Manifattura del Turchino s.p.a.
piazza della Vittoria n.7-4
16121 G E N O V A

AUTORIZZAZIONE UNICA PER COSTRUZIONE
DI IMPIANTO IDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE
IN COMUNE DI BORZONASCA (GENOVA)

DOMANDA DI CONCESSIONE DI DERIVAZIONE DI ACQUA PUBBLICA
AD USO IDROELETTRICO
DAI TORRENTI STORTO, CERESOLE E PORAGINE
IN COMUNE DI BORZONASCA (GENOVA)

IMPIANTO ELETTRICO

Relazione

Verifica protezione antifulmini

Verifica campo elettromagnetico

REVISIONE 2

Firmato da
Galleti Aldo

Studio Tecnico
dr.ing. Aldo Galleti
contrada di Borgoratto, 2
29022 BOBBIO (PC)

tel.+fax: 0523 936182

0. PREMESSA

La presente relazione riguarda l'impianto elettrico al sevizio della centrale idroelettrica da attuare in comune di Borzonasca (GE), con potenza di 1000 kW, inferiore a 3000 kW.

La centrale è ubicata sul mappale 6 del foglio catastale 63 del comune di Borzonasca.

La presente REVISIONE 2 è riportata per di apportare variazioni al progetto originario a seguito della entrata in vigore delle norme CEI 0-16 e 81-10. Le variazioni introdotte sono riportate in carattere corsivo per un più immediato rilievo.

Viene realizzata mediante *due* gruppi turbina-generatore installat*i* in un edificio seminterrato posto al termine della condotta di adduzione dove alloggiano anche le apparecchiature di Bassa Tensione (BT) e Media Tensione (MT) necessarie. L'edificio presenta un'unica sala macchine al piano terreno, al livello della strada prospiciente *verso valle*. Di qui, una linea in via aerea lunga circa 190 m collega la centrale alla cabina MT e quindi alla *prossima* cabina Enel Distribuzione sulla rete nazionale.

L*e* turbin*e* idraulic*he sono* di tipo Pelton a più getti, con asse verticale; il generatore elettrico è a quella collegato meccanicamente; dal generatore partono i cavi di collegamento che giungono ai quadri posti a breve distanza e al trasformatore survoltore dalla cui parte in MT prende inizio la linea verso la cabina MT.

1. GENERALITA'

L'impianto elettrico della centrale è realizzato secondo il sistema TT ed è suddivisibile in due parti:

I°- produzione e trasformazione di energia elettrica, in Bassa Tensione (sistema di I categoria per norme CEI);
II°- distribuzione di energia elettrica in B.T. per alimentazione e servizi.

L'impianto è conforme e si compiega alle norme CEI:

-11.20 (Impianti di produzione di energia elettrica di potenza fino a 3000 kW);
-11.1 (Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica, norme generali);
-11.8 (Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, impianti di terra);
-64.8 (Impianti utilizzatori per tensione fino a 1000 V in c.a. e fino a 1500 V in c.c.);
-0-16 (Connessione di utenze in MT)
-81-10 (Protezione dalla fulminazione)

per quanto corrispondente e ad eventuali altre norme richiamate.

Inoltre la parte di produzione e di allacciamento è conforme alle prescrizioni *TERNA-Allegato 70 (Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete di distribuzione).*

Si sottolinea che negli ambienti della centrale non è prevista la presenza continua di personale addetto, ma solo di presenza saltuaria per verifiche e manutenzioni, essendo le attività di produzione, fermata e riavviamento completamente automatiche.

2. CARATTERI DEL I° IMPIANTO

Con riferimento all'allegato schema unifilare di progetto, l'impianto di generazione e di trasformazione dell'energia elettrica (I° impianto, sistema di I categoria), risulta composto dai seguenti elementi:

a- *n.2 generatori in c.a. sincroni gemelli di potenza nominale 500 kW,* frequenza nominale 50 Hz, con albero meccanicamente solidale all'albero della turbina. L'energia meccanica erogata viene regolata attraverso il controllo della apertura di più getti disposti a corona intorno alla girante, gestita a sua volta dal livello del pelo libero delle acque delle vasche di raccolta di monte e sottoposta al controllo delle protezioni e delle salvaguardie elettriche. Si fa notare che il generatore in assenza di tensione dalla rete Enel non *produce energia;*

b- *n.2 interruttori di generatore motorizzati in BT (DG1 e DG2)* in aria, 400 V, 3x*1000* A, di primaria ditta, marcati CE, in versione estraibile, con contatti ausiliari di controllo, comandati in apertura dal *sistema di protezione di interfaccia SPI* e in chiusura dal complesso di regolazione dell'impianto. Da un contatto ausiliario un segnale di presenza di tensione comanda il rincalzo per la formazione del segnale ritardato di comando dell'apertura dell'interruttore generale, in caso di mancata apertura dei dispositivi di generatore;

c- n.1 contatore di misura per UTF (Agenzia delle Dogane, eventuale). Questo contatore potrà essere posizionato anche a valle del sezionatore di entrata;

d- n. 1 gruppo misura e di lettura delle principali grandezze elettriche (V, I, f, ecc.);

e- terne di cavi di collegamento BT tra dispositivi generali e trasformatore BT/MT di breve sviluppo, in rame, di almeno 600 mm^2 di sezione di tipo unificato dall'Enel, per la sollecitazione di cortocircuito più severa;

f- n.1 interruttore di generatore motorizzato in BT (*DDI*, dispositivo di interfaccia) in aria, 400 V, 3x2000 A, di primaria ditta, marcato CE, in versione estraibile, con contatti ausiliari di controllo, comandato in apertura dal dispositivo *NV0-16* e in chiusura dal complesso di regolazione dell'impianto;

g- protezione di interfaccia *CEI 0-16* (*DPI*), costituita da relè di frequenza, relè di minima e massima tensione *e di tensione omopolare*. Il costruttore della protezione garantisce la taratura effettuata secondo la prescrizione e indica i valori sul pannello relativo, posto in armadio blindato. La protezione è dotata di rincalzo per mancata apertura del dispositivo di generatore, costituito da un comando di scatto emesso dalla protezione di interfaccia stessa che agirà con ritardo *di norma* sul dispositivo generale;

h- trasformatore BT/MT, 400/15000 V, 50 Hz, da 1500 kVA, isolato in resina o simile, da disporre in vano protetto o in quadro blindato;

i- protezione generale per massima corrente (*ex* 50/51);

l- terna di cavi di collegamento MT tra dispositivo generale e trasformatore BT/MT di breve sviluppo, in rame, di almeno 16 mm^2, di tipo unificato dall'Enel, per la sollecitazione di corto-circuito più severa;

m- interruttore motorizzato in vuoto o in gas SF6 (*DDG dispositivo generale*), 15/20 kV, 3x 100 A di primaria ditta, marcato CE, eventualmente in versione estraibile, con contatti ausiliari di controllo, comandato in chiusura dal complesso di regolazione dell'impianto;

n- misuratore-registratore teleleggibile in MT.

Esclus*i i* generator*i*, tutti gli altri componenti sopra indicati trovano alloggio in quadri metallici con carcasse collegate al circuito di protezione di terra o in cavidotti protetti secondo le norme.

3. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è formato da cavo nudo di rame da 35 mm^2, interrato ad anello intorno all'edificio di centrale con 4 punte disperdenti in pozzetto segnalato, facente capo al nodo di terra posto nella sala macchine.

La resistenza di dispersione $R_A = 50/I_a$ sarà conforme alla norma CEI 64-8.

4. CARATTERI DEL II° IMPIANTO

La II° parte di impianto elettrico della centrale corrisponde a quella in B.T. per illuminazione e servizi. L'energia è derivata dalla rete Enel tramite contatore (non è derivata da spillamento dalla produzione).

A valle del contatore Enel si trovano, oltre all'impianto di terra collegato con il nodo di terra del I° impianto:

in serie:
- interruttore magnetotermico 32 A, 380 V, 3F+N, con linea di 6 mm^2, generale;

a valle, in parallelo:
- interruttore magnetotermico differenziale 16 A, 380 V, 3F+N, con soglia di 30 mA, per alimentazione di servizi di comando e regolazione dell'impianto;
- interruttore magnetotermico differenziale 16 A, 220 V, 3F+N, con soglia di 30 mA, per alimentazione di prese di servizio;
- n.1 interruttore magnetotermico differenziale 10 A, 220 V, 1F+N per l'alimentazione dell'illuminazione interna ed esterna;
- n.1 interruttore magnetotermico differenziale 6 A, 220 V, 1F+N per l'alimentazione dell'illuminazione di emergenza;

5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Tutte le parti metalliche in tensione sono isolate a protezione dei contatti diretti secondo la norma.

Tutte le sezioni di impianto elettrico sono posizionate in armadi blindati o in canalette chiuse non accessibili senza attrezzatura, collegati a terra *o in cavidotti protetti secondo le norme*.

Tutti i cavi in vista sono dotati di doppio isolamento e protetti da urti meccanici.

6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti avviene attraverso:

1- il collegamento a terra di tutte le masse metalliche suscettibili di cortocircuito verso fase con cavo di Cu di 6 mm^2 o da 16 mm^2 raccordato al nodo di terra;

2- messa a terra di tutte le masse metalliche estranee accessibili (serramenti metallici, strutture metalliche, ecc.) e tubazioni interrate metalliche con cavo di Cu di 2.5 mm^2, collegato con il nodo di terra;

3- per la sezione di BT: interruzione dell'alimentazione mediante interruttore magnetotermico differenziale, come visto nella II° parte di circuito;

4- presenza del conduttore di terra in ogni punto di utilizzazione del circuito di distribuzione della BT con sezione pari a quella dei conduttori di fase e collegamento dal quadro relativo al nodo di terra con cavo di 16 mm^2.

7. PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Viene attuata mediante:

1- dimensionamento opportuno dei cavi;

2- per la sezione BT: installazione di interruttori magnetotermici a monte delle utilizzazioni, dimensionati e tarati impiegando le formule:

$$Ia \leq In \leq Iz$$
$$If \leq 1.45 * Iz$$

dove: Ia = corrente nell'utilizzatore;
In = corrente nominale;
Iz = corrente portata dal cavo;
If = corrente per funzionamento della protezione nel tempo convenzionale;

per i cortocircuiti: $I^2 * t \leq k^2 * S^2$

essendo: I = corrente (A)
t = durata del cortocircuito (s)
S = area della sezione del cavo (mm^2)
k = costante: per cavi isolati in PVC: 115

e impiegando conduttori per il neutro con sezione uguale o superiore a quelle dei corrispondenti cavi in tensione.

8. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

Tutte le apparecchiature, tutti i componenti e i particolari dell'impianto, nonchè tutti i cavi da utilizzare nella realizzazione dell'impianto sono marcati IMQ o CE o con marchio di accettazione e conformità equivalente.

9. ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

L'illuminazione di emergenza è affidata a due punti autonomi dotati di batteria ricaricabile e spia di presenza di alimentazione e di batteria sotto carica.

Si prevede inoltre la dotazione di 1 torcia portatile posta in luogo segnalato.

10. VERIFICA DELLE SEZIONI CONDUTTRICI PRINCIPALI

Segue la verifica dei cavi conduttori o di collegamento di maggiore importanza.

A) Cavi tra generatore e trasformatore BT/MT
La corrente I massima continuativa per le tre sezioni di fase nei cavi di potenza risulta:

$$I = P/(\sqrt{3}*V) = \textit{500000}/(\sqrt{3}*400) = \textit{722}\ A$$

essendo: P = potenza massima del generatore = 500 kW
V = tensione nominale = 400 V

La densità di corrente ammissibile d per cavi unipolari isolati in gomma o simili è pari a d = 2.5 A/mm^2 (cfr. Manuale Hoepli, M-21 e note). La sezione minima S_{min} del cavo deve quindi essere:

$$S_{min} = I/d = \textit{722}/2.5 = \textit{289}\ mm^2$$

La sezione minima dei cavi deve essere di *300* mm^2 > *289*

B) Cavi tra trasformatore e punto di consegna
La corrente I massima continuativa per le tre sezioni di fase nei cavi di potenza risulta:

$$I = P/(\sqrt{3}*V) = 1000000/(\sqrt{3}*15000) = 38.5\ A$$

essendo: P = potenza massima dei generatori = 1000 kW
V = tensione nominale = 15000 V

La densità di corrente ammissibile d per cavi unipolari isolati in gomma o simili è pari a d = 2.5 A/mm^2 (cfr. Manuale Hoepli, M-21 e note). La sezione minima S_{min} del cavo deve quindi essere:

$S_{min} = I/d = 38.5/2.5 = 15.4\ mm^2$

La sezione minima dei cavi in rame deve essere di 16 mm^2 (> 15.4) o equivalente.

C) Cavo di dispersione

La sezione minima di norma A_{min} vale:

$$A_{min} = \sqrt{(I_t^2 * t)}/K = \sqrt{(12500^2 * 1)}/159 = 24.8\ mm^2$$

dove: I_t = corrente di cortocircuito verso terra = 12500 A
t = tempo massimo di intervento delle protezioni = 1 s
K = coefficiente del dispersore: per Cu interrato = 159

Viene previsto un cavo di rame nudo di 35 mm^2 di sezione interrato, come sopra detto.

11. PROTEZIONI CONTRO I FULMINI

Seguendo *le norme CEI 62305-3 e 62305-4 (81-10)* risulta che l'edificio può non essere protetto contro i fulmini.

Infatti:

1- struttura da proteggere: centrale idroelettrica con presenza saltuaria di persone, di servizio pubblico.
- n° di fulminazioni per km^2 all'anno nel comune di Borzonasca: $N_g = 4$
Il rischio tollerato è $R_T = 1*10^{-5}$ per perdita L1 (perdite di vite umane)
$R_T = 1*10^{-3}$ per perdita L2 (perdita di servizio pubblico)

Non viene calcolato il rischio per danno economico perchè espressamente non richiesto dalla ditta committente.

Dati:
- schermo di struttura: assente
- schermo di impianti: presente, collegato a terra, insieme con le masse metalliche accessibili
- fattori di perdita: L1 (danni a persone); L2 (di servizio pubblico)
- P = probabilità rischi di fulminazione sulla struttura senza protezione per vari casi = 1
- personale: presente saltuariamente: al massimo $n_t = 2$ persone per $T_t = 1$ ora/gg per 35 settimane/anno = 175 ore/anno
L_t = fattore di perdita per danni a persone per shock elettrico =$2*T_t/(n_t*8760)$ =
*= 2*175/(2*8760) = 0.02*
L_f = fattore di perdita per danni materiali = 0.2
L_O = fattore di perdita per danni ai circuiti interni = 0.001
- tipo di pavimentazione interna: cemento: r_a = coeff. di riduzione per perdita di vite = 0.01
- tipo di pavimentazione esterna: erba: r_b = coeff. di riduzione per perdita di vite = 0.01
- misure per riduzione del rischio incendio: manuale: $r_p = 0.5$
- per carico di incendio: ridotto: $r_f = 0.001$

2- area di raccolta fulmini diretta, sulla pianta della centrale aumentata di 3+3 m:

A_D = m (14.8+6)*(10.8+6) = m^2 350

3- area di raccolta fulmini indiretta, sulla pianta della centrale aumentata di 250+250 m:
A_M = m (14.8+500)*(10.8+500) = m^2 262954

4- area di raccolta di fulmini diretta sulle linee e sulle condotte di entrata in centrale:
a- di energia elettrica. La linea di energia elettrica fino alla cabina Enel di connessione vicina è formata da due tratti di cavo interrato di m 5 in partenza e m 15 in arrivo, per il totale di L'_C = 20 m e da un tratto aereo con lunghezza L''_C = 190 m. L'altezza della cabina Enel è H_A = 2.6 e l'altezza del cavo alla partenza è H_B = m 0 (interrato). L'altezza media del cavo aereo è H''_C =(30+12)/2 = m 21. La resistività del terreno vale ρ = 200 Ω/m.
b- telefonica: è prevista interrata, uniforme, dall'abitato di Zanoni alla centrale con $L°_C$ = m 300.
c- condotta di adduzione con lunghezza L'''_C = 1821 m, con caratteri uniformi, con altezze H_X nulle. La condotta è messa a terra in centrale con cavo di 16 mm^2. Quindi la sua area di raccolta equivalente A'''_L (per condotte interrate) = 0
d- sulla linea di energia: A'_L = A_L (linea interrata) + A_L (linea aerea) =
= $[L'_C-3*(H_A-H_B)]*\sqrt{\rho}$ + $[L''_C-3*(H_A-H_B)]*6*H_C$ =
= [20-3*(2.6)]*√200 + [190-3*(2.6)]*6*21 = 173 + 22957 = 23130 m^2
e- sulla linea telefonica interrata: A''_L (x telefono interrata) =
= $[L°_C-3*(H_A-H_B)]*\sqrt{\rho}$ = [300-3*(2.6)]*√200 = 4132 m^2

5- area di raccolta di fulmini indiretta sulle linee di energia (A'_I) e telefonica (A''_I):
a- sulla linea di energia: $A'_I = 25*L'_C*\sqrt{\rho} + 1000*L''_C$ = 25*20*√200 + 1000*190 =
= 7070 + 190000 = 197070 m^2
b- sulla linea telefonica: $A''_I = 25*L°_C*\sqrt{\rho}$ = $25*300*\sqrt{200}$ = 106066 m^2

6- coefficienti applicativi:
C_d = coeff. per ubicazione della struttura, circondata da oggetti di altezza maggiore = 0.25
C_e = coefficiente di ambiente, rurale = 1
C'_t = coefficiente di correzione per presenza di trasformatore MT/BT in centrale sulla linea di energia = 0.2
C_t = coefficiente di correzione normale = 1

7- frequenza di fulminazione diretta su struttura N_D:
$N_D = N_g*A_D*C_d*10^{-6} = 4*350*0.25*10^{-6} = 0.00035$

8- frequenza di fulminazione indiretta su struttura N_M:
$N_M = N_g*A_M*C_d*10^{-6} = 4*262954*0.25*10^{-6} = 0.263$

9- frequenza di fulminazione su linee entranti N_L:
a- per linea di energia: $N'_L = N_g*A'_L*C_e*C'_t = 4*23130*0.25*0.2*10^{-6} = 0.0046$
b- per linea telefonica: $N''_L = N_g*A''_L*C_e = 4*4132*0.25*10^{-6} = 0.0041$
$N_L = N'_L+N''_L = 0.0046+0.0041 = 0.0087$

10- frequenza di fulminazione in prossimità di linee entranti N_I
a- per linea di energia: $N'_I = N_g*A'_I*C_e*C'_t = 4*643820*0.25*0.2*10^{-6} = 0.1288$
b- per linea telefonica: $N''_I = N_g*A''_I*C_e = 4*106066*0.25*10^{-6} = 0.10607$
$N_I = N'_I+N''_I = 0.1288+0.10607 = 0.235$

11- D1 = danno per shock elettrico su persone:
- fulminazione diretta sulla struttura: rischio R_A
$R_A = N_D*P*r_a*L_t = 0.00035*1*0.01*0.02 = 0.007*10^{-5}$
- fulminazione diretta su servizio entrante: rischio R_U
$R_U = (N_L+N_D)*P*r_a*L_t = (0.0087+0.00035)*1*0.01*0.02 = 0.181*10^{-5}$
- rischio totale per D1: $R_S = R_A+R_U = (0.007+0.181)*10^{-5} = 0.188*10^{-5}$

12- D2 = danno per incendio, esplosione, effetti meccanici e chimici:
- fulminazione diretta sulla struttura: rischio R_B
$R_B = N_D*P*r*h*r_f*L_f = 0.00035*1*1*1*0.001*0.2 = 0.00007*10^{-3}$
- fulminazione diretta su servizio entrante: rischio R_U
$R_V = (N_L+N_D)*P*r*h*r_f*L_f = (0.0087+0.00035)*1*1*1*0.001*0.2 = 0.00175*10^{-3}$
- rischio totale per D2: $R_F = R_B+R_V = (0.00007+0.00175)*10^{-3} = 0.00182*10^{-3}$

13- D3 = danno per guasti a sistemi elettrici ed elettronici:
- fulminazione diretta sulla struttura: rischio R_C
$R_C = N_D*P*L_O = 0.00035*1*0.001 = 0.00035*10^{-3}$
- fulminazione diretta su servizio entrante: rischio R_W
$R_W = (N_L+N_D)*P*L_O = (0.0087+0.00035)*1*0.001 = 0.00905*10^{-3}$
- fulminazione in prossimità della struttura R_M
$R_M = N_M*P*L_O = 0.263*1*0.001 = 0.263*10^{-3}$
- fulminazione in prossimità del servizio entrante R_Z
$R_Z = (N_I-N_L)*P*L_O = (0.235-0.0087)*1*0.001 = 0.2263*10^{-3}$
- rischio totale per D3: $R_O = R_C+R_M+R_W+R_Z =$
$= (0.00035+0.263+0.00905+0.2263)*10^{-3} = 0.4987*10^{-3}$

14- Rischio totale per fulminazione diretta R_d
$R_d = R_A+R_B+R_C = (0.007+0.007+0.035)*10^{-5} = 0.049*10^{-5}$

15- Rischio totale per fulminazione indiretta R_i
$R_i = R_M+R_U+R_V+R_W+R_Z = (0.263+0.5264+0.00182+0.00905+0.4987)*10^{-3} =$
$= 1.239*10^{-3}$

16- R1 = Rischio per perdita L1
$R1 = R_A+R_B+R_U+R_V = (0.007+0.007+0.188+0.182)*10^{-5} = 0.384*10^{-5}$

17- R2 = Rischio per perdita L2
$R2 = R_B+R_C+R_M+R_V+R_W+R_Z =$
$= (0.00007+0.00035+0.263+0.00182+0.00905+0.2263)*10^{-3} = 0.5005*10^{-3}$

18- Verifica: R_T = rischio tollerabile rispetto a R1 = $1*10^{-5}$
$R1 = 0.384*10^{-5} < R_T$

19- Verifica: R_T = rischio tollerabile rispetto a R2 = $1*10^{-3}$
$R1 = 0.5005*10^{-3} < R_T$

12. CAMPO ELETTROMAGNETICO LUNGO LA LINEA AEREA

La parte esterna all'edificio sale su un palo di ammarro di partenza della linea aerea di cavi

intrecciati di tipo ecologico.

La linea dopo circa 190 m, raggiunge il palo di arrivo accanto alla cabina MT prefabbricata. di c.a. corre interrata per un primo tratto di allacciamento: la ricopertura del terreno in questo caso garantisce la presenza al suolo di valori di campo elettromagnetico inapprezzabili.

Nel tratto di allacciamento con linea aerea il valore del campo al suolo è ampiamente contenuto nei limiti di norma.

Infatti l'esposizione ai campi elettromagnetici generati da linee di Media Tensione (MT) con frequenza a 50 Hz deve essere aderente ai limiti imposti dal D.P.C.M. 8.7.2003, che prescrive il non superamento del limite di esposizione di 100 μT (10^{-6} tesla) e, ai fini della protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine connessi con permanenze giornaliere non inferiori a 4 ore, prescrive che la mediana dei valori di induzione magnetica nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio della linea MT non superi il valore di attenzione di 10 μT con l'obbiettivo di qualità, per le nuove realizzazioni, di 3 μT.

La valutazione dell'esposizione continuativa ai campi magnetici a 50 Hz generati da elettrodotti MT si basa quindi sulla stima del valore mediano di induzione generato in un dato punto dalla linea elettrica, valore che può ottenersi mediante misure in loco oppure mediante metodi di calcolo basati su dati tecnici e storici.

Nel caso dell'impianto di progetto si è in presenza di energia elettrica prodotta da un generatore trifase asincrono con potenza massima di 1000 kW a 380 V, a 50 Hz. Tale energia viene quindi survoltata a 15000 V e quindi per via aerea portata verso la consegna.

Un metodo di calcolo numerico per la stima del campo generato da una corrente elettrica a 50 Hz in MT in linea aerea, proposto dai proff.Landini e Mozzanti dell'Università di Bologna (cfr. Inarcos n.697, 2009), consiste nell'utilizzo del legame di proporzionalità tra campo magnetico con induzione B e corrente I di riferimento sulla linea:

$$B = k*I,$$

verificando il valore di k con rilievi effettuati in numerose occasioni e procedendo a calcolarne la media e infine confrontando B con i limiti di norma.

Il valore di I, corrente di riferimento, viene assunto come indicato dallo Studio sugli elettrodotti italiani che indica che in condizioni di esercizio il limite medio L di sfruttamento di una linea MT corrisponde a L = 50% della corrente massima I_{max} di esercizio normale:

$$I = I_{max}*L = I_{max}*0.50$$

Sono stati effettuati in Bologna nel gennaio 2007 numerosi rilievi in prossimità di una linea aerea MT posta a pochi metri (circa 8) da una palazzina, percorsa da una corrente massima I_{max} = 285 A a 50 Hz avente sezione dei conduttori di 70 mm^2.

Il valore del coefficiente k è stato misurato con diverse medie in k = 0.0060 μT/A, per cui la induzione magnetica B al suolo è risultato:

$$B = k*I_{max}*L = 0.0060*285*0.50 = 0.855\ \mu T$$

valore largamente inferiore al limite di 3 μT imposto dalle norme per le nuove realizzazioni.

Nel caso della centrale di progetto, la potenza massima dei generatori è di P = 1000 kW a 400 V, che in MT a V = 15000 V comporta la corrente massima I_{max} = 38.5 A ($P = I*V*\sqrt{3}$). La linea aerea si trova ad altezza superiore a 8 m dal terreno.

Con tale dato si verifica che l'induzione magnetica a terra sotto le linee assume valori molto inferiori a quelli imposti dalla legge, data la proporzionalità del campo con la corrente, valori che possono essere stimati assai prudenzialmente come molto inferiori a:

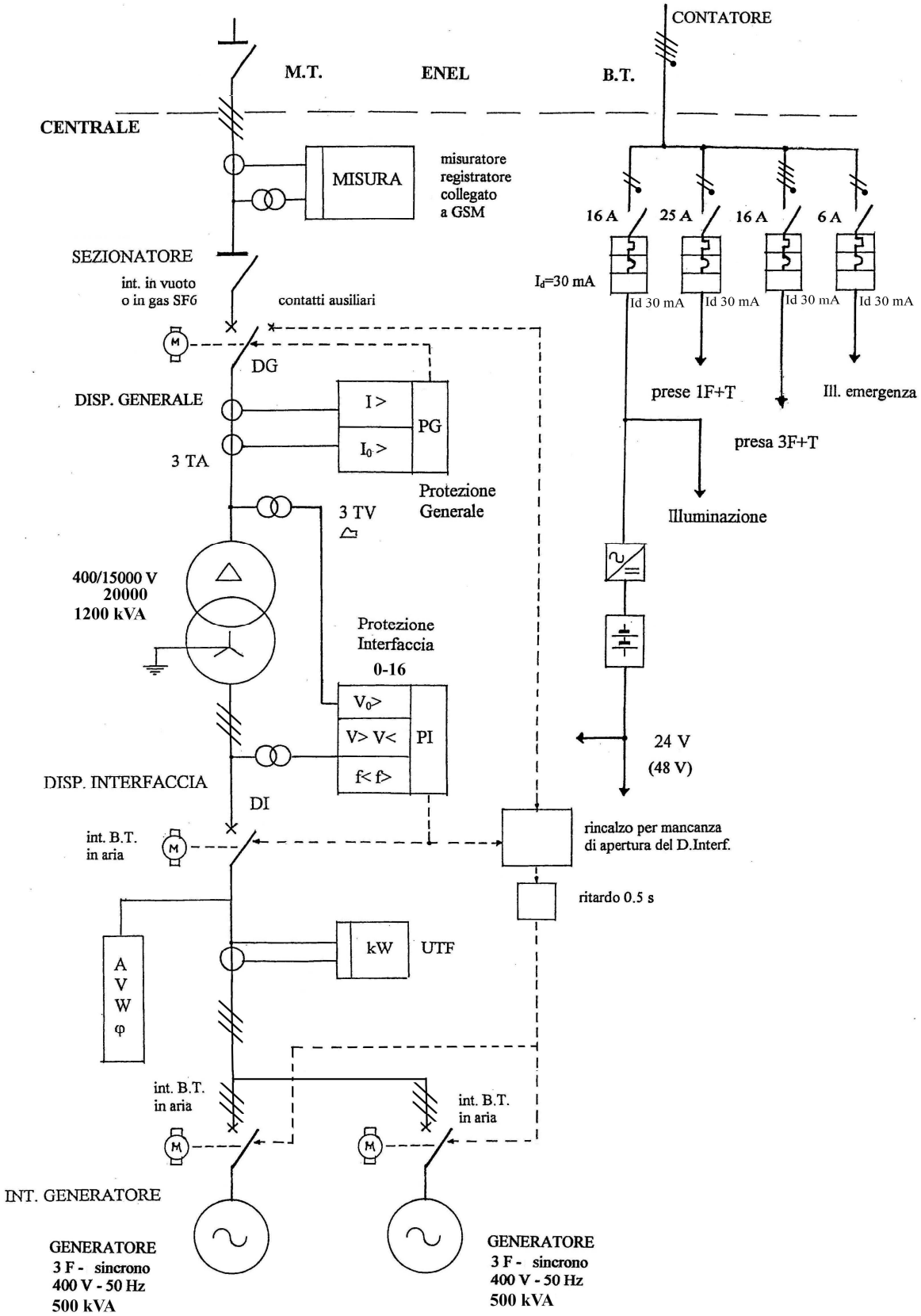
$$B = k*I_{max}*L = 0.0060*38.5*0.5 = 0.11\ \mu T << 3.$$

La linea risulta quindi conforme alle disposizioni del D.P.C.M. 8.7.2003.

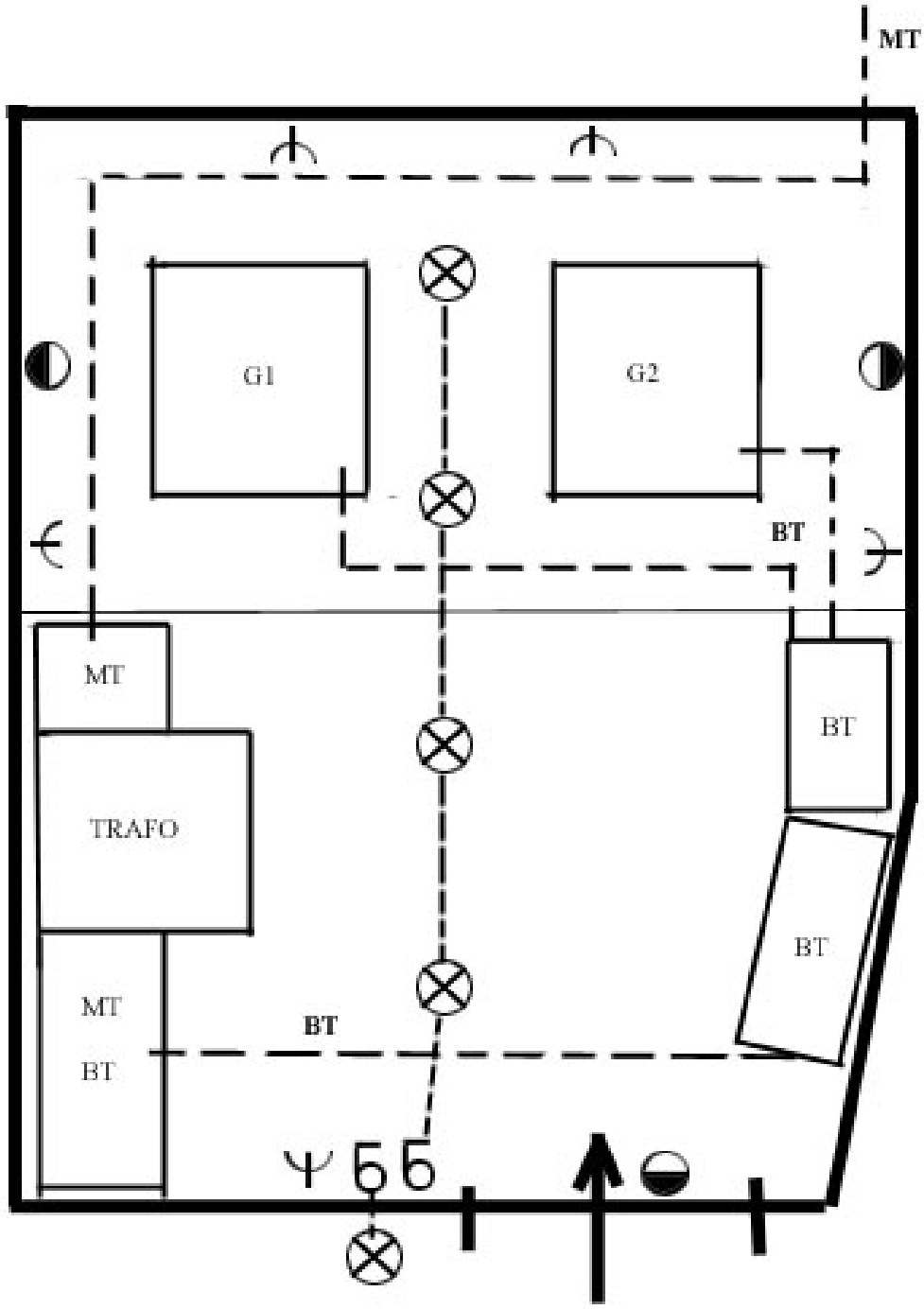
Bobbio, *21 ottobre 2013*

Il tecnico
(dr.ing. Aldo Galleti)

Allegati: schema unifilare
schema planimetrico della centrale



SCHEMA UNIFILARE



б **interruttore**

⊗ **punto luce**

◓ **punto L emergenza**

Ψ **presa**

Schema planimetrico