

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

COLLEGAMENTO LINEA AEREA AT DALLA CP DI PIETRACATELLA ALLA LINEA ELETTRICA MORRONE-LARINO
PIANO TECNICO DELLE OPERE (PTO)

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind Energy



REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONI	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
04	30/11/2023	Emissione Finale	ISMES/3E	P. Bonalumi	F. Carnevale
03	21/07/2023	Inserito paragrafo relativo ai CEM	ISMES/3E	P. Bonalumi	F. Carnevale
02	27/02/2023	Revisione a seguito commenti Terna	ISMES/3E	P. Bonalumi	F. Carnevale
01	22/07/2022	Revisione a seguito commenti Terna	ISMES/3E	P. Bonalumi	F. Carnevale
00	22/11/2021	Prima emissione	ISMES/3E	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

Tav. B.001.R1 - Elettrodotto AT (PTO) - Relazione tecnica



ING. F. CARNEVALE

ELABORATO N.	NOME FILE	SCALA	FOGLIO
C3300982	B.001.R1 - Elettrodotto AT (PTO) - Rel.tec.	-	-

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

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

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



S O M M A R I O

1	PREMESSA.....	3
2	COMUNI INTERESSATI.....	4
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE	5
3.1	ELENCO OPERE ATTRAVERSATE	5
4	CRONOPROGRAMMA	6
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE	7
5.1	VINCOLI.....	7
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....	8
7	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO	9
7.1	DISTANZA TRA I SOSTEGNI	9
7.2	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA	9
7.2.1	Stato di tensione meccanica	11
7.3	CAPACITÀ DI TRASPORTO	12
7.4	SOSTEGNI.....	12
7.5	ISOLAMENTO.....	13
7.5.1	Caratteristiche geometriche.....	14
7.5.2	Caratteristiche elettriche.....	14
7.6	MORSETTERIA ED ARMAMENTI.....	16
7.7	FONDAZIONI	17
7.8	MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....	18
7.9	RUMORE	18
7.10	CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	18
8	AREE IMPEGNATE.....	19
9	FASCE DI RISPETTO	20
10	SICUREZZA NEI CANTIERI	21
11	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	22
11.1	LEGGI	22
11.2	NORME TECNICHE.....	23



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, e 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 fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del dell'elettrodotto in semplice terna a 150 kV di collegamento tra l'esistente CP "Pietracatella" e la nuova stazione RTN "Morrone", del quale vengono fornite le principali caratteristiche.



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

**COLLEGAMENTO LINEA AEREA A 150
kV**

OGGETTO / SUBJECT



CLIENTE / CUSTOMER

2 COMUNI INTERESSATI

L'elettrodotto a 150 kV, della lunghezza di circa 28 km, interesserà i Comuni di:

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

Tutti in provincia di Provincia di Campobasso (CB).

Si veda in proposito anche la "Corografia" allegata.



3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Tale tracciato, studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, è stato ottenuto comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

3.1 ELENCO OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere pubbliche attraversate dalla linea, con l'indicazione degli enti competenti e la posizione di ciascuno di essi lungo il tracciato, sono riportati nel documento allegato "Planimetria su CTR con attraversamenti" su base cartografica tecnica regionale.



4 CRONOPROGRAMMA

Il programma dei lavori è illustrato nel disegno di seguito riportato.

ID	Nome attività	Y01												Y02										
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11
1	Ordine	◆ Ordine																						
2	Kick off meeting	◆ Kick off meeting																						
3	Rilievo del tracciato e progettazione del profilo	■ Rilievo del tracciato e progettazione del profilo																						
4	Indagini geognostiche	■ Indagini geognostiche																						
5	Approvazione della documentazione di progetto	■ Approvazione della documentazione di progetto																						
6	Ordinazione materiali	■ Ordinazione materiali																						
7	Collaudo dei materiali	■ Collaudo dei materiali																						
8	Inizio delle opere civili	◆ Inizio delle opere civili																						
9	Stubs e basi dei sostegni al Sito (fabbricazione)	■ Stubs e basi dei sostegni al Sito (fabbricazione)																						
10	Materiale di messa a terra al Sito (fabbricazione)	■ Materiale di messa a terra al Sito (fabbricazione)																						
11	Parti superiori dei sostegni al Sito (fabbricazione)	■ Parti superiori dei sostegni al Sito (fabbricazione)																						
12	Conduttori e corde di guardia al Sito (fabbricazione)	■ Conduttori e corde di guardia al Sito (fabbricazione)																						
13	Isolatori al Sito (fabbricazione)	■ Isolatori al Sito (fabbricazione)																						
14	Morsetteria al Sito (fabbricazione)	■ Morsetteria al Sito (fabbricazione)																						
15	Asservimenti	■ Asservimenti																						
16	Esecuzione degli scavi	■ Esecuzione degli scavi																						
17	Ass. degli stubs e delle basi, casseri e armature	■ Ass. degli stubs e delle basi, casseri e armature																						
18	Getto del calcestruzzo	■ Getto del calcestruzzo																						
19	Riempimento degli scavi	■ Riempimento degli scavi																						
20	Assemblaggio delle parti superiori dei sostegni	■ Assemblaggio delle parti superiori dei sostegni																						
21	Assemblaggio e montaggio isolatori e morsetteria	■ Assemblaggio e montaggio isolatori e morsetteria																						
22	Tesatura	■ Tesatura																						
23	Collaudo al Sito	■ Collaudo al Sito																						
24	Energizzazione	◆ Energizzazione																						

Fig. 1: andamento Cronoprogramma per l'esecuzione del collegamento aereo a 150 kV alla nuova stazione RTN "Morrone" della CP AT a 150 kV "Pietracatella"



5 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Come detto il presente documento fornisce la descrizione generale della consistenza delle opere relative all'elettrodotto AT a 150 kV in semplice terna di collegamento tra la CP "Pietracatella" e la nuova stazione della RTN "Morrone".

Con riferimento alla corografia allegata, 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. 22 e 23, 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. 27 e 35 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. 52 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. 79.

Dal sostegno n. 80 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.

5.1 VINCOLI

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

L'opera non ricade in zone di interesse comunitario.

L'elettrodotto interesserà zone a rischio frana di tipo moderato, elevato e molto elevato ma solo per ciò che concerne i conduttori aerei, poiché si è avuto cura di posizionare tutti i sostegni all'esterno di tali zone.



6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

Per quanto riguarda l'elettrodotto aereo, i calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 17/01/2018.

Il progetto dell'opera attuale è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, per le tratte più recenti, e allo stesso modo i sostegni di nuova infissione in sostituzione di quelli meccanicamente non idonei.

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato ENEL, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati alla presente relazione.

L'opera in oggetto è costituita in particolare da una palificazione a semplice terna armata con tre conduttori di energia All.-Acc. Ø 31,5 mm, ed una fune di guardia per tutto il tracciato.



7 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Potenza nominale	140 MVA
Corrente massima in servizio normale	870 A

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60 per elettrodotti a 150 kV in zona A. Anche se per un tratto di circa 1,3 km tra i sostegni n. 71 e 75 l'elettrodotto ricade in "Zona B" (con una quota massima raggiunta pari a 822 m s.l.m) secondo la definizione della Norma CEI 11-4, è possibile applicare quanto riportato al paragrafo 3.3.3. della Norma CEI 11-60 e migliorare la portata della "Zona B", pari a 675 A nel periodo freddo, tramite opportuni coefficienti che la portano ad essere almeno uguale al valore previsto per la "Zona A" (870 A nel periodo freddo) in virtù degli extra franchi in gioco (10 m in luogo dei 6,3 m previsti dalla Norma CEI 11-4).

La **Zona A** comprende le località ad altitudine non superiore agli 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare; mentre la **Zona B**, comprende tutte le località dell'Italia Settentrionale e comunque quelle ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare (prescrizioni del DM 21 marzo 1988 n. 449 e successive varianti (CEI 11 4)).

7.1 DISTANZA TRA I SOSTEGNI

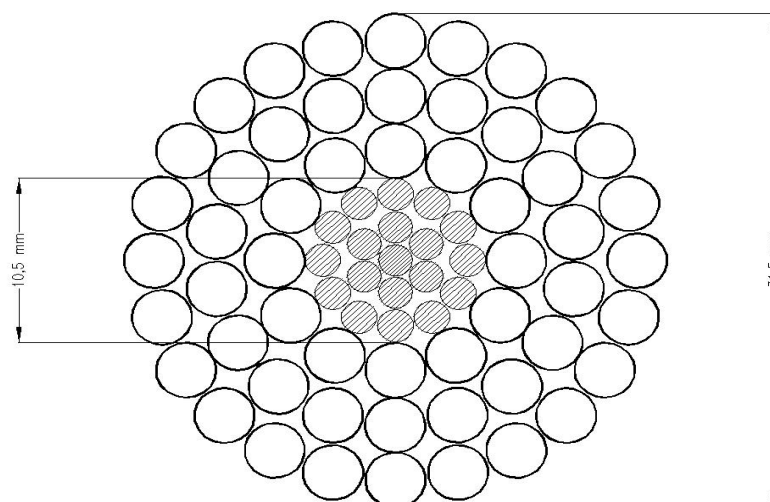
La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; nel caso particolare essa è generalmente dell'ordine dei 350-400 m. In casi eccezionali raggiunge o supera i 500 m, arrivando a circa 690 m in corrispondenza della campata tra i sostegni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

L'elenco delle campate e dei dati geometrici della linea è riportato nell'apposita tabella di picchettazione.

7.2 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

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

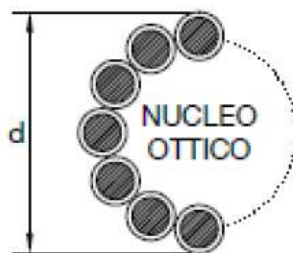
Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella figura sottostante.

CONDUTTORE IN CORDA DI ALL. ACC. $\phi 31,5$ 

FORMAZIONE	ALLUMINIO	54 x 3,50	54 x 3,50
	ACCIAIO	19 x 2,10	19 x 2,10
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	ALLUMINIO	519,5	519,5
	ACCIAIO	65,80	65,80
	TOTALE	585,3	585,3
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		NORMALE	MAGGIORATA
MASSA TEORICA (kg/m)		1,953	1,938
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20 °C (Ω /km)		0,05564	0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16533
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm ²)		68000	68000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		$19,4 \times 10^{-6}$	$19,4 \times 10^{-6}$

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 6,4 m secondo quanto prescritto dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991, con riferimento alla temperatura del conduttore di 55°. Cautelativamente si è ipotizzato un franco minimo verso terra di 10 m e una temperatura del conduttore di 75 °C (condizione di massimo franco a 75 °C).

L'elettrodotto sarà equipaggiato con una corda di guardia riportata nella figura sottostante. Per la fune di guardia si è ipotizzato un tiro in EDS (vedi paragrafo successivo) tale che il parametro nella stessa condizione sia del 15% maggiore del parametro in EDS del conduttore. Il calcolo del profilo è stato effettuato nella condizione cautelativa, nel caso di sottopasso di altre linee AT, di massimo parametro per la fune di guardia.



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	$\leq 11,5$		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	$\leq 0,8$		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	$\leq 0,9$		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 7450		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 10000		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	$\leq 16,0E-6$		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 10		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	$\leq 0,36$
		a 1550 nm	(dB/km)	$\leq 0,22$
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	$\leq 3,5$
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

NOTE

1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: LIN_000C3907
2. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
3. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
4. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.

7.2.1 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - "Every Day Stress"). Ciò assicura uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio/neve). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica, definite ad inizio capitolo.



Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto della variante sono riportati nello schema seguente:

- **EDS** – Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h;
- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h;
- **MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **CVS1** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C, vento a 26 km/h;
- **CVS2** – Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h.

L'elettrodotto in oggetto si trova in zona A e, per un piccolo tratto che interessa quattro campate, in zona B pur mantenendo anche in questa tratta, la portata della zona A per quanto detto ad inizio capitolo.

7.3 CAPACITÀ DI TRASPORTO

La capacità di trasporto di un elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore di riferimento nelle terne a 150 kV preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60 è il conduttore alluminio-acciaio del diametro complessivo pari a 31,5 mm, per il quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo della Zona A, che risultano pari a 620 A e 870 A rispettivamente.

7.4 SOSTEGNI

I sostegni utilizzati, in configurazione semplice terna, hanno le fasi disposte a triangolo (tavola allegata). I sostegni, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, sono in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego in zona "A" e, per le tratte a quota superiore a 800 m slm, in zona "B".

Essi hanno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà per quanto possibile inferiore a 50 m.

I sostegni sono tutti provvisti di difese parasalita.



Ciascun sostegno si può, in generale, considerare composto dai piedi, dalla base, dal tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le 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.

Ciascun elettrodotto aereo in alta tensione è realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate "altezze utili" (di norma variabili da 15 a 42 m).

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media C_m), trasversali (angolo di deviazione δ) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio.

Partendo dai valori di C_m , δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.

Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità.

In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di C_m , δ e K ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

7.5 ISOLAMENTO

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 150 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70, 120 e 160 kN, connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi negli amarrati e nelle sospensioni.

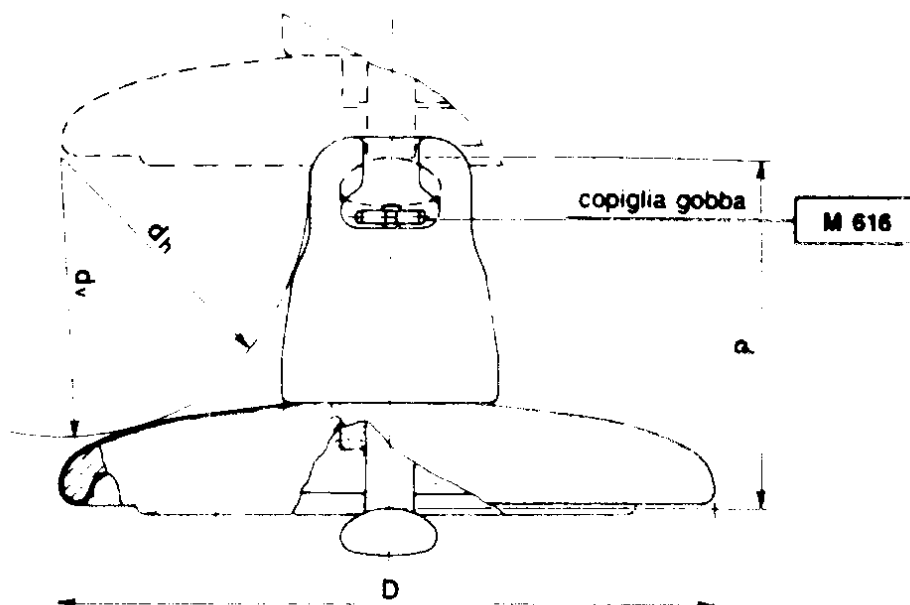
Le catene di sospensione saranno del tipo a I (semplici o doppie per ciascuno dei rami).

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.



7.5.1 Caratteristiche geometriche

Nel disegno allegato sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



7.5.2 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra. Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nel grafico che segue viene indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.



LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITÀ DI TENUTA (Kg/m ³)
I - Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> — Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento. — Zone con scarsa densità di industrie ed abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. — Zone agricole (2). — Zone montagnose. <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3).</p>	10
II - Medio	<ul style="list-style-type: none"> — Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento. — Zona ad alta densità di industrie e/od abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. — Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3). 	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> — Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti. — Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte. 	160
IV - Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> — Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi. — Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti. — Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione. 	(*)

(1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.

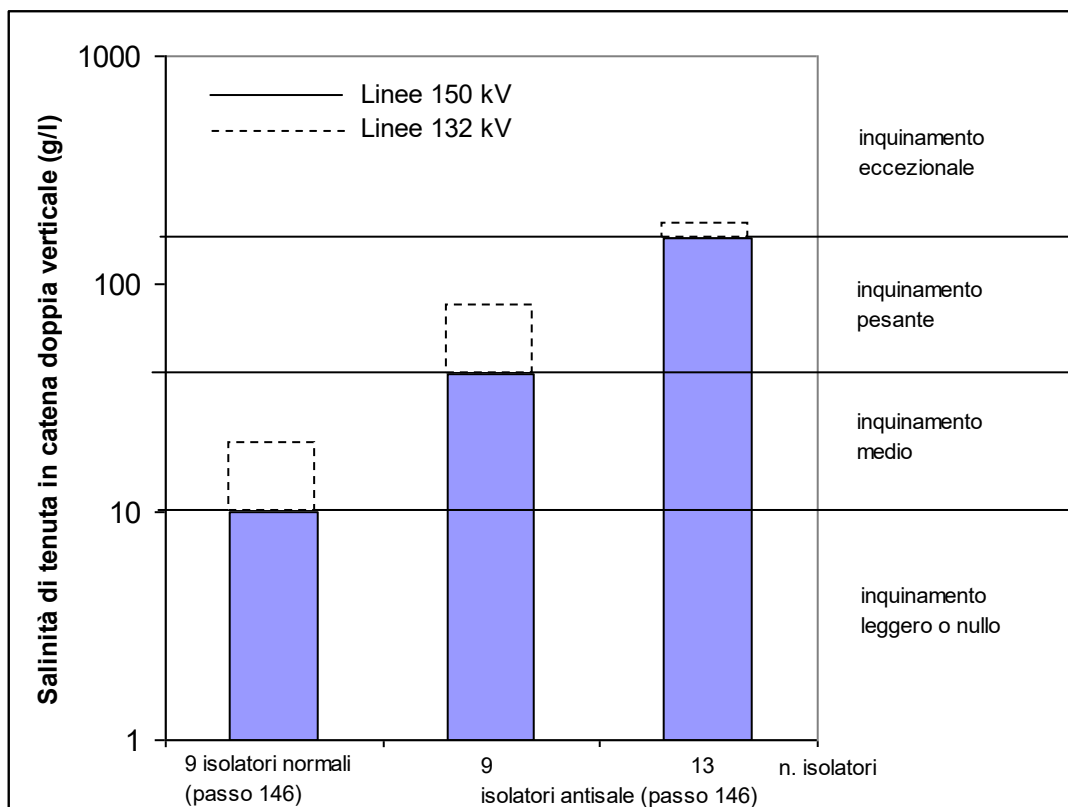
(2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti

(3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe

(4) (*) Per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori)



implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase, oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.



Le caratteristiche della zona interessata dagli elettrodotti in esame sono di inquinamento atmosferico leggero e quindi si è scelta la soluzione dei 9 isolatori (passo 146 mm) tipo J1/2 (normali) per tutti gli armamenti in sospensione e per quelli in amarro.

7.6 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria sono dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.
- 160 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.

Le morse di amarro sono invece dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.



Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

Nelle tavole allegate sono riportati gli schemi delle catene di sospensione ad "I" e quelle di amarro.

La scelta degli equipaggiamenti è stata effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

7.7 FONDAZIONI

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

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) 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;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) 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.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente. Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di



indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali possono, di volta in volta, essere progettate ad hoc.

Le tavole allegare sono relative alle fondazioni unificate in calcestruzzo armato a plinto con riseghe di base; fondazioni speciali profonde del tipo palo trivellato; fondazioni speciali profonde del tipo micropalo; fondazioni speciali su tirante.

7.8 MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

7.9 RUMORE

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto.

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 150 kV, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate hanno evidenziato effetti insignificanti.

7.10 CAMPI ELETTROMAGNETICI

Si rimanda alla relazione allegata "A.005.R1 - Elettrodotto AT - Campi elettrici e magnetici_r02".



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

COLLEGAMENTO LINEA AEREA A 150
kV

OGGETTO / SUBJECT

CESI
ERG Wind Energy

ERG
EVOLVING ENERGIES

CLIENTE / CUSTOMER

8 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al DPR 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto e perciò interessate dalla servitù di elettrodotto. Tali aree, per le linee a 150kV, saranno quelle ricadenti all'interno della fascia di 30 metri (15+15), coassiale con il tracciato del raccordo in linea aerea in progetto.

Il vincolo preordinato all'esproprio o all'asservimento coattivo sarà apposto sulle **"aree potenzialmente impegnate"** (previste dal D.L. 239/03 e s.m.i.). L'estensione delle aree potenzialmente impegnate varia a seconda delle caratteristiche dell'elettrodotto in progetto. Per l'elettrodotto 150 kV in progetto l'area potenziale si estende su una fascia larga circa 60 metri (30+30), coassiale all'asse dell'elettrodotto.



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

**COLLEGAMENTO LINEA AEREA A 150
kV**

OGGETTO / SUBJECT

CESI ENERGY
ERG Wind Energy

ERG
EVOLVING ENERGIES

CLIENTE / CUSTOMER

9 FASCE DI RISPETTO

Le "fasce di rispetto", relative ai campi elettromagnetici, sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003, emanata con Decreto MATT del 29 Maggio 2008.

Le simulazioni di campo magnetico riportate nella relazione specifica, contengono le informazioni circa l'estensione di tali fasce.



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

**COLLEGAMENTO LINEA AEREA A 150
kV**

OGGETTO / SUBJECT

CESI ENERGY
ERG Wind Energy

ERG
EVOLVING ENERGIES

CLIENTE / CUSTOMER

10 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. Pertanto, durante la progettazione esecutiva la società proponente provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.



11 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

11.1 **LEGGI**

- [1] Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- [2] Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- [3] Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- [4] 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"
- [5] DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi
- [6] Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" 15/2005 come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40.
- [7] Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 "
- [8] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42".
- [9] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"
- [10] Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato"
- [11] Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne"



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

**COLLEGAMENTO LINEA AEREA A 150
kV**

OGGETTO / SUBJECT

CESI ENERGY
ERG Wind Energy

ERG
EVOLVING ENERGIES

CLIENTE / CUSTOMER

- [7] 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, 2006:02