

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - BARIUM BAY
74 WTG – 1.110 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



5. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE

5.1 Relazione tecnica opere elettriche e di connessione

REV.	DATA	DESCRIZIONE



INDICE

1	PREMESSA	1
2	NORME DI RIFERIMENTO	2
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
4	CAVI ELETTRICI - DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE E SCHEMI DI POSA	6
	4.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL SISTEMA ELETTRICO _____	6
	4.2 DATI RELATIVI ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI _____	8
	4.3 DATI ELETTRICI GENERALI DEL SISTEMA _____	8
	4.4 DATI E CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO _____	8
	4.5 MODALITÀ DI CALCOLO _____	9
	4.5.1 <i>Calcolo della portata</i> _____	9
	4.6 SCELTA DEL TIPO DI CAVO E DEL SISTEMA DI POSA _____	10
	4.6.1 <i>Cavi marini a 66 kV in CA</i> _____	10
	4.6.2 <i>Cavo marino a 380 kV in CA</i> _____	13
	4.6.3 <i>Cavo terrestre a 380 kV in CA</i> _____	18
5	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE OFFSHORE	23
	5.1 LA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA SU PIATTAFORMA _____	23
	5.2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA _____	23
	5.3 DIMENSIONI E PESI _____	24
	5.4 CONFIGURAZIONE IMPIANTISTICA E COMPONENTI PRINCIPALI _____	24
6	LA NUOVA STAZIONE ELETTRICA RTN DI BARLETTA	26
7	GLI ELETTRODOTTI AEREI	29
	7.1 LA SCELTA DEL TRACCIATO _____	29
	7.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE _____	31
	7.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA _____	31
	7.3.1 <i>Premessa</i> _____	31
	7.3.2 <i>Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto</i> _____	32
	7.3.3 <i>Distanza tra i sostegni</i> _____	32
	7.3.4 <i>Conduttori e corde di guardia</i> _____	32
	7.3.5 <i>Stato di tensione meccanica</i> _____	33
	7.3.6 <i>Capacità di trasporto</i> _____	34
	7.3.7 <i>Sostegni</i> _____	34
	7.3.8 <i>Isolamento</i> _____	35
	7.3.8.1 <i>Caratteristiche geometriche</i> _____	35
	7.3.8.2 <i>Caratteristiche elettriche</i> _____	36
	7.3.9 <i>Morsetteria ed armamenti</i> _____	37
	7.3.10 <i>Fondazioni</i> _____	38
8	ALLEGATI	40

1 PREMESSA

Nel presente documento vengono definiti la metodologia e i calcoli preliminari degli impianti elettrici del parco eolico Off-shore e sono descritte le caratteristiche tecniche e le opere necessarie per la costruzione dell'impianto di connessione per il collegamento alla RTN dell'impianto Eolico Off-shore formato da 74 aerogeneratori da 15 MW per una potenza totale di 1110 MW, posizionati a mare nel canale d'Otranto di fronte ai territori comunali di comuni di Bari, Giovinazzo, Molfetta, Bisceglie e Trani e ad una distanza dalla costa compresa tra 40 km e i 50 km. Le opere dell'impianto di utenza per la connessione interesseranno, oltre alla parte in mare, anche il territorio dei Comuni di Barletta e Andria, con l'approdo dell'elettrodotto in cavo sottomarino AAT a 380 kV e l'ultimo tratto di cavo AAT a 380 kV terrestre per la connessione in doppia antenna su due stalli a 380 kV della nuova Stazione RTN 380 kV di Barletta. Le opere dell'impianto di rete per la connessione constano invece della Nuova Stazione RTN 380 kV ubicata nel territorio comunale di Barletta e due elettrodotti paralleli in doppia terna per la connessione della nuova Stazione RTN alle due linee esistenti della RTN 380 kV "Andria – Brindisi Sud" e "Foggia – Palo del Colle"

2 NORME DI RIFERIMENTO

Il progetto elettrico oggetto della presente relazione tecnica è stato realizzato nel rispetto dei più moderni criteri della tecnica impiantistica, nel rispetto della “regola dell’arte”, nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, con particolare riferimento a:

- norme UNI/ISO per la parte meccanico/strutturale;
- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- conformità al marchio CE per i componenti dell’impianto;
- T.U. n. 81/08 per la tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. 37/08 norma per la sicurezza e realizzazione impianti elettrica
- unificazioni Società Elettriche (Terna, Enel e/o altre) per le interfacce con la rete elettrica;
- CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- norma CEI 11-20 per gli impianti di produzione;
- norma CEI 0-16 per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11 – 17 per impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica-Linee in cavo;
- norma CEI 11-20 per gli impianti di produzione;
- Specifica Tecnica Terna: Requisiti e Caratteristiche di Riferimento delle Stazioni Elettriche della RTN
- Guida Tecnica Terna: Guida alla Preparazione della Documentazione Tecnica per la Connessione alla RTN degli Impianti di Utente
- DM 24/11/1984 (Norme relative ai gasdotti);
- DM 12/03/1998 Elenco riepilogativo di norme armonizzate adottate ai sensi del comma 2 dell’art. 3 del DPR 24 luglio 1996, n. 459: "Regolamento per l’attuazione delle direttive del Consiglio 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.;
- Norme e Raccomandazioni IEC;
- Prescrizioni e raccomandazioni di Terna Spa e di Guide tecniche RTN (Terna);
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/ISPESL);
- Direttive europee.
- Norme CEI CEI 99-2, 11-17 e 20-21 (equivalenti a IEC 60287);

Per la redazione della presente relazione sono stati inoltre utilizzati i seguenti documenti di riferimento:

- Catalogo e documentazione tecnica PRYSMIAN, Nexans cavi ecc.;
- XLPE Submarine Cable Systems Attachment to XLPE Land Cable Systems - User’s Guide
- Varia letteratura e documentazione tecnica;
- DPR 547 del 27/04/1955;

- High voltage XLPE Cable systems-technical user Guide Brugg;
- XLPE Cable systems – user's guide ABB;
- Electrical power system – C.L Wadhawa;
- Impianti di terra – Cataliotti – Campoccia;

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, vanno comunque applicate. Le opere e installazioni saranno eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito.

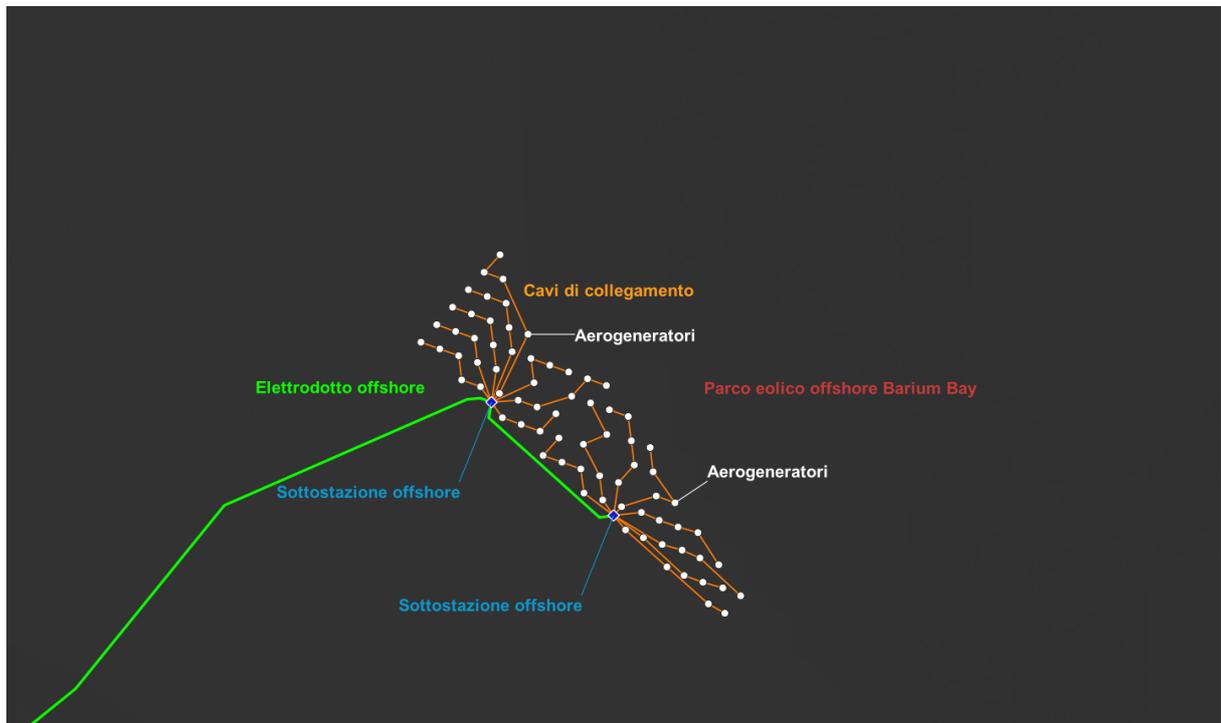
Inoltre, tutte le parti di impianto rilevanti ai fini dell'affidabilità e della continuità del servizio della rete (quali, ad esempio, macchine, apparecchiature o sistemi di controllo) devono essere fornite da costruttori operanti in regime di qualità, secondo ISO 9001, Vision 2000 (e s.m.i.).

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Scopo del progetto è la realizzazione di un “Parco Eolico” per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica e l'immissione dell'energia prodotta, attraverso la costruzione delle opportune infrastrutture di rete, sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

I principali componenti dell'impianto sono:

- 74 generatori eolici della potenza unitaria di 15.0 MW, per una potenza complessiva di 1.110 MW, installati su torri tubolari in acciaio e le relative fondazioni flottanti suddivisi in 8 sottocampi.
- Linee elettriche in cavo sottomarino di collegamento tra gli aerogeneratori: gli aerogeneratori, di potenza unitaria pari a 15 MW, saranno collegati in entra-esce e raccolti in 16 gruppi, dall'ultimo aerogeneratore di ogni gruppo partono le linee di raccolta a tensione di 66 kV che si atterranno sul quadro a 66 kV nella Stazione Elettrica (SE) Off-Shore più prossima.
- 2 Stazioni Elettriche Off-Shore (66/380 kV) (SE), ovvero tutte le apparecchiature elettriche (interruttori, sezionatori, TA, TV, ecc.) necessari a raccogliere l'energia prodotta nei sottocampi eolici elevandone la tensione da 66 kV a 380 kV. Queste sono collegate mediante un elettrodotto marino costituito da un singolo cavo tripolare a 380 kV e lungo circa 14 km
- Elettrodotto di connessione in HVAC, formato da un primo tratto in cavi marini a 380 kV per una lunghezza di circa 57 km e da un secondo tratto di cavidotto interrato a 380 kV, per una lunghezza di circa 2 km, posato dopo la transizione da marino a terrestre nel punto d'approdo, ubicato a Sud di Barletta, in corrispondenza dell'area industriale.



Per quanto riguarda la localizzazione delle opere a terra, queste sono strettamente connesse alla necessità di collegare l'impianto eolico offshore alla rete di trasmissione nazionale gestita da TERN spa. La soluzione tecnica di connessione indicata da TERN con preventivo di connessione Codice Pratica: 202102517 prevede che l'impianto venga collegato in doppia antenna a 380 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV “Andria – Brindisi Sud” previa realizzazione dei raccordi a 380 kV della futura Stazione Elettrica all'elettrodotto RTN 380 kV “Foggia – Palo del Colle”;

La soluzione tecnica adottata prevede la realizzazione della nuova Stazione Elettrica RTN ubicata in prossimità del punto di approdo dei cavi marini in un'area industriale a sud est dell'abitato del Comune di Barletta. Si prevede inoltre la realizzazione di due elettrodotti adiacenti in doppia terna lungo un tracciato che attraversa i territori di Andria e Barletta per collegarsi alle linee della RTN a 380 kV "Andria – Brindisi Sud" e "Foggia – Palo del Colle".

In tali ipotesi le opere a terra constano di:

- parte utente
 - vasca giunti prossima al punto di approdo per consentire il passaggio da cavo sottomarino a cavo per posa interrata.
 - elettrodotto in doppia terna interrato a 380 kV su strada pubblica per una lunghezza di circa 2 km
 - stazione elettrica RTN di smistamento, a servizio di altri impianti offshore, ubicata nell'area industriale di Barletta, realizzata mediante esecuzione in GIS.
- Parte RTN:
 - Stazione RTN a 380 kV nelle vicinanze della stazione utente a 380 kV utente
 - 2 elettrodotti aerei in doppia terna, per una lunghezza di circa 23 km, da collegare in entrata alle due linee RTN a 380 kV sopra citate "Andria – Brindisi Sud" e Foggia – Palo del Colle".

4 CAVI ELETTRICI - DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE E SCHEMI DI POSA

Il presente capitolo ha lo scopo di definire la metodologia e i calcoli preliminari degli impianti elettrici del parco eolico Off-shore.

Si dimensioneranno preliminarmente le apparecchiature 380/66 kV della sottostazione offshore e le sezioni dei cavi a 66 kV e a 380 kV e i relativi criteri per i sistemi di protezione. In particolare i calcoli per il dimensionamento dei cavi sarà effettuato confrontando le correnti di impiego ricavate da calcoli di load flow con la portata limite del cavo in funzione del suo regime termico di funzionamento e delle sue condizioni di installazione (temperatura ambiente, modalità di posa, loro raggruppamento e resistività termica del terreno ecc.) tale da ottenere perdite inferiori al 2 % sulla linea di vettoriamento, margine di sicurezza sulla portata del 20 % ed una caduta di tensione al massimo del 4%.

Il presente documento ha lo scopo di definire la metodologia e i calcoli preliminari degli impianti elettrici del parco eolico Off-shore di potenza totale da 525 MW formato da 35 aerogeneratori, posizionati a mare nel canale d'Otranto di fronte ai territori comunali di Lecce (LE) e Vernole (LE) e ad una distanza dalla costa compresa tra 16,5 km e i 22 km. Le opere con l'impianto di utenza per la connessione interesseranno, oltre alla parte in mare, anche il territorio del Comune di Brindisi (BR), con l'approdo dell'elettrodotto in cavo sottomarino AAT a 380 kV e l'ultimo tratto di cavidotto AAT a 380 kV terrestre per la connessione in antenna su uno stallo a 380 kV dell'esistente Stazione RTN 380/150 kV Brindisi.

Si dimensioneranno preliminarmente le apparecchiature 380/66 kV della sottostazione offshore e le sezioni dei cavi a 66 kV e a 380 kV e i relativi criteri per i sistemi di protezione. In particolare i calcoli per il dimensionamento dei cavi sarà effettuato confrontando le correnti di impiego ricavate da calcoli di load flow con la portata limite del cavo in funzione del suo regime termico di funzionamento e delle sue condizioni di installazione (temperatura ambiente, modalità di posa, loro raggruppamento e resistività termica del terreno ecc.) tale da ottenere perdite inferiori al 2 % sulla linea di vettoriamento, margine di sicurezza sulla portata del 20 % ed una caduta di tensione al massimo del 4%.

4.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL SISTEMA ELETTRICO

La costruzione della centrale eolica sarà costituita da 35 aerogeneratori da 15000 kW di potenza nominale, per una potenza complessiva installata di 525 MW.

Più in dettaglio, la centrale sarà costituita da:

- 74 aerogeneratori da 15000 kW di potenza nominale;
- elettrodotto a 66 kV sottomarino di raccolta e collegamento tra gli aerogeneratori e la sottostazione di trasformazione offshore 380/66 kV
- due Sottostazioni di trasformazione a 380/66 kV offshore
- elettrodotto di collegamento tra le due Sottostazioni di trasformazione a 380/66 kV offshore costituito da un cavo tripolare a 380 kV per 15 km in cavo sottomarino
- elettrodotto di vettoriamento costituito da un primo tratto realizzato con due cavi sottomarini tripolari a 380 kV e un secondo tratto realizzato con 2 km in cavo terrestre interrato in XLPE che collegheranno la Sottostazione di Trasformazione offshore 380/66 kV nr. 1 con lo stallo della nuova Stazione RTN 380 kV di Barletta;

I 74 aerogeneratori saranno collegati in "entra-esce" attraverso i quadri in GIS a 66 kV inseriti a base palo di ciascun generatore, mediante linee in cavo sottomarino a 66 kV e verranno suddivisi in 16 gruppi di produzione che raccoglieranno la potenza prodotta.

Tale soluzione è stata adottata al fine di limitare la potenza sulle linee in arrivo dal campo eolico alle due Sottostazioni di Trasformazione offshore 380/66 kV e la perdita di produzione di energia nel caso di fuori servizio di un gruppo e per evitare sprechi di materiale.

Entrambe le sottostazioni raccolgono la potenza di n°37 turbine, raggruppate in n°8 gruppi così suddivisi:

Sottostazione	Gruppo	WTG interconnessi	distanza totale tra WTG e SS	nr. WTG
1	1.1	74-64-63-57-62-SS1	8103	5
	1.2	73-65-60-56-SS1	8361	4
	1.3	72-66-54-55-59-SS1	9594	5
	1.4	71-67-53-52-51-SS1	11258	5
	1.5	69-70-68-1-49-SS1	14262	5
	1.6	44-45-50-46-SS1	8709	4
	1.7	36-40-41-47-58-SS1	9905	5
	1.8	42-43-48-61-SS1	6465	4
2	2.1	38-39-33-32-27-SS2	9795	5
	2.2	37-31-34-28-26-SS2	10947	5
	2.3	35-30-29-24-25-SS2	9878	5
	2.4	3-23-2-19-22-SS2	10221	5
	2.5	9-14-15-18-20-SS2	9887	5
	2.6	5-10-13-16-SS2	11917	4
	2.7	7-8-11-17-SS2	10439	4
	2.8	6-4-12-21-SS2	11648	4

I cavidotti di raccolta gruppi avranno tensione di esercizio 66 kV e le seguenti lunghezze:

Sottostazione	Gruppo	lunghezza cavo
1	1.1	9603
	1.2	9561
	1.3	11094
	1.4	12758
	1.5	15762
	1.6	9909
	1.7	11405
	1.8	7665
2	2.1	11365
	2.2	12517
	2.3	11448
	2.4	11791
	2.5	11457
	2.6	13173
	2.7	11695

	2.8	12904
--	-----	-------

4.2 DATI RELATIVI ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI

Altezza sul livello del mare	<1000m
Temperatura ambiente	-5 + 40°C
Temperatura media	25°C
Umidità relativa	90%
Inquinamento	leggero
Tipo di atmosfera	aggressiva

4.3 DATI ELETTRICI GENERALI DEL SISTEMA

Sistema:	trifase
Frequenza:	50 Hz
Numero di fasi:	3
Tensione nominale	66/380 kV
Tipo di messa a terra del neutro	isolato

4.4 DATI E CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

Di seguito si riportano i dati caratteristici degli elementi costituenti l'impianto che sono stati utilizzati nei calcoli. In particolare nelle tabelle seguenti si riportano i dati relativi a:

- rete Terna;
- generatori asincroni (aerogeneratori);
- trasformatori MT/BT;
- trasformatore MT/AAT.

Rete	
Un [kV]	380

Tabella 1 - dati rete Terna

Generatore asincrono		Trasformatore AT/BT	
Un [kV]	0.69/6	Un1 [kV]	66
Pn [MW]	15000	Un2 [kV]	0.69
Efficiency	0.98	Sr [MVA] (ONAN)	2x9,2
Cos fi	0.95	Ukr [%]	10,9
		Gruppo	Dyn11

Tabella 2 – dati generatore asincrono e trasformatore MT/BT

4xTrasformatore 66/380	
Un1 [kV]	380
Un2 [kV]	69,3
Sr [MVA] (ONAN)	330

Ukr [%] (ONAN)	14,5
Gruppo	YNd11

Tabella 3 – dati trasformatore MT/AT

4.5 MODALITÀ DI CALCOLO

Partendo dalla modellazione del sistema con i parametri dei generatori, dei trasformatori, si introducono i parametri dei cavi e si risolve il problema del load flow con il metodo di Newton – Raphson utilizzando un software proprietario e si verifica se sono rispettati i vincoli imposti sulla portata, caduta di tensione, perdite di potenze, etc.

Il processo è iterativo, nel senso che se uno dei vincoli non è rispettato si maggiora la sezione dei cavi, e si risolve di nuovo il problema.

Questa operazione sarà ripetuta fino a quando tutti i vincoli saranno rispettati.

Per la scelta delle caratteristiche delle apparecchiature elettriche e per la scelta definitiva dei cavi, si risolve il problema del corto circuito con la norma IEC 60909/2001 equivalente alla norma CEI 11-25, sulla rete precedentemente modellata (con i cavi che rispettano tutti i vincoli imposti).

Risolto il problema del corto circuito, si verifica se tutti i cavi precedentemente scelti, sono in grado di sostenere la corrente presunta di corto circuito per 0,5 secondi. Se si verifica che una data linea non è in grado di sostenere il corto circuito, si maggiora la sezione e si procede di nuovo alla verifica, il tutto fino a quando i risultati sono coerenti.

4.5.1 Calcolo della portata

Una delle principali caratteristiche funzionali dei cavi interrati è la portata nominale al limite termico I_n , intesa come la massima intensità di corrente che può circolare in un conduttore, in condizioni di servizio, senza che la temperatura sia superiore a quella massima ammissibile θ_{max} dell'isolante. Ovviamente questo valore di temperatura varierà a seconda delle caratteristiche dielettriche dell'isolante impiegato e, di conseguenza, la corrente che può circolare nel conduttore dipende fortemente dal tipo di isolante adoperato che, come precedentemente osservato, è la parte più sensibile alle sollecitazioni elettriche e termiche.

Considerando che il cavo è isolato in XLPE (polietilene reticolato), oppure in E4 o in P1 la temperatura massima ammissibile per l'isolante vale:

$$\theta_{max}=90^{\circ}(\text{caso peggiorativo})$$

Un altro parametro termico da tener presente è la temperatura dell'ambiente di posa del cavo, che varia a seconda delle sue condizioni di posa e, per ciascuna di esse, tiene conto della situazione ambientale più sfavorevole allo smaltimento del calore. In particolare, si è scelto:

$$\theta_{amb}=20^{\circ} \text{ (come previsto dalla CEI 20-21 per l'Italia)}$$

quale temperatura del terreno di posa.

Si definisce salto termico totale $\Delta\theta_{tot}$ la quantità (funzione della portata I_n):

$$\Delta\theta_{tot}=\theta_{max} - \theta_{amb}=f(I)$$

Il salto termico totale è un limite di temperatura che non deve essere superato. Infatti, la trasmissione di elevati valori di energia elettrica comporta notevoli difficoltà legate, oltre che al tipo di isolante e alle dimensioni del cavo, anche al modo in cui il calore viene smaltito all'esterno. Inoltre la vita dell'isolante, intesa come l'intervallo di tempo durante il quale il cavo può esercitare le funzioni per le quali è stato realizzato, cala bruscamente se il salto termico totale viene superato.

Assegnato $\Delta\theta_{tot}$, lo scopo del progetto termico è quello di determinare la portata massima ammissibile I_n del cavo. Per determinare la portata I_n occorre valutare l'intera potenza che si dissipa all'interno del cavo (ovvero

la potenza termica che si genera al suo interno per effetto dei diversi fenomeni di perdita che hanno sede nei vari strati). Nota la potenza termica, sarà possibile valutare i salti di temperatura $\Delta\theta$ relativi a ogni strato di cui è composto il cavo. A ciascun elemento del cavo, infatti, compete un diverso salto di temperatura, oltre che una diversa potenza dissipata, e la somma di questi $\Delta\theta$ non dovrà superare $\Delta\theta_{tot}$.

Il progetto termico viene effettuato facendo riferimento alla norma tecnica Norma CEI 20-21, in modo tale da determinare la portata in regime permanente in funzione della temperatura ambiente e modalità di posa. Le elaborazioni di calcolo ed i risultati sono ottenuti, come riportato dalle tabelle sotto riportate, utilizzando la procedura indicata dalla norma:

$$I = [\Delta\theta_{tot} - W_d(0,5T_1 + n(T_2 + T_3 + T_4))] / (RT_1 + nR(1 + \lambda_1)T_2 + nR(1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4))^{1/2}$$

dove:

- $W_d = \omega C U^2 \tan\delta$ (perdite dell'isolante per unità di lunghezza)
- $C = \epsilon / 18 \ln(D_i/d_c)$ (capacità dell'isolante per unità di lunghezza)
- $R = R'(1 + Y_s + Y_p)$ [Ω/m] (resistenza in corrente alternata del conduttore)
- $R' = R_0[1 + \alpha_{20}(\theta - 20)]$ [Ω/m] (resistenza in corrente continua)
- Y_s (fattore dell'effetto pelle)
- Y_p (fattore dell'effetto di prossimità)
- $X_s^2 = 8\pi f 10^{-7} K_p/R'$
- $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ (fattore di perdita nella guaina e nello schermo ($\lambda_2 = 0$ cavo non armato))
- T_1 (resistenza termica dell'isolante)
- T_2 (resistenza termica dell'imbottitura tra isolante e guaina esterna)
- T_3 (resistenza termica del rivestimento esterno del cavo)
- $T_4 = 1,5/3,14 \cdot \rho_T \ln(16L_3/De \cdot s^2)$ (resistenza termica tra la superficie del cavo ed il mezzo ambiente per una terza)
- ρ_T (resistività termica del terreno)
- T_4' (resistenza termica tra superficie esterna del cavo ed il mezzo ambiente per due terne affiancate)
- T_4'' (resistenza termica tra superficie esterna del cavo ed il mezzo ambiente per tre terne affiancate)

4.6 SCELTA DEL TIPO DI CAVO E DEL SISTEMA DI POSA

Nelle tavole allegate è riportato il percorso dell'elettrodotto interrato e la posizione della Stazione RTN e offshore.

I raccordi di collegamento e trasporto dell'energia previsti dal progetto, possono essere divisi per tipologia come di seguito elencato:

- cavi marini dinamici 66 kV in CA di collegamento tra le turbine e la Stazione Elettrica off-shore;
- cavo marino a 380 kV AC di collegamento tra le Stazioni Elettriche off-shore e tra la Stazioni Elettriche off-shore nr.1 e il punto di approdo/giunzione a terra;
- cavo terrestre a 380 kV tra il punto di approdo/giunzione a terra e il punto di inserimento sugli stalli AAT a 380 kV della Nuova Stazione RTN di Barletta.

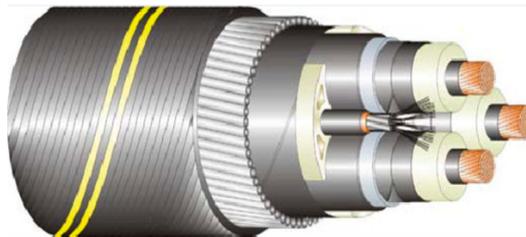
4.6.1 Cavi marini a 66 kV in CA

La tensione nominale di esercizio di ciascuna delle 16 linee sarà 66 kV in corrente alternata, per una corrente nominale totale per singolo gruppo di circa 657 A.

Il cavo scelto sarà del tipo tripolare con isolamento in XLPE e armatura in acciaio. Verranno utilizzate due sezioni tipo così configurate:

	Sezione 1	Sezione 2
Potenza massima	30 MW	75 MW
Tensione nominale:	66 kV	66 kV
Frequenza nominale:	50 Hz	50 Hz
Formazione:	3x120mm ²	3x800mm ²
Tipo di conduttore:	Rame	Rame
Isolamento:	XLPE	XLPE
Tensione massima permanente di esercizio:	72 kV	72 kV
Diametro esterno massimo:	149 mm	199 mm

All'interno della riunione del cavo, protetto da idoneo setto separatore, sarà presente un cavo in fibra ottica, a 24 fibre utile per il sistema di supervisione e controllo degli aerogeneratori.



Cross-section of conductor	Diameter of conductor	Insulation thickness	Diameter over insulation	Lead sheath thickness	Outer diameter of cable	Cable weight (Aluminium)	Cable weight (Copper)	Capacitance	Charging current per phase at 50 Hz	Inductance
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg/m	µF/km	A/km	mH/km
Three-core cables, nominal voltage 66 kV (Um = 72.5 kV)										
95	11.2	9.0	31.6	1.3	113.0	19.8	21.6	0.17	2.0	0.44
120	12.6	9.0	33.0	1.4	116.0	21.6	23.8	0.18	2.1	0.43
150	14.2	9.0	34.6	1.4	120.0	22.9	25.7	0.19	2.3	0.41
185	15.8	9.0	36.2	1.4	124.0	24.5	28.0	0.20	2.4	0.40
240	18.1	9.0	38.5	1.6	129.0	26.8	31.3	0.22	2.6	0.38
300	20.4	9.0	40.8	1.6	134.0	28.7	34.3	0.24	2.8	0.37
400	23.2	9.0	43.6	1.7	141.0	31.7	39.2	0.26	3.1	0.35
500	26.2	9.0	47.0	1.9	149.0	36.0	45.4	0.29	3.5	0.34
630	29.8	9.0	50.6	2.0	157.0	40.1	52.0	0.32	3.7	0.33
800	33.7	9.0	54.5	2.1	167.0	45.1	60.1	0.35	4.1	0.32
1000	37.9	9.0	59.3	2.3	178.0	51.8	70.7	0.38	4.6	0.31

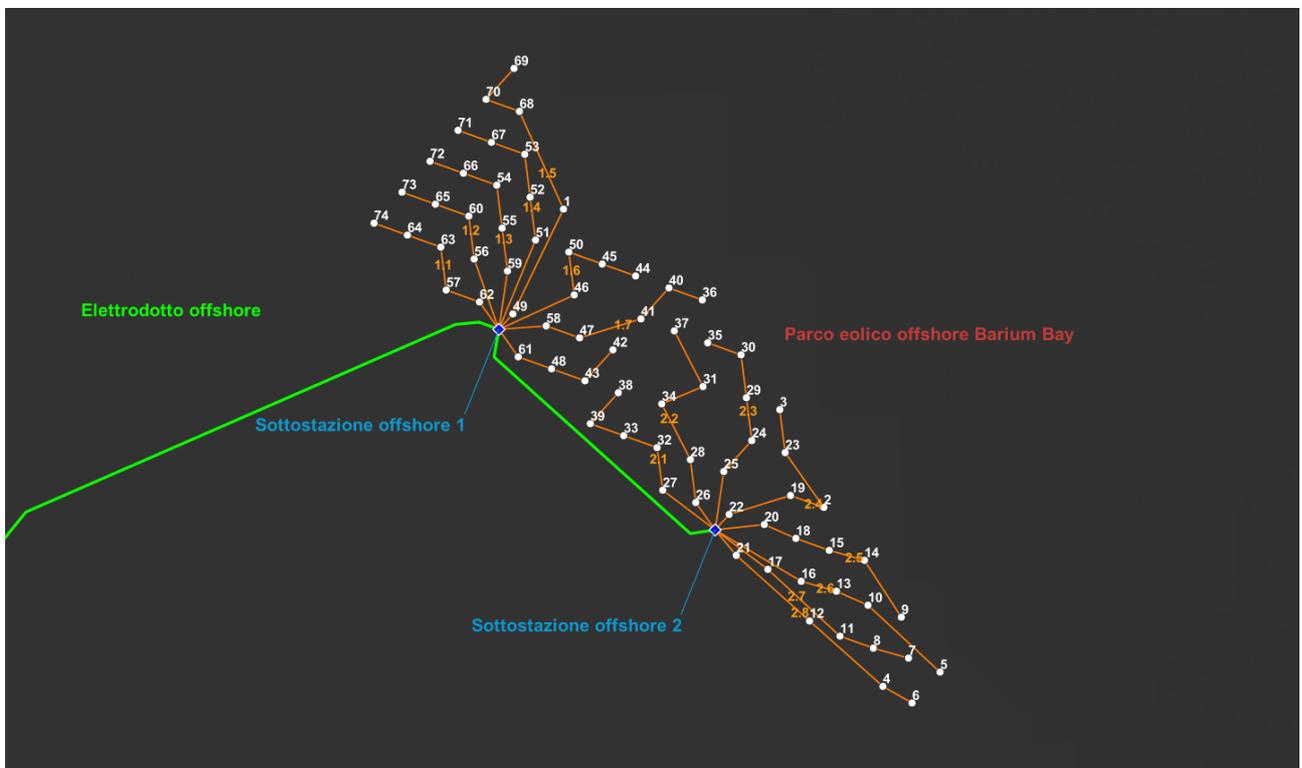
Dati Elettrici Cavi 66 kV

10-90 kV XLPE 3-core cables		
Cross section mm ²	Copper conductor	Aluminium conductor
	A	A
95	300	235
120	340	265
150	375	300
185	420	335
240	480	385
300	530	430
400	590	485
500	655	540
630	715	600
800	775	660
1000	825	720

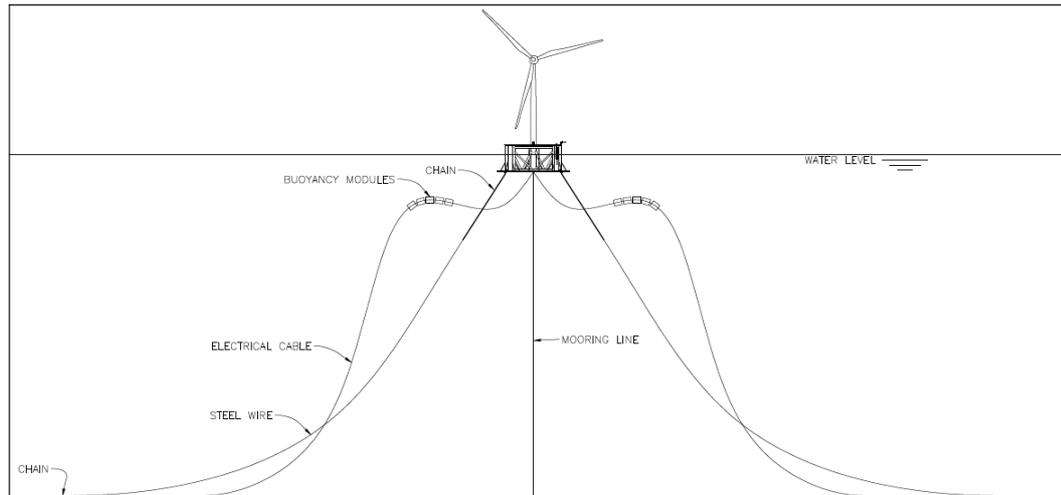
Portate Cavi

Per il percorso del cavo dinamico nei tratti tra la piattaforma ed il punto di arrivo sul fondale (touchdown point) si adotterà la configurazione ad onda pigra (“lazy wave”) installando moduli di galleggiamento lungo specifiche sezioni del cavo: si è infatti dimostrato che le prestazioni della “lazy wave” sono superiori a quelle della più classica forma a catenaria nel compensare il movimento della fondazione galleggiante e ridurre, quindi, i cicli massimi di danno dovuti a tensione e fatica.

Le tratte di cavo tra due touchdown point successivi potranno essere semplicemente appoggiate sul fondale o posati in trincea. Nel primo caso, se necessario per assicurare il livello di stabilizzazione o di protezione meccanica richiesto al touchdown point o lungo la tratta, i cavi potranno essere ricoperti con inerti di tipo cementizio (es. materassi in cls) o massi (rockdumping).



cavi di collegamento tra aerogeneratori e sottostazione offshore



posa dei cavi dinamici "lazy wave" realizzata mediante galleggianti

4.6.2 Cavo marino a 380 kV in CA

Si prevede la realizzazione di un cavidotto di collegamento tra la sottostazione offshore 1 e il punto di sbarco a terra costituito posando due cavi tripolari lungo tracciati paralleli distanziati tra loro di almeno 1m e di un elettrodotto offshore in singolo cavo tripolare di collegamento tra le due sottostazioni.

La tensione nominale di esercizio del cavo di connessione sarà a 380 kV in corrente alternata, per una corrente nominale totale di impianto di circa 1800 A.

Il cavo scelto sarà del tipo tripolare con isolamento in XLPE e armatura in acciaio, con le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale:	380 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Formazione:	3x800
Tipo di conduttore:	Rame
Isolamento:	XLPE
Tensione massima permanente di esercizio:	420 kV
Diametro esterno massimo:	270 mm

All'interno della riunione del cavo, protetto da idoneo setto separatore, sarà presente un cavo in fibra ottica, a 24 fibre utile per il sistema di supervisione e controllo.



Sezione di un cavo marino tripolare con isolamento in XLPE e armatura in acciaio

Il tracciato proposto per il cavidotto offshore attraversa habitat prioritari e ad aree interessate da attività di pesca e diporto: si è pertanto reso necessario individuare delle modalità di posa del cavo che potessero minimizzare gli impatti ambientali e contemporaneamente garantire una idonea protezione del cavo dai danni causati dall'uso di attrezzi da pesca, ancore o forti azioni idrodinamiche generati dalle perturbazioni meteomarine.

In base alle specificità dei fondali ed alle diverse modalità di posa, si può pertanto dividere il tracciato del cavidotto in tre parti:

1. in prossimità del punto di sbarco il cavo sarà posato nel fondale marino per circa 1020 m e fino a raggiungere una batimetria minima di 10 m tramite tecnica Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) Tale tratto di elettrodotto marino prosegue a terra per circa 130 m in modo da attraversare in sicurezza la falesia e le aree perimetrate nel PAI (vedi capitolo 7).
2. nel tratto intermedio di circa 14,7 km caratterizzato dall'attraversamento di un'area connotata dalla presenza di habitat di pregio (confronta le risultanze delle indagini biocenotiche "ES.6 Indagini e caratterizzazione fondali") il cavo sarà posato mediante semplice appoggio con sistema di protezione costituito da gusci di ghisa. Tale soluzione, particolarmente adatta per proteggere il cavo posato su fondali che presentano conformazioni irregolari o taglienti, risultano anche di minore impatto per l'ecosistema dati i ridotti ingombri e l'assenza di scavi.
3. nell'ultimo tratto di circa 41,2 km caratterizzato da maggiore batimetria e dalla presenza di sedimenti fangosi sui fondali, l'elettrodotto sarà posato in trincea scavata con slitte, aratri o veicoli subacquei trainati da specifiche navi posa cavi che liquefano con getti a pressione il substrato del fondale, posano il cavo e richiudono lo scavo.

Analogamente al punto 3, anche il cavidotto di interconnessione tra le due sottostazioni lungo circa 14 km sarà realizzato con posa in trincea.



- Appoggio
- TOC
- Trenching

tipologie di posa del cavo offshore

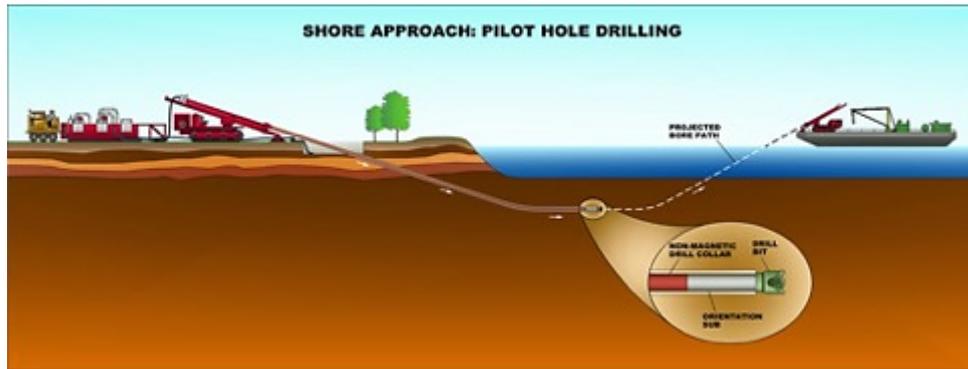
L'approdo del cavo marino sarà realizzato tramite tecnica Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) di lunghezza pari a 130 m a terra e 1020 m nel fondale marino.

Il cavo dovrà essere posato ad una profondità pari ad almeno 6 m sotto il livello del mare al di sotto dell'area perimetrata nell'ambito del PAI con pericolosità geomorfologica.

Durante le operazioni di drilling verrà installato una tubazione in materiale plastico con all'interno un cavo di tiro che servirà, durante le operazioni di installazione del cavo marino, a far scorrere la testa dello stesso all'interno della tubazione fino al punto di fissaggio a terra.

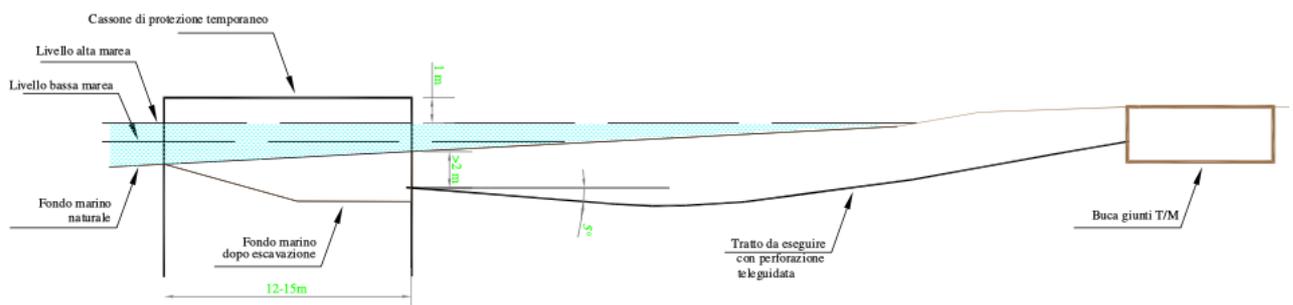
La trivellazione avverrà posizionando la macchina in corrispondenza dell'estremità lato terra (buca giunti), effettuando pertanto i fori con avanzamento verso il mare. Giunti all'altra estremità, si procederà al trascinarsi in senso opposto dei tubi PEAD, dotati di apposita testa per l'ancoraggio all'utensile della macchina.

La soluzione di approdo con TOC è volta a ridurre l'impatto delle lavorazioni sulla falesia e sulle aree soggette a vincolo PAI in prossimità della costa e di proteggere il cavo marino da una tubazione in PEAD, installata ad alcuni metri di profondità rispetto al piano di calpestio, riducendo quindi enormemente le possibilità di interferenza con la popolazione.



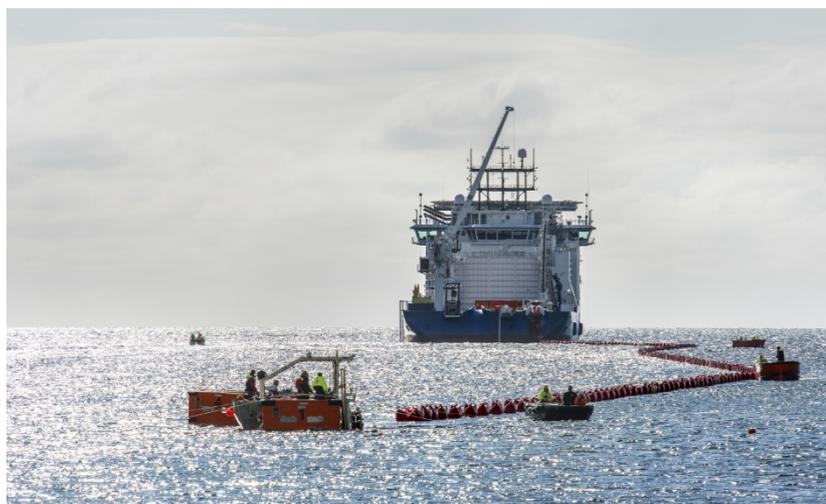
posa del cavo nel punto di sbarco con tecnica TOC

L'estremità lato mare del tratto da eseguire con trivellazione teleguidata sarà provvisoriamente protetto con apposito cassone in lamiera, all'interno del quale sarà effettuato uno scavo per far uscire le suddette estremità evitando al contempo il contatto con l'acqua, in modo da facilitare le operazioni di posa delle tubazioni all'interno dei fori e la successiva posa dei cavi. Il cassone sarà scoperto sul lato superiore e avrà un'altezza di circa 1 m oltre il livello massimo dell'acqua. Avrà una larghezza di circa 20 m per 15 m di profondità.



schema di posizionamento del cassone di protezione

Per la posa all'approdo di arrivo si potrà procedere seguendo la tecnica riportata nella figura 8.8, che prevede l'utilizzo di barche di appoggio alla nave principale per il tiro a terra della parte terminale dei cavi, tenuti in superficie tramite dei galleggianti durante le operazioni.



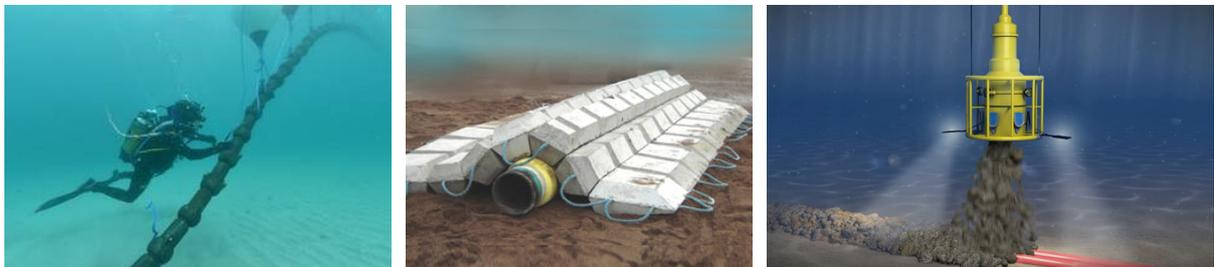
posa del cavo in corrispondenza del punto di approdo

Si è scelto di realizzare il tratto intermedio del cavidotto offshore con posa in appoggio (senza scavo) sul fondale. Tale metodologia di posa è apparsa la più idonea per attraversare un'area caratterizzata dalla presenza di habitat di pregio (presenza di posidonia e coralligeno) poiché ritenuta la meno invasiva.

La posa dei cavi in appoggio sul fondale richiede però l'adozione di sistemi di protezione meccanica esterna del cavo dai danni causati dall'attività antropica (attrezzature da pesca e ancore) e dall'azione del mare. La presenza di una protezione meccanica del cavo appare particolarmente rilevante anche in considerazione della batimetria dell'area che è compresa tra i 10 m e 38 m di profondità.

Sono disponibili diversi sistemi di protezione dei cavi che garantiscono anche la necessaria zavorra al cavo:

- gusci di ghisa: consiste nell'applicare a bordo nave dei gusci in ghisa direttamente sul cavo prima di posarlo
- materassi: consiste nel ricoprire il cavo una volta posato con materassi di materiale specifico
- rocce (rock dumping): consiste nel ricoprire il cavo una volta posato con massi naturali.



sistemi di protezione dei cavi poggiati sul fondale mediante gusci di ghisa, materassi o rocce

Delle tre possibilità illustrate si è scelto di utilizzare i gusci in ghisa: tale soluzione, particolarmente adatta per proteggere il cavo posato su fondali che presentano conformazioni irregolari o taglienti, risulta infatti di minore impatto per l'ecosistema dati i ridotti ingombri.

Nel tratto di mare più profondo e privo di habitat rilevanti, il cavo marino verrà protetto tramite insabbiamento ad una profondità di circa un 2 m utilizzando una macchina a getti d'acqua, dove possibile in base alle caratteristiche del fondale. La larghezza della trincea in cui viene posato e quindi protetto il cavo è poco superiore al diametro del cavo stesso, minimizzando l'impatto delle operazioni sul fondale e la dispersione dei sedimenti nell'ambiente circostante. Lo scavo nelle zone in cui è previsto l'insabbiamento verrà eseguito con macchina a getto d'acqua (jet trenching) che consente:

- un modesto impatto sull'ambiente e sugli organismi viventi, limitato al solo periodo dei lavori;
- la ricolonizzazione naturale della zona di posa dopo i lavori;
- nessun impatto dopo la posa.

La macchina a getti d'acqua si basa sul principio di fluidificare il materiale del fondale mediante l'uso di getti d'acqua, che vengono usati anche per la propulsione. La macchina si posa a cavallo del cavo da interrare e mediante l'uso esclusivo di getti d'acqua fluidifica il materiale creando una trincea naturale entro la quale il cavo si adagia; quest'ultimo viene poi ricoperto dallo stesso materiale in sospensione e successivamente le correnti marine contribuiscono in modo naturale a ricoprire completamente il cavo. Non vengono utilizzati fluidi diversi dall'acqua. Tale macchina non richiede alcuna movimentazione del cavo, viene solitamente tirata da una nave e scorre sul fondale tramite slitte di circa 4-5m di larghezza. L'operazione può essere interrotta in qualsiasi punto lungo il tracciato ed eventualmente ripresa in un punto successivo.

Dallo studio della carta degli spessori dei sedimenti realizzata si evidenzia la presenza di uno strato fangoso spesso almeno un metro lungo tutto il tracciato del cavidotto e, pertanto, si esclude l'impiego di metodi di scavo o copertura del cavo alternativi come il mechanical trenching, che consiste realizzare la trincea di posa mediante taglia roccia meccanici o con escavatori a catena.

Le indagini effettuate non hanno evidenziato la presenza di interferenze con altri servizi sottomarini, ad ogni modo, nel caso in cui dovesse emergere la necessita di gestire l'incrocio con altri cavi o gasdotti, l'attraversamento potrà essere realizzato facendo transitare i cavi al di sopra del servizio da attraversare, separando opportunamente il cavo dal servizio esistente ed adottando soluzioni di ricopertura del cavo con gusci in materiale plastico e successiva protezione dell'incrocio con materassi di cemento o sacchi riempiti di sabbia come mostrato nelle Figure 9.8 - 9.9 - 9.10.

La stessa tecnica può essere necessaria anche in caso che il cavo o il tubo attraversato sia interrato artificialmente o naturalmente.

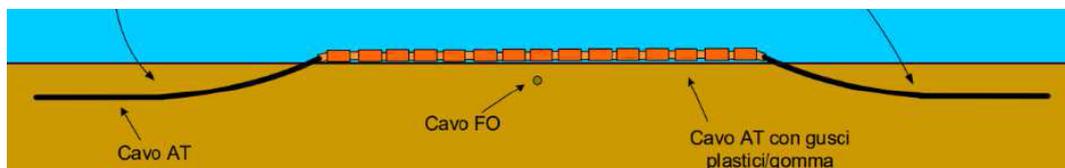


Figura 4.1: Tipico di attraversamento di cavo

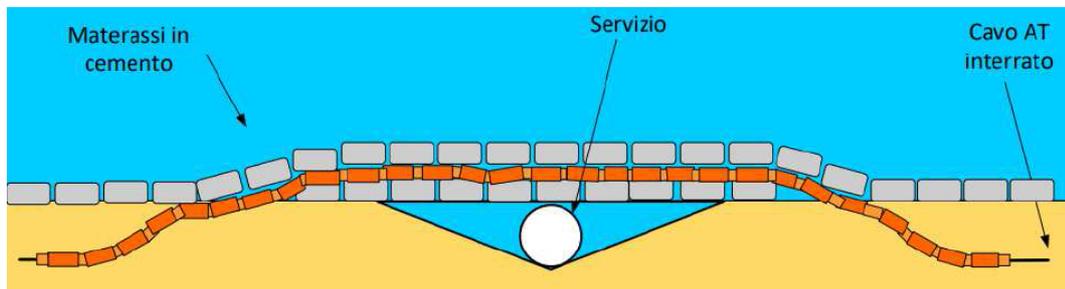


Figura 4.2: Tipico di attraversamento di tubazione metallica affiorante

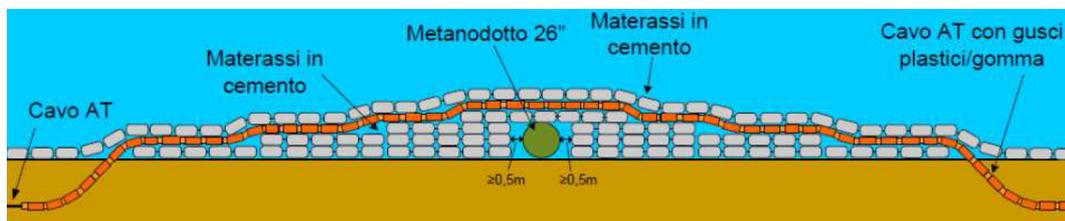


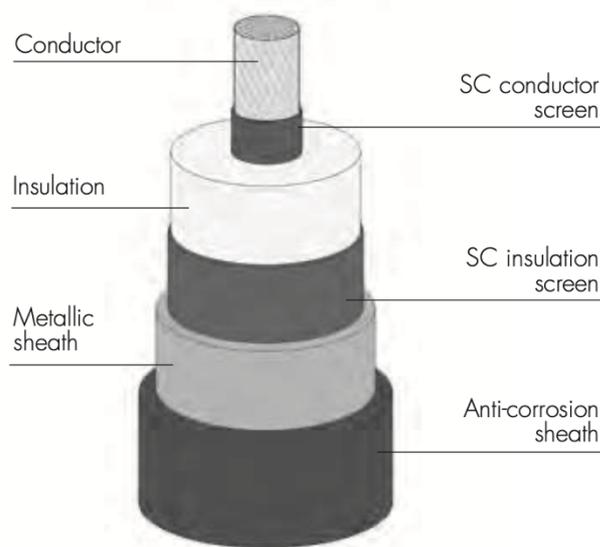
Figura 4.3: Tipico di attraversamento di gasdotto affiorante

4.6.3 Cavo terrestre a 380 kV in CA

La tensione nominale di esercizio del cavo di connessione sarà a 380 kV in corrente alternata, per una corrente nominale totale di produzione di circa 1800 A.

Il cavo scelto per il tratto su terra ferma sarà del tipo unipolare con isolamento in XLPE e armatura in acciaio, con le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale:	380 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Formazione:	6x1x1600
Tipo di conduttore:	Rame
Isolamento:	XLPE
Tensione massima permanente di esercizio:	420 kV
Diametro esterno massimo singolo cavo:	130 mm



Cable components

Struttura di un cavo terrestre unipolare con isolamento in XLPE e ARMATURA in acciaio

Il cavidotto di connessione alla RTN di progetto sarà in cavo interrato AAT a 380 kV formato da due terne trifase posate su due piani costituite da cavi unipolari con anima in rame da 1600 mm², schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, schermo a fili di rame e guaina in alluminio monoplaccato e rivestimento in politene (PE) con grafitatura esterna. I cavi devono essere conformi al documento Cenelec HD 632 ovvero alla norma IEC 60840 seconda edizione 1999.

Il rivestimento protettivo esterno deve essere una guaina in polietilene conforme alla norma CEI 20-11 di colore nero. La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno agli stessi.

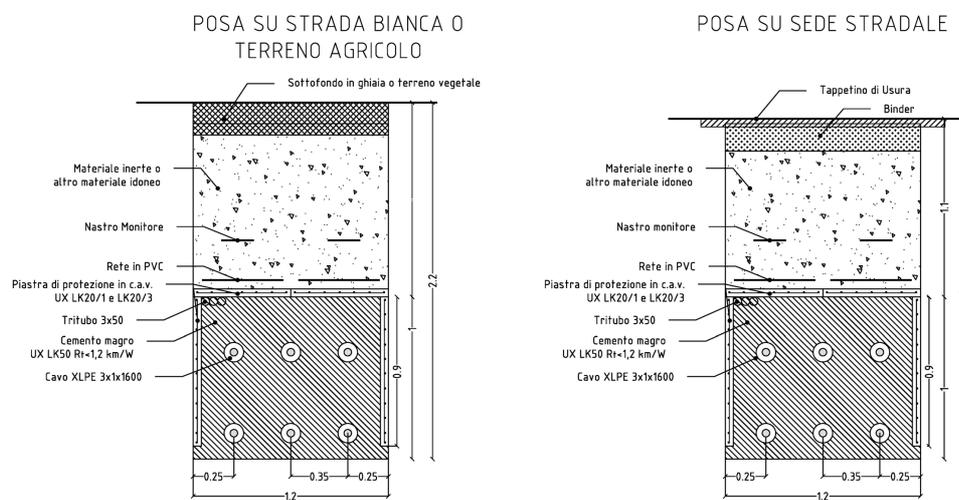
Le condizioni ambientali (temperatura, umidità) durante la posa dei cavi dovranno essere nel range fissato dal fabbricante dei cavi.

Nei tratti in cui si attraverseranno terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non potranno essere rispettate le profondità minime sopra indicate, dovranno essere predisposte adeguate protezioni.

Saranno eseguiti scavi a sezione ridotta e obbligata di profondità 220 cm a seconda del tipo di attraversamento.

Si procederà quindi con:

- scavo;
- posa primo strato di magrone cementizio;
- posa cavo AAT;
- rinfiancamento e riempimento con magrone cementizio fino alla quota stabilita,
- posa cavo di controllo entro tritubo in PEHD;
- Posa protezione tegoli in cls come da sezioni di scavo
- riempimento con terra derivante dallo scavo,
- posa di rete in plastica forata e di uno o più nastri segnalatori,
- rinterro con materiale arido proveniente dagli scavi, preventivamente approvato dalla D.L., per gli attraversamenti particolari; rinterro con conglomerato cementizio classe Rck 150;
- ripristino della pavimentazione stradale.



I cavi saranno posati direttamente a contatto con il terreno. La profondità di posa è di 1,5 m / 2 m e le terne saranno sovrapposte ad una distanza di 0,5 m asse-asse. La portata dei cavi è calcolata tenendo conto anche del riscaldamento causato su di esso dalle correnti che effettivamente percorrono gli altri cavi posti nello stesso scavo. Tale calcolo per i vari casi previsti è fatto applicando il principio dell'immagine termica proposta dalla norma CEI 20-21.

Saranno inoltre possibili ulteriori interferenze con le reti interrato esistenti: reti idriche AQP, reti elettriche Enel, reti elettriche di produttori di energia da fonte rinnovabile (impianti fotovoltaici ed eolici), reti gas e reti telefoniche. Tali interferenze saranno puntualmente verificate in sede di progettazione esecutiva con gli enti/società proprietarie delle reti e saranno definite di concerto le modalità tecniche di posa dei cavi AT in corrispondenza delle intersezioni, ove necessario si utilizzerà la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata. Tutti i dettagli sulle modalità di posa e sulla gestione delle interferenze sono dettagliati nell'elaborato *PTO 5.9 Sezioni di posa - interferenze e attraversamenti*.

Nelle tabella sotto riportate sono illustrati i risultati dei calcoli di portata.

È importante sottolineare che la portata dei cavi dipende fortemente dalla resistività termica del mezzo che circonda il cavo interrato. Preliminarmente si è utilizzato per il calcolo delle portate di corrente il valore di resistenza termica del terreno di $1 \text{ C}\cdot\text{m}/\text{W}$

Tratto	Sezione [mmq]	Lunghezza [m]	Numero terne max affiancate	Corrente di impiego da Load Flow [A]	Portata Conduttore [A] ($\rho T=1$ C·m/W)	Caduta di tensione sulla linea[%]
Approdo-SE RTN	1600	1950	2x3x1x1600	900	1425	0,1

Tabella 4: verifica portata cavidotto AAT (potenza erogata 100%)

Sarà cura del fornitore del cavo AAT (e dei relativi terminali) la posa del cavo e il montaggio dei relativi terminali.

Giunti AT

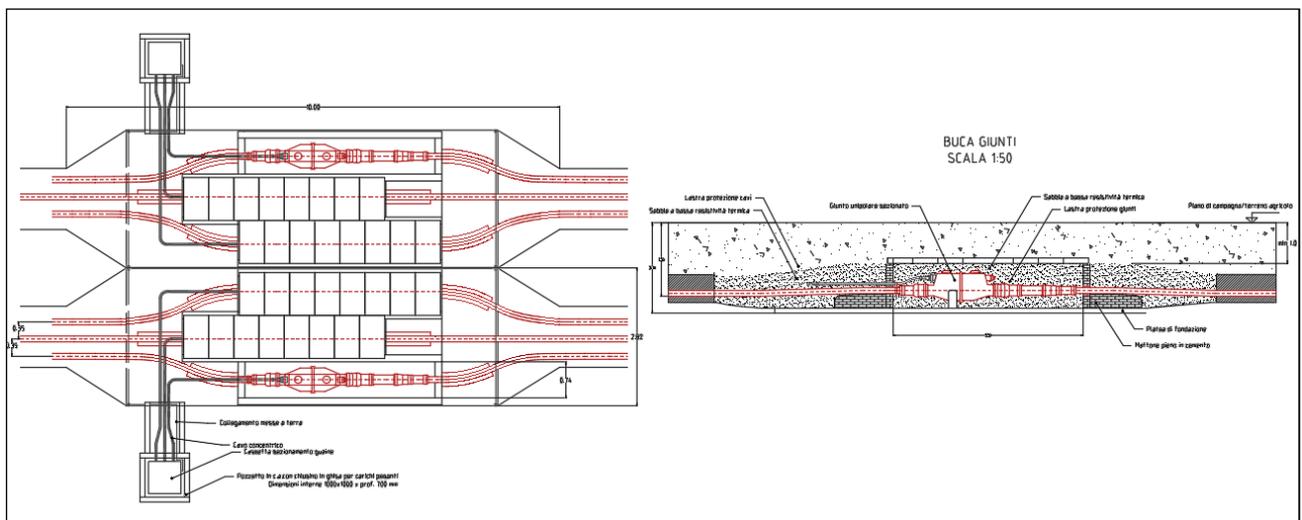
Per la giunzione elettrica dell'elettrodotta in cavo terrestre si devono utilizzare connettori che rispettino gli standard Terna adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento e degli strati sovrapposti. Tutti i giunti devono essere rispondenti alle norme CEI 20-73. L'esecuzione delle giunzioni su cavi deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni fornite dal costruttore.

Il giunto essenzialmente è costituito da un connettore a compressione di giunzione del conduttore, da un elettrodo metallico, da un corpo prestampato in gomma EPR, da una calza di rame che garantisce la continuità metallica dello schermo e da una protezione esterna anticorrosiva.

In prossimità del sito di approdo, a circa 130 m dalla linea di costa, il cavo marino verrà giuntato con il corrispettivo cavo terrestre. Il giunto terra-mare sarà realizzato in apposito manufatto in calcestruzzo, da interrare in corrispondenza dell'approdo in una buca giunti. La "buca-giunti" avrà dimensioni indicative di 10m (lunghezza) x 6m (larghezza) x 2,1m (profondità).

I giunti avranno le seguenti caratteristiche:

- Saranno realizzati all'interno di loculi riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica;
- Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s., allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame.
- Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra.



Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso del cavo dovrà essere posato sotto la pavimentazione, a non meno di 20 cm dalla protezione del cavo, una rete di segnalazione.

Prova di isolamento

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento del cavo a AT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17.

5 SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE OFFSHORE

5.1 LA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA SU PIATTAFORMA

Le opere sono oggetto di una specifica sezione di progetto e pertanto di seguito si riporta solo una descrizione sintetica rinviando ogni informazione tecnica di dettaglio agli elaborati contenuti nella sezione di progetto denominata 4. SOTTOSTAZIONI DI TRASFORMAZIONE OFFSHORE a cura di ESE e TECON srl.

5.2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il campo eolico di Barium Bay include n°2 sottostazioni offshore, che si presentano strutturalmente simili. La profondità d'acqua al sito di installazione della Sottostazione 1 è di 130m, mentre al sito della Sottostazione 2 è 150m.

Le strutture delle sottostazioni offshore sono di tipo fisso e sono composte dai seguenti componenti:

- sottostruttura (Jacket);
- pali di fondazione;
- sovrastruttura (Topsides).

Il Jacket è una struttura reticolare saldata in acciaio tubolare a 4 gambe di forma tronco piramidale, che si estende dal fondale -130m / -150m, a elevazione +13.3m sul livello del mare. Gli elementi tubolari e diagonali di controventatura sono disposti su quattro file principali e 5/6 piani orizzontali con distanza di interpiano variabile tra 25m e 30m.

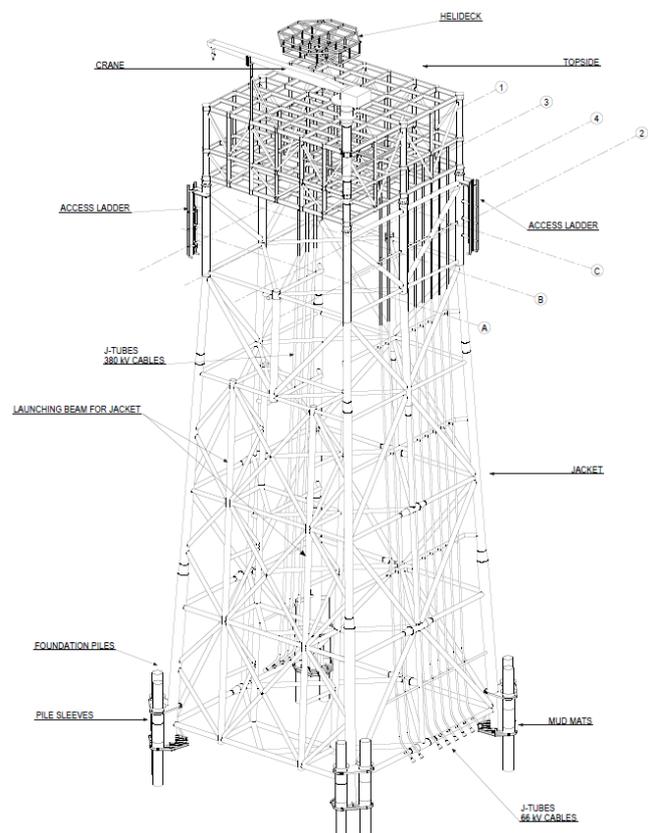
I J-tubes sono tubi in acciaio che forniscono guida e protezione meccanica per i cavi sottomarini in risalita dal fondale, che sono contenuti al loro interno. I cavi entrano attraverso la campana predisposta sul fondo (bellmouth) e sono guidati fino a raggiungere il cable deck (+16.0m), piano a cui si trovano i sistemi di sospensione (hang-off). All'interno della struttura del Jacket sono presenti otto J-tube di import da 16" e i J-tube di export da 24" (nr.3 in Sottostazione 1 e nr.1 in Sottostazione 2).

La piattaforma è dotata di due attracchi disposti sulle due gambe del Jacket lato est per consentire l'accesso dal mare tramite Crew Transfer Vessel (CTV). Gli attracchi sono fissati alla struttura principale e pertanto saranno installati insieme al Jacket.

La struttura del Jacket è ancorata al fondale mediante pali di fondazione di tipo 'skirt piles', posizionati ai quattro angoli. I pali sono infissi nel terreno a mezzo battitura (con battipalo idraulico subacqueo) attraverso delle opportune guide (pile sleeves) saldamente connesse alla base del jacket. Una volta raggiunta l'infissione di progetto, i pali saranno collegati al Jacket pompando malta di cemento nell'intercapedine tra palo e guida con apposito sistema di iniezione.

Il Topsides è una struttura tralicciata a 4 livelli, al cui interno si trovano tutte le apparecchiature elettriche, gli impianti e il modulo alloggi.

I principali livelli previsti sono (quote rispetto al livello del mare):



- Livello 1 – el. +16.0m - Cable deck e Main deck: piano a cui arriva la sommità dei J-tube, dedicato a fornire adeguata portata e spazio per i sistemi di pulling e per il routing dei cavi ai GIS 66kV e 380kV; e a cui si trovano main transformers e shunt reactors;
- Livello 2 - el. +23.0m – Utility deck: semi-piano a cui sono alloggiati i GIS 66kV, 380kV e le control rooms;
- Livello 3 - el. +28.6m – Accommodation: semi-piano intermedio per gli alloggi;
- Livello 4 - el. +34.0m - Weather deck: copertura di capacità portante adeguata al carico e la movimentazione di attrezzature, che alloggia i cooler dei main transformers/shunt reactors e i generatori diesel
- Livello 5 - el. +37.0m - Helideck: piano di appontaggio per elicotteri.

5.3 DIMENSIONI E PESI

Dimensioni e peso	Sottostazione 1	Sottostazione 2
Jackets		
Altezza	143.3m (da -130m a +13.3m da livello mare)	183.3m (da -150m a +13.3m da livello mare)
Ingombro complessivo alla base	66 m x 66 m	68 m x 68 m
Interasse gambe in testa al Jacket	42 m x 42m	42 m x 42m
Interasse gambe sul fondale	54 m x 54 m	56 m x 56 m
N. di piani orizzontali	5	6
Elevazione piani orizzontali	el.-9.0m, -35.0m, -65.0m, -95.0m, -125.0m	el.-9.0m, -36.0m, -63.0m, -90.0m, -117.0m, -145.0m
Peso stimato	7000t	8100t
Pali di fondazione		
Nr pali per gamba	2/3	2/3
Nr pali totale	8/12	8/12
diametro	2000 mm - 2500 mm	2000 mm - 2500 mm
lunghezza	120 m infissi per 100 m	120 m infissi per 100 m
peso complessivo	3500 t (8pali) / 5400 t (12pali)	3500 t (8pali) / 5400 t (12pali)
Topsides		
Ingombro massimo previsto:	L=53.0 m, B=53.0 m, H=24.0m	L=53.0 m, B=53.0 m, H=24.0m
Interasse colonne principali:	42.0 m x 42.0m	42.0 m x 42.0m
N. di piani di servizio:	n.4 + n.1 eliporto	n.4 + n.1 eliporto
Elevazione piani di servizio dal livello mare:	+16m, +23m, +28.6m, +34m, +37m	+16m, +23m, +28.6m, +34m, +37m
Peso previsto al sollevamento:	5000 t	5000 t

5.4 CONFIGURAZIONE IMPIANTISTICA E COMPONENTI PRINCIPALI

Le sottostazioni elettriche offshore in oggetto convogliano la potenza prodotta dall'impianto eolico verso terra. Entrambe le sottostazioni raccolgono la potenza di n°37 turbine, raggruppate in n°8 stringhe collegate tramite cavi dinamici sottomarini a 66kV agli stalli del GIS 66kV presenti nella sottostazione elettrica offshore. Ogni sottostazione innalza il livello di tensione da 66kV a 380kV tramite n°2 trasformatori di potenza nominale pari a 330MVA.

Il GIS 66kV presente all'interno della Sottostazione 1 risulta identico al GIS 66kV presente all'interno della Sottostazione 2.

Il GIS 380kV presente all'interno della Sottostazione 1 risulta invece diverso rispetto al GIS 380kV presente all'interno della Sottostazione 2, più precisamente:

- Sottostazione 1: GIS 380kV con due semisbarre, denominate sbarra 1A e sbarra 1B, dove la sbarra 1A è responsabile del collegamento della linea L1 alla stazione RTN, mentre la sbarra 1B è responsabile del collegamento della linea L2 alla stazione RTN e del collegamento della linea L3, in arrivo dal GIS 380kV della Sottostazione 2. Le sbarre 1A e 1B sono interconnesse tramite congiuntore normalmente aperto.
- Sottostazione 2: GIS 380kV con singola sbarra, denominata 2A, è responsabile del collegamento al GIS 380kV della Sottostazione 1.

Ogni sottostazione offshore è alimentata dal parco eolico offshore tramite n°8 cavi sottomarini.

Il GIS 66kV, identico per ciascuna sottostazione, è formato da:

- n°8 stalli (baie) in ingresso dal parco eolico;
- n°2 stalli (baie) per alimentazione dei n°2 trasformatori ausiliari utili all'alimentazione degli ausiliari di impianto;
- n°2 stalli collegati ai trasformatori da 330MVA per innalzare il livello di tensione a 380kV;
- il sistema è diviso in due semisbarre collegate tramite un congiuntore normalmente aperto. Ogni semisbarra è equipaggiata con trasformatore di tensione e sezionatore di messa a terra ad alta velocità.

Il GIS 380 kV della Sottostazione 1 comprende n°6 baie che permettono il:

- collegamento tramite n°2 cavi sottomarini alla sottostazione onshore per l'esportazione dell'energia prodotta dall'impianto eolico;
- collegamento ai n°2 trasformatori innalzatori 66/380kV;
- collegamento tramite n°1 cavo sottomarino per l'allacciamento al GIS 380kV della Sottostazione 2;
- collegamento tra le due semisbarre;
- collegamento dei n°2 Reattori Shunt da 300 MVA ciascuno, previsti per la compensazione dell'energia capacitiva dovuta al collegamento in cavo sottomarino.

Il GIS 380 kV della Sottostazione 2 comprende n°3 baie, nello specifico:

- collegamento tramite n°1 cavo sottomarino per l'allacciamento al GIS 380kV della Sottostazione 1;
- collegamento ai n°2 trasformatori innalzatori 66/380kV;
- collegamento dei n°2 Reattori Shunt da 350 MVA ciascuno, previsti per la compensazione dell'energia capacitiva dovuta al collegamento in cavo sottomarino.

Per ciascuna sottostazione, dagli stalli dei trasformatori abbassatori del GIS 66kV, l'energia è distribuita agli ausiliari di sottostazione tramite n°2 trasformatori AT/BT. Ogni trasformatore si collega al quadro principale di Bassa Tensione che alimenta a sua volta gli ausiliari di impianto.

Per ciascuna sottostazione, il sistema in BT è caratterizzato da:

- n°1 quadro di Bassa Tensione a 400 V per l'alimentazione dei sottoquadri ausiliari. Il quadro è diviso in n°3 semisbarre con due interruttori di accoppiamento sbarre automatico (ATS). Il quadro è normalmente alimentato dai due trasformatori ausiliari ed in caso di emergenza da n°2 generatori diesel;
- Sistema in corrente continua (DC UPS);
- gruppo di continuità in corrente alternata (AC UPS).

In aggiunta a quanto sopra, saranno previsti tutti i sistemi ausiliari d'impianto, necessari al corretto funzionamento della sottostazione

6 LA NUOVA STAZIONE ELETTRICA RTN DI BARLETTA

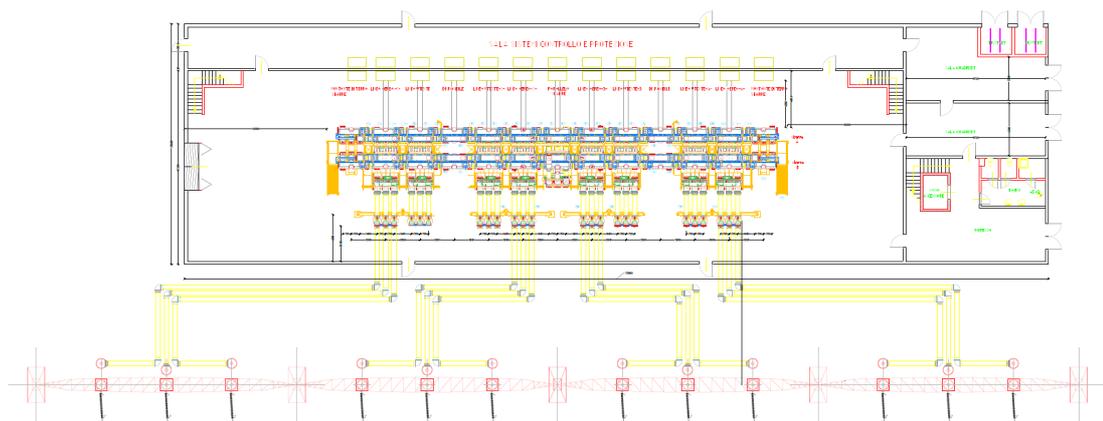
È stata progettata una Stazione Elettrica RTN a 380 kV ubicata nei pressi del punto di sbarco a terra dell'elettrodotto marino di connessione dell'impianto eolico offshore sulla base delle specifiche contenute nella STMG e degli standard tecnici di TERNA. Trattandosi di un'opera elettrica da realizzarsi in prossimità della costa si è scelto di proporre la realizzazione dell'opera con Sistema di Isolamento in Gas SF6 (GIS) individuando un sito idoneo all'interno dell'area industriale a sud est dell'abitato di Barletta.

Sono pertanto previsti gli spazi per 10 stalli linea in GIS 420 kV oltre al congiuntore sbarre in configurazione a doppia sbarra con le singole fasi isolate singolarmente.

Nella configurazione attuale avremo una stazione AT in accordo alla specifica ING GIS e successive revisioni del gestore di rete.

La Stazione Elettrica avrà la seguente consistenza:

- Nr. 4 stalli per la configurazione Entra Esci delle linee di alimentazione RTN direttamente connesse mediante condotti sbarre ai passanti Gas-Aria che verranno posizionati nelle vicinanze dei portali di ammarro linea.
- Nr. 4 stalli con terminazioni cavo necessari ad alimentare gli utenti connessi.
- Nr.1 stallo per il congiuntore di sbarra SBA-SBB
- Nr.2 stalli disponibili per un possibile futuro ampliamento di stazione.
- Armadi di montante e relativi circuiti di comando e controllo;
- Sistema rilevazione scariche parziali
- Sistema di sorveglianza e rilevatori d'arco.
- Sistema di comando controllo e protezione
- sistemi ridondati di alimentazione servizi ausiliari CA e CC



Gli stalli della stazione blindata saranno dotati dei seguenti apparati:

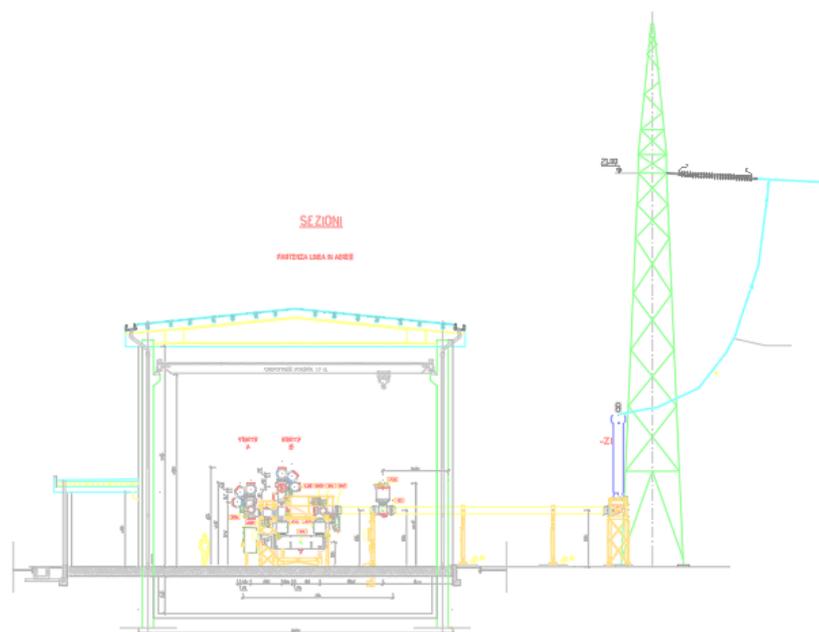
- sezionatore di linea e di sbarra
- sezionatore di terra
- sezionatore di terra rapido con potere di stabilimento di correnti di corto circuito

- isolatori passanti unipolari SF6/aria
- giunti i di dilatazione;
- tratti di sbarre unipolari/tripolari;
- interruttori
- trasformatori toroidali di corrente a 3 nuclei;
- trasformatori unipolari di tensione (opzionali sui montanti di uscita);
- scaricatori unipolari;
- dispositivi rilevatori d'arco e relativi sensori;
- sistema di monitoraggio;
- dispositivi di sincronizzazione interruttori;
- cassette raccolta cavi TA e TV.

La corrente di cortocircuito della stazione sarà 63KA e corrente nominale per componenti 3150/4000A.

Per ubicare la Stazione Elettrica è stato selezionato un sito posto all'interno di una zona industriale a est di Barletta. Si tratta di un'area priva di vincoli di estensione pari a circa 7540 m² sulla via Altiero Spinelli, ampia strada comunale che si immette su via Trani e quindi sulla SS16, asse viario principale.

Sull'area scelta sarà ubicato un edificio principale su due piani a pianta rettangolare di 72,9 x 20,5 m e alto 13 dove allocare le opere elettromeccaniche di Stazione e un dell'Edificio Consegna M.T. e TLC posizionato lungo il perimetro in prossimità del cancello di ingresso. Di fronte al capannone si prevede la realizzazione di 4 portali di ammarro linea alti 21 metri per la connessione in Entra esce alle linee RTN a 380 kV "Andria – Brindisi Sud" e "Foggia – Palo del Colle". Come indicato, le connessioni tra stazione blindata e linee RTN verranno eseguite con condotti sbarra isolati in SF6 tali da non creare riduzioni di portate agli elettrodotti menzionati.



La nuova Stazione Elettrica sarà dotata di impianto di messa a terra in accordo alle specifiche del cliente e dal sistema antintrusione.

Si prevede, inoltre, la realizzazione della rete di smaltimento acque bianche e nere. Sarà realizzata una rete superficiale di raccolta delle acque meteoriche, costituita da pozzetti in cls prefabbricati muniti di caditoie o coperture in ghisa, tubazioni preferibilmente in PVC serie pesante adeguatamente rinfiancate in cls. Le reti di scarico delle acque piovane saranno in grado di convogliare con regolarità e sicurezza, senza entrare in pressione, le portate in esse defluenti nelle peggiori condizioni in relazione alle caratteristiche pluviometriche del sito; attualmente si ipotizza di canalizzare le acque meteoriche verso la rete di fogna bianca della zona industriale ove è allocata la nuova Stazione Elettrica

Benchè la sottostazione sia allocata all'interno di edifici in cemento armato, tutta l'area esterna verrà recintata mediante la posa in opera di elementi prefabbricati di altezza non inferiore a 2,5 metri, verranno inoltre previsti e posizionati cancelli carrai e pedonali per l'ingresso di mezzi e personale.

7 GLI ELETTRODOTTI AEREI

7.1 LA SCELTA DEL TRACCIATO

Come previsto dalla STMG la nuova Stazione Elettrica dovrà essere collegata in entra-esce alle due linee RTN 380 kV “Andria – Brindisi Sud” e “Foggia – Palo del Colle”. A tale scopo si ipotizza di realizzare i due elettrodotti utilizzando principalmente sostegni di tipologia tubolare monostelo doppia terna in grado di trasportare, su un unico sostegno, la doppia linea in semplice terna necessaria per realizzare l’entra esci in Stazione Elettrica.

Per identificare il corridoio per il passaggio degli elettrodotti si è utilizzata la Metodologia ERPA (Esclusione, Repulsione, Problematicità, Attrazione) selezionando un percorso che tenda ad evitare l’attraversamento di territori di pregio ambientale, paesaggistico e/o culturale, privilegiando per quanto possibile aree ad elevata attrazione per la realizzazione dell’intervento.

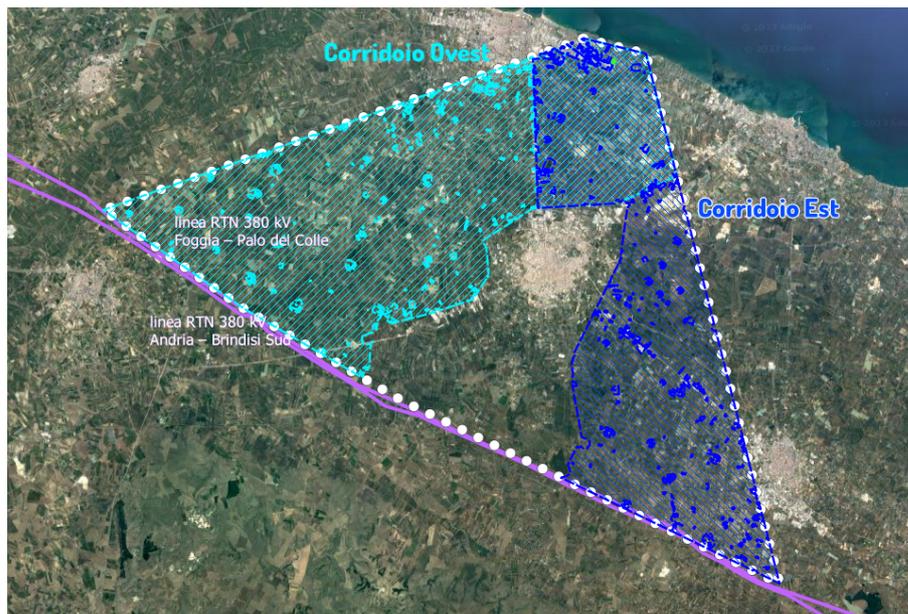
È stata individuata l’area di Intervento considerando una superficie triangolare avente vertice nel sito individuato per la realizzazione della nuova Stazione Elettrica (considerando un adeguato buffer) e lato opposto lungo le due linee RTN da intercettare. Nella definizione dell’area si è scelto di estendere lo studio ad una porzione di territorio sufficientemente ampia da consentire di aggirare l’area urbanizzata intorno al Comune di Andria includendo nello studio alcune porzioni di territorio ricadenti nei comuni di Canosa di Puglia e Corato attraversate dalle due linee RTN.



Area di Intervento

Per individuare i corridoi si utilizza una metodologia basata su sistemi GIS su cui vengono implementati gli stati informativi con la vincolistica, le infrastrutture e l’uso del suolo. I diversi strati vengono categorizzati secondo criteri di Esclusione, Repulsione, Problematicità, Attrazione.

All’interno della area di fattibilità sono stati individuati 2 Corridoi denominati Corridoio Est e Corridoio Ovest. I corridoi risultano sovrapposti nel tratto iniziale ed escludono sia il territorio prossimo all’abitato di Andria che tutta l’area a sud della cittadina data la presenza diffusa di aree perimetrate con criteri di esclusione difficilmente attraversabili.



Corridoi potenziali

Da una attenta disamina delle perimetrazioni dei tematismi riferiti ai criteri di repulsione e attrazione all'interno dei due corridoi si è ritenuto di minore impatto il corridoio Ovest e al suo interno è stato definito un tracciato ottimale per i due elettrodotti.



Tracciato degli elettrodotti

Tra le possibili soluzioni sono stati individuati i tracciati più funzionali, che tengano conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il percorso dell'elettrodotto è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n.1775, 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;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

Inoltre, al fine di contenere ulteriormente l'impatto, è stata scelta la tipologia di sostegni tubolari monostelo caratterizzati da un ingombro alla base ridotto rispetto ai sostegni a traliccio tradizionali.

I Comuni interessati dal passaggio dell'elettrodotto sono Andria e Barletta mentre le opere attraversate sono rappresentate nell'elaborato grafico "T.5.7.1 Elettrodotto onshore aereo – Inquadramento".

7.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

I tracciati dei due nuovi elettrodotti proposti attraversano paralleli tra loro e ad una distanza minima di 55 m i territori di Barletta e Andria. Partendo dal sito ove è ubicata la nuova Stazione Elettrica RTN in GIS si allontanano dall'abitato di Barletta e attraversano nell'ordine le seguenti infrastrutture:

- la strada di collegamento Trani Barletta,
- la linea ferroviaria adriatica Milano Lecce
- la Strada Statale 16
- il canale denominato "Ciappetta Camaggi"

Superato il canale e le relative aree perimetrate nel PAI, i tracciati proseguono attraverso un'area agricola con mosaico misto di vigneti e oliveti fino a raggiungere e intersecare alcune tratte di linee aeree RTN 150 kV a circa 3 km a nord dell'abitato di Andria. In prossimità del punto di confine tra i territori comunali di Andria, Barletta e Trani i due elettrodotti proseguono verso ovest in affiancamento ad alcune linee RTN 150 kV e poi, dopo aver attraversato la SP 189 e una linea ferroviaria, procedono in affiancamento al tracciato autostradale fino a riconnettersi alla rete RTN 380 kV.

Il primo tratto compreso tra le aree urbanizzate di Barletta e Andria è densamente infrastrutturato e pertanto le difficoltà maggiori riguardano proprio l'attraversamento degli assi stradali principali contornati da aree edificate.

L'area ad ovest di Andria è invece scarsamente abitata e le criticità più rilevanti sono rappresentate dalla presenza diffusa dei vigneti, dal reticolo idrografico e dai tratturi denominati Regio Tratturo Grumo Barletta e tratturello Via Traiana. Per limitare gli impatti paesaggistici dell'opera si è pertanto scelto di seguire i tracciati delle infrastrutture presenti.

7.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

7.3.1 Premessa

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.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

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 in allegato.

Ciascun elettrodotto a 380 kV sarà costituito da una palificazione a doppia terna armata con 3 fasi ciascuna, composte da un fascio di 3 conduttori, per un totale di 18 conduttori di energia e con una corda di guardia, fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, mentre da essi fino ai portali di ingresso in stazione, saranno impiegati 12 conduttori di energia e 2 corde di guardia, come meglio illustrato di seguito.

7.3.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

I nuovi elettrodotti aerei saranno costituiti da una palificazione con sostegni di tipo tubolare monostelo, sia nel caso di linee a semplice terna, sia nel caso di linee a doppia terna; ogni fase sarà costituita da 3 conduttori di energia collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà composto da una corda di alluminio-acciaio con un diametro complessivo di 31,50 mm.

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, con riferimento alla zona A.

TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE [A] DELLA LINEA SECONDO CEI 11-60			
	ZONA A		ZONA B	
	PERIODO C	PERIODO F	PERIODO C	PERIODO F
380 kV cond. trinato	2220	2955	2040	2310

Si ipotizza una portata di esercizio di 2500 A per terna.

7.3.3 Distanza tra i sostegni

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.

7.3.4 Conduttori e corde di guardia

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm² composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm (Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio.).

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN.

Nelle campate comprese tra i sostegni capolinea ed i portali della stazione elettrica ciascuna fase sarà costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato). I conduttori di energia

saranno in corda di alluminio di sezione complessiva di 999,70 mm², con un diametro complessivo di 41,1 mm.

Il carico di rottura teorico di tale conduttore sarà di 14486 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 12,0, arrotondamento per eccesso di quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Tale corda di guardia, in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 11,50 mm e sezione di 80,65 mm², sarà costituita da n. 7 fili del diametro di 3,83 mm.

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 9000 daN.

7.3.5 Stato di tensione meccanica

In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm, da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è stato 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 una 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). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee 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 cm
MPA	–	Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
MPB	–	Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
MFA	–	Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
MFB	–	Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
CVS2	–	Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h
CVS3	–	Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h
CVS4	–	Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

ZONA A	EDS=21%	per il conduttore tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio
ZONA B	EDS=20%	per il conduttore tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

ZONA A	EDS=15%	per corda di guardia tipo LC 60
	EDS=12,75%	per corda di guardia tipo LC 51
ZONA B	EDS=13,96%	per corda di guardia tipo LC 60

EDS=11,82% per corda di guardia tipo LC 51

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori, si rende necessario maggiorare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura ($\Delta\theta$ nel calcolo delle tabelle di tesatura) pari a:

16°C in zona A

25°C in zona B.

Le linee in oggetto sono situate in "ZONA A"

7.3.6 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al "conduttore standard" preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

7.3.7 Sostegni

I sostegni saranno del tipo a doppia terna tubolari monostelo di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno.

Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle strutture è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B".

Essi avranno 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 provvederà, 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 sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto, fundamentalmente, dalla base, da un tronco intermedio, della quale fanno parte le mensole alle quali 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, e dalla punta alla cui sommità si trovano i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

L'elettrodotto a 380 kV doppia terna in parola è stato progettato utilizzando la serie unificata TERNA di sostegni tubolari monostelo con armamenti di sospensione a mensole isolanti e di amarro, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate "altezze utili".

I tipi di sostegno utilizzati e le loro prestazioni nominali, con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K), sono i seguenti:

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
MDT	18 ÷ 51 m	300 m	6°	0,15

PDT	18 ÷ 51 m	300 m	12°	0,2
AL	18 ÷ 51 m	600 m	15°	0,2
AN	18 ÷ 51 m	600 m	22°	0,2
AP	18 ÷ 51 m	600 m	45°	0,3
AC	18 ÷ 51 m	600 m	66°	0,35

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

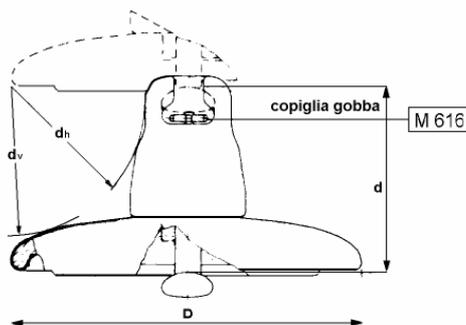
7.3.8 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160 e 210 kN nei due tipi "normale" (LJ1) e "antisale" (LJ2), connessi tra loro a formare catene di almeno 18 elementi negli amarri e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 9.7.2. Le catene di amarro saranno tre in parallelo mentre quelle di sospensione saranno del tipo a mensole isolanti e, pertanto, saranno utilizzati anche gli isolatori a bastone in porcellana (LJ 21).

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

7.3.8.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate 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.

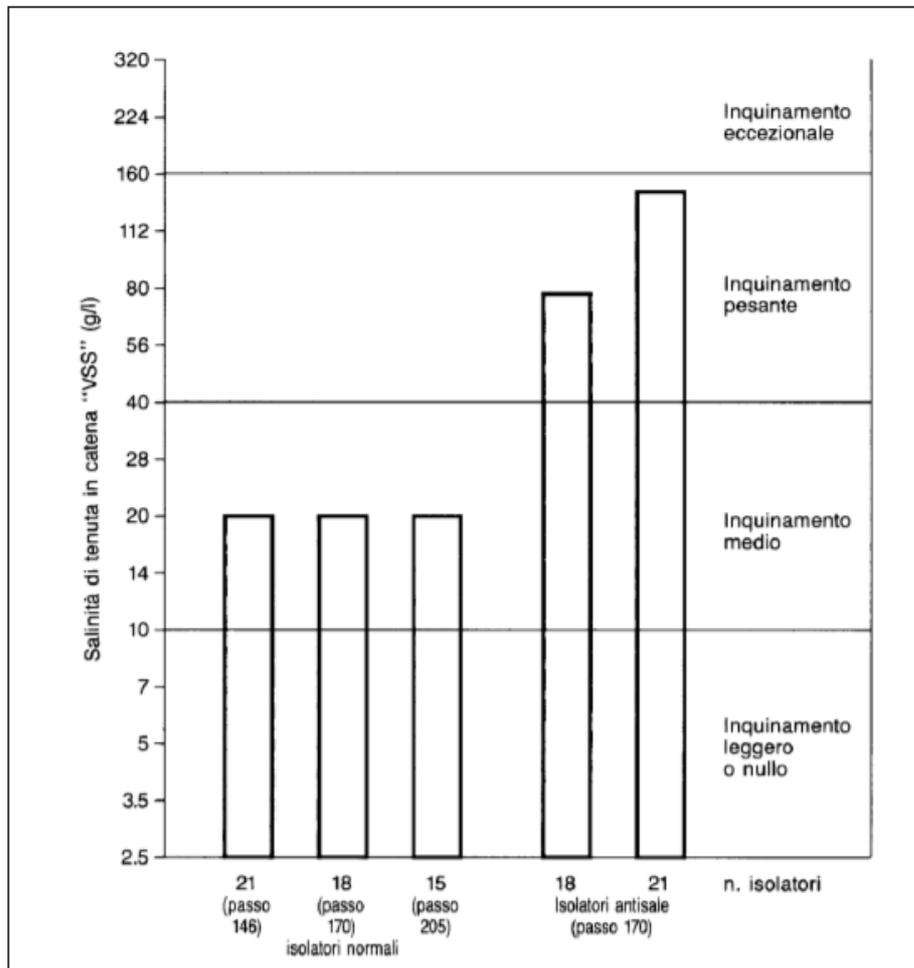


7.3.8.2 Caratteristiche elettriche

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 LJ1 e LJ2 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. Nella tabella che segue è poi 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 SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
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 e 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 • Zone ad alta densità di industrie e/o 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 fertilizzazione 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.



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti a "isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc. Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico pesante e quindi si è scelta la soluzione dei 19 isolatori (passo 170) tipo J2/4 (antisale) per gli armamenti in amarro mentre per quelli in sospensione, essendo realizzati con mensole isolanti, si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 170) tipo J2/4 (antisale) e 3 isolatori (3x1350) tipo J21/2 (normale).

7.3.9 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV sono stati 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.
- 210 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.
- 360 kN utilizzato nei rami doppi degli armamenti di sospensione.

Le morse di amarro sono invece state 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.

Per le linee a 380 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
		Ramo 1	Ramo 2	
a mensole isolanti	LM91	2x210	300	MI
triplo per amarro	385/1	3 x 210		TA
doppio per amarro	387/2	2 x 120		DA
ad "I" per richiamo collo morto - conduttori binati	392/1	30		IR
ad "I" per richiamo collo morto - conduttori trinati	382/1	30		IR

La scelta degli equipaggiamenti viene 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).

7.3.10 Fondazioni

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

Per quanto attiene i sostegni tubolari monostelo, le fondazioni sono a blocco unico, formate da parallelepipedi di base quadrata. Talvolta per adeguare la fondazione alla morfologia del terreno ed agli spazi, si ricorre al contributo con delle fondazioni profonde come trivellati, micropali, ancoraggi (di profondità variabile in funzione della litologia del terreno), collegati con un unico dado come blocco di fondazione.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite "tabelle delle corrispondenze" tra sostegni e fondazioni.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- D.M. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;

- Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.

Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988. L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

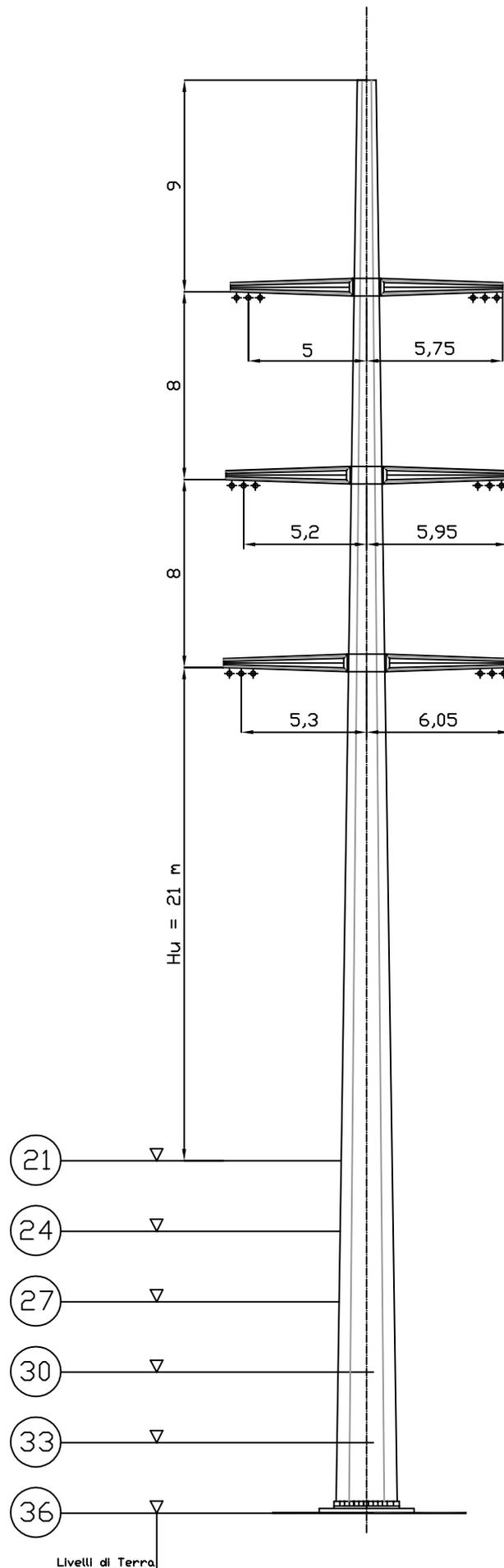
I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)

Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili si procederà all'esecuzione di indagini geologiche e sondaggi mirati; le fondazioni di tali sostegni saranno progettate ad hoc, in sede di progettazione esecutiva, sulla base dei risultati ottenuti dalle suddette indagini.

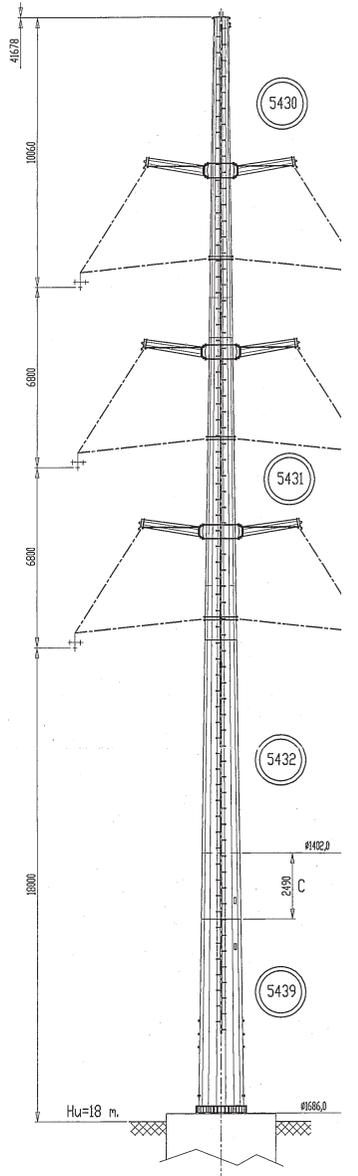
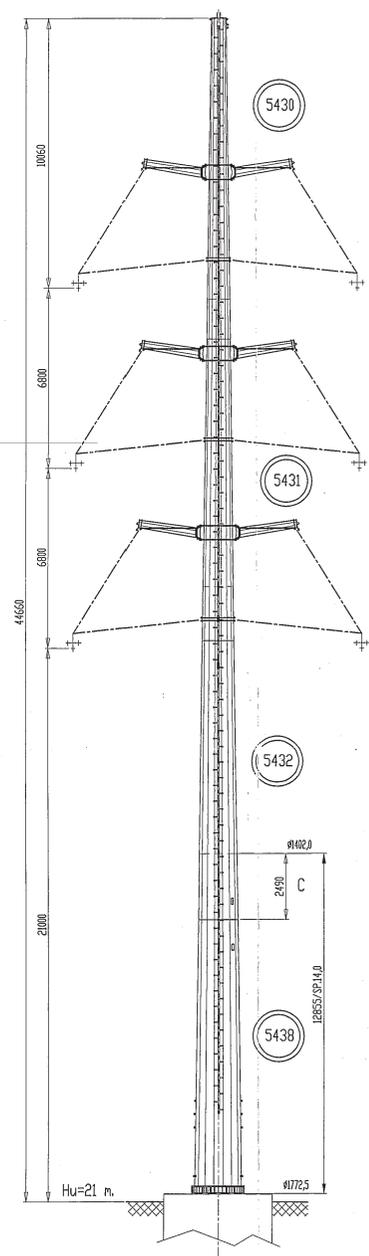
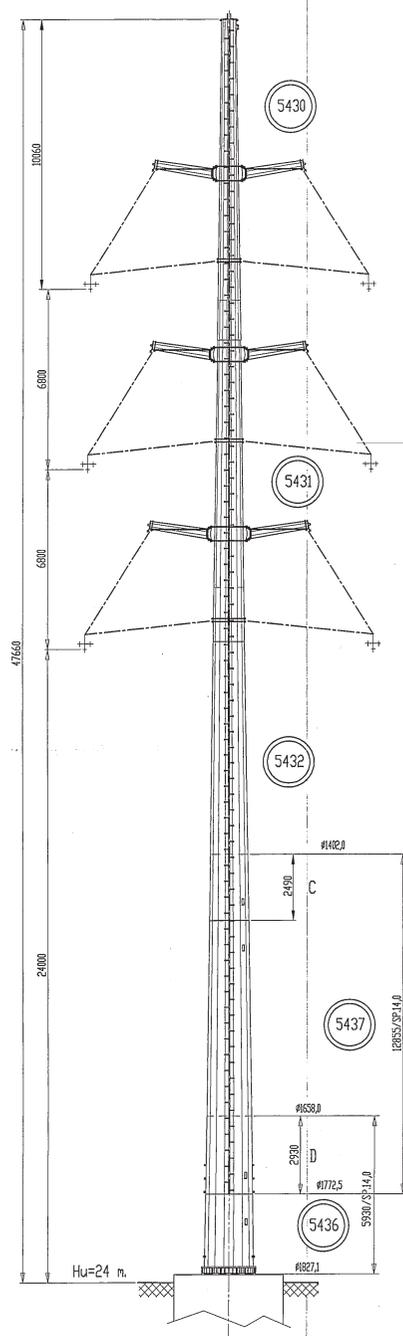
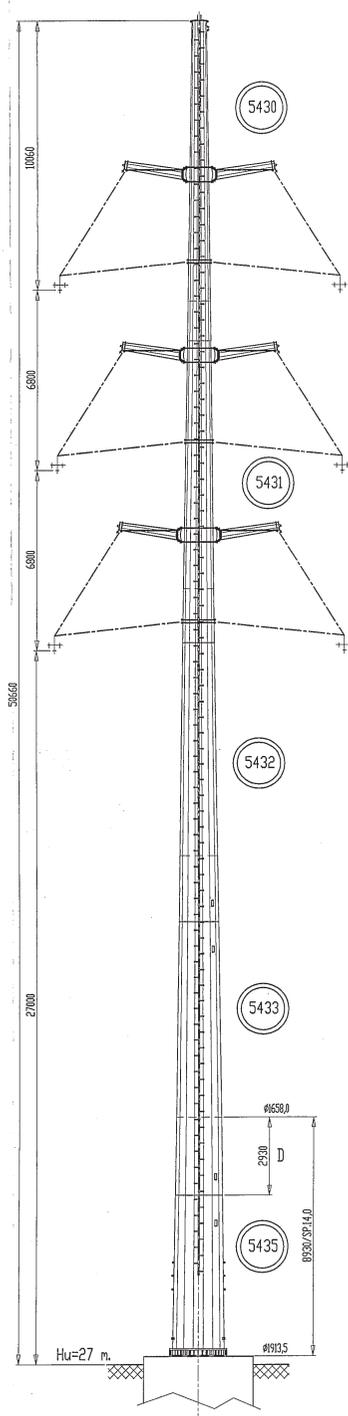
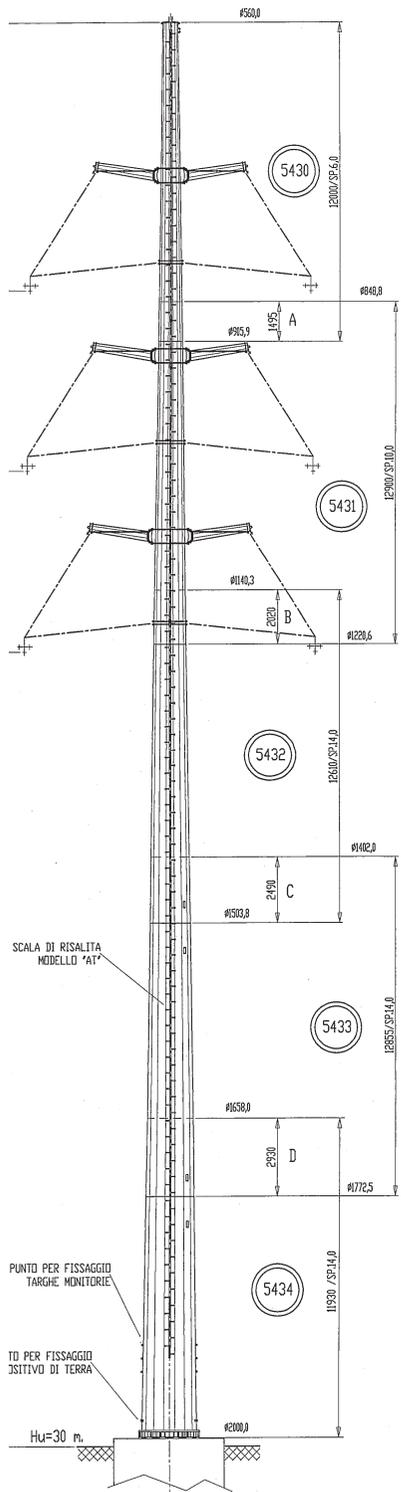
8 ALLEGATI

Sostegni Tubolari Monostelo di amarro doppia terna 380 kV

Schema generale pali tipo RDT, AN, AM, AP, AC



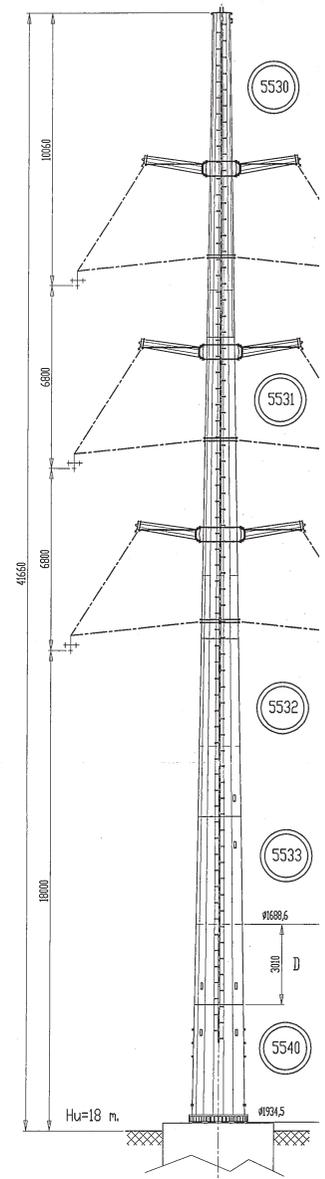
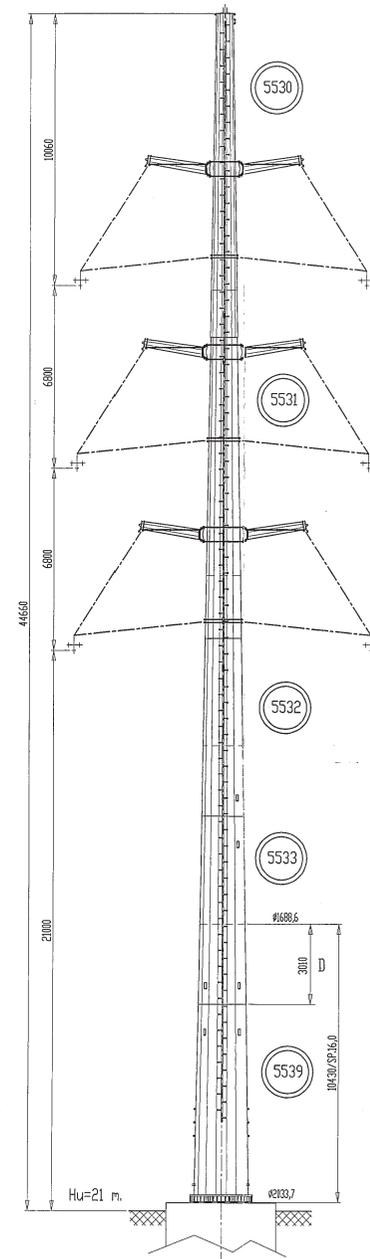
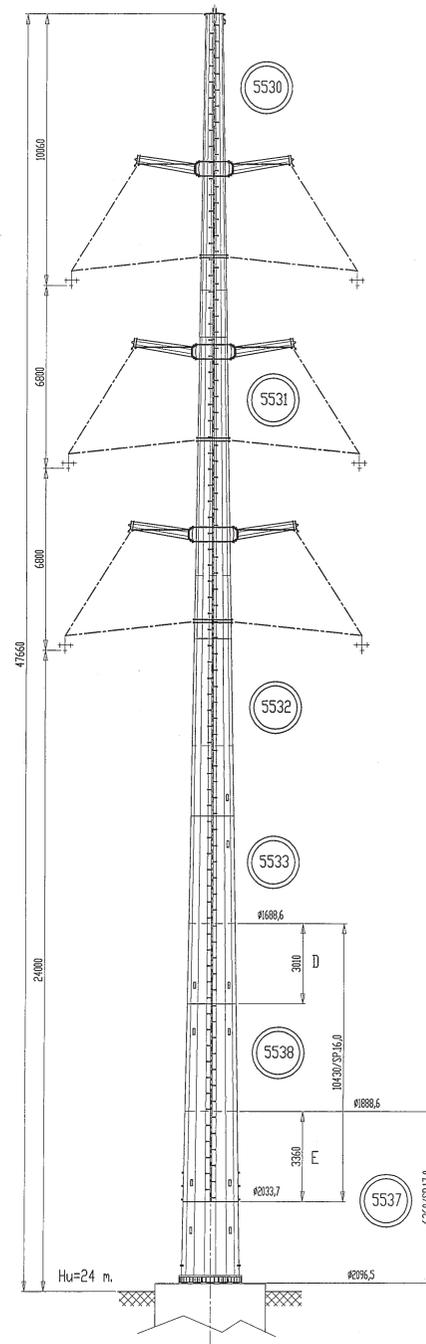
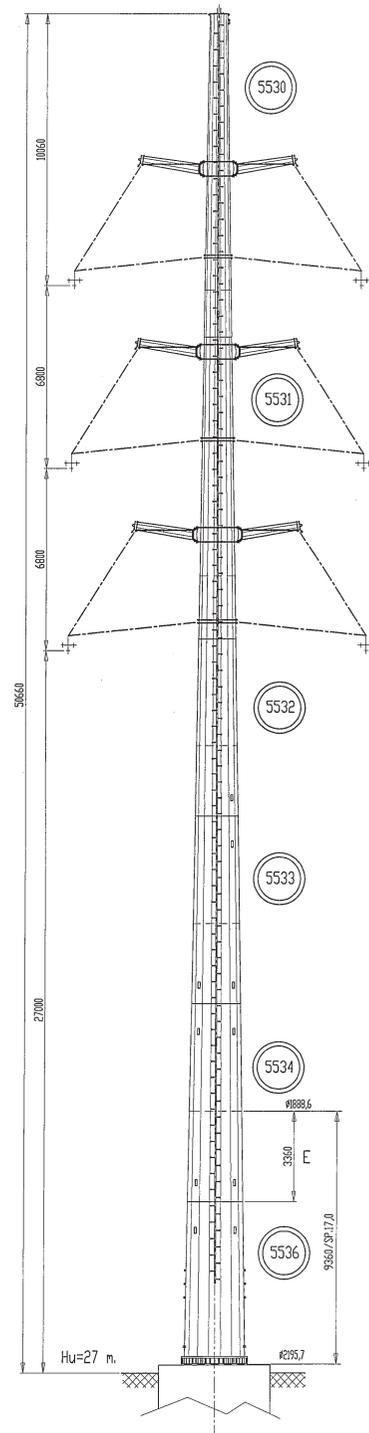
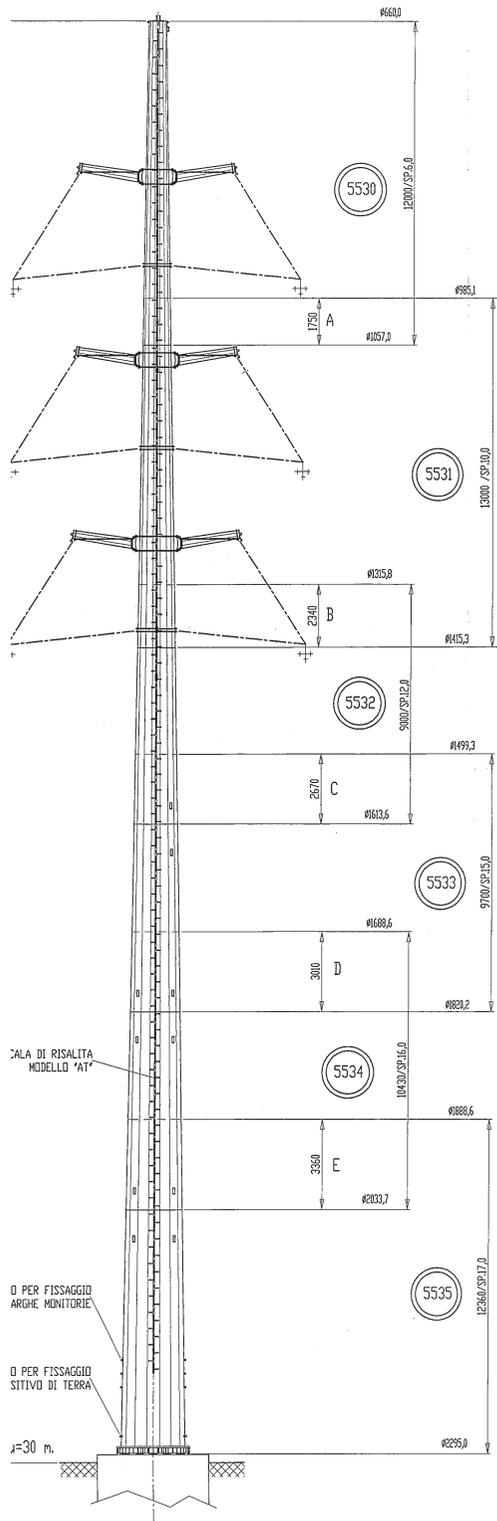
Livelli di Terra



NOTE:
- DIMENSIONI IN MM
- DIAMETRI FRA GLI SPIGLI

1	Revisione cartello	15/05/01	PASSARINI	ZAMBELLI
2	Revisione generale	08/05/03	PASSARINI	ZAMBELLI
3	Revisione generale	12/07/99	PASSARINI	ZAMBELLI
4	Emissione	02/07/99	PASSARINI	ZAMBELLI
REV.	EDIZIONI	DATA	ESEGUITO	CONFERITO

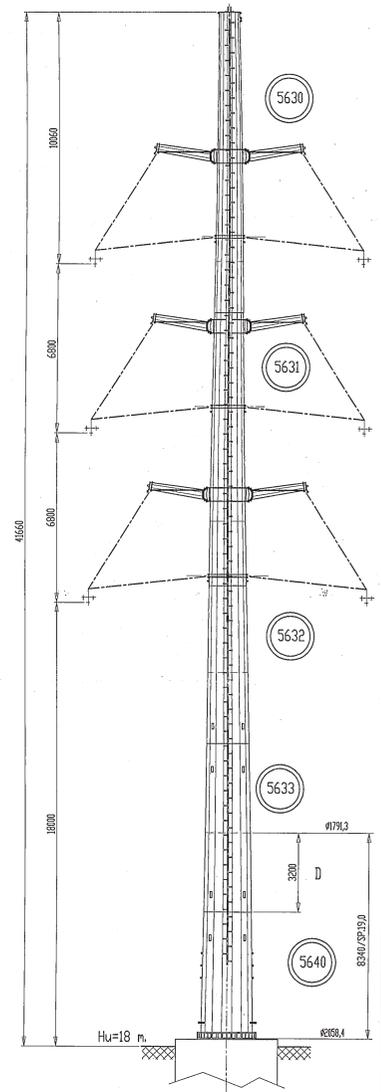
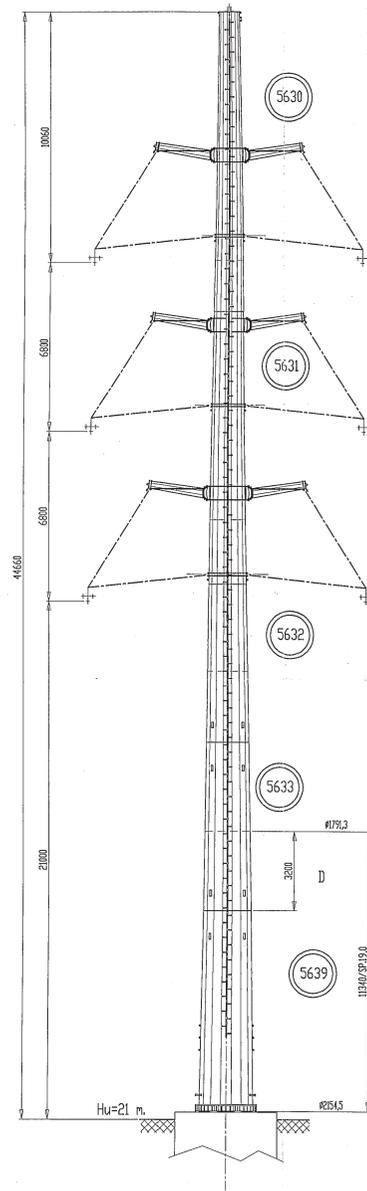
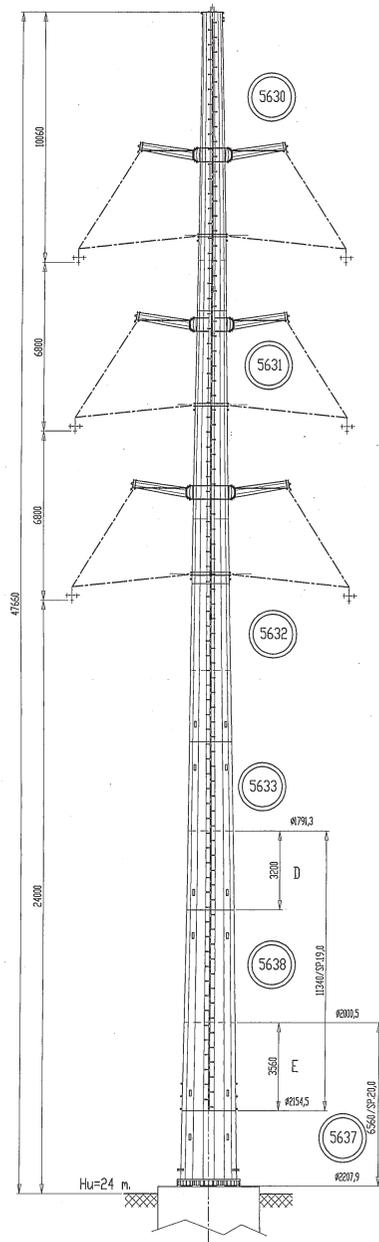
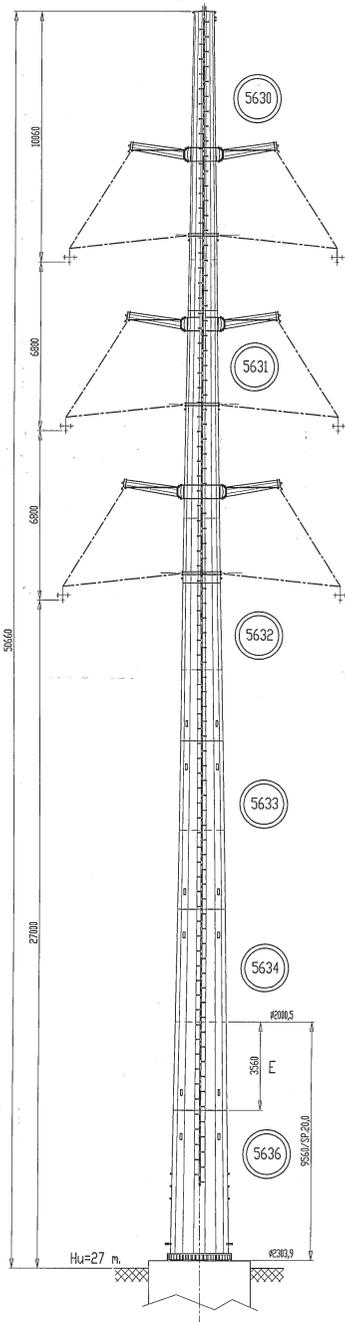
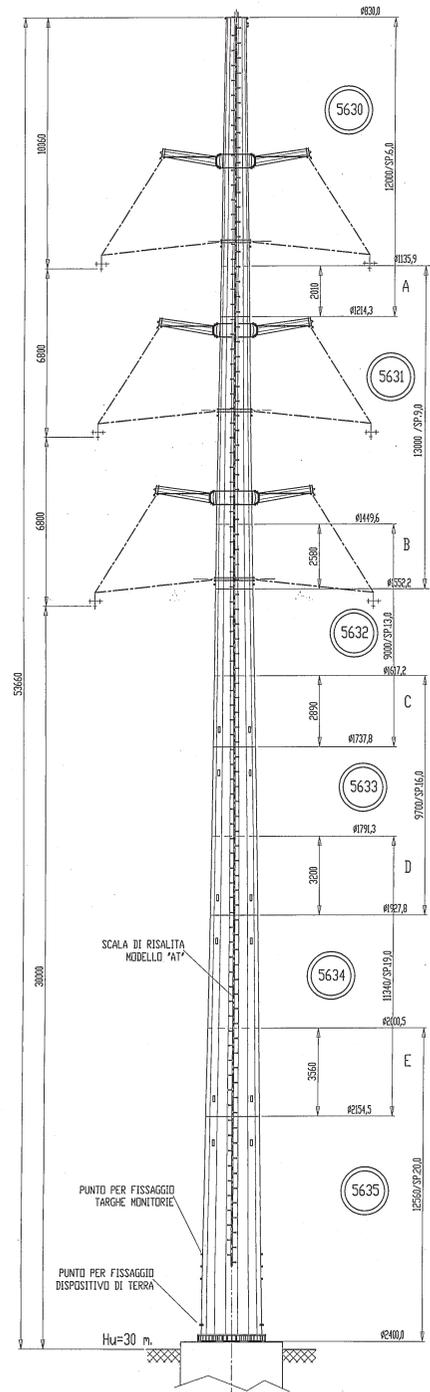
SIDERPALI S.p.A.
 T.E.R.N.A. S.P.A. - ROMA -
 PALI MONOSTELO AUTOPORTANTI PER LINEE COMPATTE 380 kV
 SCHEMA GENERALE PALO TIPO "NDT" EQUIPAGGIAMENTO PESANTE



NOTE:
 - DIMENSIONI IN mm
 - DIAMETRI FRA GLI SPIGOLI

3	Revisione cartiglio	15/01/98	PASSARINI	ZAWW
2	Revisione generale	08/05/90	PASSARINI	ZAWW
1	Revisione generale	11/01/93	PASSARINI	ZAWW
0	Emissione	21/01/99	PASSARINI	ZAWW
REV.	DATA	ESSEGUITO	CONT.	

SIDERPALI S.P.A.
 T.ER.N.A. S.P.A. - ROMA -
 PALI MONDSTELO AUTOPORTANTI
 PER LINEE COMPATTE 380 kV
 SCHEMA GENERALE PALO TIPO "MDT"
 EQUIPAGGIAMENTO PESANTE

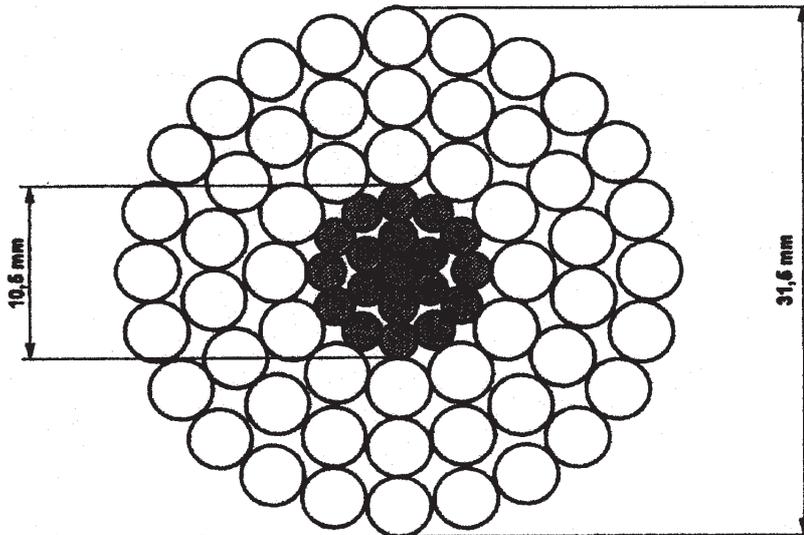


NOTE:
 - DIMENSIONI IN mm
 - DIAMETRI FRA GLI SPIGLI

3	Revisione cartello	15/01/01	PASSARINI	INNOVOLI	FRANCESCHINI
2	Revisione generale	29/05/99	PASSARINI	INNOVOLI	FRANCESCHINI
1	Revisione generale	11/02/99	PASSARINI	INNOVOLI	FRANCESCHINI
0	Emissione	01/07/99	PASSARINI	INNOVOLI	FRANCESCHINI
REV.	EDIZIONI	DATA	ESIGIATO	CONFEZIONO	DTT


T.ERNA. S.P.A. -ROMA-
 PALI MONISTELO AUTOPORTANTI
 PER LINEE COMPATTE 380 kV
 SCHEMA GENERALE PALO TIPO "PDT"
 EQUIPAGGIAMENTO PESANTE

SCALA: 1:50
 EUT-5620



TIPO CONDUTTORE		C 2/1	C 2/2 (*)
		NORMALE	INGRASSATO
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	585,30	585,30
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata
MASSA TEORICA (Kg/m)		1,953	2,071(**)
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C (ohm/km)		0,05564	0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16516
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm ²)		68000	68000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 x 10 ⁻⁶	19,4 x 10 ⁻⁶

(*) Per zone ad alto inquinamento salino

(**) Compresa massa grasso pari a 103,39 gr/m.

1. Materiale:

Mantello esterno in Alluminio ALP E 99,5 UNI 3950

Anima in acciaio a zincatura normale tipo 170 (CEI 7-2), zincato a caldo

Anima in acciaio a zincatura maggiorata tipo 3 secondo prescrizioni ENEL DC 3905 Appendice A

2. Prescrizioni:

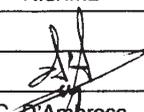
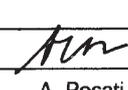
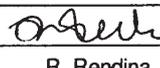
Per la costruzione ed il collaudo: DC 3905

Per le caratteristiche dei prodotti di protezione: prEN50326

Per le modalità di ingrassaggio: EN50182

3. Imballo e pezzature:

Bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione)

00	21-01-2002	PRIMA EMISSIONE	RIS/IML	RIS/IML		RIS/IML
01	25-07-2002	Aggiornata massa conduttore ingrassato				
			G. D'Amrosia	A. Posati		R. Rendina
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						

4. Unità di misura:

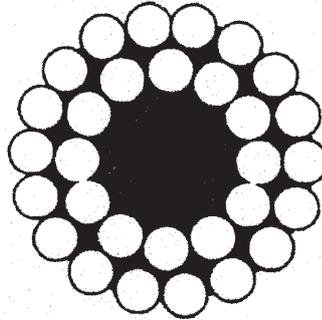
L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

5. Modalità di applicazione dei prodotti di protezione:

Il conduttore C 2/2 dovrà essere completamente ingrassato, ad eccezione della superficie esterna dei fili elementari del mantello esterno.

Le modalità di ingrassaggio devono essere rispondenti alla norma EN 50182 del Maggio 2001 Caso 4 Figura B.1, annesso B.

La massa teorica di grasso espressa in gr/m, con una densità di $0,87 \text{ gr/cm}^3$, calcolata secondo la norma EN 50182 dovrà essere pari a 103,39 gr/m.

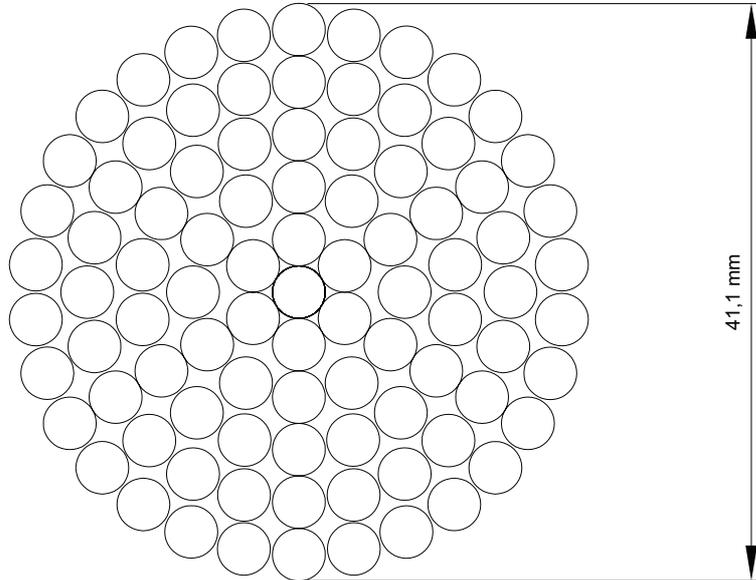


Cfr. Norma EN 50182 Maggio 2001 Caso 4 Figura B.1, annesso B

6. Caratteristiche dei prodotti di protezione:

Il grasso utilizzato dovrà essere conforme alla norma prEN 50326 Ottobre 2001 tipo 20A180 ovvero 20B180.

Il Fornitore del conduttore, dovrà consegnare la documentazione di conformità del grasso utilizzato.



FORMAZIONE	91 x 3,74
SEZIONE TEORICA (mm ²)	999,70
MASSA TEORICA (kg/m)	2,770
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (Ω/km)	0,02859
CARICO DI ROTTURA (daN)	14486
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)	5500
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA (1/°C)	23 x 10 ⁻⁶

- 1 **Materiale:** Alluminio ALP E 99,5 UNI 3950
- 2 **Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo:** DC 3905
- 3 **Imballo e pezzature:** Bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
- 4 **Unità di misura:** L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (kg).

Descrizione ridotta: C O R D A A L D I A M 4 1 , 1

Matricola SAP: 1011670

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 30/11/2006	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Uso Aziendale

Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavecchia		A. Posati	S. Tricoli	R. Rendina
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL	ING-ILC-COL	ING-ILC

m05IO001SQ-r00

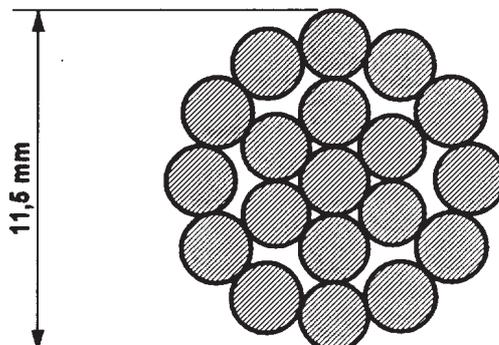
Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

UNIFICAZIONE

ENEL

CORDA DI GUARDIA DI ACCIAIO Ø 11,5

31 73 B

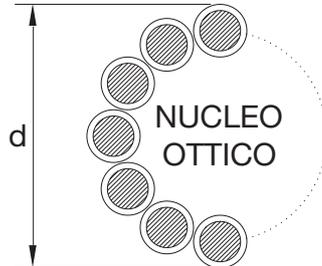
LC 23Gennaio 1995
Ed. 6 - 1/1

TIPO	23/1	23/2
N. MATRICOLA	31 73 05	31 73 06
TIPO ZINCATURA	NORMALE	MAGGIORATA
MASSA UNITARIA DI ZINCO (g/m ²)	214	641
FORMAZIONE	19 x 2,3	19 x 2,3
SEZIONE TEORICA (mm ²)	78,94	78,94
MASSA TEORICA (kg/m)	0,621	0,638
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20 °C (Ω/km)	2,014	2,014
CARICO DI ROTTURA (daN)	12 231	10645
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm ²)	175 000	175000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)	11,5 x 10 ⁻⁶	11,5 x 10 ⁻⁶

- 1 - Materiale: acciaio Tipo 170 (CEI 7-2) zincato a caldo per i fili a "zincatura normale".
acciaio Tipo 1 zincato a caldo secondo le prescrizioni DC 3905 appendice A per i fili a "zincatura maggiorata"
- 2 - Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: DC 3905
- 3 - Prescrizioni per la fornitura: DC 3911
- 4 - Imballo e pezzature: bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione)
- 5 - L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

Descrizione ridotta:

C O R D A A C C D I A M 1 1 , 5 M A G U E



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	≤ 17,9		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	≤ 0,82		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	≤ 0,28		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 10600		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 8800		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	≤ 17,0E-6		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 20		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	≤ 0,36
		a 1550 nm	(dB/km)	≤ 0,22
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	≤ 3,5
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: C3907.
2. Prescrizioni per la fornitura: C3911.
3. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
4. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
5. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.

Descrizione ridotta:

C O R D A G U A R A C S 4 8 x F I B R O T T 1 7 , 9

Matricola SAP:

1 0 1 1 9 1 7

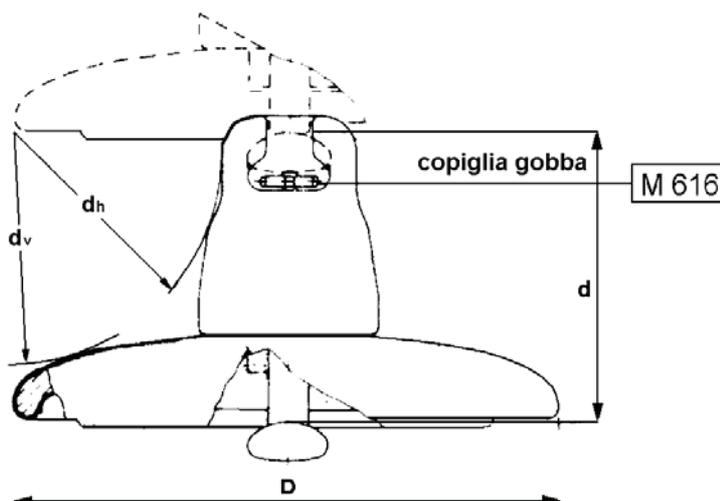
Storia delle revisioni

Rev. 00	del 08/10/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato	Verificato	Approvato
S. Tricoli ING-ILC	A. Posati ING-ILC	R. Rendina ING-ILC

m05IO001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



TIPO		1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
Carico di Rottura (kN)		70	120	160	210	400	300
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)		255	255	280	280	360	320
Passo (mm)		146	146	146	170	205	195
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)		16	16	20	20	28	24
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)		295	295	315	370	525	425
Dh Nominale Minimo (mm)		85	85	85	95	115	100
Dv Nominale Minimo (mm)		102	102	102	114	150	140
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	21	18	15	16
	Tensione (kV)	98	142	243	243	243	243
Salinità di Tenuta (**) (kg/ m³)		14	14	14	14	14	14
Matricola SAP.		1004120	1004122	1004124	1004126	1004128	01012241

(**) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente assunta come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

1. Materiale: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappa in ghisa malleabile (UNI EN 1562) zincata a caldo; perno in acciaio al carbonio (UNI EN 10083-1) zincato a caldo; coppiglia in acciaio inossidabile.
2. Tolleranze:
 - sul valore nominale del passo: secondo la pubblicazione IEC 305 par. 3
 - sugli altri valori nominali: secondo la Norma CEI 36-5 par. 24.
3. Su ciascun esemplare deve essere marcata la sigla U seguita dal carico di rottura dell'isolatore, il marchio di fabbrica del costruttore e l'anno di fabbricazione
4. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: J 3900.
5. Prescrizioni per la fornitura: J 3901 per quanto applicabile.
6. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica f.i.: in olio, 80 kV eff. (J1/1, J1/2); 100 kV eff. (J1/3, J1/4, J1/5, J1/6).
7. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,5 p.u. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
8. L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari: n.

Storia delle revisioni

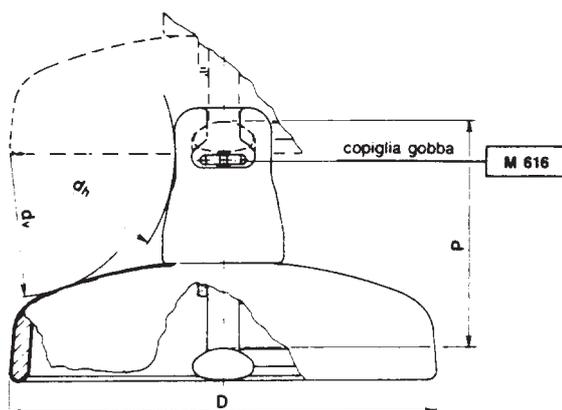
Rev. 00	del 03/04/2009	Prima emissione. Sostituisce la J1 Rev.07.
---------	----------------	--

Elaborato	Verificato	Approvato
M. Meloni ING-ILC-COL	A.Posati ING-ILC-COL	R.Rendina ING-ILC

m0510001SQ-r01

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

UNIFICAZIONE

ENEL**ISOLATORI CAPPA E PERNO DI TIPO ANTISALE
IN VETRO TEMPRATO****30 24 B****LJ 2**Luglio 1989
Ed. 6 - 1/1

MATRICOLA		30 24 21	30 24 25	30 24 53	30 24 55
TIPO		2/1 (*)	2/2	2/3	2/4
Carico di rottura	(kN)	70	120	160	210
Diametro nominale della parte isolante	(mm)	280	280	320	320
Passo	(mm)	146	146	170	170
Accoppiamento CEI-UNEL 39161 e 39162	(grandezza)	16	16	20	20
Linea di fuga nominale minima	(mm)	430	425	525	520
d _h nominale minimo	(mm)	75	75	90	90
d _v nominale minimo	(mm)	85	85	100	100
Condizioni di prova in nebbia salina	Numero di isolatori costituenti la catena	9	13	18	18
	Tensione di prova	(kV)	98	142	243
Salinità di tenuta (**)	(Kg/m ³)	56	56	56	56

(*) In alternativa a questo tipo può essere impiegato il tipo J 4 in porcellana.

1. Materiale: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappa in ghisa malleabile (UNI ISO 5922) zincata a caldo; perno in acciaio al carbonio (UNI 7845-7874) zincato a caldo; coppiglia in acciaio inossidabile.
2. Tolleranze:
 - sul valore nominale del passo: secondo la pubblicazione IEC 305 (1974) par. 3
 - sugli altri valori nominali: secondo la Norma CEI 36-5 (1979) par. 24.
3. Su ciascun esemplare deve essere marcata la sigla U seguita dal carico di rottura dell'isolatore, il marchio di fabbrica del costruttore e l'anno di fabbricazione.
4. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: DJ 3900.
5. Prescrizioni per la fornitura: DJ 3901.
6. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica a f.i.: in olio, 80 kV eff. (J 2/1, J 2/2); 100 kV eff. (J 2/3, J 2/4).
7. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,5 p.u. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
8. L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari: n.

(**) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente assunta come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

Esempio di designazione abbreviata:

I S O L A T O R E A N T I S V E T R O C A P E R N O 2 1 0 K N U E