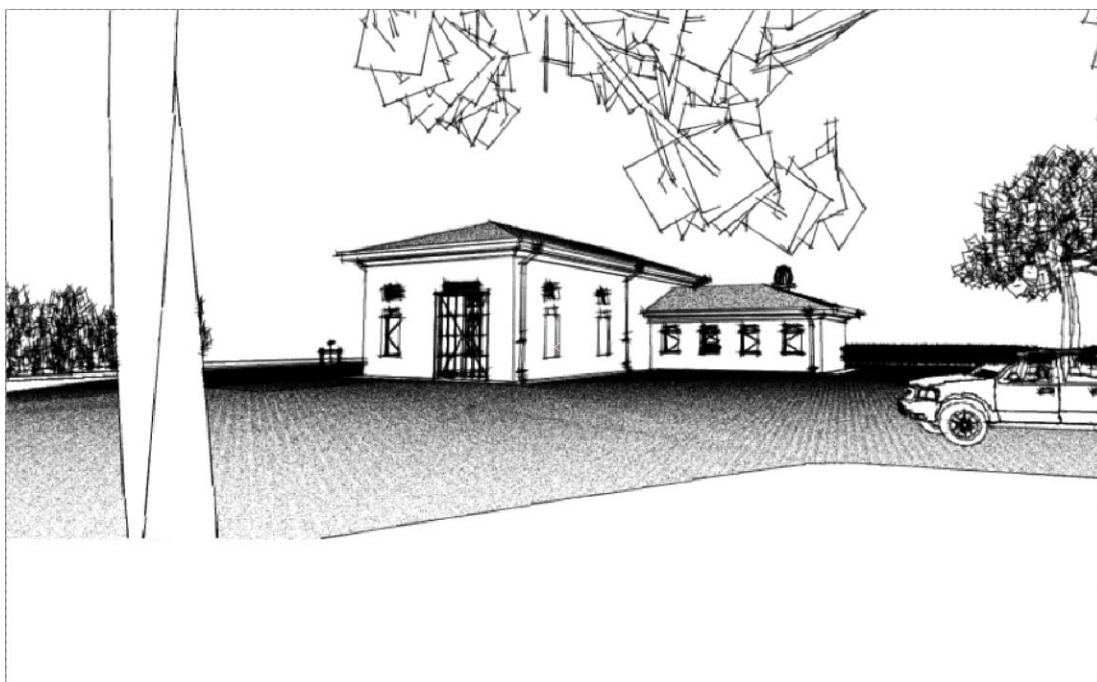


COMUNE DI BASSANO DEL GRAPPA

PROVINCIA DI VICENZA

**IMPIANTO PLUVIRRIGUO MEDOACO - TRASFORMAZIONE IRRIGUA SU 1.200 ETTARI
NEI COMUNI DI BASSANO DEL GRAPPA, ROSA' E CARTIGLIANO IN PROVINCIA DI VICENZA
- 1° LOTTO FUNZIONALE CENTRALE DI POMPAGGIO**



via Monte Pertica, 19
36061 Bassano del Grappa (Vi)
tel. 0424-382714 - fax 0424-392791
P.IVA 02765080243
e-mail: info@gencoitalia.net
<http://www.gencoitalia.net>



via Monte Pertica, 19
36061 Bassano del Grappa (Vi)
tel. 0424-33076 - fax 0424-390442
P.IVA 02386650242
e-mail: info@studionichele.com
<http://www.studionichele.com>

TAVOLA	PROGETTO ESECUTIVO					
CE01	Scala Nessuna		Data Maggio 2017		Pratica n° 1219	
	AII. 42RELAZIONE SPECIALISTICA					
COMMITTENTE						
CONSORZIO DI BONIFICA "BRENTA" - Cittadella -						
						
PROGETTISTA						
	0	08/05/2017	Stesura originaria	LM	TN	TN
	Rev.	Data	Descrizione delle revisioni	Red.	Ver.	App.

Il presente documento non può essere riprodotto o copiato tutto o in parte senza l'autorizzazione di G.EN.CO s.r.l. / Legge 22.04.41 n. 633 art. 2575 3 segg. C.C.

Elaborazioni grafiche e consulenza tecnica: Studio Tecnico Nichele Per Ind Tullio, Bassano del Grappa (VI)

Nome File: I:\000 DA MAST GROSSI CLIENTI\GIUNTA\32 STAZIONE POMPAGGIO CONSORZIO BRENTA 2017\03 ELETTRICO

1. PREMESSA	2
2. CRITERI ADOTTATI NELLA PROGETTAZIONE.....	2
2.1) Punto di Connessione (PdC)	2
2.2) Quadro Mt e trasformatore Mt/bt	3
2.3) Power Center bt	6
2.4) Collegamenti elettrici Mt e bt	7
2.5) Elettropompe e logiche di automazione previste	8
2.6) Automazione impianto	9
2.7) Rifasamento.....	10
2.8) Impianti interni ed esterni alla stazione di pompaggio.....	11
2.9) Impianto di messa a terra	12

1. PREMESSA

Nella presente relazione tecnica specialistica vengono riportati i criteri adottati nella progettazione della nuova stazione di pompaggio di San Lazzaro, i calcoli per il dimensionamento del trasformatore Mt/bt e una descrizione delle caratteristiche tecniche delle apparecchiature stesse che dovranno essere fornite e poste in opera.

2. CRITERI ADOTTATI NELLA PROGETTAZIONE

2.1) Punto di Connessione (PdC)

Come concordato assieme al tecnico di gestione GSE ing. Nicola Mironi, il Punto di Connessione in Media tensione (Mt) che sarà utilizzato per allacciare la nuova stazione di pompaggio di San Lazzaro è quello relativo ad una cabina elettrica già esistente situata nelle vicinanze ed asservita ad un impianto di produzione idroelettrico esistente che si trova a 200 m circa.

Questo fatto rappresenta un grande vantaggio al fine dell'allacciamento dell'impianto in esame, in quanto, con la soluzione proposta, si evita la costruzione di un'apposita cabina dedicata. Il vantaggio è dunque triplice:

- dal punto di vista economico (risparmio in termini di costi);
- dal punto di vista del tempo risparmiato per la costruzione di una cabina dedicata. A questo proposito, si rammenta che i tempi tipici di e-distribuzione per la costruzione si aggirano sui 360 giorni lavorativi circa;
- dal punto di vista degli spazi occupati (non serve prevedere il locale di consegna ed il locale misure).

L'impianto di produzione esistente è attualmente alimentato al livello di tensione di 10 kV. In futuro, sarà comunque previsto il passaggio a 20 kV, pertanto per le apparecchiature Mt (in particolar modo con riferimento al trasformatore Mt/bt) si dovrà prevedere il doppio rapporto di trasformazione.

Nella cabina elettrica esistente dovrà pertanto essere installata una nuova Unità Funzionale (U.F. 11) da 750 mm (che andrà a sostituire uno "sgabuzzino" sull'estremità a destra del locale) equipaggiata con interruttore sottocarico ed un relè di protezione a microprocessore con funzioni di massima corrente di fase e di terra (con funzioni di protezione 51/50, 50N e 67N) alimentato da appositi sensori di corrente e tensione.

Per l'alimentazione di detta Unità Funzionale U.F.11 sarà realizzato un collegamento in cavo RG7H1M1 12/20 kV da 95 mm² a valle del DG con adeguata protezione meccanica che si attesterà sulla nuova cella.

Conseguentemente, sarà necessario inoltre adeguare l'attuale potenza contrattuale in prelievo dagli attuali 100 kW presunti alle nuove necessità.

L'Unità Funzionale (U.F. 1) esistente sulla quale è presente la Protezione Generale (PG) di impianto dovrà essere adeguata alla Norma CEI 0-16, la quale prevede che per aumenti superiori ai 50 kW si debba adeguare la protezione.

2.2) Quadro Mt e trasformatore Mt/bt

Nella nuova stazione di pompaggio sarà previsto un locale di media tensione all'interno del quale andranno posizionati il quadro di media tensione ed il trasformatore Mt/bt.

Il quadro di media tensione posizionato all'interno del locale Mt sarà costituito da:

- n° 1 Unità Funzionale (U.F.) da 550 mm relativa alla risalita cavi in arrivo proveniente dalla nuova U.F. da prevedere nella cabina esistente dell'impianto di produzione;
- n° 1 U.F. per sezionamento da 750 mm relativa alla partenza verso il trasformatore Mt/bt.

Il trasformatore Mt/bt previsto nel presente progetto sarà isolato in olio con opportuna vasca di raccolta in acciaio e dovrà inoltre risultare conforme ai requisiti riportati nel Regolamento Europeo n° 548/2014 – Fase 1 (dal 1 Luglio 2015) che è quella a cui fa riferimento la redazione del progetto attuale.

Il trasformatore dovrà avere rapporto di trasformazione 10/20 / 0.4 kV per le ragioni sopra descritte e sarà dotato di variatore a vuoto del rapporto di trasformazione ($\pm 2 \times 2.5 \% = 5 \%$). La tensione di corto circuito sarà del 6 % ed il gruppo di collegamento degli avvolgimenti un Dyn11.

Il trasformatore dovrà inoltre essere in grado di alimentare con adeguato margine la condizione più sfavorevole di carico della stazione di pompaggio, come è descritto nel dettaglio nel dimensionamento di seguito riportato.

Dimensionamento del trasformatore Mt/bt

Al fine del dimensionamento del trasformatore Mt/bt si è tenuto presente che il periodo di funzionamento massimo della stazione di pompaggio coincide con i mesi di luglio ed agosto, ovverosia quel periodo dell'anno in cui è abbastanza probabile che ci sia siccità.

La potenza è stata quindi calcolata con riferimento alla potenza nominale massima assorbita dalle 7 elettropompe di spinta "principali" da 110 kW funzionanti in parallelo (n° 4 previste nel 1° lotto + n° 3 future). Con queste ipotesi si ottiene:

$$S_t = \frac{n^\circ \times P_n}{\cos \varphi} = \frac{(7 \times 110 \text{ kW})}{0,95} \text{ kVA} = \frac{770 \text{ kW}}{0,95} \text{ kVA} \cong 840 \text{ kVA}$$

in cui:

- S_t (kVA) è la potenza apparente assorbita nelle condizioni sopra ipotizzate;
- n è il numero delle elettropompe;
- P_n (kW) è la potenza nominale del motore;
- η è il rendimento del motore a 4/4 del carico;
- $\cos \varphi$ è il fattore di potenza (f.d.p.) da garantire al PdC.

Sulla base del calcolo sopra esposto si prevede di installare un trasformatore da 1000 kVA che, nei mesi estivi di luglio ed agosto, risulterà caricato al più all'85 %.

Nei mesi rimanenti della stagione irrigua (aprile, maggio, giugno e settembre) la copertura del carico sarà garantita di norma dalla pompa base da 35 kW, da quella pilota da 70 kW e solo da alcune pompe di spinta "principali" da 110 kW. Durante questo periodo il trasformatore da 1000 kVA avrà un grado di carico del 50 % circa.

Le considerazioni appena descritte sul grado di carico sono state utilizzate per determinare il risparmio che si ottiene scegliendo un trasformatore da 1000 kVA rispetto ad uno di taglia appena superiore (1250 kVA).

Si rammenti che, in generale, per un trasformatore Mt/bt:

- le perdite a vuoto sono costanti (invarianti rispetto al carico);
- le perdite per effetto joule variano invece con il quadrato del grado di carico.

Ipotizzando un costo dell'energia di 12 c€/kWh ed applicando lo stesso profilo di carico annuale per ambedue le macchine si possono condurre i calcoli di seguito riportati.

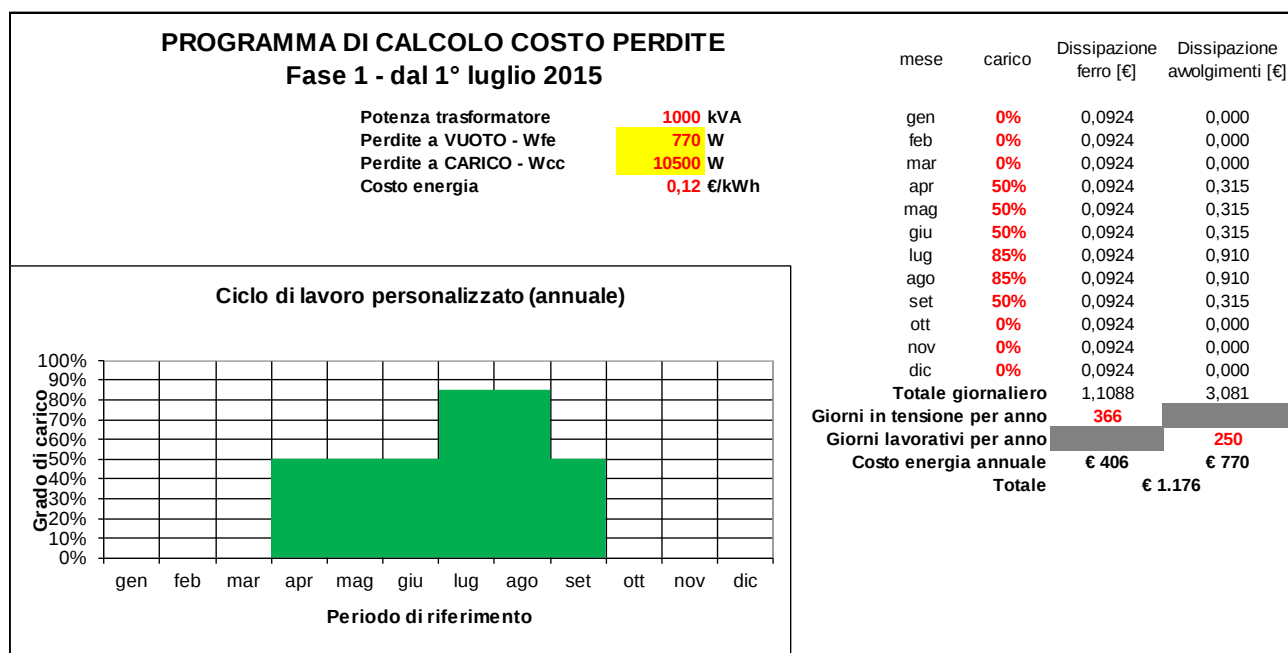


Fig. 1 – Analisi economica per un trasformatore Mt/bt da 1000 kVA.

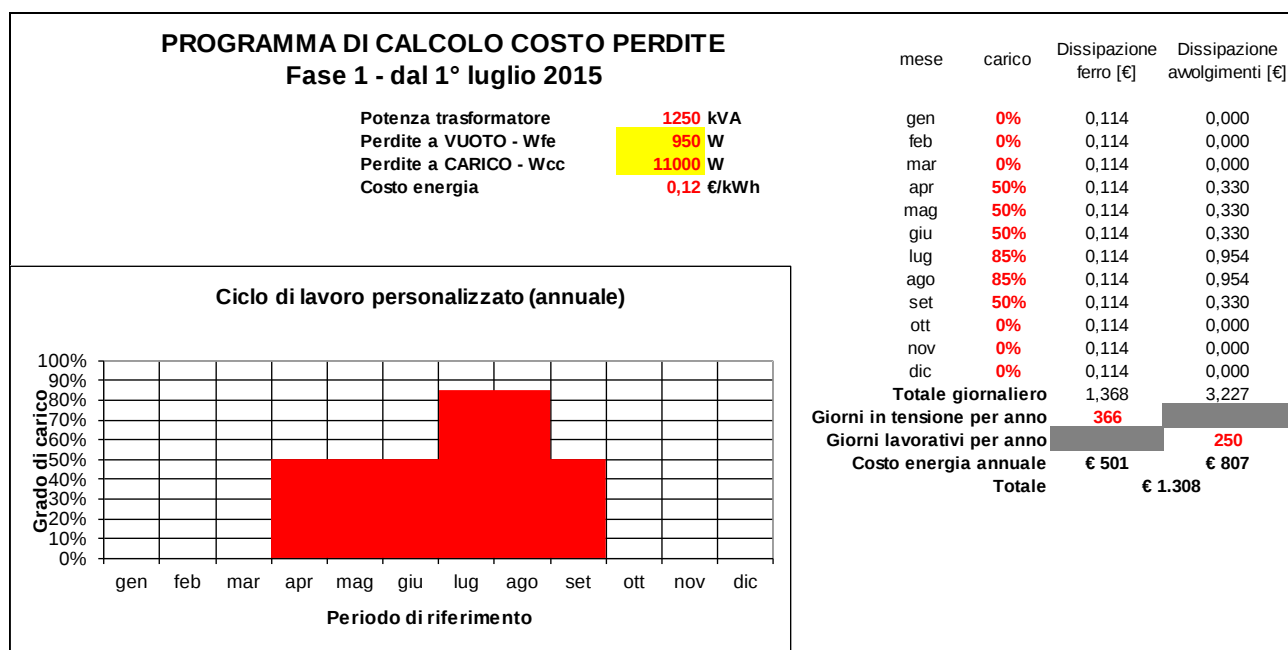


Fig. 2 – Analisi economica per un trasformatore Mt/bt da 1250 kVA.

Dall'analisi effettuata si può asserire che la scelta di un trasformatore da 1000 kVA, anziché una da 1250 kVA, porta ad un risparmio annuale di 132 € circa, di cui 95 € sono attribuibili alle perdite a vuoto e i rimanenti 37 € a quelle per effetto joule.

2.3) Power Center bt

La realizzazione del power center di distribuzione generale, denominato "A1", prevede una serie di scomparti accessibili esclusivamente dal fronte quadro e muniti di adeguati blocchi per l'accesso in massima sicurezza, conforme alle norme tecniche CEI vigenti.

L'alimentazione della sezione Servizi del Power Center sarà effettuata per mezzo di una linea dedicata di lunghezza 200 m proveniente dal trasformatore Servizi Ausiliari da 63 kVA installato nella centrale di produzione esistente e commutabile con il trasformatore della stazione di pompaggio. Tale scelta consentirà di tenere alimentati i Servizi generali in quei mesi in cui non è necessario pompare acqua ed, in modo particolare, spegnere il trasformatore Mt/bt della stazione di pompaggio con un notevole risparmio di costi.

I componenti in esso installati saranno dimensionati sulla base dell'isolamento, della portata termica, dei valori dinamici delle sovracorrenti e del coordinamento delle protezioni, secondo le buone regole d'arte ed in particolare delle norme CEI di riferimento. Saranno altresì adatti al funzionamento ambiente umido.

La composizione del quadro di bassa tensione sarà a 11 scomparti segregati tra loro onde accedervi singolarmente mantenendo il resto energizzato e suddivisi nel modo seguente:

- n° 1 armadio dedicato al rifasamento automatico;
- n° 6 armadi dedicati alle elettropompe;
- n° 1 armadio dedicato alla sezione servizi;
- n° 1 armadio dedicato alla risalita cavi in arrivo dal trasformatore Servizi ausiliari da 63 kVA in centrale di produzione;
- n° 2 armadi dedicati al telecontrollo.

Il dettaglio del fronte quadro viene illustrato nella Fig. 3 qui sotto riportata.

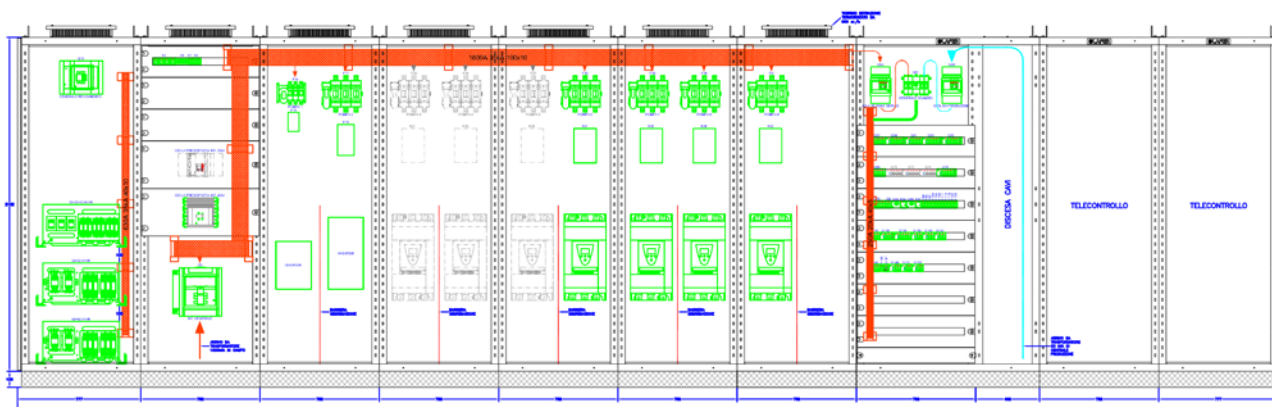


Fig. 3 – Fronte quadro del Power Center di bassa tensione “A1” – distribuzione generale.

Gli apparecchi per i quali esiste la certificazione di prodotto saranno scelti fra quelli che dispongono del marchio di qualità IMQ.

2.4) Collegamenti elettrici Mt e bt

Per il collegamento di 200 m circa tra la nuova Unità Funzionale (U.F.) che dovrà essere prevista nella cabina dell'impianto di produzione esistente ed il quadro Mt installato all'interno del locale Mt:

- n° 3 cavi unipolari, designazione RG7H1R 12/20 kV, di sezione 50 mm² al fine di garantire la verifica della portata e della tenuta al corto circuito.

Per il collegamento tra il quadro di Mt ed i morsetti primari del trasformatore Mt/bt:

- n° 3 cavi unipolari, designazione RG7H1R 12/20 kV, di sezione 50 mm² al fine di garantire la verifica della portata e della tenuta al corto circuito.

I cavi di cui sopra sono stati dimensionati sulla base della taglia del trasformatore Mt/bt, verificando come detto sopra le seguenti relazioni:

$$I_z > I_b \quad (\text{verifica della portata del cavo})$$
$$K^2 \cdot S^2 \geq I^2 \cdot t \quad (\text{verifica della tenuta al corto circuito})$$

Nel caso in esame viene calcolata una corrente di impiego di:

$$I_b = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57.7 \text{ A}$$

Da catalogo i cavi da 35 mm² hanno una portata di 166 A, considerando una posa interrata, con cavi disposti a trifoglio e resistività del terreno ρ di 2°C m/W.

Per quanto riguarda la tenuta al corto circuito è stata determinata la seguente sezione:

$$S \geq \frac{I}{K} \cdot \sqrt{t} = \frac{12500}{143} \cdot \sqrt{0.01} = 27.64 \text{ mm}^2$$

considerando una corrente di corto circuito sulle sbarre di media tensione di 12.5 kA (dato di dimensionamento delle apparecchiature Mt), il coefficiente K pari a 143 (conduttore in rame) ed ipotizzando un tempo di intervento delle protezioni di 100 ms.

Dai calcoli sopra effettuati deriva la scelta della sezione di 50 mm².

Per i collegamenti bt saranno utilizzati invece cavi unipolari e multipolari FG16OR16 – 0.6/1 kV, che, sulla base della recente nuova designazione Construction Product Regulation (CPR) – Regolamento Prodotti da Costruzione EU 305/2011, sostituiscono gli FG7OR – 0.6/1 kV. L'obbligatorietà di utilizzo di questa tipologia di cavi scatta a partire dal 1° luglio 2017.

I nuovi cavi bt conformi ai requisiti CPR sono stati concepiti in modo da soddisfare della reazione al fuoco, ovverosia in grado di non propagare fuoco, fumi opachi e gas acidi. Le Norme Europee di classificazione al fuoco sono già disponibili ed applicabili per questa tipologia di cavi.

I cavi bt saranno posati entro cunicoli o in canalette o in tubi protettivi in PVC serie pesante.

I cavi, per l'alimentazione delle utenze a 400 V / 230 V saranno di tipo non propagante l'incendio con tensione nominale U_0/U non inferiore a 0.6/1 kV.

Le cadute di tensione in qualsiasi punto dell'impianto non supereranno il 4 %, a pieno carico, della tensione misurata al punto di consegna dell'impianto utilizzatore.

Per la protezione delle condutture dai sovraccarichi e dalle correnti di corto circuito verranno installati:

- sezionatore, contattore ed inverter per la protezione delle elettropompe di taglia inferiore;
- sezionatore, contattore e softstarter per la protezione delle elettropompe principali;
- mentre saranno installati degli interruttori magnetotermici differenziali per la protezione degli ausiliari.

2.5) Elettropompe e logiche di automazione previste

La portata totale sollevabile dall'impianto sarà suddivisa su n° 9 elettropompe di cui:

- n° 1 "base" da 35 kW avviata con inverter;
- n° 1 "pilota" da 70 kW avviata con inverter;
- n° 7 di spinta "principali", da 110 kW identiche tra loro avviate tramite softstarter.

Nel 1° lotto funzionale saranno poste in opera solamente 4 elettropompe di spinta; le tre rimanenti, comunque previste nel presente progetto, saranno esercite in un secondo stralcio di completamento.

La ripartizione sopra descritta consente:

- un elastico funzionamento dell'impianto;

- l'utilizzo di apparecchiature facilmente reperibili sul mercato;
- il contenimento delle potenze unitarie installate entro valori modesti e quindi facilmente gestibili dal personale addetto alla manutenzione e/o all'esercizio dell'impianto.

Le logiche di automazione previste implementate per le elettropompe di cui sopra saranno le seguenti:

- la pressione in rete e le minime erogazioni d'acqua saranno soddisfatte dalla cassa d'aria;
- alla diminuzione della pressione in essa contenuta (e quindi anche nella rete), rilevata da un apposito trasmettitore di pressione, avverrà l'automatico intervento della pompa "base" da 35 kW;
- quando la richiesta d'acqua eccederà la portata che può fornire la sopracitata pompa, il trasmettitore di pressione avvertirà il calo di pressione e farà partire la pompa "pilota" da 70 kW, mentre, dopo un breve ritardo, la pompa "base" si arresterà;
- se la richiesta in rete supererà anche la portata che può fornire l'elettropompa "pilota", il trasmettitore di pressione che continuerà a monitorare la pressione farà partire la prima pompa di spinta "principale" da 110 kW predisposta all'intervento, mentre, dopo un breve ritardo anche la pompa "pilota" si arresterà;
- le ulteriori richieste di portata della rete, provocherà l'attacco progressivo delle altre pompe di spinta "principali";
- in fase di richiesta in rete decrescente si avrà il funzionamento inverso con il progressivo stacco delle pompe fino al completo arresto.

Opportuni blocchi elettrici eviteranno inoltre il funzionamento delle pompe nel caso di minimo livello in aspirazione (contro la marcia a secco) e, quello di sicurezza, in caso di livello pericoloso nella cassa d'aria.

Il rendimento ed il fattore di potenza (f.d.p.) del motore asincrono trifase delle elettropompe a 4/4 del carico saranno rispettivamente del 96.3 % (η) e 0.85 ($\cos\phi$).

2.6) Automazione impianto

L'impianto sarà completamente automatizzato tramite un dispositivo del tipo a microprocessore (PLC) installato sul Power Center bt "A1" sarà collegato al sistema di telecontrollo via radio (SCADA IDRONEWORK), e sarà dotato di un pannello di interfaccia con software modulare in modo da permettere un rapido adeguamento alle caratteristiche dell'impianto.

Il dispositivo sopra descritto verrà dedicato alle utenze previste nel progetto (e quindi n° 1 elettropompa "base" da 35 kW, n° 1 elettropompa "pilota" da 70 kW e n° 7 elettropompe di spinta "principali").

Il dispositivo sarà equipaggiato in modo da realizzare le seguenti funzioni:

- predisposizione per il funzionamento con soglie di avviamento e/o di arresto programmabili da tastiera dei segnali esterni (portata/pressione in rete);
- possibilità di programmare allarmi e blocchi sui segnali analogici di ingresso;
- contatti in uscita on-off per comando dei teleavviatori delle pompe e per la segnalazione di allarme;
- scheda ingressi digitali optoisolati con funzione di consenso di avviamento delle pompe e blocco generale del sistema;
- terminale "touch panel" di programmazione con display di colloquio con l'operatore per la regolazione dei set di intervento delle pompe;
- sostituzione di una pompa chiamata in servizio e risultata non funzionante con l'altra successiva accompagnata da segnalazione di allarme;
- temporizzatore di ritardo all'avviamento, all'arresto di scavalco (macchina guasta) e di intervallo tra due avviamenti successivi della macchina;
- possibilità di comando pompe in manuale tramite la tastiera svincolabile dall'automatismo, oppure tramite commutatori;
- relè per il comando dei teleavviatori delle pompe;
- custodia (non trasformatore di alimentazione) per l'installazione su quadro.

2.7) Rifasamento

Per compensare il basso fattore di potenza delle macchine, in particolar modo delle elettropompe (tipicamente dell'ordine dello 0.8 - 0.85) e, conseguentemente, evitare delle penali tariffarie da parte di e-distribuzione, la stazione di pompaggio sarà dotata di un adeguato sistema di rifasamento automatico da 250 kVAr in azoto, 3 In e $V_n = 460 \text{ V}$.

La scelta della taglia sopra riportata deriva dal fatto di aver considerato:

- tutte le elettropompe di spinta in esercizio (condizione di massimo assorbimento della stazione di pompaggio);
- un fattore di potenza (f.d.p.) complessivo delle elettropompe pari a 0.85;
- l'obiettivo del raggiungimento di un f.d.p. di 0.95 come richiesto dalla Delibera dell'autorità n° 654 del 2015.

La relazione di seguito riportata chiarisce quanto appena esposto:

$$Q_c = P_u \cdot (tg \varphi_u - tg \varphi_r) = \left(\frac{770kW}{0.963} \right) \cdot (tg \arccos(0.85) - tg \arccos(0.95)) = 232.72kVAr \Rightarrow Q_c = 250kVAr$$

Il primo gradino sarà fisso a 20 kVAr e sarà necessario a rifasare il trasformatore Mt/bt. Tale valore è stato determinato a partire dalla corrente magnetizzante stimata del trasformatore, applicando la seguente relazione nota dalla letteratura scientifica:

$$Q_{rif} = \frac{i_0 \%}{100} \cdot S_n = \frac{1.5}{100} \cdot 1000 = 15kVAR \Rightarrow Q_n = 20kVAr$$

Il banco di rifasamento automatico sarà suddiviso nei seguenti cassettei rack 19”:

- 1° cassetto: $Q_n = 20+20+10$ kVAr;
- 2° cassetto: $Q_n = 2 \times 50$ kVAr;
- 3° cassetto: $Q_n = 2 \times 50$ kVAr.

2.8) Impianti interni ed esterni alla stazione di pompaggio

Gli impianti previsti internamente ed esternamente al fabbricato sono i seguenti:

- impianto di illuminazione interna e di forza motrice F.M.;
- impianto di illuminazione esterna;
- impianto di messa a terra.

L'impianto di illuminazione interna del locale pompe e del magazzino della stazione di pompaggio sarà derivato e comandato dal Power Center “A1” di distribuzione generale posizionato che sarà posizionato all'interno del locale pompe.

I servizi generali di cabina saranno invece alimentati dal sottoquadro denominato “B10” che si trova all'ingresso del locale Mt; il filtro a tamburo rotante sarà invece alimentato dal quadro denominato “B2” (il quale risulta già compreso nella fornitura del filtro stesso), mentre le saracinesche saranno alimentate dal quadro denominato “B3” posizionato in un angolo all'intero del locale pompe.

Il numero di lampade, la potenza, il livello di illuminamento medio garantito, in accordo alla norma UNI EN 12464-1, vengono specificati qui di seguito e sono comunque riscontrabili dai calcoli illuminotecnici effettuati:

- Locale pompe (illuminazione normale): n° 10 lampade 2x30 W -> $E_m = 282 \text{ lx}$;
- Locale pompe (illuminazione di sicurezza): n° 5 lampade 24 W -> $E_m = 9.28 \text{ lx}$;
- Magazzino: n° 2 lampade 1x30 W -> $E_m = 190 \text{ lx}$;
- Locale Mt: n° 1 lampada 2x30 W -> $E_m = 239 \text{ lx}$.

All'interno del locale pompe saranno inoltre previste delle prese a spina, tipo CEE, con interruttore di blocco IP65. Nello specifico saranno installate:

- n° 2 prese interbloccate 2P+T da 16 A;
- n° 2 prese interbloccate 3P+N+T da 16 A;
- n° 2 prese interbloccate 3P+N+T da 32 A.

L'impianto di illuminazione esterna prevede n° 3 proiettori a led con ottica asimmetrica per l'illuminazione delle aree esterne della stazione di pompaggio (in modo particolare la zona del ponte, del filtro e la zona retrostante la centrale). Trattandosi di un impianto classificato a rischio bassissimo la norma UNI EN 12464-2 per attività e luoghi di lavoro in esterno raccomanda di mantenere un illuminamento medio di $E_m 5 \text{ lx}$ con un'uniformità U_0 di 0.25 (circostritta nell'area di interesse).

2.9) Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra dovrà essere conforme alla Guida CEI 99-5, relativamente alla parte di media tensione e della Norma CEI 64-8 con riferimento invece alla bassa tensione.

L'impianto generale di messa a terra sarà costituito dai seguenti elementi:

- una rete equipotenziale di dispersione costituita da una corda di rame elettrolitico nuda da 50 mm^2 a diretto contatto con il terreno (lunghezza complessiva di 400 m circa);
- una rete equipotenziale all'interno del fabbricato.

Data 08/05/2017

Il tecnico
