

---

# MANUALE DI INSTALLAZIONE

E

## MANUTENZIONE TRASFORMATORE AD ARIA

### Summary

- Movimentazione e stoccaggio 2
- Accessori del trasformatore 3
- Installazione 4
- Prima della messa in servizio 7
- Messa in servizio 8
- Manutenzione 9
- Difetti e azioni correttive 9



## 1. MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO

### 1.1 Trasporto e ricezione

*I trasformatori vengono spediti dalla fabbrica pronti per essere installati, naturalmente gli eventuali relè e termometri non sono programmati.*

*Per ridurre i rischi di danni durante il trasporto, i trasformatori devono essere immobilizzati con cavi, utilizzando i ganci speciali predisposti sulla macchina.*

*I cavi devono essere posizionati in modo da non danneggiare i collegamenti e, comunque, è obbligatorio per il cliente effettuare una verifica dello stato del trasformatore all'arrivo.*

*Eventuali danni devono essere notificati immediatamente al trasportatore ed Eletrafo deve essere informata.*

*Per il trasporto dei trasformatori via mare è previsto un imballaggio in una cassa in legno robusta con tessuti impermeabilizzanti interne.*

*L'imballaggio deve apparire integro e senza difetti; l'eventuale cassa non deve essere stata aperta nemmeno parzialmente.*

### 1.2 Raccomandazioni per la manutenzione

Per effettuare lo spostamento, è necessario agganciarsi direttamente agli anelli di sollevamento del trasformatore (**fig.1**). Nel caso in cui il trasformatore sia dotato di un involucro di protezione, spostare la piastra centrale nella parte superiore dell'involucro e eseguire l'operazione precedentemente descritta (**fig.2**).

Per uno spostamento senza gru, è possibile utilizzare il carrello elevatore infilando le forche nelle staffe del trasformatore e sollevandolo con cura. (**fig.3**) Questo tipo di operazione è vivamente sconsigliata ed Eletrafo non sarà in alcun modo responsabile in caso di danni alla macchina

**Attenzione:** poiché il baricentro del trasformatore è molto alto, il movimento con carrello deve essere effettuato solo su terreno piano, liscio e perfettamente orizzontale. Su terreni ripidi e irregolari, è possibile causare il ribaltamento del trasformatore con gravi conseguenze per la sicurezza delle persone e per il trasformatore stesso.

- Il trasferimento, con o senza l'involucro di protezione, è possibile utilizzando solo gli anelli di trazione e può essere effettuato solo nella direzione in cui verranno montate le ruote;

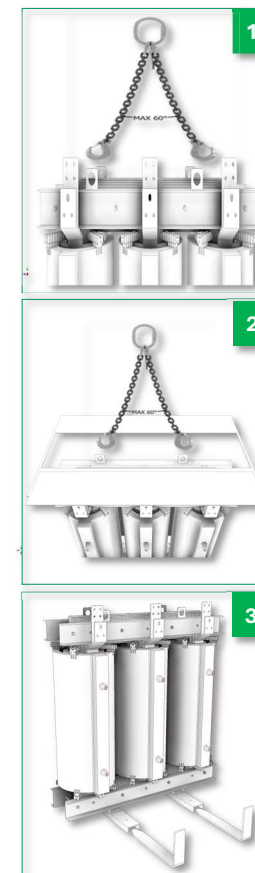
- Per il montaggio dei rulli volumetrici, il trasformatore deve essere sollevato per mezzo degli anelli di sollevamento superiori e quindi le ruote devono essere fissate nella direzione desiderata e il trasformatore deve essere lasciato atterrare su di esse.

### 1.3 Stoccaggio

Il trasformatore deve essere conservato in un luogo coperto, pulito e asciutto con un grado minimo di protezione IP21.

Qualsiasi protezione (con scatola di legno o teli di plastica) deve essere rimossa solo al momento dell'installazione.

La temperatura di conservazione non deve essere inferiore a -25°C.



## 2. ACCESSORI DEL TRASFORMATORI

### 2.1 Accessori standard

**Barrette di commutazione**- Consentono di regolare la tensione primaria del trasformatore in base alla tensione di linea. Devono essere azionate solo quando il trasformatore è scollegato dalla rete. Le barrette di commutazione sono dotate di numeri o simboli per indicare la posizione in cui si trova.

**Targa dati**- riporta, secondo le norme IEC – IEC, le caratteristiche elettriche, il peso e il numero di immatricolazione del trasformatore.

**Morsetti di terra**- consentire il collegamento del trasformatore alla rete di terra dell'impianto

**2 o 4 anelli di sollevamento (a seconda della potenza)**- Consente il sollevamento del trasformatore.

**4 elementi di fissaggio per trazione**- consentono il trasferimento orizzontale del trasformatore

### 2.1 Accessori su richiesta

**Termoresistenza PT100**- Questi sensori di temperatura possono essere installati sugli avvolgimenti BT e/o sul nucleo magnetico. Collegati alla centrale termometrica, consentono di acquisire la temperatura degli avvolgimenti e/o del nucleo e, se necessario, di trasmettere il segnale a distanza

**Relè termometrico per PT100**- acquisisce segnali dal PT100 (max 4) e indica la temperatura misurata su ogni avvolgimento BT e sul nucleo magnetico (su richiesta).

Questo relè elettronico comprende due relè con una soglia che può essere calibrata per la segnalazione di allarme e disconnessione e un contatto FAN che consente di controllare un eventuale set di barre di ventilazione.

**Termosonde PTC**- Possono essere richiesti su avvolgimenti BT e/o sul nucleo magnetico; collegati a un particolare relè elettronico, formano un sistema che emette un segnale a una soglia predefinita. Con questo tipo di termosonda non è possibile misurare la temperatura, ma solo controllare la soglia, quindi è necessario avere un set di PTC per ciascuna soglia richiesta.

**Relè per PTC**- saranno montati sul trasformatore o semplicemente forniti separatamente

**4 ruote bidirezionali**- Le ruote scorrevoli sono sterzanti in entrambe le direzioni perpendicolari

**Isolatori a innesto tipo Elastimold lato MT (parte fissa)**- I terminali di linea sulle bobine MT sono realizzati per essere collegati ai cavi di media tensione con isolatori a innesto Elastimold. Gli isolatori a innesto consentono un collegamento rapido, quindi è vantaggioso se la connessione cambia spesso. Vi informiamo che l'utilizzo di isolatori a innesto su trasformatori in aria non modifica gli obblighi previsti al momento della progettazione per la protezione dai contatti con le parti in tensione perché l'intera bobina MT è considerata parte in tensione.

**Isolatori a innesto tipo Elastimold lato MT (parte mobile)**- sono utilizzati per realizzare teste di cavi MT che possono essere scollegate. La scelta della parte mobile è legata alle caratteristiche del cavo utilizzato. In caso di richiesta della parte mobile si consiglia di inviare a Eletrafo una scheda tecnica del cavo.

**Supporti antivibranti**- Si tratta di dispositivi separati che devono essere installati dal cliente sotto le ruote e sotto i piedi del trasformatore (dipende dalla domanda e dal tipo di antivibrante). Permettono una notevole riduzione delle vibrazioni trasmesse alla struttura e quindi del rumore.

**Box di circuiti ausiliari di collegamento**- Centralizza gli ausiliari e protegge la morsettiera, le dimensioni del contenitore ausiliario variano a seconda del numero di morsetti contenuti e ha un grado di protezione IP54.

**Barre di ventilazione per raffreddamento ad aria forzata (AF)**- costituito da un gruppo di ventilatori che varia in base alla potenza del trasformatore su cui sono montati. Per un corretto funzionamento, le barre di ventilazione necessitano di un relè di comando e controllo separato.

**Scaricatori MT**- Saranno montati per proteggere il trasformatore da sovratensioni di origine atmosferica o dovute a manovre di apertura o chiusura dell'interruttore posto a monte del trasformatore e saranno scelti in base al livello di isolamento richiesto.

**4 ruote bidirezionali**- Le ruote scorrevoli sono sterzanti in entrambe le direzioni perpendicolari

### 3. INSTALLAZIONE

#### 3.1 Temperatura ambiente e condizioni di carico

I trasformatori in aria sono progettati per poter distribuire la potenza nominale in una normale rete di distribuzione le cui condizioni sono definite nella norma CEI EN 60076-11.

Un'altitudine superiore ai 1000 metri, una temperatura ambiente superiore ai 40°C o particolari condizioni di rete o di carico (presenza di sovratensioni, armoniche e sovraccarichi) sottopongono il trasformatore a stress dielettrici, meccanici o termici e devono essere tenuti in considerazione in fase di progetto, in modo da non compromettere l'affidabilità e la durata della macchina.

#### 3.2 Dimensioni dei locali (fig.4)

Molte parti del trasformatore in aria sono facilmente accessibili quando la macchina è sotto tensione.

Le bobine MT isolate in aria e i collegamenti di chiusura del triangolo, normalmente rivestiti da una guaina in gomma, devono essere considerati parti sotto tensione. Pertanto, è indispensabile che il trasformatore sia adeguatamente isolato. Il locale in cui verrà installato il trasformatore deve consentire un adeguato ricambio d'aria (almeno 5-6 m<sup>3</sup>/minuto di aria per ogni kW dissipato). Per il calcolo della superficie Sc (in m<sup>2</sup>), utilizzare la seguente formula:

$$Sc = \frac{0,18p}{\sqrt{H}} \quad \text{et} \quad Sc' = 1,10 \times Sc$$

Questa formula è valida per una temperatura ambiente media annua di 20°C e un'altitudine massima di 1000 m

La distanza dalle pareti delle parti in tensione deve essere conforme alle norme locali vigenti e comunque non inferiore alle indicazioni della **TABELLA 1**

#### 3.3 Involucro protettivo

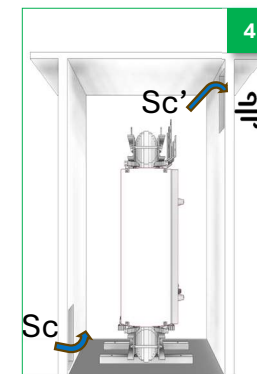
Normalmente il trasformatore viene fornito in IP00. Su richiesta, è possibile completare il trasformatore con l'involucro per installazione interna con un grado di protezione secondo le indicazioni del cliente. In questo caso è l'involucro stesso che protegge il trasformatore da contatti accidentali.

La sala di installazione deve comunque avere dimensioni e distanze tali da consentire un'adeguata circolazione dell'aria (indicativamente, ci devono essere almeno 600mm tra la parete dell'involucro e la parete del locale, sia per consentire un'adeguata circolazione dell'aria che per la normale ispezione/manutenzione della macchina)

#### 3.4 Conessioni

I trasformatori in esecuzione standard sono predisposti per il collegamento alla linea MT e BT. Le regole da seguire per il collegamento fanno parte delle regole normali e ampiamente praticate dagli installatori. Eletrafo raccomanda di sostenere e legare in modo adeguato i cavi di collegamento in modo che il loro peso e soprattutto gli sforzi elettrodinamici in caso di guasto non gravino sul trasformatore.

Si raccomanda di considerare le guaine dei cavi MT allo stesso modo delle parti a massa, quindi devono essere tenute a distanza dalle parti in tensione del trasformatore esattamente come si farebbe con gli altri accessori, in accordo con la **TABELLA 1**. Su richiesta particolare del cliente, è possibile realizzare tutti i tipi di collegamenti e barre.



**P**= The sum of no-load losses and losses due to transformer load expressed in kW at 75°C, as well as losses emitted by any equipment in the room.

**Sc** = The surface area of the external air intake door (minus any grille) expressed in m<sup>2</sup>.

**Sc'**= Surface of the air outlet (deduced grid if any) expressed in m<sup>2</sup>.

**H** = The height between the two doors expressed in meters

TABLE 1

TENSIONE MASSIMA (kv effettivo)	LIVELLO DI ISOLAMENTO DELLA TENSIONE DI RESISTENZA		DISTANZA MINIMA DI ISOLAMENTO (mm)
	UNA FREQUENZA DI ESERCIZIO (kv effettivo)	IMPULSO ATMOSFERICO (kv effettivo)	
3.6	10	20	/
		40	60
7.2	20	40	60
		60	90
12	28	60	90
		75	125
17.5	38	75	125
		95	170
24	50	95	170
		125	225
36	70	145	275
		170	315

### 3.5 Collegamenti elettrici

Per effettuare i collegamenti alle linee MT e BT, rispettare l'indicazione delle fasi riportata sui terminali e fare in modo che il peso dei collegamenti non pesi su di essi. Nel caso in cui i collegamenti dei terminali BT siano eseguiti con barre in rame non trattato, su richiesta, Eletrafo può fornire piastre speciali in Cupal.

#### Serraggio su connessioni HV - BT

VITI IN ACCIAIO		VITI IN OTTONE	
M10	65Nm	M10	35Nm
M12	75Nm	M12	50Nm
M14	100Nm	M14	70Nm
M16	130Nm	M16	90Nm

#### Serraggio sui morsetti di commutazione per cambio di tensione

VITI IN OTTONE	
M10	7Nm
M12	10Nm
M14	25Nm
M16	35Nm

#### Serraggio sulla connessione dello schermo elettrostatico

VITI IN ACCIAIO		VITI IN OTTONE	
M12	75Nm	M12	50Nm

#### Collegamenti meccanici

VITERIA	
M12	95Nm
M14	150Nm
M16	235Nm
M18	320Nm
M20	455Nm
M22	615Nm

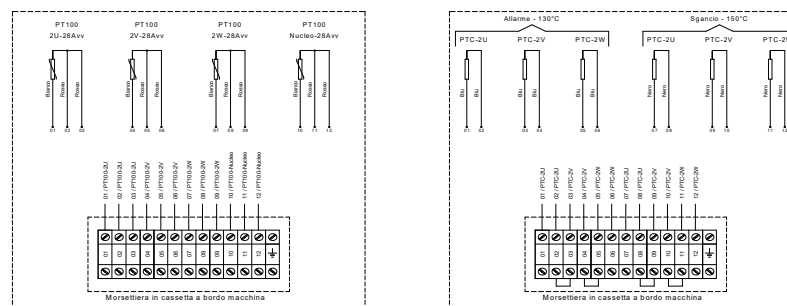
Il collegamento ai terminali HV - BT sarà effettuato con una chiave dinamometrica e con i seguenti valori di coppia:

### 3.6 Collegamento a terra

Collegare la terra dell'impianto alla piastra prevista sul trasformatore con bulloni M12 in acciaio inox con coppia di serraggio pari a 70Nm.

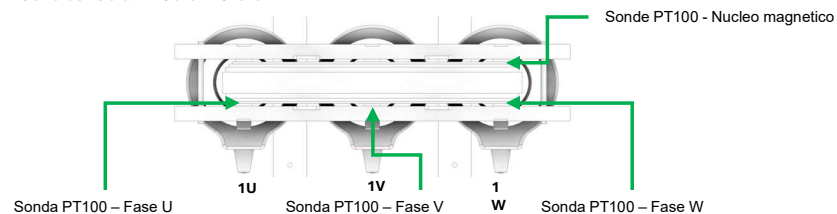
### 3.7 Connessioni ausiliarie

Se il trasformatore è dotato di termosonda collegarsi ai morsetti della scatola di connessione centralizzata montata a bordo macchina come indicato negli schemi seguenti. Effettuare i collegamenti tra i terminali della termosonda ed il relè del quadro utilizzando un cavo schermato. Si tenga presente che il relè di temperatura non sarà alimentato direttamente dai morsetti BT ma attraverso un trasformatore di isolamento. Si consiglia di distanziare i cavi di collegamento della sonda relè piccola dai cavi di alimentazione per evitare possibili interferenze.



### 3.8 Temperature di funzionamento

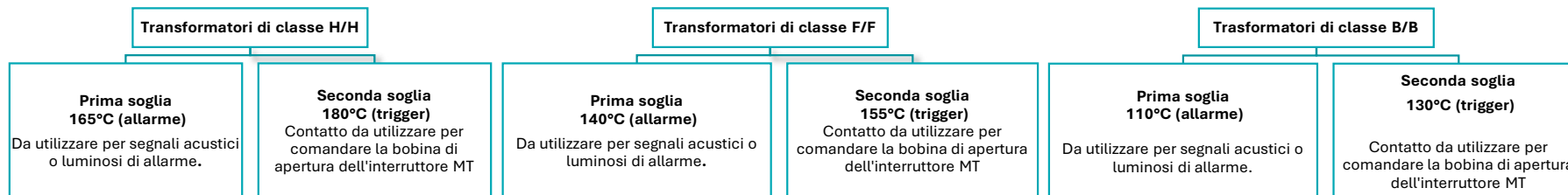
La misura delle temperature mediante il sistema composto da termosonda e relè è subordinata al posizionamento delle sonde stesse negli avvolgimenti. Eletrafo ha scelto che questa tipologia di lettura fungesse da vera e propria protezione per il funzionamento del trasformatore ed ha quindi deciso di posizionare sempre le sonde nel luogo più sollecitato termicamente. Nello schema seguente sono indicate le posizioni delle sonde sul trasformatore



### 3.9 Temperature di esercizio interne

Su richiesta del cliente, è possibile inserire una quarta sonda, che verrà posizionata nel nucleo magnetico. La temperatura registrata, anche con funzionamento a vuoto (ovvero indipendentemente dal carico), può arrivare al limite della classe di temperatura del trasformatore.

### 3.10 Programmazione del relè elettronico di temperatura a 2 soglie



N.B. Nei trasformatori MT/MT, non è possibile inserire le sonde negli avvolgimenti; saranno invece inserite nel nucleo, e la temperatura registrata non avrà alcun collegamento con il carico.

## 4. PRIMA DELLA MESSA IN SERVIZIO

Prima di mettere in funzione il trasformatore, è necessario effettuare alcune verifiche fondamentali.

### 4.1 Controlli preliminari e verifica dello stato del trasformatore

**Targa dati:** innanzitutto è necessario verificare le caratteristiche presenti sulla targhetta identificativa posta sulla macchina; In caso di funzionamento in parallelo, occorre verificare che il rapporto di trasformazione, il gruppo di connessione e la corrente nominale di cortocircuito siano identici su tutti i trasformatori.

**Pulizia:** Se il trasformatore è stato conservato in un ambiente molto sporco, è necessario effettuare una pulizia accurata utilizzando aria compressa secca o un gas inerte come l'azoto, ecc... Sarà importante prestare particolare attenzione ai terminali MT, alle schede di comunicazione e ai canali di raffreddamento.

**Commutazioni:** Controllare che le strisce di commutazione siano nella posizione desiderata, uguali su tutte e tre le fasi e strette.

**Resistenza di isolamento:** Verificare la resistenza di isolamento utilizzando un Megger a 2500V tra MT e massa, tra BT e massa e infine tra MT e BT. I valori rilevati a una temperatura di 20°C (se non sono riportati sul certificato di funzionamento) sono i seguenti:

MT – Massa = 250MΩ

BT – Massa = 50MΩ

MT – BT = 200MΩ

Nel caso in cui i valori siano significativamente inferiori a quelli indicati (o a quelli riportati sul certificato di esercizio) è necessario:

- controllare la corretta posizione dei distanziali superiore e inferiore (eventuali grandi urti avrebbero potuto causare la rottura interna dei distanziali a colonna MT a BT)
- asciugare il trasformatore in forno a 130°C con circolazione d'aria secca

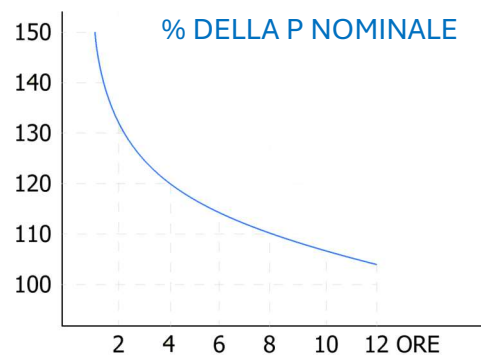
### 4.2 Controllo degli accessori

Controllare il relè di protezione con una rete ausiliaria e verificare che la temperatura indicata sia identica per le tre colonne e corrisponda alla temperatura ambiente. Se il trasformatore proviene da un supporto di stoccaggio < -5°C è necessario, prima della prima accensione, attendere almeno 24 ore a temperatura ambiente > -5°C. Controllare l'apertura e la chiusura dei contatti di allarme e disconnessione del relè programmando la soglia di temperatura < e > temperatura ambiente.

## 5.MESSA IN SERVIZIO

I trasformatori hanno dimensioni in grado di fornire la potenza nominale in servizio continuo a una temperatura ambiente normale (come definita dalle norme **CEI EN 60076-11**), con un massimo di **40°C**, una media giornaliera di 30°C e una media annuale di **20°C**  
I sovraccarichi sono consentiti senza compromettere la durata del trasformatore.

I sovraccarichi sono determinati in base al rapporto tra il carico abituale e la potenza nominale rispetto al valore medio ponderato della temperatura ambiente. La temperatura ambiente normale (come definita dalla norma **CEI EN 60076-11**) è di **30°C**.



Per mettere in funzione la macchina, è necessario seguire tutte le operazioni riportate nel paragrafo 3. Inoltre, è necessario controllare la tensione in uscita BT a vuoto, che deve essere uguale alla tensione nominale indicata sulla piastra.

Se la tensione misurata risulta essere maggiore della tensione nominale, posizionare il commutatore delle tre colonne sulla posizione +, mentre se la tensione misurata risulta essere minore della tensione nominale, posizionare i commutatori di tutte le colonne sulla posizione -, ovviamente queste operazioni devono essere effettuate con la macchina senza tensione.

Durante la messa in funzione del trasformatore, è possibile osservare alcune scariche sul carrello inferiore o sulle armature inferiori dovute al flusso omopolare di inserimento. Queste stesse scariche, che non interessano gli avvolgimenti, non hanno alcuna influenza e diminuiranno nel tempo come fenomeno.

Questo fenomeno ha una spiegazione fisica e non influisce sul funzionamento, quindi non rappresenta un difetto dal punto di vista della qualità.

## PROTEZIONI CONTRO LE SOVRATENSIONI

È importante adottare misure adeguate per proteggere ogni trasformatore dalle sovratensioni, che possono essere causate dalla rete di alimentazione, da operazioni di manovra, o da fulmini diretti o indiretti.

Il corretto dimensionamento delle protezioni contro le sovratensioni deve basarsi sul valore di riferimento della tensione di tenuta all'impulso atmosferico, specificato nella classe di isolamento del trasformatore, riportato sia nel certificato di collaudo che sulla targhetta delle caratteristiche



*NOTA (IEC 60076-11:2008 Annex A par. A.2.4):*

*Transitori di tensione rapidi possono avvenire quando il selezionatore interrompe la corrente magnetizzante prima di raggiungere il valore di zero.  
Tali transitori sono spesso ripetuti più volte con l'aumentare del loro valore di picco durante il funzionamento del sezionatore.*

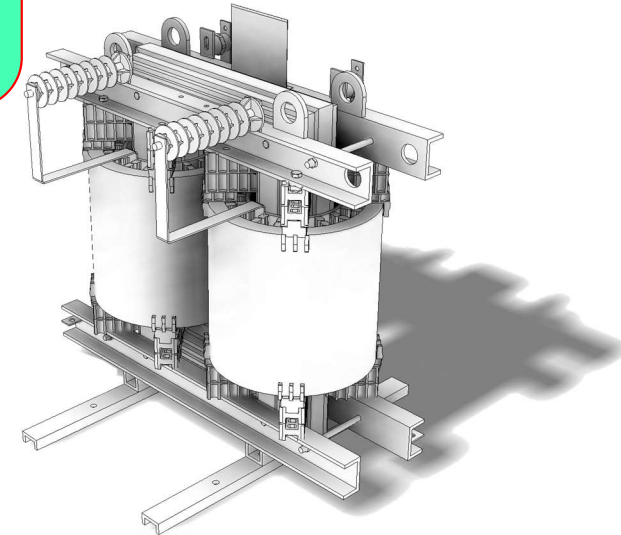
*NOTA (IEC 60076-1:2011 par 1.3.):*

*La manovra di trasformatori con carichi ridotti o con basso fattore di potenza (carichi induttivi) con dispositivi di interruzione sottovuoto e con SF<sub>6</sub> può sottoporre il trasformatore a transitori di tensione potenzialmente dannosi con frequenze fino ai MHz e tensioni superiori alla tenuta a impulso del trasformatore.*

## UTILIZZI IMPROPRI

Sono considerati, tra l'altro, utilizzi impropri:

- Movimentazioni differenti da quelle specificate.
- Modifiche alle componenti del trasformatore e/o ai suoi accessori.
- Applicazione di etichette adesive sugli avvolgimenti non previste dal produttore.
- Connessioni non predisposte dal costruttore.
- Serraggio della bulloneria con valori di coppia significativamente diversi da quelli riportati a pagina 5.
- Installazione in ambienti inadatti o con un ricambio d'aria insufficiente per il raffreddamento.



## 6.MANUTENZIONE

Eletrafo consiglia di effettuare la seguente manutenzione secondo la frequenza indicata nella tabella.

CONTROLLI DA EFFETTUARE	FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	STRUMENTI DA UTILIZZARE
Serraggio cavi MT/BT e barrette di commutazione	Un anno dopo la messa in servizio e/o dopo un evento eccezionale	Chiave dinamometrica con coppia di serraggio indicata (alla pagina 5)
Verifica dei terminali ausiliari	Un anno dopo la messa in servizio	Confrontare con il manuale del relè del sensore PT100
Allarme e interruzione dei relè e della termosonda	Un anno dopo la messa in servizio	Funzione interna del relè
Pulizia di polveri e depositi*	Trimestrale e/o in occasione di un eventuale arresto	Aria compressa secca a bassa pressione
Resistenza di isolamento MT/BT	Un anno dopo la messa in servizio	Megohmetro Megger con i valori indicati al punto 4.1. (a pagina 7)

\* La pulizia delle colonne inglobate in aria, è molto importante in quanto si possono depositare polveri (anche di natura ferrosa) che possono ridurre le distanze di scarica, avendo le bobine delle parti in tensione esposte all'aria.

## 7. DIFETTI E AZIONI CORRETTIVE

DIFETTI	CAUSE POSSIBILI	COME PROCEDERE
Surriscaldamento	- Distribuzione irregolare del carico - Alta temperatura ambiente	- Controllare la posizione delle barre per la commutazione, adattando la tensione a quella della rete con variazione di tensione - Controllare che le aperture per la circolazione dell'aria non siano ostruite
Eccessivo riscaldamento del nucleo magnetico	Possibili correnti parassite nel nucleo, dovute alla rottura o alla mancanza di isolamento dei tiranti	Isolare i tiranti centrali sulle armature, con piccoli tubi o rondelle in materiale isolante
Rumore	- Tensione di alimentazione troppo elevata - connessioni rigide con condotti a barra o con il suolo	- Adattare gli interruttori in base alla tensione. - Sostituire le connessioni rigide con connessioni flessibili o pensare all'uso di staffe antivibranti
Intervento/disconnessione allarme del relè termometrico	- Guasto della sonda o del relè - Assorbimento di corrente superiore ai limiti riportati sulla targa dati - Circolazione irregolare dell'aria	- Sostituire l'elemento che potrebbe essere rotto o difettoso. - Controllare il paragrafo relativo alle dimensioni della stanza e vedere se tutte le condizioni sono soddisfatte



**ELETRAFO** SRL  
TRASFORMATORI ELETTRICI

Via Kennedy n. 31  
20010 Mesero (MI) Italy  
Tel. +39 02.97285540  
Fax +39 02.97830021  
e-mail: [info@eletrafo.it](mailto:info@eletrafo.it)  
[www.eletrafo.it](http://www.eletrafo.it)

