Firmato digitalmente da
PAOLO PAPUCCI
CN = PAPUCCI PAOLO
O = ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PISA/C.F. 80007110507
C = IT

Adelasia S.r.l.

Sede legale Piazza Cavour 7, 20121 Milano
Contatti Tel. 02 62690471 - Fax 02 92854278 - fera@pec.ferasrl.it
P.IVA/C.F. 11413160968
N° REA MI - 2601164
Iscritta al Registro Imprese di Milano Monza Brianza il 06/10/2020



Regione **Liguria**
Comune di **Cairo Montenotte (SV)**
Proponente **F.E.R.A. S.r.l.**

Parco eolico "Cascinassa"

As built

A1.1 Relazione tecnica di fine lavori

Progettisti:
Ing. Paolo Papucci

Ing. PAOLO PAPUCCI
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 2384 Sezione A
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
INDUSTRIALE - DELL'INFORMAZIONE

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
28.11.2023	A	Prima emissione	L. Zauro	P. Papucci	L. Pennisi

Comm. 61 **Elaborato:** CSN-A1.1A_Relazione tecnica di fine lavori

E' vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo, senza l'autorizzazione di F.E.R.A. S.r.l.

INDICE:

1. INQUADRAMENTO GENERALE 4

2. PARTE ELETTRICA 7

2.1.1. Caratteristiche generatore eolico 8

2.1.2. Rete di media tensione 8

2.1.3. Sottostazione elettrica di Bragno 11

3. OPERE CIVILI 12

3.1.1. Vie di accesso e tracciati 13

3.1.2. Percorsi interni 15

3.1.3. Opere per la regimazione idraulica dei tracciati 18

3.1.4. Piazzole di montaggio 18

1. INQUADRAMENTO GENERALE

La presente relazione di fine lavori è relativa alla costruzione dell'impianto eolico "Cascinassa", sito in loc. Cascinassa nella frazione di Montenotte Superiore, e della relativa sottostazione elettrica, sita nella frazione di Bragno, entrambi nel Comune di Cairo Montenotte (SV).

Il crinale interessato dall'impianto è individuato tra il Bric del Tesoro passando per il Bric La Fraciata fino ad arrivare in località Bandia. L'area del parco eolico si sviluppa lungo il crinale suddetto, in corrispondenza delle aree limitrofe al Bric La Fraciata, per una lunghezza complessiva di circa 1.200 m ad una quota media intorno agli 800 m s.l.m.

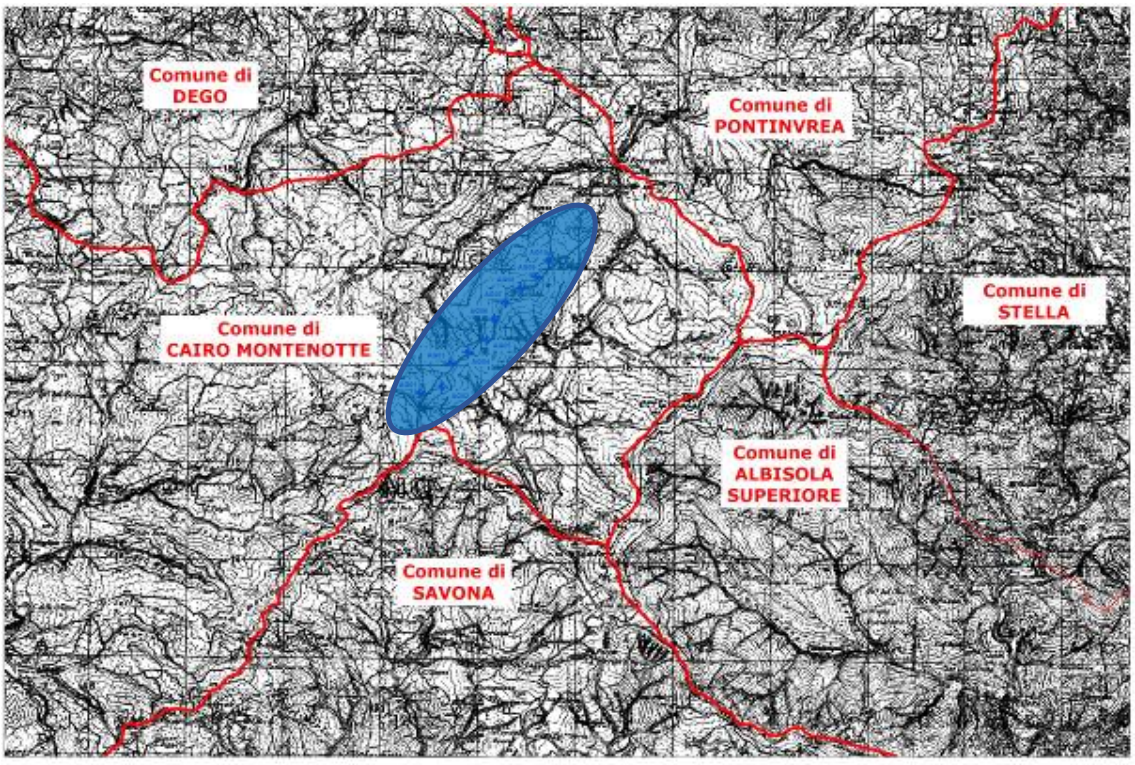


Figura 1 – *Zona d'impianto (in blu); estratto mappa IGM*

Di seguito si riportano le coordinate geografiche nel sistema WGS84 e alcune caratteristiche tecniche generali degli aerogeneratori installati.

	E	N	Diametro [m]	H mozzo [m]	H totale [m]	Potenza [MW]
AG01	8° 23.589'	44° 23.622'	136	112	180	4.2
AG02	8° 23.769’	44° 23.738’	136	91,5	159,5	4.2
AG03	8° 23.882’	44° 23.889’	136	91,5	159,5	4.2
AG04	8° 23.984’	44° 24.024’	136	91,5	159,5	4.2
AG05	8° 24.205’	44° 24.107’	136	91,5	159,5	4.2

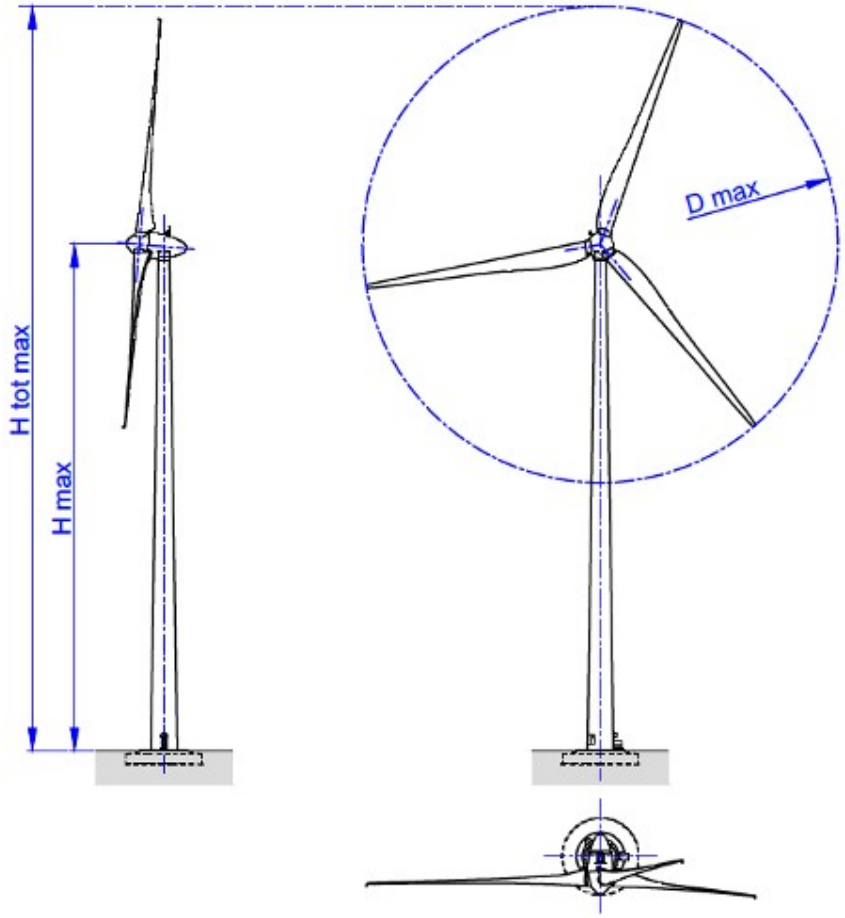


Figura 2 - *Coordinate aerogeneratori, caratteristiche generali*

Si riporta inoltre l'elenco dei mappali su cui insistono gli aerogeneratori ed uno stralcio del layout del parco eolico su Catastale.

	Foglio	Particella
AG01	61	210
AG02	43	184
AG03	43	94
AG04	43	92
AG05	43	88

Figura 3 – *Elenco mappali interessati*

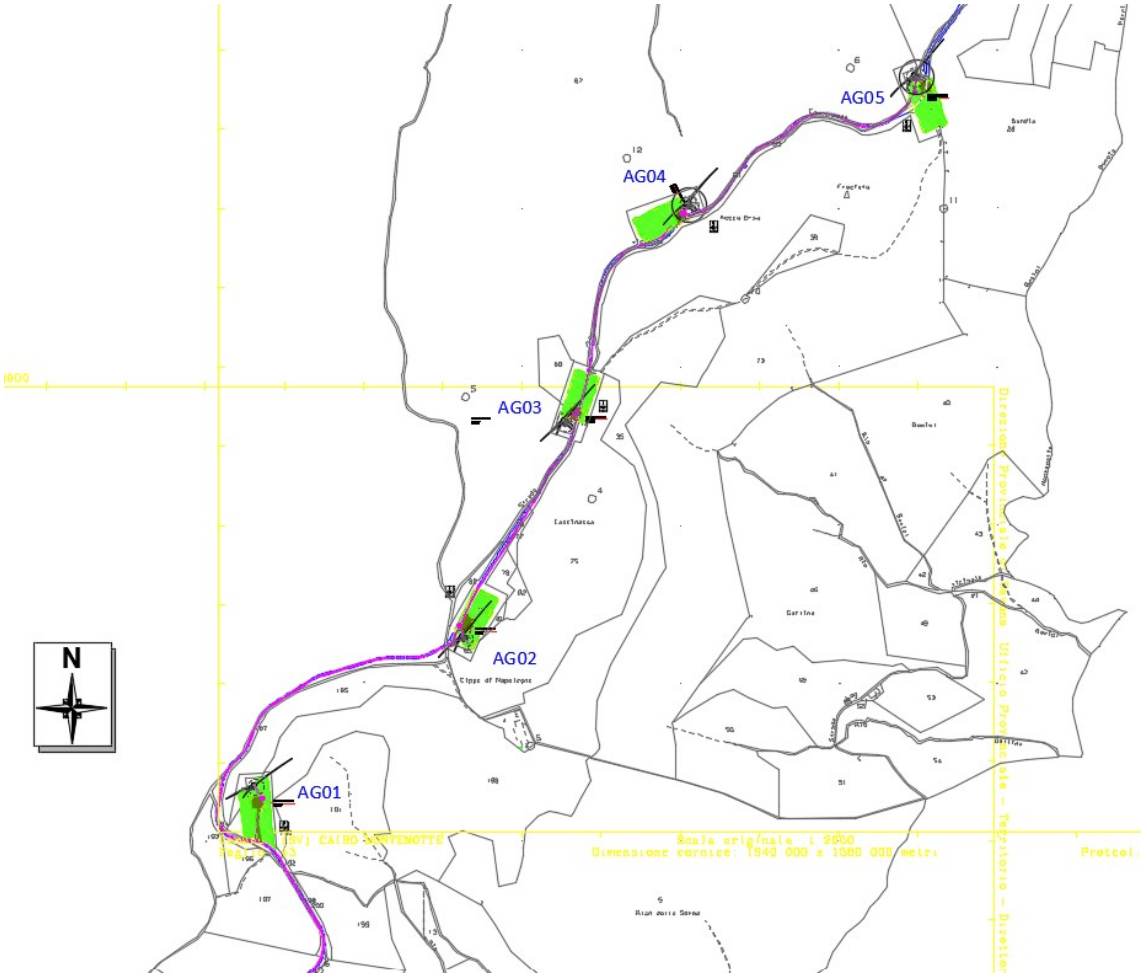


Figura 4 – *Dettaglio del layout del parco eolico su Catastale*

2. PARTE ELETTRICA

Ogni aerogeneratore fornisce energia elettrica a 720 V che poi, prima del trasporto, viene elevata a media tensione (30 kV) in un centro di trasformazione ubicato direttamente all'interno della torre stessa, in tal modo non sono state create nuove volumetrie esterne in prossimità della turbina. I due elettrodotti interrati MT di distribuzione, in uscita dal parco eolico, percorrono strade esistenti giungendo fino alla Sottostazione SSE, sita nella fraz. di Bragno, nel Comune di Cairo Montenotte (SV).

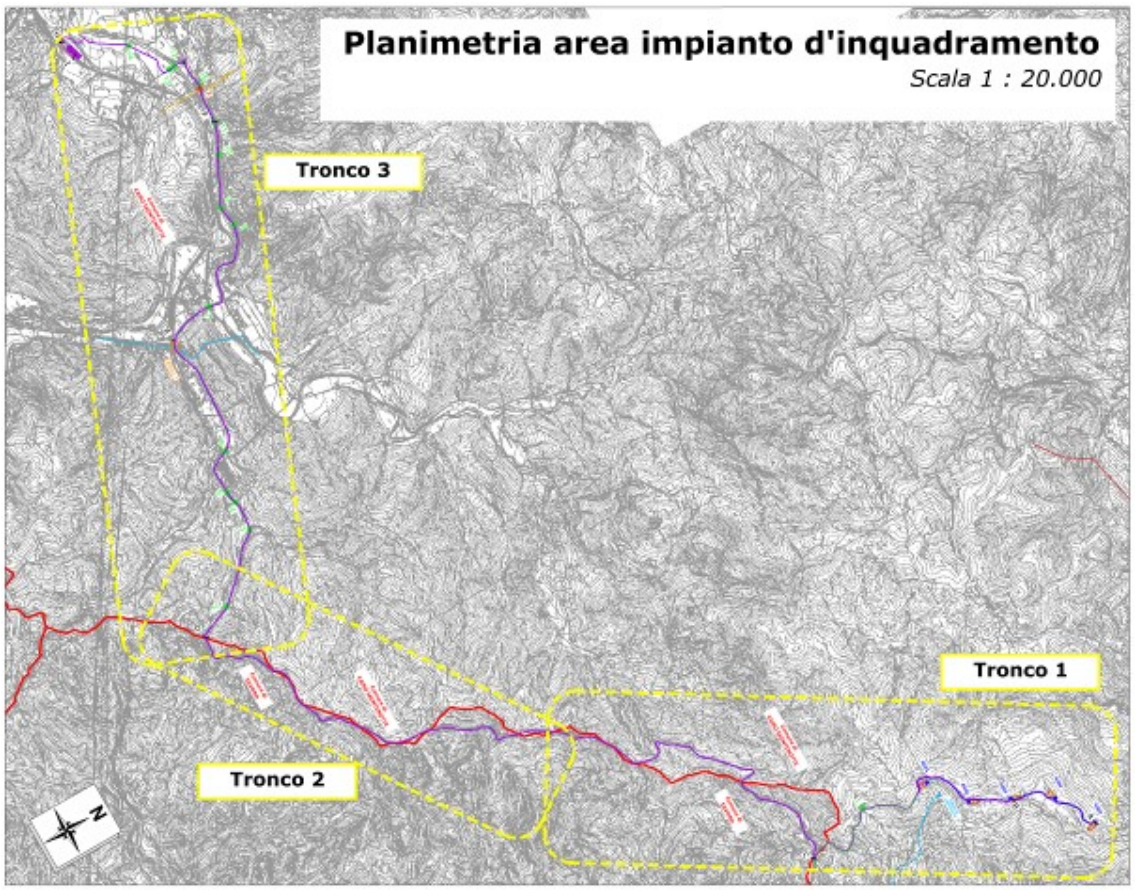


Figura 5 - *Tracciato del cavidotto che trasporta l'energia elettrica prodotta dai 5 aerogeneratori ubicati in loc. Cascinassa (Cairo Montenotte), fino alla sottostazione elettrica SSE sita in loc. Bragno (Cairo Montenotte)*



Figura 6 - *Sottostazione elettrica. A sx: apparecchiature elettromeccaniche per la connessione alla linea AT aerea. A dx: edificio che ospita i locali tecnici. (loc. Bragno, Comune di Cairo Montenotte)*

2.1.1. CARATTERISTICHE GENERATORE EOLICO

Tra il generatore sincrono della torre, il quale eroga energia elettrica a 720 V, ed il trasformatore in uscita, che ne eleva il valore in tensione a 30 kV, sono presenti un raddrizzatore ed un inverter, i quali regolano il valore di frequenza in uscita, portandolo al valore standard di 50 Hz e l'energia reattiva erogata dalla macchina.

All'uscita del trasformatore, dopo l'interruttore di macchina, è presente una sbarra di connessione, dove è possibile innestare il cavo MT che connette una torre eolica alla successiva.

2.1.2. RETE DI MEDIA TENSIONE

La connessione del parco eolico alla sottostazione elettrica avviene mediante due distinte linee MT a 30 kV interrate nel medesimo scavo:

- cavidotto che collega gli aerogeneratori AG04 e AG05 con la SSE di Bragno (cavo in Alluminio sez. 240 mmq);
- cavidotto che collega gli aerogeneratori AG01, AG02 e AG03 con la SSE di Bragno (cavo in Alluminio sez. 300 mmq).

L'elettrodotto si estende su strade già esistenti: strada infraparco sterrata e strade Provinciali o Comunali asfaltate per una lunghezza totale di circa 14,1 km misurata dall'aerogeneratore più distante (AG05) alla SSE. In quest'ultima viene effettuata la sopraelevazione di tensione fino a 132 kV e la connessione alla linea aerea AT esistente.

Per la realizzazione dell'elettrodotto sono stati realizzati n. 12 giunti di costruzione di cui:

- n. 2 giunti con separazione degli schermi

- n. 2 giunti con messa a terra degli schermi in modo da distaccare l'impianto in caso di difetti dell'isolamento.



Figura 7 – *Giunti di costruzione dell'elettrodotto con messa a terra degli schermi*

Nella figura seguente si riportano le sezioni tipologiche del cavidotto su strada infraparco ed extraparco.

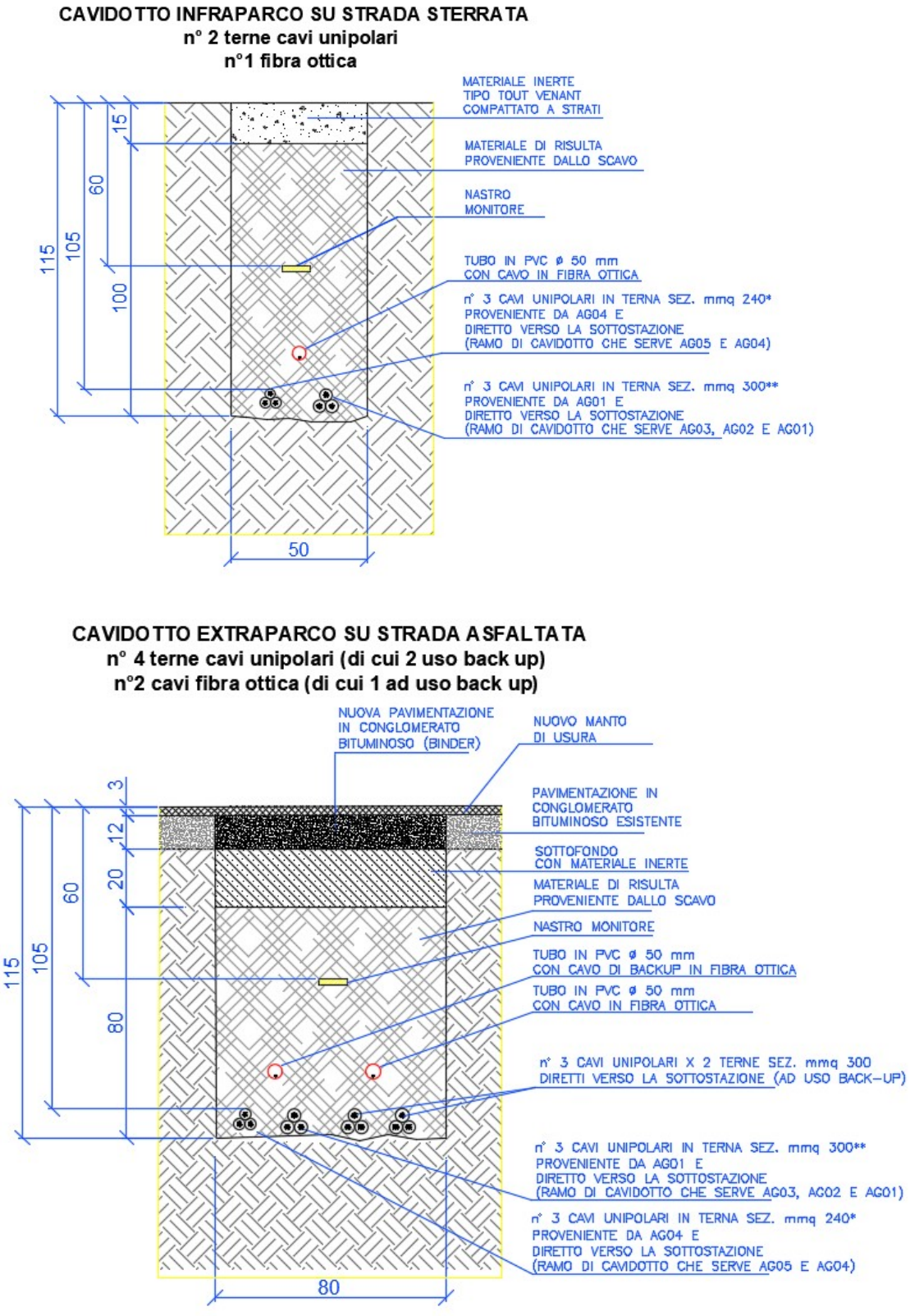


Figura 8 – *Sezioni tipologiche del cavidotto*

2.1.3. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI BRAGNO

La sottostazione elettrica esistente ubicata in loc. Bragno nel Comune di Cairo Montenotte (SV) è costituita da tutte le apparecchiature che garantiscono la connessione alla linea aerea esistente AT.

Sono stati realizzati tutti gli allestimenti ed è stato sfruttato l'edificio in cui sono stati ricavati i locali MT e BT dove sono ubicati i quadri di protezione e di controllo, necessari a garantire la corretta connessione del parco eolico alla rete AT. La sottostazione è dotata di impianto di terra a cui sono state collegate tutte le masse delle apparecchiature.

All'interno dell'edificio sono stati ricavati i seguenti locali tecnici:

- sala quadri MT;
- sala quadri BT;
- locale Telecontrollo.

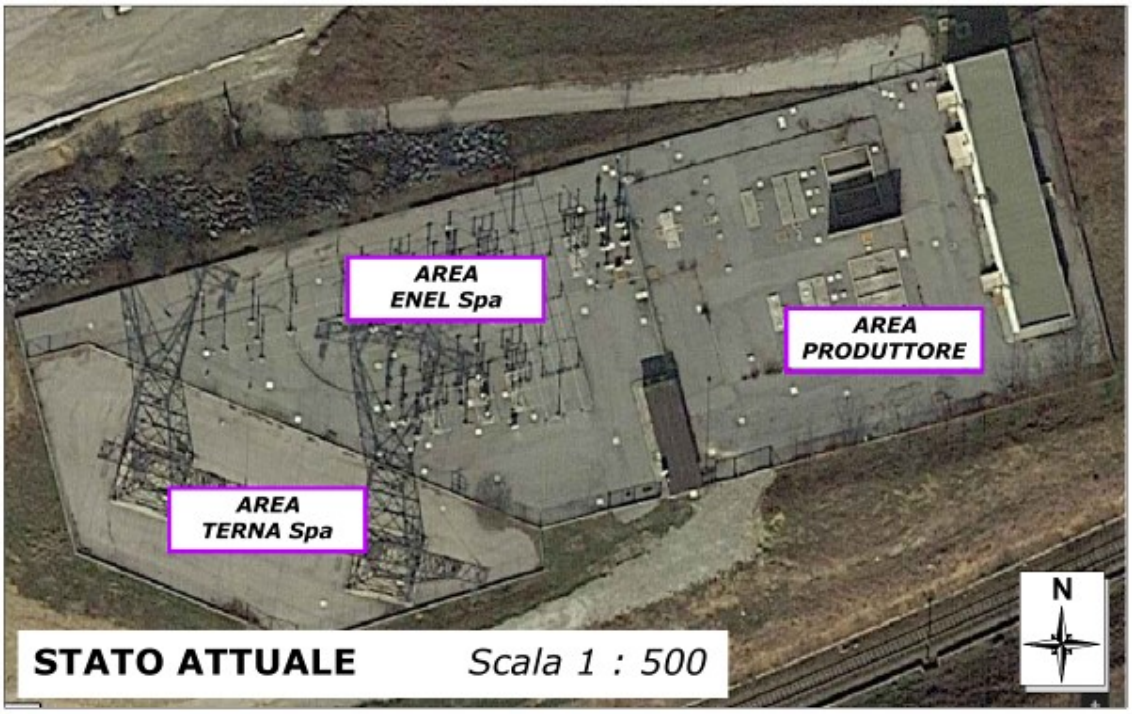


Figura 9 - *Foto area della sottostazione elettrica in loc. Bragno, Comune di Cairo Montenotte (SV); sono indicate le diverse porzioni, quali Area Terna Spa, Area Enel Spa ed Area Produttore (Fera)*

3. OPERE CIVILI

Le opere civili relative al parco eolico "Cascinassa" hanno riguardato:

- l'adeguamento delle vie d'accesso al sito e dei percorsi interni;
- le opere per la regimazione idraulica dei percorsi interni;
- la realizzazione degli scavi per l'alloggio delle fondazioni degli aerogeneratori;
- la realizzazione delle piazzole di montaggio;
- la realizzazione di canalizzazioni e cavidotti.

L'esecuzione delle opere appena descritte hanno seguito le prescrizioni richieste dalle normative vigenti e le specifiche tecniche dei produttori dei componenti eolici.

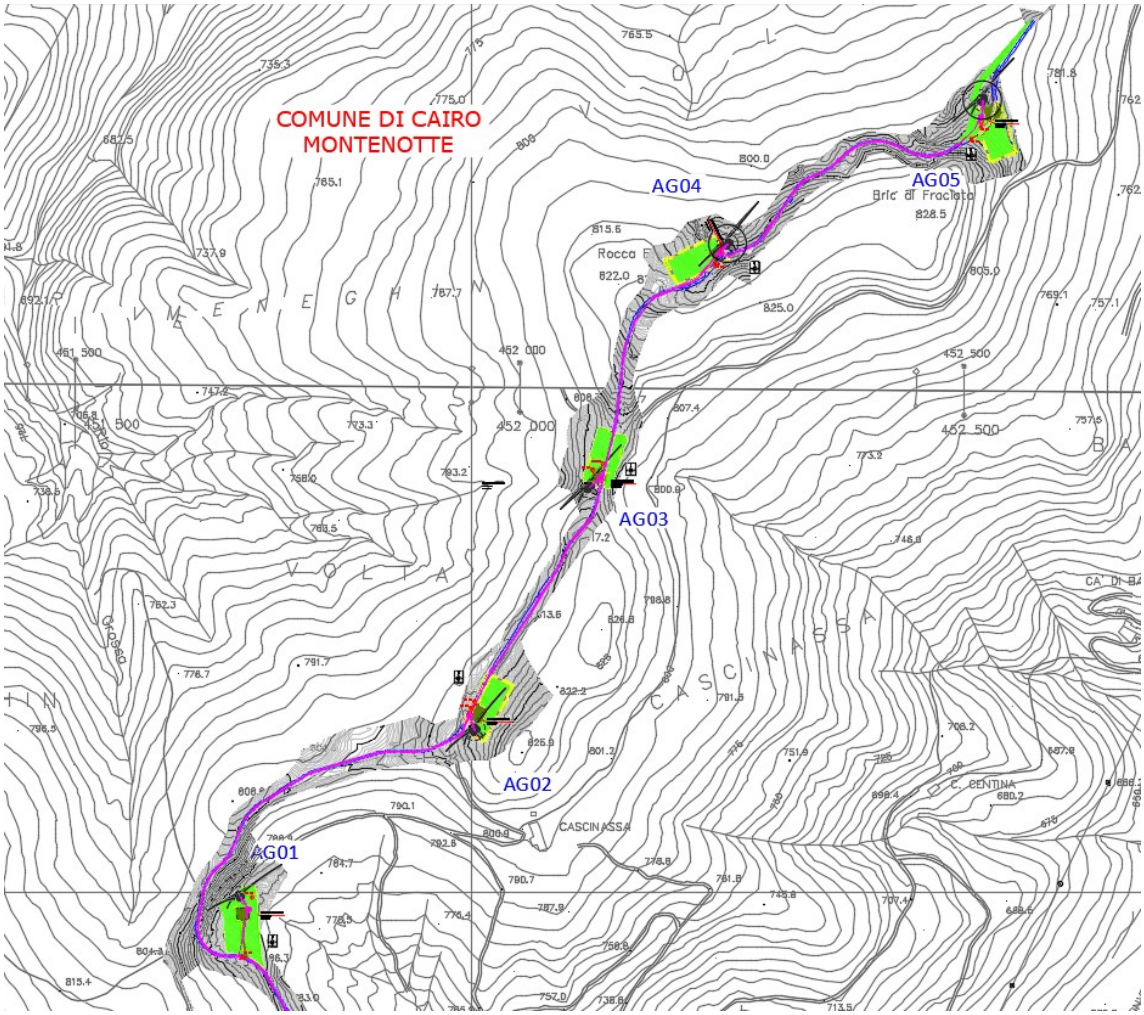


Figura 10 - *Dettaglio del layout del parco eolico su CTR*

3.1.1. VIE DI ACCESSO E TRACCIATI

All'impianto eolico si accede attraverso la SP12 da dove si imbocca la strada vicinale Maglie-Cascinassa (*Figura 11*).



Figura 11 - *Punto di incrocio tra la SP12 e la Strada vicinale Maglie-Cascinassa*

In origine, la strada vicinale Maglie-Cascinassa si presentava con pendenze non troppo elevate ed un fondo abbastanza regolare costituito prevalentemente da materiale ghiaioso così come evidenziato nelle immagini riportate in *Figura 12.*









Figura 12 - *Viabilità di accesso all'area di layout ante-operam*

Gli adeguamenti della viabilità lungo questo tratto hanno riguardato:

- l'allargamento della carreggiata;
- la riprofilatura altimetrica del terreno;
- la posa e la stesa di materiale tout-venant e stabilizzato compattato che costituiscono il cassonetto stradale, con uno spessore di circa 30 cm, lungo tutta la sede viaria.

Terminate le attività di cantiere, lo stato dei luoghi è stato ripristinato (vedasi anche il documento A1.2-Relazione di Ottemperanza Prescrizioni Ambientali) ed in particolare:

- è stata ripristinata la larghezza della carreggiata mediante abbancamento di terreno vegetale ai lati della strada, realizzate le canalette di raccolta delle acque meteoriche e le schive trasversali;
- sono state rinverdite tramite idrosemina e semina a spaglio le scarpate e le fasce laterali della strada abbancate con terreno vegetale;
- è stata eseguita la riprofilatura delle canalette, la creazione di schive trasversali e l'asfaltatura della prima parte della strada vicinale Maglie-Cascinassa (per uno sviluppo di circa 50 m), al fine di evitare fenomeni di ruscellamento e dilavamento del fondo sterrato che si verificavano nello stato ante-operam.



Figura 13 - *Viabilità di accesso ripristinata*

3.1.2. PERCORSI INTERNI

Per percorsi interni si intendono quei tratti che collegano le turbine nell'area di impianto. Gli adeguamenti della viabilità lungo questo tratto hanno riguardato:

- l'allargamento della carreggiata;
- la riprofilatura altimetrica del terreno;
- la posa e la stesa di materiale tout-venant e stabilizzato compattato che costituiscono il cassonetto stradale, con uno spessore di circa 30 cm, lungo tutta la sede viaria.

Si segnala che le sezioni dei tracciati interni presentavano già, per la maggior parte del loro sviluppo, delle larghezze idonee al transito *(Figura 14*).



Figura 14 - *Viabilità infraparco ante-operam*

Gli adeguamenti della viabilità lungo questo tratto hanno comportato la movimentazione di modeste quantità di terreno che è stato asportato o riportato mediante l'uso di mezzi meccanici: il materiale così movimentato è stato rullato e compattato in modo da creare

un ideale piano di alloggiamento per il materiale arido di cava o tipo tout-venant che costituisce il cassonetto stradale per uno spessore di circa 30 cm.

Terminate le attività, lo stato dei luoghi è stato ripristinato (vedasi anche il documento A1.2-Relazione di Ottemperanza Prescrizioni Ambientali), ed in particolare:

- è stata ripristinata la larghezza della carreggiata mediante abbancamento di terreno vegetale ai lati della strada;
- sono state realizzate opportune opere per la regimazione delle acque meteoriche (schive trasversali e cunette laterali), che hanno la funzione di evitare fenomeni di dilavamento e ruscellamento della superficie dei percorsi
- sono state rinverdite tramite idrosemina e semina a spaglio le scarpate e le fasce laterali della strada abbancate con terreno vegetale (*Figura 15*).



Figura 15 - Viabilità infraparco ripristinata

3.1.3. OPERE PER LA REGIMAZIONE IDRAULICA DEI TRACCIATI

In fase di ripristino si ha avuta particolare cura nel realizzare adeguati sistemi di raccolta e di allontanamento delle acque meteoriche. Queste opere di regimazione consentiranno di evitate pericolosi fenomeni di ruscellamento e dilavamento della superfici dei percorsi e dei terreni adiacenti.

Le canalette lato strada sono state realizzate lungo tutte le porzioni di viabilità a mezza costa o in trincea. Come si nota dalla *Figura 16*, le canalette hanno sezione trapezoidale, altezza H pari a 0,3 m, larghezza B alla base pari a 0,3 m e larghezza L al colmo pari a 0,5 m.

Le canalette convogliano le acque meteoriche che vengono scaricate in corrispondenza degli impluvi naturali attraverso schive trasversali alla sezione stradale, questo per limitare al massimo il fenomeno del ruscellamento lungo i tracciati.

Si ha avuto cura di realizzare lo strato superficiale dei tracciati con una leggera pendenza sempre verso monte e verso la canaletta.



Figura 16 – Sezione tipologica della canaletta laterale di raccolta delle acque meteoriche

3.1.4. PIAZZOLE DI MONTAGGIO

La piazzola di montaggio dell'aerogeneratore costituisce lo spazio di manovra delle gru che hanno permesso il montaggio dei vari componenti ed il loro temporaneo stoccaggio.

Ultimato il montaggio delle turbine, le piazzole sono state ridotte ad una dimensione media pari a circa m 15 x m 15 che si manterrà per tutta la vita utile degli aerogeneratori. Quest'area si rende necessaria per le operazioni di ordinaria manutenzione delle turbine eoliche. Le porzioni di piazzola dismesse sono state rinverdite

tramite idrosemina, semina a spaglio e ripiantumazioni arboree (vedasi anche il documento A1.2-Relazione di Ottemperanza Prescrizioni Ambientali).

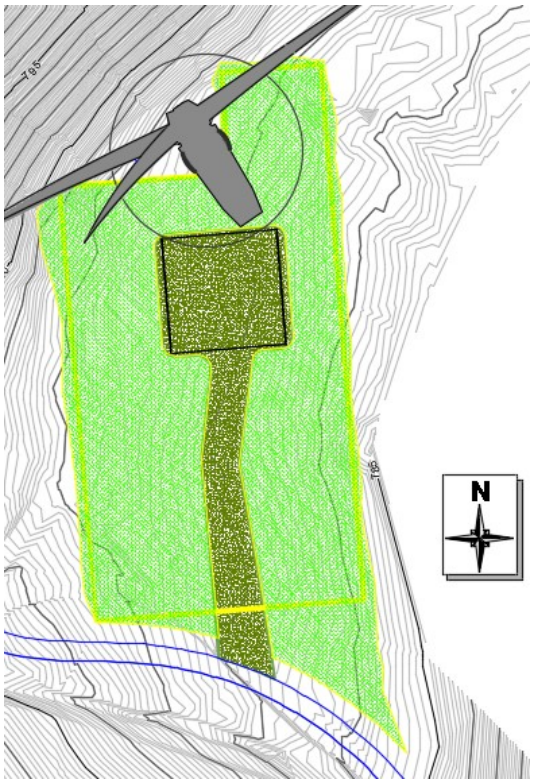


Figura 17 - *Piazzola di montaggio AG01 - stato di esercizio (15 m x 15 m); con linea tratteggiata è indicata la piazzola allo stato di cantiere (60 m x 30 m)*

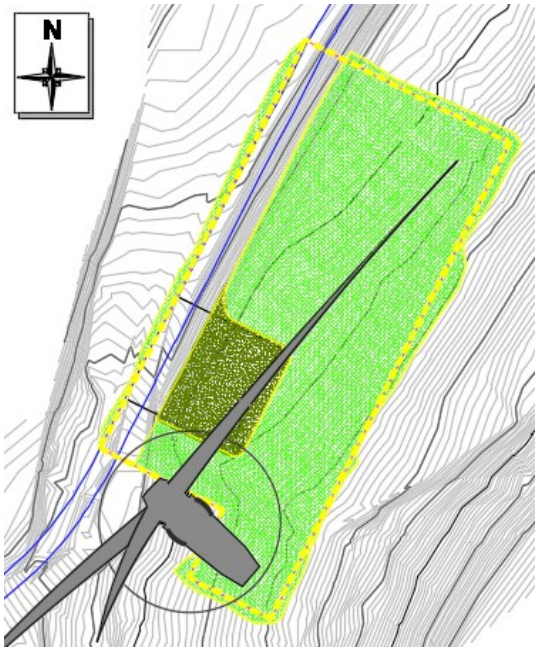


Figura 18 - *Piazzola di montaggio AG02 - stato di esercizio (15 m x 15 m); con linea tratteggiata è indicata la piazzola allo stato di cantiere (60 m x 30 m)*

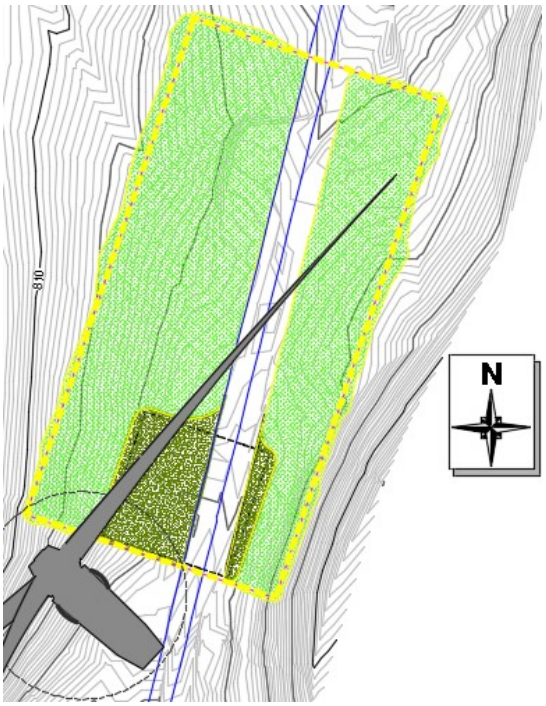


Figura 19 - *Piazzola di montaggio AG03 - stato di esercizio (15 m x 15 m); con linea tratteggiata è indicata la piazzola allo stato di cantiere (60 m x 30 m)*

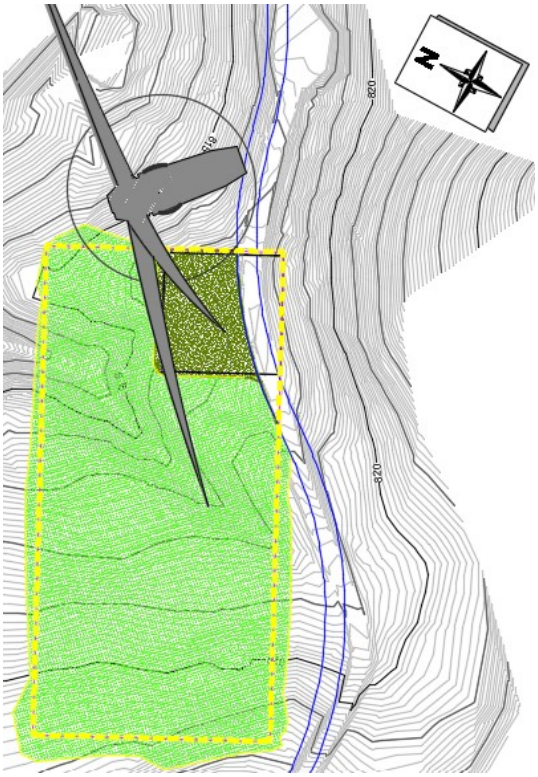


Figura 20 - *Piazzola di montaggio AG04 - stato di esercizio (15 m x 15 m); con linea tratteggiata è indicata la piazzola allo stato di cantiere (60 m x 30 m)*

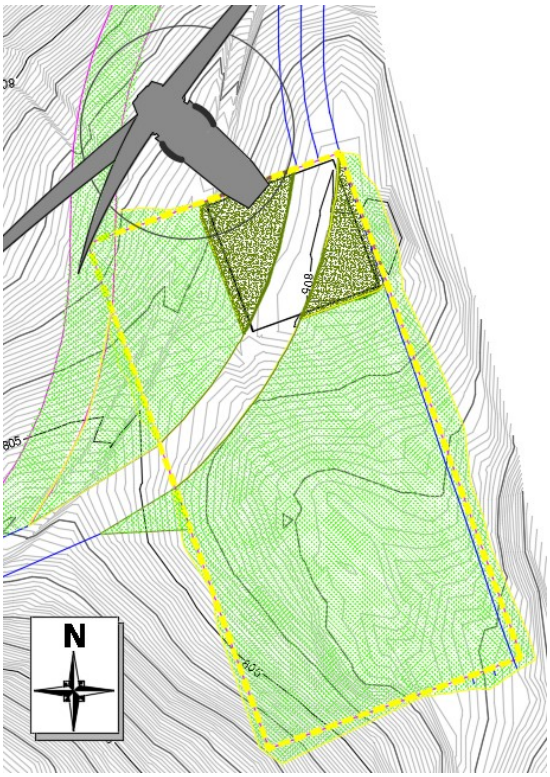


Figura 21 - *Piazzola di montaggio AG05 - stato di esercizio (15 m x 15 m); con linea tratteggiata è indicata la piazzola allo stato di cantiere (60 m x 30 m)*



Figura 22 – *(da sx in alto) Piazzole di montaggio AG01, AG02, AG03, AG04, AG05 allo stato di esercizio*