

**DIREZIONE PROGETTI SPECIALI**

NOME DELLA PROVINCIA <b>PROVINCIA DI TORINO</b>		NOME DEI COMUNI/ASL <b>PRALI</b>	
SERVIZIO/LIVELLO PROGETTUALE <b>L'intervento in oggetto è compreso con quanto previsto dall'art.1 della Legge 65/2012 " Disposizione per la valorizzazione e la promozione turistica delle valli e dei comuni montani sede dei Giochi Olimpici Invernali Torino 2006"</b>			
CODICE OPERA <b>13L65PR1B</b>		TITOLO INTERVENTO <i>Progetto esecutivo per la realizzazione della centralina idroelettrica in località Malzat</i>	
Tavola n. <b>14</b>		TITOLO TAVOLA <b>Relazione tecnica opere elettromeccaniche: Centralina idroelettrica - Impianti elettrici ed idraulici</b>	
DATA <b>Luglio 2014</b>	SCALA <b>-</b>	AREA PROGETTUALE <b>OPERE ELETTROMECCANICHE</b>	
CODICE GENERALE ELABORATO <b>13L65PR1B_14</b>			
NOME FILE <b>13L65PR1B_14.pdf</b>			
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	
0	29 maggio 2014	Prima redazione	
1	10 luglio 2014	Seconda redazione	
PROGETTISTI BBE s.r.l. dott. ing. Francesco BELMONDO dott. ing. Alberto BETTINI  Via Brunetta, 12 - 10059 Susa Tel 0122/32897 - fax 0122/623243 email info@bbesrl.it		TIMBRI - FIRME Responsabile del progetto: - dott. ing. Francesco BELMONDO   	
ORGANISMO DI CONTROLLO  Responsabile di Commessa: .....		S.C.R. PIEMONTE S.p.A.  Responsabile del Procedimento: arch. Chiara SIAZZU	

## **S O M M A R I O**

01. OGGETTO.....	4
02. NORMATIVA E LEGISLAZIONE APPLICABILE .....	4
03. CARATTERISTICHE IMPIANTO IDROELETTRICO .....	5
04. CARATTERISTICHE IMPIANTO - DATI TECNICI DELLA STAZIONE MALZAT .....	7
04.01 GRUPPO TURBINA-GENERATORE - STAZIONE MALZAT .....	8
04.01.01 PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO .....	8
04.01.02 SEQUENZA DI AVVIAMENTO .....	9
04.01.03 SEQUENZA DI ARRESTO.....	9
04.02 DESCRIZIONE COMPONENTI .....	9
04.02.01 GIRANTE PELTON .....	9
04.02.02 CASSA TURBINA .....	10
04.02.03 GRUPPO DI ALIMENTAZIONE .....	10
04.02.04 MOTORE ELETTRICO SU VALVOLA GENERALE .....	11
04.02.05 GENERATORE ASINCRONO .....	11
04.03 DATI TECNICI .....	11
04.03.01 GRUPPO INTRODUTTORE .....	11
04.03.02 ATTUATORE ELETTRICO .....	11
04.03.03 TURBINA .....	12
04.03.04 GENERATORE .....	12
04.03.05 GRUPPO TURBINA-GENERATORE.....	12
04.03.06 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO.....	13
05. PARTE ELETTRICA - PREMESSA .....	14
05.01 DATI DI PROGETTO.....	14
05.02 ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	14
05.03 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI IMPIANTI .....	14
05.04 DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO .....	15
05.04.01 ORIGINE DEGLI IMPIANTI.....	15
05.04.02 CORRENTE DI CORTOCIRCUITO TRIFASE, LATO BT, ALL'ORIGINE DEGLI IMPIANTI .....	15
05.04.03 FABBISOGNI ENERGETICI .....	15
05.04.04 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE - IMPIANTO DI TERRA.....	15

**Relazione tecnica opere elettromeccaniche: Centralina idroelettrica – Impianti elettrici ed idraulici**

06. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI .....	16
06.01 ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO .....	16
06.02 SEZIONE BT 400 V – CABINA MALZAT – ALIMENTAZIONE CENTRALINA IDROELETTRICA.....	16
06.02.01 SCELTA DEL DISPOSITIVO DI PROTEZIONE LATO BT DA INSTALLARE NEL QGBT ESISTENTE IN CABINA ELETTRICA “MALZAT” .....	16
06.02.02 LINEA DI ALIMENTAZIONE QUADRO DI COMANDO E CONTROLLO DELLA CENTRALINA IDROELETTRICA “QCC” .....	17
06.02.03 LINEA DI COLLEGAMENTO DEL GENERATORE ASINCRONO.....	17
06.03 IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE E DISTRIBUZIONE F.M. ALL'INTERNO DELLA STAZIONE DI POMPAGGIO .....	18
07. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	18
08. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	19
09. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	20
09.01 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER LA LINEA DI ALIMENTAZIONE BT DA QGBT MALZAT A QCC E DA QCC A GENERATORE .....	20
09.01.01 LINEA DI ALIMENTAZIONE QCC .....	20
09.01.02 LINEA DI COLLEGAMENTO GENERATORE ASINCRONO.....	21
10. IMPIANTO DI TERRA.....	22
10.01 VALORE DELLA RESISTENZA DELL'IMPIANTO DI TERRA .....	22
11. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINAZIONE .....	22
12. VERIFICHE.....	23
12.01 VERIFICHE INIZIALI .....	23
12.01.01 ESAME A VISTA.....	23
12.01.02 PROVE.....	24
12.02 VERIFICHE PERIODICHE .....	25
12.02.01 FREQUENZA DELLA VERIFICA PERIODICA .....	26
13. IMPIANTO IDRAULICO .....	26
13.01 LINEA ADDUZIONE CENTRALINA IDROELETTRICA .....	26
13.02 LINEA SCARICO CENTRALINA IDROELETTRICA IN STAZIONE DI POMPAGGIO MALZAT .....	27
13.03 LINEA SCARICO CENTRALINA IDROELETTRICA IN STAZIONE DI SOLLEVAMENTO GERMANASCA.....	28

## **01. OGGETTO**

L'oggetto della presente relazione tecnica riguarda l'installazione di una centralina idroelettrica in località Malzat, nel Comune di Prali, segnatamente all'interno dell'attuale stazione di pompaggio dell'impianto di innevamento.

La relazione tecnica di progetto prenderà in esame le caratteristiche dell'impianto idroelettrico che si intende installare, come pure l'impianto elettrico ed idraulico che dovranno essere realizzati per consentire la messa in servizio ed il corretto funzionamento dell'impianto idroelettrico stesso.

## **02. NORMATIVA E LEGISLAZIONE APPLICABILE**

Gli interventi brevemente descritti nell'oggetto della presente dovranno essere eseguiti tenendo conto della seguente normativa:

- D.Lgs. 81/08 e s.m.i. in materia di sicurezza sul lavoro;
- legge n. 186/1968;
- decreto 22 gennaio 2008, n. 37;
- DPR 462/01.

Le normative tecniche seguite sono quelle del Comitato Elettrotecnico Italiano ed in particolare:

- CEI 0 - 16;
- CEI 11 - 1;
- CEI 11 - 35 (Guida CEI);
- CEI 11 - 37;
- CEI 14 - 12;
- CEI 17 - 1;
- CEI 17 - 5;
- CEI 17 - 86;
- CEI 64 - 8;

- CEI 70 - 1.

Per i cavi:

- CEI 11 - 17;
- CEI 20 - 20;
- CEI 20 - 22;
- CEI 20 - 40;
- CEI - UNEL 00721;

Per i tubi protettivi, i canali ed i loro accessori:

- CEI 23 - 26;
- CEI 23 - 32;
- CEI 23 - 39;
- CEI 23 - 54, fasc. 2886;

Per i quadri:

- CEI 17 - 13;
- CEI 23 - 51.

I componenti e le apparecchiature costituenti gli impianti dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI di prodotto.

Altre Norme e/o disposizioni legislative inerenti l'esecuzione degli impianti oggetto del presente progetto dovranno comunque essere rispettate, anche se non espressamente richiamate.

### **03. CARATTERISTICHE IMPIANTO IDROELETTRICO**

A perfetta integrazione dell'estensione dell'impianto di innevamento programmato sulle piste da sci che costeggiano le pendici montane della frazione Ghigo di Prali, nel Comune di Prali in Provincia di Torino, si vuole ora illustrare la possibilità di sfruttare le principali infrastrutture dell'opera di cui sopra anche per una non trascurabile produzione di energia idroelettrica.

**Relazione tecnica opere elettromeccaniche: Centralina idroelettrica – Impianti elettrici ed idraulici**

La trattazione riportata nelle pagine seguenti intende dimostrare la reale massima capacità produttiva potrebbe generare l'installazione di due centraline idroelettriche site in cascata ed allacciate alla tubazione posata per l'innevamento.

L'impianto idroelettrico in oggetto potrebbe essere caratterizzato da due stazioni di produzione dell'energia elettrica: la prima, localizzata in corrispondenza della stazione MIANDETTE a quota 1.915 m s.l.m., la seconda ubicata a valle in località MALZAT a quota 1.470 m s.l.m., in adiacenza alla cabina elettrica UTENTE ed ENEL esistenti.

Per motivi economici tuttavia solamente la centrale a MALZAT potrà essere installata ed i lavori saranno realizzati con appalto separato.

Naturalmente è auspicabile che in un futuro non molto lontano venga installata anche la centralina di mezza costa, in località MIANDETTE, sia per il fatto che così facendo verrebbe sfruttato per fini nobili l'intero salto disponibile e sia perché i lavori di installazione di questa seconda centralina potranno essere realizzati senza comportare impatti significativi nella zona. Infatti, il naturale completamento del sistema di produzione di energia idroelettrica potrà in sostanza raddoppiare la capacità produttiva comportando solamente la costruzione di un modesto locale in c.a. ai lati della pista a quota 1.915 m s.l.m. adeguato ad ospitare le opportune apparecchiature elettromeccaniche.

Per tale motivo nell'appalto di completamento dell'impianto di innnevamento, come d'altronde già inserito nel relativo progetto, è prevista la realizzazione, a quota 1.915 m s.l.m., nel punto della prevista futura centralina idroelettrica, di una vasca laminatrice con funzione di dissipare il carico idraulico insistente a tale quota e derivante dal dislivello geodetico presente tra la quota del lago LA DRAJA ed il punto in esame. Questo accorgimento permette di portare a limiti tecnicamente accettabili il carico insistente sulla centrale di valle ed al contempo di realizzare la vasca di scarico della futura turbina, da cui verrà raccolta l'acqua per essere nuovamente "turbinata" in quella di valle a MALZAT. I lavori per l'estensione del progetto consisteranno pertanto, oltre alla costruzione del piccolo edificio atto ad ospitare le apparecchiature di generazione e di gestione del funzionamento della turbina ed all'installazione delle stesse, il semplice adeguamento del dispositivo dissipatore dell'eccesso dell'energia cinetica. Pertanto dal bilancio energetico futuro è immediato dimostrare che tutta l'energia, in un primo tempo dissipata in questa vasca di laminazione e carico, sarà trasformata in energia idroelettrica (compatibilmente, naturalmente, con i rendimenti ottenibili dalle macchine previste).

I lavori relativi all'installazione della centrale di MALZAT risulteranno semplificati dal fatto che sarà sfruttato uno spazio presente nella stazione di pompaggio esistente.

La soluzione con le due centraline permetterà di sfruttare il primo salto, pari a 450 m, dal lago LA DRAJA posta a quota 2.365 m s.l.m., alla stazione MIANDETTE, e di recuperare quindi l'acqua fuoriuscente da questa prima stazione, a pressione atmosferica, e di convogliarla all'interno di un'unica tubazione che scende a valle, all'ingresso della seconda stazione MALZAT. Il secondo salto è pari a circa 445 m.

I vantaggi della presente soluzione sono relativi, soprattutto, ad una maggiore semplicità e flessibilità di gestione del sistema senza avere un unico salto troppo alto e quindi la possibilità di sfruttare macchine di dimensioni contenute evitando di sollecitare oltre modo i componenti meccanici delle apparecchiature che saranno installate.

Per quanto riguarda la fornitura e posa delle tubazioni e dei cavi elettrici dell'impianto di innevamento (completamento) e, conseguentemente, dell'impianto idroelettrico sono capitoli inseriti in altro appalto.

La prima fase di installazione della centrale a MALZAT consente, immediatamente, di rendere remunerativo l'investimento e premette, in un secondo tempo, di reperire i fondi necessari per l'installazione della seconda macchina (ad esempio reinvestendo gli utili prodotti nel tempo dalla prima turbina). Il progetto, così come concepito, è in ogni caso perfettamente funzionante fin dalla prima fase.

La cabina di trasformazione MT/BT è quindi unica per entrambe le stazioni ed è ubicata in adiacenza alla stazione di valle, a quota 1.470 m s.l.m. in località MALZAT.

#### **04. CARATTERISTICHE IMPIANTO - DATI TECNICI DELLA STAZIONE MALZAT**

2° Salto: da stazione MIANDETTE (1.915 m) a stazione MALZAT (1.470 m):

- |                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| □ Salto lordo:                   | 445 m;      |
| □ Salto utile:                   | 395 m;      |
| □ Portata:                       | 20 l/s;     |
| □ Potenza idraulica disponibile: | 79 kW;      |
| □ Potenza elettrica generata:    | 50 kW circa |

## **04.01 GRUPPO TURBINA-GENERATORE - STAZIONE MALZAT**

### **04.01.01 Principio di funzionamento**

La centralina idroelettrica in oggetto si compone di un gruppo turbina PELTON - Generatore asincrono, completo delle necessarie automazioni gestite dal relativo quadro elettrico.

L'impianto è studiato per funzionare in parallelo alla rete. Per garantire i necessari interventi in mancanza di rete, si sono scelti gli azionamenti elettrici con piccolo gruppo di accumulo.

In queste condizioni si è semplificato l'impianto utilizzando una sola valvola motorizzata per la funzione di valvola generale.

Il comando della regolazione della portata è manuale, ma potrà essere automatizzato, in futuro. Negli impianti di piccola potenza (fino a 20 kW) l'avviamento avviene con il collegamento diretto del generatore sulla rete, mentre sugli impianti di potenza maggiore è previsto l'avviamento del generatore con l'ausilio della turbina. L'avvio e l'arresto dell'impianto è subordinato al controllo dei parametri elettrici (tensione, frequenza, ecc.) ed impiantistici (carica batteria) mentre la regolazione della portata sarà subordinata alle verifiche del caso. A tale proposito, la regolazione della portata sarà manuale in funzione delle indicazioni di un pressostato inserito prima della valvola motorizzata le quali saranno inviate all'operatore tramite un sistema GSM.

Nel caso in oggetto è dunque previsto l'avvio del generatore tramite la turbina, fino a quando il sistema non decida di chiudere l'interruttore di macchina. In tal modo si riducono, considerevolmente, le problematiche di spunto.

La linea di alimentazione, molto breve, la cui consistenza sarà evidenziata nei capitoli successivi riguardanti la parte elettrica del progetto, partirà dal quadro di comando e di controllo della centralina idroelettrica.



#### **04.01.02 Sequenza di avviamento**

- ❑ In presenza della rete si comanda l'apertura della valvola generale.
- ❑ Contemporaneamente si chiude l'interruttore di parallelo del generatore.
- ❑ L'impianto si porta in condizione di massima produzione. È possibile regolare la portata dell'acqua intervenendo sulle valvole presenti sui getti in modo manuale in base alle indicazioni del manometro collocato a fianco del pressostato, prima della valvola motorizzata.

#### **04.01.03 Sequenza di arresto**

- ❑ L'impianto si sgancia automaticamente dalla rete qualora intervengano le protezioni di tensione e frequenza o altri controlli previsti sull'impianto.
- ❑ Successivamente intervengono i comandi di chiusura dell'acqua e l'apertura di eventuali by-pass di scarico.
- ❑ Nel transitorio tra l'interruzione elettrica e la completa chiusura delle valvole, il gruppo turbina-generatore si trova a ruotare in regime di sovra velocità. Tale condizione di funzionamento è già prevista perciò le parti rotanti sono opportunamente dimensionate.
- ❑ Con la chiusura della valvola generale, l'impianto è nuovamente in condizione di effettuare il successivo avviamento.

### **04.02 DESCRIZIONE COMPONENTI**

#### **04.02.01 Girante Pelton**

Le pale e il disco della girante dovranno essere in acciaio inox AISI 316/L, ottenute per microfusione al fine di ottenere un'elevata precisione ed un buon grado di finitura. Le pale dovranno essere fissate al disco-mozzo mediante saldatura a TIG senza apporto di materiale.

La ruota dovrà essere equilibrata dinamicamente. L'accoppiamento diretto della girante sull'albero generatore dovrà avvenire mediante un mozzo a pinza opportunamente dimensionato. Anche il mozzo a pinza dovrà essere in acciaio inox AISI 316/L.

#### **04.02.02 Cassa turbina**

La cassa turbina dovrà essere costituita da un composto saldato in lamiera di acciaio di adeguato spessore. La parte superiore del cilindro interno, le due flange ed il cilindro esterno formano il distributore, ossia la camera di adduzione dell'acqua in pressione ai 6 bocchelli.

Il cilindro interno ha pure la funzione di raccogliere e convogliare l'acqua nel pozzetto di scarico ed inoltre fissa e sostiene il gruppo turbina-generatore mediante i piedi saldati sulla superficie esterna del cilindro stesso.

Un anello di base facilita e semplifica l'installazione del gruppo, tanto che tale anello dovrà essere inghisato all'interno del getto di cls. che dovrà essere eseguito in opera e sul quale sarà appunto appoggiata tutta la centralina. I dettagli della parte edile sono descritti nella relativa relazione tecnica di cui all'elaborato 13L65PR1B\_12.

Sulla flangia esterna dovranno, inoltre, essere fissate le valvole a stantuffo o a sfera per l'intercettazione degli ugelli. I bocchelli dovranno essere in materiale plastico con cariche di fibre di vetro ad alta resistenza e lunga durata.

Tutta la cassa turbina dovrà essere trattata con zincatura a caldo a spruzzo e successivamente verniciata.

#### **04.02.03 Gruppo di alimentazione**

Il gruppo dovrà essere composto da una valvola generale a sfera ad azionamento elettrico comandata dal quadro di comando e di controllo della centralina idroelettrica. L'azionamento sarà elettrico in corrente continua. Dovrà essere compreso nella fornitura un manometro di controllo pressione ed un pressostato per la gestione delle variazioni di salto utile risultante, in funzione della portata effettivamente disponibile.

In tal modo sarà possibile inviare, via GSM, delle segnalazioni all'operatore della centralina idroelettrica affinché possa intervenire per aprire o chiudere degli ugelli.

#### **04.02.04 Motore Elettrico su valvola generale**

Si tratta di un sistema che aziona la valvola posta tra la condotta forzata ed il gruppo turbina-generatore. Il motore elettrico sarà completo di finecorsa elettrici utilizzabili nelle logiche di comando.

Nel blocco dell'attuatore dovrà essere presente una manopola che ne consenta l'azionamento manuale.

#### **04.02.05 Generatore asincrono**

Per il generatore asincrono dovrà essere utilizzato un motore asincrono opportunamente dimensionato. Dovrà essere previsto un ulteriore trattamento per ambienti umidi, per gli avvolgimenti e per la vernice esterna. Sulla flangia del generatore dovrà essere montata un'apposita parabola che ne impedisce il contatto con l'acqua.

I cuscinetti dovranno essere ampiamente dimensionati al fine di poter sopportare agevolmente il carico assiale della girante ed il loro ingrassaggio dovrà avvenire mediante un dispositivo per la lubrificazione periodica.

### **04.03 DATI TECNICI**

#### **04.03.01 Gruppo introduttore**

Valvola generale: Valvola a farfalla DN 125, PN 64.

Collegamento alla condotta: flangiato DN 125, PN 64.

Lunghezza del gruppo di alimentazione: 80 cm circa.

#### **04.03.02 Attuatore elettrico**

Tensione di funzionamento: 24 Volt c.c.

Tempo di manovra: 25"

Contatti finecorsa: NA - NC 5A – 230 V c.a.

#### **04.03.03 Turbina**

Diametro primitivo: 450 mm

Materiale: AISI 316L

#### **04.03.04 Generatore**

Potenza: 50 kW

Tensione: 400 V

cosφ: 0,80 a 4/4

Velocità di rotazione nominale: 1500 giri/min.

Velocità di fuga: 2700 giri/min.

Raffreddamento: ventilazione in aria

Isolamento: classe F

Protezione: IP 55

Grado di equilibratura: ridotta

Posizione di funzionamento: verticale

Cuscinetti: lato albero: a sfera

lato ventola: a sfera

Peso generatore con turbina: 300 kg circa

#### **04.03.05 Gruppo turbina-generatore**

Dimensioni (escluso gruppo alimentazione): 1050 x 1050 x 1300 mm

Dimensione scarico (diametro anello base compreso nella fornitura):  
800 mm

Peso gruppo turbina-generatore: 700 kg. Circa

**04.03.06 Calcoli di dimensionamento****PRALI II° TRATTO: DIMENSIONAMENTO CENTRALINA MALZAT**

<b>Grandezze</b>		<b>U.M.</b>
Diametro 1 =	125	mm
Lunghezza 1 =	420	m
Diametro 2 =	125	mm
Lunghezza 2 =	1438	m
Diametro 3 =	1	mm
Lunghezza 3 =	0	m
Diametro 4 =	1	mm
Lunghezza 4 =	0	m
Coefficiente C1 =	150	adim PEAD
Coefficiente C2 =	120	adim ACC.
Portata Q =	20	l/s
Perdita 1 =	11,30	m
Perdita 2 =	38,67	m
Perdita 3 =	0,00	m
Perdita 4 =	0,00	m
H geodetica	445	m
Perdita Totale	49,97	m
Salto utile	395,03	m

Rendimento condotta =	0,93	adim
Rendimento turbina =	0,8	adim
Rendimento generatore =	0,9	adim
<b>Potenza elettrica generata =</b>	<b>51,90</b>	<b>kW</b>

**CALCOLO DIAMETRO UGELLO**

Salto Utile =	395,03	m
Velocità acqua =	88,04	m/s
Sezione ugello =	227,18	mm
Diametro ugello =	17,01	mm

## **05. PARTE ELETTRICA - PREMESSA**

La parte elettrica relativa all'installazione della centralina idroelettrica all'interno della stazione di pompaggio Malzat riguarda, essenzialmente, la posa del quadro elettrico di comando e di controllo della centralina ed il suo collegamento al quadro generale di bassa tensione ivi presente e collegato al trasformatore MT/BT della cabina di trasformazione facente parte della stazione stessa. Inoltre, la presente relazione entrerà nel merito del collegamento tra il quadro di comando ed il generatore asincrono della centralina idroelettrica.

Pertanto, il presente progetto altro non riguarderà in quanto la stazione di pompaggio è esistente e già dotata degli impianti elettrici di distribuzione luce e F.M. e di terra.

### **05.01 DATI DI PROGETTO**

I dati di progetto necessari, forniti dal Committente, sono di seguito elencati e sono finalizzati all'individuazione delle caratteristiche che dovranno possedere gli impianti elettrici in relazione agli scopi cui sono destinati.

### **05.02 ELABORATI DI RIFERIMENTO**

Gli elaborati di riferimento sono ricavati dal progetto definitivo dell'impianto di innevamento.

[1] B214-07\_INPRA\_EM\_D\_001\_0: Relazione tecnica impianto di innevamento;

[2] B214-07\_INPRA\_EM\_D\_002\_0: Planimetria impianto di innevamento programmato;

### **05.03 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI IMPIANTI**

Gli impianti elettrici oggetto di nuova installazione saranno dedicati, come già detto, all'installazione di una centralina idroelettrica all'interno dell'attuale stazione di pompaggio dell'impianto di innevamento.

In pratica, all'interno del QGBT esistente dovrà essere installato l'interruttore per l'alimentazione del quadro di comando e di controllo della centralina idroelettrica e dovranno essere posate le relative linee di alimentazione: tra il QGBT ed il quadro di comando e tra questo ed il generatore asincrono della centralina.

## **05.04 DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO**

### **05.04.01 Origine degli impianti**

L'origine degli impianti della stazione di pompaggio in oggetto è ubicata all'interno della cabina elettrica di trasformazione MT/BT "Malzat", adiacente al locale di consegna in MT, 15 kV, dell'Ente Distributore dell'energia elettrica ENEL.

Pertanto, all'interno della cabina "Malzat", in corrispondenza del quadro elettrico generale BT di cabina, dovrà essere installato un interruttore per l'alimentazione del quadro di comando e di controllo della centralina idroelettrica.

### **05.04.02 Corrente di cortocircuito trifase, lato BT, all'origine degli impianti**

La corrente di cortocircuito trifase in corrispondenza della cabina elettrica "Malzat" all'interno della quale è installato un trasformatore trifase in resina da 800 kVA, vale circa 20 kA e la conseguente impedenza  $X_T$  vale 11,95 mΩ.

### **05.04.03 Fabbisogni energetici**

La massima potenza che la centralina idroelettrica è in grado di fornire è stimata intorno ai 50 kW e, pertanto, i dispositivi di protezione e le linee di alimentazione dovranno essere dimensionati di conseguenza.

Per l'installazione della centralina idroelettrica il gestore dell'impianto dovrà avanzare presso l'Ente Distributore dell'energia e presso l'UTF le richieste per poter diventare produttore di energia elettrica e per la conseguente posa dei contatori dell'energia stessa.

### **05.04.04 Sistema di distribuzione - impianto di terra**

Il sistema di distribuzione dell'energia elettrica a partire dalla cabina di trasformazione sopraccitata è di tipo TN - S.

Gli impianti di terra della cabina, il sistema disperdente dell'impianto di innevamento, nonché l'impianto di terra della stazione di pompaggio sono esistenti e tutti interconnessi tra loro in un nodo di terra in cabina elettrica e la nuova installazione dovrà avere le masse collegate ad esso.

## **06. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI**

### **06.01 ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO**

Gli elaborati di riferimento sono i seguenti:

[3] - 13L65PR1B\_13: Costruttivo basamento centralina;

[4] – 13L65PR1B\_15: Schemi funzionali: impianti elettrici ed idraulici;

[5] - 13L65PR1B\_16: Tavola degli interventi.

### **06.02 SEZIONE BT 400 V – CABINA MALZAT – ALIMENTAZIONE CENTRALINA IDROELETTRICA**

Nel paragrafo seguente sarà scelto l'interruttore da installare all'interno del QGBT esistente in cabina elettrica "Malzat" per la protezione della linea di alimentazione del quadro elettrico di comando e di controllo "QCC" della centralina idroelettrica.

#### **06.02.01 Scelta del dispositivo di protezione lato BT da installare nel QGBT esistente in cabina elettrica "Malzat"**

A bordo del QGBT esistente ed ubicato all'interno della cabina elettrica di trasformazione, dovrà essere aggiunto il seguente dispositivo di protezione:

***Interruttore di alimentazione Quadro elettrico centralina idroelettrica:***

➤ N. 1 un interruttore automatico magnetotermico, scatolato, avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale:  $V_n = 400 \text{ V}$ ;

- Corrente nominale:  $I_n = 160 \text{ A}$ , tarato a  $I_{th} = 144 \text{ A}$ ;



**Relazione tecnica opere elettromeccaniche: Centralina idroelettrica – Impianti elettrici ed idraulici**

- Potere di interruzione:  $I_{cu} \geq 20 \text{ kA}$ ;
- N° poli: 4;
- Protezioni: termica regolabile e magnetica fissa;

La linea di alimentazione a monte di tale interruttore sarà derivata a valle dell'interruttore generale di cabina, sempre presente all'interno del QGBT.

A valle del nuovo interruttore sarà invece collegata la linea di alimentazione del quadro elettrico di comando e di controllo della centralina idroelettrica le cui caratteristiche sono di seguito descritte.

**06.02.02 Linea di alimentazione quadro di comando e controllo della centralina idroelettrica "QCC"**

In corrispondenza del nuovo interruttore, che dovrà essere installato all'interno del quadro generale di BT in cabina Malzat (vedasi par. 06.02.01), dovrà attestarsi la linea di alimentazione del QCC avente le seguenti caratteristiche principali:

- cavo: multipolare in rame;
- tipo: FG7OR 0,6/1 kV;
- formazione:  $3,5 \times 35 \text{ mm}^2 + 1\text{G}25 \text{ mm}^2$  (N07V-K - GV);
- condizioni di posa: in aria, in canalina;
- tipo di installazione: cavi multipolari posati in aria;
- portata nominale:  $I_z = 150 \text{ A}$ ;
- corrente di esercizio:  $I_b = 90 \text{ A}$ ;
- lunghezza del collegamento: circa 7,5 m;
- caduta di tensione %:  $= 0,18 \%$ ;

La linea di alimentazione che si attesta a monte del nuovo interruttore suddetto potrà essere costituita da sbarre o da conduttori unipolari in rame in grado di portare una corrente di circa 150 A.

**06.02.03 Linea di collegamento del generatore asincrono**

Dal QCC sarà derivata la linea di collegamento del generatore asincrono facente parte della centralina idroelettrica in oggetto, la quale avrà le seguenti caratteristiche:

**Linea Generatore Asincrono:**

- cavo: multipolare in rame;
- tipo: FG7OR 0,6/1 kV;
- formazione: 3,5 x 35 mm<sup>2</sup>;
- condizioni di posa: in aria, in canalina;
- tipo di installazione: cavi multipolari posati in aria;
- portata nominale:  $I_z = 150$  A;
- corrente di esercizio:  $I_b = 90$  A;
- lunghezza del collegamento: circa 7,5 m;
- caduta di tensione %: = 0,18 %;

Per tutte le linee risultano pertanto verificate le tre seguenti condizioni:

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| - $I_b \leq I_z$            | CEI 64-8, art. 433.2 |
| - $\Delta U_{\%} \leq 4 \%$ | CEI 64-8, art. 525   |
| - $\Delta U_{\%} \leq 5 \%$ | CEI EN 60204-1       |

**06.03 IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE E DISTRIBUZIONE F.M. ALL'INTERNO DELLA STAZIONE DI POMPAGGIO**

Gli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. all'interno della stazione di pompaggio sono esistenti e non saranno oggetto di alcun intervento.

**07. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI**

La protezione delle linee contro le sovracorrenti sarà realizzata tramite interruttori di tipo automatico magnetotermico i quali assicurano sia la protezione contro il sovraccarico sia contro il cortocircuito (Norma CEI 64-8/4, sez. 433).

Quando un unico dispositivo è utilizzato sia per la protezione contro il sovraccarico sia contro il cortocircuito, non è necessario effettuare la verifica della lunghezza massima protetta (o della corrente di cortocircuito minima, che si ha in fondo alla linea), come previsto dalla Norma CEI 64-8/4, sez. 433, 434 e 435, e cioè:

a)  $I_b \leq I_n \leq I_z$

b)  $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$

- potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione,

in cui:

- $I_b$  = corrente di impiego del circuito;
- $I_z$  = portata della conduttura;
- $I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;
- $I_f$  = corrente di intervento del dispositivo entro il tempo convenzionale stabilito.

In relazione alle portate  $I_z$ , definite al precedente capitolo 0.5, ed alle condizioni a) e b), si scelgono i valori di corrente nominale degli interruttori posti a protezione delle singole linee, come si evince dagli schemi unifilari riportati negli elaborati grafici di riferimento.

Inoltre, al fine di soddisfare la condizione c), la scelta del potere di interruzione degli interruttori sarà fatto sulla base di quanto calcolato nei paragrafi precedenti.

## **08. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante isolamento delle parti attive utilizzando involucri e/o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IPXXB.

Inoltre, tale protezione potrà essere realizzata impiegando apparecchiature di classe II, per le quali si ricorda che il collegamento a terra è rigorosamente vietato dalla norma CEI 64-8.

## 09. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione, secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8, sez. 413, par. 413.1.

La protezione è affidata agli interruttori automatici con sganciatore magnetotermico e differenziale. Trattandosi di sistema TN la condizione da rispettare, pertanto, è la seguente:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

in cui:

- $Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto;
- $I_a$  è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro 5 s per i circuiti di distribuzione, 0,4 s per i circuiti terminali. Nel caso in cui si usino interruttori differenziali  $I_a$  è la corrente differenziale nominale;
- $U_0$  è la tensione nominale, valore efficace tra fase e terra.

### 09.01 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER LA LINEA DI ALIMENTAZIONE BT DA QGBT MALZAT A QCC E DA QCC A GENERATORE

#### 09.01.01 Linea di alimentazione QCC

La linea di alimentazione in oggetto, lunga circa 7,5 m, è costituita da un conduttore multipolare in rame, tipo FG7OR 0,6/1 kV, formazione 3,5 x 35 + 1G25 mm<sup>2</sup> protetto da un interruttore scatolato da 160 A il quale ha una corrente di intervento in 5 s di circa 1360 A.

Pertanto, ipotizzando un guasto monofase franco verso terra in corrispondenza del quadro elettrico "QCC" della centralina idroelettrica ove, appunto, si attesta la linea suddetta protetta dal nuovo interruttore da 160 A, installato nel QGBT esistente, l'impedenza dell'anello di guasto, tra fase e conduttore di protezione deve valere al massimo:

$$Z_s \leq \frac{0,8 * U_0}{I_a} \qquad Z_s \leq \frac{184}{1360} \leq 135 \text{ m}\Omega$$

secondo quanto stabilito dall'art. 413.1.3.3 della Norma CEI 64-8/4.

Si specifica che il fattore 0,8, di riduzione della tensione di alimentazione, tiene conto della caduta di tensione che si avrebbe in occasione del guasto considerato. Ciò è a favore della sicurezza poiché la corrente  $I_a$  ha un valore minore di quella che si avrebbe considerando la tensione  $U_0$  pari a 230 V).

L'impedenza dell'anello di guasto ha la seguente espressione:

$$Z_s = \sqrt{(R_L + R_{PE})^2 + (X_T + X_L + X_{PE})^2}$$

dove:

$R_L = 5,3 \text{ m}\Omega$  ; resistenza del conduttore di fase;

$R_{PE} = 6,66 \text{ m}\Omega$  ; resistenza del conduttore di protezione;

$X_T = 11,95 \text{ m}\Omega$  ;reattanza del trasformatore (si è supposta una reattanza della rete a monte, infinita);

$X_L = 0,54 \text{ m}\Omega$  ;reattanza del conduttore di fase;

$X_{PE} = 0,795 \text{ m}\Omega$  ; reattanza del conduttore di protezione;

Pertanto,  $Z_s = 17,88 \text{ m}\Omega < 135 \text{ m}\Omega$  (valore limite precedentemente calcolato)

Da questo risultato si evince che la protezione contro i contatti indiretti in corrispondenza del quadro di comando e di controllo della centralina idroelettrica è ampiamente soddisfatta.

#### **09.01.02 Linea di collegamento generatore asincrono**

La linea di alimentazione in oggetto, a partire dal QCC, è lunga circa 7,5 m ed è costituita da un conduttore multipolare in rame, tipo FG7OR 0,6/1 kV, formazione 3,5 x 35 mm<sup>2</sup>. Per questa linea, sempre protetta, oltre che dall'interruttore posto all'interno del QCC, anche dall'interruttore installato all'interno del QGBT da 160 A, valgono, nella sostanza, gli stessi calcoli effettuati al paragrafo precedente.

Pertanto, si può affermare che anche per questa linea è soddisfatta la protezione contro i contatti indiretti.

## **10. IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra della cabina elettrica di trasformazione MT/BT "Malzat" è esistente e non sarà oggetto di alcun intervento di modifica, revisione, ecc.

Allo stesso dovranno essere collegate le masse della nuova installazione comprendenti: il nuovo quadro elettrico di comando e di controllo della centralina idroelettrica "QCC" e la centralina stessa, generatore compreso.

### **10.01 VALORE DELLA RESISTENZA DELL'IMPIANTO DI TERRA**

In base a quanto riportato nel progetto dell'impianto di innevamento del 2004 si dovrà verificare che il valore della resistenza di terra dell'impianto utilizzatore non sia superiore a 1,38  $\Omega$ .

Nel caso in cui, il valore della resistenza di terra dovesse essere superiore al suddetto, sarà necessario eseguire la verifica delle tensioni di contatto e di passo le quali non dovranno risultare, in alcun punto dell'impianto utilizzatore, superiori a 166 V. ciò sulla base dei valori di corrente di guasto a terra e del tempo di intervento delle protezioni dell'ente Distributore a suo tempo comunicate.

A questo punto, varrà la pena che l'impresa si informi presso l'ENEL se i valori suddetti, negli anni, hanno subito variazioni, o meno.

Intanto, nel caso in cui la verifica delle tensioni di contatto e di passo desse esito negativo, si dovrà procedere con l'adozione di interventi tali da ridurre, entro i limiti ammessi, le tensioni di passo e di contatto.

## **11. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINAZIONE**

La valutazione del rischio da fulminazione per la stazione di pompaggio in oggetto è già stata effettuata in altro progetto e ha dato conferma circa l'autoprotezione della stazione e la non necessari età di installare componenti e/o impianti per la protezione contro il fulmine.

## **12. VERIFICHE**

### **12.01 VERIFICHE INIZIALI**

Gli impianti oggetto del presente progetto, prima dell'entrata in servizio, dovranno essere sottoposti a tutte le verifiche iniziali, previste dalla Norma CEI 64-8/6, applicabili alla tipologia di impianto considerato, al fine di verificare la corrispondenza dell'impianto alla suddetta norma.

Le verifiche dovranno essere eseguite da una persona esperta, competente in lavori di verifica.

Le verifiche iniziali devono essere eseguite in due fasi ed in particolare:

- fase 1) Esame a vista;
- fase 2) Prove.

Parimenti le verifiche dovranno essere ripetute in occasione di modifiche sostanziali ed importanti dell'impianto, allo scopo di assicurare che tali modifiche siano state realizzate conformemente alle norme applicabili, in particolare la norma CEI 64-8.

#### **12.01.01 Esame a vista**

L'esame a vista deve precedere la prova e deve essere effettuato con l'intero impianto fuori tensione. Tale esame deve accertare che i componenti elettrici che sono parte dell'impianto fisso siano:

- ☐ conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme<sup>1</sup>;
- ☐ scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della norma di cui sopra e con le istruzioni del costruttore;
- ☐ non danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza.

L'esame a vista deve riguardare le seguenti condizioni, ove applicabili:

- a) metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti (capitolo 41);

---

<sup>1</sup> Questo può essere accertato mediante l'esame della marcatura, di certificazioni o da informazione del costruttore.

- b) scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione (Capitolo 43, Sezioni 523 e 525);
- c) scelta e taratura dei dispositivi di protezione e segnalazione (Capitolo 53);
- d) presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando (Sezione 536);
- e) scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimenti alle influenze esterne (Sezione 422, Articolo 512.2, Sezione 522);
- f) corretta identificazione dei conduttori di neutro e di protezione (Articolo 514.3);
- g) dispositivi di comando unipolari connessi ai conduttori di fase (Sezione 537);
- h) identificazione dei circuiti, degli interruttori, dei morsetti ecc. (Sezione 514);
- i) idoneità delle connessioni dei conduttori (Sezione 526);
- j) presenza ed adeguatezza dei conduttori di protezione, compresi i conduttori per il collegamento equipotenziale principale e supplementare (Capitolo 54);
- k) agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione (Sezioni 513 e 514).

#### **12.01.02 Prove<sup>2</sup>**

Devono essere eseguite, per quanto applicabili e preferibilmente nell'ordine indicato, le seguenti prove:

- a) continuità dei conduttori (61.3.2);
- b) resistenza d'isolamento dell'impianto elettrico (61.3.3);
- c) protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica (61.3.4);

---

<sup>2</sup> Quando la prova è eseguita in un'atmosfera potenzialmente esplosiva sono necessarie precauzioni di



- d) protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (61.3.6);
- e) protezione addizionale (61.3.7);
- f) prova di polarità (61.3.8);
- g) prova dell'ordine delle fasi (61.3.9);
- h) prove di funzionamento (61.3.10);
- i) caduta di tensione (61.3.11).

Gli strumenti di misura e gli apparecchi di controllo devono essere conformi alle norme della serie CEI EN 61557. Se si usano altri strumenti di misura od altri apparecchi di controllo, essi non devono avere caratteristiche e grado di protezione inferiore.

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

## **12.02 VERIFICHE PERIODICHE**

Al fine di garantire il mantenimento nel tempo delle caratteristiche di sicurezza, affidabilità e funzionalità dell'impianto, sarà opportuno predisporre un piano di verifica periodica dello stesso.

Tale verifica, quando richiesta deve essere eseguita in accordo con gli articoli da 62.1.2 a 62.1.6 della Norma CEI 64-8, per garantire:

- a) la sicurezza delle persone e degli elementi domestici contro i contatti elettrici e le ustioni;
- b) la protezione contro i danni alle cose dall'incendio e dal calore che si produce da guasti nell'impianto;
- c) la conferma che l'impianto non'è danneggiato o deteriorato in modo da ridurre la sicurezza;

---

sicurezza particolari in accordo con le Norme CEI EN 60079-17 e CEI EN 61241-17.

- d) l'identificazione dei difetti dell'impianto e lo scostamento dai requisiti della norma.

#### **12.02.01 Frequenza della verifica periodica**

Non esiste una normativa sulla frequenza delle verifiche periodiche e pertanto tale scadenza dovrà essere determinata in funzione del tipo di impianto, dei componenti, il suo uso e funzionamento, la qualità e la frequenza delle manutenzioni e le influenze esterne a cui l'impianto è soggetto.

Per gli edifici residenziali possono essere considerati intervalli di tempo di 10 anni. Inoltre è consigliabile che tali verifiche vengano effettuate ad ogni cambio di proprietà.

### **13. IMPIANTO IDRAULICO**

Le modifiche all'impianto idraulico della stazione di pompaggio e di sollevamento esistenti e facenti parte dell'impianto di innevamento programmato, al fine di poter installare e collegare la centralina idroelettrica in oggetto, sono di seguito descritti.

#### **13.01 LINEA ADDUZIONE CENTRALINA IDROELETTRICA**

Per quanto riguarda la formazione della linea di adduzione dell'acqua proveniente dalla vasca di laminazione MIANDETTE verso la centralina idroelettrica si dovrà intervenire sulla tubazione già esistente ed attualmente utilizzata per distribuire l'acqua all'impianto di innevamento. Pertanto, gli interventi da effettuare per la linea in oggetto sono i seguenti:

- installazione, sulla tubazione (di destra guardando monte) DN 125 mm, di una derivazione per il collegamento della nuova tubazione, sempre DN 125 mm in acciaio, per l'adduzione dell'acqua alla centralina. La formazione della derivazione avverrà previo taglio della tubazione e successiva saldatura del tratto di tubo che sarà poi collegato alla saracinesca, anch'essa di nuova installazione, flangiata, DN 125, PN 64;
- fornitura e posa della saracinesca suddetta;

- fornitura e posa della tubazione tra la saracinesca e la valvola motorizzata facente parte della centralina idroelettrica. Inoltre, in questo tratto di tubazione si dovranno saldare due manicotti da 1/2" per l'installazione di un manometro e di un pressostato.

I collegamenti tra la nuova tubazione e le valvole: saracinesca e motorizzata, dovranno essere effettuati tramite flange, mentre il collegamento della nuova tubazione con quella esistente potrà essere fatto tramite saldatura ossiacetilenica.

Inoltre, il tratto di linea in oggetto dovrà essere opportunamente ancorato al pavimento ed alla parete della stazione, secondo quanto meglio descritto sull'elaborato grafico delle opere civili - strutture.

### **13.02 LINEA SCARICO CENTRALINA IDROELETTRICA IN STAZIONE DI POMPAGGIO MALZAT**

L'acqua turbinata, una volta uscita dalla turbina a pressione zero, sarà raccolta all'interno di una vasca in c.a. realizzata in opera, secondo quanto meglio specificato nella sezione strutture "ST" del presente progetto.

Dalla vasca suddetta, poi, tramite tubazione in acciaio DN 200, l'acqua sarà convogliata verso il torrente Germanasca.

Per fare ciò, si è pensato di sfruttare la tubazione esistente ed attualmente utilizzata per addurre l'acqua dalla stazione di sollevamento, ubicata in prossimità del torrente Germanasca, alle pompe della stazione di pompaggio.

In tal modo la tubazione potrà essere collegata a quella esistente DN 200, previa interposizione di una saracinesca DN 200, PN 40, flangiata, la quale dovrà essere chiusa quando la centralina non è in funzione.

Si fa presente che la tubazione esistente DN200, poco al di fuori della stazione di pompaggio, si suddivide, attraverso un collettore, in due tubazioni DN125 che provengono dalla stazione di sollevamento Germanasca. A queste due tubazioni sono collegate n. 2 pompe di sollevamento, sommerse, dotate di valvole di non ritorno. Pertanto, è necessario by-passare le due valvole di non ritorno in modo

tale da consentire lo scarico dell'acqua turbinata dalla centralina idroelettrica, eseguendo degli interventi di modifica dell'impianto della stazione di sollevamento suddetta, di cui al paragrafo seguente.

### **13.03 LINEA SCARICO CENTRALINA IDROELETTRICA IN STAZIONE DI SOLLEVAMENTO GERMANASCA**

All'interno di questa stazione sarà necessario realizzare un by-pass tra le due tubazioni fuoriuscenti dalle pompe e dotate di saracinesche per consentire lo scarico dell'acqua proveniente dalla centralina. Il by-pass dovrà essere realizzato a monte delle saracinesche e sarà sostanzialmente costituito da una derivazione a "T" al termine della quale dovrà essere collegato, previo allargamento, un tratto di tubazione DN 200 ed una saracinesca di scarico DN 200, PN 40, flangiata. Tale saracinesca dovrà essere chiusa quando l'impianto di innevamento sarà in funzione. La gestione delle saracinesche dell'impianto così modificato sarà completamente manuale.