

PROGETTO DEFINITIVO **COLD IRONING**

PIOMBINO

Titolo Elaborato:

RELAZIONE TECNICA

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO:
02		Verifica	
01	Mar. 2023	Seconda emissione	
00	Dic. 2022	Prima emissione	
<u>Progettista:</u> Ing. Davide Sciutto		<u>Gruppo di progettazione:</u> Ing. Giorgio Mainardi Ing. Barbara Bottoni Ing. David Zanobetti Geol. Dario D'Avino Progetec s.n.c.	
Coordinatore della progettazione:		Organismo di verifica	IL RUP
Ing. Davide Sciutto		Malvezzi & Partners	Ing. Sandra Muccetti
			IL DIRIGENTE
			Ing. Sandra Muccetti



Sommario

1	Introduzione	3
2	Descrizione sommaria dell'intervento	3
3	Autorizzazione unica	4
4	Verifica archeologica	4
5	Verifica bellica	4
6	Impatto acustico.....	4
7	Alimentazione elettrica dalla rete nazionale	4
8	Gestione carichi elettrici	5
9	Tecnologie impiegate	6
9.1	Quadri MT distribuzione secondaria minore uguale 15 kV.....	6
9.2	Quadri BT	6
9.3	Trasformatori MT/MT e MT/BT.....	7
9.4	Gestione impianti e messa a terra.....	7
9.5	Convertitore di frequenza	8
9.6	Cabina elettrica.....	8
9.7	Illuminazione	8
9.8	Illuminazione di emergenza.....	9
9.9	Circuito Prese.....	9
9.10	Sistema di terra	10
9.10.1	Terra di cabina.....	10
9.11	Conduttori di protezione e di neutro per sistema BT	10
10	Corrispondenza a standard alimentazione navi.....	11
11	Protezioni	11
12	SCADA.....	12
13	Opere civili.....	12
13.1	Cabine elettriche e sottostazione	12
13.2	Cavidotti e pozzetti	12
13.3	Movimenti di terra	13
14	Prove / verifiche / attività	14
14.1	Esame a vista.....	14
14.2	Prove	15
14.3	Prove aggiuntive trasformatori.....	15
15	Specifiche tecniche.....	16



1 Introduzione

Il presente documento descrive le funzioni e l'architettura del sistema di distribuzione elettrica necessario per l'alimentazione delle navi da terra del porto di Piombino.

Il progetto recepisce le esigenze di servizio e definisce una struttura impiantistica adeguata al terminal per l'alimentazione delle navi dalla rete elettrica nazionale alla frequenza e tensione utilizzata a bordo delle navi.

Il progetto dovrà consentire l'alimentazione nei terminal alle diverse tensioni e frequenze sottoindicate.

#	Tensione [V]	Frequenza [Hz]
1	11.000	50
2	11.000	60
3	6.600	50
4	6.600	60

Obiettivo del sistema è garantire la piena operatività della nave senza l'impiego delle centrali di produzione di energia di bordo.

Occorre sottolineare come il sistema di distribuzione, ed in particolare i sistemi elettronici di conversione di frequenza, impieghino le tecnologie di punta (up-to-date), su taglie di tensione e potenza prossime ai limiti costruttivi oggi disponibili. Deve d'altronde considerarsi come il progetto abbia un traguardo funzionale di circa 15-20 anni (life-cycle). Con tale obiettivo è di fatto necessario fare ricorso alle tecnologie più di frontiera, che offrano nel contempo garanzie funzionali e di affidabilità ben provate (well-proven technology).

2 Descrizione sommaria dell'intervento

Il progetto, innovativo a livello europeo e mondiale, si configura dei seguenti elementi principali che ne descrivono sommariamente il funzionamento.

- Fornitura elettrica
È prevista 1 fornitura elettrica in MT da 10 MW presso la nuova cabina di conversione.
- Conversione di frequenza
Le navi utilizzano prevalentemente la frequenza di 60 Hz al posto della frequenza della rete elettrica nazionale che opera a 50 Hz. È necessario un sistema di conversione della frequenza da 50 a 60 Hz. Tale conversione si ottiene mediante un convertitore statico di frequenza posizionato nella cabina di conversione dedicata alle navi traghetto e predisposizione per navi da crociera.
- Sistema di distribuzione a 60 Hz



L'energia messa a disposizione a 60 Hz dall'impianto di conversione disponibile presso la cabina alimenta le navi presso le banchine tramite linee di alimentazione dedicate al singolo accosto.

- Sistema di connessione terra nave da crociera
In considerazione della elevata potenza e della normativa vigente sono previsti presso le banchine predisposte per l'alimentazione delle navi da crociera dei sistemi di connessione nave terra costituiti da una struttura mobile dotata di una gru a bordo della struttura stessa per avvicinare le prese di connessione alla fiancata della nave così come indicato nella specifica tecnica di riferimento.
- Sistema di connessione terra nave traghetto
In considerazione della elevata potenza e della normativa vigente sono previsti presso le banchine predisposte per l'alimentazione delle navi traghetto delle gru che avvicinano le prese di collegamento nave terra alla fiancata della nave così come indicato nella specifica tecnica di riferimento.

La scelta del posizionamento delle cabine elettriche, è stata valutata sulla base delle esigenze funzionali e tecniche dell'attuale rete di distribuzione di energia elettrica e sulla base dell'ottimizzazione dei tracciati e degli spazi disponibili, anche legati alla pianificazione futura degli assetti portuali.

3 Autorizzazione unica

Con riferimento al procedimento di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art. 28 L.R. 16/2008 e smi, l'Impresa dovrà senz'altro prevedere, ricomprese negli oneri d'appalto, tutte le attività, i documenti, i servizi, le opere, le verifiche e certificazioni, indicate e prescritte dai pareri di cui al documento Allegato Autorizzazione Unica, facente parte della documentazione di gara.

4 Verifica archeologica

Si rimanda a quanto riportato nell'apposita relazione.

5 Verifica bellica

Si rimanda a quanto riportato nell'apposita relazione.

6 Impatto acustico

Si rimanda a quanto prescritto in tal senso nell'Allegato Autorizzazione Unica.

7 Alimentazione elettrica dalla rete nazionale

Gli oneri di allaccio sono in carico all' AdSP MTS.



È stata richiesta una nuova consegna MT 15 kV per porto presso le rispettive cabine di conversione con franchigia di 9,9 MW per soddisfare le esigenze dei porti. E-distribuzione ha dato per le vie brevi la disponibilità per le potenze di cui sopra.

8 Gestione carichi elettrici

La gestione dei carichi avverrà per garantire il massimo utilizzo che presenta le caratteristiche sotto riportate.

LINEA	POTENZA CONVERSIONE MVA	FUNZIONE	POSIZIONE PUNTO DI CONNESSIONE	POSIZIONE CONVERSIONE
TRAGHETTI				
1	16	Traghetto	Dente Nord Capitaneria	Area Dente Nord Capitaneria
2	16	Traghetto	Pontile Elba	
3	16	Traghetto	Pontile Elba	
4	16	Traghetto	Banchina Trieste	
5	16	Traghetto	Banchina M. Batteria	
CROCIERE				
1	16	Predisposizione crociera	Banchina G. Pecoraro	

	POTENZE NAVI DA STANDARD	POTENZE NAVI REALI MASSIME
crociera	16	13
traghetto	6,5	3,5
container	7,5	3,5

La nuova cabina fuori terra garantisce i requisiti ambientali richiesti dalla elettronica di potenza del convertitore di frequenza.

L'uscita del convertitore di frequenza è collegata ai quadri di media tensione di distribuzione da cui è possibile alimentare le navi come riportato nello schema elettrico unifilare.



9 Tecnologie impiegate

9.1 Quadri MT distribuzione secondaria minore uguale 15 kV

I quadri di media tensione sono di tipo modulare o a blocchi configurabili, con isolamento in aria ed interruttori in esafluoruro di zolfo (SF6) o sotto-vuoto, con le seguenti caratteristiche elettriche indicate nelle specifiche tecniche.

Le partenze equipaggiate con interruttore hanno relè di protezione avente funzioni indicate nelle specifiche dei quadri di media di:

- 50-51 guasti tra le fasi
- 50N- 51N guasti a terra (con toroide).
- 59N fase a terra per i quadri MT 6,6 kV
- 67-67N guasto a terra direzionale
- 21 protezione distanziometrica
- 87-87N differenziale
- 27 minima tensione
- 46 sbilanciamento

Il relè, del tipo digitale, svolge anche funzioni di:

- comando dello scomparto
- segnalazione di stato (posizioni e allarmi)
- misure

comunica con lo SCADA attraverso una linea seriale (protocollo IEC 61850).

Sulle sbarre è installato un relè di mancanza di tensione temporizzato (27) che sgancia tutti i trasformatori e i motori in caso di mancanza di tensione.

La messa a terra delle partenze è possibile solo in condizioni di sicurezza (interruttore o sezionatore di linea aperto) attraverso la chiusura di un dispositivo dotato di idonea capacità di chiusura (making current).

Sono previsti contatori fiscali su tutte le partenze nave.

Dovranno essere utilizzati fornitori di quadri di media tensione primari sul mercato mondiale quali ABB o Schneider o Siemens.

9.2 Quadri BT

I quadri principali di distribuzione in bassa tensione sono del tipo Power Centre, in forma 2-A saranno costituiti come previsto dalle esigenze della cabina al fine di alimentare l'impianto di condizionamento e gli altri carichi.

- un arrivo linea (interruttore aperto);
- partenze di taglia variabile, con interruttori di tipo aperto (>800 A) o scatolati;
- gioco di sbarre adeguatamente dimensionato.



Le principali caratteristiche elettriche dei quadri Power Centre sono riportati nelle specifiche tecniche.

Tutti gli interruttori scatolati e aperti sono equipaggiati di sganciatori digitali con funzioni:

- L massima corrente con ritardo lungo
- S massima corrente con ritardo breve
- I massima corrente istantanea
- G massima corrente di terra

Tutte le partenze possono essere bloccate in posizione di aperto mediante l'impiego di accessori idonei.

Tutti gli interruttori modulari dovranno essere dotati di adeguata protezione differenziale.

Gli interruttori dotati di uscita IEC81850 e di pannello di lettura locale.

La corrente di cortocircuito di tutte le partenze dovrà essere come indicato in specifica tecnica.

9.3 Trasformatori MT/MT e MT/BT

I trasformatori MT/MT e MT/BT sono del tipo ad isolamento in resina epossidica caricata e raffreddamento naturale in aria. L'utilizzo di macchine in resina invece che in olio è giustificato da considerazioni di tipo ambientale: un guasto ad un trasformatore in olio potrebbe comportare un rilascio in mare di inquinanti. Tale eventualità è esclusa con l'impiego di macchine in resina.

Le macchine hanno le seguenti caratteristiche ambientali definite in specifica.

Si precisa che le classi dovranno essere certificate secondo la IEC 60076 11:2004.

Ciascun trasformatore è dotato di centralina per controllo e visualizzazione temperature provvista di tre contatti SPDT liberi da tensione (guasto centralina, allarme e scatto), alimentata a 230 Vac, montata entro una cassetta separata e fornita come parte staccata. Tale cassetta ha la portella esterna trasparente che permetta di leggere dall'esterno il valore delle temperature. La centralina è dotata di uscita seriale per la lettura remota delle temperature e degli allarmi.

In considerazione del fatto che Enel Distribuzione non ha intenzione di elevare la tensione di rete a 20 kV, non si ritiene necessario prevedere per l'impianto di distribuzione trasformatori con doppia tensione primaria.

9.4 Gestione impianti e messa a terra

I sistemi MT a 6,6/11 sono previsti a neutro compensato come previsto dalla norma IEC

I sistemi MT a 15 kV sono gestiti a neutro isolato o compensato, con rimozione del primo guasto a terra entro 5 s come previsto dal distributore

I sistemi AT sono gestiti a neutro a terra come da indicazioni del fornitore

I sistemi MT a 30 kV sono gestiti a neutro isolato.



Eventuali guasti a terra sulla MT sono comunque identificati e rimossi dal sistema di protezione degli impianti di terra. La terra della nave sarà collegata a terra come previsto dagli standard IEC sulla alimentazione delle navi.

9.5 Convertitore di frequenza

Il convertitore di frequenza è costituito da:

- trasformatore abbassatore 15/x o 30/x kV (la tensione secondaria deve essere definita dal costruttore del convertitore, comunque nel range della MT per esigenze di spazio)
- sezionatore generale di rete
- fusibili
- filtro LC di ingresso
- ponte raddrizzatore trifase a diodi
- inverter trifase ad IGBT o tiristori, con controllo PWM
- filtro LC
- trasformatore elevatore di uscita x/11 kV o x/6,6 kV
- sistema di controllo a microprocessore

Si precisa che solamente il costruttore del convertitore è oggettivamente in grado di mantenere in efficienza le macchine. In più la manutenzione non può essere separata dal contratto iniziale senza arrecare gravi danni alla stazione appaltante in quanto l'offerta per un appalto a così alta visibilità internazionale sarà sicuramente affetta da una economia di scala a vantaggio indiscusso della stazione appaltante.

L'Impresa avrà in carico, con prestazioni già ricomprese negli oneri di progettazione ed appalto, la manutenzione della cabina e del convertitore.

9.6 Cabina elettrica

La cabina elettrica dovrà essere conforme alle relative specifiche e tavole. Essa ospiterà anche i locali ad uso del fornitore di energia elettrica, a cui l'Impresa dovrà fornire l'assistenza necessaria al completamento dell'opera.

L'Impresa avrà in carico, con prestazioni già ricomprese negli oneri di progettazione ed appalto, la manutenzione della cabina e l'assistenza predetta.

9.7 Illuminazione

L'illuminazione di tutte le aree tecniche sotto banchina è realizzata mediante l'impiego di lampade fluorescenti in plafoniere stagne. I livelli di illuminamento sono adeguati all'utilizzo dell'area, prevedendo almeno:

- 200 lux in cabine, locali quadri elettrici, zone dove sono previsti interventi manutentivi o operativi frequenti
- 50 lux in corridoi e locali di servizio (depositi, magazzini, ecc.).



Orientativamente una lampada su quattro è alimentata da UPS al fine di garantire un adeguato livello di illuminamento anche in caso di black-out.

È previsto l'impiego di lampade di emergenza autoalimentate per l'indicazione delle vie di d'esodo.

9.8 Illuminazione di emergenza

Ai sensi del DL 19.09.94 N.626, "le vie e le uscite di emergenza che richiedono un'illuminazione devono essere dotate di una illuminazione di sicurezza di intensità sufficiente che entri in funzione in caso di guasto dell'impianto elettrico".

Considerato l'utilizzo e l'estensione delle aree, si ritiene necessario installare una serie di lampade di emergenza aventi lo scopo di indicare l'esodo verso l'uscita di ciascuna cabina elettrica, locale tecnico, cunicolo nel quale vengono installati nuovi impianti, o locale chiuso in genere dove possa esservi presenza di personale.

Le lampade di emergenza hanno le seguenti caratteristiche tecniche:

- tipologia SA (Sempre Accesa)
- alimentazione a 230 V, 50 Hz, con batteria incorporata,
- corpo in materiale plastico autoestinguente,
- grado di protezione IP65,
- lampada fluorescente 24 W,

Il posizionamento delle lampade di emergenza sarà definito in fase di progettazione esecutiva.

9.9 Circuito Prese

Nelle cabine elettriche sono posizionati gruppi prese di servizio.

Le caratteristiche tecniche dei gruppi prese sono i seguenti:

- prese con interblocco meccanico e fusibili,
- conformi CEI EN 60309-1/2
- 1/3 fasi + neutro + PE
- tensione nominale 230/400 V, 50 Hz
- contenitore modulare isolante
- grado di protezione IP65
- montaggio su piastra isolante

Ciascun gruppo prese è protetto da un interruttore magneto-termico con differenziale avente corrente di intervento $I_{\Delta} = 300$ mA, e ritardo di intervento tarabile fino a 1 s.

9.10 Sistema di terra

9.10.1 Terra di cabina

Il sistema di terra è realizzato mediante l'impiego di dispersori intenzionali e di fatto. Durante l'esecuzione dei lavori di realizzazione sono attuati i seguenti interventi per ciascuna cabina elettrica:

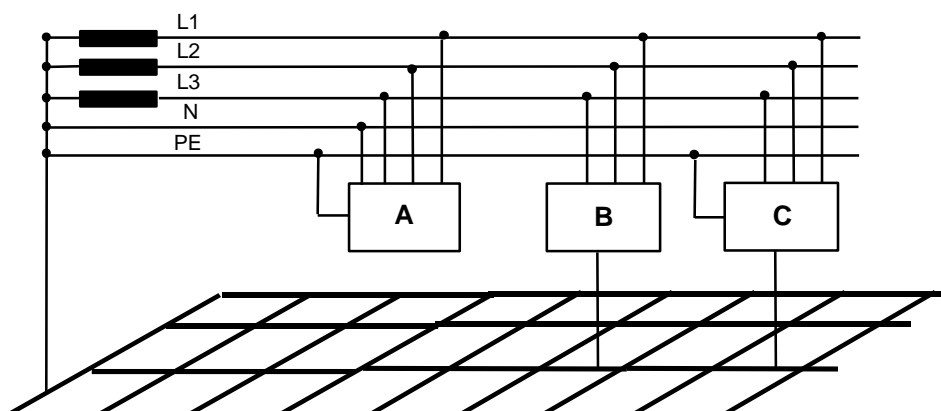
- legatura dei ferri del cemento armato e inserimento di un tondino per il collegamento all'esterno,
- posa di una corda in rame nudo, 35 mm², per l'interconnessione delle masse di fatto,
- infissione di n.8 picchetti verticali a croce, 50x50x5 mm, lunghezza 2 m, e connessione degli stessi con corda di rame nudo intorno alle cabine da 50 mm². I costi sono previsti negli oneri del cme della fondazione.
- posizionamento di una piastra in acciaio inox, 280x50x5 mm, con 12 fori $\phi 13$ alla quale collegare i dispersori intenzionali (picchetti) e di fatto (ferri di armatura). La piastra rappresenta il nodo principale di terra dell'impianto.

Tutte le cabine sono tra loro connesse mediante una corda in rame da 240 mm² in maniera tale da garantire l'unicità del dispersore. Questi conduttori sono intestati sulle piastre di terra di ciascuna cabina.

9.11 Conduttori di protezione e di neutro per sistema BT

Il sistema BT di alimentazione è del tipo **TN** (IEC 60364, pos. 312.2.1). La protezione dai contatti indiretti è garantita dalle protezioni di fase. Per i circuiti mobili all'esterno (prese e alimentazione nave) è prevista una protezione di terra mediante interruttore differenziale o sganciatore con funzione G.

La messa a terra delle masse può essere realizzata con uno qualsiasi dei tre metodi illustrati in figura sotto. In fase di messa in servizio degli impianti sarà realizzata la misura dell'impedenza dell'anello di guasto di ciascun circuito BT al fine di garantirne la corretta protezione.





La funzione di neutro (N) e quella di conduttore di protezione (PE) sono rigorosamente separate, e si hanno sempre conduttori di neutro (N) e di protezione (PE) distinti.

Il dimensionamento dei conduttori di neutro e protezione è realizzato in accordo alla Tabella I che riprende i valori della IEC 60364 (CEI 64-8).

Tab. I Sezioni minime dei conduttori di protezione (PE) e neutro (N)

fase	protezione	neutro
$S_F \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_{PE} \geq S_F$	$S_N = S_F$
$16 < S_F \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_{PE} \geq 16 \text{ mm}^2$	$S_N \geq 16 \text{ mm}^2$ [1]
$S_F > 35 \text{ mm}^2$	$S_{PE} \geq S_F / 2$	$S_N \geq 16 \text{ mm}^2$ [1]

[1] a condizione che la corrente di neutro non superi la portata massima del conduttore stesso

10 Corrispondenza a standard alimentazione navi

Il progetto dovrà recepire lo standard IEC 80005-1 IEC 80005-2 e IEC 80005-3 con particolare riferimento alla appendice C dedicata alle navi da crociera, all'appendice B per le navi traghetto e all'appendice D per le navi porta container e quanto altro normalmente utilizzato a bordo nave. Eventuali deroghe ad alcuni punti della normativa dovranno essere espressamente richieste dall'Impresa ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

11 Protezioni

MT 15 kV

Tutti gli interruttori delle linee a 15 kV saranno equipaggiati con le protezioni 67-67N, 50-51, 50N-51N e quanto altro necessario così come definito dallo studio di selettività.

MT 11 e 6,6 kV

Tutte gli interruttori delle linee a 30, 11 e 6,6 kV saranno equipaggiati con le protezioni sottoindicate e quanto altro necessario così come definito dallo studio di selettività e dallo standard IEC

- 50-51 guasti tra le fasi
- 50N- 51N guasti a terra con toroide
- 59N fase a terra per i quadri MT 6,6 kV
- 67-67N guasto a terra direzionale
- 21 protezione distanziometrica
- 87-87N differenziale



- 27 minima tensione

BT 400 V

Ai sensi della norma CEI 64-8 art 413.1.3.3 la protezione contro guasti trifase e guasti a terra sarà garantita in cabina mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti in quanto il sistema di alimentazione è di tipo TN.

Si prevede cautelativamente la protezione G su tutti gli interruttori scatolati e aperti del Power Centre per ridurre la sensibilità rispetto alla protezione di fase già idonea di per sé a garantire la protezione del personale ai sensi della CEI 64-8.

È previsto l'inserimento di interruttori differenziali regolabili sui circuiti di potenza a maggior cautela.

Gli interruttori modulari saranno equipaggiati con protezioni di tipo differenziale.

12 SCADA

Lo SCADA dovrà essere realizzato per il controllo delle cabine mediante lo standard di comunicazione IEC 61850.

13 Opere civili

13.1 Cabine elettriche e sottostazione

È necessario prevedere uno scavo al di sotto del piano di posa delle cabine. È necessario eseguire le strutture delle cabine al di fuori del piano campagna della banchina. Sarà cura dell'impresa redigere la relazione geologica sulla base di prove di piastra e/o carotaggi all'interno della progettazione esecutiva e di quanto altro ritenuto opportuno dal progettista.

Per la parte architettonica la forma e la dimensione in pianta delle cabine è definita sulla base degli specifici macchinari e impianti da collocare all'interno, considerando, tra l'altro, la logistica e la movimentazione degli stessi anche in futura ottica di manutenzione.

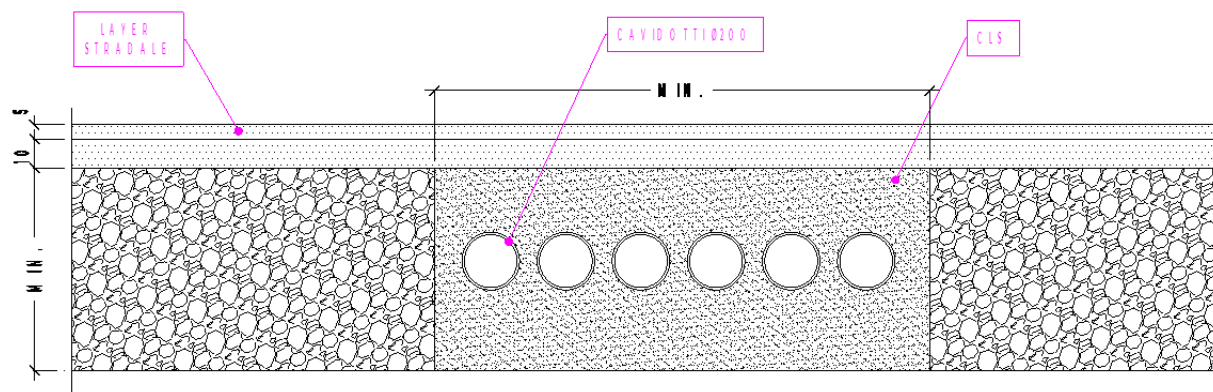
L'aspetto esteriore è stato valutato sulla base del contesto di riferimento circostante, come rappresentato negli elaborati relative all' inquadramento fotografico e inserimento cabine.

13.2 Cavidotti e pozzetti

Cavidotti, chiusini e pozzetti dovranno essere realizzati come da elaborati grafici.

Laddove siano presenti rii o intersezioni con altre strutture o altri sottoservizi lungo il percorso dei cavidotti, in sede di progettazione esecutiva ed in opera, al fine di mitigare l'impatto, si dovrà provvedere a modificare la sezione di attraversamento dei cavidotti al di sopra dell'alveo degli eventuali rii presenti sul percorso, distribuendoli a ventaglio in luogo della

griglia, limitando così la profondità di scavo e di posa certamente entro l'ingombro dell'attuale tombamento dei rii coinvolti. Ci si riferisca inoltre alla Tavola grafica dei cavidotti.



Il cambio di *shape* dei cavidotti non darà adito a variazioni economiche e sarà comunque compensato alle stesse condizioni economiche della sezione ordinaria a matrice.

Nella fase di costruzione dell'elettrodotto e, segnatamente, nel corso di esecuzione dei lavori di scavo propedeutici alla successiva posa in opera delle tubazioni di protezione (tubi PVC/polietilene, rigidi/pieghevoli, conformi norma CEI 23-46) e dei cavi elicordati, ove venga riscontrata la presenza di linee di telecomunicazioni nella zona interessata dal tracciato dell'elettrodotto vale a dire in "avvicinamento" per incroci e/o parallelismi tra elettrodotto stesso e le linee di telecomunicazioni, verranno rispettate le prescrizioni della norma CEI 11-17 – Capitolo 6 – (coesistenza tra cavi di energia ed altri servizi tecnologici interrati);

13.3 Movimenti di terra

Nel progetto i movimenti terra sono caratterizzati principalmente dagli scavi per la stesura dei cavi della nuova rete di distribuzione per l'elettrificazione a banchina (effettuati principalmente su strade, piazzali e banchine portuali) e per la realizzazione della nuova cabina.

Il materiale mancante sarà reperito nelle cave limitrofe all'opera.

Dalla tabella riportata di seguito, relativa al calcolo dei volumi di scavo, risulta un valore di circa 2.910 mc del materiale terroso escavato.



Sezione	Lunghezza (ml)	Area (mq)	Volume di scavo (mc)
4 corrugati	199	1,10	219
6 corrugati	324	1,48	480
8 corrugati	259	1,87	485
10 corrugati	196	2,25	441
14 corrugati	171	3,00	513
16 corrugati	13	3,38	44
Cabina		364	728
TOTALE SCAVO			2.910

14 Prove / verifiche / attività

Al termine della realizzazione dell'impianto l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spesa già ricompresa nell'appalto, tutte le prove e verifiche richieste dalla norma CEI 64/8 parte 6 – CEI 64/14, oltre a quelle più in seguito elencate, e redigere i rapporti di prova dei casi specifici, in presenza della DL. Ogni relazione di prova deve essere inclusa nella documentazione progettuale di completamento lavori.

14.1 Esame a vista

Eseguito per accertare la conformità dei componenti elettrici e la corretta esecuzione dell'impianto secondo le prescrizioni delle norme e quelle del progetto. Alcuni esami a vista possono essere eseguiti durante la realizzazione dell'impianto. L'esame a vista deve accertare che sia adeguata:

- la protezione contro i contatti diretti. (CEI 64-8/6 art.611.3 a.)
- la protezione contro gli effetti termici. (CEI 64-8/6 art.611.3 b.)
- la scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la c.d.t. (CEI 64-8/6 art.611.3 c.)
- la scelta delle tarature dei dispositivi di segnalazione e protezione (CEI 64-8/6 art.611.3 d.)
- la presenza e la messa in opera dei dispositivi di comando e di segnalazione. (CEI 64-8/6 art.611.3 e.)
- l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione. (CEI 64-8/6 art.611.3 g.)
- la presenza di schermi, di cartelli monitori e di informazioni analoghe (CEI 64-8/6 art.611.3 h.)
- la dichiarazione di conformità.
- l'identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti ecc. (CEI 64-8/6 art.611.3 i.)
- l'idoneità di tutte le connessioni dei conduttori. (CEI 64-8/6 art.611.3 l.)
- l'accessibilità all'impianto per manutenzione. (CEI 64-8/6 art.611.3 m.)



14.2 Prove

Saranno effettuate le seguenti prove:

- continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari. (CEI 64-8/6 art.612.2.)
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico. (CEI 64-8/6 art.612.3.) esito della prova: > 0,5 MΩ
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (CEI 64-8/6 art.612.6.)
- prove interruttori differenziali (CEI 64-8/6 art.612.6.1 b.)
- misura dell'impedenza dell'anello di guasto (CEI 64-8/6 art.612.6.3) per tutti i circuiti di banchina
- prova di funzionamento. (CEI 64-8/6 art.612.9.)
- verifica della caduta di tensione
- prove di carico resistivo, omnicomprendenti di noleggio banchi da 6MW, installazione collegamento test e smantellamento a test positivi.

14.3 Prove aggiuntive trasformatori

Tutti i trasformatori saranno provati dal laboratorio di prova del produttore come indicato sulle specifiche dei singoli trasformatori.

In più, a cura e spese dell'Impresa alcuni trasformatori della fornitura, indicati dalla Direzione Lavori ed identificati a mezzo bollo, dovranno essere sottoposti a prove alla presenza di un organismo ispettivo accreditato Sincert secondo UNI CEI EN ISO /IEC 17020 2005 tipo CESI.

Le prove, eseguite presso i laboratori del fornitore alla presenza del controllore ispettivo ed in conformità della norma CEI EN 60076-11, saranno:

- Misura della resistenza degli avvolgimenti
- Misura del rapporto di tensione e controllo dello spostamento angolare
- Misura della tensione di corto circuito e delle perdite a carico
- Misura delle perdite e della corrente a vuoto
- Prova di tenuta a tensione applicata in c.a.
- Prova di tenuta a tensione indotta in c.a.
- Misura delle scariche parziali
- Prova di sovratemperatura
- Prova di termografia per verificare che non vi siano zone di particolare surriscaldamento

Lo stesso organismo accreditato dovrà verificare che il certificato delle prove secondo IEC 60076-11 sia applicabile ai trasformatori provati.

Gli strumenti di misura della sala prove del produttore dei trasformatori dovranno essere ritenuti idonei dall'ente ispettivo per l'esecuzione delle prove sopra descritte. L'Impresa dovrà



accertarsi, eventualmente contattando l'Ente ispettivo, della idoneità della sala prova prima di commissionare la fornitura al produttore dei trasformatori.

Il rapporto di ispezione emesso dall'Ente ispettivo dovrà essere direttamente consegnato alla Direzione dei Lavori.

Nel caso in cui un trasformatore non rientri nei limiti delle specifiche di capitolato, non potrà essere accettato e tutti i rimanenti trasformatori dovranno essere sottoposti alle prove di cui sopra alla presenza dell'Ente ispettivo, compreso quello sostitutivo. In questo caso senza alcun riconoscimento di oneri.

15 Specifiche tecniche

Con riferimento alla documentazione progettuale denominata "Specifiche Tecniche coldPB-PD-ST" si evidenzia che tale documentazione è da considerarsi parte integrante della relazione tecnica.