



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
Assessorato dei lavori pubblici



Ente acque della Sardegna
- C a g l i a r i -

Finanziamento interventi di riqualificazione e adeguamento delle opere del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale (S.I.M.R.) trasferite alla Regione Sardegna da ENEL Produzione S.p.a. e interventi per il potenziamento e la realizzazione di Minicentrali idroelettriche. Attuazione D.G.R. N.38/27 del 26.09.2019.

FASE 1", "INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA IDROELETTRICA TIRSO 1 E TIRSO 2 E DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO BENZONE

"LOTTO 3A"

Adeguamento stallo Alta Tensione 70 KV

PROGETTO ESECUTIVO

Allegati :

Capitolato Speciale d'Appalto

Allegato:

A9.2

scala:

PROGETTO REDATTO DAI SERVIZI TECNICI DELL'ENTE

I Progettisti

Per.Ind. Marco Lussu

Per.Ind. Andrea Tronci



ANDREA TRONCI
10.08.2026
17:27:51
GMT+02:00

Responsabile Unico del Procedimento

Dott. Ing. Marco Cordeddu



MARCO CORDEDDU
10.08.2026
18:02:47
GMT+02:00

Collaborazioni tecniche

Geom. Fabienna Usai

Per.Ind. Alexandro Tuveri

Per.Ind. Romano Frau

Coordinatore della Sicurezza (CSP)

Dott. Ing. Fabiano Porcu

FABIANO PORCU
10.08.2026 17:51:28
GMT+02:00



Direttore del servizio SEGR

Dott. Ing. Alberto Triverio

Il Direttore Generale
Dott. Ing. Giuliano Patteri

Agosto 2026

Regione Autonoma della Sardegna
Ente Acque della Sardegna
Cagliari

PROGETTO ESECUTIVO

Finanziamento interventi di riqualificazione e adeguamento delle opere del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale (S.I.M.R.) trasferite alla Regione Sardegna da ENEL Produzione S.p.a. e interventi per il potenziamento e la realizzazione di Minicentrali idroelettriche. Attuazione D.G.R. N.38/27 del 26/09/2019

FASE 1 - Interventi di manutenzione straordinaria degli impianti di produzione di energia idroelettrica Tirso 1 e Tirso 2 e dell'impianto di sollevamento Benzone

"LOTTO 3A"

Adeguamento stallo Alta Tensione 70kV

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO.....	3
<i>Art. 1. Dati della fornitura elettrica.....</i>	<i>3</i>
<i>Art. 2. Dati impiantistici della stazione AT.....</i>	<i>4</i>
<i>.....</i>	<i>4</i>
<i>Art. 3. Elenco delle apparecchiature.....</i>	<i>5</i>
<i>Art. 4. Caratteristiche tecniche scaricatori di sovratensione all'ossido metallico.....</i>	<i>6</i>
<i>Art. 5. Caratteristiche tecniche morsetteria AT di stazione.....</i>	<i>6</i>
<i>Art. 7. Caratteristiche tecniche Sostegni per apparecchiature di stazione e sostegni portale.....</i>	<i>7</i>
<i>Art. 8. Caratteristiche tecniche Interruttore tripolare con comando tripolare 789L.....</i>	<i>8</i>
<i>Integrato nel modulo multifunzione.....</i>	<i>8</i>
<i>.....</i>	<i>8</i>
<i>Art. 9. Caratteristiche tecniche sezionatore tripolare combinato di linea e di terra.....</i>	<i>9</i>
<i>Integrato nel modulo multifunzione.....</i>	<i>9</i>
<i>Art. 10. Caratteristiche tecniche Trasformatori di corrente TA.....</i>	<i>10</i>
<i>Integrati nel modulo multifunzione.....</i>	<i>10</i>
<i>.....</i>	<i>10</i>
<i>Art. 11. Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione TV induttivi.....</i>	<i>10</i>
<i>Integrati nel modulo multifunzione.....</i>	<i>10</i>
<i>.....</i>	<i>10</i>
<i>Art. 12. Caratteristiche tecniche RTU utenti connessi indirettamente alla RTN.....</i>	<i>16</i>
<i>Art. 14. Caratteristiche Trasformatori AT esistenti.....</i>	<i>20</i>
<i>Art. 15. Protezioni contro i corto circuiti.....</i>	<i>22</i>
<i>Art. 16 Protezione dei Trasformatori lato AT.....</i>	<i>23</i>
<i>Art. 17 Protezione dei Trasformatori lato MT "esistente".....</i>	<i>23</i>
<i>Art. 18 Protezioni delle Sbarre MT "esistente".....</i>	<i>25</i>
<i>Art. 19. Caratteristiche dispositivi di protezione trasformatore A e B.....</i>	<i>28</i>
<i>Art. 20. Caratteristiche quadro elettrico ausiliari.....</i>	<i>28</i>
<i>Arrivo/uscita cavi dal basso.....</i>	<i>29</i>
<i>Art. 21 dati apparecchiature:.....</i>	<i>29</i>
<i>Art. 22. Caratteristiche cavetteria circuiti ausiliari.....</i>	<i>33</i>
<i>Art. 23. Caratteristiche impianto di terra esistente.....</i>	<i>34</i>
<i>Art. 24 Quadro normativo di riferimento.....</i>	<i>35</i>

Sommario

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Lo scopo del presente capitolato è quella di descrivere le caratteristiche tecniche di dimensionamento delle nuove apparecchiature elettriche ed elettroniche da installare nella sottostazione in AT della centrale di sollevamento idrico di Benzone ubicata nel comune di Olzai.

La stessa viene alimentata dall'impianto a 150 kV di proprietà Enel Green Power denominato Cabina Primaria Taloro 2, con un collegamento a singola sbarra isolato in aria, tramite autotrasformatore 150/70 KV protetto sul lato primario e un collegamento a 70kV di proprietà di Terna avente lunghezza pari a circa 2.329 km, costituito da una linea aerea realizzata con una terna di conduttori in alluminio-acciaio aventi ciascuno una sezione pari a 148 mm².

La fornitura in AT nello specifico viene classificata; "sistema di III Cat." livello di tensione 70 kV, sistema IT "neutro isolato", corrente di guasto a terra IF "contributo della rete nullo" tempo di eliminazione del guasto TF "contributo della rete nullo", massima tensione UTP 0 Volts.

Al fine di garantire il corretto funzionamento dei dispositivi di sezionamento e protezione sul lato primario si rende necessario la sostituzione delle principali apparecchiature:

Art. 1. Dati della fornitura elettrica

L'impianto industriale nello specifico si configura come centrale di sollevamento delle acque ad

uso irriguo (Comprensorio Media Valle Tirso) ed Industriale (ASI Ottana) ha una capacità massima di pompaggio di 3,2 m³ /s per una potenza complessiva installata di 3,3 MW (2 pompe da 1,65 MW). La fornitura di energia in AT, alimenta i seguenti macchinari:

n°2 trasformatori 70/6 kV da 6,5 MVA ONAN, denominati rispettivamente TR1 **A** e TR2 **B**

muniti di variatore di rapporto sotto carico ($10 \pm 2,2\%$), gruppo vettoriale YNd11, eserciti con il centro stella lato AT non collegato a terra.

Art. 2. Dati impiantistici della stazione AT

- Principali dati del lay-out impiantistico della stazione RTN:
- distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature ed i conduttori: 2,00 m
- larghezza degli stalli: 5,50 m
- altezza dei conduttori di stallo: 9,50 m
- quota asse sbarre: 4,50 m
- Grandezze Nominali
- Tensione Nominale: 72,5 kV
- Tensione massima del sistema: 70 kV
- Livello di isolamento a i.a.: 650 kV (Vs massa)
- Tensione di tenuta a f.i. 275 kV (Vs massa)
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta a frequenza nominale 1605 KV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 375 KV
- Corrente nominale modulo :2500 A
- Corrente nominale di breve durata: 31,5 KA x 1sec
- Linea di fuga per gli isolatori: 25 mm/Kv
- Tensione nominale circuiti voltmetrici: 100V

- Corrente nominale circuiti amperometrici: 1 A
- Tensione di alimentazione ausiliaria in c.c.: 110 V
- Tensione di alimentazione ausiliaria in c.a.: 230/400 V
- Classificazione sismica Ag/g <0,05 – Zona 4
- Altezza minima da terra delle parti in tensione 3500 mm
- Distanza tra gli assi delle fasi delle apparecchiature 1750 mm
- Zona climatica secondo CEI 11-60 (D)

Dati di installazione per la scelta delle nuove apparecchiature:

- Esterno/interno
- Velocità del vento 90 km/h
- Altitudine fino a 1000m a.s.l.
- Max temperatura +40°C
- Min. temperatura ambiente -5 °
- Umidità relativa 97%
- Salinità dell'aria Kg/m³<56
- Radiazione solare < 1000W/m²
- Grado di sismicità (NTC08) Zona 4
- Grado di protezione IP 44
- Livello di inquinazione SPS (IEC/TS 60815-2008) Medium C

Art. 3. Elenco delle apparecchiature

Le principali apparecchiature AT costituenti l'impianto 70 kV sono:

- n. 1 modulo multifunzione combinato con interruttore con comando tripolare e sezionatore di linea e sezionatore di terra installazione da esterno IP 55, IK class IK 10;
- n. 3 trasformatori di tensione induttivi per misura e protezione "integrati nel modulo multifunzione"
- n. 3 trasformatori di corrente per misura e protezione in resina "integrati nel modulo multifunzione"

- n.3 scaricatori di sovratensione "con relativo sostegno meccanico e segnalazione di intervento "
- Relè di protezione AT trasformatore A e B
- Quadro ausiliari protezioni AT
- Cassetta inox "protezione bordo macchina" Trafo A e B
- RTU sistema di monitoraggio "TERNA" utente passivo
- Router industriale 4 porte alimentazione 110 VDC
- Switch industriale 24 porte alimentazione 110 VDC

Art. 4. Caratteristiche tecniche scaricatori di sovratensione all'ossido metallico

- Tensione nominale: 70 kV
- Tipo di isolamento: gomma siliconica/ o composito/porcellana
- Frequenza: 50 Hz
- Corrente nominale di scarica: 10 kAcr
- Tensione temporanea per la durata di 1s: 54 kV
- Massima tensione residua alla corrente nominale di scarica: 128 kVcr
- Massima tensione residua all'impulso di corrente a fronte ripido: 128 kVcr
- Massima tensione residua all'impulso di corrente di manovra: 141 kVcr
- Classe di scarica della linea: 3
- Salinità di tenuta alla tensione di 60 KV 56 Kg/m³

Art. 5. Caratteristiche tecniche morsetteria AT di stazione

- La morsa dovrà essere tale da mantenere inalterate le proprie caratteristiche meccaniche ad una temperatura di esercizio continuo di 150 °C e di 180 °C in emergenza temporanea (temperatura ambiente di 40 °C)
- Materiale: alluminio o sue leghe. Acciaio al carbonio UNI EN 10083-1:1998, zincato a caldo.
- bulloni, rosetta piana e rosetta elastica in acciaio inossidabile.
- Su ciascuno esemplare dovranno essere marcati:

- a) carico di rottura R seguito dalle lettere kN.
- b) sigla di identificazione dell'elemento scelta dal Costruttore.
- c) sigla o marchio di fabbrica del Costruttore.
- d) la coppia di serraggio seguita dalle lettere Nm.
- e) chiave dell'esagono di compressione seguita dalle lettere mm
- f) L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è il numero di esemplari (n)
 - Il numero di cicli previsto per la prova di conducibilità elettrica è di 500
 - La patella di collegamento della morsa al collo morto dovrà essere resa solidale alla morsa stessa
 - mediante saldatura.
 - Prima della pressatura gli spazi compresi tra il conduttore e il manicotto esterno di alluminio devono essere riempiti con grasso di vasellina o altro equivalente.

Art. 6. Caratteristiche tecniche Isolatori passanti SF6-aria:

- Tensione nominale: 72,5 kV
- Tensione nominale di tenuta di breve durata a f.i.: 325 kVrms
- Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kVp
- Linea di fuga minima secondo norme CEI EN 60137: 21 mm/kV
- Carico di tenuta alla flessione: 1 kN

Art. 7. Caratteristiche tecniche Sostegni per apparecchiature di stazione e sostegni portale

Normativa di riferimento UNI EN 10216 UNI EN 10025 UNI 5132-74 CEI 7-6

- Predisposizione asole per l'entrata e l'uscita cavi, munite di apposite chiusure metalliche stagne di materiale resistente alla corrosione per agenti atmosferici e adatte per essere forate in opera per il posizionamento di pressa-cavi.

- Predisposizione foro per l'uscita cavi nella parte inferiore della piastra di base in corrispondenza della circonferenza interna del tubo che ne limiterà le dimensioni massime consentite. Qualora necessaria per agevolare il passaggio cavi dal componente all'entrata cavi del sostegno, dovrà essere prevista una asola opportunamente posizionata sulla piastra superiore.
 - I materiali da utilizzare per la costruzione dei piedritti (i tubi) sono di qualità S355JR UNI EN 10025 (era Fe 52-B)
 - I materiali da utilizzare per la costruzione delle piastre e dei fazzoletti sono di qualità S275JR UNI EN 10025 (era Fe 42-B)
 - Le saldature saranno eseguite con elettrodi E52 classe di qualità 3 secondo UNI 5132-74 o con procedimento automatico/semiautomatico comunque qualificato
- Le strutture di carpenteria metallica, in acciaio zincato a caldo, sono previste per i colonnini di supporto degli scaricatori, interruttore, trasformatori di tensione e corrente. Sempre in acciaio saranno le coperture di cunicoli, bulloneria, piastre e quant'altro necessario per la posa delle apparecchiature.

***Art. 8. Caratteristiche tecniche Interruttore tripolare con comando tripolare 789L
Integrato nel modulo multifunzione***

- Tensione nominale kV 72,5
- Frequenza nominale 50 HZ
- Tensione massima di esercizio 70 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 140kV
- Tensione di tenuta ad impulso con onda 1.2/50 μ s 325 kV
- Corrente nominale continuativa 2500 A
- Corrente di breve durata ammissibile per 3 sec 40 kA
- Durata di cortocircuito nominale 3sec
- Ciclo di operazione nominale O-0,3 s-CO-1min-CO
- Tipo di comando meccanico a molla

- Comando manovra tripolare

Tensione di alimentazione circuiti ausiliari:

- a. Motore carica molla 110 Vcc
 - b. Relè ausiliari 110 Vcc
 - c. Resistenza anticondensa 230 VAC
- Cassetta pannello di controllo locale in acciaio inox aisi 316 L
 - Cassetta pannello misure in acciaio inox aisi 316 L
 - Bobina di minima 110 VDC "intervento protezioni"
 - Bobina di apertura 110 VDC a lancio di tensione
 - Bobina di apertura 110 VDC a lancio di tensione "telecomando terna"
 - Bobina di chiusura 110 VDC a lancio di tensione
 - Contatti aux, aperto, chiuso, bassa pressione gas allarme e blocco
 - Comando locale/distante, blocco meccanico esterno
 - Numero di manovre meccaniche
 - Allarmi e/o anomalie
 - Continuità dei circuiti di manovra
 - Resistenza anticondensa/riscaldamento 230 VAC

***Art. 9. Caratteristiche tecniche sezionatore tripolare combinato di linea e di terra
Integrato nel modulo multifunzione***

- Tensione nominale 72,5 kV
- Tensione massima di esercizio 70 kV
- Frequenza nominale 50Hz
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 140kV
- Tensione di tenuta ad impulso con onda 1.2/50 µs 325 kV
- Corrente nominale continuativa 2500 A
- Corrente di breve durata ammissibile per 3sec 40kA
- Durata di corto circuito nominale 3 sec

- Tipo di comando BES-7
- Comando di manovra tripolare
- Tensione di alimentazione ausiliaria motore 110 Vcc
- Segnalazione di aperto/chiuso sezionatore di linea
- Segnalazione di aperto/chiuso sezionatore di terra

***Art. 10. Caratteristiche tecniche Trasformatori di corrente TA
Integrati nel modulo multifunzione***

- Trasformatore di corrente di misura e protezione in resina:
- Rapporto di trasformazione nominale (I_{pn}/I_{ps}) stallo Linea: 150/1 A
- N° 3 avvolgimenti
 - a) avvolgimento 1: 150/1-10VA 0,5
 - b) avvolgimento 2: 150/1-20VA 5P30
 - c) avvolgimento 3: 150/1-20VA 5P30
 - a) Resistenza dell'avvolgimento secondario a 75°C (R_{ct}) $\leq 0,4 \Omega$
 - b) Reattanza secondaria a frequenza industriale trascurabile
- Corrente termica nominale permanente (I_{cth}) 120 % I_{pn}
- Corrente termica di breve durata nominale (I_{th}) kA 20
- Prestazione: 20 VA
- Classe di precisione: 5P30
- Impedenza secondaria a 75°C: $< 0,4$
- Reattanza secondaria a frequenza industriale: trascurabile

***Art. 11. Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione TV induttivi
Integrati nel modulo multifunzione***

- Trasformatore di tensione di misura e protezione:

- Isolamento gas
- Tensione nominale U_n 70 kV
- Tensione massima di riferimento per l'isolamento U_m : 72,5 kV
- Frequenza: 50 Hz

Rapporto di trasformazione TV arrivo linea:

- Avvolgimento 1: $70.000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$ 20VA cl. 0,5
 - Avvolgimento 2: $70.000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$ 20VA cl. 0,2
 - Avvolgimento 3: $70.000:\sqrt{3}/100:3$ 20VA cl. 3P
- Tensione di prova a frequenza industriale 1min 325 KV
 - Tensione di prova ad impulso 1,2/50 μ s 750 KV

Art. 13. Caratteristiche tecniche relè di protezione trasformatore A e B

INGRESSI DI MISURA PER TA E TV INDUTTIVI

- 11 ingressi di correnti di fase di cui tre segnali dedicati alla semisbarra 70 KV tre segnali amperometrici dedicati alla semisbarra 6 KV, tre ingressi voltmetrici per il 70 KV e tre per il 6 KV due ingressi di corrente residua, con corrente nominale indipendentemente selezionabile a 1 A o 5 A mediante impostazione SW con aggiunta di un modulo ingressi analogici esterno
1. Due ingressi di tensione residua, uno dal 70 KV e il secondo dal 6 KV con tensione nominale programmabile nel range 50...130 V ($U_{ER} = 100$ V)

INGRESSI DIGITALI

Per ogni relè sono richiesti 40 ingressi digitali con stato di attivazione programmabile (attivo-ON/attivo-OFF) ed associato temporizzatore programmabile (attivo su transizione OFF/ON o ON/OFF). Il reset del relè può essere associato ad ogni ingresso digitale.

RELE FINALI

sono richiesti 16 relè finali (commutazione, creare e interrompere contatti); ogni relè può essere individualmente programmato come modalità di funzionamento (normalmente eccitato, diseccitato o impulsivo) e modalità di ripristino (manuale o automatico).

RELE' DI BLOCCO

Il relè bistabile di scatto principale consente l'uso diretto nel circuito di scatto eliminando la necessità di relè ausiliario aggiuntivo.

DESIGN MODULARE

Al fine di estendere la capacità I/O, l'hardware può essere personalizzato tramite schede ausiliarie interne e moduli esterni:

- a. Relè finali
- b. Ingressi digitali e moduli esterni:
- c. 8 relè e 16 ingressi digitali
- a. ingressi per termosonde Pt100
- b. Espandibile per un limite di 32 Schede ingressi
- c. 6 moduli di uscita corrente loop
- d. Modulo a 4 relè di blocco

MISURE

- 2. fornisce valori di misurazione per correnti di fase e residue, tensione di fase e residua, rendendoli disponibili per la lettura su un display o per interfacce di comunicazione.
- 3. I segnali di ingresso vengono campionati 64 volte per periodo e il valore RMS del componente fondamentale viene misurato utilizzando l'algoritmo DFT (Discrete Fourier Transform) e il filtraggio digitale.
- 4. Con DFT viene misurato anche il valore RMS di 2a, armonica di corrente di fase.
- 5. Sulla base delle misurazioni dirette, vengono elaborate diverse misure calcolate (min, max, media), fase, sequenza, potenza, armonica.

6. MMI (INTERFACCIA UOMO MACCHINA)

- 7. L'interfaccia utente comprende una tastiera a membrana, un ampio display LCD retroilluminato, una tastiera touchscreen e sedici LED con funzioni personalizzabili.
- 8. Il LED verde OK indica l'alimentazione ausiliaria e l'autodiagnostica, due LED sono dedicati allo Start e al Trip (giallo per Start, rosso per Trip).
- 9.

COMUNICAZIONE

Sono implementate più interfacce di comunicazione:

- 1. Porta locale Ethernet posta sul frontale per comunicazione con ThyVisor software di parametrizzazione

2. interfacce poste in morsettiera per comunicazione con monitoraggio remoto e controllo sistema da:
3. Porte Multiple RS485 port
4. Ethernet TX + RS485
1. Ethernet FX with RS485
2. Doppio Ethernet TX
3. Doppio Ethernet FX
4. Doppio Ethernet FX with RSTP
5. Doppio Ethernet TX + RSTP
6. Doppio Ethernet FX + HSR-PRP
7. Double Ethernet FX + HSR-PRP

QUATTRO PROFILI SET POINT(A,B,C,D)

Vengono forniti quattro gruppi di impostazioni indipendenti. Il passaggio dai profili può essere effettuato mediante MMI, ingresso binario o comunicazione

CONTROLLO E MONITORAGGIO

Vengono implementate diverse funzioni predefinite:

1. Attivazione di quattro profili set point
2. Monitoraggio fase CT (74CT)
3. Selettività logica
4. Avviamento a freddo (CLP) con blocco o modifica tarature
5. Supervisione del circuito di scatto(74TCS)
6. Ritenuta di seconda armonica (inrush)
7. Scatto remoto
8. Comando e diagnostica interruttore

Inoltre la logica definita dall'utente deve essere personalizzata in conformità con il protocollo IEC 61131-3 mediante controllore logico programmabile (PLC).

Interruttore

sono disponibili diverse funzioni di diagnostica, monitoraggio e controllo:

- a. Può essere impostata una soglia indicativa dell'usura
- b. dei contatti; quando la sommatoria delle correnti interrotte (SI or SI2t), oppure il numero di manovre di apertura supera la soglia viene emesso un segnale di allarme
- c. Fallita apertura (BF); lo stato dell'interruttore è monitorato
- d. mediante i contatti 52a- 52b e/o la misura delle correnti
- e. Supervisione circuito di scatto (74TCS)

- f. Controllo; i comandi di apertura e chiusura possono essere gestiti localmente o in maniera remota

Ingressi / Uscite Virtuali

- a. mediante un programma applicativo è possibile definire il tipo di funzionamento ed i collegamenti tra 32 uscite (Uscite Virtuali - VOUT1 ... 32) e 32 ingressi virtuali (Ingressi virtuali - VIN1 ... VIN32) utilizzando i protocolli di comunicazione RPC o IEC 61850 su rete Ethernet Il sistema consente di:
- b. Disporre di 32 ingressi e 32 uscite indipendentemente programmabili dall'utente
- c. Semplificare il cablaggio utilizzando come unico canale la rete
- d. Ethernet
- e. Elimina la necessità di installare dispositivi di comunicazione
- f. e/o conversione esterni
- g. Riduce significativamente i costi
- h. Modificare dinamicamente da sw le connessioni e le funzioni
- i. associate
- j. Gli I/o virtuali possono essere utilmente impiegati per:
- k. Trasmettere informazioni installate a distanza
- l. Realizzare la selettività logica accelerata, discriminazione in cui alcuni elementi di protezione possono essere bloccati dall'attivazione dell'avvio della protezione a valle
- m. Il comando interruttore, la selezione del banco di regolazione, scatti remoti, etc...

Selettività logica

Allo scopo di realizzare sistemi di protezione selettivi, alcune funzioni di protezione possono essere bloccate

La selettività logica può essere realizzata con ciascuno seguenti metodi:

- 1. relè finali e ingressi logici
- 2. ingressi e uscite virtuali con messaggi su rete Ethernet

Per garantire la massima sicurezza in avvolgimento, il relè esegue un monitoraggio del tempo di funzionamento per la continuità del filo pilota e il cortocircuito del filo pilota. Esattamente il circuito di blocco dell'uscita produce periodicamente un impulso, con larghezza ridotta per essere ignorato come segnale di blocco efficace dal circuito di blocco dell'ingresso della protezione a monte, ma adatto a dimostrare la continuità del filo pilota.

Inoltre viene identificata un'attivazione permanente (o meglio, con una durata superiore ad un tempo preimpostato) del segnale di blocco, come avviso per un eventuale cortocircuito nel filo pilota o nel circuito di uscita della protezione a valle.

Avviamento a freddo(CLP)

L'elemento di prelievo del carico freddo impedisce lo scatto indesiderato in caso di sovracorrenti temporanee prodotte quando un alimentatore viene collegato dopo un'interruzione prolungata (ad es. avviamento del motore).

Sono disponibili due diverse modalità operative:

1. ogni soglia può essere bloccata per un tempo programmabile
2. ogni soglia può essere modificata per un tempo programmabile

Ritenuta di seconda armonica

Allo scopo di evitare l'intervento transitorio delle funzioni di protezione a causa della elevata corrente di inserzione di trasformatori (inrush), le funzioni di protezione possono essere bloccate quando il rapporto tra la seconda armonica della corrente e la relativa fondamentale risulta superiore ad una soglia programmabile. La funzione è programmabile su relè finale per bloccare protezioni esterne prive di ritenuta di seconda armonica.

METODO DI SINCRONIZZAZIONE

E' essenziale che i dispositivi che condividono il medesimo file server abbiano clock sincronizzati affinché i timestamp siano consistenti. Sono disponibili due sistemi di sincronizzazione:

1. SNTP (Network Time Protocol)
2. IEC 1588

AUTODIAGNOSTICA

Tutte le funzioni hardware e software sono continuamente verificate ed ogni anomalia viene segnalata mediante messaggi a display, interfacce di comunicazione, LED e relè finali.

REGISTRAZIONI

Diversi dati utili sono memorizzati a scopo diagnostico; gli eventi vengono memorizzati in una memoria non volatile.

Sono classificati dal più recente al più vecchio dopo l'emissione del comando "Lettura eventi" (ThySetter):

1. Sequenza di Eventi Registrati (SER) Il registratore di eventi esegue continuamente catturando in modalità circolare gli ultimi mille eventi dall'attivazione dell'input/output binario.
2. Sequenza di guasti registrati (SFR) Il registratore di guasti funziona continuamente catturando in modalità circolare gli ultimi venti guasti al momento dell'attivazione dell'ingresso/uscita binario e/o del pickup degli elementi (start-trip)
3. Contatore scatti

REGISTRATORE GUASTI DIGITALE (OSCILLOGRAFIA)

In seguito ad un trigger di scatto attivato da avviamento/scatto di funzioni di protezione oppure da segnale esterno e/o comando, il relè registra in formato COMTRADE:

1. Oscillografia con valori istantanei per analisi transitorio
2. Valore RMS dei segnali misurati per analisi su lunghi intervalli di tempo
3. Stato dei segnali digitali (ingressi logici e segnali di uscita)

Nota: La funzione di registrazione oscillografica richiede la licenza.

Le registrazioni sono memorizzate in memoria non-volatile

SICUREZZA INFORMATICA

Le funzionalità di sicurezza informatica implementate in XMR-P aiutano a mitigare le minacce informatiche.

1. Comunicazione sicura tra i relè di protezione XMR-P e strumento associato dai protocolli **SSH** (Secure **S**hell)
2. Conforme ai requisiti standard NERC CIP, ISO/IEC 27001:2013 e IEC62351
3. Autenticazione User tramite password
4. **C**ontrollo **A**ccessi **B**asato su **r**uoli (**RBAC**)
5. Archiviazione log protetta (**Syslog** Service)

Art. 12. Caratteristiche tecniche RTU utenti connessi indirettamente alla RTN

La periferica deve consentire il monitoraggio/controllo in tempo reale dei dati provenienti dalla stazione AT del cliente, nello specifico dovrà consentire le telemisure P/Q/I e i telesegnali in accordo a quanto stabilito all' interno del codice di rete/regolamento di esercizio.

- Trasmissione della potenza attiva
- Trasmissione della potenza reattiva
- Interruttore **789L** aperto
- Interruttore **789L** chiuso
- Sezionatore di terra **789T-L** aperto
- Sezionatore di terra **789T-L** chiuso
- Valore di corrente transitante

Convertitori di Misura Digitali (CMD) che effettuano il calcolo delle misure utilizzando sistemi a

microprocessore. L'invio di queste misure agli apparati RTU è effettuato attraverso collegamenti numerici (ad es. in fibra ottica). In questo caso non è necessaria nell'apparato RTU alcuna conversione Analogico/Digitale. Questi dispositivi prevedono anche la possibilità di collegamento in "current-loop" per i casi in cui l'RTU d'impianto non consente l'utilizzo dei collegamenti numerici. L'errore di una generica misura di potenza attiva può essere quindi calcolato considerando i seguenti valori di targa:

- TA con classe di precisione 0.5; CRITERI DI ACQUISIZIONE DATI PER IL TELECONTROLLO Codifica Allegato A.6 Rev. 03 Febbraio 2020 Pag. 24 di 26
- TV con classe 0.5; 2 "da concordare"
- errore introdotto dai collegamenti fra TA, TV e CM di circa 0.1%; " da concordare"
- CM con classe 0.5;
- errore introdotto dall'RTU di circa 0.6% (considerando anche il contributo di RP e CAD). Ciò descritto si prescrive che l'errore totale ammissibile della misura di potenza sia contenuto entro il 2.2%. È possibile rientrare in questa classe di precisione ad esempio utilizzando TA con classe 1 e convertitori digitali collegati in fibra ottica con l'apparato RTU; in questo caso infatti non è presente l'errore introdotto dai componenti RP e CAD dell'apparato RTU stesso.

Tipologie di reti e caratteristiche degli apparati di acquisizione

Per l'accesso alla propria rete di comunicazione, TERNA ha convenzionalmente definito diverse tipologie di connessione di Titolari, basate sul numero di impianti e/o sul tipo di rete utilizzato.

Figura a - Acquisizione Indiretta - via Intranet

Al fine di rispondere ai requisiti di disponibilità richiesti, il Concentratore-Gateway (GTW) deve essere opportunamente ridondato e, nel caso di Titolari di rilevanza nazionale Terna si riserva la possibilità di richiedere la predisposizione di un sito di backup sul quale installare un secondo Concentratore-Gateway ridondato, utilizzabile in caso di indisponibilità del sito primario.

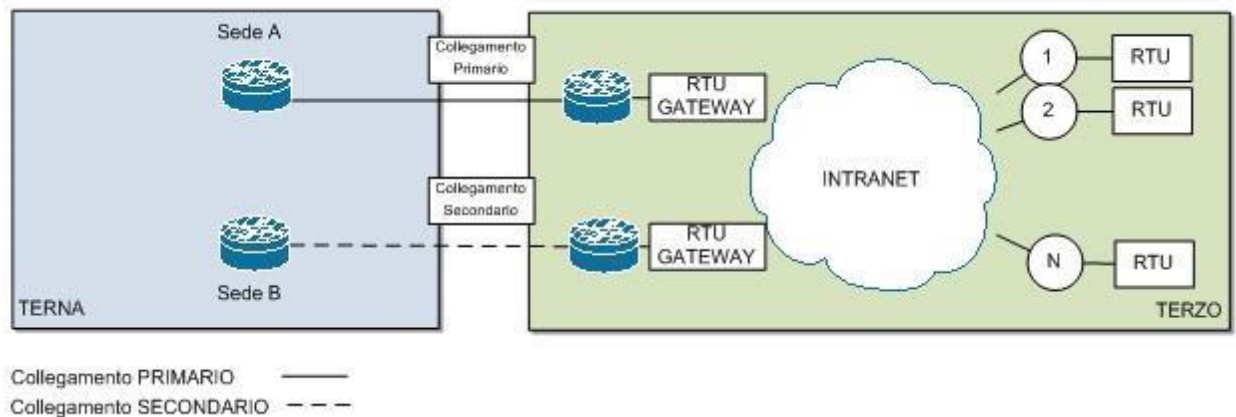


Figura a

Caratteristiche degli apparati periferici RTU/GTW

Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti:

- disponibilità maggiore o uguale a 99,9%;
- l'apparato RTU dovrà essere equipaggiato con CPU ridondate
- l'apparato RTU/GTW dovrà essere predisposto per gestire le seguenti sessioni logiche verso i sistemi Terna (multisessione IEC104): o 3 sessioni nel caso di impianti situati nel continente; o 4 sessioni nel caso di impianti situati nelle isole;
- l'apparato RTU utilizzato nelle modalità di acquisizione diretta deve essere dedicato ad utilizzo esclusivo dello scambio dati con Terna. Nel caso in cui il Titolare abbia necessità di connettere l'apparato RTU anche ai propri sistemi, il firmware in esso installato dovrà poter gestire tutte le sessioni IEC 104 necessarie: quelle del Titolare e quelle dedicate ai sistemi Terna, con separazione logica dei dati e dei relativi identificatori IEC 60870-5-104;
- se l'apparato RTU è predisposto per gestire il riconoscimento del centro chiamante (master IEC104) attraverso l'indirizzo IP dello stesso, si richiede che ogni sessione dovrà poter gestire almeno 4 indirizzi IP da utilizzare alternativamente in funzione del centro Terna chiamante;
- se l'apparato RTU o Gateway è ad uso esclusivo Terna, esso deve essere dotato di interfaccia LAN dedicata per garantire che la connettività verso i sistemi di Terna avvenga su segmenti di LAN

fisicamente separati dal resto dell'impianto e da altri servizi del Terzo. Negli altri casi deve essere garantita la segregazione dei flussi logici con modalità da condividere con Terna.

Caratteristiche degli apparati periferici Router

Le caratteristiche degli apparati Router devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti:

- l'apparato Router e Switch (integrato) dovrà essere conforme alle specifiche IEC61850-3 e IEC-1613;
- doppia Alimentazione;
- supporto alla crittazione (IPSEC);
- possibilità di Interfacciarsi con collegamenti in Fibra Ottica Multimodale;
- supporto ai protocolli di Routing più comuni.

Gli apparati saranno richiesti, uno per provider, dal Titolare all'atto della sottoscrizione del Contratto previo inoltro dell'offerta Tecnica alle strutture Terna competenti. L'apparato dovrà essere coperto da Garanzia del Titolare al fine di attuare le corrette politiche di ripristino in caso di guasto o malfunzionamento. Gli apparati Router e le RTU finali dovranno essere interconnessi in maniera diretta tramite lo switch integrato.

Protocollo di comunicazione

Gli apparati RTU/GTW comunicano in multisessione con i sistemi Terna mediante protocollo applicativo IEC 60870-5-104 con profilo Terna, le cui caratteristiche principali sono indicate di seguito.

Il protocollo deve implementare la multisessione effettiva prevista dalla norma usando sempre la porta 2404 lato client. Pertanto, non sono ammesse implementazioni della multisessione che usano porte differenti.

Nei prossimi anni Terna adotterà il protocollo IEC-62351 (cosiddetto IEC104 sicuro) che implementa modalità di trasferimento dei dati sicura sia a livello di trasporto (TLS) sia a livello applicativo. Si richiede che le RTU installate siano già predisposte per la migrazione su tale protocollo che avverrà gradualmente secondo un piano condiviso con i Titolari.

TIPLOGIA RTU

RTU ABB: dotazione di 4 CPU CM2000 e release FW compatibile con il flusso di generazione XML (versione ≥ 9.8);

RTU SELTA: dotazione CPU 3000 e release FW compatibile con il flusso di generazione XML (versione attualmente in fase di upgrading)

Art. 14. Caratteristiche Trasformatori AT esistenti

Il trasformatore trifase, è del tipo ad isolamento in olio, con raffreddamento ONAN, potenza nominale 6,5 MVA e rapporto trasformazione 70/ 6KV (5).

Il trasformatore è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamiere al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore. Gli avvolgimenti sono realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la ten-

sione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori.

Isolatori passanti

in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovra pressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Le caratteristiche principali dei due trasformatori di potenza AT esistenti sono le seguenti:

- Italtrafo
- Tipo di servizio continuo
- Temperatura ambiente 40°C
- Classe di isolamento A
- Metodo di raffreddamento ONAN
- Tipo d'olio minerale Nynas Nytro 10XN
- Potenza nominale: 6,5 MVA
- Tensioni nominali (a vuoto): AT 70 kV MT 6kV
- Regolazione sotto carico su AT: $\pm 10 \times 1.22\%$
- Collegamento fasi:
 - avvolgimento AT: stella
 - avvolgimento MT: triangolo
 - Gruppo di collegamento YNd11
- Tensione nominale primaria AT 70 KV
- Tensione nominale secondaria MT 6 KV

- Corrente nominale primaria AT 55,53 A
- Corrente nominale secondaria MT 615 A
- Sovratemperature ammesse: olio avvolgenti 60/65°C

Art. 15. Protezioni contro i corto circuiti

Il nuovo dispositivo di protezione da inserire sul lato AT del trasformatore AT/MT avrà la funzione di eliminare i guasti polifasi che interessano il trasformatore (comprese le sbarre MT) e i guasti monofasi sul lato AT del trasformatore; tali guasti sono a elevata corrente e pertanto è opportuno che il tempo di intervento sia ridotto al minimo possibile. La soglia di corrente associata non deve essere, per motivi di coordinamento, inferiore ai possibili valori di corrente di corto circuito nei punti più a valle della zona protetta. In altri termini, tale soglia deve essere coordinata (di poco superiore) con il valore della massima corrente di corto circuito trifase sulle sbarre MT riportata sul lato AT del TR. La protezione ora descritta è implementata nella seconda soglia della protezione di massima corrente tripolare sul montante AT del trasformatore.

- Sui montanti di linea MT, è invece installata una protezione che ha la funzione di eliminare i guasti polifasi sulla linea MT (in generale sul montante); essa deve essere la più rapida possibile, con valore di soglia che mantenga la selettività rispetto alla protezione a monte (montante AT del trasformatore) e alla protezione per i corti circuiti che interessano la rete BT; tale doppia esigenza risulta soddisfatta in maniera ottimale con l'uso di due soglie distinte, la prima non ritardata con valore di soglia sicuramente superiore alle massime.

Art. 16 Protezione dei Trasformatori lato AT

Il nuovo dispositivo relè di protezione di massima corrente tripolare, a tempo indipendente a due soglie di intervento; essa agisce sia sugli interruttori lato AT che lato MT del trasformatore. Questa protezione ha la funzione di eliminare i guasti monofasi e polifasi lato AT e di proteggere il trasformatore AT/MT dalla sovracorrente che lo attraversa in caso di guasto polifase sulle sbarre MT.

Le tarature delle due soglie sono le seguenti:

—1° soglia **(51.S1)**: $I = \min \{3,5I_{1t}; 0,45I_{cc}\}$ $t = 0,8 \text{ s}$ per TR = 6,5 MVA

—2°soglia **(51.S2)**: $I=1,3 I_{cc}$ $t= 0 \text{ s}$ (senza ritardo intenzionale)

dove:

I_{1t} : corrente nominale dell'avvolgimento primario del trasformatore;

I_{cc} : corrente di cto-cto trifase lato MT riportata sull' AT con il variatore sottocarico di tensione (V_{sc}) nella posizione centrale (il fattore 1,3 tiene conto anche delle possibili posizioni del variatore).

Quando si verificano le condizioni di intervento viene emesso il comando di apertura degli interruttori lato AT e MT.

Art. 17 Protezione dei Trasformatori lato MT “esistente”

Relè di protezione di massima corrente a tempo indipendente a 2 soglie di intervento (con possibile abilitazione di autorichiusa per le soglie 59Vo, 51.1MT e 51.2MT); essa determina l'apertura dell'interruttore lato MT del trasformatore. Questa protezione ha la funzione di proteggere il trasformatore AT/MT da possibili sovraccarichi di corrente e costituisce le protezioni di linea MT, da predisporre rinalzo

lato AT.

La taratura da impostare sulle protezioni esistenti è la seguente:

1° soglia: $I = (1,2-1,4)I_2$;

t (in funzione della sovraccaricabilità del TR) $t = 1,5s$

dove:

I_2 : corrente nominale dell'avvolgimento secondario del trasformatore.

—2° soglia:

I regolazione; $(0,1-1,5 I_n)$;

tempo regolazione in sec $= (0,05-10 \div 0)$

Quando si verificano le condizioni di intervento viene emesso il comando di apertura dell'interruttore lato MT. La protezione contro i guasti monofasi è assicurata da una protezione a massima tensione omopolare che agisce sugli interruttori lato MT trascinarsi

Protezione del Commutatore Sotto Carico)

Da installare un relè di protezione di massima corrente tripolare (lato AT) a due soglie di intervento. La taratura corrispondente è la seguente:

1° soglia: $I = (1,2-1,5) \cdot I_u$ (in funzione delle caratteristiche del TR) $t =$

0 s (senza ritardo intenzionale)

2° soglia: $I = 1 \cdot I_u$

dove :

I_u rappresenta la corrente nominale di utilizzazione del commutatore.

La seconda soglia consente, mediante un numeratore, il conteggio delle manovre eseguite in sovraccarico, cioè nel range $(1 \div 1,2-1,5) \cdot I_u$, per verificare che non sia superato il limite del 3% di quelle totali eseguibili dal commutatore. Quando si verificano le condizioni di intervento per la 1°soglia la manovra di commutazione viene bloccata (se in corso) o inibita fino al permanere delle suddette condizioni.

Regolazione della tensione MT

Il Trasformatore AT/MT, tramite il commutatore sotto carico, è in grado di mantenere stabile la tensione (entro certi limiti) sulle sbarre MT, indipendentemente dalle fluttuazioni della rete primaria e del carico. Il relè consente di impostare un valore di riferimento V_p in un campo di stabilità o insensibilità.

Può essere attivata un'ulteriore funzione di controllo mediante la quale il valore di programma V_p impostato, viene modulato in funzione del carico.

Il pannello, inoltre, può controllare la direzionalità della corrente del TR, con la possibilità di blocco dell'automatismo di regolazione nel caso in cui si verifichi che il flusso dell'energia

Art. 18 Protezioni delle Sbarre MT “esistente”

La protezione delle sbarre MT contro i guasti polifasi è assicurata dalla 1° soglia della protezione a massima corrente lato AT del trasformatore AT/MT e, in riserva, da quella lato MT.

La protezione contro i guasti monofasi a terra è assicurata dal relè di **Protezione a massima tensione omopolare 59V0** che agisce sugli interruttori lato AT e lato MT del trasformatore.

Questa protezione ha la funzione di eliminare tutti i guasti monofasi lato MT del trasformatore AT/MT oltre quelli sulle sbarre MT.

Il relè dispone anche di una **Protezione di massima tensione di fase 59** con due soglie di intervento, una di allarme ed una di scatto.

Tarature:

soglia di allarme 59.S1 $V = 1,15 V_n$; $t = 10 \text{ s}$

soglia di intervento 59.S2 $V = 1,2 V_n$; $t = 60 \text{ s}$

In caso di intervento della soglia di allarme si genera il blocco del comando di aumento tensione verso il commutatore sotto carico del trasformatore AT/MT mentre la soglia di intervento emette il comando di apertura dell'interruttore AT ed MT del trasformatore.

Protezione di **minima tensione 27** dotato di due soglie di intervento, la prima 27.S1 utilizzata come pura segnalazione, la seconda 27.S2 per il controllo della presenza/assenza di tensione sbarra MT e provoca il comando di esclusione del DAN e l'interdizione della protezione 59Vo.

Tarature:

1° soglia 27.S1 $V=0,7 V_n$; $t = 2\text{s}$

2° soglia 27.S2 $V=0,4 V_n$; $t = 0,1\text{s}$

Art. 19. Caratteristiche dispositivi di protezione trasformatore A e B

In linea di principio il sistema di protezione dovrà prevedere per il montante AT, le seguenti funzioni di protezione:

- 50/51T massima corrente trasformatore AT
- 59V₀ tensione omopolare diretta (attiva solo con sistema a neutro isolato MT)
- 59 massima tensione AT
- 27 minima tensione AT
- 87T differenziale trasformatore
- 81 minima e massima frequenza di rete
- 79/59 richiusura automatica dell'interruttore AT
- 97TR buchholz trasformatore AT/MT
- 26TR temperatura olio trasformatore AT/MT
- 99TR livello olio trasformatore AT/MT
- Il sistema di protezione dovrà essere in grado di realizzare:
 - 2 livelli di intervento per ogni singola funzione protettiva secondo un piano di taratura che sarà definito con la società e il Gestore della rete elettrica cui la stazione sarà connessa.
- attuare i comandi conseguenti;
- elaborare logiche particolari quali la richiusura dell'interruttore AT al ripristinarsi della corretta tensione di rete;
- restituire le misure elettriche previste, tensione, corrente, potenza apparente, potenza attiva, potenza Reattiva;
- fornire segnalazioni di diagnostica interna.

Art. 20. Caratteristiche quadro elettrico ausiliari

- Tensione d'impiego U_e 400V AC
- Tensione di impiego U_e 110V DC
- Tensione di isolamento U_i 660 V
- Tensione di tenuta a impulso U_{imp} 6 kV

- Corrente nominale del quadro In 63 A
- Corrente di cortocircuito Icc condizionata da interruttore automatico 15 KA
- Frequenza 50 Hz
- Barratura in rame (3F+N) In 63A
- Sistema di distribuzione (TN-S)
- Le mensole porta sbarre e o isolatori dovranno essere dimensionati per sopportare gli sforzi elettrodinamici determinati dal valore max di Icc sulle tre fasi 15 kA
- Forma di segregazione 1a
- In metallo realizzata con ciclo di verniciatura a polvere termoindurente
- Colore RAL "da definire"
- Resistenza meccanica secondo norma IEC 622262
- Grado di protezione IP44
- A pavimento
- Altezza (H) del quadro non inferiore a 2100 mm
- Larghezza (L) del quadro non inferiore a 1000 mm
- Profondità (P) del quadro non superiore a 500 mm

Arrivo/uscita cavi dal basso

- In metallo realizzata con ciclo di verniciatura a polvere termoindurente
- Pannellatura
- Piastre di fondo
- Porta cieca in metallo, controporta trasparente
- Placca passacavi con relativi pressacavi
- Tasca porta schemi A4
- Golfari

Art. 21 dati apparecchiature:

- Interruttore generale magnetotermico 4P In 63 A, Ics 15 KA, completo di manovra blocco porta.

- Kit estrazione d'aria completo di ventola, griglie, filtri, termostato e dispositivo di protezione.
- N° 1 resistenza anticondensa, termostato e relativo dispositivo di protezione
- Lampada a LED per illuminazione ottimale interna al quadro, completa di accessori e sensore presenza integrato
- N° 1 selettore (L-0-D) posizione fissa completo di accessori e contatti aux "comando sezionatore di linea AT"
- N° 1 selettore (L-0-D) posizione fissa completo di accessori e contatti aux "comando interruttore AT"
- N° 1 selettore (L-0-D) posizione fissa completo di accessori e contatti aux "comando sezionatore AT "trafo A"
- N° 1 selettore (L-0-D) posizione fissa completo di accessori e contatti aux "comando sezionatore AT "trafo B"
- N° 8 Pulsanti luminosi lampada a led 110 VDC "apre/chiudi" completo di accessori, ghiera, supporto, contatti ausiliari, portalamпада lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive" apertura sezionatori/interruttori AT
- Buchholz" completo di accessori, ghiera, supporto, portalamпада lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N°2 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "interruttore AT aperto/chiuso" completo di accessori, ghiera, supporto, portalamпада lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N°2 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "sezionatore di linea AT aperto/chiuso" completo di accessori, ghiera, supporto, portalamпада lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N°2 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "sezionatore di linea AT terre inserite" completo di accessori, ghiera, supporto, portalamпада lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "scatto Buchholz" completo di accessori, ghiera, supporto, portalamпада lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette

identificative adesive”

- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “Allarme temperatura olio” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: “non sono ammesse targhette identificative adesive”
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “scatto temperatura olio” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: “non sono ammesse targhette identificative adesive”
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “Max corrente 51 VT variatore di tensione” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B. “non sono ammesse targhette identificative adesive”
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “86 Blocco” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B. “non sono ammesse targhette identificative adesive”
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “Anomalia interruttore AT” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B. “non sono ammesse targhette identificative adesive”
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “Bassa pressione SF6 interruttore AT” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: “non sono ammesse targhette identificative adesive”
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “Bassa pressione blocco SF6 interruttore AT” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: “non sono ammesse targhette identificative adesive”
- targhette identificative adesive”
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “Bassa pressione SF6 sezionatore AT” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: “non sono ammesse targhette identificative adesive”
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC “Bassa pressione blocco SF6 sezionatore AT” completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: “non sono ammesse targhette identificative adesive”

- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "Intervento protezione 50 AT " completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "Intervento protezione 51 AT " completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "Intervento protezione 27 AT " completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "Intervento protezione 59 AT " completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N°1 Segnalazione luminosa lampada a led 110 VDC "Intervento protezione 59N AT " completo di accessori, ghiera, supporto, portalampada lampada e targhetta; N.B.: "non sono ammesse targhette identificative adesive"
- N° 1 dispositivo di protezione Alimentazione circuiti aux 230VAC Resistenza anticondensa/riscaldamento "interruttore AT"
- N° 1 dispositivo di protezione Alimentazione circuiti aux 230/400 VAC " Aux interruttore AT"
- N° 1 dispositivo di protezione Alimentazione circuiti aux 230VAC Resistenza anticondensa/riscaldamento "sezionatore di linea AT"
- N° 1 dispositivo di protezione Alimentazione circuiti aux 230/400 VAC " Aux sezionatore di linea AT"
 - N° 1 dispositivo di protezione Alimentazione circuiti aux 110 VDC "sezionatore AT trafo A"
 - N° 1 dispositivo di protezione Alimentazione circuiti aux 110 VDC "sezionatore AT trafo B"
 - N° 1 dispositivo di protezione Alimentazione circuiti aux 110 VDC "variatore di tensione trafo A"
 - N° 1 dispositivo di protezione Alimentazione circuiti aux 110 VDC "variatore di tensione trafo B"
- Dispositivi di protezione alimentazione circuiti aux relè codice ANSI 110 VDC
- Dispositivo di protezione alimentazione RTU

- Canala per cablaggio, morsettiere, barra DIN, dispositivi di protezione segnali voltmetrici, morsetti cortocircuitabili per segnali amperometrici.
- Morsettiera separata servizi ausiliari trafo A
- Morsettiera separata servizi ausiliari trafo B
- Morsettiera separata servizi ausiliari interruttore AT
- Morsettiera separata sezionatore di linea AT
- Morsettiera separata sezionatore AT trafo A
- Morsettiera separata sezionatore AT trafo B
- Morsettiera separata segnali semisbarra MT scomparti Siemens
- Morsettiera separata segnali RTU "sistema di controllo TERNA" predisposizione
- Morsettiera separata segnali RTU "ECOS ENAS"
- Morsettiera separata I/O PLC "Siemens ENAS"

Art. 22. Caratteristiche cassetteria circuiti ausiliari

- Amperometriche protezioni/misura AT, FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, sezione 4 mm
- Voltmetriche protezioni/misura AT, FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, sezione 4 mm
- Alimentazione scaldiglia/resistenza anticondensa FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, sezione 4 mm
- Comandi interruttore/sezionatore AT, FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 12x2,5 mm
- Segnalazione interruttore/sezionatore AT FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 12x2,5 mm
- Alimentazione interruttore AT, FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 2x4 mm
- Alimentazione sezionatore AT, FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 2x4 mm
- Alimentazione 110 VDC S.A TR A FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 2x4 mm
- Alimentazione 110 VDC S.A TR B FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 2x4 mm
- Alimentazione 230 VAC S.A TR A FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 3x4 mm
- Alimentazione 230 VAC S.A TR B FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 3x4 mm
- Segnalazione/allarmi 110 VDC S.A TR A_AT FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 24x2,5 mm
- Segnalazione/allarmi 110 VDC S.A TR B_AT FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 24x2,5 mm
- Ripetizione allarmi allarmi semisbarra MT 110 VDC S.A TR_A FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 7x2,5 mm

- Ripetizione allarmi allarmi semisbarra MT 110 VDC S.A TR_B FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 7x2,5 mm
- Alimentazione 110 VDC da sistema batterie FG16R16 0,6/1 kV Cca - s3, d1, a3, 2x10 mm

Art. 23. Caratteristiche impianto di terra esistente

L'impianto di terra della sottostazione esistente è stato progettato, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 99-3, tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- a) avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- b) essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevati correnti di guasto prevedibili, determinate mediante calcolo;
- c) evitare danni a componenti elettrici e beni;
- d) garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I parametri che sono stati presi in considerazione per il dimensionamento dell'impianto di terra sono:

- 1) valore della corrente di guasto a terra;
- 2) durata del guasto a terra
- 3) caratteristiche del terreno

Poiché gli impianti di terra saranno comuni ad impianti con diversi livelli di tensione, le prescrizioni precedenti saranno soddisfatte per ciascuno dei sistemi collegato.

Il dimensionamento dell'impianto di terra è stato realizzato in relazione ai valori della corrente di guasto monofase a terra ed il tempo di eliminazione del guasto e in conformità ai limiti imposti dalla norma CEI 99-3.

Al fine di evitare il trasferimento di tensioni tra impianti di terra indipendenti:

alla rete di terra dell'impianto di consegna non saranno collegate le funi di guardia delle linee AT;

-Dovranno essere ripristinate le corde in rame nudo da 120 mmq degli elementi elettromeccanici in sostituzione.

-Eventuali giunzioni della corda in rame da 120 mmq si dovrà realizzare mediante fusione alluminotermica.

-l'eventuale alimentazione ausiliaria avrà il neutro connesso allo stesso impianto di terra della stazione di consegna e connessione.

Art. 24 Quadro normativo di riferimento

Le opere in argomento, se non diversamente precisato nelle Prescrizioni o nelle Specifiche Tecniche ENEL in esse richiamate, saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza di:

- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della accettazione, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica;
- vincoli paesaggistici ed ambientali;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;
- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, vigenti al momento della consegna del nuovo impianto, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica.

Vengono di seguito elencati come esempio, alcuni riferimenti normativi relativi ad apparecchiature e componenti d'impianto.

- Norma **CEI 11-27** "Lavori su impianti elettrici";
- Norma **CEI EN 61936-1** "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Prescrizioni comuni";
- Norma **CEI EN 50522** "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- Norma **CEI EN 50341-2-13** "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia";

- Norma **CEI 11-17; V1** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- Norma **CEI EN 62271-100** "Interruttori a corrente alternata ad alta tensione";
- Norma **CEI EN 62271-102** "Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione";
- Norma **CEI EN 60896-22** "Batterie stazionarie al piombo - Tipi regolate con valvole – Prescrizioni";
- Norma **CEI EN 60332-1-1** "Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura";
- Norma **CEI 20-37-0** "Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Generalità e scopo";
- Norma **CEI EN 61009-1** "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari";
- Norma **CEI EN 60358-1** "Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi - Norme generali";
- Norma **CEI 36-12** "Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V";
- Norma **CEI EN 61869-1** "Trasformatori di misura - Prescrizioni generali";
- Norma **CEI EN 61869-2** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di corrente";
- Norma **CEI EN 61896-3** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione induttivi";

- Norma **CEI EN 61896-5** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione capacitivi";
- Norma **CEI 57-2** "Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI 57-3; V1** "Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate";
- Norma **CEI 64-2** "Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione";
- Norma **CEI 64-8; V5** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua";
- Norma **CEI 79-2; V2** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per le apparecchiature";
- Norma **CEI 79-3** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per gli impianti";
- Norma **CEI EN 60839-11-1** "Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica - Sistemi elettronici di controllo d'accesso - Requisiti per il sistema e i componenti";
- Norma **CEI EN 60335-2-103** "Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre motorizzati";
- Norma **CEI EN 60076-1** "Trasformatori di potenza";
- Norma **CEI EN 60076-2** "Trasformatori di potenza - Sovratemperature in trasformatori immersi in liquidi";
- Norma **CEI EN 60137** "Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV";
- Norma **CEI EN IEC 60721-3-3** "Classificazioni delle condizioni ambientali";
- Norma **CEI EN IEC 60721-3-4** "Classificazioni delle condizioni ambientali";
- Norma **CEI EN IEC 60068-3-3** "Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature";

- Norma **CEI EN 60099-4** "Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata";
 - Norma **CEI EN 60099-5** "Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione";
 - Norma **CEI EN 50110-1 e 2** "Esercizio degli impianti elettrici";
 - Norma **CEI 7-6** "Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale
ferroso destinati a linee e impianti elettrici";
 - Norma **UNI EN ISO 2178** "Misurazione dello spessore del rivestimento";
 - Norma **UNI EN ISO 2064** "Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni
relative alla misura dello spessore";
 - Norma **CEI EN 60507** "Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a
corrente alternata";
 - Norma **CEI EN 62271-1** "Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta
tensione";
 - Norma **CEI EN 60947-7-2** "Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame";
 - Norma **CEI EN 60529** "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- Progetto
- Norma **CEI EN 60168** "Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V";
 - Norma **CEI EN 60383-1** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1
Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata";
 - Norma **CEI EN 60383-2** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata";
 - Norme **CEI EN 61284** "Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria";
 - Norme **UNI EN 54-1** "Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio";

- Norme **UNI 9795** "Sistemi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio";
- Norma **CEI EN 61000-6-2** "Immunità per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 61000-6-4** "Emissione per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 50182** "Conduttori per linee aeree - Conduttori a fili circolari cordati in strati concentrici";
- Norma **CEI EN 61284** "Linee aeree - Prescrizioni e prove per la morsetteria";
- Norma **CEI EN 60383-1;V1** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata - Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione";
- Norma **CEI EN 60305** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Elementi di isolatori di vetro e di ceramica per sistemi in corrente alternata - Caratteristiche degli elementi di isolatori a cappa e perno - Caratteristiche di elementi di catene di isolatori a cappa e perno";
- Norma **CEI 11-60** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne";
- Norma **CEI 211-4** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma **CEI 211-6**, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
- Norma **CEI 103-6** "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
- Norma **CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma **CEI 0-16-V2** "Regole tecniche di connessione (RTC) per Utenti attivi e passivi delle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";

- Norma **CEI 11-46** "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi –

Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa"

- Norma **CEI 11-47** "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa"
- Norma **CEI 11-61** "Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche"
- Norma **CEI 11-62** "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria"
- Norma **CEI 11-63** "Cabine Primarie"
- Norma **CEI EN 61368-24** "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"
- Unificazione **ENEL**.

Finanziamento interventi di riqualificazione e adeguamento delle opere del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale (S:I:M:R) trasferite alla Regione Sardegna Da Enel Produzione SpA e Interventi per il potenziamento e la realizzazione di MicroCentrali Idroelettriche. Attuazione D.G.R. n° 38/27 del 26/09/2019