

Associazione Temporanea di Imprese tra:



**HYM. STUDIO**  
Ingegneria idraulica



Hv.M.Studio mandante:  
via Pomba 23 - 10123 TORINO tel. 011 56 13 103, fax 011 55 92 891.  
e-mail: hym@hymstudio.it www.hymstudio.it

Hydrodata S.p.A. capogruppo mandataria:  
via Pomba 23 - 10123 TORINO tel. 011 55 92 811, fax 011 56 20 620  
e-mail: hydrodata@hydrodata.it www.hydrodata.it



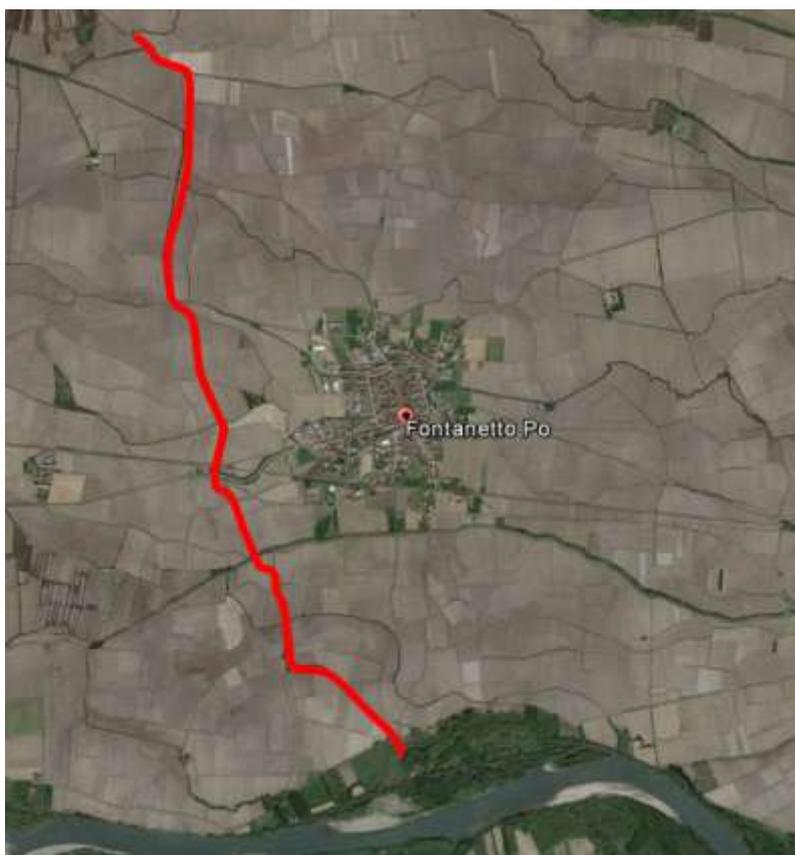
# COMUNE DI FONTANETTO PO

Provincia di Vercelli



## REALIZZAZIONE CANALE SCOLMATORE AD OVEST DI FONTANETTO PO

### PROGETTO ESECUTIVO



### Relazione impiantistica elettrica



CONSULENZA TECNICA SPECIALISTICA

ING. STEFANO POLLEDRO

CODICE DOCUMENTO

3218 - 0 9 - 0 8 2 0 1 . DOC 5.3

01	MAR. 22	C. SOLDERA	M. CODO	R. BERTERO	
00	OTT. 21	C. SOLDERA	M. CODO	R. BERTERO	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

## INDICE

1. PREMESSA	1
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	1
2.1 Impianti	1
2.2 Quadri in bassa tensione	2
2.3 Cavi	2
2.4 Tubazioni	2
2.5 Apparecchi Illuminanti	2
3. QUALITA' DEI MATERIALI	3
4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
5. CABINA DI RICEVIMENTO E TRASFORMAZIONE MT/BT	4
6. IMPIANTO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE DI POTENZA	5
7. IMPIANTO DI SEGNALAMENTO E GESTIONE DELLE APPARECCHIATURE/EMERGENZE	6
8. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	8
9. CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO	9
10. DIMENSIONI DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	11
11. CONSIDERAZIONI ECONOMICHE E GESTIONALI	12
12. NOTE GENERALI	12

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica riporta la descrizione delle opere e dei criteri progettuali previsti per l'impiantistica elettrica relativa alla realizzazione del *canale scolmatore a protezione del concentrico di Fontanetto Po (TO)*.

Per la descrizione particolareggiata delle opere civili inerenti il canale scolmatore e le opere accessorie si rimanda alla relazione descrittiva generale ed alle relazioni specialistiche.

Essenzialmente le opere necessarie alla realizzazione dell'opera sono le seguenti:

- Cabina di ricevimento e trasformazione energia MT/bt;
- Impianto di distribuzione di potenza;
- Impianto di segnalamento e gestione delle apparecchiature/emergenze.

Nel seguito del presente documento saranno forniti i criteri progettuali di scelta della apparecchiature, motivandone l'individuazione, considerando come presupposti fondamentali la riduzione dei costi di gestione e di manutenzione, la sicurezza operativa e la possibilità di potenziare in futuro il sistema di controllo/supervisione.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

In termini generali i materiali, le apparecchiature e le modalità di installazione dovranno essere conformi a tutte le Leggi e le normative vigenti ed applicabili, fra cui - a titolo esemplificativo e non limitativo - si citano:

- Legge n. 186 del 1.03.1968;
- Decreto Legge n. 37 del 22.1.2008;
- UNI EN 12464-1 Illuminazione dei posti di lavoro;
- UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza;
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio;
- D.M. del 10.3.1998;
- Norme CEI;
- D.Lgs. n. 81/2008 (per quanto di pertinenza elettrica, ma con esclusione di eventuali impianti a bordo macchina);
- Prescrizioni ISPESL, VV.FF., ENEL/AEM, TELECOM, ASL.

In particolare si richiamano qui di seguito alcune delle normative CEI più ricorrenti nell'ambito degli impianti in oggetto, pur rimanendo inteso il rispetto comunque di ogni altra norma o prescrizione anche se non esplicitamente citata.

Tali normative sono da intendersi nell'edizione in vigore e comprensive delle eventuali "Varianti" e/o "Appendici".

### 2.1 Impianti

CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI 99-2	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 99-3	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1kV in corrente alternata

CEI 11-17	Linee in cavo
CEI 31-30	Luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas e/o vapori infiammabili - Classificazione dei luoghi pericolosi
CEI 31-33	Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas
CEI 31-35	Guida per la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in c.a. e a 1.500 V in c.c.
CEI 81-10	Protezione contro il fulmine (CEI EN 62305)
UNI EN 40:	Pali per illuminazione pubblica”
UNI 12464:	Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro.

## 2.2 Quadri in bassa tensione

CEI 17-5	Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2°: Interruttori automatici
CEI 17-13	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)
CEI 23-3	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
CEI 38-1	Trasformatori di corrente per misura e protezione
CEI 38-4	Trasformatori di tensione (per misura)

## 2.3 Cavi

CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV (per cavi CPR)
CEI 20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3
CEI 20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-22	Cavi non propaganti l'incendio - Prove
CEI 20-37	Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi. (per cavi CPR)

## 2.4 Tubazioni

CEI 23-81	Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
CEI 23-83	Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
CEI 23-31	Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi
CEI 23-32	Sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete

## 2.5 Apparecchi Illuminanti

CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione - Parte 1°: Prescrizioni generali e prove
-----------	---

CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione - Parte 2°: Requisiti particolari - Apparecchi di illuminazione di emergenza
CEI 34-23	Apparecchi di illuminazione - Parte 2°: Requisiti particolari - Apparecchi fissi per uso generale.

### 3. QUALITA' DEI MATERIALI

Tutti i materiali e le apparecchiature utilizzate per la realizzazione degli impianti in oggetto dovranno essere adatti agli ambienti di installazione e rispondenti alle relative Norme CEI - UNEL, ove esistano.

Inoltre tutti i materiali dovranno presentare il Marchio CE e - quelli per i quali ne sia prevista la concessione - dovranno essere muniti del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o del contrassegno CEI o di altro Marchio o Certificazione equivalente.

In ogni caso, materiali ed apparecchiature saranno nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità e completi di tutti gli elementi accessori necessari per la loro messa in opera e per il corretto funzionamento, anche se non espressamente citati nella documentazione progettuale.

### 4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Come accennato precedentemente le opere da realizzare comprendono essenzialmente:

- Cabina di ricevimento e trasformazione MT/bt;
- Impianto elettrico di distribuzione di potenza;
- Impianto di segnalamento e gestione delle apparecchiature/emergenze.

Visto lo sviluppo lineare del canale scolmatore, si è deciso di optare per una unica cabina di trasformazione MT/bt, posizionata nelle vicinanze della rotonda ove confluiscono la SP33 e la SP31bis.

Tale scelta è stata anche dettata dal fatto che, essendo l'intervento in zona rurale, le possibilità di allacciamento elettrico in bassa tensione non è realizzabile. La scelta è stata comunque fatta dopo verifica preliminare con i tecnici gestori dell'energia (ENEL) che hanno confermato la sola presenza di linea media tensione (di tipo interrato) transitante nelle immediate vicinanze della rotonda indicata precedentemente.

La suddetta cabina sarà il fulcro gestionale dell'intero impianto. Dalla cabina partiranno le dorsali di alimentazione per le apparecchiature in campo. Si è optato per due dorsali di alimentazione separate, una per il tratto di canale a Nord ed una per il tratto di canale a Sud della cabina.

Congiuntamente, dalla cabina di trasformazione, partiranno i tratti di fibra ottica dedicati alla gestione di tutto l'impianto. In particolar modo saranno gestiti i comandi, sia in locale che da remoto, delle apparecchiature installate, sia la parte di segnalamento di "stato dell'impianto" (stato delle apparecchiature, scatto protezioni, ecc cc) che la parte di "allarmi".

I nodi principali, vista la loro importanza ai fini dello smaltimento delle acque, saranno dotati di gruppo elettrogeno locale, in grado di attivarsi automaticamente e con una autonomia minima di circa 8h di funzionamento a pieno carico.

L'impianto di segnalamento/gestione sarà sotteso a gruppo di continuità statico (UPS).

## **5. CABINA DI RICEVIMENTO E TRASFORMAZIONE MT/BT**

La cabina elettrica di trasformazione sarà realizzata secondo gli standard normativi ed in particolar modo recepirà tutte le normative e delibere ENEL attualmente in vigore.

Sarà realizzata in calcestruzzo prefabbricato e dotata di apposito vano misure ENEL.

All'interno della cabina saranno installate le seguenti apparecchiature principali:

- Quadro elettrico media tensione (lato utente).
- Trasformatore MT/bt 400kVA.
- Quadro elettrico generale di bassa tensione.
- Quadro (rack) apparati gestione e controllo impianto paratoie.
- UPS 10kVA dedicato all'impianto di gestione e controllo.
- Impianto luce e forza motrice di servizio.
- Impianto di terra.

I quadri elettrici saranno realizzati in carpenteria metallica, adatti alla posa a pavimento, con portella frontale trasparente (quadri di segnalamento e bassa tensione), grado di protezione idoneo all'ambiente di installazione.

Le apparecchiature dedicate all'impianto luce e forza motrice saranno realizzate in accordo con le prescrizioni ENEL ed alle normative vigenti.

Il quadro elettrico generale di bassa tensione sarà dimensionato per una tenuta al corto circuito pari ad almeno 15kA.

Il trasformatore avrà una potenza di 400kVA e tensione secondaria pari a 400V,  $V_{cc}\%=6\%$ , isolato in resina, secondario  $\pm 2 \times 5\%$ .

L'impianto di terra di cabina sarà realizzato con treccia di rame nuda in intimo contatto con il terreno e minimo n. 4 puntazze ispezionabili. La sezione della treccia di rame, si può considerare in prima battuta pari a  $95\text{mm}^2$ . Sezione della treccia di rame e numero delle puntazze dovranno essere verificate in fase di progettazione esecutiva di dettaglio (costruttiva) dopo aver individuato l'esatta posizione della cabina di ricevimento/trasformazione.

Il quadro (RACK) di gestione e controllo del "sistema paratoie" sarà dotato essenzialmente dei seguenti apparati:

- PC server su cui sarà installato il software di gestione e controllo delle paratoie
- Apparati di interconnessione fibra ottica per l'interconnessione dell'anello in arrivo dal "campo"

- Modem GSM dedicato alla comunicazione ed al lancio dei segnali di allarme verso gli operatori preposti.

Il quadro (RACK) sarà sotteso a linea di alimentazione di continuità. L'energia di continuità sarà erogata da un UPS avente potenza pari a 10kVA ed autonomia 60minuti, in grado di fornire una autonomia al sistema pari ad almeno 8 ore (considerato un assorbimento medio pari a circa 1kW).

Il funzionamento del sistema di controllo e gestione delle paratoie sarà descritto successivamente.

## **6. IMPIANTO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE DI POTENZA**

La distribuzione di nuova realizzazione per l'alimentazione dei sotto quadri elettrici distribuiti lungo il percorso del canale sarà realizzata in cavo tipo FG16OR16-0,6/1KV posato all'interno di cavidotto interrato. Il cavidotto sarà del tipo a doppia parete, diametro 160mm realizzato all'interno del manufatto stesso del canale.

Circa ogni 50m, e comunque ad ogni curva del tracciato, sarà inserito un pozzetto rompi tratta in CLS prefabbricato (dimensioni indicative 600x600xh900mm). Il pozzetto sarà dotato di chiusino carrabile in ghisa.

Il dimensionamento è stato eseguito considerando la contemporaneità di chiusura/apertura di n. 4 paratoie per ogni nodo su ogni semitratta (cautelativamente circa 24Kw).

Essendo il carico distribuito, si è considerata una distanza media pari a circa il 50% di una semitratta (circa 1300m per il lato Nord e 750m per il lato SUD).

Come descritto nel seguito, l'avviamento e la gestione delle aperture/chiusure delle paratoie sarà gestito in modo tale da diminuire al minimo la contemporaneità di funzionamento in fase di avviamento/spunto.

Eventuali derivazioni/giunzioni dei cavi saranno realizzate seguendo la regola dell'arte ed utilizzando procedure che garantiscano la più duratura continuità di servizio del sistema.

Oltre alla cabina di ricevimento/trasformazione l'impianto presenta 6 NODI principali.

I nodi principali, vista la loro importanza dal punto di vista "idrico", si differenziano dagli altri nodi perché sono dotati di gruppo elettrogeno di emergenza. Tale gruppo, della potenza massima di 24KVA, non rientra nelle prescrizioni dei vigili del fuoco e serve a garantire la continuità di servizio anche in assenza di rete elettrica.

L'autonomia sarà di almeno 8 ore a pieno carico, in grado quindi a completare l'intero ciclo di apertura/chiusura delle paratoie del singolo nodo.

Il gruppo elettrogeno e le apparecchiature di potenza e controllo saranno posate all'interno di cabina prefabbricata in CLS rispondente alle normative ENEL attualmente vigenti. Il gruppo elettrogeno sarà posato separatamente dalle apparecchiature di potenza e controllo. L'avviamento automatico sarà gestito tramite quadro ATS in grado di "commutare" l'alimentazione in modo automatico da rete/gruppo in assenza dell'alimentazione di rete.

Nei nodi secondari invece le apparecchiature saranno posate sempre all'interno di cabina in CLS prefabbricato rispondente alle normative ENEL, ma di dimensioni inferiori rispetto a quelle dei nodi principali.

Tale cabina conterrà esclusivamente gli impianti di potenza e controllo.

## **7. IMPIANTO DI SEGNALAMENTO E GESTIONE DELLE APPARECCHIATURE/EMERGENZE**

L'impianto di segnalamento e di gestione delle apparecchiature/emergenze sarà realizzato con il seguente schema "piramidale":

- PC server di primo livello ove è installato il programma di supervisione e controllo e da dove partono i segnali di comando e di eventuale anomalia/allarme;
- Sistema di distribuzione in fibra ottica (ad anello) con apparecchiature di interfaccia ad ogni nodo;
- Sistema di gestione locale per ogni nodo interfacciato con il sistema a fibra ottica (attraverso router) per la gestione delle paratoie dotato di moduli di INPUT / OUTPUT;
- In caso di fault del sistema, interverrà il PLC di gestione delle paratoie sfruttando i sensori posti in campo;
- Terna di sensori di acquisizione del livello delle acque nei canali (sensore di prima lettura di tipo piezoresistivo, sensore di seconda lettura di tipo ad ultrasuoni, sensore di terza lettura/emergenza del tipo galleggiante a pera).

Il programma di supervisione, gestione e controllo, sarà installato su apposito PC server posizionato all'interno della RACK posato nella cabina di trasformazione MT/bt principale. Tale software sarà gestibile/visionabile anche da remoto tramite l'installazione di modem GPRS. Tale connessione è necessaria anche per gestire gli allarmi come descritto successivamente.

L'anello di fibra ottica sarà realizzato attraverso la posa di due linee in fibra (armate) che partendo dal rack posto nella cabina MT/bt collegano alternativamente i quadri posati all'interno dei nodi. Il collegamento alternativo serve per ridurre la distanza delle tratte e per garantire un mantenimento del segnale senza ricorrere all'uso di eventuali ripetitori di segnale.

Lo stato degli interruttori sarà controllato da moduli a 8 ingressi posto all'interno del quadro stesso e rimandato direttamente al sistema di controllo.

La gestione delle paratoie sarà gestita tramite modulo ad 8 uscite gestito dal sistema di controllo ed eventualmente, in caso di assenza rete, da PLC locale pre-programmato.

In generale tutti gli stati dei sensori e degli interruttori verranno riportati, attraverso le apparecchiature precedentemente descritte, al server di controllo e gestione.

A seguito dell'opportuna programmazione, da realizzarsi in accordo con il committente, il sistema sarà in grado di gestire in modo autonomo ed in piena sicurezza le varie situazioni che si verranno a creare a seguito dell'aumento del livello delle rogge e del canale scolmatore.

La presenza, in ogni cabina "nodo", di un UPS da 3kVA garantisce la possibilità di controllare e gestire ove necessario l'apertura e la chiusura delle paratoie in totale sicurezza ed affidabilità del sistema garantendo continuità di servizio.

Si riporta, nel seguito, una sequenza tipica di gestione degli allarmi che potrà essere programmata sul sistema fornito.

Si prevede la seguente impostazione di funzionamento del sistema: quando uno qualsiasi dei due sensori a) piezoresistivo e b) ultrasuoni dovesse rilevare un livello idrico superiore agli step prefissati, un combinatore

telefonico (scheda gsm installata nel locale cabina di ricevimento/consegna) invierà un segnale SMS ai numeri di telefono indicati dal Committente:

- H= 90 cm – invio SMS via GSM: “AVVISO 90 cm” livello alto;
- H= 100 cm – invio SMS via GSM: “PREALLERTA 100 cm livello molto alto;
- H= 110 cm – invio SMS via GSM: “ALLARME 110 cm livello critico;
- H= 120 cm – invio SMS via GSM: “ALLARME ROSSO 120 cm livello di sicurezza superato – azionamento paratoie automatico”.

Quando due qualsiasi dei tre sensori a), b) o c) (piezoresistiva, ultrasuoni e galleggiante a pera) dovessero rilevare un livello idrico superiore a 120 cm, si attiverà AUTOMATICAMENTE l'apertura completa delle paratoie frontali sul canale scolmatore in corrispondenza del manufatto stesso e di tutti i nodi idraulici a valle di quello in cui è stato rilevato il superamento del livello di sicurezza.

A conclusione del ciclo di apertura delle paratoie lungo il canale scolmatore, AUTOMATICAMENTE, verrà attivata la chiusura delle paratoie sui canali secondari (quelli che attraversano il concentrico di Fontanetto Po o che attraversano la zona nord da ovest ad est). La chiusura delle paratoie sui canali irrigui terminerà ad un livello preimpostato che consenta il transito della portata compatibile con la capacità di deflusso a valle.

Quando UNO qualsiasi dei tre sensori a), b) o c) (piezoresistivo, ultrasuoni e galleggiante a pera) dovesse rilevare un livello idrico superiore a 130 cm, si attiverà AUTOMATICAMENTE l'apertura completa delle paratoie frontali sul canale scolmatore in corrispondenza del manufatto stesso e di tutti i nodi idraulici a valle di quello in cui è stato rilevato il superamento del livello di sicurezza ed a seguire la chiusura delle paratoie sui canali secondari che attraversano il centro abitato.

#### Comandi da remoto (esempi di funzionamento).

Attraverso l'interfaccia grafica WEB oppure a seguito di invio SMS si potranno gestire le seguenti fasi:

fase 1 - “APERTURA PARATOIE SCOLMATORE NODO IDRAULICO X”, si attiverà la procedura di apertura completa delle paratoie sul canale scolmatore; tale comando verrà recepito solo nel caso in cui le paratoie sullo scolmatore, a valle del nodo X, risulteranno completamente aperte. E' quindi una procedura da utilizzarsi a partire dal nodo più a valle (verso il fiume PO), risalendo verso monte.

fase 2 - “CHIUSURA PARATOIE ROGGIA Y NODO IDRAULICO X”, si attiverà la procedura di chiusura completa e/o parziale delle paratoie sul canale irriguo secondario; la seconda fase si attiverà solo a compimento della fase 1, al termine della quale verrà dato il consenso per l'avvio della fase 2.

Comando 3 - “MOVIMENTAZIONE PARATOIE SCOLMATORE EMERGENZA”, si attiverà la procedura di apertura completa di TUTTE le paratoie sul canale scolmatore ed a seguire la procedura di chiusura completa e/o parziale delle paratoie sul canale irriguo secondario.

Come già accennato precedentemente ogni nodo idraulico principale verrà provvisto di gruppo elettrogeno che si attiverà in caso di mancanza di energia elettrica sulla linea di servizio delle apparecchiature idrauliche, in modo da garantire l'azionamento degli organi di manovra anche in caso di black out.

Per non incrementare in modo eccessivo i costi di installazione delle macchine generatrici di corrente sono previsti gruppi che consentano la movimentazione di n. 4 paratoie alla volta.

Il tempo/ciclo di ogni azionamento è pari a circa 10 minuti. Pertanto nel tempo di circa 20 minuti, anche in caso di assenza di fornitura elettrica, è possibile movimentare tutte le paratoie di un nodo idraulico nella configurazione di piena del canale scolmatore.

La potenza di ogni gruppo elettrogeno sarà inferiore ai 25 KVA e pertanto, ai sensi del D.M. 13 luglio 2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi", le macchine di generazione della corrente elettrica non saranno soggette all'iter di prevenzione incendi.

In ogni caso, si lascerà, la possibilità di provvedere alla movimentazione delle paratoie manualmente, tramite i selettori presenti all'esterno del quadro elettrico (elettricamente) o tramite il volantino di manovra preinstallato (in caso di black out e di avaria del gruppo elettrogeno).

#### Selettori manuali comando paratoie.

##### SELETTORE 1



SELETTORE 2: Oltre a tutti gli automatismi suddetti, il quadro elettrico sarà comunque provvisto, sul pannello di comando principale, di un selettore (1) AUTO-MAN-OFF provvisto di chiave – posizionato normalmente su AUTO.

La paratoia sarà provvista di un secondo dispositivo (2) di comando per l'apertura/chiusura della paratoia stessa in MANUALE, attivo solo in caso di selettore 1 in posizione MAN. Il secondo selettore sarà provvisto di pulsante/funghetto rosso per il blocco d'emergenza (l'emergenza potrà anche essere separata).

Si precisa che le manovre di emergenza e gestione precedentemente riportate, saranno da definire in accordo con il committente durante la fase di progettazione esecutiva.

## 8. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Sono riportati nel seguito i principali dati e criteri di base assunti nella progettazione e che dovranno essere rispettati e conseguiti nella realizzazione delle opere impiantistiche:

- potere di interruzione degli interruttori montati nei quadri elettrici superiore al valore della corrente di corto circuito trifase simmetrica presunta nel loro punto di installazione in funzione dei calcoli elettrici sviluppati a tale scopo ed allegati;
- dimensionamento delle linee elettriche in termini tali che tutti i cavi costituenti le varie linee di alimentazione principali e terminali siano dimensionati in funzione dei seguenti criteri:
  - o portata dei cavi nelle specifiche condizioni di posa superiore alla massima corrente di impiego del relativo circuito;
  - o contenimento della caduta di tensione entro il 4% fra l'origine e l'utilizzatore più distante;

- energia specifica passante tollerabile dai cavi superiore a quella lasciata transitare, in caso di corto circuito, dalle relative apparecchiature di protezione;
- coordinamento fra cavi e relativi interruttori, al fine di conseguire la protezione contro i contatti indiretti e la protezione delle linee per guasto in qualunque punto ed in particolare al fondo delle stesse.
- grado di protezione in funzione degli ambienti di installazione e pertanto componenti, apparecchiature, condutture ed impianti nel loro insieme con i seguenti gradi di protezione minimi:
  - nelle aree esterne IP55 (minimo)
  - nelle aree interne IP43 (minimo)

## 9. CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO

Come già anticipato, per i dimensionamenti degli impianti elettrici si sono sviluppati specifici calcoli.

I calcoli elettrici sono stati elaborati con il programma software INTEGRA-EXEL che consente:

- verifica della portata del cavo;
- determinazione della caduta di tensione;
- calcolo delle correnti di corto circuito trifasi, bifasi e monofasi fra fase e neutro e fase e terra;
- calcolo del minimo valore della corrente di intervento magnetico dell'interruttore al fine di conseguire la protezione a fondo linea.

Il sistema elettrico in oggetto - relativamente al modo di connessione a terra - è classificabile come TN (alimentazione in media tensione dall'Ente Distributore).

In tale situazione, dovrà essere quindi verificato l'intervento delle protezioni andando a considerare il valore dell'impedenza dell'anello di guasto.

In particolare si sono adottate le seguenti misure di protezione:

### **Protezione contro i contatti indiretti**

*Guasti a terra lato M.T.*

Il dispersore di terra dell'impianto in MT deve essere dimensionato in modo che la sua resistenza di terra RE sia di valore tale che, in relazione al coordinamento con i dispositivi di protezioni di media tensione (tempi di intervento in funzione del valore della corrente di guasto) per guasti verso massa nel sistema MT, le tensioni di contatto UT siano contenute entro i limiti della curva di sicurezza (tensioni di contatto ammissibili UTP, in funzione della durata del guasto tF) riportata nella Norma CEI 99-3.

In particolare è necessario verificare che la tensione totale di terra UE risulti inferiore al valore di UTP.

$$U_E = R_E \times I_E \leq U_{TP}$$

**IE** = Corrente di terra. Nel calcolo pratico viene fatta coincidere con la corrente di guasto a terra IF. Il valore di IF deve essere richiesto all'Ente distributore.

### *Guasti a terra lato B.T. - Interruzione automatica dell'alimentazione*

La protezione contro i contatti indiretti potrà essere assicurata tramite interruzione automatica dell'alimentazione per mezzo di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti o per mezzo di interruttori differenziali.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro i tempi specificati, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

*Dove:*

**Z<sub>s</sub>** = *impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;*

**I<sub>a</sub>** = *è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A in funzione della tensione nominale U<sub>o</sub> per circuiti terminali fino a 32A, o entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s per gli altri circuiti; se si usa un interruttore differenziale I<sub>a</sub> è la corrente differenziale nominale di intervento;*

**U<sub>o</sub>** = *è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.*

### **Protezione contro i contatti diretti**

La protezione contro i contatti diretti dovrà realizzata tramite isolamento delle parti attive tramite involucri con livello di protezione adeguato al luogo di installazione, e tali da non permettere il contatto con le parti attive se non previo smontaggio degli elementi di protezione con l'ausilio di attrezzi.

### **Protezione contro le sovracorrenti**

La protezione delle linee contro le sovracorrenti sarà assicurata da interruttori automatici (o da fusibili) installati sui quadri di distribuzione. È prevista la protezione dai sovraccarichi per tutte le linee di distribuzione o terminali.

Sia ai fini delle opere descritte nel presente capitolo che per i conduttori di protezione previsti nelle varie linee di alimentazione, si riportano nel seguito le principali prescrizioni generali attinenti la realizzazione degli impianti di terra.

## 10. DIMENSIONI DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Per i conduttori di protezione negli impianti a bassa tensione le sezioni minime ammesse sono quelle risultanti dalle Norme CEI 64-8, e cioè:

Sezione S dei conduttori di fase dell'impianto (in mm <sup>2</sup> )	Sezione Sp del corrispondente conduttore di protezione (in mm <sup>2</sup> )
S minore/uguale a 16	Sp = S
S maggiore di 16 o minore/uguale 35	16
S maggiore di 35	Sp = S/2

## 11. CONSIDERAZIONI ECONOMICHE E GESTIONALI

Lo sviluppo del presente progetto ha tenuto in considerazione i seguenti aspetti:

- Livello di sicurezza ed affidabilità del sistema di controllo e gestione delle paratoie
- Eventuale ampliabilità del sistema
- Rapporto costo/benefici relativo alla facilità di gestione del sistema di supervisione, alla formazione del personale preposto sull'utilizzo dello stesso, ed alla facilità di manutenzione.

La creazione di una "rete" locale in fibra ottica, dedicata a raccogliere tutti i dati delle apparecchiature installate, permette di concentrare "il cuore del sistema" in un unico punto.

Da questo punto, partiranno ed arriveranno tutti i segnali di comando e/o stato delle apparecchiature. Si deve considerare anche il fatto che in assenza del sistema di supervisione comunque ogni nodo potrà "autogestirsi" in locale, almeno per quanto riguarda le operazioni principali di sicurezza (operazioni definite in funzione dei livelli delle sonde installate).

Rimane comunque la possibilità di comandare in locale ogni singola paratoia manualmente (sia con pulsantiera locale che fisicamente), per esempio durante le operazioni di manutenzione.

Il software di gestione avrà diverse interfacce grafiche gestibili tramite PC e/o Tablet, dove sarà possibile vedere istantaneamente lo stato di ogni singola apparecchiatura.

Sarà possibile quindi definire anche in modo accurato la manutenzione programmata e quella straordinaria attraverso l'invio di segnali di allarme (via SMS oppure via Mail per esempio).

L'installazione di UPS locali in tutti i nodi ed anche di gruppi elettrogeni nei nodi principali, risultano necessari per mantenere un elevato standard di comunicazione e funzionamento delle apparecchiature stesse, sia in funzionamento normale che di emergenza.

Il budget relativo agli impianti elettrici di potenza e di supervisione è stato definito utilizzando il prezzario Regione Piemonte anno 2021 per le voci comprese nello stesso, e prezzi di mercato per quanto riguarda le voci non presenti (tali prezzi sono reperibili da listini delle più importanti casi costruttrici).

## 12. NOTE GENERALI

Rimane a cura ed onere dell'impresa appaltatrice la riemissione del progetto nella versione "costruttiva" secondo i componenti/materiali proposti dall'Impresa stessa ed approvati dalla Direzione Lavori.