

REGIONE MOLISE

Provincia di Campobasso

COMUNI DI MACCHIA VALFORTORE, MONACILIONI E PIETRACATELLA

PROGETTO

FUTURA SE RTN 150 kV DA INSERIRE IN ENTRA ED ESCE ALLA LINEA "MORRONE-LARINO" ED ELETTRODOTTO A 150 kV TRA LA SUDDETTA SE E LA CP PIETRACATELLA, OPERE PROPEDEUTICHE ALLA CONNESSIONE DEL POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO EOLICO MACCHIA VALFORTORE - MONACILIONI - PIETRACATELLA - S. ELIA A PIANISI, GIA' AUTORIZZATO CON DECRETO N. 0000170 DEL 05/05/2021

RELAZIONE DESCRITTIVA DEI LAVORI DI CANTIERIZZAZIONE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind Energy



REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONI	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
01	30/11/2023	Emissione Finale	C. Montanelli	P. Bonalumi	F. Carnevale
00	22/11/2023	Prima emissione	C. Montanelli	P. Bonalumi	F. Carnevale

PROGETTISTA



CESI S.p.A.
Consulting Division
Civil and Structural Engineering
Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251 Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it www.cesi.it

CONSULENTI SPECIALISTICI



3E Ingegneria S.r.l.

OGGETTO DELL'ELABORATO

A.008.R1 Relazione sui lavori di cantierizzazione



ING. F. CARNEVALE

ELABORATO N.	NOME FILE	SCALA	FOGLIO
C3300990	A.008.R1 - Relazione sui lavori di cantierizzazione	-	-

NUMERO E DATA ORDINE: 4700028471 del 12.05.2020 pos. 30 prot. C1015942

SCALA DI STAMPA: 1=1 SOSTITUISCE IL: SOSTITUITO DAL:

Tutti i diritti su questo documento sono riservati. Riproduzione vietata, anche parzialmente, senza autorizzazione scritta.

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C3300990

Cliente ERG WIND Energy

Oggetto Futura SE RTN 150 kV da inserire in entra ed esce alla linea "Morrone – Larino" ed elettrodotto a 150 kV tra la suddetta SE e la CP Pietracatella, opere propedeutiche alla connessione del potenziamento dell'impianto eolico Macchia Valfortore – Monacilioni – Pietracatella – S. Elia a Pianisi, già autorizzato con decreto n.0000170 del 05/05/2021

Relazione descrittiva dei lavori di cantierizzazione

Ordine n. 4700028471 del 12.05.2020 – pos. 30 – C1015942

Note Rev. 01 – WBS A13000003271

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 48

N. pagine fuori testo

Data 30/11/2023

Elaborato Cesare Montanelli

Verificato Pamela Bonalumi

Approvato Francesco Carnevale

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251
Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150
P.I. IT00793580150
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2022 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/48

Indice

1	PREMESSA	2
2	OPERE IN PROGETTO.....	2
2.1	Descrizione generale	2
2.2	Nuova SE Morrone	3
2.3	Raccordi in cavo interrato AT a 150 kV di collegamento alla linea esistente a 150 kV “Larino – CP Morrone”	5
2.4	Elettrodotto di collegamento tra l’esistente cabina primaria “Pietracatella” e la nuova stazione RTN “Morrone”.	7
2.5	Collegamento del Parco Eolico di Macchia Valfortore – Monacilioni – Pietracatella – S. Elia a Pianisi con la CP esistente “Pietracatella”	12
3	ACCESSI AL SITO	12
4	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	13
5	ELETTRODOTTI AEREI: FASE DI COSTRUZIONE	15
5.1	Composizione dell’elettrodotto	15
5.1.1	Conduttori e funi di guardia	15
5.1.2	Sostegni	15
5.2	Attività preliminari	17
5.3	Modalità di organizzazione del cantiere	18
5.4	Realizzazione delle fondazioni.....	26
5.4.1	Fondazioni superficiali.....	27
5.4.2	Fondazioni profonde	30
5.5	Realizzazione dei sostegni: trasporto e montaggio.....	35
5.6	Messa in opera dei conduttori e delle funi di guardia	39
5.6.1	Le aree di interferenza conduttori-vegetazione arborea: primo taglio della vegetazione 41	
5.7	Durata media del micro-cantiere e degli interventi di realizzazione delle linee aeree.....	43
6	STAZIONI ELETTRICHE: FASI DI COSTRUZIONE	44
6.1	Attività di costruzione	44
6.2	Modalità di organizzazione del cantiere	45
6.3	Materiali, mezzi d’opera e maestranze	47
7	SICUREZZA NEI CANTIERI	47

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	22/11/2023	C3300939	Prima emissione
01	30/11/2023	C3300990	Emissione finale

1 PREMESSA

La società proponente, nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e del proprio piano di sviluppo nella Regione Molise, prevede di realizzare un impianto eolico avente potenza di 72 MW situato nei comuni di Monacilioni, Pietracatella, Sant'Elia a Pianisi e Macchia Valfortore, tutti in provincia di Campobasso (CB) (di seguito il "Parco Eolico").

Per l'impianto eolico in oggetto il Gestore, Terna S.p.A., prescrive che esso debba essere collegato in antenna con la sezione a 150 kV della cabina primaria (CP) esistente "Pietracatella", di proprietà E-distribuzione, subordinato alla realizzazione di una futura stazione elettrica (SE) RTN 150 kV da collegare alla linea a 150 kV "Morrone – Larino" e di un futuro elettrodotto RTN di collegamento a 150 kV tra la suddetta nuova SE e la CP di Pietracatella.

ERG ha accettato detta soluzione e nell'ambito della procedura prevista dal Regolamento del Gestore per la connessione degli impianti alla RTN ha predisposto il progetto delle opere da realizzare al fine di ottenere il previsto benessere dal Gestore stesso.

Il presente documento costituisce la relazione descrittiva dei lavori di cantierizzazione per la realizzazione delle opere in progetto.

2 OPERE IN PROGETTO

2.1 Descrizione generale

Il progetto è relativo alla realizzazione di una stazione elettrica (SE) RTN 150 kV, da collegare alla linea a 150 kV "Morrone – Larino" e di un elettrodotto in semplice terna a 150 kV, di collegamento tra la suddetta nuova SE e la CP di Pietracatella.

In particolare, è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Nuova SE a 150kV "Morrone", nella zona meridionale del territorio comunale di Morrone del Sannio.
- Nuovo tratto di viabilità (della lunghezza di circa 200 m), che dalla strada provinciale n. 64 permetterà l'accesso alla stazione.
- Raccordo in cavo interrato AT a 150 kV, che collegherà la nuova SE RTN alla CP "Morrone" esistente.
- Collegamento della nuova SE RTN ad un sostegno dell'attuale linea a 150 kV "Larino – CP Morrone" uscente dalla CP "Morrone"; di questa linea sarà smantellato il tratto tra la suddetta CP "Morrone" e il nuovo traliccio di transizione cavo-aereo che sarà realizzato sotto la linea medesima. Sarà previsto anche lo smantellamento di un traliccio esistente. In questo modo sarà realizzato il collegamento in entra – esce con la rete RTN.

- Elettrodotto in semplice terna a 150 kV di collegamento tra l'esistente cabina primaria (CP) "Pietracatella" e la nuova stazione RTN "Morrone".
- Collegamento in antenna dell'elettrodotto interrato proveniente dal Parco Eolico di Macchia Valfortore – Monacilioni – Pietracatella – S. Elia a Pianisi, con la sezione a 150 kV della CP esistente "Pietracatella".

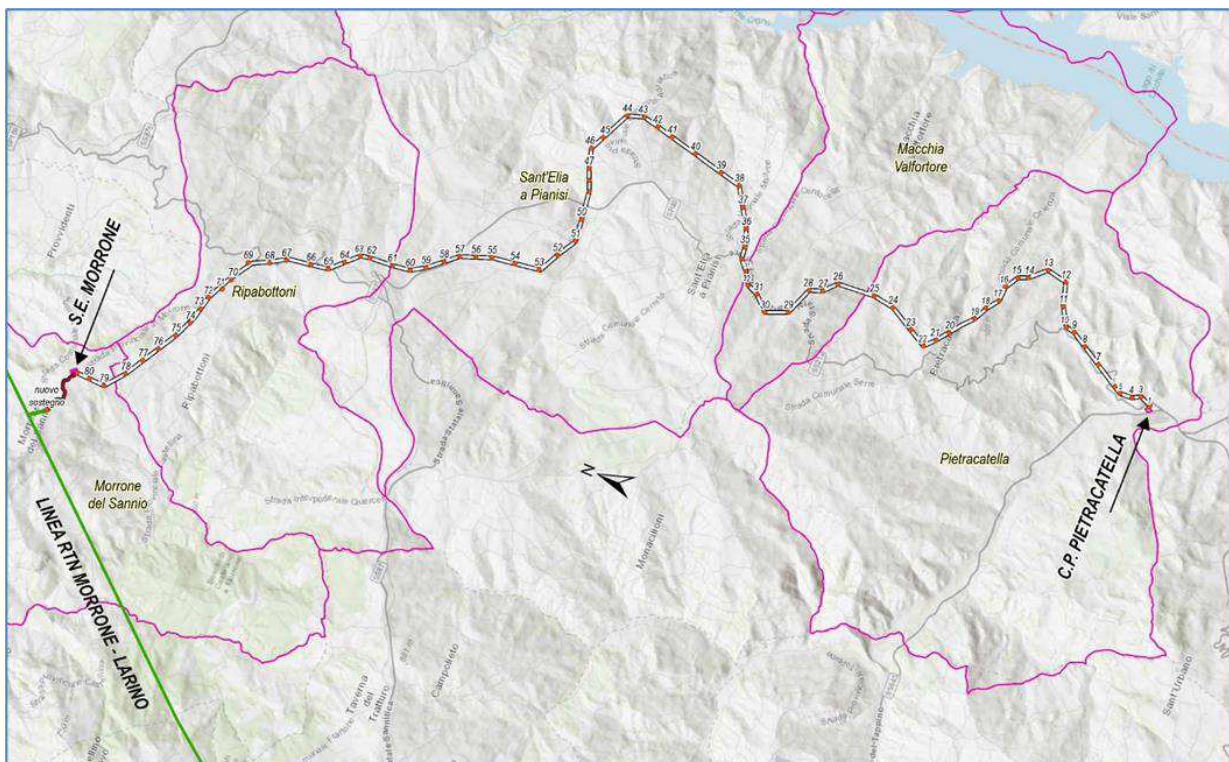


Figura 1 – Planimetria d'inquadramento tracciato elettrodotto e opere connesse

2.2 Nuova SE Morrone

Il sito che ospiterà la nuova stazione elettrica si trova nella zona meridionale del territorio comunale di Morrone del Sannio, ad una altitudine di circa 780 m s.l.m.

La stazione comprensiva delle scarpate di scavo e dei rilevati, occuperà alcune porzioni delle particelle n° 28, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40 e 164 del Foglio Catastale n° 34 del Comune di Morrone del Sannio.

L'area di stazione è in prossimità della strada provinciale n. 64 dalla quale si realizzerà un tratto di viabilità (della lunghezza di circa 200 m), che avrà idonee caratteristiche e che permetterà l'accesso alla stazione.

Il tratto della nuova viabilità di accesso alla stazione comprensivo delle scarpate di scavo e dei rilevati, occuperà alcune porzioni delle seguenti particelle del Comune di Morrone del Sannio: particelle n° 172 e 34 del Foglio Catastale n° 34; particelle n° 32 e 33 del Foglio Catastale n° 33.

La nuova stazione, interesserà un'area di estensione pari a circa 9'790 m² (117,8 m x 83,2 m) che verrà interamente recintata.

La nuova stazione RTN “Morrone” avrà un sistema a doppia sbarra AT a 150 kV, con n° 8 stalli.

Gli stalli occupati saranno, da sinistra verso destra:

- Linea in cavo interrato verso la linea “Larino – CP Morrone”
- Linea in cavo interrato verso la CP “Morrone”
- Arrivo linea aerea da CP “Pietracatella”

inoltre due stalli saranno occupati dal parallelo sbarre mentre i tre stalli rimanenti saranno disponibili per le connessioni degli impianti di produzione che interessano l’area.

All’interno della stazione verrà realizzato un edificio (edificio integrato) per ospitare i servizi ausiliari (SA), la sala quadri (SQ), i locali batterie, i locali MT/BT, i servizi igienici per gli operatori ed un gruppo elettrogeno.

La superficie complessiva dell’edificio integrato sarà di circa 435 m² (32,50 x 13,40 m).

Sarà inoltre realizzato un secondo edificio per l’alimentazione da linea MT separata e per le telecomunicazioni.

A tale scopo si prevede di installare un manufatto prefabbricato delle dimensioni in pianta di 18,45 x 2,54 m con altezza 3,20 m.

Per l’esecuzione della stazione sono necessarie le seguenti opere civili:

- spianamento del terreno in quota;
- fondazioni di tipo prismatico di calcestruzzo C32/40 armato, da realizzare per la fondazione delle strutture e dei supporti degli apparati;
- recinzione in calcestruzzo di protezione, da installare lungo tutto il perimetro dell’area al fine di evitare l’accesso alla stessa da parte di persone estranee al servizio; l’altezza di tale recinzione sarà di 2,50 m dal livello del suolo;
- sistemazione delle aree interessate dalle apparecchiature elettriche con finitura a ghiaietto;
- pavimentazione delle strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso, delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato;

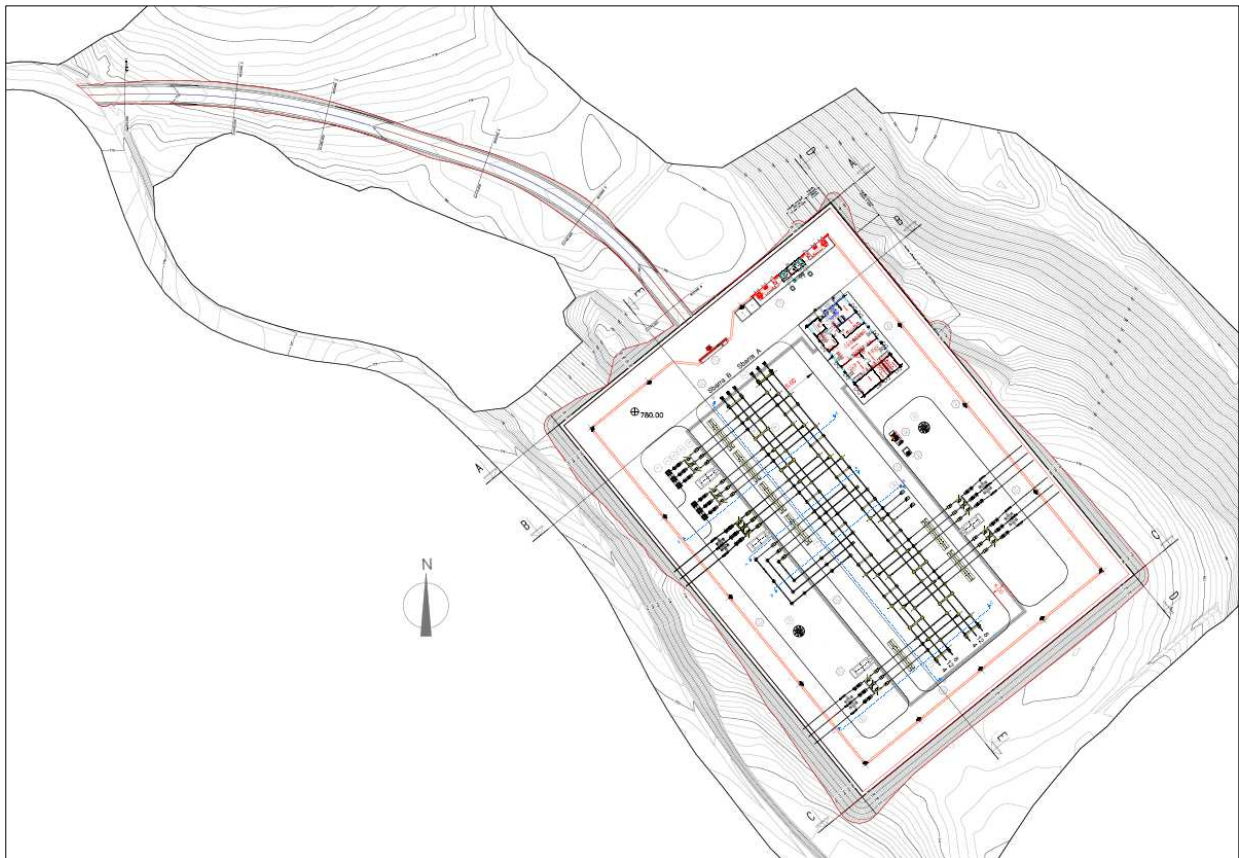


Figura 2 – Nuova SE Morrone e relativa viabilità di accesso

2.3 Raccordi in cavo interrato AT a 150 kV di collegamento alla linea esistente a 150 kV “Larino – CP Morrone”

L'intervento consiste nel collegamento di un tratto in cavo interrato AT a 150 kV, denominato convenzionalmente “collegamento sud” (blu nella figura sottostante), che collegherà la nuova SE RTN alla CP “Morrone” esistente; un altro collegamento, denominato “collegamento nord” (fucsia nella figura sottostante), collegherà la nuova SE RTN con un sostegno dell'attuale linea a 150 kV “Larino – CP Morrone” uscente dalla CP “Morrone”, della quale sarà smantellato il tratto tra la suddetta CP “Morrone” e il nuovo traliccio di transizione cavo-aereo posto sotto linea.

Sarà previsto lo smantellamento di un traliccio esistente; in questo modo sarà realizzato il collegamento in entra – esce con la rete RTN.

Quanto indicato è meglio illustrato nella figura seguente.

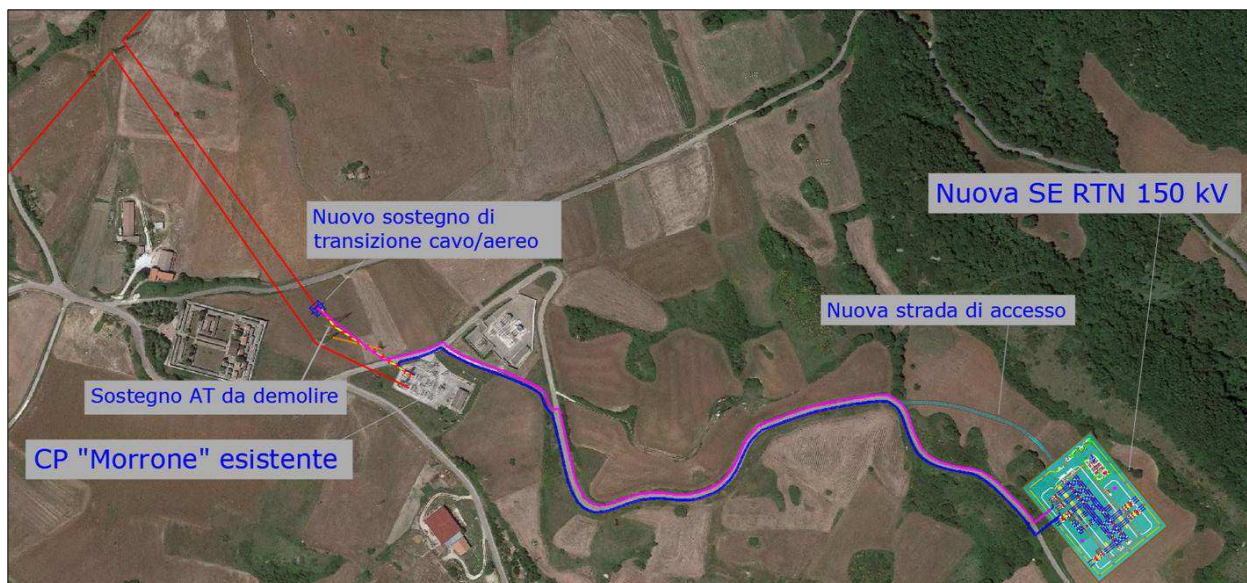


Figura 3 – Planimetria raccordi di collegamento alla linea esistente a 150 kV “Larino – CP Morrone”

L’elettrodotto avrà una lunghezza di circa 2010 m suddiviso in 1041,5 m per il raccordo nord e 965,8 m per il raccordo sud.

L’intervento ricadrà completamente in una porzione sud-est del territorio comunale di Morrone del Sannio, non lontano dal confine ovest del comune di Providenti, entrambi nella provincia di Campobasso (CB).

Il tracciato dell’elettrodotto non ricade in zone sottoposte a vincoli aeroportuali.

L’opera non ricade in zone di interesse comunitario.

L’elettrodotto interrato non ricade nelle zone a rischio frana che interessano l’area.

I due tracciati in cavo dei nuovi raccordi interrati a 150 kV, saranno su scavi separati, ove possibile sulle banchine stradali o comunque ai margini opposti della carreggiata. I tracciati interesseranno la SP n. 64 per un tratto di circa 730 m dall’uscita della nuova SE RTN in direzione est fino ad entrare in una strada campestre che giunge in prossimità della CP “Morrone” esistente.

I due cavidotti in entra-esce saranno costituiti ciascuno da una terna di cavi unipolari interrati aventi le stesse caratteristiche. Saranno cavi aventi isolamento in XLPE e conduttore in alluminio avente sezione da 1600 mm².

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Ogni terna sarà alloggiata in una trincea. Le trincee saranno separate e distanti alcuni metri l’una dall’altra. La trincea per il tratto definito “nord”, viaggerà verso ovest lungo la banchina (o della carreggiata) nord della SP64; quella per il tratto definito “sud” viaggerà verso ovest lungo la banchina sud (o della carreggiata) della suddetta provinciale.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento ‘mortar’.

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Gli attraversamenti di eventuali opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

2.4 Elettrodotto di collegamento tra l'esistente cabina primaria "Pietracatella" e la nuova stazione RTN "Morrone".

L'elettrodotto in semplice terna a 150 kV, della lunghezza di circa 28 km, interesserà i seguenti Comuni della Provincia di Campobasso:

- Pietracatella;
- Macchia Valfortore;
- Sant'Elia a Pianisi;
- Ripabottoni;
- Morrone del Sannio.

Il tracciato dell'elettrodotto ha origine dalla CP "Pietracatella", ubicata nel comune omonimo a circa 5 km a sud del centro abitato, e si sviluppa in direzione nord parallelamente, e a tratti intersecando, la SS212 per i primi 10 sostegni, per poi virare prima verso est/nord-est e poi puntare in direzione nord-ovest arrivando nelle vicinanze del centro abitato di Pietracatella, in corrispondenza delle campate adiacenti i sostegni n. 21 e 22, senza però interessarlo direttamente.

Il tracciato prosegue quindi verso nord oltrepassando il confine comunale ed entrando nel comune di Macchia Valfortore, interessando quest'ultimo nelle tratte tra i sostegni n. 26 e 33 e correndo lungo la SS212.

Entrato nel comune di Sant'Elia a Pianisi, il tracciato prosegue in direzione nord/nord-est aggirandone il centro abitato e correndo parallelo alla SS212 in direzione nord dal sostegno n. 53 al sostegno n. 61.

Lasciato il comune di Sant'Elia a Pianisi, il tracciato si immette nel territorio comunale di Ripabottoni, correndo lungo la SS87 nelle tratte relative ai sostegni tra il n. 62 e 70, per poi proseguire parallelamente alla SP71 in direzione nord-ovest per le tratte dal sostegno n. 71 al sostegno n. 78.

Dal sostegno n. 79 il tracciato entra nel territorio comunale di Morrone del Sannio, raggiungendo l'area della nuova stazione RTN a 150 kV "Morrone" dopo un tratto di circa 800 metri in direzione nord.

La linea si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 28 km, coinvolgendo prevalentemente zone agricole e collinari.

I sostegni, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, sono in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati.

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; nel caso particolare essa è generalmente dell'ordine dei 350-400 m. In casi eccezionali raggiunge o supera i 500 m, arrivando a circa 690 m in corrispondenza della campata tra i sostegni n. 26 e 27.

La linea aerea, in semplice terna, sarà equipaggiata con conduttori in corda di alluminio-acciaio dal diametro complessivo pari a 31,5 mm.

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione.

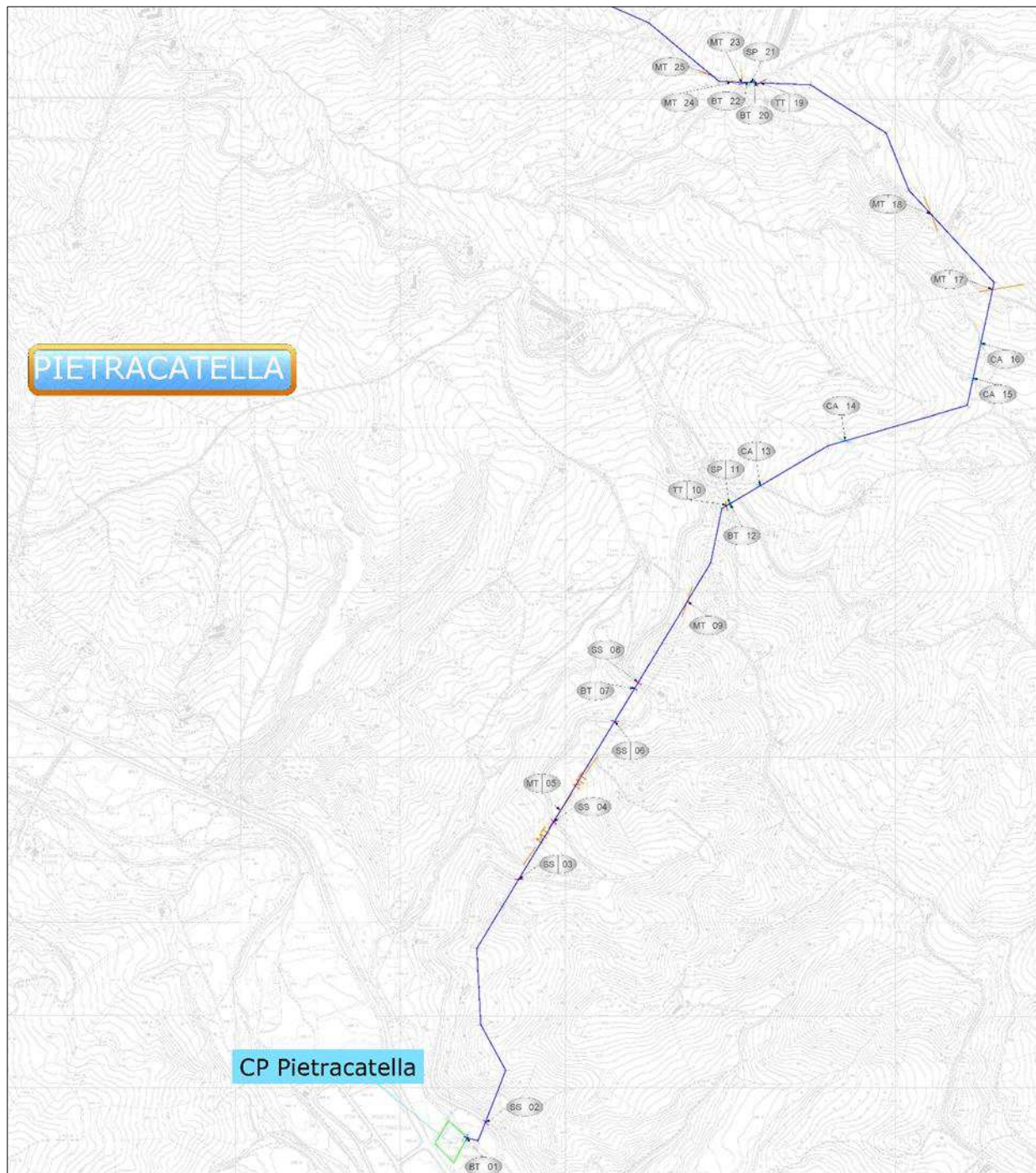


Figura 4 – Stralcio planimetria tracciato elettrodotto su CTR (1/5)

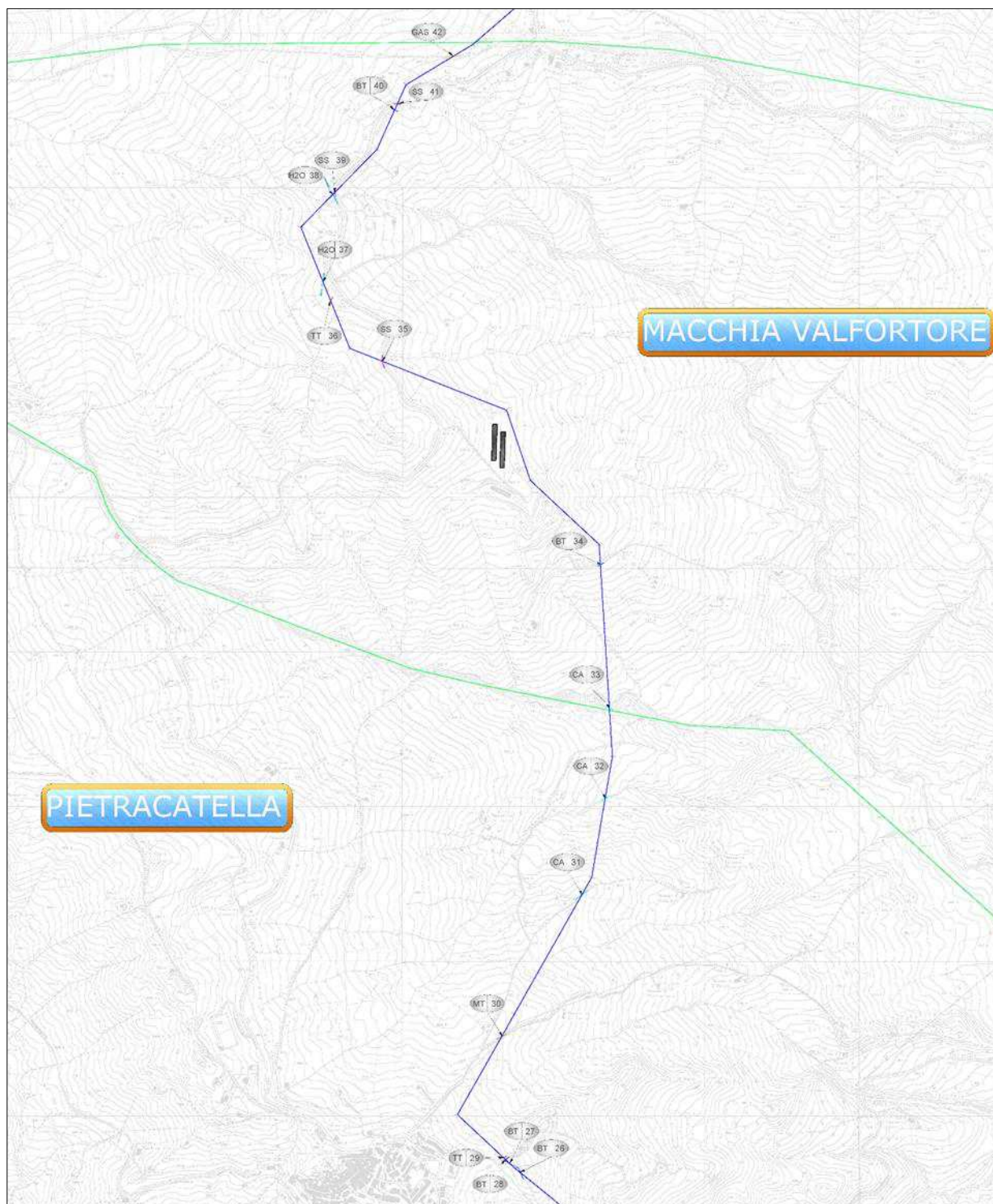


Figura 5 – Stralcio planimetria tracciato elettrodotta su CTR (2/5)

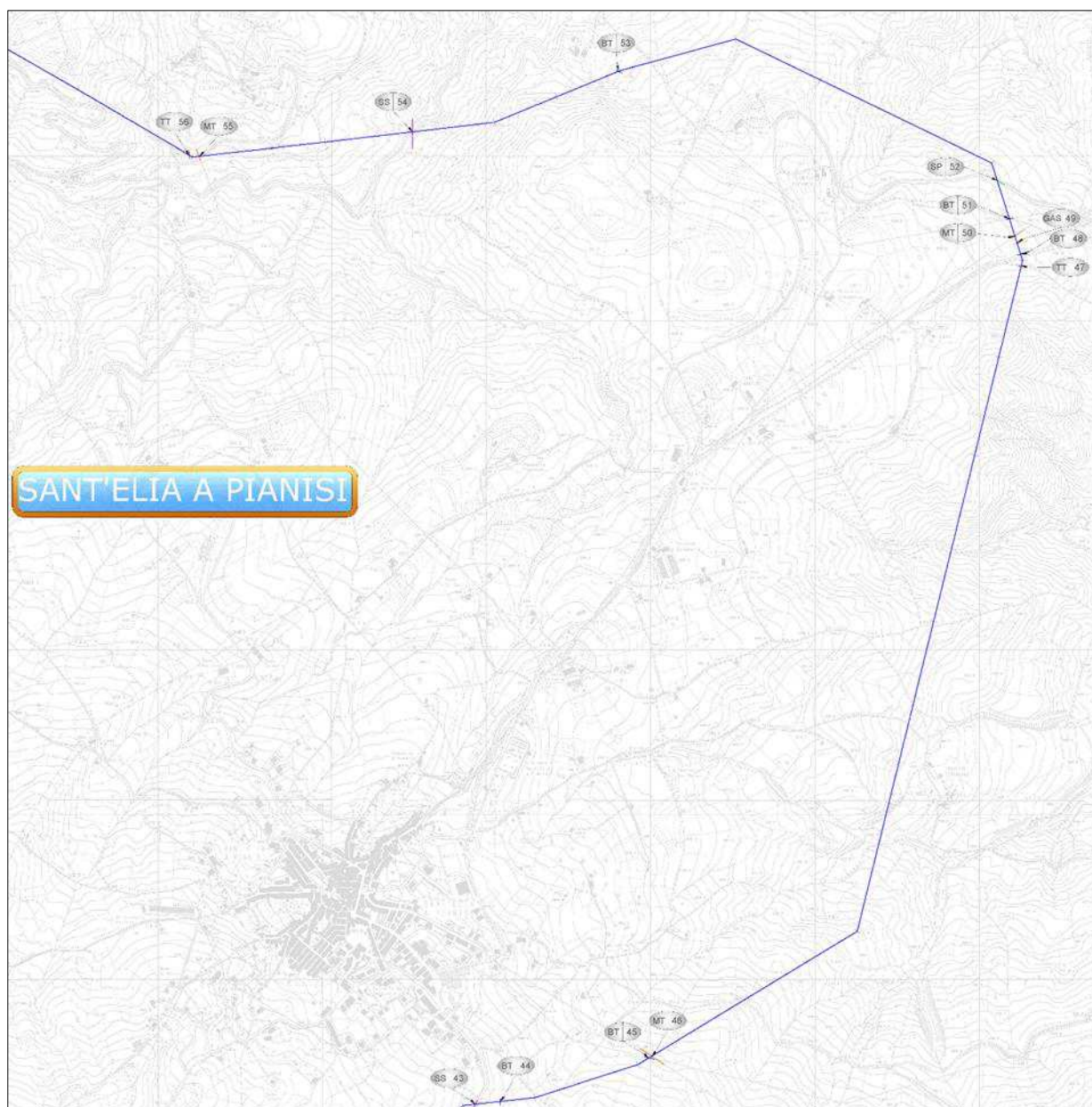


Figura 6 – Stralcio planimetria tracciato elettrodotto su CTR (3/5)

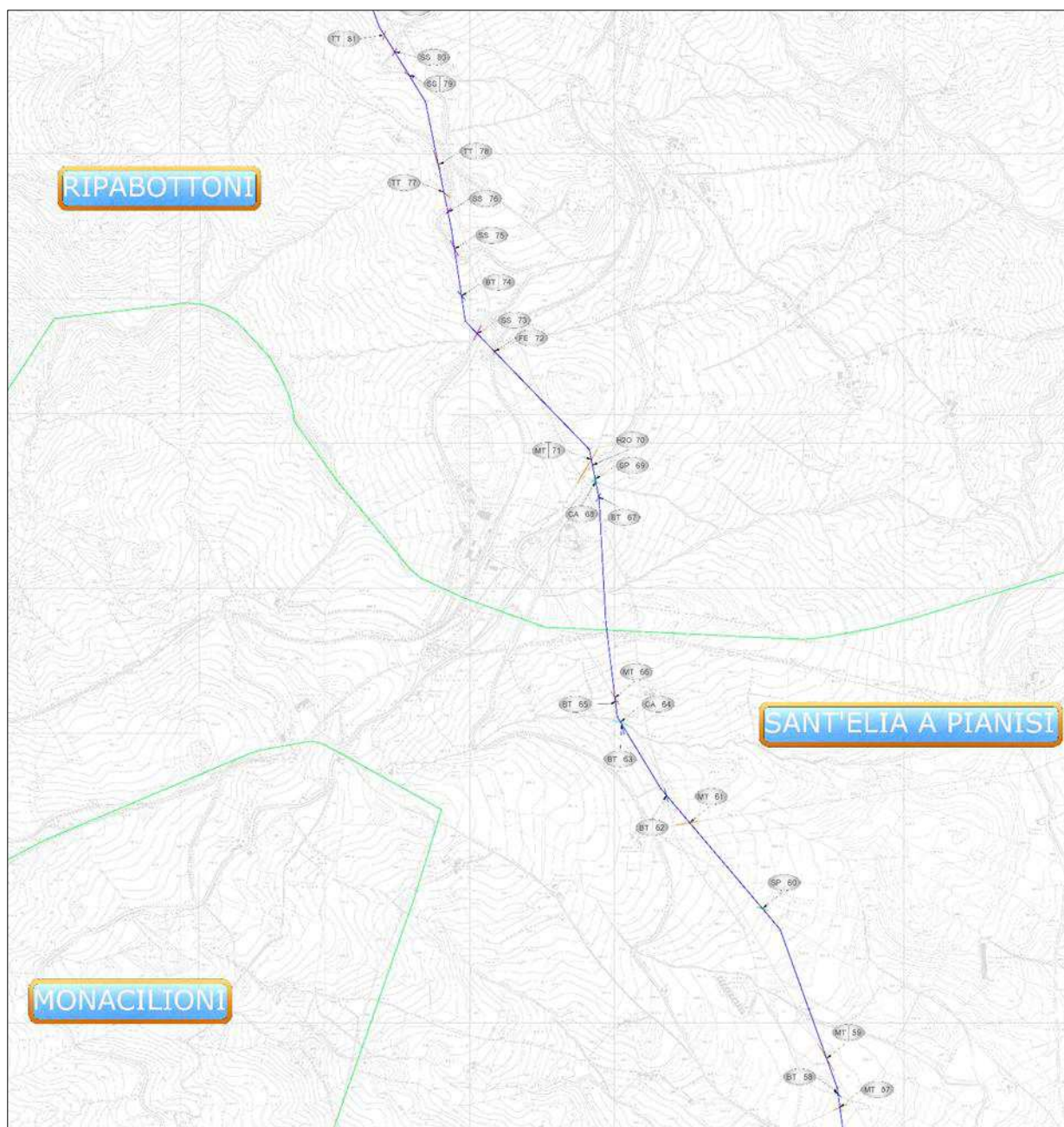


Figura 7 – Stralcio planimetria tracciato elettrodotto su CTR (4/5)

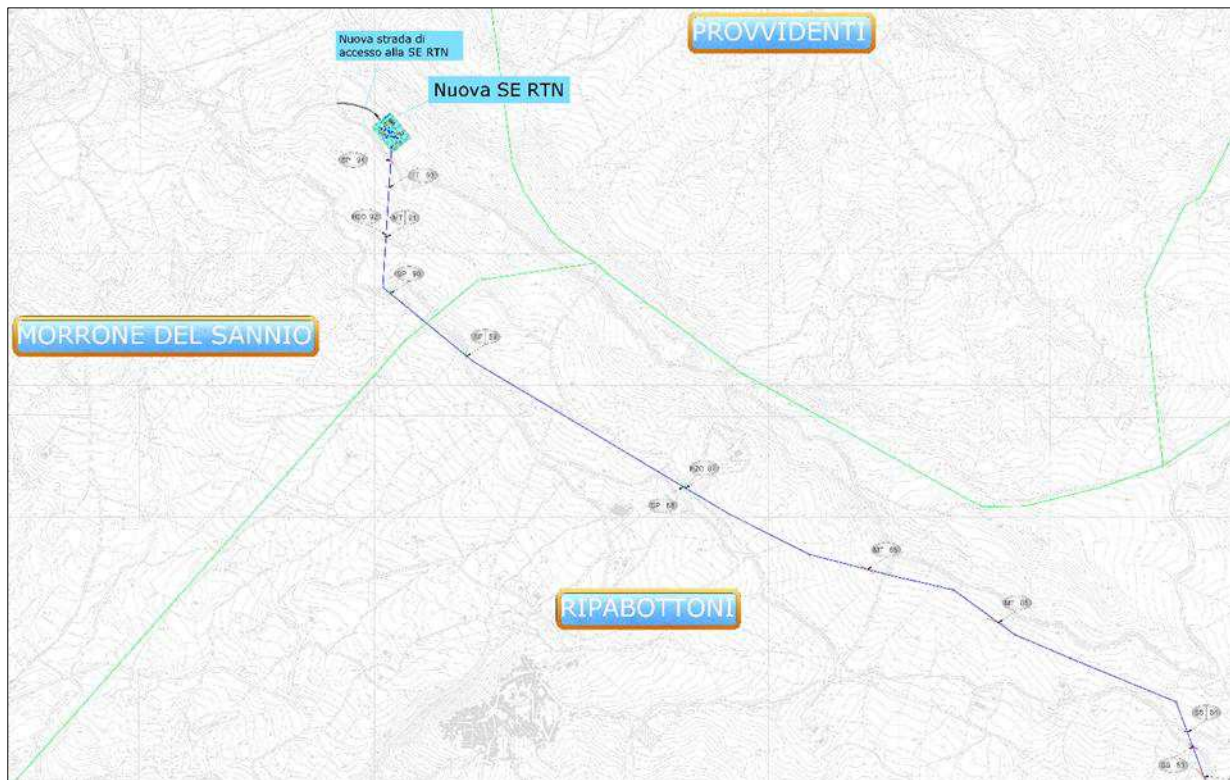


Figura 8 – Stralcio planimetria tracciato elettrodotta su CTR (5/5)

2.5 Collegamento del Parco Eolico di Macchia Valfortore – Monacilioni – Pietracatella – S. Elia a Pianisi con la CP esistente “Pietracatella”.

Dalla SE utente di Pietracatella (punto di connessione dell’elettrodotta interrato proveniente dal Parco eolico “Macchia Valfortore – Monacilioni – Pietracatella – S. Elia a Pianisi”), un sistema di sbarre si collega ad un nuovo stallo (da realizzare in uno spazio già predisposto), della sezione 150 kV all’interno della CP di Pietracatella, adiacente alla SE utente.

Il nuovo elettrodotta in progetto, dal sostegno n.1 si connette quindi al nuovo stallo della sezione 150 kV della CP di Pietracatella, come sopra descritto.

3 ACCESSI AL SITO

La viabilità ordinaria principale consente di raggiungere agevolmente i centri abitati dei Comuni interessati dagli interventi.

Le aree di lavoro sono quasi tutte raggiungibili percorrendo strade Comunali e poderali; le singole postazioni di ubicazione dei sostegni dovranno essere collegate alla viabilità sopra citata con delle piste di cantiere che saranno ripristinate dopo l’esecuzione dei lavori.

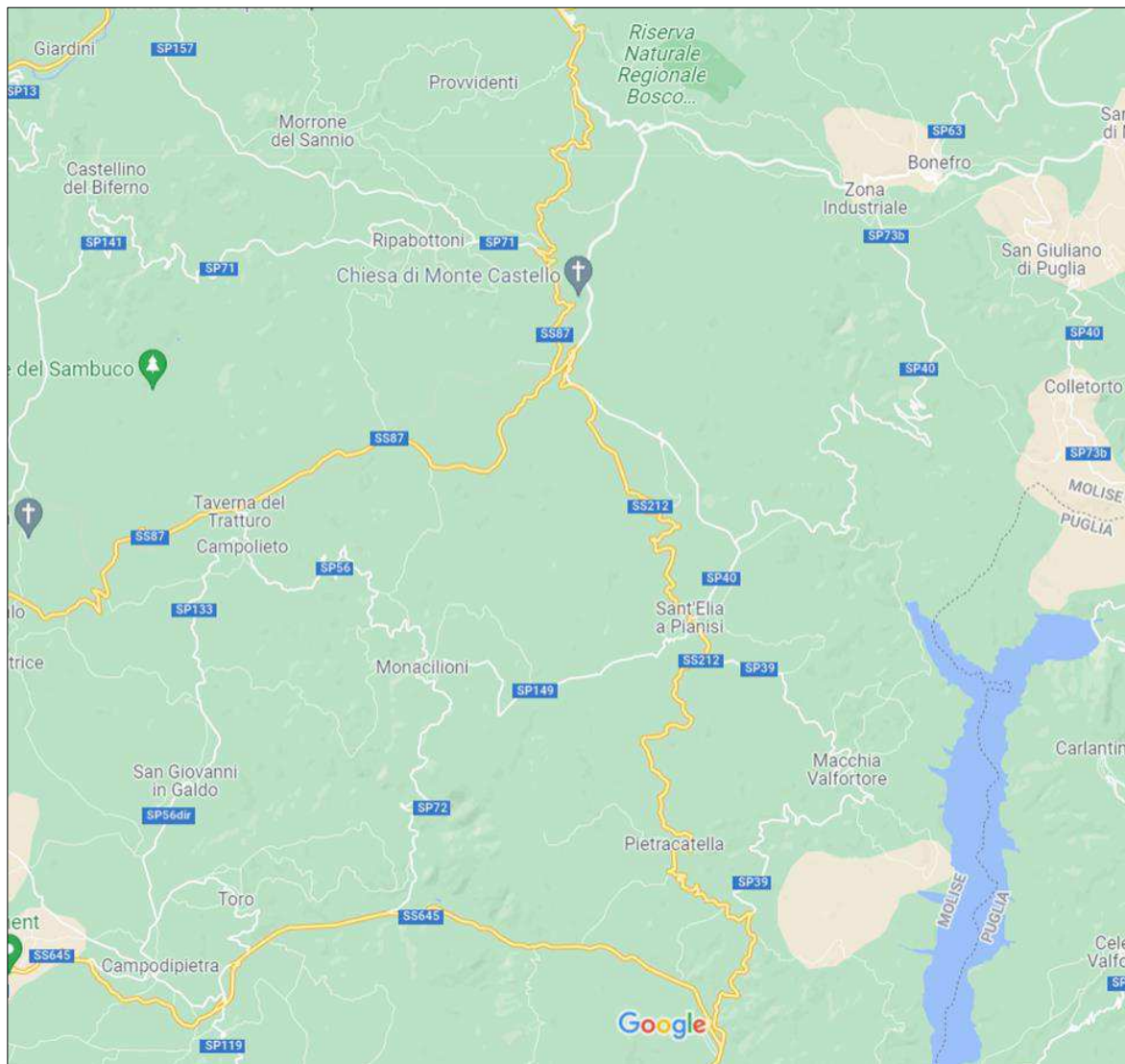


Figura 9 – Stralcio mappa stradale rappresentativa dei Comuni interessati

4 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Nelle figure seguenti si riportano i cronoprogrammi di esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'elettrodotto e della SE Morrone.

Per i raccordi in cavo interrato AT a 150 kV di collegamento alla linea esistente a 150 kV "Larino – CP Morrone", i tempi della realizzazione di tutte le azioni previste è stimato in circa 8 mesi + 1 mese/km.

Si evidenzia che i lavori delle tre opere potrebbero essere realizzati in parziale contemporaneità.

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C3300990

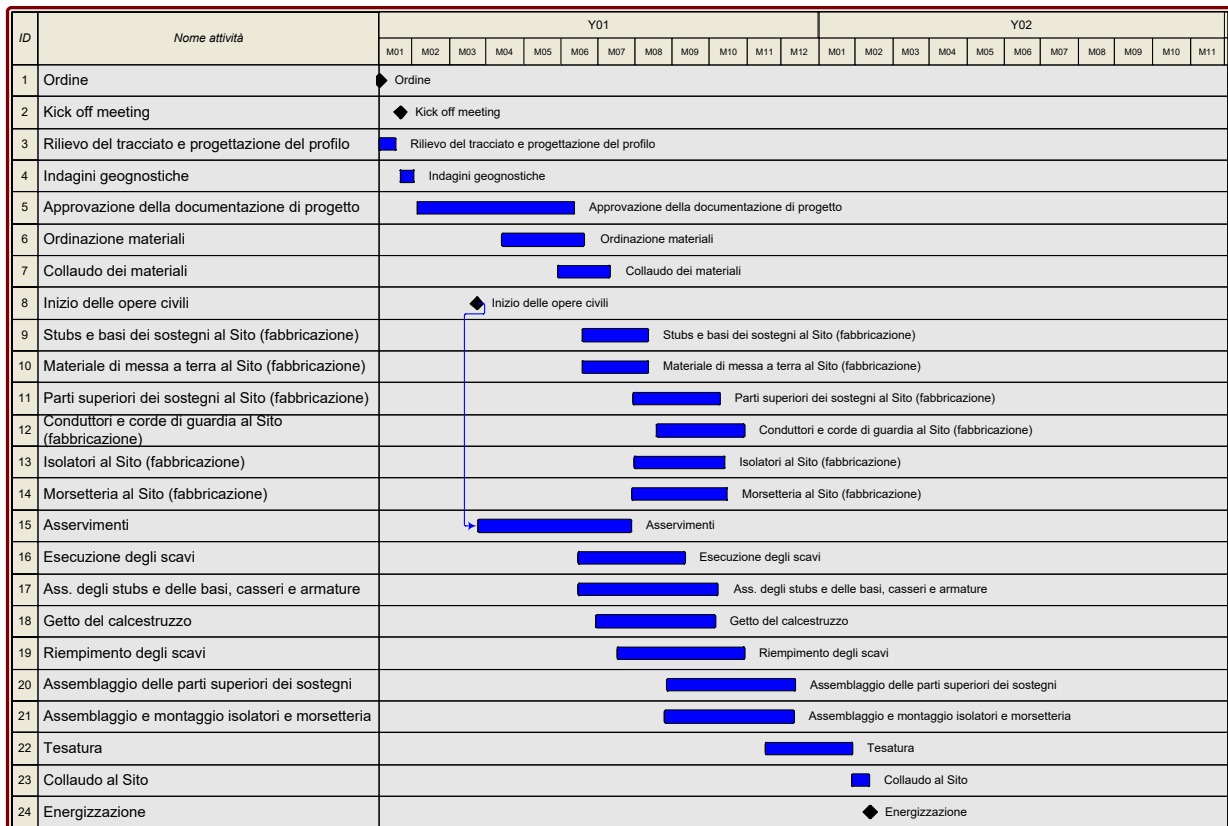


Figura 10 – Cronoprogramma dei lavori di realizzazione dell'elettrodotto di collegamento tra la CP "Pietracatella" e la nuova stazione RTN "Morrone"

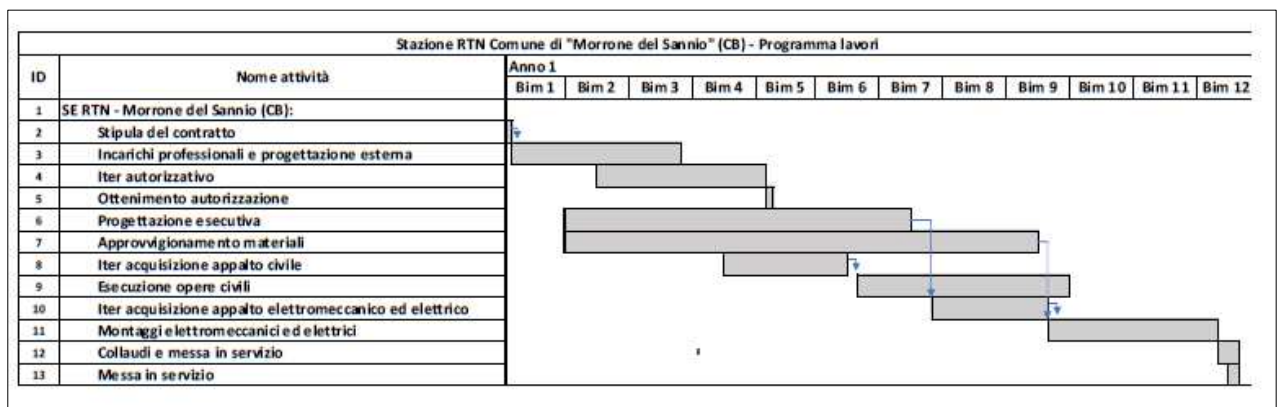


Figura 11 – Cronoprogramma dei lavori di realizzazione della nuova stazione RTN "Morrone"

5 ELETTRODOTTI AEREI: FASE DI COSTRUZIONE

5.1 Composizione dell'elettrodotto

Nel Progetto Unificato TERNA sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) di un elettrodotto e le relative modalità di impiego. Un elettrodotto ha frequenza nominale pari a 50 Hz e tensione nominale pari a 380, 220 o 132/150 kV.

5.1.1 Conduttori e funi di guardia

I conduttori di energia possono essere in fune di alluminio-acciaio o lega di alluminio – acciaio e possono essere disposti in fasci fino a tre per ogni fase (trinato). Nel caso specifico si utilizzeranno conduttori in lega speciale ad alto limite termico, che, a parità di caratteristiche geometriche del conduttore che sostituiscono, garantiscono portate maggiori.

Sulla sommità dei cimini sono poste in opera le funi di guardia, in acciaio zincato o in lega di alluminio incorporante fibre ottiche, destinate a proteggere i conduttori dalle scariche atmosferiche ed a migliorare la messa a terra dei sostegni.

Nel caso di sostegni con tipologia a delta rovesciato le funi di guardia saranno due, una per ogni cimino. Le tipologie di fune variano a seconda della linea sulla quale viene impiegata. Normalmente viene impiegata la fune di guardia in acciaio zincato di diametro di 11,5 mm e sezione di 78,94 mm², composta da n. 19 fili del diametro di 2,3 mm, con un carico di rottura teorico minimo di 12.231 daN. La fune potrà essere rivestita in alluminio per migliorare la conducibilità elettrica.

5.1.2 Sostegni

Per sostegno si intende la struttura fuori terra atta a "sostenere" i conduttori e le corde di guardia. La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 400 m. L'altezza di un sostegno è invece legata alle le caratteristiche altimetriche del terreno.

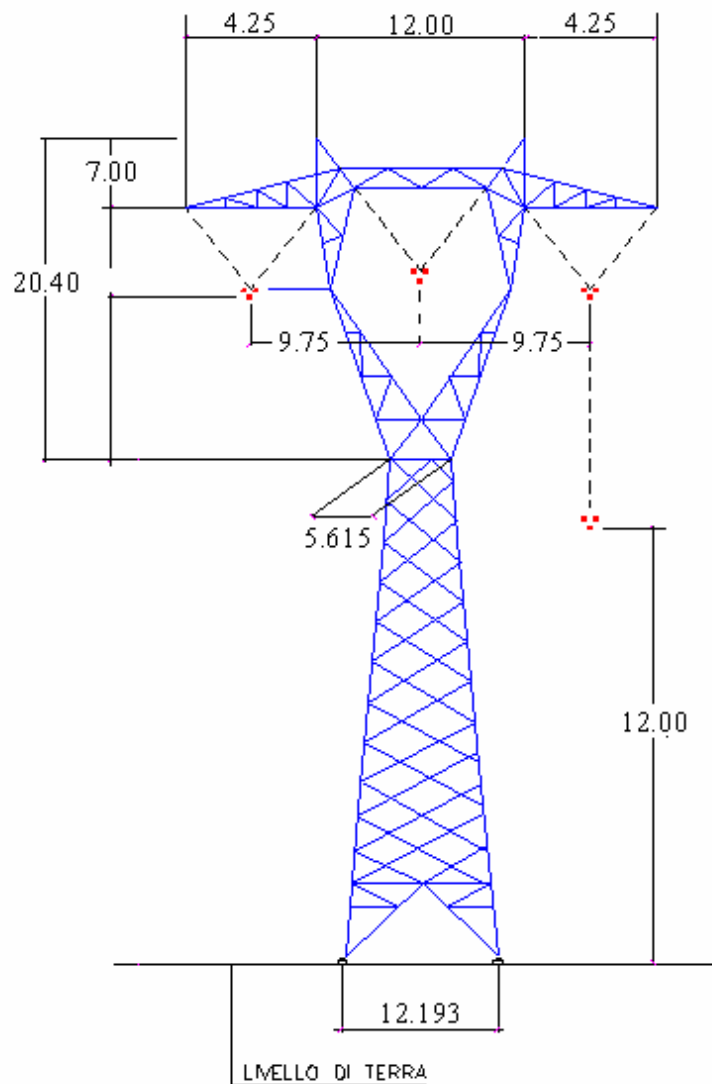
5.1.2.1 Sostegni a traliccio

I sostegni a traliccio sono di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali.

Essi sono di un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvede, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

Si riporta, di seguito, con finalità puramente qualitativa, uno schematico di sostegno a traliccio.



Schematico sostegno a traliccio del tipo troncopiramidale per linea semplice terna 380 kV

5.2 Attività preliminari

Le attività realizzative di un elettrodotto devono sempre essere svolte tenendo conto dell'affidabilità e continuità del servizio elettrico. Questo comporta che la realizzazione di un'opera avviene attraverso cantieri non contemporanei da individuare secondo i piani di indisponibilità della rete.

La realizzazione di un elettrodotto aereo è suddivisibile nelle seguenti fasi operative principali:

- Attività preliminari;
- Realizzazione dei microcantieri ed esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
- Trasporto e montaggio dei sostegni;
- Messa in opera dei conduttori;
- Ripristini delle aree di cantiere.

Le attività preliminari consistono sostanzialmente nella predisposizione degli asservimenti e nel tracciamento dell'opera sulla base del progetto autorizzato. In tale fase si provvede a segnalare opportunamente sul territorio interessato il posizionamento della linea e, in particolare, l'ubicazione esatta dei sostegni; a seguire, qualora necessario, si procede alla realizzazione di infrastrutture provvisorie e all'apertura delle piste di accesso necessarie per raggiungere i siti con i mezzi meccanici.

L'accesso ai cantieri potrà avvenire secondo le seguenti modalità:

- utilizzando la viabilità esistente: in questo caso si prevede l'accesso alle aree di lavorazione mediante l'utilizzo della viabilità esistente (principale o secondaria). Si potrà presentare la necessità, da verificarsi in fase di progettazione esecutiva, di ripristinare localizzati tratti della viabilità esistente mediante circoscritte sistemazione del fondo stradale o ripristino della massicciata al fine di consentire il transito dei mezzi di cantiere;
- attraverso aree/campi coltivati/aree a prato: in corrispondenza di tali aree, generalmente piane o poco acclivi, prive di ostacoli morfologici o naturali e di vegetazione naturale, non si prevede la realizzazione di piste di cantiere propriamente dette ma semplicemente il costipamento del fondo attraverso il passaggio dei mezzi di cantiere ed il successivo ripristino, a chiusura del cantiere, dello stato originario dei luoghi;
- a mezzo di piste di cantiere di nuova realizzazione: considerata la complessità dell'opera e la morfologia dei luoghi, si prevede, laddove la viabilità esistente o le pendenze del suolo e la natura litologica dello stesso non lo consentano, l'apertura di piste provvisorie per l'accesso alle aree di lavorazione;
- mediante l'utilizzo dell'elicottero: si prevede l'utilizzo dell'elicottero laddove la lontananza dei cantieri rispetto alla viabilità esistente, la morfologia dei luoghi (pendenza, presenza di aree in dissesto, presenza di canali o valli difficilmente superabili), e l'entità delle eventuali opere di sostegno provvisionali, rendano di fatto non conveniente l'apertura di nuove piste in termini di tempi, lavorazioni, interferenze ambientali e costi. Per quanto riguarda gli interventi all'interno dei Siti Natura 2000, o in aree protette particolarmente sensibili, il più delle volte i sostegni non direttamente raggiungibili da strade forestali esistenti vengono serviti

dall'elicottero. L'apertura di brevi percorsi d'accesso ai siti di cantiere viene limitata al massimo al fine di ridurre le interferenze con gli habitat e gli habitat di specie.

Nelle successive fasi di progettazione, in funzione della viabilità esistente, saranno definite le modalità di accesso a ciascun microcantiere da realizzare.

5.3 Modalità di organizzazione del cantiere

L'insieme del "cantiere di lavoro" per la realizzazione di un elettrodotto è composto da un'area centrale (o campo base o area di cantiere base) e da più aree di intervento (aree di micro-cantiere e aree di linea) ubicate in corrispondenza dei singoli sostegni.

Area centrale o Campo base: rappresenta l'area principale del cantiere, denominata anche Campo base, dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per i materiali e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera. Nella fase di progettazione di un elettrodotto si individuano, in via preliminare, le aree da adibire a campo base (o aree centrali). La reale disponibilità delle aree viene poi verificata in sede di progettazione esecutiva.

Le aree centrali individuate rispondono generalmente alle seguenti caratteristiche:

- destinazione preferenziale d'uso industriale o artigianale o, in assenza di tali aree in un intorno di qualche chilometro dal tracciato dell'elettrodotto, aree agricole;
- aree localizzate lungo la viabilità principale e prossime all'asse del tracciato;
- morfologia del terreno pianeggiante, in alternativa sub-pianeggiante;
- assenza di vincoli ambientali, dove possibile;
- lontananza da possibili recettori sensibili quali abitazioni, scuole ecc.

Aree di intervento: sono i luoghi ove vengono realizzati i lavori veri e propri afferenti l'elettrodotto (opere di fondazione, montaggio, tesatura, smontaggi e demolizioni) nonché i lavori complementari; sono ubicati in corrispondenza del tracciato dell'elettrodotto stesso e si suddividono in:

Area sostegno o micro cantiere - è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno (traliccio / palo dell'elettrodotto) o attività su di esso svolte; ne sarà realizzato uno in corrispondenza di ciascun sostegno.

Si tratta di cantieri destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. I microcantieri sono di dimensione media di norma pari a 30 x 30 m² per sostegni 380 kV.

Area di linea - è l'area interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti, ed attività complementari quali, ad esempio: la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie di accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio delle piante, ecc.

La realizzazione dell'opera prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Il cantiere viene organizzato per squadre specializzate nelle varie fasi di attività (scavo delle fondazioni, getto dei blocchi di fondazione, montaggio dei tralicci, posa e tesatura dei conduttori), che svolgeranno il loro lavoro in successione sulle piazzole di realizzazione dei sostegni.

Nelle successive fasi di progettazione, sarà individuata l'area per il campo base e le altre aree necessarie alla realizzazione.

Per la realizzazione delle linee sono necessari mediamente, per ogni km, le seguenti quantità di risorse:

Risorse	Quantità	
scavo	320	m ³ /km
calcestruzzo	170	m ³ /km
ferro di armatura	10	t/km
carpenteria metallica	18	t/km
morsetteria ed accessori	1	t/km
isolatori	210	n/km
conduttori	6	t/km
corde di guardia	1.6	t/km

Tabella 1 – Quantità di risorse per km di linea

Le tabelle che seguono riepilogano per ogni struttura del cantiere sopra descritte, le attività svolte presso ogni area e i rispettivi macchinari utilizzati:

Aree Centrale o Campo Base		
Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari / Automezzi
Area Centrale o Campo base	Carico / scarico materiali e attrezzature; Movimentazione materiali e attrezzature; Formazione colli e premontaggio di attrezzature ed eventuale parti strutturali	Autocarro con gru; Autogru; Muletto; Carrello elevatore; Compressore/generatore

Tabella 2 - Elenco attività e mezzi per l'Area Centrale o Campo Base

Aree di intervento		
Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari e mezzi
Aree Sostegno	Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia	
	Movimento terra, scavo di fondazione;	Escavatore; Generatore per pompe acqua (eventuale)
	Montaggio tronco base del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare) Autobetoniera Generatore
	Casseratura e armatura fondazione	
	Getto calcestruzzo di fondazione	
	Disarmo	
	Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra	Escavatore
	Montaggio a piè d'opera del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)
	Montaggio in opera sostegno	Autocarro con gru
		Autogru; Argano di sollevamento (in alternativa all'autogru/gru) o in casi particolari elicottero tipo Erickson
	Movimentazione conduttori	Autocarro con gru (oppure autogru o similare); Argano di manovra

Tabella 3 - Elenco attività e mezzi per l'Area sostegno

Aree di intervento		
Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari e mezzi
Aree di linea	Stendimento conduttori / Recupero conduttori esistenti	Elicottero Argano / freno
		Autocarro con gru (oppure autogru o similare)
		Argano di manovra
	Lavori in genere afferenti la tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazione conduttori varie	Autocarro con gru (oppure autogru o similari)
		Argano di manovra
	Realizzazione opere provvisorie di protezione e loro ripiegamento	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)
	Sistemazione/spianamento aree di lavoro/realizzazione vie di accesso	Escavatore;
		autocarro

Tabella 4 - Elenco attività e mezzi per l'Area di linea

Si riportano di seguito i tipologici delle aree di lavoro:

- pianta dell'Area centrale;
- pianta "tipo" dell'Area sostegno con l'indicazione degli spazi riservati allo svolgimento delle attività, ed al deposito temporaneo a piè d'opera; pianta "tipo" dell'Area di linea.

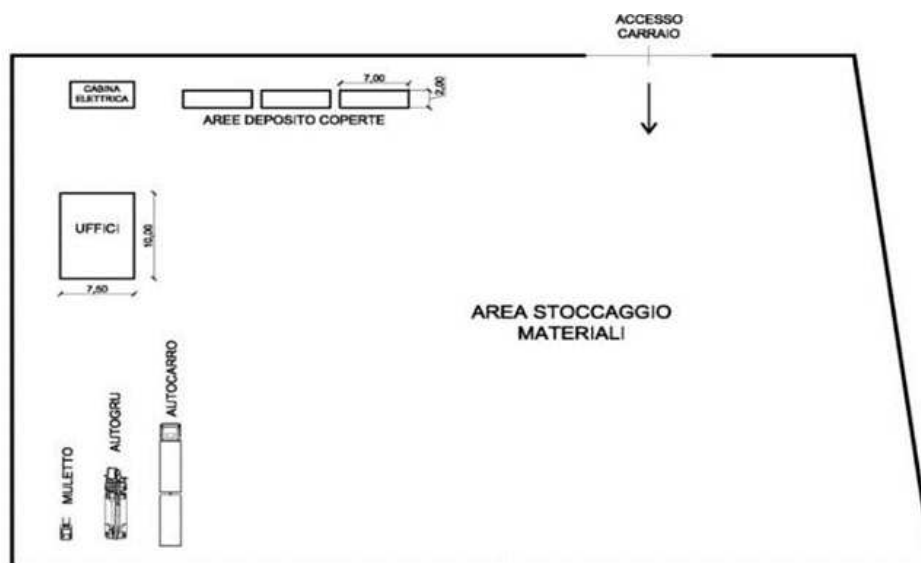


Figura 1 - Planimetria dell'Area centrale – Tipologico

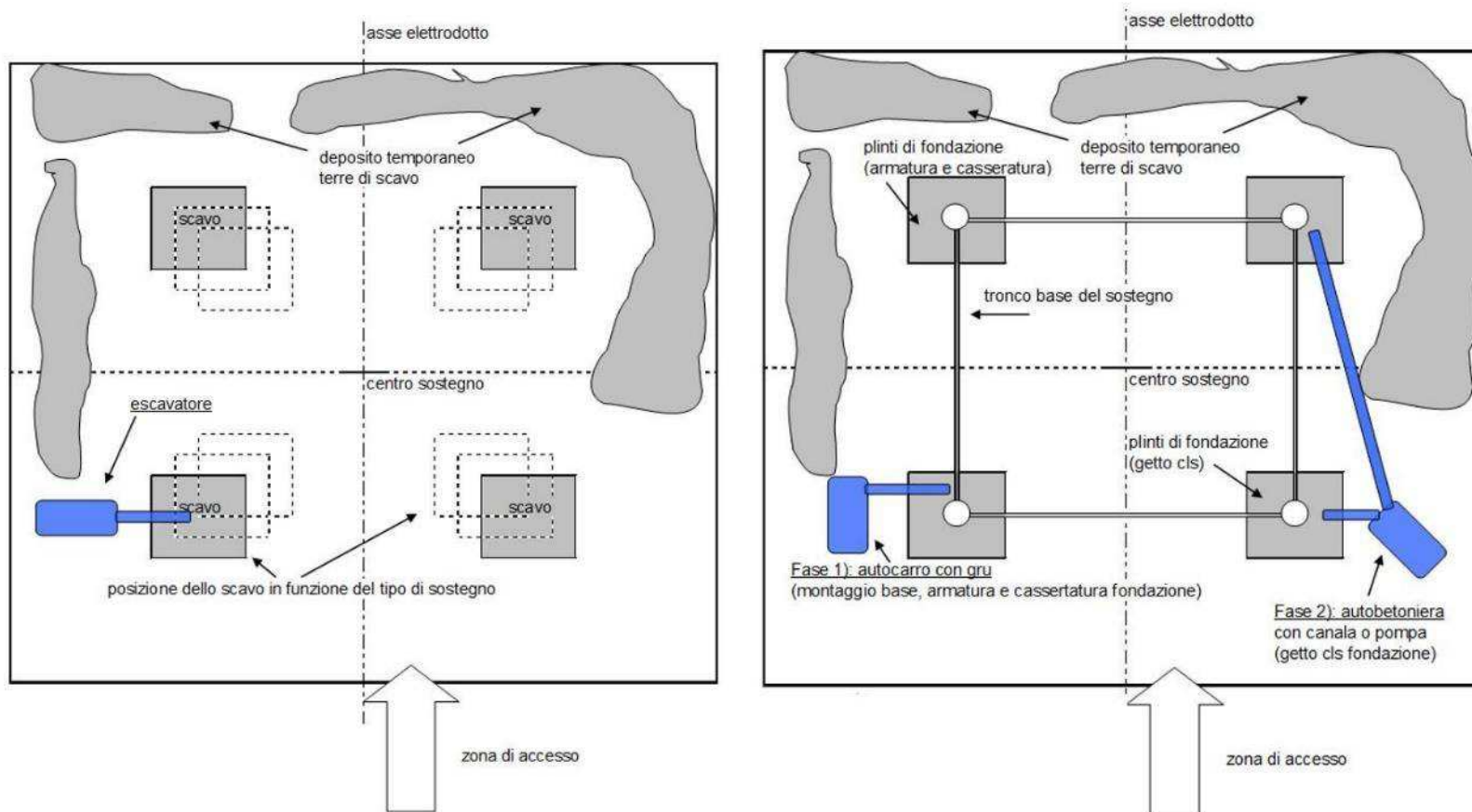


Figura 2 - Planimetria dell'Area Sostegno (scavo di fondazione - getto e basi) - Tipologico

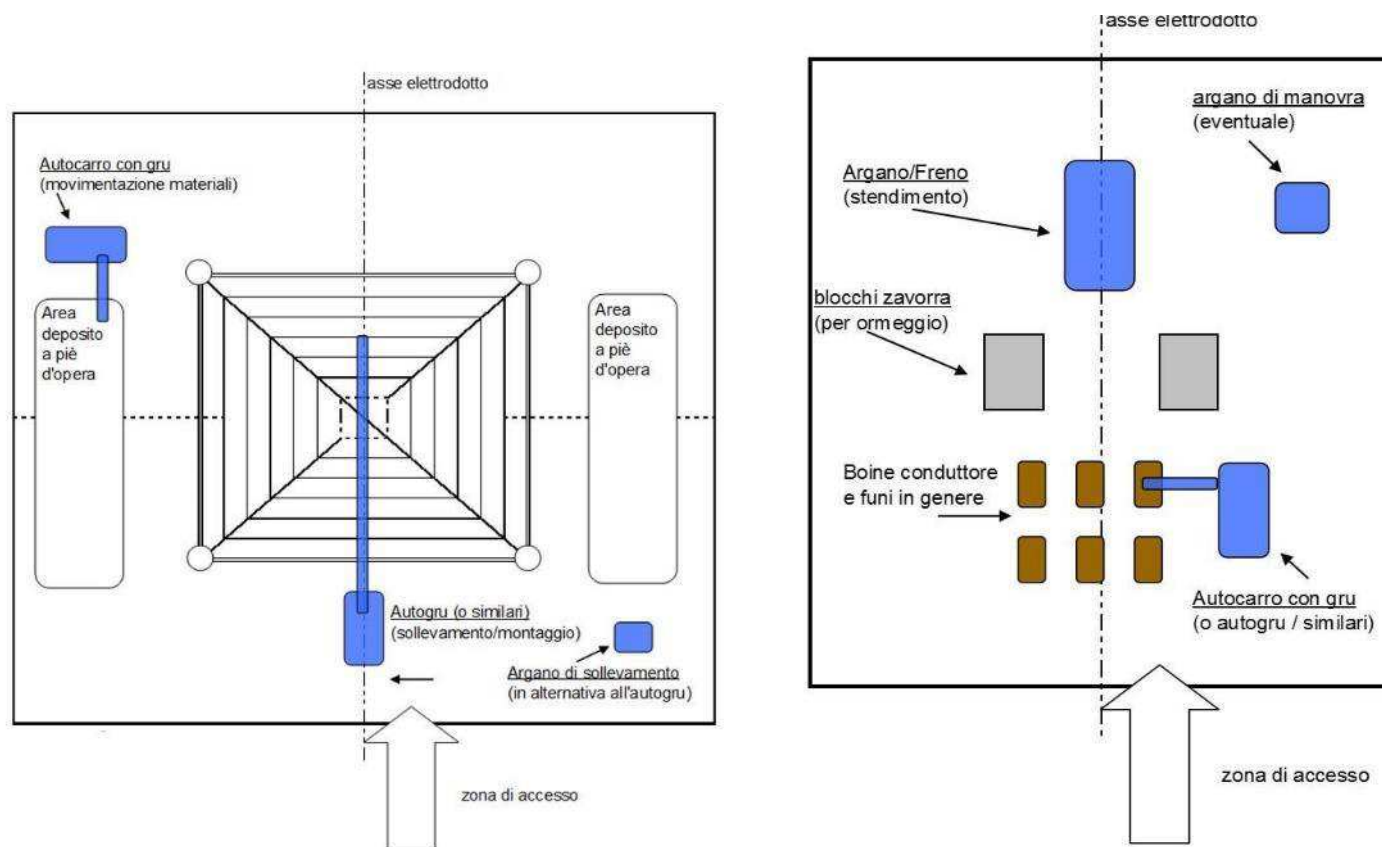


Figura 3 - Planimetria dell'Area Sostegno (montaggio sostegno) - Planimetria dell'Area di linea - Tipologico



Figura 4 - Area centrale – Deposito materiale (fonte: Terna spa)



Figura 5 - Area centrale – Mezzo utilizzato in fase di cantiere (fonte: Terna spa)



Figura 6 - Area centrale (fonte: Terna spa)



Figure 7: Area di linea (fonte: Terna spa)



Figura 8: Area Sostegno (fonte: Terna spa)



Figura 9 - Area Sostegno veduta dall'alto dell'estensione complessiva del micro-cantiere (fonte: Terna spa)

5.4 Realizzazione delle fondazioni

La scelta della tipologia fondazionale viene condotta in funzione dei seguenti parametri, secondo i dettami del D.M. 21 Marzo 1988:

- carichi trasmessi alla struttura di fondazione;
- modello geotecnico caratteristico dell'area sulla quale è prevista la messa in opera del sostegni; dinamica geomorfologica al contorno.

Le tipologie di fondazioni adottate per i sostegni a traliccio, possono essere così raggruppate:

tipologia di sostegno	Fondazione	Tipologia fondazione
traliccio	superficiale	tipo CR
		Tiranti in roccia
		metalliche
	profonda	pali trivellati
		micropali tipo tubfix
		pali a spostamento laterale

Tabella 5 – Tipologie di sostegno

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite "tabelle delle corrispondenze" tra sostegni, monconi e fondazioni. Si riportano in questa sede le tipologie maggiormente significative ed indicate in grassetto nella tabella precedente.

Si specifica che l'utilizzo delle fondazioni profonde è limitato a casi particolari, corrispondenti a poco più del 2% sul totale dei sostegni dell'intera rete RTN di proprietà

Terna. Le fondazioni profonde vengono impiegate in situazioni di criticità, che sono sostanzialmente legate alla presenza di terreni con scarse caratteristiche geotecniche, di falde superficiali e di dissesti geomorfologici. In tali situazioni le fondazioni superficiali non garantirebbero la stabilità del sostegno e quindi le condizioni di sicurezza dell'infrastruttura.

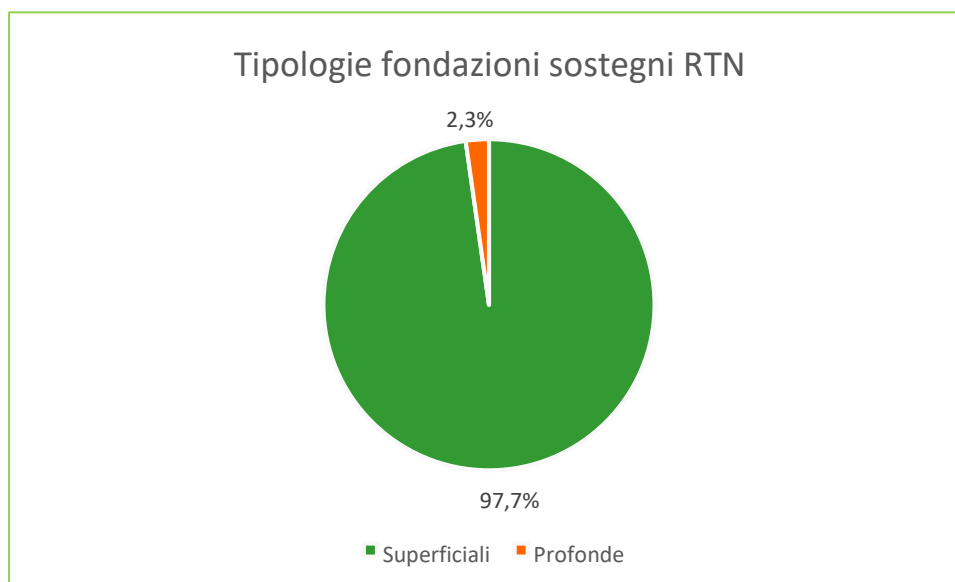


Figura 10 – Tipologie di fondazioni delle linee appartenenti alla RTN

Se si considerano esclusivamente le linee a tensione 220-150-132 kV, che rappresentano la maggior parte delle linee soggette a interventi di demolizione, la percentuale di fondazioni profonde si riduce ulteriormente al di sotto dell'1%.

5.4.1 Fondazioni superficiali

Fondazioni superficiali sostegni a traliccio - tipo CR

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni.

Ciascun sostegno a traliccio è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interrato atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del

sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Vengono inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità di ciascun sostegno per la posa dei dispersori di terra, con successivo reinterro e costipamento.

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore ed ha, mediamente, dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 m³ (le dimensioni effettive delle varie fondazioni saranno definite in sede di progettazione esecutiva); una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m.

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procede all'aggettamento della fossa con una pompa di esaurimento.

In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno.

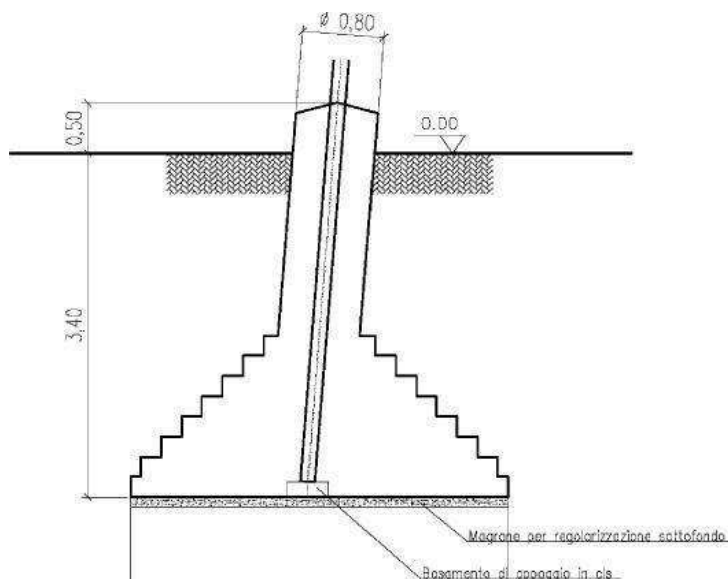


Figura 11 - Esempio di realizzazione di una fondazione a plinto con riseghe. Nell'immagine di sinistra si può osservare un disegno di progetto mentre nell'immagine di destra la fase di casseratura della fondazione (fonte: Terna spa)



Figura 12 - Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio. Nell'immagine si può osservare la fase di cassetatura (fonte: Terna spa)



Figura 13 - Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio. Nell'immagine si può osservare una fondazione CR appena "scasserata". Si possono distinguere facilmente la parte inferiore a parallelepipedo, i tronchi piramidali ed il colonnino di raccordo con la "base" del sostegno (fonte: Terna spa)



Figura 14 - Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio. Nell'immagine si possono osservare le quattro buche, la base del sostegno collegata alla fondazione tramite i "monconi" ed i casseri utilizzati per i quattro colonnini (fonte: Terna spa)

5.4.2 Fondazioni profonde

In caso di terreni con scarse caratteristiche geotecniche, instabili o in presenza di falda, è generalmente necessario utilizzare fondazioni profonde (pali trivellati e/o micropali tipo tubfix).

La descrizione di tali tipologie fondazionali viene affrontata indipendentemente dal sostegno (a traliccio o monostelo) per il quale vengono progettate, poiché la metodologia di realizzazione di tali fondazioni risulta indipendente e simile in entrambi i casi (traliccio e monostelo). Possiamo infatti immaginare i micropali tubfix ed i pali trivellati generalmente come semplici elementi strutturali e geotecnici di "raccordo" alla fondazione superficiale.

5.4.2.1 Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione dello scavo mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 m³ circa per ogni fondazione; posa dell'armatura (gabbia metallica); getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del sostegno.

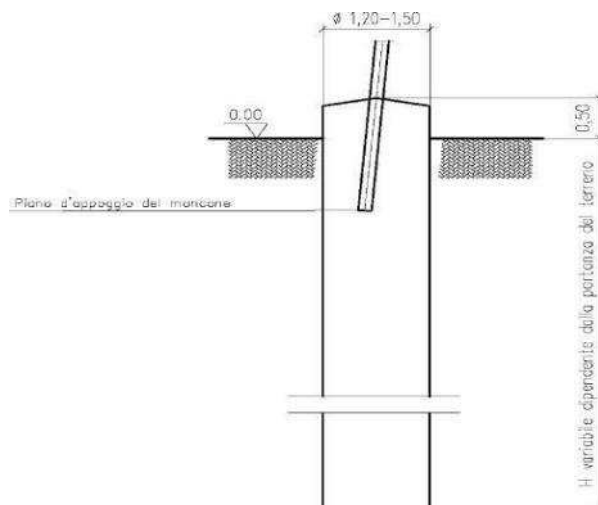


Figura 20 - Disegno costruttivo di un palo trivellato



Figura 21 - Macchina operatrice per la realizzazione di pali trivellati (fonte: Terna spa)



Figura 22 - Realizzazione di una fondazione su pali trivellati per un sostegno monostelo.
Nell'immagine si può osservare una fondazione in fase di realizzazione. Si possono distinguere facilmente i quattro pali trivellati già realizzati e gettati (si osservano le "ripresе" delle quattro gabbie metalliche) ed il piano di "magrone" sul quale impostare il monoblocco in cls (fonte: Terna spa)

Micropali tipo tubifix

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell'armatura tubolare metallica; iniezione malta cementizia. Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato. Per la realizzazione dei micropali tipo tubifix lo scavo viene generalmente eseguito per rotopercussione "a secco" oppure con il solo utilizzo di acqua.

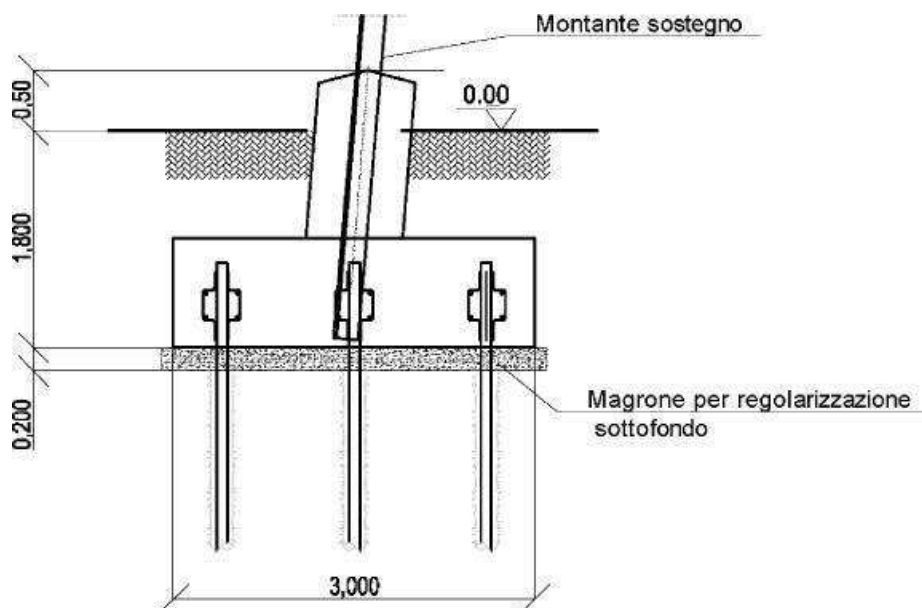


Figura 23 - Disegno costruttivo di un micropalo



Figura 24 - Esempio di realizzazione di una fondazione su micropali tipo tubfix. Nell'immagine di destra si può notare il particolare del raccordo tra i tubolari metallici dei micropali con l'armatura del plinto di fondazione; al centro del plinto si nota il moncone del sostegno (elemento di raccordo tra il sostegno e la fondazione) il quale viene annegato nella fondazione stessa (fonte: Terna spa)



Figura 25 - Macchina operatrice per la realizzazione di micropali tubfix; sistema di scavo a rotopercolazione (fonte: Terna spa)



Figura 26 - Macchina operatrice per la realizzazione di micropali tubfix; sistema di scavo mediante trivella elicoidale (fonte: Terna spa)



Figura 27 - Realizzazione di micropali tipo tubfix per un sostegno a traliccio; si possono osservare i 9 micropali già realizzati ed iniettati; in questa fase, prima dell'armatura e cassetatura del plinto di fondazione, si sta eseguendo una prova di tenuta del micropalo allo strappamento, al fine di verificare la corretta progettazione e realizzazione dello stesso(fonte: Terna spa) spa)

5.5 Realizzazione dei sostegni: trasporto e montaggio

Una volta terminata la fase di realizzazione delle strutture di fondazione, si procederà al trasporto dei profilati metallici zincati ed al successivo montaggio in opera, a partire dai monconi già ammorsati in fondazione.

Nel complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno, ossia per la fase di fondazione e il successivo montaggio, non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti (10-15 giorni).

Per evidenti ragioni di ingombro e praticità i sostegni vengono generalmente trasportati sui siti per parti, mediante l'impiego di automezzi o di elicotteri; per il montaggio si provvederà al sollevamento degli stessi con autogrù ed argani nel caso in cui il cantiere sia accessibile e l'area di cantiere abbastanza estesa; i diversi pezzi saranno collegati fra loro tramite bullonatura.

I singoli tronchi costituenti i sostegni tubolari verranno invece uniti sul luogo di installazione sia con il metodo della "sovrapposizione ad incastro" che della "bullonatura delle flange", sempre con l'ausilio di autogrù ed argani. In casi particolari è possibile prevenire l'utilizzo di elicotteri speciali in grado di trasportare un sostegno già assemblato (es. elicottero Erickson).

Per l'esecuzione dei tralicci non raggiungibili da strade esistenti, come già anticipato, sarà necessaria la realizzazione di piste di accesso ai siti di cantiere, che data la loro peculiarità sono da considerarsi opere provvisorie.

Infatti, le piste di accesso alle piazzole saranno realizzate solo dove strettamente necessario, dal momento che verrà per lo più utilizzata la viabilità ordinaria e secondaria esistente; in funzione della posizione dei sostegni, generalmente localizzati su aree agricole, si utilizzeranno le strade campestri esistenti e/o gli accessi naturali dei fondi stessi; si tratterà al più, in qualche caso, di realizzare brevi raccordi tra strade esistenti e siti dei sostegni.

Le stesse avranno una larghezza media di circa 3 m, e l'impatto con lo stato dei luoghi circostante sarà limitata ad una eventuale azione di passaggio dei mezzi in entrata alle piazzole di lavorazione.

In ogni caso, a lavori ultimati (durata circa 4-5 settimane per ciascuna piazzola) le aree interferite verranno tempestivamente ripristinate e restituite agli usi originari.



Figura 28 - Fasi di montaggio sostegno a traliccio (fonte: Terna spa)



Figura 29 - Fasi di montaggio sostegno a traliccio (fonte: Terna spa)

Laddove l'elettrodotto si sviluppi lungo un tracciato dove l'uso di automezzi anche speciali (ragni) è sconsigliato, in quanto impattante (ad esempio all'interno dei Siti Natura 2000) o impossibilitato dalla conformazione del terreno (versanti molto acclivi con postazioni difficilmente raggiungibili), le attività di costruzione vengono eseguite con l'ausilio di un elicottero da trasporto.

Tale mezzo entrerà in funzione:

- nel trasporto di materiali, mezzi e attrezzature per l'allestimento del cantiere e per lo svolgimento dei lavori; nel getto delle fondazioni;
- nel trasporto e montaggio delle strutture metalliche dei nuovi sostegni;
- nello stendimento dei conduttori e delle funi di guardia;
- nella fase di recupero dei vecchi conduttori e delle funi di guardia; nella rimozione della carpenteria dei sostegni rimossi;
- nella rimozione dei materiali derivanti dalle demolizioni.



Figura 30 - Esempi di micro - cantieri in quota (fonte: Terna spa)

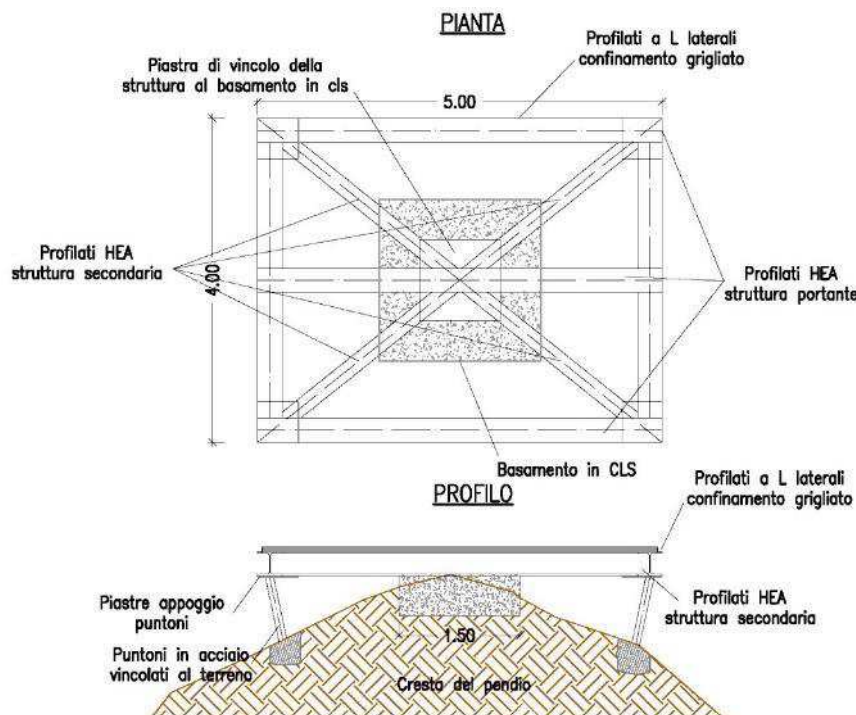


Figura 31 - Tipologico piattaforma atterraggio elicottero

Infine, come anticipato, in casi particolari sempre legate alle difficoltà di accesso dei microcantieri, i sostegni vengono assemblati nei cantieri base e trasportati in blocco tramite l'ausilio di elicotteri speciali tipo Erickson, in grado di sostenere pesi particolarmente elevati.



Figura 32 – Elicottero Erickson per trasporto carichi pesanti (fonte: Terna spa)



Figura 33 - Trasporto di un sostegno con elicottero Erickson (fonte: Terna spa)

5.6 Messa in opera dei conduttori e delle funi di guardia

Lo stendimento e la tesatura dei conduttori viene, in fase esecutiva, curata con molta attenzione. L'individuazione delle tratte di posa, di norma 10÷12 sostegni (5÷6 km), dipende dall'orografia del tracciato, dalla viabilità di accesso e dalla possibilità di disporre di piccole aree site alle due estremità della tratta individuata, sgombre da vegetazione o comunque poco alberate, ove disporre le attrezzature di tiro (argani, freno, zavorre ecc.).

Per la posa in opera dei conduttori e delle corde di guardia è previsto l'allestimento di un'area ogni 5-6 km circa, dell'estensione di circa 800 m² ciascuna, occupata per un periodo di qualche settimana per ospitare rispettivamente il freno con le bobine dei conduttori e l'argano con le bobine di recupero delle traenti.

Lo stendimento della fune pilota viene eseguito di prassi con l'elicottero in modo da rendere più spedita l'operazione ed evitare danni alle colture e alla vegetazione naturale sottostanti. A questa fase segue lo stendimento dei conduttori che avviene recuperando la fune pilota con l'ausilio delle attrezzature di tiro, argani e freno, dislocate alle estremità della tratta oggetto di stendimento, la cui azione simultanea, definita "Tesatura frenata", consente di mantenere alti dal suolo, dalla vegetazione, e dagli ostacoli in genere, i conduttori durante tutte le operazioni.

Il tempo di intervento per lo stendimento cordino per la tesatura conduttori è di circa 45 minuti / km.

La regolazione dei tiri e l'ammorsettatura sono le fasi conclusive che non presentano particolari problemi esecutivi.



Figura 34 - Utilizzo dell'elicottero per la stesura della fune pilota (fonte: Terna spa)



Figura 35 - Utilizzo dell'elicottero per la stesura della fune pilota. Si noti il particolare delle carrucole (fonte: Terna spa)



Figura 36 - Fasi di tesatura della linea elettrica (fonte: Terna spa)

5.6.1 Le aree di interferenza conduttori-vegetazione arborea: primo taglio della vegetazione

Una volta terminata la fase di tesatura, le superfici oggetto di insediamento di nuovi sostegni sono interessate, al termine dei lavori, da interventi di ripristino dello stato originario dei luoghi, finalizzati a riportare lo status pedologico e delle fitocenosi in una condizione il più possibile vicina a quella ante - operam, mediante studi progettuali e tecniche realizzative adeguate.

Ove l'interferenza con la vegetazione fosse inevitabile, particolari tecniche cautelative vengono attuate per l'esecuzione del taglio: esse consistono nel limitare il taglio alla parte superiore delle piante che effettivamente interferiscono con la linea (capitozzatura), a vantaggio non solo della componente vegetazionale, ma anche del paesaggio, con la riduzione della percezione dell'intervento.

Saranno inoltre adottate ulteriori mitigazioni in fase di cantiere per limitare l'interferenza con le vegetazione arborea prossima ai lavori, quali:

- sarà evitato il costipamento del terreno in adiacenza degli esemplari arborei ;
- in corrispondenza degli alberi il transito dei mezzi di cantiere sarà di breve durata e limitato al minimo;
- saranno evitate le installazioni di cantiere in prossimità degli individui arborei;
- saranno adottate protezioni intorno ai tronchi con assi di legno, di altezza adeguata alle possibili
- interferenze e di ampiezza tale da proteggere anche la chioma.

5.6.1.1 Stima del primo taglio della vegetazione

Si intende il primo taglio che verrà effettuato sotto le campate della linea. Il taglio della vegetazione arborea in fase di esercizio lungo la fascia dei conduttori viene significativamente minimizzato a seguito degli accorgimenti progettuali utilizzati e dei calcoli di precisione effettuati in fase di redazione del progetto (metodo LIDAR). Le linee vengono progettate considerando la distanza minima di sicurezza prevista dalla normativa vigente in materia.

In merito alla distanza di sicurezza "rami-conduttori", il DM n. 449 del 21/03/1988 "Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche esterne" dispone quanto segue in tabella:

Voltaggio	120 kV	132 kV	150 kV	200 kV	220 kV	380 kV
Distanza di sicurezza in metri da tutte le posizioni impraticabili e dai rami degli alberi	m 1,70	m 1,82	m 2,00	m 2,50	m 2,70	m 4,30

Tabella 6 – Distanza di sicurezza in metri da tutte le posizioni impraticabili e dai rami degli alberi

Successivamente il Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro DLgs. 9 aprile 2008 n. 81 nell'allegato IX ha stabilito una distanza di sicurezza da parti attive di linee elettriche pari a 5 m per le linee con tensione nominale fino a 132 kV e 7 m per le linee a tensione maggiore.

Nella determinazione delle piante soggette al taglio si deve tener conto di due aspetti:

- il primo aspetto è legato alle distanze di sicurezza elettrica, garantendo distanze tra i conduttori e la vegetazione che impediscono l'insorgenza di scariche a terra con conseguenti rischi di incendio e disalimentazione della rete. Tali distanze indicate nel DM n. 449 e aumentate per la sicurezza degli operatori a quelle previste nel T.U. 81/08, nel primo taglio vengono solitamente aumentate di 1 m per garantirne la durata di almeno 1 anno prima del piano di taglio successivo. Quindi, considerando la larghezza degli elettrodotti, lo sbandamento laterale dei conduttori per effetto del vento e le distanze di rispetto sopra considerate, si possono avere fasce soggette al taglio di piante di circa 30 m di larghezza per le linee 132 kV e 40 m per

le linee 220 kV e 380 kV. Tali fasce riguarderanno ovviamente i soli tratti di elettrodotto con altezze dei conduttori inferiori alle altezze di massimo sviluppo delle essenze più le distanze di sicurezza.

- il secondo aspetto riguarda la sicurezza meccanica relativamente alla caduta degli alberi posti a monte nei tratti posti sui pendii. In questo caso è necessario evitare che, a causa di eventi eccezionali o vetustà, il ribaltamento degli alberi ad alto fusto possa investire l'elettrodotto provocando danni come la rottura dei conduttori o peggio il cedimento strutturale dei sostegni. La larghezza della fascia dipende da molti fattori quali la pendenza del pendio, l'altezza degli alberi e dei conduttori.

Le superfici di interferenza in cui vengono effettuati questi tagli possono essere calcolate con precisione utilizzando i dati derivanti dai rilievi effettuati con lo strumento LIDAR e avvalendosi del potente software di progettazione PLS-CADD; questo consente di identificare tutte quelle piante interferenti con i conduttori e di distinguere tra esse quali sono soggette a ribaltamento.

Le modalità di taglio seguono una serie di accorgimenti operativi usualmente adottati, fatte salve eventuali prescrizioni imposte dalle competenti autorità. A titolo di esempio si riportano alcuni di questi accorgimenti:

- il taglio dei cedui viene eseguito in modo che la corteccia non resti slabbrata;
- la superficie di taglio è inclinata o convessa e in prossimità del colletto;
- l'eventuale potatura viene fatta rasente al tronco e in maniera da non danneggiare la corteccia;
- al fine di non innescare pericolosi focolai di diffusione di parassiti, l'allestimento dei prodotti del taglio e lo sgombero dei prodotti stessi si compie il più prontamente possibile.

Conseguentemente all'adozione di tali accorgimenti, anche per i successivi anni, il taglio generalmente comunque limitato a quegli esemplari arborei la cui crescita potrà effettivamente generare interferenze dirette con i conduttori aerei. Nello specifico, in caso di attraversamento di un'area boschiva, le operazioni di taglio riguarderanno solamente gli alberi che potenzialmente (tenuto conto anche della crescita) possono avvicinarsi a meno di m 7 (linee 380 kV) dai conduttori.

Il taglio di mantenimento viene poi effettuato periodicamente (con cadenze annuali o biennali) previo contatto laddove necessario con l'Autorità competente.

Il taglio vegetazionale nel progetto in oggetto, si stima sia limitato ad alcune piazzole per la realizzazione dei nuovi sostegni.

5.7 Durata media del micro-cantiere e degli interventi di realizzazione delle linee aeree

Da quanto descritto nei paragrafi precedenti, si evince come la costruzione degli elettrodotti aerei è un'attività che riveste aspetti particolari legati alla morfologia delle linee elettriche, il cui sviluppo in lunghezza impone continui spostamenti sia delle risorse che dei mezzi meccanici utilizzati. Per questi motivi la costruzione di ogni singolo sostegno è paragonabile ad un "microcantiere", le cui attività si svolgono in due fasi distinte: la prima ha una durata media di circa 1 mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti, e comprende le seguenti operazioni:

Attività	Durata
Predisposizione area (taglio pante)	1 g
Scavi	2-3 gg
Trivellazioni	7-10 gg
Posa barre, iniezioni malta	1-2 gg
Maturazione iniezioni, prova su un micropalo	7 gg
Prove su un micropalo/tirante	1 g
Montaggio base sostegno	1 g
Montaggio gabbie di armatura	1 g
Getto fondazione	1 g
Maturazione calcestruzzo	7-15 gg
Montaggio sostegno	5-7 gg

Tabella 7 – Durata attività della fase realizzativa

La seconda fase è invece rappresentata dallo stendimento e tesatura dei conduttori di energia e delle funi di guardia, la cui durata dipende dal numero di sostegni e dall'orografia del territorio interessato (c.a. 10 gg. per tratte di 10÷12 sostegni).

Si specifica che nel caso di attraversamenti di aree umide o di Siti Natura 2000 caratterizzati dalla presenza di specie avifaunistiche, le attività maggiormente rumorose legate ad un microcantiere vengono per quanto possibile concentrate nei periodi di minor disturbo per le specie di maggior pregio naturalistico.

6 STAZIONI ELETTRICHE: FASI DI COSTRUZIONE

Le indicazioni contenute nei paragrafi successivi sono applicabili alla realizzazione della nuova SE 150kV "Morrone", nella zona meridionale del territorio comunale di Morrone del Sannio

6.1 Attività di costruzione

La costruzione di una stazione riveste aspetti particolari, legati alla tipologia delle opere civili da realizzare e delle apparecchiature tecniche da posizionare; il suo sviluppo impone per questo motivo spostamenti circoscritti delle risorse e dei mezzi meccanici utilizzati all'interno di una determinata area di cantiere, confinata all'interno di quella su cui sorgerà la stazione stessa.

I lavori si divideranno in 6 fasi:

- cantierizzazione e sistemazione del sito
- scavi, realizzazione delle fondazioni e della viabilità d'accesso
- realizzazione delle fondazioni e inizio dei montaggi elettromeccanici
- montaggio degli edifici, realizzazione della viabilità interna e montaggi elettromeccanici
- completamento dei montaggi elettromeccanici, montaggio dei trasformatori, installazioni sostegni e collaudi
- completamento collaudi e messa in esercizio

6.2 Modalità di organizzazione del cantiere

Per la realizzazione di ogni stazione verrà allestita un'area di cantiere adiacente alle aree di lavoro.

Ciascuna area avrà dimensioni orientative 40x30 m, opportunamente recintata, ricavata spianando e apportando materiale arido dello spessore minimo di 20 cm compattato.

Tale area risponde sia alle esigenze operative, (il più vicino possibile all'area di lavoro) sia alle esigenze preparatorie del terreno (il più possibile pianeggiante).

L'allestimento di detta area non richiederà la predisposizione di opere definitive, al fine di garantire la completa rimozione delle infrastrutture a fine lavori.

L'approvvigionamento di acqua per i servizi verrà assicurato mediante appositi serbatoi in materia plastica che verranno installati in prossimità delle baracche.

Il rifornimento di acqua potabile sarà assicurato con l'approvvigionamento di acqua minerale in bottiglia.

L'impianto elettrico di cantiere, alimentato da gruppo elettrogeno, sarà conforme alle normative vigenti.

L'area di deposito materiali sarà organizzata in funzione della necessità di una corretta conservazione del materiale e soprattutto della separazione merceologica.

Sono previste le seguenti aree di deposito materiali:

- Deposito ferri di armatura (se non lasciati direttamente a piè d'opera sulle piazzole);
- Deposito inerti;
- Ricovero macchinari;
- Deposito materiali vari.

I depositi di cui sopra, se riguardano immagazzinamento di materiale soggetto a pericolo di incendio (es. carburante per alimentazione gruppo elettrogeno o mezzi d'opera), saranno dotati di tutto il corredo previsto dalla legislazione in termini di prevenzione incendi (protezione contro le scariche atmosferiche, dotazione di estintori); analogamente, ogni baracca di cantiere sarà dotata di estintore.

Non vi è la necessità di ricorrere alla predisposizione di aree di cantiere secondarie.

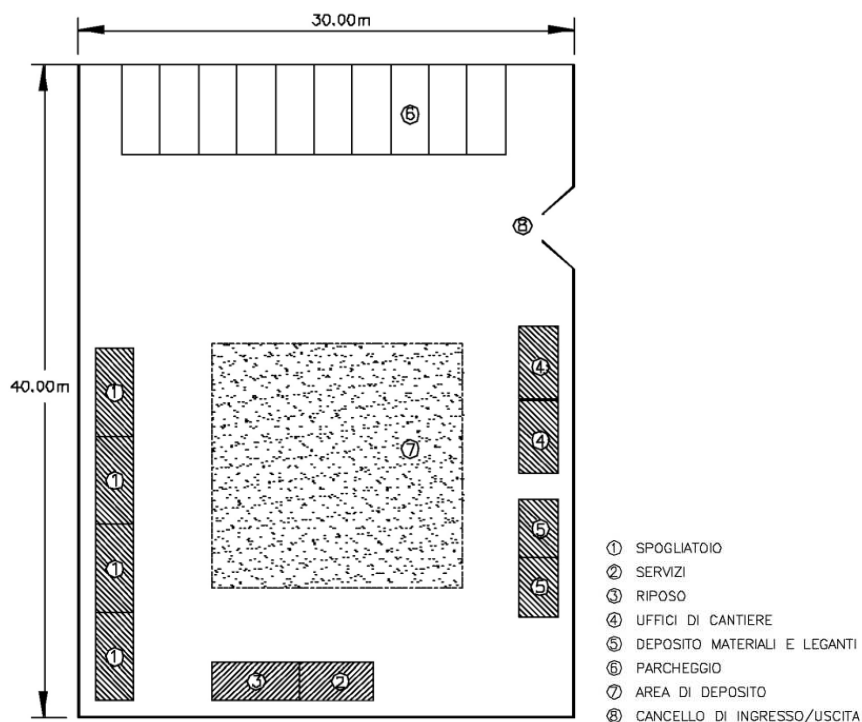


Figura 12: Planimetria area di cantiere.

Al fine di limitare le interferenze tra i lavori di realizzazione della stazione e l'ambiente in cui esso si inserisce, si prevede di adottare durante la fase di cantiere i seguenti accorgimenti:

- l'area di cantiere necessaria per la logistica del personale e dei mezzi d'opera sarà attrezzata e realizzata senza ricorrere ad opere permanenti; a fine lavori il luogo sarà ripristinato nelle condizioni ante opera;
- le operazioni di movimento terra saranno limitate al minimo indispensabile ed interessare solo ed esclusivamente le aree di intervento;
- le aree temporanee di deposito materiali (sia i materiali derivanti da scavi sia i componenti principali delle apparecchiature) saranno limitate, e comunque confinate in apposite aree segregate;
- sarà realizzato un programma temporale delle attività di cantiere con limitate situazioni provvisorie (scavi aperti, passaggio di mezzi d'opera, stoccaggio temporaneo di materiali) e di conseguenza con ridotti effetti sull'ambiente circostante non interessato dai lavori;
- saranno realizzate idonee opere di raccolta delle acque, in modo da scongiurare il pericolo di erosione superficiale;
- sarà favorito l'inerbimento delle aree rese nude a seguito dei lavori mediante la posa in opera di terreno recuperato durante gli scavi;
- durante l'esecuzione dei lavori si opererà in modo da ridurre al minimo l'emissione di polvere, privilegiando, se necessario, l'utilizzo di mezzi pesanti gommati.

Al termine dei lavori tutte le scarpate saranno riprofilate per favorire l'attecchimento delle specie autoctone e i luoghi verranno restituiti alla loro destinazione originaria.

6.3 Materiali, mezzi d'opera e maestranze

Per le fasi relative alle opere civili ed elettromeccaniche, nel cantiere potranno essere impiegate circa 30 persone in contemporanea.

Lo stesso cantiere sarà organizzato per squadre specializzate nelle varie fasi di attività opere di fondazione, apparecchiature ed edifici prefabbricati), che svolgeranno il loro lavoro in successione sulle aree del cantiere di realizzazione.

In generale, si potrà avere sovrapposizione temporale tra i lavori relativi alle opere civili e quelli di montaggio delle apparecchiature elettromeccaniche ed elettriche.

Le macchine e le attrezzature utilizzate per la realizzazione della stazione saranno:

- Autocarri con o senza gru (3 nella fase di maggiore impatto)
- Betoniere (2 o 3 nella fase di maggiore impatto)
- Escavatori (3 nella fase di maggiore impatto)
- Rullo compattatore
- Compressori
- Autogru gommate
- Cestelli elevatori
- Sollevatori meccanici

7 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D.Lgs. 494/96, come modificato dal D.Lgs. 528/99 e al D.Lgs n° 81 del 09/04/2008 e successive integrazioni.