione della torre di sostegno. A titolo di esempio, potranno essere utilizzate schermature con materiali opportuni oppure potrà essere recintata l'area intorno alla torre degli aerogeneratori sottoposta a valori di campo magnetico superiore all'obiettivo di qualità. Essendo la potenza nominale dei trasformatori MT/BT e il loro posizionamento legato a scelte tecniche e progettuali del costruttore, nelle successive fasi autorizzative le DPA dei trasformatori MT/BT verranno analizzate con maggior dettaglio nel caso in cui il costruttore opti, anche se molto improbabile, per il posizionamento del trasformatore alla base della torre. Verranno realizzati elaborati grafici relativi alle DPA dei trasformatori MT/BT nelle successive fasi progettuali nel caso, comunque molto improbabile, in cui il costruttore opti per il posizionamento del trasformatore alla base della torre in fase di gara.

Linee EE MT a 20 kV di sito e di connessione

La Legge 22 febbraio 2001 n°36 e il DPCM 8 luglio 2003 hanno definito e fissato l'obiettivo di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) per la progettazione di nuove linee elettriche al valore di $3 \mu\text{T}$. Ai sensi del DM 29 maggio 2008 le fasce di rispetto delle linee MT di nuova costruzione e direttamente interrate con posa a trifoglio hanno ampiezza ridotta e inferiore alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n°449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991.

Come illustrato nella figura 18a) (curve equilivello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica, cavo MT sotterraneo 3x(1x185) I=360 A) della Norma CEI 106-11, la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ sia raggiunto già a brevissima distanza (indicativamente 50 – 80 cm) dall'asse del cavo stesso.

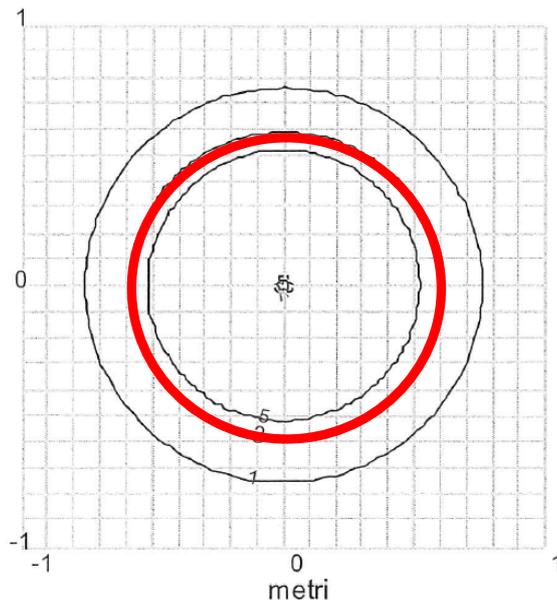
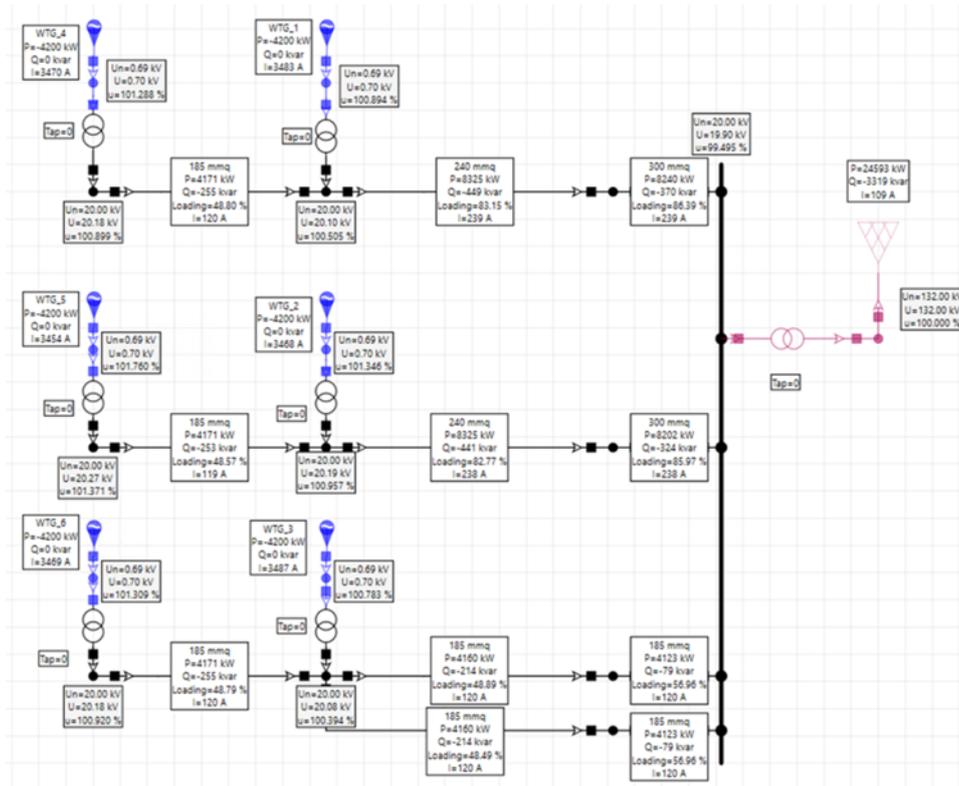


Fig. 18a) della Guida CEI 106-11: in rosso la curva isoinduzione $3 \mu T$

Per la determinazione delle distanze di prima approssimazione (DPA) di una linea elettrica, si fa riferimento all'obiettivo di qualità $3 \mu T$ e alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto. Le correnti nominali delle linee MT di sito e di connessione, ovvero la corrente generata quando tutti gli aerogeneratori sono in funzione alla potenza nominale, sono indicate nella seguente figura:



Al fine di individuare le DPA prodotte dalle linee MT durante il funzionamento in regime permanente dell'impianto eolico, ovvero quando tutti i sei aerogeneratori producono energia elettrica alla potenza nominale, è stata realizzata una valutazione tecnica per mezzo delle procedure di calcolo analitiche presenti nella Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotto secondo le

disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6) Parte 1: Linee elettriche aeree in cavo” e nella Norma 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”. Il calcolo dell’induzione magnetica è stato eseguito secondo un modello bidimensionale in quanto vengono rispettate le condizioni espresse al paragrafo 6.1 della Norma 106-11.

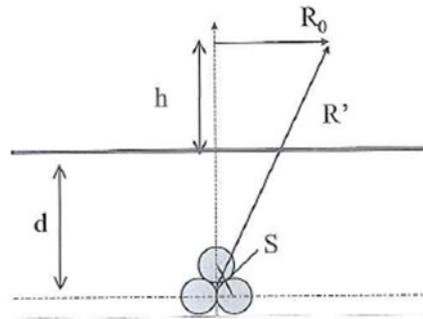


Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l’induzione magnetica è inferiore all’obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)

Per una terna di conduttori disposti ai vertici di un triangolo equilatero avente distanza tra gli assi dei conduttori pari a S [m] e percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A], l’induzione magnetica B [μT] in un punto distante R [m] dal baricentro, con $R \gg S$, è data dalla seguente equazione approssimata:

$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Dall’equazione suddetta, si ricava la distanza R’ (distanza dal centro geometrico dei conduttori che coincide con il conduttore centrale) corrispondente ad un valore di B pari a 3 μT:

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Come indicato nel paragrafo 6.2.3 “Linee in cavo interrato” lettera b) “Cavi unipolari posati a trifoglio”, per lo schema di posa ad elica visibile è possibile ricorrere alle relazioni approssimate utilizzate anche per le linee aeree con terna di conduttori disposti a triangolo. In questo caso, la formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R₀ (equivalente alla DPA) dall’asse della linea al livello del suolo oltre la quale l’induzione magnetica scende al di sotto del valore di 3 μT è la seguente:

$$R_0 = \sqrt{(0,082 \cdot S \cdot I - d^2)} \quad [m]$$

Di conseguenza, la DPA prodotta da una singola terna MT in cavo direttamente interrata con posa a trifoglio, in funzione della sua sezione, della sua ampiezza della corrente I, della distanza tra gli assi dei suoi conduttori S e della distanza dal piano di campagna d, è calcolata con la formula di R₀ vista sopra (R₀=DPA). In base all’allegato al DM 29 maggio 2008, le dimensioni delle fasce di rispetto e delle DPA devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1m. Nella tabella seguente sono indicati i valori della DPA per le singole terne aventi le sezioni utilizzate nel progetto Casoni di Romagna. Tali DPA sono state ottenute con il modello bidimensionale della Norma CEI 106-11, considerando anche una approssimazione all’eccesso cautelativa come richiesto dalla normativa.

Sezione [mmq]	Valore efficace corrente I _{eff} [A]	Ampiezza corrente I [A]	Distanza tra i conduttori S [m]	Distanza piano di campagna d [m]	R' [m]	DPA [m]	DPA con approssimazione in eccesso [m]
185	120	170	0.042	0.958	0.76	0	0
240	239	338	0.045	0.955	1.12	0.58	1
300	239	338	0.049	0.951	1.16	0.67	1

Per ottenere una stima delle DPA di più terne MT in parallelo aventi sezione anche diversa, sono stati sommati gli effetti legati all'induzione magnetica prodotti dalle singole terne MT in parallelo. Nella tabella seguente vengono indicate le stime delle DPA per i vari tratti di interesse delle linee MT di sito e di connessione, dall'impianto eolico alla sottostazione in località San Benedetto del Querceto.

Tratto linee MT	N° Linee MT	Totale DPA [m]	Totale DPA con approssimazione in eccesso [m]
CP-WTG1 (subalveo torrente Idice)	4 (2x185mmq + 2x300mmq)	2	2
CP-WTG1 (interrate)	4 (2x185mmq + 2x240mmq)	2	2
WTG1-WTG2	4 (3x185mmq + 1x240mmq)	1	1
WTG2	2 (1x185mmq + 1x240mmq)	1	1
WTG2-WTG3	4 (4x185mmq)	0	0
WTG3-WTG4	3 (3x185mmq)	0	0
WTG4-WTG5	2 (2x185mmq)	0	0
WTG5-WTG6	1 (1x185mmq)	0	0

Lungo l'intero percorso delle linee MT, gli unici ambienti abitativi e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore sono Cà di Bertano e alcuni edifici residenziali in località "I Boschi". Invece, lungo le restanti tratte percorse dalle linee MT non sono presenti aree residenziali, scolastiche e sanitarie o comunque adibite alla permanenza per un periodo di tempo superiore a 4 ore. In ogni caso, la distanza tra questi edifici e le linee MT interrato saranno mantenute sempre ad un valore tale da rispettare i vincoli normativi relativi alle DPA.

È fondamentale comunque ricordare che tali DPA così calcolate sono il risultato di una situazione particolare che consiste nella massima potenza di produzione dell'impianto eolico. Questa condizione implica che ogni aerogeneratore dell'impianto eolico operi nelle ottimali condizioni di ventosità, ovvero a valori di velocità del vento nelle quali il generatore produce alla potenza nominale. Questa condizione, però, avviene per un numero di ore minore rispetto alle condizioni di producibilità intermedie degli aerogeneratori. Di conseguenza, questi valori stimati delle DPA saranno presenti solo durante un basso numero di ore all'anno.

Nelle successive fasi autorizzative verrà effettuata un'analisi maggiormente dettagliata tramite l'utilizzo di un software di calcolo delle DPA e delle fasce di rispetto delle linee MT interrato.

Il proponente si dichiara comunque disponibile, al fine di una riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici e delle DPA, ad un eventuale aumento della profondità di posa dei cavi MT in prossimità degli edifici residenziali localizzati lungo il percorso delle linee MT di progetto.

All'interno dell'elaborato grafico 071-TPP071-01 sono presenti due dettagli grafici che rappresentano le DPA delle linee MT di progetto nei punti dove le linee MT sono più vicine a recettori dove è prevista la

permanenza di persone per più di 4 ore, al fine di valutare il rispetto degli “obiettivi di qualità” ai sensi dell’art.4 del DPCM 8 luglio 2003. Questi due punti recettori sono Cà di Bertano e località “I Boschi”.

Per maggiori dettagli ed approfondimenti si rimanda agli elaborati:

TPP	071	01	PLANIMETRIA DELLE LINEE ELETTRICHE SU CTR
-----	-----	----	---

Impianto di Utenza per la connessione

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede la possibilità di calcolare la **DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE**, definita come “*la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto*”.

Generalmente la Dpa generata dalle apparecchiature previste per l’Impianto di Utenza per la connessione rientra all’interno dei confini dell’impianto stesso.

Modalità di stima della DPA associata allo stallo AT e al quadro MT

Le DPA associate allo stallo in AT e al quadro MT sono state determinate a partire dai risultati contenuti nel documento di E-Distribuzione “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”, che riporta una uniformazione dell’approccio al calcolo della DPA (procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto) degli impianti, fruibile sia da parte di privati in sede di realizzazione di nuovi insediamenti, che da parte degli organi di controllo in sede di verifica. La valenza delle Linea Guida è nelle schede sintetiche riferite alla visualizzazione grafica e numerica delle DPA (calcolata in conformità alla norma CEI 211-4) per le tipologie standard di linee e cabine elettriche AT ed MT.

In particolare, la scheda “Allegato 16: cabina primaria isolata in aria”, riporta i valori della fascia di rispetto e della DPA per le sbarre in AT dello stallo e le sbarre in MT del quadro di una cabina primaria. A partire dai risultati riportati nella “Scheda A16”, sono state determinate le DPA relative al caso di progetto parametrizzando gli stessi in funzione della potenza, e quindi della corrente nominale, delle apparecchiature che verranno installate nella Cabina Primaria del parco eolico di progetto. Per cui:

Per lo stallo AT:

Potenza nominale trasformatore AT/MT Linee guida E-Distribuzione S.p.A.: 63 MVA

Potenza nominale nuovo trasformatore AT/MT impianto eolico Casoli di Romagna potenziato: 30 MVA

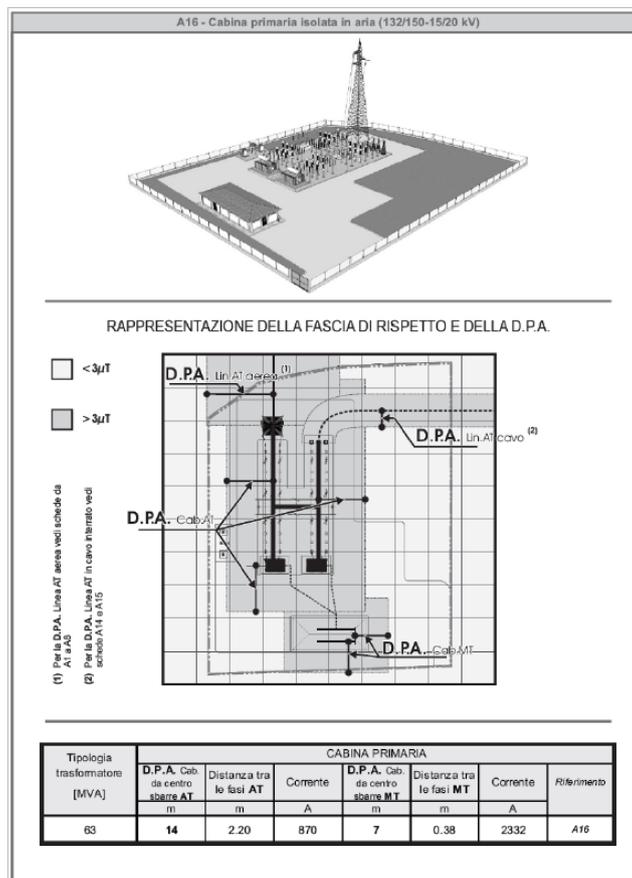
DPA da centro sbarre AT determinata da E-Distribuzione: 14 m

$$DPA_{\text{TrafoATMT}} = \frac{30}{63} * 14 \text{ m} \cong 6,67 \text{ m}$$

Per il quadro MT:

DPA da centro sbarre MT determinata da E-Distribuzione: 7 m

$$DPA = \frac{30}{63} * 7 \text{ m} \cong 3,33 \text{ m}$$

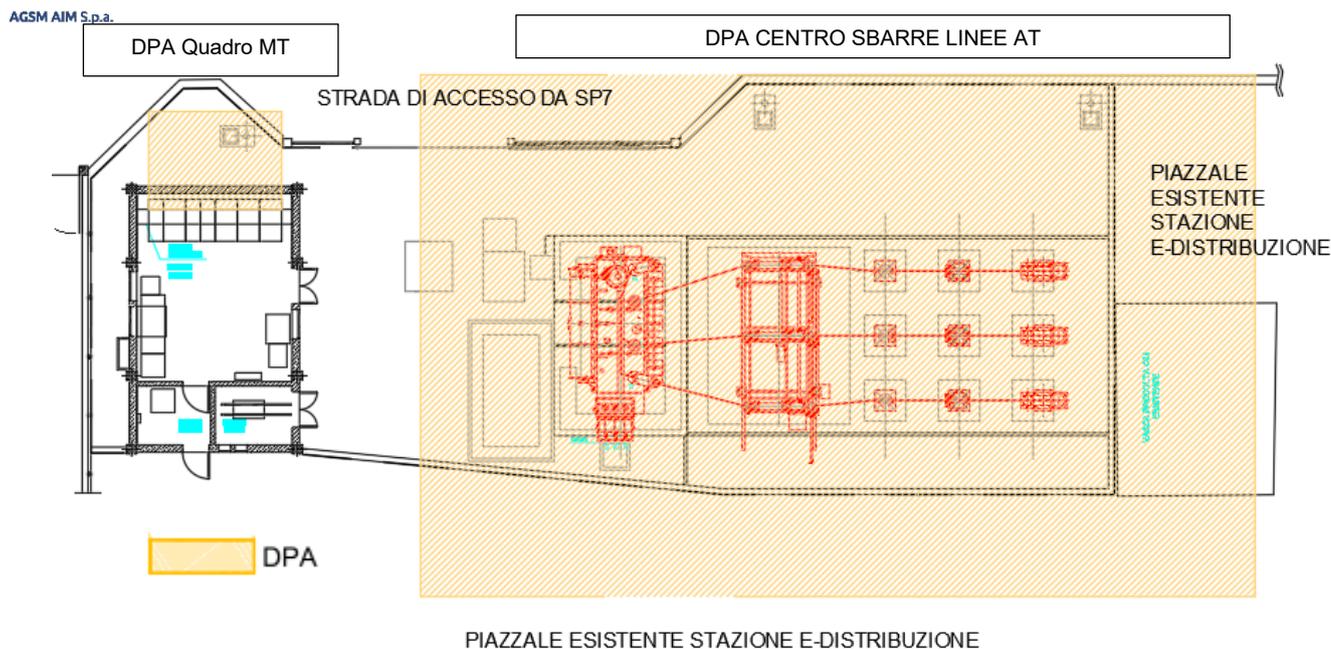


Allegato 16: cabina primaria isolata in aria (132/150 – 15/20 kV)

Conclusioni in esito ai calcoli dei campi elettromagnetici

Le Dpa generate dalle apparecchiature previste presso l’impianto di Utente (sezione a 132 kV e sezione a 20 kV) risultano essere ricomprese all’interno dell’area dell’impianto stesso, ad eccezione di alcune piccole aree all’esterno della recinzione esistente. Queste aree interferiscono con la strada di accesso alla SSE “San Benedetto del Querceto” dalla strada provinciale SP7 e con il piazzale esistente della stazione elettrica di proprietà di E-Distribuzione; va comunque ricordato che in queste aree non sono presenti aree gioco per l’infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze superiori a quattro ore.

Il Proponente si impegna, comunque, ad impedire la permanenza in tale aree da parte della popolazione.



Ortofoto dell'Impianto di Utente e della SSE "San Benedetto del Querceto"

Si sottolinea che le Dpa sopra definite fanno sempre riferimento alla *situazione più critica di funzionamento dell'impianto*. L'obiettivo di qualità, come definito dal D.P.C.M. 8 luglio 2003, fa invece riferimento alla *mediana dei valori di campo elettromagnetico in un arco di 24 ore di normale funzionamento dell'impianto*.

Dimensionamenti e Verifiche

Le analisi e le simulazioni descritte nel presente paragrafo hanno lo scopo di:

- stimare le perdite elettriche dell'impianto eolico "Casoni di Romagna" potenziato;
- verificare il rispetto dei vincoli di tensione e corrente (curva di capability), descritti dall'Allegato 17 del Codice di Rete di TERNA.

Vengono di seguito illustrati i calcoli di load flow eseguiti sul modello numerico, realizzato in ambiente Neplan, finalizzati alle verifiche sopra descritte.

L'impianto "Casoni di Romagna" potenziato è costituito da:

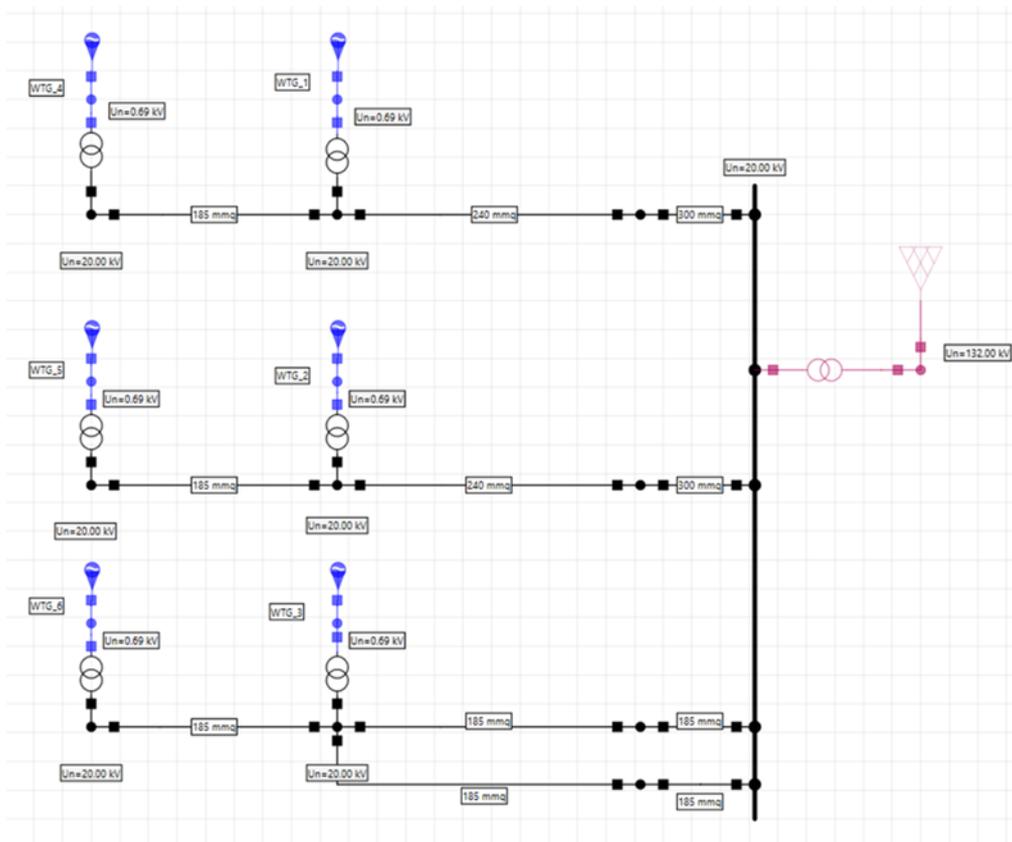
- 6 aerogeneratori
- 6 trasformatori BT/MT
- 2 linee trifase di sezione 185 mm^2 in alluminio per connettere gli aerogeneratori WTG01 e WTG04, WTG02 e WTG05; il tratto di queste 2 linee fino al sottopasso del torrente Idice ha sezione 240 mm^2 , mentre attraverso il sottopasso stesso ha sezione 300 mm^2
- 1 linea trifase in alluminio per connettere gli aerogeneratori WTG03 e WTG06; il tratto che collega WTG06 a WTG03 ha sezione 185 mm^2 , mentre il tratto che connette WTG03 all'impianto di utenza per la connessione è composto da due cavi di alluminio in parallelo aventi entrambi sezione 185 mm^2
- 1 Trasformatore MT/AT

La stima delle perdite elettriche è stata effettuata per il layout:

- 6 WTG Vestas V136 con una potenza nominale di 4,2 MW.

Il calcolo della verifica dei limiti di funzionamento in base all'Allegato 17 del Codice di Rete è stato fatto nella condizione più gravosa che è quella con 6 WTG da 4,2 MW.

La figura seguente rappresenta lo schema dell'impianto, in ambiente di modellazione: ad esso faranno riferimento i risultati e i calcoli esposti di seguito.



Configurazione impianto eolico "Casoni di Romagna" potenziato

Parametri e assunzioni

Per le linee è stato considerato l'utilizzo di cavo unipolare in alluminio con posa a trifoglio direttamente interrate lungo la quasi totalità della loro estensione, ad eccezione del corto tratto in corrispondenza dell'attraversamento in sottopasso al torrente Idice fino ai quadri MT dell'Impianto di Utente (circa 100 m), dove i cavi sono posati all'interno di tubi in PVC di diametro 160 mm annegati in cls.

La temperatura di esercizio è stata assunta pari a 55°C (media tra temperatura ambiente 20°C e la temperatura massima di esercizio 90°C), mentre la resistenza termica conduttiva del terreno è stata ipotizzata pari a 1 (°C*m)/W.

Nelle tabelle sottostanti sono indicate le caratteristiche dei cavi di sezione 185 mm², 240 mm² e 300 mm² rispettivamente nel caso di cavo unipolare con posa a trifoglio direttamente interrata e intubata:

Caratteristiche dei cavi interrati

Sezione cavo	Resistenza linea riferita a 55°C (Ω/km)	Reattanza (Ω/km)	Capacità (μF/km)	Portata a 20°C (A)
240 mm ²	0,146	0,1	0,35	430
185 mm ²	0,189	0,11	0,31	369

Caratteristiche dei cavi intubati

Sezione cavo	Resistenza linea riferita a 55°C (Ω/km)	Reattanza (Ω/km)	Capacità (μF/km)	Portata a 20°C (A)
300 mm ²	0,118	0,1	0,38	487
185 mm ²	0,189	0,11	0,31	369

Si fa notare che la portata effettiva utilizzata nel modello numerico è stata calcolata nelle effettive condizioni di posa, a partire dal dato di catalogo indicato nelle tabelle e applicando un coefficiente di riduzione per tener conto dell'effetto delle altre linee.

La lunghezza delle linee in sito di interconnessione tra gli aerogeneratori e delle linee di connessione all'Impianto di Utente è indicata nella seguente tabella.

LINEE IN SITO	Lunghezza (m)
Linea tra WTG04 e WTG01	1798
Linea tra WTG05 e WTG02	1927
Linea tra WTG06 e WTG03	2423
LINEE DI CONNESSIONE ALL'IMPIANTO DI UTENTE	Lunghezza (m)
Linea da WTG01 a Impianto di Utente	2989
Linea da WTG02 a Impianto di Utente	4412
Linea da WTG03 a Impianto di Utente	4039

Il trasformatore MT/AT è dotato di un commutatore sotto carico posto sul lato AT ($\pm 10 \times 1,5\%$).

Nel modello il commutatore sotto carico del trasformatore MT/AT è regolato per mantenere la tensione sul lato AT pari al valore nominale.

Per il trasformatore MT/AT si sono assunti i seguenti parametri caratteristici:

Caratteristiche del trasformatore MT/AT

Tensione primario (kV)	Tensione Secondario (kV)	Potenza nominale (MVA)	Tensione Corto circuito (%)	Potenza persa a vuoto (kW)
132	20	30	12	8,8

Per i trasformatori BT/MT si sono assunti i seguenti parametri caratteristici:

Caratteristiche del trasformatore BT/MT

Tensione primario (kV)	Tensione Secondario (kV)	Potenza nominale (MVA)	Tensione Corto circuito (%)	Potenza persa a vuoto (kW)
20	0.69	5	6,6	5,7

Dimensionamento: verifica tensioni, loading delle linee e curva di capability (Allegato 17 Codice di Rete)

Una prima verifica effettuata riguarda il rispetto dei vincoli elettrici dell'impianto, con riferimento in particolare alle cadute di tensione e alle portate dei cavi.

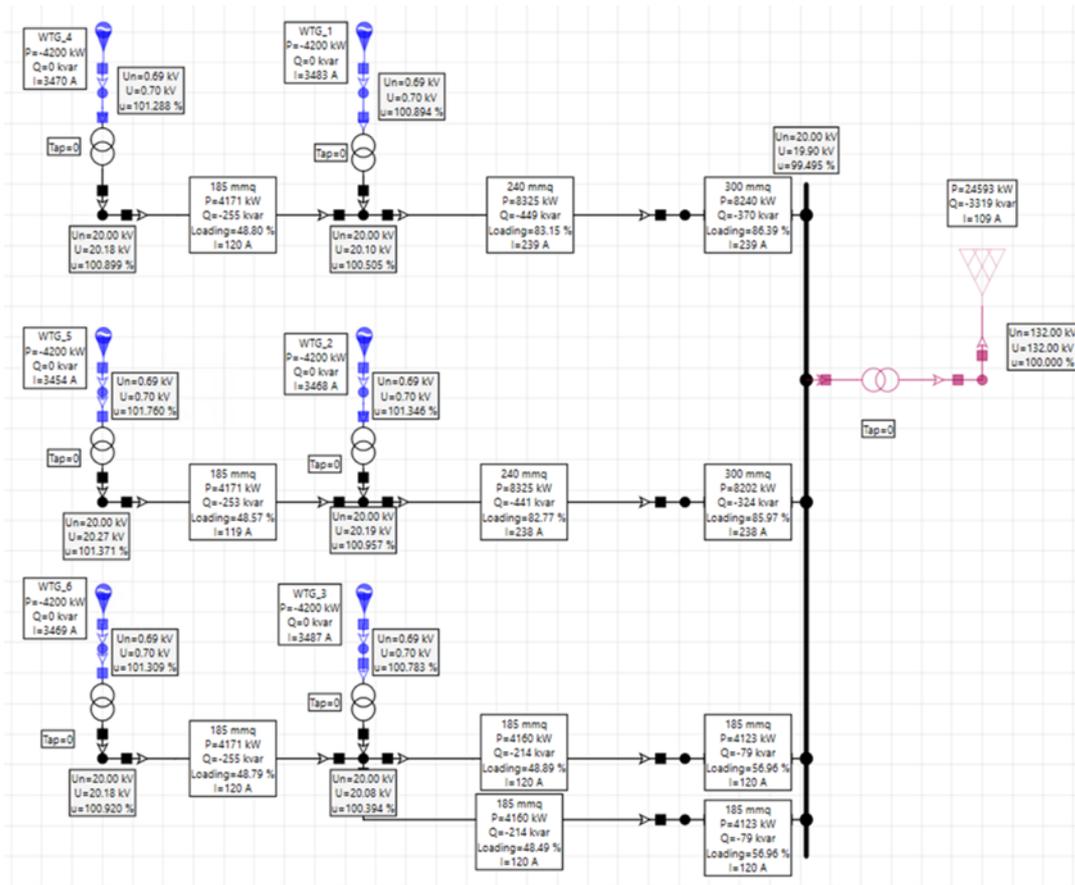
A questo scopo sono state calcolate le tensioni ai nodi e il loading delle linee (rapporto tra corrente di linea e portata del cavo) nelle condizioni più sfavorevoli, ovvero:

- Produzione max: 25,2 MW con $\cos\phi=1$;
- Resistenza dei conduttori a 90°C.

Nel modello il commutatore sotto carico del trasformatore MT/AT è regolato per mantenere la tensione sul lato AT pari al valore nominale.

I risultati ottenuti sono descritti nella tabella e nelle immagini di seguito riportate.

TAP trasformatore MT/AT	Tensione a monte del trasformatore MT/AT (%)	Massima tensione all'aerogeneratore (%)	Loading linea più carica (%)
0	99,495	101,76	86,39



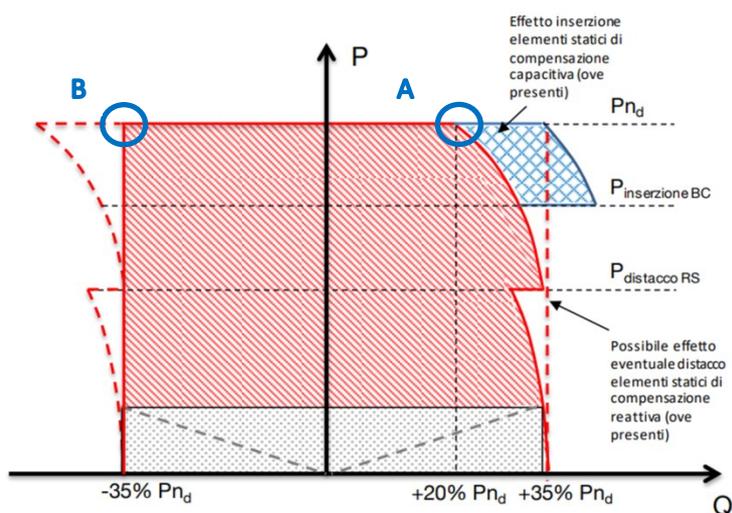
Risposta del modello con Produzione aerogeneratori 25,2 MW e $\cos\varphi=1$

Come si può osservare, la simulazione evidenzia il rispetto dei vincoli di portata e delle massime cadute di tensione ammissibili.

Dopo aver verificato il dimensionamento rispetto a tali vincoli, si è proceduto quindi a verificare il rispetto della “curva di capability” P/Q richiesta da Terna (Allegato 17 del Codice di Rete). Come noto, Terna può richiedere all’impianto l’erogazione o l’assorbimento di potenza reattiva: la curva di capability P/Q è rappresentata in rosso nella figura seguente.

Tramite il modello numerico, si è proceduto a verificare la possibilità di garantire il rispetto di questa area di funzionamento, simulando puntualmente la risposta del sistema in corrispondenza dei punti più critici, che sono quelli cerchiati in blu nel grafico (A e B) e che individuano le condizioni che determinano le maggiori sovratensioni nell’impianto.

Sono state calcolate pertanto le tensioni ai nodi e il loading della linea nelle configurazioni A e B del grafico di capability con la resistenza dei conduttori a 90°C. Nel modello il commutatore sotto carico del trasformatore MT/AT è regolato per mantenere la tensione sul lato AT pari al valore nominale.



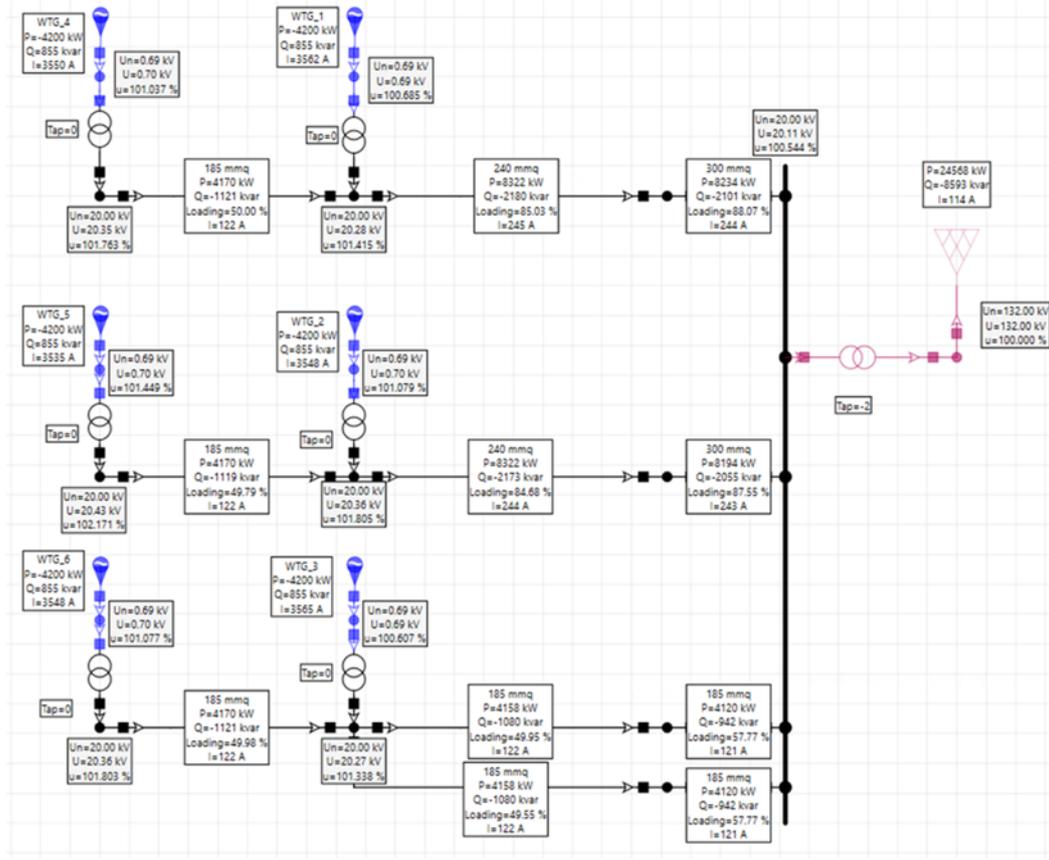
Curva capability P/Q della centrale eolica al punto di connessione AT alla tensione nominale

Le tabelle seguenti riepilogano i risultati ottenuti.

Punto di funzionamento	P erogata WTG (MW)	Q erogata WTG (Mvar)	P immessa in rete (MW)	Q immessa in rete (Mvar)	Q/P al punto di connessione AT
A	4,2	1,42	24,553	4,916	0,2
B	4,2	-0,855	24,568	-8,593	-0.35

Punto di funzionamento	Tensione AT riferita al valore nominale (%)	TAP trasformatore e MT/AT	Tensione a monte del trasformatore MT/AT (%)	Massima tensione all'aerogeneratore (%)	Loading linea più carica (%)
A	100	2	99,957	104,374	89,49
B	100	-2	100,544	101,449	88,07

A conclusione delle verifiche effettuate, sopra sinteticamente descritte, il dimensionamento dell'impianto risulta idoneo, e assicura il mantenimento di profili di tensione e grado di carico accettabili in tutto il campo di funzionamento previsto.



Risposta del modello nel funzionamento nel punto B del grafico della capability

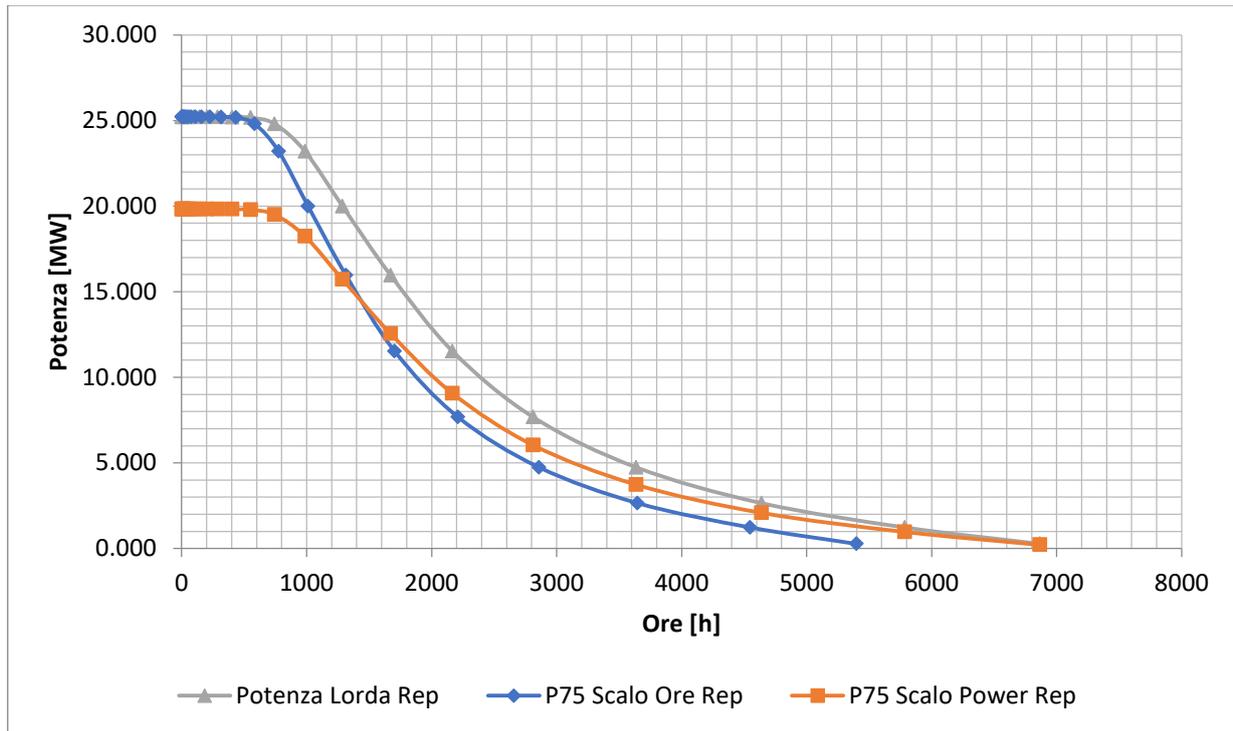
Stima delle perdite elettriche

Di seguito si illustra in modo sintetico e schematico il metodo utilizzato per procedere ad una stima dell'energia elettrica persa su linee e trasformatori.

Innanzitutto, sulla base dei risultati del micro-siting, è possibile ottenere una "curva di durata" della produzione eolica. Tale curva può essere opportunamente discretizzata in "classi di potenza", ognuna delle quali caratterizzata da un numero di ore di frequenza.

La distribuzione in frequenza che si ottiene, che per ciascuna classe di potenza indica le ore di accadimento (ottenuta dal calcolo Park del micro-siting), fa riferimento alla energia lorda prodotta dall'impianto, che non rappresenta quella netta immessa sulla rete di alta. Si rende pertanto necessario "scalare" tale distribuzione, adattandola alla stima attesa P75 della producibilità.

Per far questo si è scelto di rimodulare la tabella di frequenza agendo sia sulle ore rappresentative di ciascuna classe che sui valori stessi delle classi di potenza (mantenendo inalterate le ore), ovvero moltiplicando il numero di ore di ciascuna classe per un fattore pari a $\frac{P75}{AEP_{lorda}}$, lasciando invariate le classi di potenza, e viceversa rispettivamente. In questo modo si ottengono due nuove "curve di durata" (vedi grafico seguente), che fanno riferimento alla stima P75 e non all'energia lorda.



Una volta ottenute le distribuzioni in frequenza “scalate”, la stima delle perdite energetiche su base annua può essere condotta:

- effettuando un calcolo di load flow per ognuna delle classi discrete in cui si è suddivisa la curva di durata, allo scopo in particolare di determinare la potenza persa sui vari componenti dell’impianto (linee e trasformatori);
- moltiplicando la potenza di ciascuna classe per la rispettiva frequenza (nr. ore), e andando poi ad integrare su base annua sommando i valori ottenuti per ciascuna classe.

Una considerevole semplificazione del calcolo può essere ottenuta, senza introdurre nessuna approssimazione, introducendo il concetto di “potenza equivalente ai fini delle perdite”, ovvero la potenza media da assegnare come dato di input per il calcolo di load flow per avere l’equivalente effetto in termini di energia persa sulla rete.

Tale potenza “equivalente” può essere determinata con la seguente formula:

$$P_{EQ} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^z P_i^2 \cdot h_i}{\sum_{i=1}^z h_i}}$$

Infatti, l’energia persa in linea nella i-esima simulazione (dove i rappresenta l’i-esima classe discreta in cui si è suddivisa la curva di durata) è data dal prodotto tra la potenza persa e le ore in cui si verifica quella condizione di produzione:

$$E_{pi} = P_{pi} \cdot h_i = 3R \cdot I_i^2 \cdot h_i$$

L’energia persa in un anno è data da:

$$E_p = \sum_{i=1}^z P_{pi} \cdot h_i = \sum_{i=1}^z 3R \cdot I_i^2 \cdot h_i = 3R \cdot \sum_{i=1}^z I_i^2 \cdot h_i$$

Dove z è il numero di classi di potenza.

Moltiplicando e dividendo per la sommatoria delle ore di ogni classe di produzione si ottiene:

$$E_P = \frac{\sum_{i=1}^z 3R \cdot I_i^2 \cdot h_i}{\sum_{i=1}^z h_i} \cdot \sum_{i=1}^z h_i = 3R \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^z I_i^2 \cdot h_i}{\sum_{i=1}^z h_i} \right) \cdot \sum_{i=1}^z h_i = 3R \cdot \left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^z I_i^2 \cdot h_i}{\sum_{i=1}^z h_i}} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^z h_i$$

Dove la parte tra parentesi rappresenta la corrente equivalente I_{EQ} ai fini della potenza persa. La potenza prodotta equivalente da inserire nel modello è data da:

$$P_{EQ} = 3 \cdot E \cdot I_{EQ} \cdot \cos\varphi = 3 \cdot E \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^z I_i^2 \cdot h_i}{\sum_{i=1}^z h_i}} \cdot \cos\varphi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^z (3 \cdot E \cdot I_i \cdot \cos\varphi)^2 \cdot h_i}{\sum_{i=1}^z h_i}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^z P_i^2 \cdot h_i}{\sum_{i=1}^z h_i}}$$

L'approccio sopra descritto è stato applicato con riferimento al lay-out in precedenza esposto, ed ha portato a determinare i seguenti valori per le "potenze equivalenti" da assegnare al fine di stimare le perdite di rete.

Le "potenze equivalenti" da applicare al parco eolico sono le seguenti (la potenza da assegnare ad ogni WTG si ottiene come: $P_{WTG} = P_{EQ} / 4$):

- $P_{EQ} = 11,751$ MW

Le simulazioni sono state condotte impostando il commutatore sotto carico del trasformatore MT/AT in modo da mantenere la tensione sul lato AT pari al valore nominale.

Di seguito si riportano in sintesi i risultati ottenuti per cavi di sezione pari a 185 mm², 240 mm² e 300 mm², ricordando che la produzione attesa dell'impianto ripotenziato è stimata a 47,105 GWh/anno nel caso di potenza nominale di impianto pari a 25,2 MW, ovvero 6 WTG da 4,2 MW ciascuna (si veda RTG002-00).

Lay-out analizzato: 6 WTG Vestas V136 4,2 MW

	Perdite nelle linee (MWh/anno)	Perdite nei TR BT/MT (MWh/anno)	Perdite nei TR MT/AT (MWh/anno)	Totale (MWh/anno)	Totale rispetto alla produzione attesa
Valori	569,46	568,88	234,32	1372,66	2,91%
Perc.	41%	41%	17%	100%	

In conclusione, analizzando i risultati riportati nelle tabelle precedenti, possiamo osservare che per il lay-out studiato, le perdite di rete risultano piuttosto modeste (inferiori al 3%), e tra queste prevalgono le perdite nei trasformatori BT/MT e le perdite nelle linee in cavo.

Spett.le
AGSM AIM POWER S.R.L.

Pc: Terna SpA

Codice di rintracciabilità: 386082825

Oggetto: Preventivo di connessione alla rete AT di e-distribuzione fonte Solare per una potenza in immissione richiesta di 25.560 kW sito in Via IDICE, 999 - MONTERENZIO (BO).

Con riferimento alla Vostra richiesta di preventivo del 21/09/2023, Vi trasmettiamo, ai sensi dell'art. 19 dell'All'A della Delibera dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente n. 99/08 e successive modifiche e integrazioni, Testo Integrato delle Connessioni Attive (di seguito TICA), il preventivo per la connessione in oggetto, elaborato tenendo conto delle indicazioni rese da TERNA nell'ambito della procedura di coordinamento e secondo le seguenti condizioni:

Potenza già disponibile per la connessione (art. 1.1,cc del TICA) 15.000 kW;
Potenza in immissione richiesta (art. 1.1,dd del TICA) 25.560 kW
Potenza in prelievo richiesta per servizi ausiliari 800 kW;
Potenza nominale dell'impianto di produzione 25.560kW;
Potenza ai fini della connessione (art. 1.1,z del TICA) 10.560 kW.

1. DATI IDENTIFICATIVI DI IMPIANTO

I seguenti dati sono relativi al punto di connessione dell'impianto in oggetto alla rete AT con tensione nominale 132 kV.

Indirizzo: Via IDICE, 999
Comune: MONTERENZIO (BO)
Codice POD: IT001E49653563
Codice Presa: 3753743530445
Codice Fornitura: 496535634

2. SOLUZIONE TECNICA DEFINITIVA E RELATIVI COSTI MEDI

Vi evidenziamo che l'accettazione del preventivo comporta la prenotazione della capacità di rete relativamente alla potenza di immissione indicata nel presente preventivo, con le modalità e tempistiche previste dall'art. 33 del TICA.

In particolare precisiamo che la soluzione tecnica, che sarà di seguito specificata, rimarrà valida per 270 giorni lavorativi dalla data di accettazione del preventivo. Scaduto tale termine senza che, in relazione al progetto dell'impianto di produzione, venga acquisita, laddove prevista, la Valutazione di Impatto Ambientale positiva, ovvero venga ottenuto il provvedimento di autorizzazione alla costruzione, la soluzione tecnica in questione assumerà valore indicativo e quindi non sarà più vincolante per la nostra società.

Si fa presente che, decorso il termine dei 270 giorni lavorativi sopracitati, il responsabile del procedimento VIA o del procedimento di autorizzazione, in base all'art. 33.5 e 33.6 del TICA, nel caso ritenga possibile l'esito positivo del procedimento stesso, può verificare con la nostra società il persistere delle condizioni di fattibilità e realizzabilità della soluzione tecnica minima indicata nel presente preventivo. Tale possibilità è riconosciuta anche a Voi, come previsto dall'art. 33.6 TICA, se ci invierete copia della lettera di convocazione della riunione conclusiva della conferenza dei servizi relativa al procedimento autorizzativo dell'impianto di produzione.

Il Vostro impianto di produzione energia sarà allacciato alla rete AT con tensione nominale di 132 kV tramite l'esistente punto di connessione, fermo restando l'attuale punto di consegna e misura.

3. TEMPI DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI NECESSARI ALLA CONNESSIONE

Non essendo necessari interventi sulla rete per la connessione del Vs. impianto, i tempi per la realizzazione della connessione, determinati in via indicativa, con riferimento all'impianto di rete, sono di 0 (zero) giorni.

Fare riferimento alla STMG di Terna SpA (qui allegata), per lavori di altro gestore.

4. CORRISPETTIVO PER LA CONNESSIONE

Il corrispettivo di connessione è nullo (Euro zero), non essendo necessari interventi sulla rete per la connessione del Vs. impianto.

5. ITER AUTORIZZATIVO E RELATIVE INFORMAZIONI

Non sono previste autorizzazioni relative all'impianto di rete per la connessione.

6. TUTELA DEGLI ELETTRODOTTI

Vi facciamo presente che la localizzazione dei nuovi impianti di produzione, quali ad es. pannelli fotovoltaici e delle relative opere accessorie, non deve comportare alcun problema nella gestione ordinaria e straordinaria degli impianti elettrici esistenti nonché del realizzando impianto di rete. In particolare non dovranno essere occupate le fasce necessarie alla suddetta gestione, la cui estensione per tipologia di impianto è riportata nella tabella "Larghezza delle fasce da asservire in presenza di campate di lunghezza ricorrente" allegata.

Il rispetto della sopracitata prescrizione costituisce condizione indispensabile, tenuto anche conto delle facoltà previste a favore del Gestore della Rete dall'art. 121 del T.U. delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici n° 1775/33, per l'esecuzione delle attività di ispezione, di manutenzione ordinaria e straordinaria delle linee finalizzata a garantire la continuità del servizio di distribuzione di energia elettrica o ad eliminare eventuali situazioni di pericolo, mediante anche l'impiego di specifici mezzi d'opera.

Eventuali Vs. esigenze di spostamento dei nostri elettrodotti dovranno essere formalizzate per la successiva emissione del preventivo ad hoc, che conterrà anche la quantificazione dei relativi oneri economici da sostenere.

7. MISURA DELL'ENERGIA SUL PUNTO DI CONNESSIONE

L'installazione e manutenzione degli apparecchi di misura dell'energia sul punto di connessione, secondo quanto da Voi indicato nella richiesta di connessione, sarà a vostra cura.

La raccolta, validazione e registrazione delle letture è a carico del gestore, che provvederà ad addebitare i relativi oneri secondo quanto previsto dalle vigenti norme in materia per i clienti finali.

Il soggetto responsabile delle operazioni di gestione dei dati di misura nonché di natura commerciale è il soggetto individuato dall'art.7 dell'allegato TIME della delibera 654/2015/R/eel.

Può eventualmente modificare la sua scelta rispetto al servizio di misura, in sede di richiesta della STMD.

8. MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'installazione e manutenzione degli apparecchi di misura dell'energia sul punto di produzione, in considerazione di quanto risulta dalla domanda di connessione, sarà a vostra cura.

I requisiti per la installazione del sistema di misura dell'energia prodotta sono descritti nella sezione H.3 della "Guida per le connessioni alla rete elettrica di e-distribuzione S.p.A." pubblicata sul portale e-distribuzione S.p.A. all'indirizzo:

http://e-distribuzione.it/it-IT/Pagine/regole_tecniche.aspx

9. ATTRIBUZIONI PATRIMONIALI

Il terreno su cui insiste l'impianto di consegna ed i fabbricati da Voi realizzati rimarranno di Vostra proprietà. Il terreno ed i locali destinati al complesso di misura ed il locale di consegna saranno utilizzati da e-distribuzione gratuitamente sino a quando il collegamento dei Vs. impianti di utenza e/o produzione resterà in essere.

Qualora il terreno o i locali destinati all'impianto di consegna non siano di Vostra proprietà, Vi impegnate ad acquisire al più presto l'autorizzazione della proprietà alla stipulazione degli atti necessari alla regolazione, nel modo sopradetto, dell'utilizzazione dei beni da parte della nostra società.

10. INDENNIZZI

Qualora il presente preventivo venisse messo a disposizione oltre i tempi previsti nelle MCC (Guida per le Connessioni alla Rete Elettrica di e-distribuzione), sarà corrisposto un indennizzo automatico di importo pari a quanto previsto dal TICA.

11. VALIDITA' DEL PREVENTIVO

La presente proposta resta valida, secondo quanto previsto dal TICA, per 45 giorni lavorativi a far data dal ricevimento del presente preventivo.

12. ACCETTAZIONE DEL PREVENTIVO

Qualora riteniate di accettare il presente preventivo, dovrete provvedere a redigere ed inviare il documento di accettazione tramite il portale produttori.

In assenza di ricevimento dell'accettazione, la richiesta di connessione per l'impianto in oggetto dovrà intendersi decaduta.

13. OBBLIGHI INFORMATIVI A CARICO DEL RICHIEDENTE

Riteniamo opportuno farVi presente che, dopo l'accettazione del preventivo e per evitare la decadenza dello stesso, dovrete inviarci, come previsto dall'art. 31 del TICA, l'informativa sullo stato dell'iter autorizzativo ovvero sull'avvio dei lavori di realizzazione dell'impianto di produzione precisando, per il caso di ritardo nell'avvio, se questo sia dovuto alla mancata conclusione dei procedimenti autorizzativi o a cause di forza maggiore ovvero ad altre cause a Voi non imputabili. Tale informativa dovrà pervenirci entro la tempistica indicata nel TICA mediante dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà da compilare ed inviare mediante il portale produttori.

Vi rammentiamo, inoltre, che dovrà esserci inviata, pena la decadenza del preventivo, una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà attestante l'avvio dell'iter autorizzativo, nelle tempistiche previste dagli artt.

21.3, 21.5 e 21.8 del TICA. Con riferimento a quanto disposto agli art. 21.3 e 21.5 del TICA, come modificati dalla deliberazione n. 328/12, la dichiarazione di avvio del procedimento autorizzativo da inviare al gestore di rete deve contenere "il tipo di iter autorizzativo seguito, nonché gli estremi ed i recapiti del responsabile del procedimento autorizzativo". Tale informativa dovrà pervenirci entro la tempistica indicata nel TICA mediante dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà da compilare ed inviare mediante il portale produttori. Vi comunichiamo altresì che, in base all'art. 23.3 del TICA, se il Vostro impianto di produzione non venisse realizzato entro le tempistiche previste dall'autorizzazione alla costruzione, incluse eventuali proroghe concesse dall'ente autorizzante, il preventivo verrà a decadere.

E' quindi necessario che, al termine dei lavori di costruzione dell'impianto di produzione, ci trasmetta una dichiarazione sostitutiva di atto notorio attestante il rispetto della tempistica sopraddetta. Tale informativa dovrà pervenirci entro la tempistica indicata nel TICA mediante dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà da compilare ed inviare mediante il portale produttori.

Vi evidenziamo inoltre che, come previsto dall'art. 23.2 del TICA, è Vostro onere provvedere ad inviarci un crono-programma relativo alla realizzazione dell'impianto di produzione ed al relativo aggiornamento, dandocene comunicazione con cadenza almeno trimestrale.

Vi ricordiamo che, come previsto dall'art. 36 del TICA, a seguito dell'ottenimento delle autorizzazioni per la costruzione ed esercizio dell'impianto di produzione, dovrà registrare il medesimo impianto all'interno di GAUDÌ, accedendo al link: <http://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/gaudi.aspx>

Per maggiori informazioni sul processo di registrazione dell'impianto in GAUDÌ e sui successivi obblighi a Vs. carico, necessari ai fini dell'Abilitazione e dell'Esercizio delle Unità di Produzione su GAUDÌ, previsti dal TICA, potete consultare i manuali pubblicati sul sito internet di Terna, e la "Guida per le connessioni alla rete di e-distribuzione".

13. ALTRE INFORMAZIONI

Vi informiamo che, qualora dovessero pervenirci, anche successivamente all'accettazione del presente preventivo, altre richieste di connessione insistenti nell'area oggetto del Vs. intervento e la soluzione tecnica a Voi trasmessa dovesse diventare comune, anche soltanto in parte, a tali richieste di connessione, valuteremo l'opportunità di aggiornare le condizioni del presente preventivo con particolare riguardo a quelle relative alla gestione dell'iter autorizzativo dell'impianto di rete per la connessione ed alla realizzazione dell'impianto medesimo.

Vi informiamo, altresì, che qualora durante l'esercizio dell'impianto di produzione, e-distribuzione dovesse rilevare sistematiche immissioni di energia elettrica eccedenti la potenza in immissione richiesta, e-distribuzione, ove tecnicamente possibile, modificherà il valore della potenza in immissione richiesta e ricalcolerà il corrispettivo per la connessione sulla base della regolazione vigente al momento del ricalcolo. e-distribuzione applicherà in tal caso al richiedente il triplo della differenza tra il corrispettivo per la connessione ricalcolato e il corrispettivo per la connessione determinato nel preventivo, provvedendo a modificare di conseguenza il contratto di connessione, come stabilito nell'articolo 23.11 del TICA. Si considera come "sistematico" il superamento della potenza in immissione richiesta in almeno due distinti mesi nell'anno solare.

Per tutto l'iter della pratica di connessione potrete fare riferimento al sig. Alessandro Poggiali cell. 3296520703– alessandro.poggiali@e-distribuzione.com ed al Sig. Andrea Birrini, cel. 3294306789 per la parte tecnica.

Con l'occasione comunichiamo di seguito il link del nostro sito internet sul quale potrete trovare informazioni utili ad ogni Vostra esigenza www.e-distribuzione.it

Allegati:

- STMG Terna SpA

Con i migliori saluti.

MORENO MARINI

UN PROCURATORE

Il presente documento è sottoscritto con firma digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005. La riproduzione dello stesso su supporto analogico è effettuata da Enel Italia srl e costituisce una copia integra e fedele dell'originale informatico, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente.



PEC

Spettabile

E-DISTRIBUZIONE S.P.A.

Gestione Tecnica Connessioni

c.a. Ing. Simone Ferrero

e-distribuzione@pec.e-distribuzione.it

Oggetto: **Codice Pratica Terna: 202305826, Codice richiesta e-distribuzione 386082825 - Comune di Monterenzio (BO) - Coordinamento ai sensi dell'art. 35 del TICA - Nullaosta.**

Regione Emilia - Romagna - Comune di Monterenzio (BO) - Richiesta di modifica della connessione esistente per un impianto eolico della società AGSM AIM POWER S.R.L. con potenza in prelievo pari a 350 kW e immissione pari a 12.800 kW. Richiesta di aumento della potenza in prelievo da 350 kW a 800 kW e immissione da 12.800 kW a 25.560 kW.

Con riferimento alla Vs. richiesta Vi rappresentiamo, ai sensi dell'articolo 35 dell'Allegato A alla Delibera ARG/ELT 99/08 (TICA) e s.m.i., il ns. nulla osta alla connessione dell'impianto in oggetto alla Vs. Cabina Primaria denominata "Querceto", previa realizzazione dell'intervento 302-P del Piano di Sviluppo Terna.

Riteniamo inoltre opportuno segnalare che, in considerazione della progressiva evoluzione dello scenario di generazione nell'area:

- sarà necessario prevedere adeguati rinforzi di rete, alcuni dei quali già previsti nel Piano di Sviluppo della RTN;
- non si esclude che potrà essere necessario realizzare ulteriori interventi di rinforzo e potenziamento della RTN, nonché adeguare gli impianti esistenti alle nuove correnti di cortocircuito; tali opere potranno essere programmate in funzione dell'effettivo scenario che verrà a concretizzarsi.

Pertanto, fino al completamento dei suddetti interventi, Vi segnaliamo che non sono comunque da escludere, in particolari condizioni di esercizio, limitazioni della potenza in relazione alle esigenze di sicurezza, continuità ed efficienza del servizio di trasmissione e dispacciamento.

Vi chiediamo infine di inviarci per opportuna conoscenza la STMG che verrà rilasciata al richiedente, nonché copia della eventuale accettazione.

Rimaniamo a disposizione per ogni eventuale chiarimento.

Con i migliori saluti.

Enrico Maria Carlini

All.:c.s.
Copia:

DTCNR
ADE-AEANE
ATCNR-RL
REI-ARIPD
SVP-PRA
PSE-PSR
PSR-APNE
Az.: PSE-CON



Firmato da
Enrico Maria
Carlini
Data: 23/11/2023
13:10:57 CET