

▼B**REGOLAMENTO (UE) N. 548/2014 DELLA COMMISSIONE****del 21 maggio 2014****recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i trasformatori di potenza piccoli, medi e grandi****▼M2***Articolo 1***Oggetto e ambito di applicazione**

1. Il presente regolamento stabilisce i requisiti in materia di progettazione ecocompatibile per l'immissione sul mercato o la messa in servizio di trasformatori con una potenza nominale minima di 1 kVA utilizzati nelle reti di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica a 50 Hz o per applicazioni industriali.

Il presente regolamento si applica ai trasformatori acquistati dopo l'11 giugno 2014.

2. Il presente regolamento non si applica ai trasformatori specificamente progettati per le seguenti applicazioni:

- a) trasformatori di misura, progettati specificamente per trasmettere un segnale di informazione a strumenti di misura, contatori e dispositivi di controllo o protezione o altri apparecchi simili;
- b) trasformatori specificamente progettati e destinati a fornire un'alimentazione in corrente continua ai carichi elettronici o raddrizzatori. Tale deroga non include i trasformatori che sono destinati a fornire un'alimentazione in corrente alternata da fonti di corrente continua, quali i trasformatori per le turbine eoliche o le applicazioni fotovoltaiche o i trasformatori progettati per applicazioni di distribuzione e trasmissione di corrente continua;
- c) trasformatori progettati specificamente per essere collegati direttamente a un forno;
- d) trasformatori progettati specificamente per essere installati su piattaforme offshore fisse o galleggianti, su turbine eoliche offshore o a bordo di navi e di tutti i tipi di imbarcazioni;
- e) trasformatori progettati specificamente per fornire energia per un periodo limitato di tempo quando la normale alimentazione viene interrotta a causa di un evento non programmato (ad esempio un guasto) o della rimessa a nuovo dell'impianto, ma non per l'aggiornamento in via definitiva di una sottostazione esistente;
- f) trasformatori (con avvolgimenti separati o auto-connessi) collegati, direttamente o tramite un convertitore, a una linea di contatto a corrente alternata o a corrente continua, utilizzati negli impianti fissi di applicazioni ferroviarie;
- g) trasformatori di messa a terra, progettati specificamente per essere collegati a un impianto elettrico al fine di fornire un collegamento neutro per la messa a terra, direttamente o mediante un'impedenza;

▼ M2

- h) trasformatori di trazione progettati specificamente per essere montati su materiale rotabile, collegati, direttamente o tramite un convertitore, a una linea di contatto a corrente alternata o a corrente continua, utilizzati negli impianti fissi di applicazioni ferroviarie;
- i) trasformatori di avviamento progettati specificamente per l'avviamento di motori trifase a induzione in modo da eliminare le cadute di tensione di alimentazione e che restano privi di alimentazione durante il funzionamento normale;
- j) trasformatori di prova progettati specificamente per essere utilizzati in un circuito al fine di produrre una data tensione o una data corrente per testare materiale elettrico;
- k) trasformatori per saldatrici progettati specificamente per essere utilizzati in apparecchiature per la saldatura ad arco o apparecchiature per la saldatura a resistenza;
- l) trasformatori progettati specificamente per applicazioni antidetonanti in conformità alla direttiva 94/9/CE del Parlamento europeo e del Consiglio ⁽¹⁾
- m) trasformatori progettati specificamente per utilizzo in acque profonde (in immersione);
- n) trasformatori di interfaccia da media tensione (MT) a media tensione (MT) fino a 5 MVA usati come trasformatori di interfaccia in programmi di conversione della tensione di rete e posti in corrispondenza della giunzione tra due livelli di tensione di due reti a media tensione e che devono essere in grado di sopportare sovraccarichi di emergenza;
- o) trasformatori di potenza medi e grandi progettati specificamente per contribuire alla sicurezza degli impianti nucleari quali definiti all'articolo 3 della direttiva 2009/71/Euratom del Consiglio ^{**}; ⁽²⁾;
- p) trasformatori di potenza trifase medi con una potenza nominale inferiore a 5 kVA,

ad eccezione dei requisiti di cui all'allegato I, punto 4, lettere a), b) e d), del presente regolamento.

3. Per i trasformatori di potenza medi e grandi la conformità e il rispetto del presente regolamento è rivalutata, indipendentemente dalla data della loro prima immissione sul mercato, se subiscono tutte le seguenti operazioni:

- a) sostituzione del nucleo o di parte di esso;
- b) sostituzione di uno o più avvolgimenti completi.

Ciò non pregiudica gli obblighi giuridici derivanti dalla normativa di armonizzazione dell'Unione cui tali prodotti potrebbero essere soggetti.

⁽¹⁾ Direttiva 94/9/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 marzo 1994, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (GU L 100 del 19.4.1994, pag. 1). e applicazioni per attività sotterranee nelle miniere;

⁽²⁾ Direttiva 2009/71/Euratom del Consiglio, del 25 giugno 2009, che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari. GU L 172 del 2.7.2009, pag. 18.

▼ B*Articolo 2***Definizioni**

Ai fini del presente regolamento e dei suoi allegati si applicano le seguenti definizioni:

- 1) «trasformatore di potenza»: un apparecchio statico ad induzione elettromagnetica a due o più avvolgimenti destinato a trasformare un sistema di tensione e di corrente alternate in un altro sistema di tensione e corrente alternate, generalmente di valori differenti, ma della stessa frequenza, al fine di trasmettere energia elettrica;
- 2) «piccolo trasformatore di potenza»: un trasformatore di potenza la cui tensione d'uscita massima sia pari o inferiore a 1,1 kV;

▼ M2

- 3) «trasformatore di potenza medio»: un trasformatore di potenza in cui tutti gli avvolgimenti hanno una potenza nominale inferiore o uguale a 3 150 kVA e una tensione d'uscita massima superiore a 1,1 kV ma pari o inferiore a 36 kV;
- 4) «grande trasformatore di potenza»: un trasformatore di potenza in cui almeno un avvolgimento ha una potenza nominale superiore a 3 150 kVA o una tensione d'uscita massima superiore a 36 kV;

▼ B

- 5) «trasformatore immerso in un liquido»: un trasformatore di potenza il cui circuito magnetico e i cui avvolgimenti sono immersi in un liquido;
- 6) «trasformatore di tipo a secco»: un trasformatore di potenza il cui circuito magnetico e i cui avvolgimenti non sono immersi in un liquido isolante;

▼ M2

- 7) «trasformatore di potenza medio montato su palo»: un trasformatore di potenza con una potenza nominale non superiore a 400 kVA, adatto a un uso esterno e progettato specificamente per essere montato su strutture di sostegno di linee elettriche aeree;

▼ B

- 8) «trasformatore di distribuzione con regolazione della tensione»: un trasformatore di potenza medio dotato di componenti aggiuntivi, all'interno o all'esterno del suo cassone, per il controllo automatico della tensione di ingresso o di uscita del trasformatore a fini di regolazione della tensione a carico;
- 9) «avvolgimento»: l'insieme delle spire che formano un circuito elettrico associato ad una delle tensioni assegnate al trasformatore;
- 10) «tensione nominale di un avvolgimento» (U_n): la tensione specificata per essere applicata o indotta a vuoto fra i terminali di linea di un avvolgimento senza prese o di un avvolgimento con prese collegati con l'avvolgimento primario;
- 11) «avvolgimento ad alta tensione»: un avvolgimento con la più elevata tensione nominale;

▼ B

- 12) «tensione d'uscita massima di un'apparecchiatura» (U_m): applicabile ad un avvolgimento di un trasformatore, valore massimo di efficacia della tensione d'uscita concatenata in un sistema trifase per il quale è progettato tale avvolgimento in funzione del suo isolamento;
- 13) «potenza nominale» (S_r): valore convenzionale di potenza apparente assegnata ad un avvolgimento che, unitamente alla tensione nominale dell'avvolgimento, ne determina la corrente nominale;
- 14) «perdita a carico» (P_k): la potenza attiva relativa ad una coppia di avvolgimenti, assorbita alla frequenza nominale e alla temperatura di riferimento, quando la corrente nominale (corrente di presa) passa attraverso un terminale o terminali di linea di uno degli avvolgimenti e i terminali dell'altro avvolgimento sono in cortocircuito e ogni avvolgimento dotato di prese è connesso alla sua presa principale, mentre gli altri avvolgimenti, se esistenti, sono a circuito aperto;
- 15) «perdita a vuoto» (P_o): la potenza attiva assorbita ad una frequenza nominale quando il trasformatore è alimentato e il circuito secondario è aperto; la tensione applicata è la tensione nominale e se l'avvolgimento di eccitazione è dotato di una presa è collegato alla sua presa primaria;
- 16) «indice di efficienza di picco» (PEI): valore massimo del rapporto tra la potenza apparente trasmessa da un trasformatore meno le perdite elettriche e la potenza apparente trasmessa dal trasformatore;

▼ M2

- 17) «valore/i dichiarato/i»: i valori riportati nella documentazione tecnica a norma dell'allegato IV, punto 2, della direttiva 2009/125/CE e, se del caso, i valori usati per calcolarli;
- 18) «trasformatore a doppia tensione»: un trasformatore avente uno o più avvolgimenti con due tensioni disponibili, al fine di poter funzionare e fornire potenza nominale con uno dei due diversi valori di tensione;
- 19) «prova in presenza di testimoni»: osservazione attiva delle prove fisiche effettuate sul prodotto in esame da un terzo, al fine di formulare conclusioni sulla validità e sui risultati della prova. Ciò può comprendere conclusioni sulla conformità delle prove e dei metodi di calcolo utilizzati alla legislazione e alle norme applicabili;
- 20) «prova di accettazione in fabbrica»: una prova effettuata sui prodotti ordinati, in cui i clienti utilizzano la prova in presenza di testimoni per verificarne la piena conformità ai requisiti contrattuali, prima che i prodotti siano accettati o messi in servizio;
- 21) «modello equivalente»: il modello avente le stesse caratteristiche tecniche pertinenti ai fini delle informazioni tecniche da fornire, ma che è immesso sul mercato o messo in servizio dallo stesso fabbricante o importatore come un altro modello, con identificativo del modello diverso;
- 22) «identificativo del modello»: il codice, solitamente alfanumerico, che distingue uno specifico modello di prodotto da altri modelli che riportano lo stesso marchio o il nome dello stesso fabbricante o importatore.

▼B*Articolo 3***Requisiti in materia di progettazione ecocompatibile****▼M2**

I requisiti in materia di progettazione ecocompatibile di cui all'allegato I si applicano a decorrere dalle date ivi indicate.

Se le tensioni di soglia delle reti di distribuzione dell'energia elettrica si discostano dalla tensione normale all'interno dell'Unione ⁽¹⁾, gli Stati membri ne danno comunicazione alla Commissione, in modo da prevedere una notifica pubblica per la corretta interpretazione delle tabelle I.1, I.2, I.3a, I.3b, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8 e I.9 dell'allegato I.

*Articolo 4***Valutazione di conformità**

1. La procedura di valutazione della conformità di cui all'articolo 8 della direttiva 2009/125/CE costituisce il sistema per il controllo interno della progettazione di cui all'allegato IV della stessa direttiva o il sistema di gestione di cui all'allegato V della stessa direttiva.

2. Ai fini della valutazione di conformità di cui all'articolo 8 della direttiva 2009/125/CE, la documentazione tecnica contiene una copia delle informazioni di prodotto fornite in conformità all'allegato I, punto 4, nonché i dettagli e i risultati dei calcoli di cui all'allegato II del presente regolamento.

3. Se le informazioni incluse nella documentazione tecnica di un determinato modello sono state ottenute:

- a) da un modello che ha le medesime caratteristiche tecniche rilevanti per quanto riguarda le informazioni tecniche da fornire, ma è prodotto da un altro fabbricante, oppure
- b) dai calcoli effettuati in base al progetto o derivati per estrapolazione da un altro modello dello stesso o di un altro fabbricante, o da entrambi,

la documentazione tecnica comprende i dettagli di tali calcoli, la valutazione effettuata dal fabbricante per verificare l'accuratezza dei calcoli e, se del caso, la dichiarazione dell'identità tra i modelli di fabbricanti differenti.

4. La documentazione tecnica contiene un elenco di tutti i modelli equivalenti che riporta gli identificativi di modello.

▼B*Articolo 5***Procedura di verifica ai fini della sorveglianza del mercato**

Nell'effettuare le verifiche della sorveglianza del mercato previste all'articolo 3, paragrafo 2, della direttiva 2009/125/CE, le autorità degli Stati membri applicano la procedura di verifica di cui all'allegato III del presente regolamento.

⁽¹⁾ La norma Cenelec EN 60038 include nell'allegato 2B la variazione nazionale della Repubblica ceca in base alla quale la tensione massima normale per le apparecchiature in sistemi trifase a corrente alternata è di 38,5 kV invece di 36 kV e di 25 kV invece di 24 kV.

▼B*Articolo 6***Parametri di riferimento indicativi**

I parametri di riferimento indicativi per i trasformatori con le migliori prestazioni tecnologicamente possibili al momento dell'adozione del presente regolamento figurano nell'allegato IV.

▼M2*Articolo 7***Riesame**

La Commissione riesamina il presente regolamento alla luce del progresso tecnologico e presenta i risultati al forum consultivo unitamente, se del caso, a un progetto di proposta di revisione entro il 1° luglio 2023. Il riesame riguarderà in particolare i seguenti aspetti:

- valutazione della misura in cui i requisiti stabiliti per la fase 2 sono stati efficaci in termini di costi e della necessità di introdurre requisiti più severi nella fase 3;
- adeguatezza delle concessioni introdotte per i trasformatori di potenza medi e grandi nei casi in cui i costi di installazione sarebbero sproporzionati;
- possibilità di utilizzare il calcolo del PEI per le perdite, oltre alle perdite in valori assoluti, per i trasformatori di potenza medi;
- possibilità di adottare un approccio neutro dal punto di vista tecnologico ai requisiti minimi stabiliti per i trasformatori elettronici, di tipo a secco e immersi in un liquido;
- opportunità di stabilire requisiti minimi di rendimento per i trasformatori di potenza piccoli;
- adeguatezza delle deroghe accordate per i trasformatori in applicazioni offshore;
- adeguatezza delle concessioni per i trasformatori montati su palo e per speciali combinazioni di tensioni degli avvolgimenti nei trasformatori di potenza medi;
- possibilità e opportunità di intervenire sugli impatti ambientali diversi dal consumo di energia nella fase di utilizzo, quali il rumore e l'efficienza dei materiali.

*Articolo 8***Elusione**

Il fabbricante, l'importatore o il mandatario non immette sul mercato prodotti progettati per poter rilevare il fatto di essere sottoposti a prova (ad esempio riconoscendo le condizioni o il ciclo di prova) e reagire in modo specifico alterando automaticamente le loro prestazioni durante la prova allo scopo di raggiungere livelli più favorevoli per qualsiasi parametro dichiarato dal fabbricante, dall'importatore o dal mandatario nella documentazione tecnica o in qualsiasi altra documentazione fornita.

▼ M2

Articolo 9

▼ B

Entrata in vigore

Il presente regolamento entra in vigore il ventesimo giorno successivo alla pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*.

Il presente regolamento è obbligatorio in tutti i suoi elementi e direttamente applicabile in ciascuno degli Stati membri.

▼ B*ALLEGATO I***Requisiti in materia di progettazione ecocompatibile****1. Requisiti minimi in materia di rendimento o di efficienza energetici applicabili ai trasformatori di potenza medi**

I trasformatori di potenza medi devono rispettare i livelli massimi consentiti di perdite a carico e di perdite a vuoto o i valori dell'indice di efficienza di picco (PEI) di cui alle tabelle da I.1 a I.5, esclusi i trasformatori di potenza medi montati su palo, che rispettano i valori massimi consentiti per le perdite a carico e le perdite a vuoto, di cui alla tabella I.6.

▼ M2

A decorrere dalla data di applicazione dei requisiti stabiliti per la fase 2 (1° luglio 2021), quando la sostituzione uno a uno di un trasformatore di potenza medio esistente comporta costi sproporzionati associati alla sua installazione, il trasformatore sostitutivo deve essere conforme, in via eccezionale e per una data potenza nominale, solo ai requisiti previsti per la fase 1.

A tale proposito i costi di installazione sono ritenuti sproporzionati se i costi per la sostituzione dell'intera sottostazione che ospita il trasformatore e/o per l'acquisto o l'affitto di ulteriore spazio sono superiori al valore attuale netto delle perdite di energia elettrica aggiuntive (escluse tariffe, imposte e tributi) evitate mediante la sostituzione con un trasformatore conforme ai requisiti stabiliti per la fase 2 nel corso della normale durata di vita prevista. Il valore attuale netto deve essere calcolato in base al valore della perdita capitalizzato utilizzando i tassi di sconto sociali comunemente accettati⁽¹⁾.

In tal caso il fabbricante, l'importatore o il mandatario deve indicare nella documentazione tecnica del trasformatore sostitutivo le seguenti informazioni:

- indirizzo e recapiti del committente del trasformatore sostitutivo;
- la stazione in cui deve essere installato il trasformatore sostitutivo, che deve essere univocamente identificata da un luogo specifico o un tipo specifico di installazione (ad esempio modello di stazione o cabina);
- la motivazione tecnica o economica del costo sproporzionato per cui si procede all'installazione di un trasformatore conforme solo ai requisiti stabiliti per la fase 1, invece che di un trasformatore conforme ai requisiti stabiliti per la fase 2. Se i trasformatori sono stati commissionati mediante una procedura di gara, devono essere fornite tutte le informazioni necessarie in merito all'analisi delle offerte e alla decisione di aggiudicazione.

Nei casi summenzionati il costruttore, l'importatore o il mandatario deve informare le competenti autorità nazionali di vigilanza del mercato.

▼ B**1.1. Requisiti applicabili ai trasformatori trifase medi con potenza nominale ≤ 3 150 kVA**

Tabella I.1: ► **M2** Valori massimi delle perdite a carico e delle perdite a vuoto (in W) per i trasformatori trifase medi **immersi in un liquido** con un avvolgimento con $U_m \leq 24$ kV e l'altro con $U_m \leq 3,6$ kV ◀

⁽¹⁾ Gli «Strumenti per legiferare meglio» della Commissione europea suggeriscono di utilizzare un valore del 4 % per il tasso di sconto sociale.
https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/file_import/better-regulation-toolbox-61_en_0.pdf.

▼ **B**

Potenza nominale (kVA)	Fase 1 (dal 1° luglio 2015)		Fase 2 (dal 1° luglio 2021)	
	Perdite massime a carico P_k (W) (*)	Perdite massime a vuoto P_o (W) (*)	Perdite massime a carico P_k (W) (*)	Perdite massime a vuoto P_o (W) (*)
≤ 25	C_k (900)	A_o (70)	A_k (600)	$A_o - 10\%$ (63)
50	C_k (1 100)	A_o (90)	A_k (750)	$A_o - 10\%$ (81)
100	C_k (1 750)	A_o (145)	A_k (1 250)	$A_o - 10\%$ (130)
160	C_k (2 350)	A_o (210)	A_k (1 750)	$A_o - 10\%$ (189)
250	C_k (3 250)	A_o (300)	A_k (2 350)	$A_o - 10\%$ (270)
315	C_k (3 900)	A_o (360)	A_k (2 800)	$A_o - 10\%$ (324)
400	C_k (4 600)	A_o (430)	A_k (3 250)	$A_o - 10\%$ (387)
500	C_k (5 500)	A_o (510)	A_k (3 900)	$A_o - 10\%$ (459)
630	C_k (6 500)	A_o (600)	A_k (4 600)	$A_o - 10\%$ (540)
800	C_k (8 400)	A_o (650)	A_k (6 000)	$A_o - 10\%$ (585)
1 000	C_k (10 500)	A_o (770)	A_k (7 600)	$A_o - 10\%$ (693)
1 250	B_k (11 000)	A_o (950)	A_k (9 500)	$A_o - 10\%$ (855)
1 600	B_k (14 000)	A_o (1 200)	A_k (12 000)	$A_o - 10\%$ (1 080)
2 000	B_k (18 000)	A_o (1 450)	A_k (15 000)	$A_o - 10\%$ (1 305)
2 500	B_k (22 000)	A_o (1 750)	A_k (18 500)	$A_o - 10\%$ (1 575)
3 150	B_k (27 500)	A_o (2 200)	A_k (23 000)	$A_o - 10\%$ (1 980)

(*) le perdite massime per le potenze nominali in kVA che si situano tra i valori indicati nella tabella I.1 sono ricavate mediante interpolazione lineare.

Tabella I.2: ► **M2** Valori massimi delle perdite a carico e delle perdite a vuoto (in W) per i trasformatori trifase medi **di tipo a secco** con un avvolgimento con $U_m \leq 24$ kV e l'altro con $U_m \leq 3,6$ kV ◀

Potenza nominale (kVA)	Fase 1 (dal 1° luglio 2015)		Fase 2 (dal 1° luglio 2021)	
	Perdite massime a carico P_k (W) (*)	Perdite massime a vuoto P_o (W) (*)	Perdite massime a carico P_k (W) (*)	Perdite massime a vuoto P_o (W) (*)
≤ 50	B_k (1 700)	A_o (200)	A_k (1 500)	$A_o - 10\%$ (180)
100	B_k (2 050)	A_o (280)	A_k (1 800)	$A_o - 10\%$ (252)
160	B_k (2 900)	A_o (400)	A_k (2 600)	$A_o - 10\%$ (360)
250	B_k (3 800)	A_o (520)	A_k (3 400)	$A_o - 10\%$ (468)

▼ **B**

Potenza nominale (kVA)	Fase 1 (dal 1° luglio 2015)		Fase 2 (dal 1° luglio 2021)	
	Perdite massime a carico P_k (W) (*)	Perdite massime a vuoto P_o (W) (*)	Perdite massime a carico P_k (W) (*)	Perdite massime a vuoto P_o (W) (*)
400	B_k (5 500)	A_o (750)	A_k (4 500)	$A_o - 10\%$ (675)
630	B_k (7 600)	A_o (1 100)	A_k (7 100)	$A_o - 10\%$ (990)
800	A_k (8 000)	A_o (1 300)	A_k (8 000)	$A_o - 10\%$ (1 170)
1 000	A_k (9 000)	A_o (1 550)	A_k (9 000)	$A_o - 10\%$ (1 395)
1 250	A_k (11 000)	A_o (1 800)	A_k (11 000)	$A_o - 10\%$ (1 620)
1 600	A_k (13 000)	A_o (2 200)	A_k (13 000)	$A_o - 10\%$ (1 980)
2 000	A_k (16 000)	A_o (2 600)	A_k (16 000)	$A_o - 10\%$ (2 340)
2 500	A_k (19 000)	A_o (3 100)	A_k (19 000)	$A_o - 10\%$ (2 790)
3 150	A_k (22 000)	A_o (3 800)	A_k (22 000)	$A_o - 10\%$ (3 420)

(*) le perdite massime per le potenze nominali in kVA che si situano tra i valori indicati nella tabella I.2 sono ricavate mediante interpolazione lineare.

▼ **M2**

Tabella I.3a:

Fattori di correzione da applicare alle perdite a carico e a vuoto indicate nelle tabelle I.1, I.2 e I.6 per i trasformatori di potenza medi con combinazioni speciali di tensioni degli avvolgimenti (per potenza nominale ≤ 3150 kVA).

Combinazione speciale di tensioni in un avvolgimento		Perdite a carico (P_k)	Perdite a vuoto (P_o)
Sia per il tipo immerso in un liquido (tabella I.1) che per il tipo a secco (tabella I.2)		Nessuna correzione	Nessuna correzione
Tensione massima primaria per apparecchiature con $U_m \leq 24$ kV	Tensione massima secondaria per apparecchiature con $U_m > 3,6$ kV		
Per il tipo immerso in un liquido (tabella I.1)		10 %	15 %
Tensione massima primaria per apparecchiature con $U_m = 36$ kV	Tensione massima secondaria per apparecchiature con $U_m \leq 3,6$ kV		
Tensione massima primaria per apparecchiature con $U_m = 36$ kV	Tensione massima secondaria per apparecchiature con $U_m > 3,6$ kV	10 %	15 %
Per il tipo a secco (tabella I.2)		10 %	15 %
Tensione massima primaria per apparecchiature con $U_m = 36$ kV	Tensione massima secondaria per apparecchiature con $U_m \leq 3,6$ kV		
Tensione massima primaria per apparecchiature con $U_m = 36$ kV	Tensione massima secondaria per apparecchiature con $U_m > 3,6$ kV	15 %	20 %

▼ M2

Tabella I.3b:

Fattori di correzione da applicare alle perdite a carico e a vuoto indicate nelle tabelle I.1, I.2 e I.6 per i trasformatori di potenza medi con doppia tensione in uno o in entrambi gli avvolgimenti che differiscono per più del 10 % e potenza nominale ≤ 3150 kVA.

Tipo di doppia tensione	Tensione di riferimento per l'applicazione dei fattori di correzione	Perdite a carico (P_k) ⁽¹⁾	Perdite a vuoto (P_o) ⁽¹⁾
Doppia tensione in un avvolgimento con potenza in uscita ridotta sull'avvolgimento inferiore di bassa tensione E potenza massima disponibile alla tensione inferiore dell'avvolgimento di bassa tensione limitata allo 0,85 della potenza nominale assegnata all'avvolgimento di bassa tensione alla sua tensione più elevata	le perdite devono essere calcolate sulla base della tensione più elevata dell'avvolgimento di bassa tensione	Nessuna correzione	Nessuna correzione
Doppia tensione in un avvolgimento con potenza in uscita ridotta sull'avvolgimento inferiore ad alta tensione E potenza massima disponibile alla tensione inferiore dell'avvolgimento ad alta tensione limitata allo 0,85 della potenza nominale assegnata all'avvolgimento ad alta tensione alla sua tensione più elevata	le perdite devono essere calcolate sulla base della tensione più elevata dell'avvolgimento ad alta tensione	Nessuna correzione	Nessuna correzione
Doppia tensione su un avvolgimento E potenza nominale disponibile nella sua totalità su entrambi gli avvolgimenti, cioè l'intera potenza nominale è disponibile indipendentemente dalla combinazione di tensioni	le perdite devono essere calcolate sulla base della tensione più elevata dell'avvolgimento a doppia tensione	10 %	15 %
Doppia tensione su entrambi gli avvolgimenti E potenza nominale disponibile su tutte le combinazioni di avvolgimenti, cioè entrambe le tensioni su un avvolgimento sono calcolate in combinazione con una delle tensioni sull'altro avvolgimento	le perdite devono essere calcolate sulla base delle tensioni più elevate di entrambi gli avvolgimenti a doppia tensione	20 %	20 %

⁽¹⁾ Le perdite devono essere calcolate sulla base della tensione dell'avvolgimento specificato nella seconda colonna e possono essere aumentate mediante i fattori di correzione indicati nelle ultime due colonne. In ogni caso, indipendentemente dalle combinazioni di tensioni degli avvolgimenti, le perdite non possono superare i valori indicati nelle tabelle I.1, I.2 e I.6 corretti dai fattori indicati nella presente tabella.

▼B**1.2. Requisiti applicabili ai trasformatori medi con potenza nominale > 3150kVA**

Tabella I.4: Valori minimi dell'indice di efficienza di picco (PEI) per i trasformatori di potenza medi **immersi in un liquido**

Potenza nominale (kVA)	Fase 1 (1° luglio 2015)	Fase 2 (1° luglio 2021)
	Valore minimo dell'indice di efficienza di picco (%)	
$3\,150 < S_r \leq 4\,000$	99,465	99,532
5 000	99,483	99,548
6 300	99,510	99,571
8 000	99,535	99,593
10 000	99,560	99,615
12 500	99,588	99,640
16 000	99,615	99,663
20 000	99,639	99,684
25 000	99,657	99,700
31 500	99,671	99,712
40 000	99,684	99,724

I valori minimi del PEI per le potenze nominali in kVA che si situano tra i valori indicati nella tabella I.4 sono ricavati mediante interpolazione lineare.

Tabella I.5. Valori minimi dell'indice di efficienza di picco (PEI) per i trasformatori di potenza medi **di tipo a secco**

Potenza nominale (kVA)	Fase 1 (1° luglio 2015)	Fase 2 (1° luglio 2021)
	Valore minimo dell'indice di efficienza di picco (%)	
$3\,150 < S_r \leq 4\,000$	99,348	99,382
5 000	99,354	99,387
6 300	99,356	99,389
8 000	99,357	99,390
$\geq 10\,000$	99,357	99,390

I valori minimi del PEI per le potenze nominali in kVA che si situano tra i valori indicati nella tabella I.5 sono ricavati mediante interpolazione lineare.

1.3. Requisiti applicabili ai trasformatori medi con potenza nominale $\leq 3\,150$ kVA, dotati di prese adatte al funzionamento di un trasformatore alimentato o a carico, a fini di adeguamento della tensione. A questa categoria appartengono i trasformatori di distribuzione regolatori della tensione.

I livelli massimi ammissibili delle perdite indicate nelle tabelle I.1 e I.2 sono maggiorati del 20 % per le perdite a vuoto e del 5 % per le perdite a carico nella fase 1 e del 10 % per le perdite a vuoto nella fase 2.

▼ M2

1.4. Per le sostituzioni uno a uno di trasformatori di potenza medi esistenti montati su palo con potenza nominale compresa tra 25 kVA e 400 kVA, i livelli massimi di potenza applicabili per le perdite a carico o a vuoto sono indicati nella tabella I.6 di seguito e non nelle tabelle I.1 e I.2. Le perdite massime ammissibili per le potenze nominali in kVA diverse da quelle espressamente menzionate nella tabella I.6 devono essere ottenute mediante interpolazione o estrapolazione lineare. Sono applicabili anche i fattori di correzione per le combinazioni speciali di tensioni degli avvolgimenti indicate nelle tabelle I.3a e I.3b.

Per le sostituzioni uno a uno di trasformatori di potenza medi esistenti montati su palo, il fabbricante, l'importatore o il mandatario devono indicare nella documentazione tecnica del trasformatore le seguenti informazioni:

— indirizzo e recapiti del committente del trasformatore sostitutivo;

— la stazione in cui deve essere installato il trasformatore sostitutivo, che dev'essere univocamente identificata da un luogo specifico o un tipo specifico di installazione (ad esempio descrizione tecnica del palo).

Nei casi summenzionati il costruttore, l'importatore o il mandatario deve informare le competenti autorità nazionali di vigilanza del mercato.

Per quanto riguarda l'installazione di nuovi trasformatori montati su palo, si applicano i requisiti di cui alle tabelle I.1 e I.2 in combinato disposto con le tabelle I.3a e I.3b ove giustificato.

▼ B

Tabella I.6: Perdite massime a carico e perdite massime a vuoto (in W) per i trasformatori medi su palo immersi in un liquido.

Potenza nominale (kVA)	Fase 1 (1° luglio 2015)		Fase 2 (1° luglio 2021)	
	Perdite massime a carico (W) (*)	Perdite massime a vuoto (W) (*)	Perdite massime a carico (W) (*)	Perdite massime a vuoto (W) (*)
25	C_k (900)	A_o (70)	B_k (725)	A_o (70)
50	C_k (1 100)	A_o (90)	B_k (875)	A_o (90)
100	C_k (1 750)	A_o (145)	B_k (1 475)	A_o (145)
160	$C_k + 32\%$ (3 102)	C_o (300)	$C_k + 32\%$ (3 102)	$C_o - 10\%$ (270)
200	C_k (2 750)	C_o (356)	B_k (2 333)	B_o (310)
250	C_k (3 250)	C_o (425)	B_k (2 750)	B_o (360)
315	C_k (3 900)	C_o (520)	B_k (3 250)	B_o (440)

(*) le perdite massime ammissibili per le potenze nominali in kVA che si situano tra i valori indicati nella tabella I.6 sono ricavate mediante interpolazione lineare.

▼ M2

2. Requisiti minimi in materia di efficienza energetica applicabili ai trasformatori di grande potenza

I requisiti minimi di efficienza applicabili ai grandi trasformatori di potenza sono riportati nelle tabelle I.7, I.8 e I.9.

▼ M2

Possono esserci casi specifici in cui la sostituzione di un trasformatore esistente e l'installazione di un nuovo trasformatore conforme ai requisiti minimi di cui alle tabelle I.7, I.8 e I.9 comporterebbe costi sproporzionati. Come regola generale i costi possono essere ritenuti sproporzionati quando i costi di trasporto e/o di installazione aggiuntivi per un trasformatore conforme ai requisiti stabiliti per la fase 1 o per la fase 2, a seconda dei casi, sarebbero superiori al valore attuale netto delle perdite di energia elettrica aggiuntive (escluse tariffe, imposte e tributi) evitate nel corso della normale durata di vita prevista. Tale valore attuale netto deve essere calcolato in base al valore della perdita capitalizzato utilizzando i tassi di sconto sociali comunemente accettati⁽¹⁾.

In tali casi si applicano le seguenti disposizioni alternative.

A decorrere dalla data di applicazione dei requisiti stabiliti per la fase 2 (1° luglio 2021), quando la sostituzione di un grande trasformatore di potenza nuovo in un sito esistente comporta costi sproporzionati associati al suo trasporto e/o alla sua installazione, o non è tecnicamente fattibile, il trasformatore sostitutivo deve essere conforme, in via eccezionale e per una data potenza nominale, solo ai requisiti stabiliti per la fase 1.

Inoltre se anche i costi di installazione di un trasformatore sostitutivo conforme ai requisiti stabiliti per la fase 1 sono sproporzionati, o qualora non esistano soluzioni tecnicamente fattibili, non si applicano requisiti minimi alla sostituzione del trasformatore.

A decorrere dalla data di applicazione dei requisiti stabiliti per la fase 2 (1° luglio 2021), quando l'installazione di un grande trasformatore di potenza nuovo in un nuovo sito comporta costi sproporzionati associati al suo trasporto e/o alla sua installazione, o non è tecnicamente fattibile, il nuovo trasformatore deve essere conforme, in via eccezionale e per una data potenza nominale, solo ai requisiti stabiliti per la fase 1.

In questi casi il fabbricante, l'importatore o il mandatario responsabile dell'immissione sul mercato o della messa in servizio del trasformatore devono:

indicare nella documentazione tecnica del trasformatore nuovo o sostitutivo le seguenti informazioni:

- indirizzo e recapiti del committente del trasformatore;
- il luogo specifico in cui il trasformatore deve essere installato;
- la motivazione tecnica o economica per cui si procede all'installazione di un trasformatore nuovo o sostitutivo che non è conforme ai requisiti previsti per la fase 1 o per la fase 2. Se i trasformatori sono stati commissionati mediante una procedura di gara, devono essere inoltre fornite tutte le informazioni necessarie in merito all'analisi delle offerte e alla decisione di aggiudicazione;
- informare le competenti autorità nazionali di vigilanza del mercato.

⁽¹⁾ Gli «Strumenti per legiferare meglio» della Commissione europea suggeriscono di utilizzare un valore del 4 % per il tasso di sconto sociale
https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/file_import/better-regulation-toolbox-61_en_0.pdf.

▼ **M2**

Tabella I.7:

Requisiti minimi relativi all'indice di efficienza di picco (PEI) applicabili ai grandi trasformatori di potenza immersi in un liquido

Potenza nominale (MVA)	Fase 1 (1.7.2015)	Fase 2 (1.7.2021)
	Valore minimo dell'indice di efficienza di picco (%)	
≤ 0,025	97,742	98,251
0,05	98,584	98,891
0,1	98,867	99,093
0,16	99,012	99,191
0,25	99,112	99,283
0,315	99,154	99,320
0,4	99,209	99,369
0,5	99,247	99,398
0,63	99,295	99,437
0,8	99,343	99,473
1	99,360	99,484
1,25	99,418	99,487
1,6	99,424	99,494
2	99,426	99,502
2,5	99,441	99,514
3,15	99,444	99,518
4	99,465	99,532
5	99,483	99,548
6,3	99,510	99,571
8	99,535	99,593
10	99,560	99,615
12,5	99,588	99,640
16	99,615	99,663
20	99,639	99,684
25	99,657	99,700
31,5	99,671	99,712
40	99,684	99,724
50	99,696	99,734
63	99,709	99,745
80	99,723	99,758
100	99,737	99,770
125	99,737	99,780
160	99,737	99,790
≥ 200	99,737	99,797

▼ **M2**

I valori minimi dell'indice di efficienza di picco per potenze assegnate in MVA che si situano tra i valori indicati nella tabella I.7 devono essere calcolati mediante interpolazione lineare.

Tabella I.8:

Requisiti minimi relativi all'indice di efficienza di picco applicabili ai grandi trasformatori di potenza di tipo a secco con $U_m \leq 36\text{kV}$

Potenza nominale (MVA)	Fase 1 (1.7.2015)	Fase 2 (1.7.2021)
	Valore minimo dell'indice di efficienza di picco (%)	
$3,15 < S_r \leq 4$	99,348	99,382
5	99,354	99,387
6,3	99,356	99,389
8	99,357	99,390
≥ 10	99,357	99,390

I valori minimi del PEI per le potenze nominali in MVA che si situano tra i valori indicati nella tabella I.8 devono essere calcolati mediante interpolazione lineare.

Tabella I.9:

Requisiti minimi relativi all'indice di efficienza di picco applicabili ai grandi trasformatori di potenza di tipo a secco con $U_m > 36\text{kV}$

Potenza nominale (MVA)	Fase 1 (1.7.2015)	Fase 2 (1.7.2021)
	Valore minimo dell'indice di efficienza di picco (%)	
$\leq 0,05$	96,174	96,590
0,1	97,514	97,790
0,16	97,792	98,016
0,25	98,155	98,345
0,4	98,334	98,570
0,63	98,494	98,619
0,8	98,677	98,745
1	98,775	98,837
1,25	98,832	98,892
1,6	98,903	98,960
2	98,942	98,996
2,5	98,933	99,045
3,15	99,048	99,097
4	99,158	99,225
5	99,200	99,265
6,3	99,242	99,303
8	99,298	99,356

▼ M2

Potenza nominale (MVA)	Fase 1 (1.7.2015)	Fase 2 (1.7.2021)
	Valore minimo dell'indice di efficienza di picco (%)	
10	99,330	99,385
12,5	99,370	99,422
16	99,416	99,464
20	99,468	99,513
25	99,521	99,564
31,5	99,551	99,592
40	99,567	99,607
50	99,585	99,623
≥ 63	99,590	99,626

I valori minimi del PEI per le potenze nominali in MVA che si situano tra i valori indicati nella tabella I.9 devono essere calcolati mediante interpolazione lineare.

▼ B**3. Prescrizioni in materia di informazioni sul prodotto**

A decorrere dal 1° luglio 2015 le seguenti prescrizioni in materia di informazioni sul prodotto per i trasformatori che rientrano nell'ambito di applicazione del presente regolamento (articolo 1) saranno incluse in tutta la documentazione relativa al prodotto, comprese le pagine web dei fabbricanti accessibili al pubblico:

- informazioni sulla potenza nominale, sulle perdite a carico e sulle perdite a vuoto e sulla potenza elettrica di ogni sistema di raffreddamento necessario per il funzionamento a vuoto;
- per i trasformatori di potenza medi (se del caso) e per quelli grandi, il valore dell'indice di efficienza di picco e la potenza alla quale essa si manifesta;
- per i trasformatori bitensione, la potenza massima nominale assegnata alla tensione più bassa, conformemente alla tabella I.3;
- informazioni sul peso di tutti i componenti principali di un trasformatore di potenza (compresi almeno il conduttore, la sua natura e il materiale di base);
- per i trasformatori di potenza medi montati su palo, un display visibile recante la dicitura «destinati esclusivamente al montaggio su palo».

▼ M2

Solo per i trasformatori di potenza medi e grandi le informazioni di cui alle lettere a), c) e d) devono figurare anche sulla targhetta dei dati di funzionamento del trasformatore.

▼ B**4. Documentazione tecnica**

Nella documentazione tecnica dei trasformatori di potenza devono essere incluse le seguenti informazioni:

- nome e recapito del fabbricante;
- identificazione del modello e codice alfanumerico per poter distinguere il modello da altri modelli prodotti dallo stesso fabbricante;
- le informazioni di cui al punto 3;

▼ M2

- d) le specifiche motivazioni per cui i trasformatori sono considerati esonerati dalle disposizioni del regolamento conformemente all'articolo 1.2.

▼ **M2***ALLEGATO II***Metodi di misurazione**

Ai fini della conformità ai requisiti del presente regolamento, le misurazioni sono effettuate utilizzando una procedura di misurazione affidabile, accurata e riproducibile che tenga conto dei metodi di misurazione generalmente riconosciuti e conformi allo stato dell'arte, compresi quelli definiti nei documenti i cui numeri di riferimento sono stati pubblicati a tal fine nella *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*.

Metodi di calcolo

Il metodo di calcolo dell'indice di efficienza di picco (PEI) per i trasformatori di potenza medi e grandi di cui all'allegato I, tabelle I.4, I.5, I.7, I.8 e I.9, si basa sul rapporto tra la potenza apparente trasferita di un trasformatore meno le perdite elettriche e la potenza apparente trasferita del trasformatore. Il calcolo del PEI deve essere effettuato utilizzando una metodologia conforme allo stato dell'arte disponibile nell'ultima versione delle pertinenti norme armonizzate per i trasformatori di potenza medi e grandi.

La formula da utilizzare per il calcolo dell'indice di efficienza di picco è:

$$PEI = 1 - \frac{2(P_0 + P_{c0} + P_{ck}(k_{PEI}))}{S_r \sqrt{\frac{P_0 + P_{c0} + P_{ck}(k_{PEI})}{P_k}}} = 1 - \frac{2}{S_r} \sqrt{(P_0 + P_{c0} + P_{ck}(k_{PEI}))P_k} \quad (\%)$$

dove:

- P_0 indica le perdite a vuoto misurate alla tensione nominale e alla frequenza nominale, sulla presa nominale;
- P_{c0} indica la potenza elettrica richiesta dal sistema di raffreddamento per il funzionamento a vuoto, derivata dalle misurazioni effettuate nella prova del tipo della potenza assorbita dalla ventola e dai motori delle pompe dei liquidi (per i sistemi di raffreddamento ONAN e ONAN/ONAF P_{c0} è sempre zero);
- $P_{ck}(k_{PEI})$ indica la potenza elettrica richiesta dal sistema di raffreddamento in aggiunta a P_{c0} per funzionare al carico nominale moltiplicato per k_{PEI} . P_{ck} è una funzione del carico. $P_{ck}(k_{PEI})$ è derivata dalle misurazioni effettuate nella prova del tipo della potenza assorbita dalla ventola e dai motori delle pompe (per i sistemi di raffreddamento ONAN P_{ck} è sempre zero);
- P_k indica la perdita a carico misurata alla corrente nominale e alla frequenza nominale sulla presa nominale, adeguate alla temperatura di riferimento;
- S_r indica la potenza nominale del trasformatore o dell'autotrasformatore su cui si basa P_k ;
- k_{PEI} indica il fattore di carico in cui si verifica l'indice di efficienza di picco.

▼ M1*ALLEGATO III***Verifica di conformità dei prodotti da parte delle autorità di sorveglianza del mercato**

Le tolleranze definite nel presente allegato si applicano esclusivamente alla verifica dei parametri misurati dalle autorità dello Stato membro e non devono essere utilizzate dal fabbricante o dall'importatore per stabilire i valori riportati nella documentazione tecnica o per interpretare tali valori al fine di conseguire la conformità o comunicare prestazioni migliori con qualsiasi mezzo.

▼ M2

Un modello e tutti i modelli equivalenti sono considerati non conformi quando sono progettati per essere in grado di rilevare il fatto di essere sottoposti a prova (ad esempio riconoscendo le condizioni o il ciclo di prova) e per reagire in modo specifico alterando automaticamente le prestazioni durante la prova allo scopo di migliorare il livello dei parametri specificati nel presente regolamento o inclusi nella documentazione tecnica o in qualsiasi altra documentazione fornita.

▼ M1

Per verificare la conformità di un modello di prodotto alle specifiche stabilite nel presente regolamento e nei relativi allegati, a norma dell'articolo 3, paragrafo 2, della direttiva 2009/125/CE, per le specifiche di cui al presente allegato le autorità degli Stati membri applicano la seguente procedura:

- (1) le autorità dello Stato membro sottopongono a verifica una singola unità del modello; Tenuto conto delle limitazioni di peso e di dimensioni nel trasporto dei trasformatori di potenza medi e grandi, le autorità degli Stati membri possono decidere di avviare la procedura di verifica nei locali dei fabbricanti, prima che gli apparecchi siano messi in servizio nel loro luogo di destinazione finale;

▼ M2

le autorità dello Stato membro possono effettuare tale verifica utilizzando le loro apparecchiature di prova.

Se per tali trasformatori sono previste prove di accettazione in fabbrica (FAT), in cui saranno sottoposti a prova i parametri di cui all'allegato I del presente regolamento, le autorità degli Stati membri possono decidere di utilizzare la prova in presenza di testimoni per raccogliere i risultati delle prove che possono essere utilizzati per verificare la conformità del trasformatore in esame. Le autorità possono chiedere al fabbricante di fornire informazioni sulle eventuali FAT previste che siano pertinenti per la prova in presenza di testimoni.

Se non si ottiene il risultato di cui al punto 2, lettera c), il modello e tutti i modelli equivalenti devono essere considerati non conformi al presente regolamento. Le autorità dello Stato membro devono comunicare tutte le informazioni pertinenti alle autorità degli altri Stati membri e alla Commissione entro un mese dall'adozione della decisione relativa alla non conformità del modello.

▼ M1

- (2) si considera il modello conforme alle specifiche applicabili se:

- a) i valori riportati nella documentazione tecnica a norma dell'allegato IV, punto 2, della direttiva 2009/125/CE (valori dichiarati) e, se del caso, i valori usati per calcolarli, non sono più favorevoli per il fabbricante o l'importatore dei risultati delle misurazioni effettuate a norma della lettera g) dello stesso; e

▼ M1

- b) i valori dichiarati soddisfano le specifiche stabilite nel presente regolamento, e le informazioni di prodotto prescritte pubblicate dal fabbricante o dall'importatore non contengono valori più favorevoli per il fabbricante o l'importatore dei valori dichiarati; e
- c) quando le autorità dello Stato membro sottopongono a prova l'unità del modello, i valori determinati (i valori dei pertinenti parametri misurati nelle prove e i valori calcolati da tali misurazioni) rientrano nelle rispettive tolleranze di verifica riportate nella tabella 1;

▼ M2

- (3) Se non si ottiene quanto indicato al punto 2, lettera a), b) o c), il modello e tutti i modelli equivalenti devono essere considerati non conformi al presente regolamento.

▼ M1

- (4) le autorità dello Stato membro comunicano tutte le informazioni pertinenti alle autorità degli altri Stati membri e alla Commissione subito dopo l'adozione della decisione relativa alla non conformità del modello ai sensi del punto 3.

Le autorità dello Stato membro si avvalgono dei metodi di calcolo e misurazione stabiliti nell'allegato II.

Le autorità dello Stato membro applicano esclusivamente le tolleranze di verifica stabilite nella tabella 1 e si avvalgono unicamente della procedura descritta ai punti da 1 a 4 per quanto attiene alle specifiche di cui al presente allegato. Non si applicano altre tolleranze, quali quelle stabilite dalle norme armonizzate o in qualsiasi altro metodo di misurazione.

Tabella 1

Tolleranze di verifica

Parametri	Tolleranze di verifica
Perdite a carico	Il valore determinato non supera il valore dichiarato di oltre il 5 %.
Perdite a vuoto	Il valore determinato non supera il valore dichiarato di oltre il 5 %.
Potenza elettrica necessaria per il sistema di raffreddamento per il funzionamento a vuoto	Il valore determinato non supera il valore dichiarato di oltre il 5 %.

▼ B*ALLEGATO IV***Parametri di riferimento indicativi**

Al momento dell'adozione del presente regolamento la migliore tecnologia disponibile sul mercato per i trasformatori di potenza medi è stata identificata come segue:

- a) trasformatori di potenza medi immersi in un liquido: $A_o - 20 \%$, $A_k - 20 \%$;
- b) trasformatori di potenza medi del tipo a secco: $A_o - 20 \%$, $A_k - 20 \%$;

▼ M2

- c) trasformatori di potenza medi con anima di acciaio amorfo: $A_o - 50 \%$, A_k .

▼ B

La disponibilità di materiale per la fabbricazione di trasformatori con anima di acciaio amorfo deve essere ulteriormente sviluppata prima che tali valori delle perdite possano essere considerati in futuro requisiti minimi.