

Proponente



IONIO FUEL S.r.l.
Riviera di Chiaia, 276 - 80121 NAPOLI

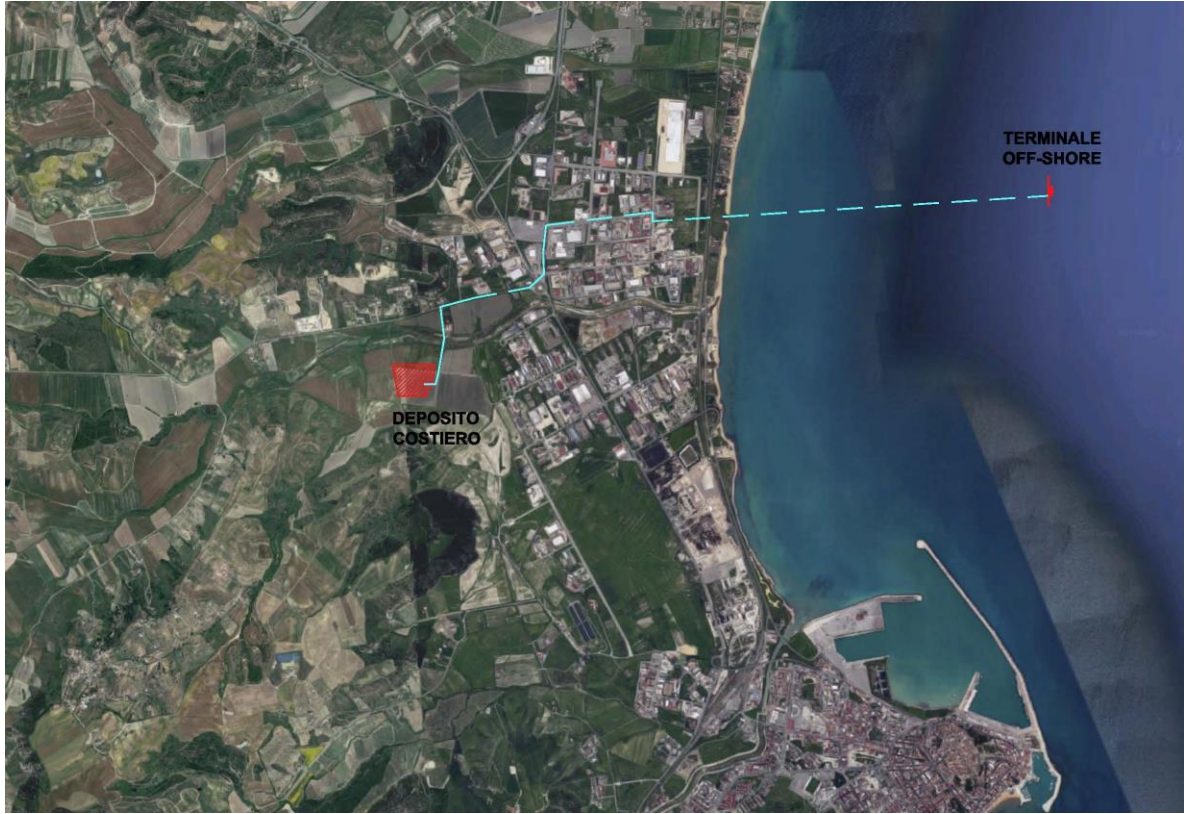
DEPOSITO COSTIERO DI RIGASSIFICAZIONE PER IL GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Comune di Crotona area industriale CO.R.A.P. "Ionio Fuel - Crotona LNG"

Società di Ingegneria incaricata per la progettazione



PROTO POWER S.R.L.
Sede legale ed uffici:
80121 Napoli (NA) – Riviera di Chiaia n.°276
P.IVA: 05805521217

DEPOSITO COSTIERO DI RIGASSIFICAZIONE DI GNL DA 20.000 MC NEL COMUNE DI CROTONE IN ZONA INDUSTRIALE CO.R.A.P. PROVINCIA DI CROTONE



| | |
|--|---|
| Gruppo di lavoro | Consulenze specialistiche |
| Studio di impatto ambientale Arch. Maddalena Proto Opere strutturali Arch. Maddalena Proto Arch. Luigi Vartuli Ing. Valentina Vartuli Sicurezza Cantieri Arch. Maddalena Proto Arch. Luigi Vartuli Ing. Valentina Vartuli Arch. Rosa Vartuli Direzione Lavori Arch. Maddalena Proto Arch. Luigi Vartuli Ing. Valentina Vartuli | Studio di fattibilità Dott. Luca Lamagna Geologia e Geotecnica Geol. Alessandro Amato Opere Idrauliche Ing. Giovanni Bruno Opere marittime Ing. Roberto De Rosa Studio di Impatto acustico ed elettromagnetico Ing. Carmine Iandolo Rapporto preliminare di sicurezza ICARO S.r.l. |

RELAZIONE ELETTRICA E SCHEMI UNIFILARI
01- ELABORATI TECNICI E SPECIALISTICI

| | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------------|--------|---------------------|-----------|---------|
| NOME FILE P_01_ES_05_SEU_R03 | | | | Progetto Definitivo | | FORMATO |
| CODICE ELAB P 01 ES 05 SEU R03 | | | | REV. D | | A4 |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATT | VERIFICATO | APPROVATO | |
| D | | Maggio 2023 | M.P. | V.V. | L.V. | |

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 1.1. | Introduzione..... | 3 |
| 1.2. | Principali acronimi ed abbreviazioni | 6 |
| 2 | SCHEMA A BLOCCHI E SCHEMA UNIFILARE IMPIANTO | 6 |
| 3 | ALIMENTAZIONE E DISTRIBUZIONE ELETTRICA | 9 |
| 3.1 | Rete di distribuzione..... | 9 |
| 3.2 | Rete di distribuzione del Deposito Costiero di rigassificazione del GNL..... | 10 |
| 3.3 | Rete di distribuzione del Terminale Off- Shore di ricezione del GNL..... | 11 |
| 3.4 | Modi di funzionamento dell'impianto..... | 11 |
| 3.4.1 | Assetto normale | 11 |
| 3.4.2 | Assetto in isola..... | 11 |
| 3.4.3 | Assetto di emergenza | 12 |
| 3.4.4 | Alimentazione da Enel:..... | 12 |
| 3.5 | Rete di Terra | 12 |
| 3.6 | Parafulmine..... | 12 |
| 3.7 | Consumo illuminazione ed edifici | 12 |
| 3.8 | Inquinamento luminoso | 13 |
| 4 | DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE E SCELTA DELLE PROTEZIONI | 14 |
| 4.1 | Parametri e modalità di calcolo | 15 |

1 PREMESSA

1.1. Introduzione

Il mercato energetico globale sta attraversando una fase di profondi cambiamenti, dovuti in particolare all'aumento di attenzione da parte della comunità internazionale, nei confronti dell'efficienza energetica.

Tale tendenza traspare chiaramente da alcune scelte operate in tempi recenti dalle maggiori potenze industriali, quali il ridimensionamento dell'utilizzo dell'energia nucleare in Giappone ed il ripensamento della Cina in merito all'utilizzo del carbone come combustibile nella produzione di energia elettrica a causa dei seri problemi ecologici legati alle emissioni di CO₂. Dall'inizio del XXI secolo il mondo dell'energia sta vivendo delle radicali trasformazioni che ne stanno alterando profondamente struttura e dinamiche: l'avvento delle fonti rinnovabili, il progressivo abbandono del carbone, il declino del petrolio o la crescita esponenziale del gas naturale sono solo alcuni dei fenomeni che stanno interessando il settore energy.

La mappa geopolitica dell'energia, infatti, sta mutando per effetto:

- del sostanziale incremento della produzione di petrolio e gas naturale in America settentrionale;
- del ripensamento circa il contributo della produzione di elettricità da fonte nucleare che, a seguito dell'incidente di Fukushima, interessa numerosi Paesi;
- dello sviluppo sempre più consistente delle fonti energetiche alternative e, in particolare, dell'eolico e del solare fotovoltaico;
- del contributo crescente del gas naturale come input energetico, anche per effetto delle scoperte di ingenti riserve non convenzionali (shale gas).

Questi fattori, unitamente alla sempre maggior attenzione della comunità internazionale ai temi dell'efficienza energetica, potrebbero realmente tradursi in un mutamento strutturale del sistema.

Il GNL sta diventando ormai un'alternativa sempre più diffusa ai carburanti tradizionali per le navi e anche per i mezzi stradali pesanti, una tendenza favorita dalle nuove norme della Convenzione Internazionale MARPOL (Annesso VI) dell'International Maritime Organization (IMO), che obbligano ad utilizzare a livello mondiale carburanti navali con un contenuto di zolfo inferiore allo 0,5 % m/m (massa per massa). Lo scopo è quello di migliorare la qualità dell'aria e diminuire drasticamente l'inquinamento ambientale prodotto dalle navi commerciali che oggi utilizzano combustibile con tenore di zolfo al 3,5%.

Premesso che, all'attuale stato dell'arte mondiale, la domanda e il consumo di LNG è in crescita, è opportuno quindi che il mercato italiano del LNG spinga in modo deciso nella direzione di incrementare la disponibilità di LNG sul territorio nazionale anche come soluzione per migliorare l'impatto ambientale dei mezzi pesanti su gomma e via mare. È conveniente ricordare che a partire dal 1° gennaio 2020 il settore dello shipping è stato obbligato ad affrontare l'introduzione di una ancor più severa limitazione del tenore di zolfo nei combustibili navali il cui limite è stato ridotto su scala mondiale a non più dello 0,5%. A tal proposito, gli armatori sono stati portati dalla normativa ad assumere decisioni importanti in termini di investimenti nel nuovo naviglio e nelle tecnologie a servizio della propulsione navale. Dati statistici relativi al 2019 mostrano che, a livello internazionale, sono già operative oltre 170 navi a propulsione GNL (escluse le metaniere), e

due tra le maggiori compagnie crocieristiche, MSC e Costa Crociere, hanno iniziato a dirottare i loro ordini verso le navi a LNG, di cui le prime navigano già nel Mediterraneo. Alla luce di queste trasformazioni, nell'arco dei prossimi anni, nei porti italiani crescerà la richiesta di approvvigionamento di navi, di dimensioni sempre maggiori, alimentate a LNG: una sfida che viene proposta al nostro sistema portuale e logistico. Attualmente, per assenza di punti di approvvigionamento di LNG nei nostri porti, il nostro Paese è decisamente rimasto indietro rispetto al Nord Europa nell'offerta infrastrutturale dei depositi per lo stoccaggio e rifornimento di LNG. In tale ottica gli investimenti sulle infrastrutture dovranno essere strategici e mirati su infrastrutture necessarie per il fabbisogno nazionale, con un piano che tenga in considerazione il ciclo di vita della flotta armatoriale attualmente in esercizio nonché l'evoluzione del sistema navale e logistico integrato, ferrovia e gomma. Proprio il trasporto merci su gomma e quindi il mondo dell'autotrasporto si inseriscono a pieno titolo nella filiera potenzialmente interessata dal LNG.

La società IONIO FUEL S.r.l. intende realizzare all'interno dell'area industriale di Crotone, un Deposito costiero LNG (Liquefied Natural Gas) da 20.000 mc. Il progetto prevedrà l'implementazione di una filiera per il trasporto del gas naturale liquido (GNL) a mezzo di navi metaniere sino al Deposito di ricezione per lo stoccaggio, e la successiva distribuzione mediante l'utilizzo di autocisterne e di imbarcazioni (LNG tankers).

Il Deposito costiero di IONIO FUEL sarà caratterizzato da un Terminale di ricezione GNL Off- Shore per la connessione e lo scarico del GNL dalle navi metaniere, un complesso di tubazioni criogeniche per il trasporto del fluido sia nella zona d'impianto (area industriale C.O.R.A.P. della Provincia di Crotone) sia in quella Off- Shore (localizzata a circa 2,4 Km dalla costa) e un sistema di stoccaggio (18 serbatoi criogenici da 1.226 mc), pompaggio (9 gruppi di pompaggio) e rigassificazione (40 vaporizzatori ad aria ambiente (AAV) con capacità pari a 5.000 mc/h) di una parte del GNL stoccato, più una stazione per il filtraggio, la misura e l'odorizzazione del gas naturale per l'immissione nelle reti di trasporto.

Attraverso le baie di carico per le autocisterne si potrà trasportare il GNL su gomma sul territorio o rifornire le navi, attuando così le direttive europee sull'utilizzo del GNL come combustibile per le imbarcazioni.

L'impianto nasce con l'obiettivo di fornire un carburante a basso impatto ambientale quale metano inteso come carburante per il trasporto navale e commerciale.

L'opera prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a: consentire l'attracco delle navi metaniere e il trasferimento del prodotto liquido (LNG) dalle stesse ai serbatoi di stoccaggio attraverso tubazioni criogeniche; permettere la misura del LNG e consentirne la distribuzione attraverso operazioni di bunkering su imbarcazione ("terminal to ship") e autocisterne ("terminal to truck"). L'intervento nel suo complesso va interpretato non solo come occasione per dotare l'area industriale di Crotone e la sua Provincia di un *Deposito costiero LNG da 20.000 mc*, ma tale progetto farà parte di un più vasto intervento che in collaborazione con l'Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili (STEMS – CNR di Napoli) ed il Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Università Parthenope di Napoli, vedrà la realizzazione attraverso una start up innovativa del Gruppo la società LNGI S.r.l. di un impianto pilota "power to gas" in grado di produrre il metano biologico attraverso un processo di metanazione. Tale processo attraverso l'anidride carbonica + 4 atomi di idrogeno darà luogo alla produzione

di metano CH₄ che attraverso la liquefazione con l'azoto darà spazio al LNG biologico. L'iniziativa precede lo stoccaggio del suddetto LNG biologico nel Deposito di Crotona al fine di rifornire le navi metaniere fornendo loro un metano green a emissioni zero.

Entrambi gli interventi si inseriscono nel quadro più ampio della **riduzione delle emissioni di anidride carbonica** con un approccio trasversale conciliando l'esigenza di individuare nuove e più efficienti forme di conservazione dell'energia con la possibilità di produrre gas rinnovabili come idrogeno e metano biologico **al fine di generare LNG biologico** e si completeranno con un sistema di azioni e procedure mirate alla sensibilizzazione e l'informazione nel territorio di Crotona e Provincia.

Al fine di dare attuazione alla realizzazione del Deposito costiero, la società proponente nel presente Studio svilupperà **soltanto il Deposito costiero LNG**, rinviando ad uno studio successivo la trattazione dell'impianto power to gas.

Attraverso la strategia "20-20-20" prevista dal Protocollo di Kyoto tutti gli stati europei sono chiamati all'applicazione di misure per incentivare la produzione di energia da fonti rinnovabili, ridurre le emissioni di anidride carbonica e attivare politiche volte all'efficientamento e al risparmio energetico, perseguendo gli obiettivi di sostenibilità, competitività e sicurezza dell'approvvigionamento. Tale decisione è stata confermata nella XXI Conferenza delle Parti, svoltasi a Parigi nel 2015, che con decisione 1/CP21, ha adottato l'Accordo di Parigi che implementa il protocollo di Kyoto e fissa obiettivi più ambiziosi per gli stati dell'Unione Europea. In tale ottica, la Calabria si trova impegnata nel raggiungimento di obiettivi quali la continuità e la sicurezza della fornitura energetica con opportuni strumenti di pianificazione. A tale scopo la Giunta Regionale considera l'approvvigionamento di metano una fase strategica volta a sostenere la transizione energetica e al raggiungimento del phase-out del carbone entro il 2030. Pertanto, indica come una delle azioni prioritarie del PEARS quella di mettere in atto le condizioni idonee allo sviluppo di un sistema energetico che dia priorità alle fonti rinnovabili ed al risparmio energetico come mezzi per una maggior tutela ambientale, al fine di ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera senza alterare significativamente il patrimonio naturale della Regione. L'importanza del Piano Energetico Ambientale Regionale, come strumento irrinunciabile per l'integrazione del fattore "energia" nella pianificazione del territorio, è inconfutabile in ordine al raggiungimento di tre obiettivi fondamentali: il risparmio energetico, l'impiego delle energie rinnovabili, l'eco-efficienza energetica.

In questo quadro, la realizzazione del Deposito costiero a Crotona risulta del tutto congruente con il perseguimento delle finalità di stimolo per l'imprenditorialità, di potenziamento dei sistemi produttivi locali e di impiego delle energie rinnovabili fatte proprie dal PEARS.

Il ruolo del GNL riveste notevole importanza anche rispetto al tema della riduzione delle emissioni delle navi, come espresso dal D.lgs. 257/2016 (Disciplina di attuazione della direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi. (17G00005). L'art.6 comma 1 indica che entro il 31 dicembre 2025, nei porti marittimi dovrà essere realizzato un numero adeguato di punti di rifornimento per il GNL per consentire la navigazione di navi adibite alla navigazione interna o navi adibite alla navigazione marittima alimentate a GNL nella rete

centrale della TEN-T. Inoltre, si prevedono forme di cooperazione con gli Stati membri confinanti per assicurare l'adeguata copertura della rete centrale della TEN-T.

In fine il surriscaldamento globale, attribuito dalla comunità scientifica alle emissioni antropiche di gas nell'atmosfera, ha innescato fenomeni che sono destinati a generare danni irreversibili per il Pianeta. Nel rapporto 2021 dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) si rilevano, infatti, cambiamenti nel clima della Terra con gravi impatti su ambiente e biodiversità; sono descritti, però, anche scenari in cui se l'umanità riuscirà a ridurre le emissioni di gas climalteranti nei tempi previsti dagli Accordi di Parigi potrà tenere sotto controllo l'incremento di temperatura. I due recenti consessi internazionali del G20 di Roma e della COP26 di Glasgow testimoniano la ferma volontà dei Governi di proseguire il confronto sul cambiamento climatico, sull'assunzione di impegni e sull'individuazione, nel breve termine, di misure per un'efficace transizione ecologica. Impegni corroborati, oggi più di ieri, da consapevoli e incisive istanze dell'opinione pubblica. Tra i principali attori chiamati ad agire vi sono le imprese, i progettisti, cui è richiesto un riposizionamento, nel breve-medio termine, verso minori emissioni e investimenti in nuove infrastrutture e tecnologie per supportare la transizione energetica.

È in questa dinamica con l'adozione di nuove tecnologie e nuovi modelli che si renderà possibile una transizione capace di coniugare crescita, benessere economico, inclusione e sostenibilità ambientale.

1.2. Principali acronimi ed abbreviazioni

| | |
|-----|---|
| BOG | Boil Off Gas |
| GN | Gas Naturale |
| GNL | Gas Naturale Liquefatto |
| LNG | Liquefied Natural Gas |
| MCI | Motore Combustione Interna |
| EDG | Generatore diesel di emergenza |
| MT | Media tensione |
| BT | Bassa tensione |
| UNI | Ente Nazionale Italiano di Unificazione |
| DCS | Distributed control system |
| PLC | Programmable logic controller |
| MCC | Motor Control controller |

2 SCHEMA A BLOCCHI E SCHEMA UNIFILARE IMPIANTO

Di seguito si riportano lo schema a blocchi e lo schema unifilare dell'impianto elettrico del Deposito Costiero, situato a terra, e del Terminale Off-Shore.

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE
 RELAZIONE ELETTRICA E SCHEMI UNIFILARI

SCHEMA A BLOCCHI IMPIANTO ELETTRICO DEPOSITO COSTIERO E TERMINALE OFF SHORE

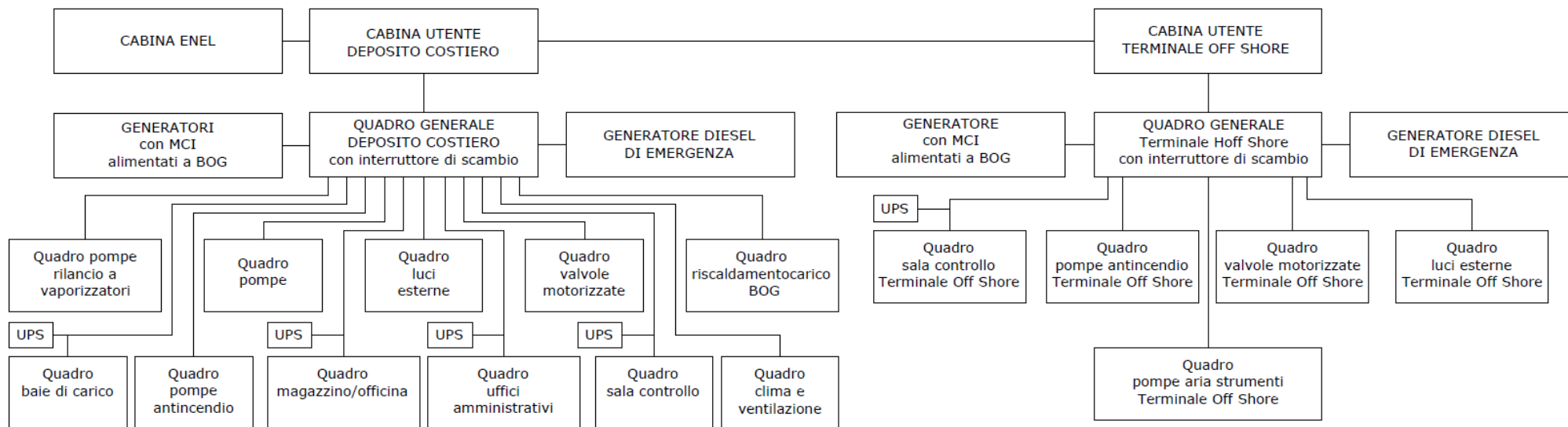


Figura 1- Schema a blocchi impianto elettrico Deposito costiero e Terminale Off – Shore

SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DEPOSITO COSTIERO E TERMINALE OFF SHORE

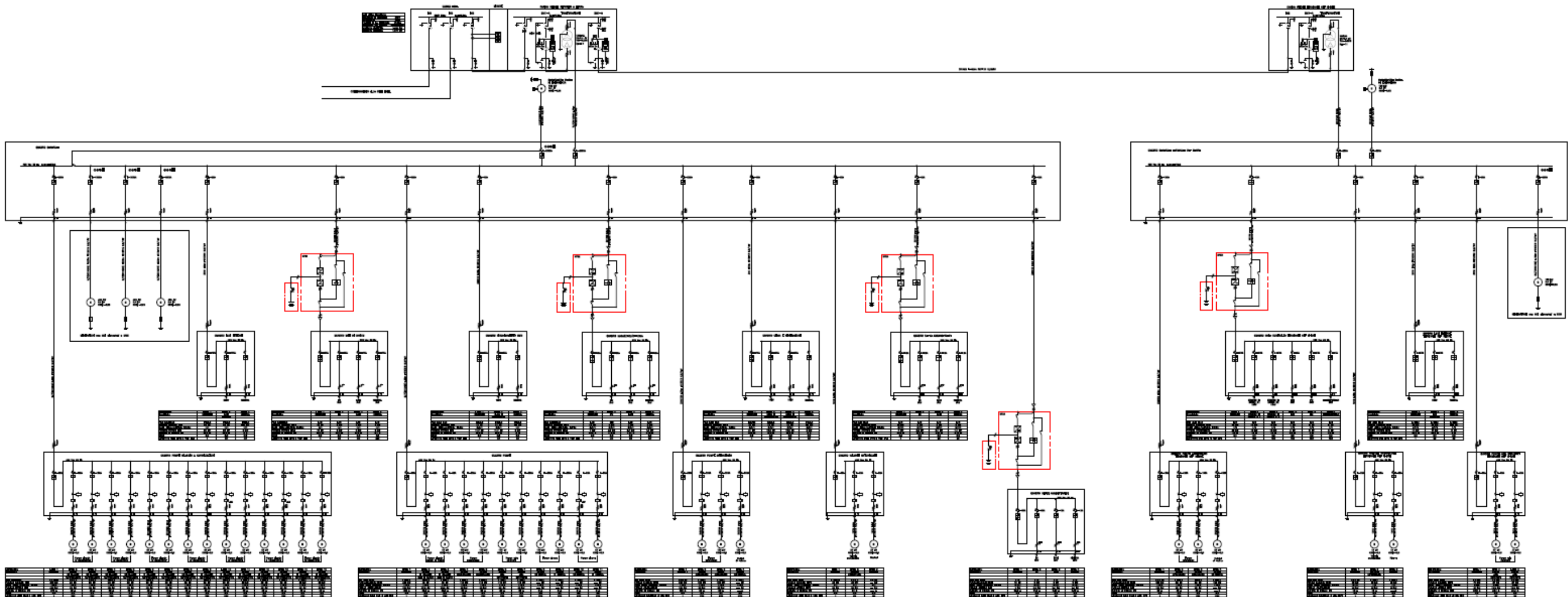


Figura 2 – Schema elettrico unifilare Deposito costiero e Terminale Off – Shore

3 ALIMENTAZIONE E DISTRIBUZIONE ELETTRICA

3.1 Rete di distribuzione

Il sistema di distribuzione prevede un punto di consegna a 20 kV in cabina Enel ubicata nella zona di confine tra l'area di impianto e la viabilità pubblica e n 2 cabine utente di trasformazione Mt/bt, una posizionata all'interno del Deposito Costiero di rigassificazione del GNL e l'altra situata sul Terminal Off-Shore di ricezione del GNL, distante circa 5,8 km.

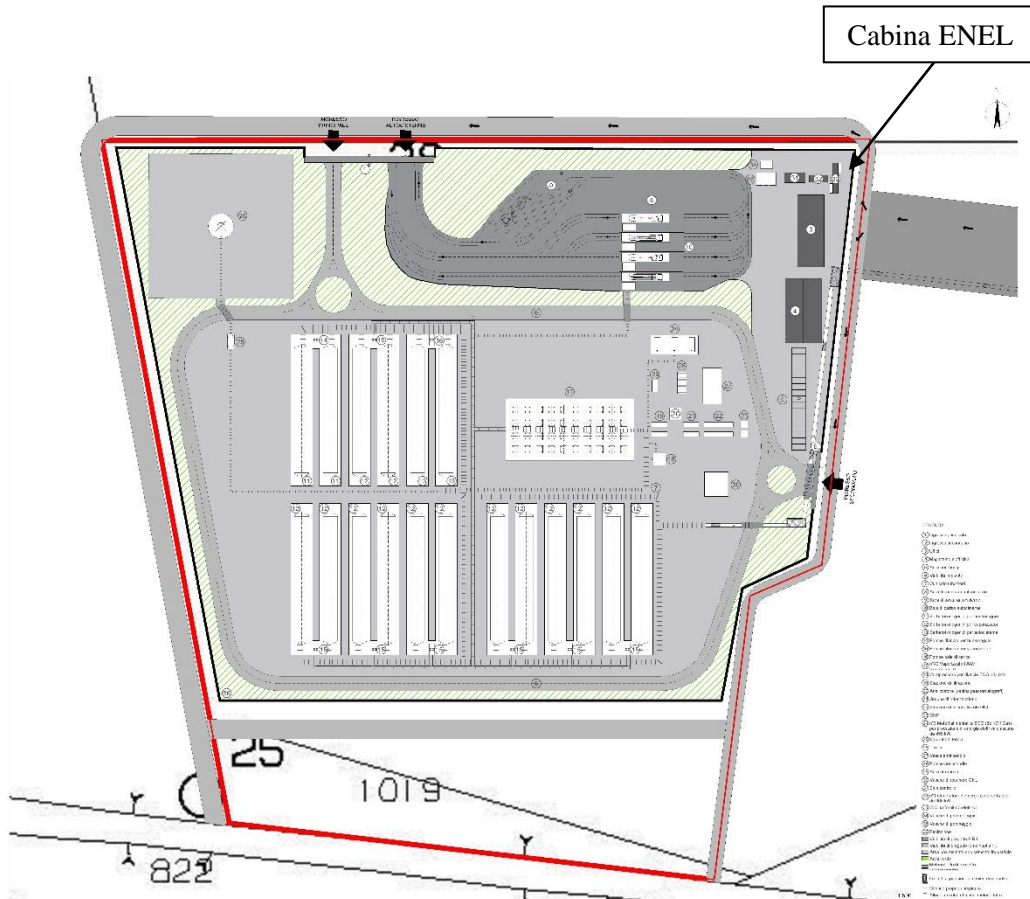


Figura 3 – Planimetria generale del Deposito Costiero

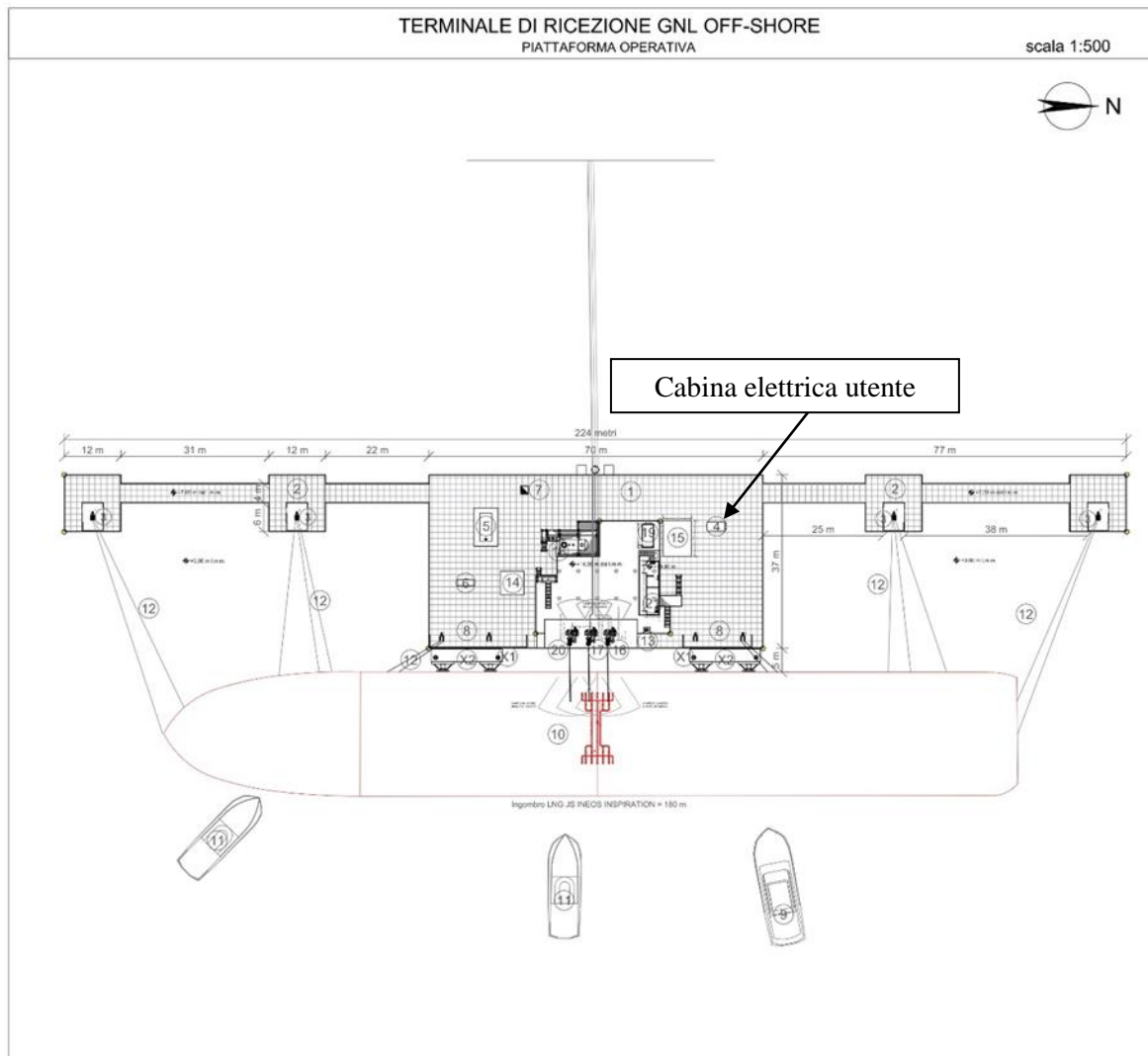


Figura 4 – Planimetria generale Terminale Off-Shore

3.2 Rete di distribuzione del Deposito Costiero di rigassificazione del GNL

Dalla cabina di consegna si passa alla cabina di interfaccia utente interna al deposito costiero di rigassificazione del GNL con quadro MT, con un trasformatore da 1.250 kVA per, l'alimentazione delle utenze collocate all'interno dell'area dell'impianto, ed uno scomparto MT di protezione della linea di collegamento in media tensione alla seconda cabina utente, posizionata sul Terminal Off - Shore di ricezione del GNL.

L'impianto è dotato di tre generatori elettrici trifase a 400 V da 450 kW con MCI che utilizza il BOG, generato dall'evaporazione del GNL che si registra durante le fasi di stoccaggio e trasferimento.

Nelle normali condizioni di esercizio le utenze elettriche del deposito costiero possono essere alimentate da due dei generatori con MCI, mentre il terzo resta a disposizione come backup, o in casi di assorbimenti elettrici eccezionali (es. avviamento contemporaneo di tutte le pompe).

La connessione al distributore è mantenuta attiva con il funzionamento in parallelo ai generatori in modo tale da traguardare lo "scambio nullo" che rappresenta la scelta progettuale di default.

L'impianto sarà inoltre dotato di un generatore Diesel di emergenza della potenza di 900 kW.

E' previsto un quadro principale di BT con funzione di Power Center e due MCC nella cabina elettrica di impianto. I quadri BT di distribuzione secondari saranno ubicati, nella control room. Ulteriori quadri di zona sono previsti negli edifici:

- amministrazione/uffici;
- magazzino/officina;

Il quadro principale denominato Quadro Generale è suddiviso in due sbarre per alimentare i carichi normali e di emergenza.

La sbarra di emergenza è alimentata da generatore Diesel.

I generatori (MCI e EDG) saranno equipaggiati con dispositivo di sincronizzazione automatica.

3.3 Rete di distribuzione del Terminale Off- Shore di ricezione del GNL

La cabina utente posizionata sul Terminale Off - Shore prevede un quadro MT, con un trasformatore da 150 kVA per l'alimentazione delle utenze collocate all'interno della piattaforma operativa.

Il Terminale è dotato di un generatore elettrico trifase a 400 V da 150 kW con MCI che utilizza il BOG.

Nelle normali condizioni di esercizio gli autoconsumi elettrici del Terminale Off-Shore possono essere soddisfatti dal generatore con MCI. La connessione al distributore è mantenuta attiva con il funzionamento in parallelo al generatore in modo tale da traguardare lo "scambio nullo" che rappresenta la scelta progettuale di default. È inoltre previsto un generatore Diesel di emergenza (EDG) della potenza di 150 kW, che interviene in caso di contemporanea indisponibilità del MCI e della rete.

Il quadro principale di BT, con funzione di Power Center, ed i quadri pompe, saranno installati nella cabina elettrica di impianto. I quadri BT di distribuzione secondari saranno ubicati in prossimità dei bracci di carico e nella control room.

I generatori (MCI e EDG) saranno equipaggiati con dispositivo di sincronizzazione automatica.

3.4 Modi di funzionamento dell'impianto

L'impianto è caratterizzato da tre possibili modi di funzionamento, essendo la transizione tra questi possibile, senza soluzione di continuità dell'alimentazione alle utenze.

3.4.1 Assetto normale

L'impianto è connesso al distributore, i MCI sono parzialmente in funzione in parallelo alla rete in modo tale da traguardare lo "scambio nullo".

3.4.2 Assetto in isola

In caso di indisponibilità della rete Enel, l'impianto può passare al funzionamento in isola, aprendo l'interruttore di interfaccia a 20 kV. In questo assetto i MCI regolano la produzione di potenza attiva e reattiva per soddisfare in ogni istante le esigenze dei carichi dell'impianto.

3.4.3 Assetto di emergenza

In caso di indisponibilità della rete Enel e di MCI fuori servizio, viene attivato il generatore diesel di emergenza EDG che alimenta i carichi di sicurezza che includono:

- Sistema antincendio;
- Alimentazione UPS;
- Quadri servizi generali edifici;

oltre ad altre utenze per un massimo di 900 KW.

Al ritorno dell'alimentazione Enel o alla messa in servizio di almeno un MCI il sistema ritorna in assetto senza la necessità di interrompere l'alimentazione alle utenze di emergenza.

3.4.4 Alimentazione da Enel:

I MCI non sono disponibili e l'impianto è alimentato dalla sola rete Enel. Il carico varia in funzione delle prestazioni richieste (scarico nave, carico autobotti, ecc.).

3.5 Rete di Terra

La maglia di rete di terra primaria è stata dimensionata a 100 mm². Si è tenuto conto dell'impianto che è in BT e sono state seguite le prescrizioni della CEI 64-8 e della CEI EN 62305 che prescrivono una sezione minima per conduttori in rame di 50 mmq. Tenendo conto dell'ambiente marino 100 mmq appare una sezione ottimale.

3.6 Parafulmine

È stato effettuato il calcolo del rischio R1 secondo CEI EN 62305 e tutti gli edifici non richiedono l'installazione di un LPS.

Per quanto riguarda il calcolo ha evidenziato che le strutture metalliche sono autoprotette secondo le prescrizioni sui rischi di fulminazione a condizione che siano collegate a terra e venga mantenuta l'equipotenzialità.

3.7 Consumo illuminazione ed edifici

Per quanto riguarda il consumo elettrico degli impianti di illuminazione e degli edifici e per il dimensionamento degli UPS in questa fase di progetto autorizzativo sono stati considerati i consumi di impianti analoghi e utilizzando il parametro della potenza specifica in VA/m².

Valori tipici per edifici adibiti ad ufficio sono di 100 VA/m².

Per quanto riguarda l'illuminazione stradale, il passo di posizionamento delle armature per la redazione dell'illuminazione è di 25 m con altezze di palo fino a 10 m.

3.8 Inquinamento luminoso

Il progetto seguirà le indicazioni delle leggi regionali e nazionali in materia di inquinamento luminoso (DGR 48/31 del 29/11/2007). “Linee guida e modalità tecniche d’attuazione per la riduzione dell’inquinamento luminoso e acustico e il conseguente risparmio energetico (art. 19, comma 1, L.R. 29 maggio 2007, n. 2).”

4 DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE E SCELTA DELLE PROTEZIONI

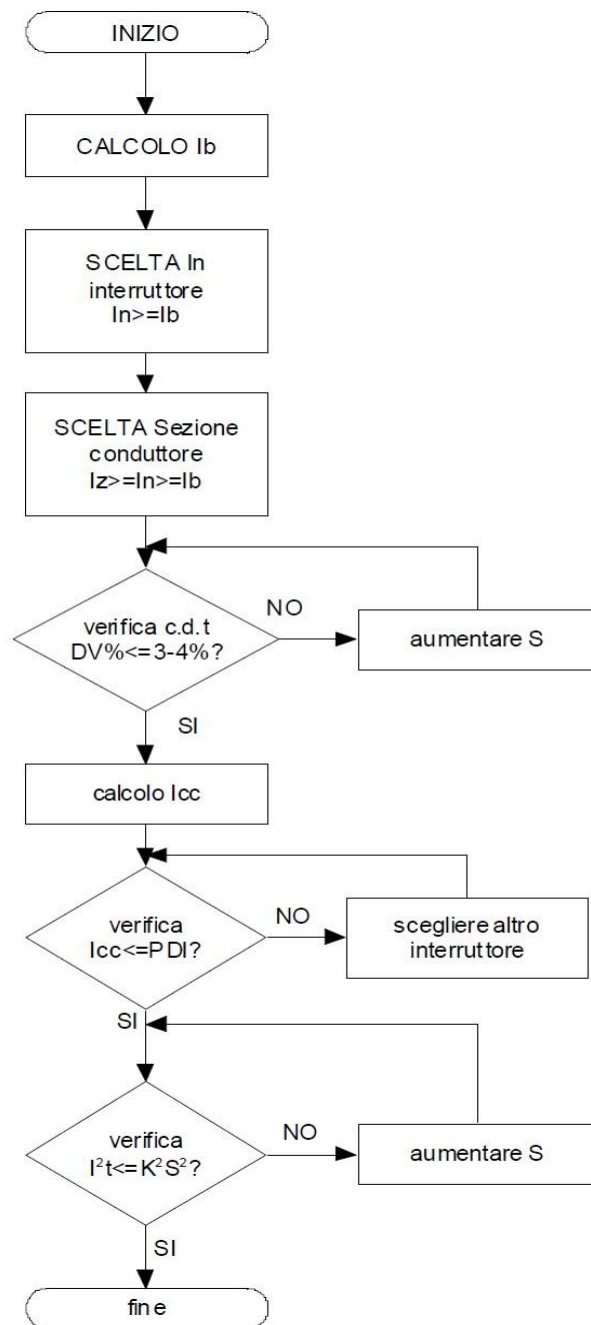


Figura 5 – Dimensionamento delle linee e delle protezioni

4.1 Parametri e modalità di calcolo

PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI (NORMA CEI 64.8/4 - 433.2)

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45I_z$$

Dove

I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata in regime permanente della conduttura

I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI (NORMA CEI 64.8/4 - 434.3)

$$I_{ccMax} \leq P.d.i.$$

Dove

$I_{cc Max}$ = Corrente di corto circuito massima

P.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

ENERGIA SPECIFICA PASSANTE

$$I^2_t \leq K^2 S^2$$

I^2_t = Integrale di Joule della corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = Coefficiente della conduttura utilizzata

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI (NORMA CEI 64.8/4 - 413.1.3.3/413.1.4.2/413.1.5.3/413.1.5.5/413.1.5.6)

per sistemi TN

Se è soddisfatta la condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

dove

U_o = Tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in Volt;

Z_s = Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo e di protezione tra punto di guasto e la sorgente;

I_a = Valore in ampere, della corrente di intervento in 5 sec. o secondo le tabelle CEI 64.8/4 - 41A e/o 48A del dispositivo di protezione.

CADUTA DI TENSIONE

$$\Delta V = K \times I_b \times L (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

I_b = corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A

R_l = resistenza (alla TR) della linea in Ω/km

X_l = reattanza della linea in Ω/km

$K = 2$ per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

L = lunghezza della linea.

TEMPERATURA A REGIME DEL CONDUTTORE

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo.

La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

dove

T_R = è la temperatura a regime espressa in $^{\circ}\text{C}$

T_z = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in $^{\circ}\text{C}$

T_A = è la temperatura ambiente espressa in $^{\circ}\text{C}$

n = è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la portata I_z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (Unel 35024/70, IEC 364-5-523, CEI - Unel 35024/1).

LUNGHEZZA MAX PROTETTA PER GUASTO A TERRA

$$I_{cc} \text{ min a fondo linea} > I_{int}$$

$I_{cc} \text{ min}$ = corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.

I_{int} = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalle tabelle CEI 64.8/4 - 41A, 41B e 48A . (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

LUNGHEZZA MAX

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea e dalla caduta di tensione a fondo linea.

CALCOLO DELLA POTENZA DEL GRUPPO DI RIFASAMENTO

Al fine di diminuire le perdite d'energia e di ridurre l'assorbimento di potenza reattiva proporzionalmente ai macchinari e alle linee esistenti in un sito industriale.

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento fatto in automatico dal programma, tramite l'apposito pulsante Rifasamento, viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg \varphi_i - tg \varphi_f)$$

Q_c = è la potenza reattiva della batteria di rifasamento

P = è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare

$\text{tg } \varphi_i$ = è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare

$\text{tg } \varphi_f$ = è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

POSA INTERRATA

Di seguito vengono riportate le tabelle contenenti i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso di posa interrata.

La portata in tal caso è data da:

$$I_{\text{zeff}} = I_z * K_5 * K_6 * K_7 * K_8$$

K_5 = Coefficiente riduttivo in funzione della temperatura del terreno quando differente da 20°C

K_6 = Coefficiente riduttivo di gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K_7 = Coefficiente riduttivo in funzione della profondità di posa.

K_8 = Coefficiente riduttivo in funzione della natura del suolo in caso di conduttori direttamente a contatto con il terreno.

I cavi utilizzati in posa interrata dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Isolamento in EPR (gomma di qualità G5 o G7) o isolamento in PVC (qualità R2);
- Grado di isolamento superiore a 3;
- Guaina sia per posa direttamente interrata che in tubo.

Sezione

| Cavi multipolari e unipolari | | Metodo di installazione | Isolante | n° conduttori attivi | Sezione nominale mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|-------------------------|----------|----------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 | 400 |
| Interrata | PVC | 2 | - | 32 | 42 | 54 | 67 | 90 | 116 | 146 | 178 | 211 | 261 | 308 | 324 | 397 | 445 | 514 | 581 | - | - | - |
| | | 3 | - | 26 | 34 | 44 | 56 | 74 | 96 | 123 | 147 | 174 | 216 | 256 | 288 | 328 | 367 | 424 | 480 | - | - | - |
| | EPR | 2 | - | 37 | 48 | 63 | 80 | 104 | 136 | 173 | 208 | 247 | 304 | 360 | 377 | 463 | 518 | 598 | 677 | - | - | - |
| | | 3 | - | 31 | 41 | 53 | 66 | 87 | 113 | 144 | 174 | 206 | 254 | 301 | 335 | 387 | 434 | 501 | 565 | - | - | - |

Figura 6 – Sezione nominale dei cavi multipolari ed unipolari