



Parco eolico Campomarino

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA OPERE ELETTRICHE

Campomarino (CB)

25/02/2022

REF.: OW320290311BW_CMOEL1

Version: B



renewables

RePlus S.r.l.



Amministratore unico

Francesco Di Maso

Progettista

Ing. Nicola Galdiero

Ing. Pasquale Esposito



Viale Michelangelo N.71

80129 Napoli

Tel.: 0815797998

Mail: tecnico@insesrl.it



SOMMARIO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| SOMMARIO | 2 |
| 1. PREMESSA | 4 |
| 1.1. Aspetti procedurali..... | 4 |
| 1.2. Caratteristiche della variante | 5 |
| 2. AEROGENERATORI | 8 |
| 3. RETE MT INTERNA AL PARCO | 12 |
| 3.1. Scelta del livello di tensione | 12 |
| 3.2. Dimensionamento cavidotti MT | 12 |
| 3.3. Scelta della sezione | 14 |
| 3.4. Calcoli dimensionamento e verifica rete di collegamento | 16 |
| 4. ELETTRODOTTO IN CAVO 150 KV | 17 |
| 4.1. Tracciato | 17 |
| 4.2. Caratteristiche cavo 150 kV e relativi accessori | 17 |
| 4.2.1. Composizione dell'elettrodotto in cavo | 17 |
| 4.2.2. Modalità di posa | 20 |
| 4.2.3. Giunti e buche giunti | 22 |
| 4.2.4. Sistema di telecomunicazioni | 22 |
| 4.3. Campi elettrici e magnetici..... | 22 |
| 4.4. Aree impegnate..... | 22 |
| 4.5. Fasce di rispetto | 23 |
| 4.6. Rumore | 23 |
| 4.7. Normativa di riferimento | 24 |
| 4.7.1. Leggi | 24 |
| 4.7.2. Norme tecniche | 24 |
| 5. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLA STAZIONE 30/150 KV | 25 |
| 5.1. Edifici | 25 |
| 5.2. Opere civili varie | 26 |
| 5.3. Condizioni ambientali di riferimento | 26 |
| 5.4. Attività sismica..... | 27 |
| 5.5. Criteri di coordinamento dell'isolamento AT | 27 |
| 5.6. Correnti di corto circuito e correnti termiche nominali | 27 |
| 5.7. Disposizione elettromeccanica | 27 |
| 5.8. Caratteristiche tecniche generali delle Apparecchiature AT | 27 |
| 5.9. Caratteristiche tecniche generali delle Apparecchiature MT | 28 |



| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6. DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA DELLA SE 30/150 KV | 28 |
| 6.1. Sezione AT | 28 |
| 6.2. Sezione MT | 33 |
| 6.2.1. Caratteristiche del Quadro di distribuzione generale | 33 |
| 6.2.2. Il quadro MT a 30 kV di stazione sarà composto dalle seguenti unità: | 34 |
| 6.2.3. Trasformatore servizi ausiliari | 34 |
| 6.2.4. Sezione BT | 35 |
| 6.2.5. Sistema di distribuzione in corrente alternata | 35 |
| 6.2.6. Sistema di distribuzione in corrente continua: | 35 |
| 7. SISTEMA PROTEZIONE, CONTROLLO, MISURE E TELECONTROLLO | 36 |
| 7.1. Sezione protezioni AT | 36 |
| 7.2. Sezione protezioni MT | 37 |
| 8. SERVIZI AUSILARI | 37 |
| 8.1. Quadro dei Servizi ausiliari in corrente alternata | 37 |
| 8.2. quadro dei servizi ausiliari in corrente continua | 38 |
| 8.3. Gruppo elettrogeno di emergenza | 39 |
| 8.4. Quadro contatore Energia | 40 |
| 9. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNO | 41 |
| 10. IMPIANTI TECNOLOGICI EDIFICIO DI SOTTOSTAZIONE | 42 |
| 11. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIO | 44 |
| 11.1. Processo idraulico-depurativo | 45 |
| 11.2. Gestione delle acque di dilavamento | 46 |
| 11.3. Scelta dei materiali | 47 |
| 11.4. Dimensionamento della vasca di prima pioggia | 47 |
| 11.5. Recapito finale | 48 |
| 11.6. Riferimenti normativi | 48 |
| 12. UNITÀ PERIFERICA SISTEMA DIFESA E MONITORAGGIO | 49 |
| 13. OSCILLOPERTUBOGRAFO | 49 |
| 14. SISTEMA DI TELECONTROLLO DI SOTTOSTAZIONE | 49 |
| 15. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA | 50 |

1. PREMESSA

1.1. ASPETTI PROCEDIMENTALI

La società RePlus è proponente di un progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ubicato nel Comune di Campomarino (CB) nella porzione sud – orientale del basso Molise alle località “Madonna Grande” e “Cocciolete” e opere connesse da realizzarsi nel territorio del limitrofo Comune di Portocannone (CB).

Nel 2009, Replus S.r.l. presentò il progetto di un Parco eolico localizzato nel territorio dei comuni di Campomarino e di Portocannone (35 WTG da 2,5 MW per una potenza complessiva di 87,5 MW).

Il procedimento di VIA si concluse con la validazione del progetto in una conformazione a 19 WTG¹.

La procedura per l’ottenimento dell’autorizzazione unica si è tuttavia conclusa con il rigetto dell’istanza di Replus² e il Tar Molise, con sentenza n. 281/2016, confermata dal Consiglio di Stato con sent. 4608/2018, ha annullato le determinate relative.

A seguito di tali pronunce, la Società ha deciso di riattivare l’iter autorizzativo.

Essendo trascorsi svariati anni dalla elaborazione del progetto oggetto dell’istanza del 2009, si è resa necessaria la sua attualizzazione, anche alla luce dei progressi tecnologici che hanno caratterizzato il settore dell’energia eolica e che consentiranno una ottimizzazione delle prestazioni dell’impianto.

In particolare, l’adeguamento progettuale prevede l’installazione di soli 5 aerogeneratori della potenza nominale di 6 MW ciascuno per una potenza complessiva di impianto pari a 30 MW (in luogo dei 19 aerogeneratori della potenza nominale di 2,5 MW, inizialmente previsti ed autorizzati in VIA).

Più specificamente, il progetto di variante, prevede:

- la sostituzione del modello di aerogeneratore inizialmente prescelto mediante l’utilizzo di nuovi modelli al momento disponibili sul mercato, estremamente più performanti in termini di sfruttamento della risorsa eolica;
- la riduzione del layout da 19 a 5 turbine con l’eliminazione di 14 aerogeneratori;
- lo spostamento degli aerogeneratori in posizioni meno critiche da un punto di vista paesaggistico-ambientale e di impatto acustico al fine di sfruttare l’area più vocata tra quelle previste nel progetto iniziale;
- la riduzione dei tratti di viabilità di nuova costruzione;
- l’ottimizzazione dei volumi di sterro e riporto.

Resta inalterata la soluzione di connessione alla RTN prevista nel Comune di Portocannone (CB), già benestariata da Terna.

La descritta variante progettuale è stata quindi trasmessa in Regione Molise, sia al Servizio di Programmazione Politiche Energetiche³, responsabile del procedimento ex art. 12 del d.lgs 387/2003, che

¹ parere favorevole di compatibilità ambientale del dipartimento di Ingegneria Meccanica e Ambientale dell’Università di Cassino e VIA favorevole ex D.G.R. 61/2014 del 21 febbraio 2014.

² determina Dirigenziale n. 5 del 29 gennaio 2015, rettificata con Determina Dirigenziale n. 9 del 3 febbraio 2015

³ Prot. Del 24/7/2020



al Servizio Tutela e Valutazioni Ambientali⁴, competente ex art. 19 del d.lgs 152/2006 alla Verifica di assoggettabilità a VIA, insieme alla richiesta di riattivazione della procedura autorizzativa.

Il Servizio di Programmazione Politiche Energetiche della Regione Molise ha dichiarato procedibile la richiesta⁵ e il Servizio Tutela e Valutazioni Ambientali ha escluso il progetto dalla procedura di VIA⁶.

A seguito del predetto provvedimento è stata quindi convocata una prima riunione della conferenza dei servizi ex art. 14 bis del d.lgs. 241/1990.

Nelle more della procedura la Società, ha valutato che, ai fini del miglior sfruttamento della risorsa eolica, l'evoluzione tecnologica del settore imponeva la sostituzione del modello di aerogeneratore con uno di eguali dimensioni fisiche⁷, ma di potenza maggiore pari a 6,5 MW che avrebbe incrementato così la potenza complessiva dell'impianto eolico da 30 MW a 32,5 MW.

Poiché tale incremento comporta il superamento della soglia individuata dall'allegato II della parte II del D.lgs. 152/2006 ai fini della sottoposizione dei progetti eolici a VIA di competenza Ministeriale, la Società ha comunicato al Servizio di Pianificazione Politiche Energetiche della regione Molise⁸ l'intenzione di riavviare il procedimento ambientale in sede Ministeriale.

Il Servizio di Programmazione Politiche Energetiche⁹ ha conseguentemente interrotto i termini del procedimento autorizzativo ex art. 12 D.Lgs. n. 387/2003 in attesa della conclusione della procedura ambientale ministeriale.

1.2. CARATTERISTICHE DELLA VARIANTE

Il parco eolico è ubicato nel comune di Campomarino (CB) e le opere di connessione sono localizzate nel comune di Portocannone (CB).

La stazione di trasformazione utente sarà collegata ad una futura stazione di smistamento 150kV denominata "Portocannone" di proprietà TERNA che rappresenta il punto di connessione dell'impianto alla RTN. Per completare lo schema di connessione alla RTN, sarà necessario realizzare due raccordi aerei in entra-esce alle Linee a 150 kV "Portocannone – Campomarino 150 kV" e "Portocannone – San Martino in Pensilis 150 kV" costituenti, insieme alla SE di smistamento, opere di rete.

Il progetto, per come reingegnerizzato, rispetto alle opere già oggetto di provvedimento di VIA favorevole, oltre a prevedere la modifica del modello di aerogeneratore, prevede:

- la traslazione di circa 10 metri della sottostazione di trasformazione utente (allo scopo di evitare un'interferenza rilevata dal Consorzio di Bonifica Trigno e Biferno con una condotta consortile);
- la riduzione della carreggiata della viabilità di accesso all'aerogeneratore n. 5 (allo scopo di evitare l'occupazione di porzioni di terreno nel frattempo convertite a vigneti).

⁴ Prot. Del 12/8/2020

⁵ In data 4/9/2020

⁶ Determinazione Dirigenziale n. 2452 del 28.04.2021

⁷ Altezza mozzo 115 m, diametro rotore 170m

⁸ Con nota in data 29/11/2021

⁹ Con determina dirigenziale n.8420 del 27-12-2021



La potenza complessiva dell'impianto è pari a 32,5 MW e il parco si compone di 5 aerogeneratori di ultima generazione, della potenza unitaria di 6,5 MW.

L'energia elettrica prodotta dal parco eolico di Campomarino sarà elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore della potenza di 40/50 MVA collegato ad un sistema di sbarre con isolamento in aria, che, con un breve collegamento in cavo interrato a 150 kV, si conetterà ad una nuova stazione di smistamento 150 kV distante circa 200 metri.

Detta stazione di smistamento, mediante raccordi aerei a 150 kV si inserirà in modalità entra-esce a due elettrodotti aerei a 150 kV esistenti denominati rispettivamente: "Portocannone-Campomarino" e "Portocannone-San Martino in Pensilis".

Pertanto, il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

Rete in cavo interrato a 30 kV dal parco eolico ad una stazione di trasformazione 30/150 kV;

N. 1 Stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV;

N. 1 elettrodotto in cavo interrato a 150 kV per il collegamento della stazione 30/150 kV alla nuova stazione di smistamento 150 kV;

N.1 Stazione di smistamento 150 kV a doppio sistema di sbarre con isolamento in aria a 11 passi di sbarre;

Raccordi aerei della suddetta stazione di smistamento a 150 kV alla esistente linea "Portocannone-Campomarino";

Raccordi aerei della suddetta stazione di smistamento a 150 kV alla esistente linea "Portocannone-San Martino in P."

Le opere di cui ai punti a), b) e c) costituiscono opere di utenza del proponente, mentre le opere di cui ai punti d), e) ed f) costituiscono opere di rete (RTN) le cui autorizzazioni che saranno rilasciate con Autorizzazione Unica (AU) ai sensi delle L.387 saranno in seguito volturate a Terna S.p.a.

I collegamenti a 30 kV in cavi interrati che raccolgono la produzione di energia elettrica degli aerogeneratori, saranno posati in una idonea trincea. La realizzazione della trincea avverrà prevalentemente sulla viabilità esistente (o su nuova viabilità da realizzare laddove non è possibile posarli su viabilità pubblica). La viabilità è costituita da strade provinciali, comunali, vicinali, interpoderali.

La stazione di trasformazione 30/150 kV consente la raccolta della produzione proveniente dagli aerogeneratori alla tensione di 30 kV e quindi elevata alla tensione di 150 kV. La configurazione di detta stazione di trasformazione è tale da consentire l'immissione della energia elettrica così come indicato da Terna nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) rilasciata alla società RE Plus s.r.l.

Pertanto, il lay-out prevede un sistema di sbarre con isolamento in aria per 3 passi di sbarre a stelli contrapposti: due per i trasformatori di potenza elevatori 30/150 kV, uno per il collegamento alla SE di smistamento di Terna e due per futuri produttori.

Il Lay-out della stazione è conforme allo standard EDP che prevede un locale adibito a sala controllo e comando e servizi vari (WC, cucina, ufficio, magazzino...), per meglio comprendere la ripartizione degli spazi interni all'edificio utente si rimanda alla relativa tavola grafica "Pianta Prospetto e sezioni edificio utente".

La stazione di trasformazione occuperà un'area di circa 77x43 metri e sarà recintata con pannelli di altezza 2,4 m; ad essa si accederà mediante un cancello motorizzato scorrevole di 7 m.

In nessun punto dell'intero tracciato le opere elettriche interferiscono con costruzioni o luoghi adibiti a presenza di personale come da normativa vigente.

La presente relazione, inserita nell'insieme della documentazione progettuale illustra le opere di utenza e precisamente quelle relative ai punti a), b) e c).

La progettazione delle opere elettriche, di competenza RTN, di cui ai punti d), e) ed f) è stata sviluppata, per conto della società Elettrawind Srl, dalla Terna nel 2012 e da questa benestariata ed allegata al progetto RE PLUS Srl.

Pertanto, al presente progetto della EDP viene allegata tutta la documentazione progettuale Terna (PTO per autorizzazione) costituita dai seguenti elaborati:

| | |
|---------------------------|---------------------------------------------------|
| D E 23923G1 B EX 00002 | Planimetria Catastale |
| D G 23923G1 B EX 00001 | Corografia su ortofoto |
| D G 23923G1 B EX 00003 | Corografia Elettrawind CTR con DPA |
| DC1534806BEX10001_00 | EDIFICIO INTEGRATO |
| DC1534806BEX10002_00 | Chiosco app_BT |
| DC1534806BEX10003_00 | Edificio Consegna MT |
| DC1534806BEX10005_00 | EDIFICIO Magazzino |
| DG1534806BEX00001_02 | Planimetria Generale |
| DI1534806BEX00002_01 | SEZIONE STALLO LINEA |
| DI1534806BEX00007_01 | SE PORTOCAN_unif |
| L E 23923G1 B EX 00001-01 | lato Portocannone |
| L E 23923G1 B EX 00002-02 | lato Campomarino |
| L E 23946B1 B EX 00001-02 | lato Portocannone |
| L E 23946B1 B EX 00002-02 | lato san martino |
| R G 23923G1 B EX 00001-02 | Relazione PTO Elettrawind Portocannone definitiva |

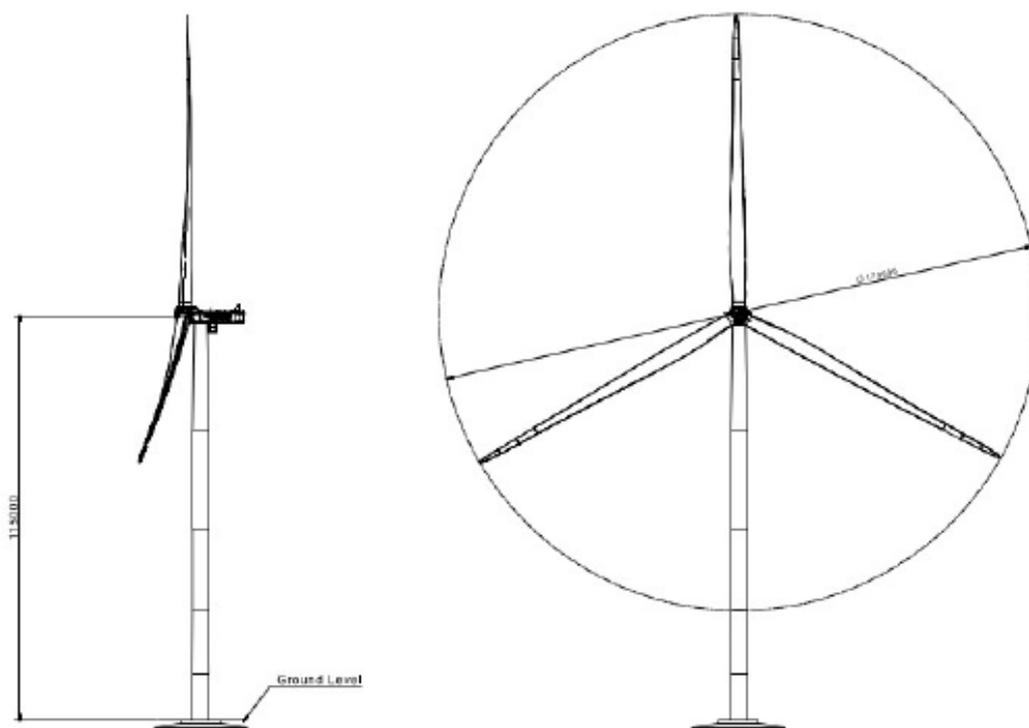
2. AEROGENERATORI

Un criterio generale di progettazione stabilisce che, allo scopo di minimizzare le mutue interazioni che s'ingenerano fra gli aerogeneratori, dovute all'effetto scia, distacco di vortici, ecc., le macchine devono essere poste ad una distanza minima pari tre volte il diametro nominale dell'elica dell'aerogeneratore in direzione perpendicolare al vento.

Oggi i moderni software di progettazione utilizzano sistemi più complessi per la determinazione delle distanze da tenersi tra aerogeneratori contigui in modo da non comprometterne la produttività e da limitare al minimo le interferenze. Nel suo insieme, tuttavia, la disposizione delle macchine sul terreno dipende, oltre che da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori, da fattori legati alla natura del sito, all'orografia, all'esistenza o meno delle strade, piste, sentieri, alla presenza di fabbricati e, non meno importante, da considerazioni relative all'impatto paesaggistico dell'impianto nel suo insieme. Tenere "un passo" regolare nel distanziamento tra le strutture di impianto giova certamente sotto l'aspetto visivo. Modeste variazioni e spostamenti, dalla suddetta configurazione planimetrica regolare, si rendono necessari sia per garantire il rispetto di distanza da case e strade trafficate, sia per evitare le cosiddette "aree non idonee" (aree interessate da vincoli ostativi), sia per contenere, nella definizione dei percorsi viari interni all'impianto, gli interventi di modificazione del suolo, quali sterri, riporti, opere di sostegno, ecc., cercando di sfruttare, nel posizionamento delle macchine, ove possibile, la viabilità secondaria o interpodereale esistente. Tenendo conto di tali criteri è stato definito il layout d'impianto, costituito da cinque aerogeneratori, coerente con le norme vigenti e con le Linee Guida nazionali e regionali in tema di posizionamento degli aerogeneratori in aree idonee.

Nella tabella che segue sono riportate le principali caratteristiche dell'aerogeneratore previsto in progetto SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY Mod. SG 6.5 170.

6.1. SG 6.6-170 115 m





| Rotor | |
|------------------|-----------------------------------------------|
| Type | 3-bladed, horizontal axis |
| Position | Upwind |
| Diameter | 170 m |
| Swept area | 22,698 m ² |
| Power regulation | Pitch & torque regulation with variable speed |
| Rotor tilt | 6 degrees |

| Blade | |
|---------------------|--------------------------------------------------|
| Type | Self-supporting |
| Blade length | 83,5 m |
| Max chord | 4.5 m |
| Aerodynamic profile | Siemens Gamesa proprietary airfoils |
| Material | G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic) |
| Surface gloss | Semi-gloss, < 30 / ISO2813 |
| Surface color | Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018 |

| Aerodynamic Brake | |
|-------------------|--------------------|
| Type | Full span pitching |
| Activation | Active, hydraulic |

| Load-Supporting Parts | |
|-----------------------|-------------------|
| Hub | Nodular cast iron |
| Main shaft | Nodular cast iron |
| Nacelle bed frame | Nodular cast iron |

| Mechanical Brake | |
|------------------|----------------------|
| Type | Hydraulic disc brake |
| Position | Gearbox rear end |

| Nacelle Cover | |
|---------------|-----------------------------------------|
| Type | Totally enclosed |
| Surface gloss | Semi-gloss, <30 / ISO2813 |
| Color | Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018 |

| Generator | |
|-----------|--------------------|
| Type | Asynchronous, DFIG |

| Grid Terminals (LV) | | |
|---------------------|---------|----------------|
| Baseline power | nominal | 6.6MW |
| Voltage | | 690 V |
| Frequency | | 50 Hz or 60 Hz |

| Yaw System | |
|-------------|-----------------------|
| Type | Active |
| Yaw bearing | Externally geared |
| Yaw drive | Electric gear motors |
| Yaw brake | Active friction brake |

| Controller | |
|--------------|------------------------------------------|
| Type | Siemens Integrated Control System (SICS) |
| SCADA system | SGRE SCADA System |

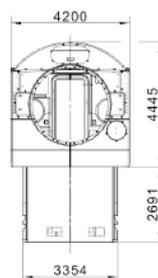
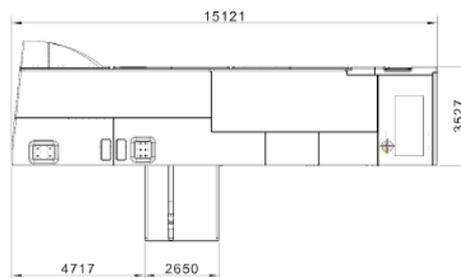
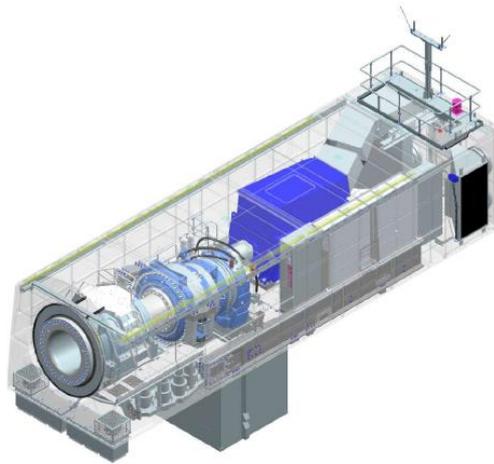
| Tower | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Type | Tubular steel / Hybrid |
| Hub height | 115m to 165 m and site-specific |
| Corrosion protection | |
| Surface gloss | Painted |
| Color | Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018 |

| Operational Data | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Cut-in wind speed | 3 m/s |
| Rated wind speed | 11.5 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1) |
| Cut-out wind speed | 25 m/s |
| Restart wind speed | 22 m/s |

| Weight | |
|------------------|--------------------------------------------|
| Modular approach | Different modules depending on restriction |

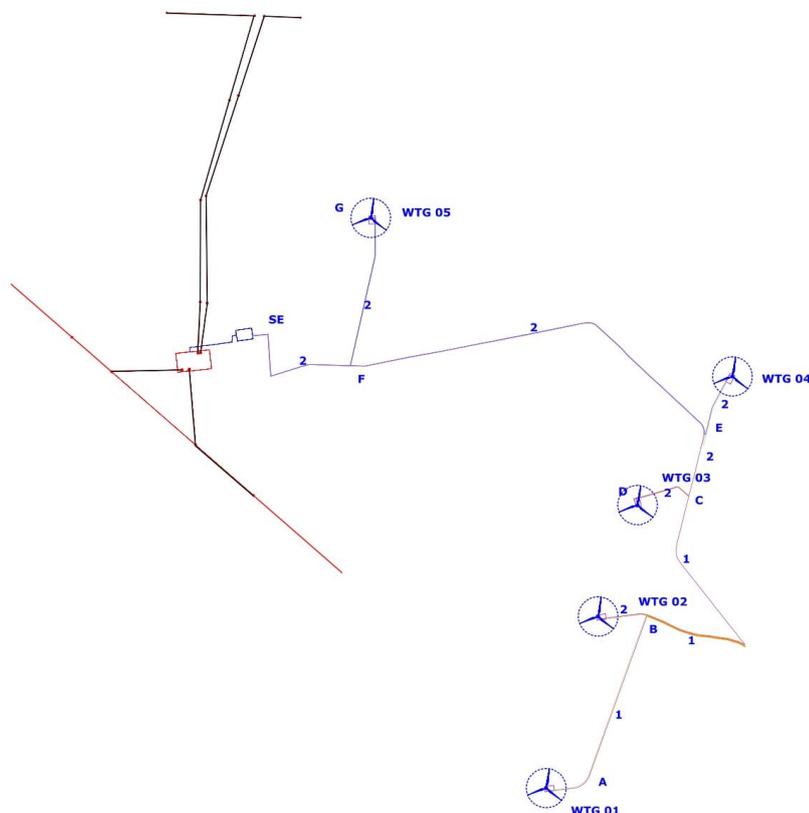
L'aerogeneratore è una macchina che converte l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è costituito da:

- Rotore;
- Mozzo;
- Moltiplicatore di giri - gearbox;
- Generatore;
- Sistemi di controllo e orientamento;
- Navicella;
- Torre di sostegno;
- Cabina di trasformazione (in questo caso interna alla Torre di sostegno);
- Fondazione;
- Componenti e cavi elettrici.



L'impianto eolico di progetto costituito da 5 aerogeneratori ognuno da 6.5 MW di potenza nominale, per una potenza complessiva installata di 32.5 MW pertanto il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

- 5 aerogeneratori;
- opere di fondazione degli aerogeneratori;
- 5 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- 1 area temporanea di cantiere e manovra;
- nuova viabilità su terreni privati per una lunghezza complessiva di circa 2500 metri;
- Viabilità esistente da adeguare per una lunghezza complessiva di circa 445 metri;
- Un cavidotto interrato interno in media tensione che collega gli aerogeneratori alla stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV;
- Un cavidotto interrato interno in alta tensione che collega la stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV alla stazione di smistamento Terna.





3. RETE MT INTERNA AL PARCO

La sezione di impianto, relativa al presente paragrafo, è quella rappresentata negli schemi elettrici d'impianto, a partire dall'uscita lato BT di ogni singolo Aerogeneratore, fino alla stazione di trasformazione MT/150 kV.

3.1. SCELTA DEL LIVELLO DI TENSIONE

Il parco eolico è composto da 5 aerogeneratori della potenza complessiva di 32.5 MW. La rete elettrica di raccolta dell'energia prodotta è prevista in media tensione. Alla tensione di esercizio pari a 30 kV abbiamo una corrente massima verso la stazione MT/150 kV pari a:

$$I = P/1.73 \cdot V = 577 \text{ A}$$

Con il livello di tensione di 30 kV abbiamo che le perdite totali nella rete MT risultano pari a: 405 kW inferiori ai 664 kW che si avrebbero con la rete MT esercita a 20 kV

Un altro vantaggio che si ha con la rete a 30 kV è la riduzione della fascia di rispetto determinata ai sensi della L.36/01 e D.M. 29.05.2008 sui campi elettromagnetici.

I calcoli di seguito esposti sono stati effettuati a partire dai dati di base e dagli schemi generali di impianto riportati in progetto.

3.2. DIMENSIONAMENTO CAVIDOTTI MT

Il trasporto dell'energia avviene mediante l'utilizzo di cavi interrati posati in trincea a sezione trapezoidale secondo quanto descritto dalle modalità previste dalle norme CEI 11-17. Per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare, a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso specifico, nella posa di cavi in trincea a cielo aperto si esegue, quale protezione meccanica, la disposizione di un apposito tegolino in PVC posto ad almeno 20 cm rispetto al cavo stesso, qualora non si provveda alla realizzazione di altre protezioni meccaniche, come l'inserimento del cavo in media tensione all'interno di un apposito tubo corrugato. In entrambe le soluzioni è comunque previsto la giustapposizione di un nastro di segnalazione di colore rosso con l'indicazione: CAVI ELETTRICI.

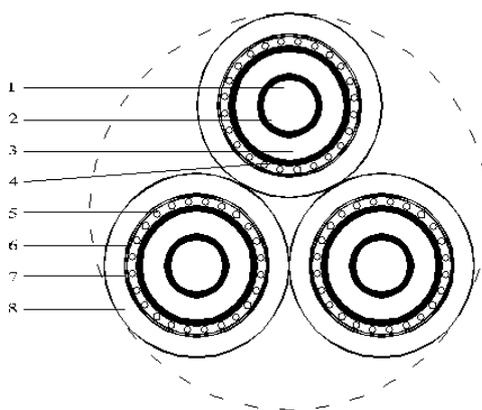
Per i calcoli seguenti, essendo il terreno del territorio di Campomarino prevalentemente argilloso, si è supposta una resistività termica del terreno media pari a 1,5°Cm/W.

Gli elementi essenziali che costituiscono un cavo sono il conduttore, il quale deve assolvere la funzione del trasporto della corrente elettrica, e l'isolamento, desinato ad isolare elettricamente la parte attiva (il conduttore) dall'ambiente di posa e sostenere, nel tempo, la tensione di esercizio.

I cavi MT per posa interrata si distinguono in unipolari, tripolari ad elica visibile (a campo radiale), tripolari cinturati (a campo non radiale).

Il cavo utilizzato è un conduttore in alluminio cordato ad elica visibile, isolato con una mescola a base di polietilene reticolato, schermato per mezzo di piattine o fili di rame, la guaina protettiva è a base di polivinilcloruro, così come riportato nella sottostante Figura 1:

Figura 1



La sezione dei cavi di ciascun tronco di linea è stata calcolata in modo da essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione di tutti gli Aerogeneratori facenti parte della linea MT, e minimizzare le perdite.

Tutti i cavi MT, sono stati dimensionati in modo tale che risultino soddisfatte le seguenti relazioni:

a) $I_c \leq I_n$

b) $\Delta V\% \leq 5\%$

Dove:

- I_c è la corrente di impiego del cavo;

- I_n è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;

- $\Delta V\%$ è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina d'impianto fino all'aerogeneratore più lontano (massima caduta di tensione su ogni sottocampo).

Per il calcolo della portata I è stato assunto un coefficiente di correzione variabile "K" che tiene conto del numero di cavi all'interno dello stesso scavo e del tipo di posa in tubo corrugato interrato, tale coefficiente è stato ricavato dalle tabelle di riferimento e/o dal data sheet cavi.

La portata dei cavi, direttamente interrati ad una profondità non inferiore ad 1,2 m con temperatura del terreno di 20° C e resistività termica del terreno stesso pari a 1,5° C m/W, è indicata nel prospetto seguente:

| Posa interrata | | | | t. funzionamento | | t = 90°C | |
|----------------|------------------|---------------------|---------------|------------------|--------------|--------------|-------------|
| Sez. (mmq) | 1°Cm/W In (A) | 1,5 °Cm/W In (A) | 2°Cm/W (A) | R ohm/Km | X ohm/Km | R ohm/Km | X ohm/Km |
| 70 | 212 | 186,56 | 161 | 0,442 | 0,133 | 0,576 | 0,15 |
| 95 | 252 | 221,76 | 191 | 0,316 | 0,125 | 0,415 | 0,14 |
| 120 | 288 | 253,44 | 217 | 0,250 | 0,119 | 0,329 | 0,14 |
| 150 | 321 | 282,48 | 242 | 0,207 | 0,115 | 0,269 | 0,13 |
| 185 | 364 | 320,32 | 273 | 0,162 | 0,11 | 0,217 | 0,12 |
| 240 | 422 | 371,36 | 316 | 0,11 | 0,107 | 0,168 | 0,12 |
| 300 | 475 | 418 | 355 | 0,100 | 0,103 | 0,134 | 0,12 |
| 400 | 543 | 477,84 | 405 | 0,083 | 0,101 | 0,109 | 0,11 |
| 500 | 618 | 543,84 | 460 | 0,060 | 0,097 | 0,1 | 0,11 |
| 630 | 703 | 618,64 | 522 | 0,048 | 0,095 | 0,1 | 0,1 |

Cavi MT - Prospetto caratteristiche elettriche tipiche

Il progetto delle linee elettriche si basa sul criterio della perdita della potenza e della caduta di tensione ammissibile.

3.3. SCELTA DELLA SEZIONE

Le turbine del campo eolico sono state suddivise in due gruppi secondo la disposizione delle torri sul territorio e radialmente verso la stazione di trasformazione:

- Cavidotto linea rossa n. 2 aerogeneratori (EDP01 e EDP02)
- Cavidotto linea blu n. 3 aerogeneratori (EDP03 EDP04 EDP05)

Per la scelta della sezione in ogni tratta quindi si è elaborata una tabella (Tab A) dove sono definite le tratte tra aerogeneratori di una singola linea di cavidotto, il numero di turbine collegate e la lunghezza della tratta. La lunghezza della tratta è stata valutata come lunghezza di trincea maggiorata del 5% e con 40 m di scorta.

Secondo il numero di turbine collegate a monte del tratto viene definita una corrente massima di impianto denominata in tabella con I_c .

Viene successivamente individuata una sezione per il cavo e, ipotizzando un coefficiente del terreno pari a $1,5^\circ\text{C}/\text{m}/\text{W}$ (K_t in tabella), viene individuata la corrispondente corrente nominale di cavo (I_n). Il coefficiente K_t è ricavato dai data sheet dei costruttori.

Tale corrente nominale di cavo viene corretta da un coefficiente K che tiene conto dell'influenza reciproca di più cavi in trincea e si ottiene il valore di corrente nominale I di cavo da paragonare al valore di corrente I_c di impianto. Nel nostro caso è stato previsto di posare i cavi in tubi PVC corrugati e pertanto nel caso di un solo cavo in trincea il coefficiente è pari a 0,69 mentre nel caso di 2 cavi il coefficiente è pari a 0,80.

Se la corrente I è maggiore della effettiva portata del cavo I_c la scelta della sezione risulta adeguata.

Individuata quindi tra le sezione di tab. A la sezione più idonea per la tratta si procede alla verifica della perdita di potenza con la seguente formula

$$\Delta P = 3\rho \frac{LI^2}{S}$$

con ρ la resistività elettrica del conduttore espressa in $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

L la lunghezza della linea in metri;

I la corrente nominale trasportata;

S la sezione del cavo in mm^2 ;

ed alla verifica della caduta di tensione con la seguente formula

$$\Delta V = \sqrt{3}LI(R_1 \cos\varphi + X_1 \sin\varphi)$$

con ΔV la tensione di esercizio espressa in Volt.

R_1 la resistenza per unità di lunghezza;

X_1 la reattanza induttiva per unità di lunghezza;

L la lunghezza del collegamento;
 I la corrente trasportata;
 $\cos \phi$ il fattore di potenza;

3.4. CALCOLI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA RETE DI COLLEGAMENTO

Per quanto su detto si riporta la seguente tabella riepilogativa che riporta il dimensionamento delle singole tratte e la verifica sul contenimento delle perdite di impianto:

| | TRATTA | | turbine collegate | Lungh. (m) | Ic (A) | Sez. (mmq) | N. cavi trincea | I (A) | ΔP (KW) |
|--------------------------|---------------|----------|-------------------|----------------|--------|------------|-----------------|-------|-----------------|
| CAVO 1 | EDP01 | EDP02 | 1 | 1468 | 125,2 | 95 | 1 | 182 | 21,81 |
| | EDP02 | SE MT/AT | 2 | 4730 | 250,5 | 240 | 1 | 305 | 97,94 |
| | TOTALI | | | 6198,35 | | | | | 119,75 |
| CAVO 2 | EDP03 | EDP04 | 1 | 1052 | 125,2 | 95 | 1 | 207 | 15,64 |
| | EDP04 | EDP05 | 2 | 2982 | 250,5 | 240 | 1 | 291 | 61,74 |
| | EDP05 | SE MT/AT | 3 | 1349 | 375,7 | 500 | 2 | 328 | 34,29 |
| | TOTALI | | | 5383,65 | | | | | 111,67 |
| LINEA CAVO 150 kV | SE-MT | SE TERNA | 5 | 272 | 115,5 | 400 | 1 | 540 | 0,99 |
| TOTALE | | | | | | | | | 232,4 |

dalla suddetta tabella si evidenzia che ogni tratta è dimensionata per il trasporto della corrente massima prevista e che la somma delle perdite di potenza in tutti i tratti di cavo, compreso il cavo 150 kV di collegamento la stazione 30/150 kV con la stazione smistamento 150 kV vale circa 230 KW.

La tabella seguente riporta, nella condizione di massima produzione del parco eolico, i calcoli delle perdite nel rame e nel ferro sia del trasformatore di potenza previsto nella stazione 30/150 kV "utenza" sia dei trasformatori bt/MT installati a bordo aerogeneratore ricavati dai data-sheet caratteristici:

| | N. | Pn TR (KW) | P TR (KW) | P funz. (KW) | 32500 |
|-------------------------------|----|------------|-----------|--------------|--------------|
| P rame TR1 30/40 MVA | 1 | 40000 | 150 | 99,023438 | 99,0 |
| P ferro TR1 30/40 MVA | 1 | | 31 | 31,0 | 31,0 |
| P rame TR 6 MVA | 5 | 6500 | 30 | 30,0 | 150,0 |
| P ferro TR 6 MVA | 5 | | 5,3 | 5,3 | 26,5 |
| Cavo 150 kV | 1 | | 0,99 | 0,00 | 1,0 |
| Perdite totali TR (KW) | | | | | 307,5 |

PERDITE TOTALI (KW) 539,9**PERDITE TOTALI (%) 1,7%**

Pertanto, dalle suddette tabelle risulta una perdita totale di: 539,9 KW pari al 1,7% della potenza totale.

4. ELETTRDOTTO IN CAVO 150 KV

4.1. TRACCIATO

Per collegare la Stazione di trasformazione 30/150 kV alla limitrofa stazione di trasformazione di Terna è stato previsto un breve collegamento in cavo interrato a 150 kV di circa 200 metri.

Il tracciato del cavo interrato, quale risulta dalla Corografia allegata e dalla planimetria catastale si sviluppa sulle seguenti particelle catastali:

- Comune di Portocannone foglio n. 6 particelle numeri 53 e 38;
- Comune di Portocannone foglio n. 5 particella numero 120.

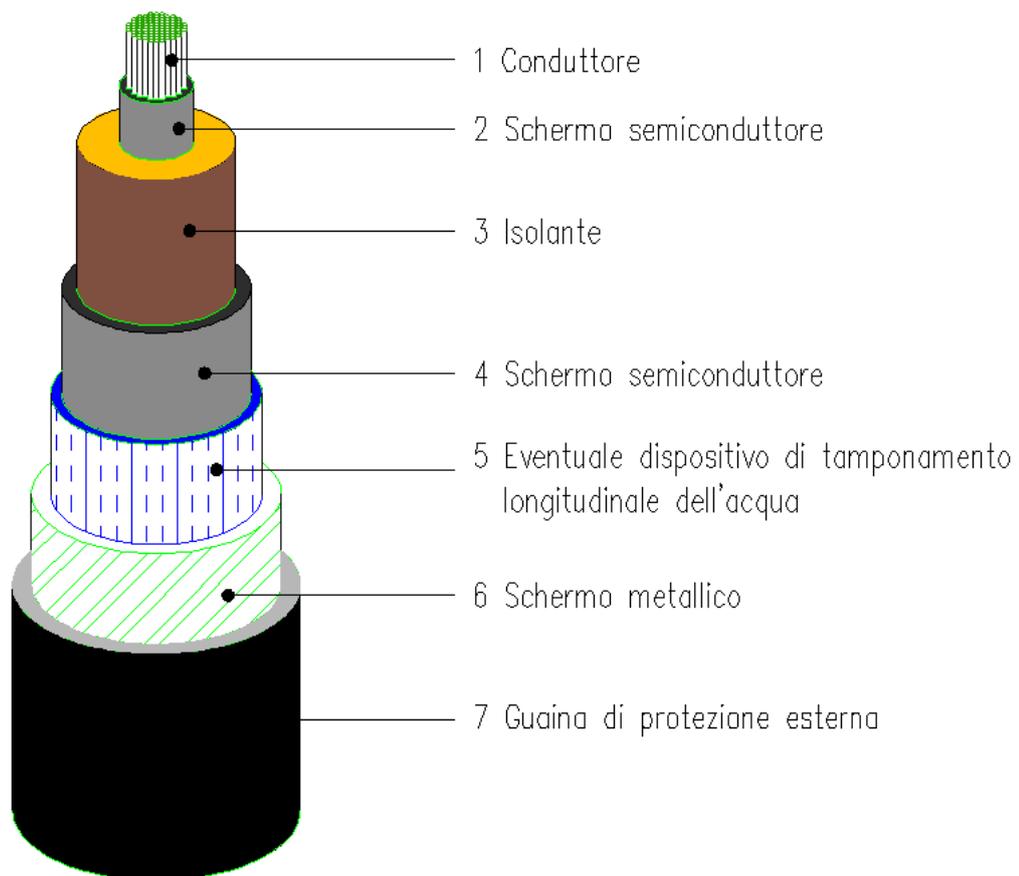
4.2. CARATTERISTICHE CAVO 150 KV E RELATIVI ACCESSORI

4.2.1. Composizione dell'elettrodotto in cavo

L'elettrodotto sarà costituito da tre cavi unipolari a 150 kV. Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà formato da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1000 mm², tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE),

schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.

SCHEMA TIPO DEL CAVO



DATI TECNICI DEL CAVO**Cavo 150 kV sezione 1000 mmq in alluminio****CARATTERISTICHE DI COSTRUZIONE**

| | |
|--------------------------|------------------------|
| Materiale del conduttore | Alluminio |
| Isolamento | XLPE (chemical) |
| Tipo di conduttore | Corda rotonda compatta |
| Guaina metallica | Alluminio termosaldato |

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Diametro del conduttore | 48,9 mm |
| Sezione | 1000 mm ² |
| Diametro esterno nominale. | 103,0 mm |
| Sezione schermo | 520 mm ² |
| Peso approssimativo | 9 kg/m |

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

| | |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Max tensione di funzionamento | 170kV |
| Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio | assenza di correnti di circolazione |
| Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio | 830 A |
| Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio | 715 A |
| Messa a terra degli schermi - posa in piano | assenza di correnti di circolazione |
| Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano | 910 A |
| Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano | 785 A |

| | |
|-------------------------------------------------|------------------|
| Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c. | 0,029 Ohm/km |
| Capacità nominale | 0,3 μ F / km |
| Corrente ammissibile di corto circuito | 54,8 kA |
| Tensione operativa | 150kV |

Tali dati potranno subire adattamenti, in ogni caso non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

4.2.2. Modalità di posa

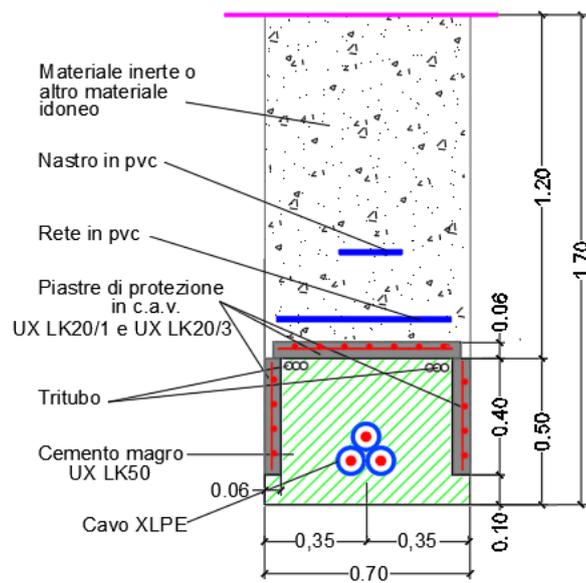
I cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,70 m dal piano di campagna, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

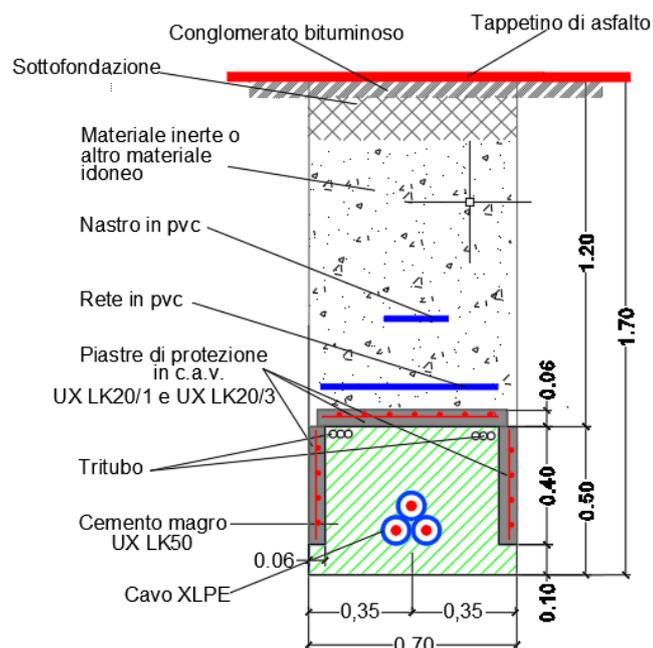
La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Di seguito sono evidenziate alcune tipiche modalità di posa.

CAVO 150 kV POSA IN TERRENO AGRICOLA



CAVO 150 kV POSA SU STRADA ASFALTATA

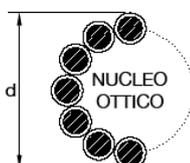


4.2.3. Giunti e buche giunti

In considerazione della breve lunghezza del cavo in alta tensione non sono previsti giunti e buche giunti

4.2.4. Sistema di telecomunicazioni

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV condivisa e la stazione elettrica di smistamento 150kV di Terna, costituito da un cavo con 48 fibre ottiche.



| | | | |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------------------|--------|
| DIAMETRO NOMINALE ESTERNO | (mm) | ≤ 11,5 | |
| MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso) | (kg/m) | ≤ 0,6 | |
| RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C | (ohm/km) | ≤ 0,9 | |
| CARICO DI ROTTURA | (daN) | ≥ 7450 | |
| MODULO ELASTICO FINALE | (daN/mm ²) | ≥ 10000 | |
| COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA | (1/°C) | ≤ 16,0E-6 | |
| MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s | (kA) | ≥ 10 | |
| FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced) | NUMERO | 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 | |

4.3. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato "Relazione campi elettrici e magnetici opere Utente" e "Relazione campi elettrici e magnetici opere RTN"

4.4. AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto in cavo sono di norma pari a circa:

- 5 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 380 kV.
- 3.5 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 220 kV.
- 2 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 150 kV.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04). L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di circa:

- 5 m dall'asse linea per parte per elettrodotti in cavo interrato a 150 kV.

La planimetria catastale scala 1:2000 riporta l'asse indicativo del tracciato e le aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nell'allegato elenco, come desunti dal catasto.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree potenzialmente impegnate dalla stessa con conseguente riduzioni di porzioni di territorio soggette ad asservimento.

4.5. FASCE DI RISPETTO

Le "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Le fasce di rispetto indicate sono state definite in conformità alla metodologia di calcolo emanata dall'APAT, in applicazione del D.P.C.M. 08/07/2003, con pubblicazione sul supplemento ordinario della G.U. n° 160 del 05.07.2008

Per il calcolo delle fasce di rispetto si rimanda alla consultazione della relazione di impatto elettromagnetico allegata "Relazione campi elettrici e magnetici opere Utente".

4.6. RUMORE

Le linee in cavo interrato non costituiscono sorgente di rumore.

4.7. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

4.7.1. Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 “Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, (G.U. n. 55 del 7 marzo 2001)
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 luglio 2003, “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, (GU n. 200 del 29-8-2003)
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 giugno 2001 n°327 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità.
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, “Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi”.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 “Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio”.
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 “Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell’art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali”.
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988 “Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne” e successive modifiche ed integrazioni.
- Decreto Ministero Ambiente e Tutela del Territorio del 29 maggio 2008 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto.

4.7.2. Norme tecniche

- CEI 11-17, “Esecuzione delle linee elettriche in cavo”, quinta edizione, maggio 1989
- CEI 11-60, “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne”, prima edizione, 2000 -07
- CEI 211-4, “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, prima edizione, 1996-07

- CEI 211-6, “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 50 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”, prima edizione, 2001-01
- CEI 106-11, “Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)
- CEI 11-4, “Esecuzione delle linee elettriche esterne”, quinta edizione, maggio 1989 edizione, 1996-07
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza.

5. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLA STAZIONE 30/150 KV

La stazione di utenza sarà ubicata nel Comune di Portocannone sulla particella 53 del foglio di mappa N.6 vedi elaborato grafico “Planimetria catastale con stazione MT/AT” ed occuperà un’area di 77x43 metri.

5.1. EDIFICI

Nella stazione è previsto un edificio del quale si riportano pianta sezioni e prospetti (vedi “Edificio quadri prospetti e sezioni”) che sarà ubicato in corrispondenza dell’ingresso (vedi elab. “Pianta e sezione elettromeccanica stazione 30/150 kV”): di circa 34,5 x 8,5 m con altezza di 3,7 m. suddiviso in diversi locali adibiti a sala controllo, quadri MT, magazzino, ufficio, cucina, servizi igienici) ed un piccolo locale per le misure fiscali con ingresso sia dall’interno della stazione sia dall’esterno posto sulla recinzione. Nell locale dove sarà sistemato il sistema di sbarre in MT si attesteranno i cavi 30 kV, composto da un numero di scomparti necessari per l’arrivo dei cavi provenienti dal parco eolico, per il collegamento al trasformatore 30/150 kV, per le celle misure, e per i Servizi Ausiliari

La superficie coperta dell’edificio è di circa 300 mq e la cubatura riferita al piano piazzale è di circa 1.100 mc., il locale misure fiscali 4x3 metri avrà una superficie di circa 12 mq e una cubatura di circa 36 mc.

I suddetti fabbricati saranno realizzati con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

Le coperture dei fabbricati saranno realizzati con tetti leggermente spioventi rivestiti con tegole di caratteristiche simili a quelle adoperate in zona. Particolare cura verrà osservata ai fini

dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla legge n.373 del 4.4.75 e successivi aggiornamenti, nonché alla legge n.10 del 9.1.91.

Gli edifici saranno serviti da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione ecc.

Per le apparecchiature AT sono previste fondazioni in c.a. Inoltre, è prevista la sistemazione del terreno con viabilità interna e recinzione della stazione in pannelli prefabbricati di altezza non inferiore a 2,50 m.

5.2. OPERE CIVILI VARIE

- Le aree sottostanti le apparecchiature saranno sistemate mediante spandimento di ghiaietto
- Sistemazione a verde di aree non pavimentate in prossimità della recinzione
- Le strade e gli spazi di servizio saranno pavimentati con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso.
- Le fondazioni delle varie apparecchiature elettriche saranno eseguite in conglomerato cementizio armato.
- Per lo smaltimento delle acque chiare e nere della stazione si utilizzerà una vasca IMHOFF con adiacente una vasca di accumulo a tenuta da espurgare periodicamente a cura di ditta autorizzata.
- L'approvvigionamento di acqua per gli usi igienici del personale di manutenzione sarà fornito da idoneo serbatoio.
- Si evidenzia che l'impianto non è presidiato e pertanto è prevista la presenza di personale solo per interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria.
- L'accesso alla stazione sarà carrabile, corredato di cancello scorrevole di 7 metri di ampiezza con cancelletto pedonale, entrambi inseriti fra pilastri (vedi elab. "Recinzione – cancello e palina illuminazione").
- La recinzione perimetrale sarà del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti anch'essi prefabbricati in cls, infissi su fondazione in conglomerato cementizio armato, avrà altezza di 2,50 m.
- L'illuminazione della stazione sarà realizzata mediante l'installazione di n°13 paline di illuminazione.

5.3. CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO

La Fornitura dovrà prevedere per le apparecchiature installate all'esterno:

- una condizione di servizio normale di - 25 °C + 40 °C
- una salinità di tenuta per i livelli di tensione 170 kV di 56 g/l
- una altitudine massima di installazione di 1000 m s.l.m.
- uno spessore del ghiaccio sulle apparecchiature ≥ 10 mm

5.4. ATTIVITÀ SISMICA

Il grado di sismicità delle apparecchiature deve essere non inferiore a AF5.

5.5. CRITERI DI COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO AT

I livelli di isolamento prescritti per la sottostazione 150/30 kV, in funzione dei valori normali di tensione massima di un elemento è pari a :

- 750 kVcr a impulso atmosferico e di 325 kV a f.i. con distanze minime di isolamento in aria fase-terra e fase-fase di 150 cm, per l'isolamento esterno.
- 650 kVcr a impulso atmosferico e di 275 kV a f.i. per gli isolamenti interni.

5.6. CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI TERMICHE NOMINALI

L'impianto deve essere progettato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito, in conformità a quanto previsto nelle vigenti Norme CEI, il livello di corrente di corto circuito trifase per il dimensionamento della sezione 150 kV previsto dalle prescrizioni (potere interruzione interruttori, corrente di breve durata dei sezionatori e TA, caratteristiche meccaniche degli isolatori portanti, sbarre e collegamenti) è pari 31,5 kA. Le correnti di regime previste saranno:

- Per le sbarre: 2000 A
- Per gli stalli TR: 1250 A

5.7. DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA

Le distanze progettuali principali adottate sono in accordo con le norme CEI EN 61936 e CEI EN 50522:

- Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori pari a 2,20 m
- Altezza dei conduttori (minima) , 4,50 m
- Quota asse sbarre principali 7,5 m
- Distanza minima delle parti in tensione rispetto alla recinzione: 3 m.

5.8. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE APPARECCHIATURE AT

- Tensione di esercizio del sistema 150 kV
- Tensione nominale 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione di tenuta a frequenza industriale 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 750 kV



- Corrente nominale di breve durata 31,5 kA x 0,5 sec
- Linea di fuga isolatori 80 kA 25mm/kV
- Corrente nominale 1250 A

5.9. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE APPARECCHIATURE MT

- Tensione di esercizio del sistema 30 kV
- Tensione nominale 36 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale 70 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale sulle sbarre principali 1250 A
- Corrente nominale sbarre di derivazione 630 A
- Potere di interruzione degli interruttori 20 kA
- Corrente nominale di picco 40 kA
- Corrente nominale di breve durata 16 kA x 1 s

6. DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA DELLA SE 30/150 KV

6.1. SEZIONE AT

Vedi planimetria "PIANTA E SEZIONE ELETTROMECCANICA SE MT/AT"

- Terminali aria-cavo in materiale composito per cavi in isolante estruso per sistemi con tensione massima $U_m=170$ kV:
- Tensione nominale: $U_0/U = 87/150$ kV
- Tensione massima: $U_m = 170$ kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di prova a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di prova ad impulso atmosferico: 750 kV cr
- Corrente nominale di breve durata valore efficace: 35 kA
- Valore di cresta 80 kAcr Durata: 0,5 s
- Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV: 80 g/l

➤ Sezionatori di linea tripolare rotativo, orizzontale a tre colonne/fase, con terna di lame di messa a terra, completo di comando motorizzato per le lame principali e manuale per le lame di terra;

- Norme di riferimento: CEI EN 62271
- Tensione nominale: 170 kV
- Corrente nominale: 1250 A
- Corrente nominale di breve durata:
 - valore efficace 31,5 kA
 - valore di cresta 80 kA
- Durata ammissibile della corrente di breve durata 1 s



- Tensione di prova ad impulso atmosferico:
 - verso massa 750 kV
 - sulla distanza di sezionamento 860 kV
- Tensione di tenuta a frequenza di esercizio (1 min.):
 - verso terra 325 kV
 - sulla distanza di sezionamento 375 kV
- Contatti ausiliari disponibili 4NA+ 4NC
- Alimentazione circuiti ausiliari:
 - motore: 110 Vcc +10% -15%
 - circuiti di comando: 110 Vcc +10% -15%
 - resistenza di riscaldamento: 230 Vca
- Isolatori tipo: C6-750
- linea di fuga: 25mm/kV
- Sezionatori tripolari verticali a tre colonne/fase, completo di comando motorizzato:
 - Norme di riferimento: CEI EN 62271
 - Tensione nominale: 170 kV
 - Corrente nominale: 1250 A
 - Corrente nominale di breve durata:
 - valore efficace 31,5 kA
 - valore di cresta 80 kA
 - Durata ammissibile della corrente di breve durata 1 s
 - Tensione di prova ad impulso atmosferico:
 - verso massa 750 kV
 - sulla distanza di sezionamento 860 kV
 - Tensione di tenuta a frequenza di esercizio (1 min.):
 - verso terra 325 kV
 - sulla distanza di sezionamento 375 kV
 - Contatti ausiliari disponibili 4NA+ 4NC
 - Alimentazione circuiti ausiliari:
 - motore: 110 Vcc +10% -15%
 - circuiti di comando: 110 Vcc +10% -15%
 - resistenza di riscaldamento: 230 Vca
 - Isolatori tipo: C6-750
 - linea di fuga: 25mm/kV
- Interruttori tripolari per esterno in SF6 170 kV - 1250 A - 31,5 kA equipaggiato con un comando tripolare a molla. I circuiti di apertura saranno n.3 di cui uno a mancanza;
 - Norme applicabili: CEI EN 62271-100
 - Numero dei poli: 3



| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| - Mezzo di estinzione dell'arco: | SF6 |
| - Tensione nominale: | 150 kV |
| - Livello di isolamento nominale: | 170 kV |
| - Tensione di tenuta a freq. industriale per 1 min: | 325 kV |
| - Tensione di tenuta ad impulso con onda 1/50 microsec: | 750 kV |
| - Corrente nominale: | 1250 A |
| - Corrente di breve durata ammissibile per 1 s: | 31.5 kA |
| - Corrente limite dinamica: | 80 kA |
| - Durata di corto circuito nominale: | 1" |
| - Tipo di comando: | meccanico a molla |
| - Comando manovra: | tripolare |
| n° circuiti di apertura a lancio di tensione: | 2 |
| n° circuiti di apertura a mancanza di tensione: | 1 |
| n° circuiti di chiusura: | 1 |
| - Tensioni di alimentazione ausiliaria: motore : | 110 Vcc +10% -15% |
| bobine di apertura / chiusura: | 110 Vcc +10% -15% |
| relè ausiliari: | 110 Vcc +10% -15% |
| resistenza di riscaldamento/anticondensa | 230V Vca |
| - Linea di fuga isolatori: | 25 mm/kV |
| ➤ Trasformatori di corrente, isolati in gas SF6 200-400-800/5-5-5-5A 10VA cl.02 - 15VA cl. 5P20 - 15VA cl. 5P30 - 10VA cl.02 | |
| - Norme di riferimento | CEI EN 60044-1 |
| - Isolamento | SF6 |
| - Montaggio | esterno |
| - Norme applicabili | CEI EN 60044-1 |
| - Tensione nominale | 150 kV |
| - Tensione massima di riferimento per l'isolamento | 170 kV |
| - Tensione di tenuta a impulso atmosferico | 325 kV |
| - Tensione di tenuta ad impulso | 750 kV |
| - Corrente nominale primaria | 200-400-800 A |
| - Corrente nominale secondaria | 5 A |
| - Numero nuclei | 4 |
| - Prestazioni e classi di precisione: | |
| N° 1 Nuclei misure | 10 VA cl. 0.2 cert. UTF |
| N° 1 Nuclei misure | 10 VA cl. 0.2 |
| N° 2 Nuclei protezioni | 15VA-5P20 |
| - Corrente termica di corto circuito | 31.5 kA |



- Corrente limite dinamica 80 kA
- Corrente massima permanente 1,2 In
- Tensione di tenuta per 1 min a 50 Hz avv.ti secondari 2 kV
- Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV

- Trasformatori di tensione induttivi per esterno, per misure fiscali:
 - Norme di riferimento CEI EN 60044-2
 - Tensione nominale 150 kV
 - Tensione massima di riferimento per l'isolamento: 170 kV
 - Isolamento SF6
 - Fattore di tensione nominale (funzionamento x 30 s) 1.5
 - Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
 - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
 - Rapporto: 150.000:√3/100:√3
 - Prestazioni e classi di precisione:
 - N° 1 Nucleo misure 10 VA cl. 0.2 cert. UTF
- Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV
- Trasformatori di tensione capacitivi per misure e protezione:
 - Norme di riferimento CEI EN 60044-2
 - Tensione nominale 150 kV
 - Tensione massima di riferimento per l'isolamento: 170 kV
 - Isolamento carta-olio
 - Capacità 4000 μF
 - Fattore di tensione nominale (funzionamento x 30 s): 1.5
 - Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
 - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
 - Rapporto: 150000:√3/100:√3-100:√3-100:3
 - Prestazioni e classi di precisione:
 - N° 1 Nucleo misura 20 VA cl. 0.2
 - N° 2 Nuclei per protezioni 30 VA cl. 3 P
- Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV
- Scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco completi di contascariche 170kV 10KA
 - Norme di riferimento: CEI EN 60099
 - Tensione nominale: 150 kV
 - Tensione di riferimento per l'isolamento: 170 kV
 - Tensione residua con onda 8/20 μs a corrente di scarica di:
 - 5 kA 322 kV
 - 10 kA 339 kV



20 kA 373 kV

- Tensione residua con onda 30/60 μ s a corrente di scarica di:

0,5 kA 277 kV

1 kA 286 kV

2 kA 297 kV

- Classe di scarica secondo IEC: 2
- Corrente nominale di scarica: 10 kA
- Valore di cresta della corrente per la prova di tenuta ad impulso di forte corrente: 100 kA
- Valore efficace della corrente elevata per la prova di sicurezza contro le esplosioni:

65 65 kA

- Capacità d'assorbimento dell'energia: 7.8 kJ/kV
- Linea Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV
- Accessori: Conta scariche

➤ Trasformatore trifase di potenza 150/30 kV, 30/40 MVA, ONAN/ONAF, gruppo vettoriale YNd11, provvisto di commutatore sotto carico lato AT (150 \pm 10x1,25%/30 kV) e cassetto di contenimento cavi MT. Con scaricatori incorporati dimensionato per alloggiare n.2 terne di cavi MT da 400mm² Cu.

- Tipo immerso in olio
- Tipo di servizio continuo
- Temperatura ambiente 40 °C
- Classe di isolamento A
- Metodo di raffreddamento ONAN/ONAF
- Tipo d'olio: minerale conforme CEI EN 60296
- Altezza d'installazione \leq 1000 m
- Frequenza nominale 50 Hz
- Potenza nominale: 30/40 MVA - ONAN/ONAF
- Tensioni nominali (a vuoto):

AT 150 kV

MT 30 kV

- Regolazione tensione AT: \pm 10x1,25 %
- Tipo di commutatore (CSC): sotto carico (CEI EN 60214-1)
- Collegamento fasi:

avvolgimento AT Y stella (con neutro accessibile)

avvolgimento MT Δ triangolo

- Gruppo di collegamento YNd11
- Classe d'isolamento:

lato AT 170 kV



| | |
|-----------------------------------------------|---------------|
| lato MT | 36 kV |
| - Tensione di tenuta a frequenza industriale: | |
| lato AT | 275 kV |
| lato MT | 70 kV |
| - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: | |
| lato AT | 650 kV |
| lato MT | 170 kV |
| - Sovratemperature ammesse: | |
| massima temperatura ambiente | 40 °C |
| media avvolgimenti | 65 °C |
| nucleo magnetico | 75 °C |
| - Perdite (garanzie IEC): | |
| Perdite a vuoto a Un: | ≤ 25 kW |
| Corrente a vuoto a Un: | 0,2 % |
| Perdite Cu a 75°C | ≤ 150 kW |
| - Tensione di corto circuito Vcc: | 13 % |
| - Massimo livello di pressione sonora: | 70 dB a 0,3 m |

6.2. SEZIONE MT

Nella stazione di trasformazione del produttore è prevista la costruzione di un edificio nel quale saranno installate le seguenti apparecchiature:

6.2.1. Caratteristiche del Quadro di distribuzione generale

Normativa di riferimento:

- internazionali IEC 298 - 1990
- italiane CEI 17-6, fascicolo 2056
- CENELEC HD 187 S5
- D.lgs. 81/08 e successive integrazioni - D.P.R. 547

Caratteristiche generali:

- | | |
|---------------------------------------------|--------|
| - Tensione nominale: | 36 kV |
| - Tensione di esercizio: | 30 kV |
| - Frequenza nominale: | 50 Hz |
| - Tensione di tenuta a 50Hz (per 1 minuto): | 70 kV |
| - Tensione di tenuta ad impulso: | 170 kV |
| - Corrente termica per 1 sec.(simmetrica): | 16 kA |
| - Corrente dinamica (valore di cresta): | 40 kA |



- Sbarre principali dimensionate per: 1250 A
- Ambiente: Normale
- Massima temperatura ambiente: -5/+40 °C
- Altitudine: < 1000 n s.l.m.
- Tensione aux. per comandi e segnalazioni: 110 Vcc +10% -15%
- Tensione aux. per illum. e R. anticondensa: 220 V 50Hz
- Tensione aux. per motore caricamolle: 110 Vcc +10% -15%

6.2.2. Il quadro MT a 30 kV di stazione sarà composto dalle seguenti unità:

- N° 1 unità arrivo trasformatore AT/MT In 1250 A
- N° 1 unità misure (con esecuzione in antiferrisonanza) ;
- N° 1 unità partenza trasformatore servizi ausiliari con fusibili;
- N° 3 unità partenze linea In 630 A;

Ognuna delle unità sarà provvista di:

- sbarre Omnibus da 1250 A;
- struttura metallica dimensionata per la tensione nominale d'isolamento 36 kV e corrente ammissibile nominale di breve durata (1s) 16 kA;
- derivazioni da 630 A;
- canaletta per cavetteria ausiliaria tale da garantire la sostituzione in fase di manutenzione dei singoli scomparti;
- attacchi per terminazioni cavo MT (30 kV) fino a una sezione di 500 mm²;
- chiusura di fondo;
- ferri di fondazione;
- derivatori capacitivi per la segnalazione di presenza tensione;
- illuminazione interna;
- schema sinottico;
- resistenza anticondensa corazzata comandata da apposito termostato ambiente.

6.2.3. Trasformatore servizi ausiliari

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari è previsto un trasformatore MT/BT con terminazioni del tipo sconnettibili, avente le caratteristiche descritte nel seguito, connesso alla sbarra del Quadro generale MT

- Norme applicabili: IEC 76 CEI EN 60076-1
- Tipo di servizio: continuo
- Temperatura ambiente: 40°C
- Classe di isolamento: A
- Metodo di raffreddamento: ONAN



| | | |
|---|---------------------------------------------|------------------------------|
| - | Tipo d'olio: minerale conforme | CEI EN 60296 |
| - | Altezza d'installazione: | ≤ 1000m |
| - | Frequenza nominale: | 50 Hz |
| - | Potenza nominale: | 100 kVA |
| - | Tensioni nominali (a vuoto): | MT 30kV BT 0.40 kV |
| - | Regolazione a vuoto: | ± 2 x 2.5 % |
| - | Collegamento fasi: | |
| - | Avvolgimento MT: | Δ triangolo |
| - | Avvolgimento BT: | Y stella |
| - | Gruppo di collegamento: | Dyn11 |
| - | Classe d'isolamento: | Lato MT 36 kV Lato BT 1.1 kV |
| - | Tensione di tenuta a frequenza industriale: | Lato MT 70 kV Lato BT 3kV |
| - | Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: | Lato MT 170 kV |
| - | Sovratemperature ammesse: | Olio: 60°C |
| | Avvolgimenti: | 65°C |

Il posizionamento del trasformatore è previsto all'interno del locale MT

6.2.4. Sezione BT

Per l'alimentazione in corrente alternata e in corrente continua dei servizi ausiliari della stazione di trasformazione 30/150 kV deve essere previsto quanto segue:

6.2.5. Sistema di distribuzione in corrente alternata

- Il sistema di distribuzione in corrente alternata deve essere costituito da:
 - n. 1 gruppo elettrogeno 15 kW, 0,4 kV
 - n. 1 quadro di distribuzione 400 / 230 Vc.a.
- I carichi alimentati in corrente alternata saranno i seguenti:
 - impianti tecnologici di edificio (illuminazione e prese F.M., climatizzazione, rilevazione incendio, antintrusione)
 - impianto di illuminazione e prese F.M. area esterna .
 - resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando.
 - Raddrizzatore e carica batteria.
 - Motoriduttore C.S.C. TR AT/MT.
 - Motori delle ventole di raffreddamento TR AT/MT.

6.2.6. Sistema di distribuzione in corrente continua:

- Il sistema di distribuzione in corrente continua deve essere costituito da:

Una stazione di energia composta da:

 - n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami 110 V cc
 - n. 1 inverter con by pass completo di interruttori di distribuzione 230 V ac



- n. 1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, 110 V cc
- Un quadro di distribuzione in corrente continua i cui carichi alimentati saranno i seguenti:
 - motori sezionatori AT, 110 V cc
 - motori interruttori AT e MT, 110 V cc
 - bobine apertura e chiusura, 110 V cc
 - segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo, 110 V cc.
 - i carichi in corrente alternata 230 V ac che non sopportano buchi di tensione, quali Scada e modem.

7. SISTEMA PROTEZIONE, CONTROLLO, MISURE E TELECONTROLLO

Quadro comando, protezioni e controllo costituito come di seguito descritto:

7.1. SEZIONE PROTEZIONI AT

Protezione a microprocessore avente le seguenti funzioni:

- 50 protezione di massima corrente ad azione rapida;
- 51 protezione di massima corrente ad azione ritardata;
- 51N protezione di massima corrente omopolare ritardata
- 27 protezione di minima tensione;
- 59 protezione di massima tensione;
- 59V0 protezione di massima tensione omopolare;
- 81 > protezione di massima frequenza;
- 81 < protezione di minima frequenza;
- 87C protezione differenziale Cavo
- 21 protezione ad impedenza con telescatto

Acquisizione per allarme/scatto delle seguenti protezioni esterne:

- 97TA/S Buchholz TR allarme/scatto;
- 97 VSC Buchholz VSC;
- 99Q minimo livello conservatore olio TR
- 99VSC minimo livello olio conservatore VSC
- 49 A/S Immagine termica TR allarme/scatto
- 26 A/S massima temperatura allarme/scatto
- 86 relè di blocco
- 90 regolatore di tensione
- n° 1 protezione a microprocessore a protezione avente le seguenti funzioni:
- 87 T protezione differenziale TR



- n° 1 regolatore automatico di tensione (90)
- n° 1 relè di blocco (86)

7.2. SEZIONE PROTEZIONI MT

Arrivo MT generale di macchina

Protezione a microprocessore avente le seguenti funzioni:

- 50 protezione di massima corrente ad azione rapida;
- 51 protezione di massima corrente ad azione ritardata;
- 27 protezione di minima tensione;
- 59 protezione di massima tensione;
- 59V0 protezione di massima tensione omopolare;
- 67N protezione di massima corrente omopolare direzionale di terra;
- 81 > protezione di massima frequenza;
- 81 < protezione di minima frequenza.

Partenza linee MT

n° 1 protezione a microprocessore (per ogni partenza linea) avente le seguenti funzioni:

- 50 protezione di massima corrente ad azione rapida;
- 51 protezione di massima corrente ad azione ritardata;
- 67N protezione di massima corrente omopolare direzionale di terra;
- 27 protezione di minima tensione;
- 59 protezione di massima tensione;
- 59V0 protezione di massima tensione omopolare;
- 81 > protezione di massima frequenza;
- 81 < protezione di minima frequenza;

8. SERVIZI AUSILIARI

8.1. QUADRO DEI SERVIZI AUSILIARI IN CORRENTE ALTERNATA

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata (400-230 V) il trasformatore deve alimentare tutte le utenze della sottostazione sia quelle necessarie a garantire il funzionamento normale sia quelle accessorie. Deve essere prevista una seconda alimentazione, detta alimentazione di emergenza, tramite un gruppo elettrogeno per l'alimentazione delle utenze principali compresa l'illuminazione.

Il Quadro S.A. deve essere composto essenzialmente dalle seguenti apparecchiature:



- Una protezione di minima tensione c.a.;
- Un voltmetro digitale con commutatore e fusibili 500 V f.s.;
- Un amperometro digitale con commutatore e TA 200/5A f.s.;
- Un relè crepuscolare per comando luce esterna con contattore da 4x25A;
- Un interruttore automatico scatolato tetrapolare da 160A 25KA A generale SA;
- Un interruttore automatico miniaturizzato tetrapolare da 40 A per asservire GE;
- Un telerettore, provvisto degli opportuni interblocchi, per lo scambio automatico delle alimentazioni di emergenza;
- Un selettore per la scelta della priorità dell'alimentazione di emergenza;
- Interruttori automatici miniaturizzati tetrapolari da 10 ÷ 32 A per asservire:
 - prese F.M. (con differenziale 0,3A)
 - alimentazione motore VSC del TR 40/50 MVA
 - illuminazione sala quadri(con differenziale 0,3A)
 - illuminazione esterna(con differenziale 0,3A)
 - riserve
- Interruttori automatici miniaturizzati (MCB) bipolari da 10 ÷ 25 A per asservire:
 - alimentazione prese luce
 - alimentazione scaldiglie lato A.T.
 - alimentazione ausiliari quadro protezione e controllo
 - riserve.
- N. 3 TA 200/5A10VA cl. 0,5 con certificati UTF
- N. 1 Morsettiera Cabur
- N. 1 contatore trifase con omologazione MID completo di certificazione per uso UTF.

8.2. QUADRO DEI SERVIZI AUSILIARI IN CORRENTE CONTINUA

L'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua (110 V) deve avere un campo di variazione compreso tra +10%,-15%.

Lo schema di alimentazione dei servizi ausiliari in c.c. deve essere essenzialmente composto da:

Un complesso raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionato in modo tale da poter alimentare l'intero carico dell'impianto. Il raddrizzatore deve essere quindi dimensionato per erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia di mantenimento che di carica); la batteria deve essere in grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di 12 ore. Le batterie saranno del tipo ermetico e conformi alle vigenti normative.

Caratteristiche principali:

- Tensione di alimentazione trifase 400Vca + Neutro +- 10% 50Hz +- 5%

RAMO BATTERIA

Trasformatore di isolamento in ingresso

| | | |
|------------------------------|-----|------------|
| Tensione di uscita nominale | Vcc | 110 |
| Stabilità tensione in uscita | | ±1% |
| Erogazione continua | | A 15 |
| Ripple | | < 1% |
| Funzionamento | | Automatico |
| Stabilizzazione statica | | ± 0.5% |

RAMO SERVIZI

Trasformatore di isolamento in ingresso

| | | |
|------------------------------|-----|-------|
| Tensione di uscita nominale | Vcc | 110 |
| Stabilità tensione in uscita | | ±1% |
| Erogazione continua | | A 30 |
| Ripple | | < 1% |
| Stabilizzazione statica | | ±0.5% |

Caratteristiche raddrizzatore

- Un sistema di distribuzione in c.c. opportunamente dimensionato, per le effettive esigenze di impianto.

Le principali utenze in c.c. sono le seguenti:

- protezioni elettriche;
- comando e controllo delle apparecchiature;
- misure;
- motori di manovra dei sezionatori;
- apparecchiature di diagnostica e telecontrollo.

8.3. GRUPPO ELETTROGENO DI EMERGENZA

Deve essere fornito un Gruppo Elettrogeno (GE) per l'alimentazione di emergenza inserito sulla sbarra principale del quadro BT in c.a. in caso di mancanza dell'alimentazione principale, il GE sarà inserito in modo automatico tramite l'automatismo alloggiato all'interno dell'apposito quadro a seguito dello stesso GE.

Caratteristiche principali:

- potenza emergenza 15 kW
- tensione nominale 400 V trifase con neutro
- frequenza 50 Hz
- velocità di rotazione 1.500 giri/min

Condizioni ambientali di riferimento:

- temperatura ambiente 25 °C
- pressione barometrica 1000 mbar
- umidità relativa 30 %

Il gruppo deve essere allestito con:

- n. 1 motore diesel
- n.1 alternatore sincrono.
- n.1 serie di supporti elastici posti tra motore/alternatore e basamento.
- n.1 basamento in acciaio saldato
- n.1 impianto elettrico del motore.
- n.1 serbatoio combustibile incorporato nel basamento della capacità di 70 litri.
- n.1 batteria al piombo senza manutenzione
- n.1 cabina insonorizzata
- n.1 quadro avviamento
- n.1 quadro automatico.

Il gruppo diesel deve riportare la marcatura "CE" e deve essere rilasciata la "Dichiarazione di Conformità".

8.4. QUADRO CONTATORE ENERGIA

All'interno del locale misure, deve essere installato, in un apposito pannello a parete in poliestere, un Apparato di Misura per la misura Fiscale/Commerciale dell'energia elettrica prodotta/assorbita dall'impianto di produzione nel punto di scambio AT, che deve essere così costituito:

- Un contatore bidirezionale di energia attiva (classe 0,2s) e reattiva (classe 0,5s);
- Un modem GSM con antenna dual band per l'installazione all'esterno;
- Software per l'interfacciamento e la tele lettura del contatore da remoto;
- Morsettiere di prova per i circuiti voltmetrici e amperometrici in esecuzione sigillabile;

Il complesso misura (contatore, TA e TV) saranno provvisti di relativa certificazione di verifica e taratura per uso Terna/UTF.

9. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNO

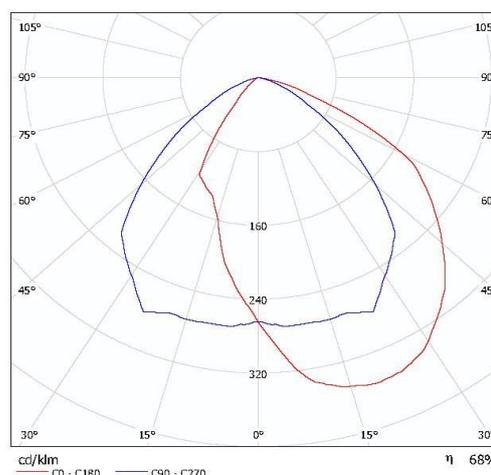
L'illuminazione esterna del quadro all'aperto sarà realizzata con n. 14 proiettori montati su pali in fibra di vetro di 8 metri. I proiettori sono del tipo con corpo in alluminio, grado protezione IP65, con lampade a ioduri metallici 400 W.

I pali saranno collocati lungo la recinzione in modo da mantenere le distanze imposte dalla norma CEI 11-1 verso le parti in tensione.

Il valore medio di illuminamento in prossimità delle apparecchiature di manovra sarà di 30 Lux, che sarà verificato in fase esecutiva dal calcolo illuminotecnico, diversamente da quanto previsto nella presente specifica in fase di progettazione esecutiva dovranno essere apportate eventuali modifiche correttive.

L'accensione dell'impianto di illuminazione deve essere prevista da una fotocellula esterna in esecuzione stagna IP65 per l'accensione automatica del 50% delle lampade al mancare della luce diurna (illuminazione notturna). Le altre lampade saranno accese manualmente in caso di controlli e manutenzione sulle apparecchiature AT.

Un tipico proiettore è quello della DISANO mod.1721 Flusso luminoso: 35.000 lm Potenza: 414 W riportato in figura.



10. IMPIANTI TECNOLOGICI EDIFICIO DI SOTTOSTAZIONE

Gli impianti tecnologici devono essere realizzati conformemente a quanto è prescritto dalle norme CEI e UNI di riferimento. Le apparecchiature e i materiali saranno provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo internazionale equivalente. Tutti gli impianti saranno conformi agli adempimenti del D.M. 37/08.

Gli impianti elettrici saranno realizzati “a vista”, cioè con apparecchiature, corpi illuminanti, tubazioni e canaline per i conduttori e scatole di derivazione del tipo “non incassato” nelle strutture murarie.

Devono essere previsti i seguenti impianti tecnologici per l'edificio della Sottostazione Elettrica di trasformazione:

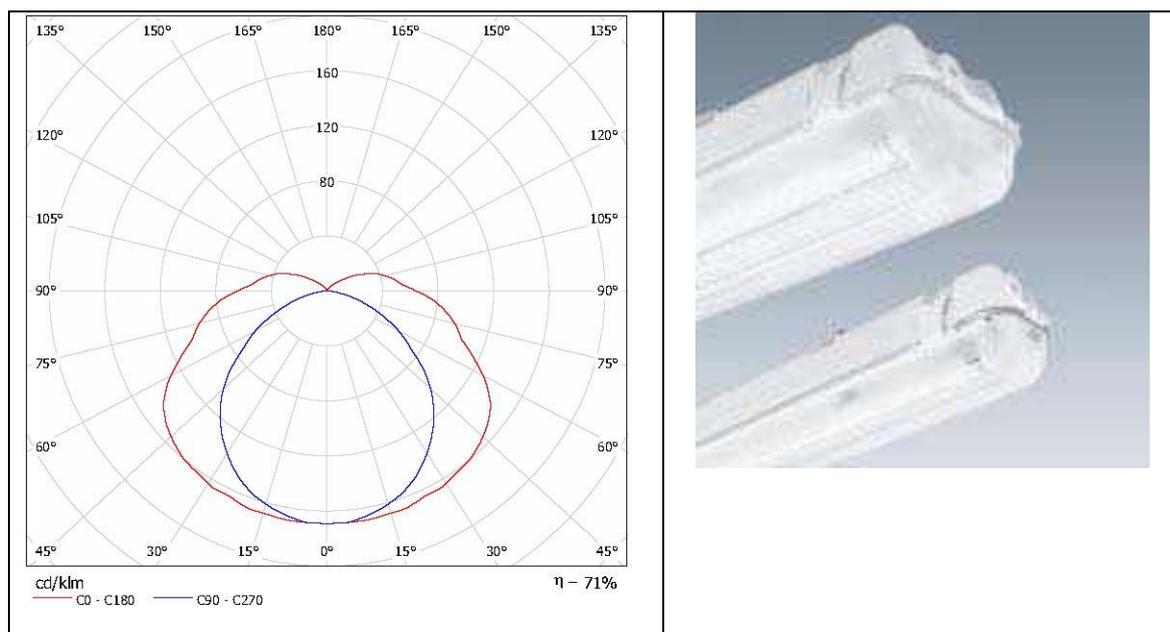
Impianto di illuminazione:

L'impianto di illuminazione normale sarà realizzato con armature fluorescenti stagne AD-FT, con lampade 36 W, reattore basse perdite, montate a soffitto.

Il livello di illuminamento previsto sarà di 200 Lux.

Lungo le pareti esterne dell'edificio, saranno installate alcune armature fluorescenti stagne. La loro accensione deriverà dalla fotocellula prevista per l'illuminazione esterna.

Un tipico proiettore è quello della DISANO mod.921 Hidro T8 riportato in figura.



Prese forza motrice:

L'impianto di distribuzione forza motrice sarà realizzato in tutti i locali con prese stagne a parete 2x10/16 A con fori allineati e prese stagne a parte 2x10/16 A con terra laterale.

Nel locale quadro MT e nel locale quadri BT sarà installato un gruppo prese composto da una presa CEE 32 A 3p+t e da una presa CEE 16 A 2p+t.

Illuminazione di emergenza:

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà realizzato installando in ogni locale dell'edificio della sottostazione delle armature fluorescenti stagne previste per l'illuminazione normale, un gruppo autonomo con batteria e inverter avente autonomia di 3ore.

Impianto di climatizzazione:

L'impianto di climatizzazione previsto con climatizzatori, del tipo a pompa di calore con unità esterna e unità interna, deve essere tale da mantenere nei locali, ove sono installati, le seguenti condizioni termoigrometriche:

- estate: da 26°C a 28°C – u.r. 50% ± 5%;
- inverno: da 18°C a 20°C - u.r. 50% ± 5%;

La regolazione della temperatura è automatica comandata mediante termostati.

I climatizzatori, se non diversamente necessario, saranno installati nei seguenti locali:

- locale quadri BT: n°2 climatizzatore (9000 btu)
- locale quadro MT: n°3 climatizzatori (ognuno da 9000 btu)

Impianto di rivelazione incendio, temperature e gas

L'impianto di rilevamento e segnalazione incendi per l'edificio si comporrà di:

- una centrale convenzionale a zone comprensiva di accumulatori da 12 V 7Ah;
- tastiera a membrana con tasti funzione;
- relè di uscita per invio segnale al sistema di controllo;
- rivelatori ottici di fumo analogici completi di base di fissaggio;
- rivelatori termovelocimetri analogici completi di base di fissaggio;
- rilevatore di idrogeno;
- pulsanti manuali a rottura di vetro completi di modulo di indirizzo;
- pannello ottico acustico completo di scritta intercambiabile, in versione IP54;
- cavi antifiamma twistati schermati 2x1,5 mmq per i rivelatori e n.1 set di cavi 2x1,5 antifiamma per i pannelli.

- Saranno restituiti in locale e remoto le segnalazioni di:

– incendio e/o eccessiva temperatura



– anomalia impianto

Impianto antintrusione e video sorveglianza:

L'impianto antintrusione è costituito essenzialmente da:

- contatti elettromagnetici o equivalenti su tutte le porte di accesso degli edifici i e sul cancello d'ingresso pedonale e carraio, per segnalare l'avvenuta apertura da parte di persone estranee.
La centralina, oltre ad avere tutte le segnalazioni sul pannello di controllo e comando, permetterà l'invio in uscita (al sistema di controllo e supervisione) dei seguenti segnali :
- segnale di allarme per intrusione in atto
- segnale di presenza personale

L'impianto antintrusione deve prevedere dei tastierini numerici installati, uno all'esterno nelle vicinanze del cancello pedonale e l'altro nei pressi della porta d'ingresso del locale BT per l'inserzione/disinserzione volontaria dell'impianto.

11. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIO

Per i servizi igienici è previsto uno scarico in vasca a tenuta da spurgare periodicamente. L'approvvigionamento idrico per i servizi igienici, sarà realizzato tramite riserva idrica di acqua potabile.

Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà le acque raccolte ad un sistema di trattamento per consentire lo smaltimento delle stesse negli strati superficiali del sottosuolo. Il sistema di tipo prefabbricato, sarà dimensionato per smaltire le acque dilavanti le strade interne e i piazzali di manovra per una superficie complessiva di circa 3.500 mq.

In via Generale si prevede il seguente ciclo di trattamento delle acque di dilavamento:

- Convogliamento delle acque meteoriche ricadenti sul piazzale in una apposita rete di drenaggio;
- un pozzetto scolmatore che divide le acque di prima pioggia dalle acque di seconda pioggia;
- Le acque di prima pioggia raggiungono l'impianto di trattamento che comprende: Grigliatura, dissabbiatura e disoleazione con sistema di filtri a coalescenza, invio in pozzetto fiscale prima di essere immesse nel recapito finale;

- Le acque di seconda pioggia, attraverso un sistema di by-pass, si recano direttamente al pozzetto fiscale prima di essere scaricate all'esterno.

Nell'area di studio non si riscontrano pozzi privati nell'arco dei 30 metri dalle aree drenanti né pozzi pubblici nell'arco dei 200 m; inoltre dai dati geologici forniti dal committente, si ottiene un k di permeabilità elevato tale da permettere l'adozione di un sistema di smaltimento finale delle acque bianche opportunamente trattate, mediante il sistema di scarico in strati superficiali del sottosuolo attraverso l'utilizzo di trincea drenanti (sezione 1,20m x 0.7m) nelle aree esterne limitrofe alla stazione di trasformazione all'interno della proprietà dell'utente.

11.1. PROCESSO IDRAULICO-DEPURATIVO

Le acque di prima pioggia saranno raccolte in una vasca opportunamente dimensionata. A riempimento avvenuto, le prime piogge saranno escluse dalle successive acque meteoriche di dilavamento della superficie scolante in oggetto (2a pioggia) tramite la chiusura idraulica con valvola posta sulla tubazione di ingresso acque, comandata da un galleggiante tarato ad un adeguato livello.

Le successive acque meteoriche precipitate defluiranno alla tubazione di by-pass presente nel pozzetto scolmatore installato a monte del sistema di accumulo.

Lo stato di calma così determinato consente di ottenere, per gravità, la separazione degli inquinanti di peso specifico differente da quello dell'acqua per ottenere un effluente chiarificato.

In conseguenza di questo principio il materiale sedimentabile (sabbie, morchie, ecc.) contenuto nelle acque di prima pioggia tenderà a sedimentare sul fondo delle vasche, mentre le sostanze più leggere (grassi e oli minerali, idrocarburi non emulsionati, ecc.) tenderanno a galleggiare aggregandosi in superficie.

Le acque accumulate defluiranno nel comparto di rilancio-sollevamento e per mezzo di 1 pompa sommersa verranno scaricate nel disoleatore statico.

Al termine dello svuotamento della zona di accumulo (entro 48 dalla fine della precipitazione) si ripristineranno automaticamente le impostazioni iniziali dell'impianto in modo da renderlo disponibile per un altro ciclo depurativo.

Nel comparto finale di disoleatura statica-filtrazione avverrà la separazione di oli non emulsionati ed idrocarburi mediante flottazione.

Per una sicura ritenzione delle sostanze oleose sulla tubazione di uscita è inserito un dispositivo di chiusura automatica che, attivato da un determinato livello di liquido leggero accumulato, chiude lo scarico impedendo la fuoriuscita dell'olio.

L'otturatore a galleggiante è fornito di filtro a coalescenza completo di cestello in acciaio Inox per l'estrazione.

11.2. GESTIONE DELLE ACQUE DI DILAVAMENTO

Nell'ambito della viabilità interna e relativi piazzali pavimentanti viene prevista una specifica rete di raccolta delle acque meteoriche. Gli elementi di captazione della rete sono costituiti da pozzetti con caditoia grigliati, sifonati (50x50). I collettori interrati per l'allontanamento delle acque meteoriche saranno in HDPE corrugato strutturato per traffico carrabile pesante (SN 4 kN/m²) a diametro differenziato lungo lo sviluppo della rete (Dn 200,315,400).

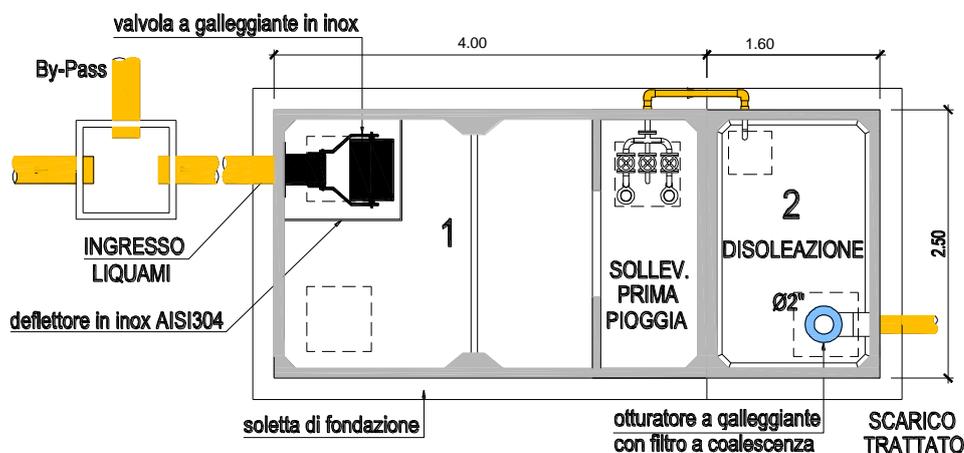
La geometria delle sagome trasversali dei piazzali, sarà realizzata con cordoli in cemento in modo da escludere i contributi di ruscellamento delle aree esterne ed aree sterrate/inghiaiate alla formazione delle portate di piena dalla suddetta rete di raccolta. Purtroppo, si prevedono in prossimità dell'area elettromeccanica (trasformatori, scaricatori, sbarre, ecc..) una serie di tubi drenanti di diametro D=200 tali da impedire l'imbibizione dei terreni in prossimità delle fondazioni. Questi tubi drenanti scoleranno nei pozzetti grigliati già posti lungo i piazzali di manovra. A vantaggio di sicurezza i contributi delle aree permeabili inghiaiate, non verranno escluse dal calcolo della portata di piena per il dimensionamento della vasca di prima pioggia.

La vasca di accumulo delle acque di prima pioggia è dimensionata tenendo conto di una altezza di pioggia di 5 mm distribuita su un bacino complessivo di circa 3700 m². e sarà dotata di uno specifico sistema di deviazione passiva tramite valvola di chiusura a galleggiante.

I volumi in essa invasati, stimati nell'ordine di circa 20 m³, raggiungeranno infine il disoleatore con filtri a coalescenza

Ai fini della disoleazione si prevede l'installazione di una unità di trattamento di Classe I dotata di filtri a coalescenza secondo le UNI 858 1-2 2005.

Le portate eccedenti quelle di prima pioggia vengono quindi inviate al recapito finale. La superficie necessaria ai fini del processo di sedimentazione è pari a circa 10 m² (4mx2,5m). Un volume complessivo previsto di circa 25 m³ assicura adeguati tempi di detenzione idraulica rispetto al processo di sedimentazione primaria dei solidi sospesi.



11.3. SCELTA DEI MATERIALI

I materiali scelti per la realizzazione del sistema di drenaggio sono i seguenti:

- Tubazioni di polietilene alta densità (HDPE) ≥ 930 kg/m³ classe di rigidità SN 4 kN/m², capace di sopportare un ricoprimento massimo pari a 6 m (misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo), ed un traffico pesante fino ad un massimo di 18 t/asse.
- Pozzetto prefabbricato in calcestruzzo vibrocompresso per scarichi di acque reflue e piovane costituito da un elemento di base sifonato, eventuale elemento di prolunga e coperchio pedonabile o carrabile in cemento armato. Dimensioni 500x500 - 800x800 e 1000x1000
- Chiusino di ispezione per carreggiata stradale in Ghisa lamellare UNI ISO 185, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate), marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione. D 500-600.

11.4. DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI PRIMA PIOGGIA

Il dimensionamento della vasca di prima pioggia, è stato effettuato secondo quanto previsto dal Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 “Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia”.

Rispetto a tale norma, il volume da trattenerne ed avviare a depurazione è quello determinato rispetto ad una altezza di pioggia compresa di 5 per le superfici scolanti di estensione inferiore a 5000 mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse.

Pertanto il volume di acque di prima pioggia da trattenerne ed avviare a specifica depurazione è stato valutato in circa 20 mc.

Tale volume, una volta invasato in vasca, sarà sollevato a specifico trattamento con disoleatore capace di trattare una portata costante di 0,8 m³/h, tramite impianto di pompaggio previsto in vasca, dimensionato rispetto ad un tempo di svuotamento non superiore a 24h coerentemente con quanto previsto dal predetto Regolamento.

La vasca sarà dotata di un sistema di deviazione passiva e chiusura, costituito da una valvola di chiusura meccanica con galleggiante (o in alternativa a ghigliottina elettro-attuata con sensore di livello). La restante parte delle acque di pioggia e dilavamento, rappresentano le acque di seconda pioggia, che saranno quindi scolmate. Queste verranno incanalate nella tubazione di alimentazione della cisterna di accumulo delle acque per l'antincendio. In alternativa saranno scaricate nel sistema di smaltimento a recapito finale.

11.5. RECAPITO FINALE

Le acque di seconda pioggia e le acque trattate dall'impianto di prima pioggia, saranno convogliate in una trincea drenante per uno smaltimento per subirrigazione su strati superficiali del sottosuolo. In assenza di un rete fognaria e di un bacino naturale in prossimità dell'area di stazione, si sceglie l'ipotesi di smaltire le acque di pioggia attraverso l'infiltrazione delle stesse in trincea drenante.

Dalla relazione geologica progettuale si è appurato che i terreni sono permeabili con un buon grado di permeabilità (K) e che la falda sia posizionata ad una profondità superiore ad 1,5 metri dal letto della trincea. Pertanto si prevede l'utilizzo di trincee drenanti con profondità pari a 1,2 metri e larghezza pari a 0,7 metri riempite di pietrisco di opportuna granulometria con le pareti laterali ricoperte di un manto in Tnt..

11.6. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 - *“Norme in materia di difesa ambientale”*

- Circolare Ministero LL.PP. n°11633 del 07/01/1974 *“Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”*
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 04/03/1996 *“Disposizioni in materia di risorse idriche”*

12. UNITÀ PERIFERICA SISTEMA DIFESA E MONITORAGGIO

In ottemperanza a quanto previsto dal Codice di Rete – Piano di difesa del sistema elettrico sarà installata l'Unità Periferica del sistema di Distacco e Monitoraggio (UPDM) destinata ad eseguire le funzioni di distacco automatico, telescatto, monitoraggio segnali e misure, così come richiesti dal Centro Remoto di Telecontrollo (CRT) di Terna.

Documenti e riferimenti

- Doc. Sistemi di controllo e protezione delle centrali eoliche [Prescrizioni tecniche per la connessione]
- Allegato A9, Rev. 00 al codice di rete TERNA;
- Doc. Unità periferica dei sistemi di difesa e monitoraggio, specifiche funzionali e di comunicazione

L'UPDM deve essere completo di moduli elettronici e licenze Software per la realizzazione delle funzioni di Telescatto di aree di generazione in zone sensibili.

L'apparato deve essere in grado di gestire, come di seguito descritto e previsto dal documento Terna sopra citato, fino a: 4 aree di generazione, come segue:

- N° 1 Area generale di stazione
- N° 3 Sub Aree (sottocampi di generazione corrispondenti al numero di linee MT)

13. OSCILLOPERTUBOGRAFO

E' prevista l'installazione di un apparato dedicato alla funzione di oscillografia e quindi rilievo dei parametri di tensione, corrente e frequenza in condizioni di guasto e alla registrazione degli stessi per la consultazione in remoto da parte dei centri di telecontrollo di Terna.

14. SISTEMA DI TELECONTROLLO DI SOTTOSTAZIONE

E' previsto un sistema di automazione, telecontrollo e teleconduzione della stazione 30/150kV per la gestione in remoto secondo i requisiti minimi di seguito elencati:

- visualizzazione in locale ed in remoto dello stato degli interruttori con possibilità di comando;

- visualizzazione in locale ed in remoto di tutte le misure istantanee rilevanti (tensioni, correnti, fattori di potenza, potenze, contatori di energia, velocità e direzione del vento);
- visualizzazione in locale ed in remoto di grafici storici delle misure di maggiore rilevanza;
- visualizzazione in locale ed in remoto delle oscillografie;
- visualizzazione in locale ed in remoto degli allarmi e degli eventi di sottostazione;
- telesegnalazione degli allarmi e degli eventi di sottostazione a mezzo e.mail e/o SMS;
- telesegnalazione periodica dei principali dati di produzione a mezzo e.mail e/o SMS;
- interfacciamento con il sistema di monitoraggio del gestore della rete (TERNA) tramite protocollo IEC 60870-5-104.

15. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA

Sulla base delle correnti di guasto a terra e durata del guasto a terra, nonché da misure della resistività del terreno sarà possibile verificare la rispondenza dell'impianto di terra alla normativa vigente.

Pertanto la progettazione esecutiva dell'impianto di terra, sarà eseguita secondo i dati delle correnti di guasto che Terna metterà a disposizione e da misure della resistività del terreno.

In questa fase di progettazione definitiva per autorizzazione, non avendo a disposizione tali dati, ma avendo conoscenza del sito e di dati sperimentali, sono stati effettuati calcoli per una scelta opportuna della sezione dei conduttori della rete di terra ai fini di:

- Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni a componenti elettrici ed ai beni;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti per effetto delle correnti di guasto a terra.

Dai calcoli effettuati e riportati di seguito è risultato che l'impianto di terra sarà costituita da una rete magliata di conduttori di rame nudi, di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm²), posti ad una profondità media di 90÷100 cm dal piano piazzale e dimensionato in base alla norma CEI EN 50522 considerando le correnti di guasto a terra definite da Gestore di rete.

Le strutture metalliche delle apparecchiature e dei portali, saranno collegate alla maglia di terra per mezzo di conduttori in rame di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm²).

Tutte le armature e le parti metalliche delle fondazioni, dei cunicoli e delle opere in genere, saranno collegate alla rete di terra per mezzo di conduttori di rame nudo di diametro 14,7 mm



(sezione 125 mm²). Il collegamento alle armature, sarà assicurato da saldatura alluminotermica o "Castolin".

Per la messa a terra dell'edificio sarà predisposto un anello perimetrale di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm²) collegato alla maglia di terra. A tale collettore verranno collegati i conduttori di messa a terra provenienti dalla struttura dei fabbricati. Al medesimo anello verranno inoltre collegati i conduttori di rame provenienti dai cunicoli dei fabbricati.

Sezione minima per garantire la resistenza meccanica ed alla corrosione

La sezione utilizzata per i dispersori di terra è stata direttamente scelta in base a quanto indicato dalla norma CEI 11-1 Allegato A, considerando le dimensioni minime ammissibili.

- Dispersore verticale tondo di rame $\phi 25\text{mm}$
- Dispersore orizzontale in corda di rame nudo 63mm^2

Per la protezione contro la corrosione è necessario utilizzare materiali tali che il loro contatto non generi coppie elettrolitiche (Norma CEI 11-37 par. 9.5).

Dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra

Per effettuare il dimensionamento termico del dispersore si utilizza la formula:

$$A = \frac{I}{k} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_r + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove:

- A è la sezione in mm².
- I è la corrente del conduttore in Ampere pari a 14,4 KA.
- t è la durata in secondi del tempo di guasto pari a 0,45 sec.
- K è una costante che dipende dal materiale del componente percorso da

corrente;

in tal caso

$$k = 226 \text{ A} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{s}^{1/2}$$

- B è il reciproco del coefficiente di temperatura della resistenza del componente percorso dalla corrente a 0°C; $\beta = 234,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Θ_i è la temperatura iniziale in gradi Celsius; $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$



- Θ_f è la temperatura finale in gradi Celsius; $\Theta_f = 300$ °C
Assumendo una corrente di guasto di 10 kA ed un tempo di durata del guasto di 0,45 sec si ricava la sezione minima del conduttore:

$$A = \frac{I}{k} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}} = \frac{10000}{226} \sqrt{\frac{0.45}{\ln \frac{300 + 234.5}{20 + 234.5}}} = 34,5 \text{ mm}^2$$

secondo tali calcoli per disperdere la corrente di guasto è necessaria una corda di sezione 34,5 mm². La sezione scelta secondo le considerazioni fin qui effettuate è di 63 mm².