

136.060

TRE 15 - TRANSFORMER OIL

Olio dielettrico minerale per trasformatori, non inibito

Dielectric & Insulating mineral oil for Transformers

(IT)
DESCRIZIONE

Green Star TRE 15 è un **olio minerale per trasformatori** di elevata e specifica raffinazione, che garantisce **un'alta rigidità dielettrica (potere isolante) ed una elevata conducibilità termica**.

PROPRIETA'

- **Alti valori di rigidità dielettrica** costanti nel tempo anche al variare della temperatura. La rigidità dielettrica esprime la resistenza del fluido alla sollecitazione elettrica, ed è indice di assenza di impurità, umidità e ingredienti polarizzanti.
- **Buona capacità di raffreddamento dei nuclei e degli avvolgimenti dei trasformatori**, grazie ad una elevata conducibilità termica. La conducibilità termica è essenziale per una buona dispersione del calore, e deve essere garantita anche a basse temperature – alle quali il fluido deve mantenere una viscosità corretta per consentire la circolazione di correnti convettive disperdenti.
- **Ottima resistenza all'ossidazione e alla degradazione chimico-termica** in presenza di ferro e rame, **con bassa formazione di depositi, morchie** e basso incremento di acidità organica. La presenza di depositi potrebbe causare interferenze nella trasmissione di calore e difetti di isolamento elettrico.
- Il prodotto è sottoposto ad un **trattamento specifico per eliminare tracce di umidità** e garantire le proprietà dielettriche senza necessità di ulteriore deumidificazione. Tracce di acqua abbasserebbero l'indice di isolamento elettrico e causerebbero fenomeni di ossidazione.

(EN)
DESCRIPTION

Green Star TRE 15 is a mineral oil for transformers, obtained by high and specific refining, which guarantees high dielectric values (insulating) and high thermal conductivity.

PROPERTIES

*- **High values of dielectric values constant in time even when the temperature varies**. The dielectric strength expresses the resistance of the fluid to electric stress, and is indicative of the absence of impurities, humidity and ingredients polarizing.*
*- **Good cooling capacity of the nuclei (cores) and of the transformer windings**, thanks to a high thermal conductivity. The thermal conductivity is essential for a good dispersion of the heat, and must be guaranteed also at low temperatures - to which the fluid must maintain a proper viscosity to permit the circulation of convective currents dispersants.*
*- **Excellent resistance to oxidation and thermal-chemical degradation** in the presence of iron and copper, with low formation of deposits, sludge and low increase of acidity organic. The presence of deposits could cause interference in the transmission of heat and electrical insulation defects.*
*- **The product is subjected to a specific treatment to eliminate traces of moisture** and ensure the dielectric properties without the need for further dehumidification. Traces of water would lower the index of electrical insulation and would cause oxidation phenomena.*

F.lli GALBARINI SRL - Via Campestre, 41 - 20091 BRESSO (MI) C.F. e P.Iva 10121490154
Tel. (+39) 02 6101256 Fax (+39) 02 6108042 - info@greenstar.it - www.greenstar.it

IMPIEGHI e PRECAUZIONI D'USO

Trasformatori elettrici: olio dielettrico isolante per griglie e trasformatori industriali
Interruttori, deviatori e reostati, commutatori, raddrizzatori.

Durante lo stoccaggio occorre evitare che il prodotto venga contaminato da umidità ambientale. Occorre considerare che un fluido deumidificato (disidratato) è estremamente igroscopico e tende ad assorbire facilmente l'umidità dell'aria: è necessario conservare gli imballi originali ben chiusi, al riparo da umidità, in ambienti non esposti ad agenti atmosferici e possibilmente climatizzati.

USE and PRECAUTIONS

Transformers: *insulating dielectric oil for grid and industrial transformers*
Circuit breakers, switches and rheostats, switches, rectifiers.

During storage, it is necessary to prevent the product from being contaminated by ambient humidity. It is advised that the product is a fluid dehumidified (dried) and it is extremely hygroscopic: it tends to easily absorb moisture from the air.
It is recommended to keep the original containers tightly closed, protected from humidity, in closed warehouse and possibly air-conditioned.

PERFORMANCE LEVELS

- **IEC 60296** (IEC class I) olio trasformatore non inibito / *uninhibited transformer oil*
- **C.E.I. 10-1 (CEI classe I)**
- **ASTM D 3487**
- **NATO CODE** S-756 - BS 148:1984 – OM 16

CARATTERISTICHE MEDIE INDICATIVE *(Non costituiscono specifica)*
AVERAGE PHYSICAL AND CHEMICAL FEATURES (Data are not specifications)

Proprietà / *Properties*			**TRE 15**	***Limiti - Limits IEC 60296***	***Limiti - Limits CEI 10.1 Classe I***
Stato fisico a 20 °C *Physical appearance at 20 °C*	ASTM D 4176		Liquido, limpido *Liquid, clear*		
Colore *Colour*	ISO 2049		L0,5		
Solubilità in acqua *Solubility in water*			Insolubile *Insoluble*		
Pressione di vapore a 20°C *Vapour pressure at 20 °C*		(p.s.i.)	< 0,002		
Punto di ebollizione *Boiling point*		°C	> 250		
Punto di scorrimento *Pour point*	ISO 3016	°C	< - 40	*< - 40*	*< -30*
P.to di fiamma PM *Flash point*	ISO 2719 ASTM D93	°C	> 165	*> 135*	*> 140*
Densità a 20 °C *Density at 20 °C*	ASTM D 1298	Kg/mc	870	*< 895*	*< 895*
Viscosità a 40 °C *Viscosity at 40 °C*	ISO 3104	mm^2/s	11	*< 12*	*< 16.5*
Viscosità a -30 °C *Viscosity at -30 °C*	ISO 3104	mm^2/s	700	*< 1800*	
Contenuto PCB (policlorobifenili) *PCB contains (polychlorinated biphenyls)*	IEC 61619	mg/kg	non rilevati *undetected*		
Coefficiente di dilatazione cubica *Cubic coefficient of expansion*	ASTM D1903	x 1 °C	0,00077		
Contenuto PCA (idrocarburi Policiclici Aromatici) *Contains of polycyclic aromatic hydrocarbons*	IP 346	% peso	< 3		
Fattore dissipazione dielettrica DDF 90°C *Dielectric dissipation factor DDF 90°C*	IEC 60247	Unità *units*	< 0,001	*< 0.005*	*< 0.005*
Rigidità dielettrica sul tal quale *Dielectric breakdown before treatment*	IEC 60156	KV	50	*> 30*	*> 30*
Rigidità dielettrica sul trattato *Dielectric breakdown after treatment*	IEC 60156	KV	75	*> 70*	*> 50*
Zolfo corrosivo *Corrosive sulfur*	ISO 5662 DIN 51353		non corrosivo *noncorrosive*	*non corrosivo* *noncorrosive*	*non corrosivo* *noncorrosive*
Zolfo corrosivo potenziale *Potential corrosive sulfur*	IEC 62535 ASTM D1275		non corrosivo *noncorrosive*	*non corrosivo* *noncorrosive*	
Contenuto di acqua *Water content*	IEC 60814	ppm	27.2	*< 30*	
Numero di neutralizzazione (acidità) *Neutralization number (acidity)*	IEC 62021-1 CEI 10-1	mgKO H/g	< 0,01	*< 0,01*	*< 0,03*
DBDS (DibenzilDiSolfuro) *Di-benzyl-disulfide*	IEC 62697-1	mg/kg	non rilevati *undetected*		
Stabilità all'ossidazione (164h/120°C) *Oxidation stability (164 h / 120 ° C)*	IEC 61125 C CEI 74				
- Depositi % in peso *- Deposits % in mass*		%	< 0,1	*< 0,8*	*< 0.1*
- N°. neutralizzazione (acidità) *- Neutralization number (acidity)*		mg KOH/g	0,15	*< 1,2*	*< 0.4*
- Fattore dissipazione dielettrica 164h *- Dielectric dissipation factor at 164h* DDF @ 90 °C, 50 Hz	IEC 61125 C + IEC 60247	Unità *units*	< 0.2	*< 0.5*	

F.lli GALBARINI SRL - Via Campestre, 41 - 20091 BRESSO (MI) C.F. e P.Iva 10121490154
Tel. (+39) 02 6101256 Fax (+39) 02 6108042 - info@greenstar.it - www.greenstar.it

APPROFONDIMENTI TECNICI

Fluidi dielettrici per trasformatori: oli minerali, oli siliconici ed esteri naturali/sintetici

Documento tecnico di supporto alla scelta, al confronto e alla valutazione di compatibilità/miscibilità dei fluidi dielettrici Green Star per trasformatori. I dati riportati sono valori medi indicativi ricavati dalle schede tecniche e non costituiscono specifica di fornitura.

1. Scopo dell'approfondimento

Il presente memorandum integra le schede tecniche con un confronto tra le principali famiglie di fluidi dielettrici per trasformatori e con una tabella di compatibilità tra i prodotti Green Star considerati. L'obiettivo è quello di fornire un criterio operativo per distinguere applicazioni, vantaggi tecnici, limiti di miscibilità e attenzioni da osservare in caso di rabbocco, sostituzione o retrofilling.

2. Prodotti considerati e famiglie chimiche

TECHNICAL OVERVIEW

Dielectric fluids for transformers: mineral oils, silicone oils, and natural/synthetic esters

This technical document supports the selection, comparison, and evaluation of the compatibility/miscibility of Green Star dielectric fluids for transformers. Data provided are indicative average values, derived from technical data sheets and do not constitute specifications.

1. Purpose of the overview

This memorandum supplements the technical data sheets by comparing the main families of dielectric fluids for transformers and providing a compatibility table for the Green Star products.
The aim is to provide practical guidelines for distinguishing between applications, technical advantages, and miscibility limits, as well as highlighting precautions to be observed during topping-up, replacement, or retrofilling.

2. Products covered and chemical families

Prodotto Green Star ***Product Green Star***	**Famiglia / base** ***Type of oil / chemical base***	**Impieghi tipici** ***Typical application***	**Nota tecnica principale** ***Technical note***
Green Star TRE 15	Olio minerale dielettrico non inibito *Uninhibited dielectric mineral oil*	Trasformatori industriali, griglie, interruttori, deviatori, reostati, commutatori, raddrizzatori. *Industrial transformers, grids, circuit breakers, changeover switches, rheostats, commutators, rectifiers.*	Fluido minerale tradizionale conforme IEC 60296; buon equilibrio tra costo, isolamento e raffreddamento. *Traditional mineral fluid compliant with IEC 60296; good balance between cost, insulation, and cooling.*
Green Star TRANSFORMER OIL 10	Olio minerale dielettrico non inibito *Uninhibited dielectric mineral oil*		
Green Star OLIO SILICONICO 50	Fluido siliconico PDMS *Silicone oil / PDMS*	Possibile impiego come fluido refrigerante dielettrico in trasformatori, condensatori, valvole ad alta tensione e similari *Possible use as a dielectric cooling fluid in transformers, capacitors, high-voltage valves, and similar equipment.*	Tra le viscosità disponibili della gamma Olio Siliconico, la viscosità 50 cSt e quella da considerare per impiego come olio trasformatore. conforme a IEC 60836. *Among the available viscosities in the silicone oil range, the 50 cSt grade is the one to consider for use as a transformer oil; it complies with IEC 60836.*
Green Star BIO SYNTHETIC SE - TRANSFORMER OIL	Estere sintetico *Synthetic ester oil*	Trasformatori di potenza, rettificatori, distribuzione, trazione, reostati, commutatori, interruttori, deviatori, raddrizzatori. *Power transformers, rectifiers, distribution equipment, traction equipment, rheostats, changeover switches, circuit breakers, diverter switches, rectifiers.*	Fluido di sicurezza a elevato punto di infiammabilità, base estere sintetica. conforme a IEC 61099 / IEC 61039 classe K. *High-flash-point safety fluid; synthetic ester base. Compliant with IEC 61099 / IEC 61039 Class K.*
Green Star BIO SYNTHETIC TRANSFORMER OIL	Estere naturale *Natural ester oil*		Fluido di sicurezza a base 100% esteri naturali; elevata compatibilità ambientale e biodegradabilità. Conforme a IEC 62770 / 61039 classe K. *Safety fluid based on 100% natural esters; high environmental compatibility and biodegradability. Compliant with IEC 62770 / 61039 Class K.*

F.lli GALBARINI SRL - Via Campestre, 41 - 20091 BRESSO (MI) C.F. e P.Iva 10121490154
Tel. (+39) 02 6101256 Fax (+39) 02 6108042 - info@greenstar.it - www.greenstar.it

3. Criteri di scelta del fluido

Le diverse tipologie di fluido per trasformatori disponibili sul mercato permettono prestazioni differenti in funzione dei seguenti parametri:

- **punto di infiammabilità e punto di fiamma**;
- **sicurezza antincendio** e, ove applicabile, comportamento **autoestinguente**;
- **resistenza all'ossidazione** e alla degradazione termo-chimica;
- **stabilità alle temperature** di esercizio e capacità di dissipazione del calore;
- **mantenimento delle proprietà dielettriche in presenza di acqua disciolta**;
- **compatibilità ambientale**, biodegradabilità e profilo ecotossicologico;
- **parametri economici** e bilancio costi/benefici dell'impianto.

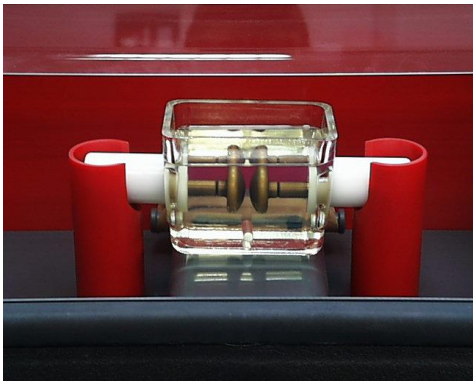
La scelta del fluido più adatto viene normalmente effettuata dal produttore del trasformatore in sede di progettazione. Eventuali operazioni di revamping, retrofilling o cambio famiglia chimica devono essere gestite in modo consapevole e, ove possibile, in condivisione con l'ufficio tecnico del costruttore dell'impianto.

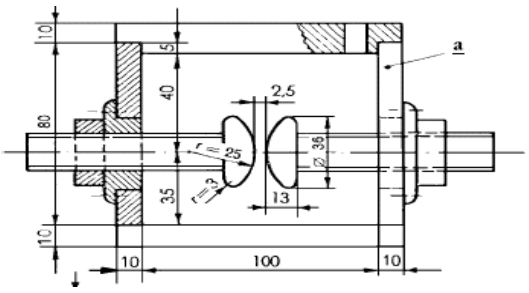
3. Fluid selection criteria

The different types of transformer fluids available on the market offer different performance characteristics based on the following parameters:

- ***flash point and fire point**;*
- ***fire safety** and, where applicable, **self-extinguishing behavior**;*
- ***resistance to oxidation** and thermo-chemical degradation;*
- ***stability at operating temperatures** and heat dissipation capacity;*
- ***retention of dielectric properties in the presence of dissolved water;***
- ***environmental compatibility**, biodegradability, and ecotoxicological profile;*
- ***economic parameters** and the system's cost-benefit analysis.*

The most suitable fluid is typically selected by the transformer manufacturer during the design phase. Any revamping, retrofilling, or change of chemical family must be managed knowledgeably and, where possible, in consultation with the manufacturer's technical department.





4. Monitoraggio in esercizio

Durante il ciclo di vita del trasformatore, il monitoraggio della qualità del fluido è essenziale per la sicurezza dell'impianto, per la durata in esercizio del fluido e per il mantenimento delle prestazioni.

4. In-service monitoring

Throughout the transformer's lifecycle, monitoring fluid quality is essential for system safety, the fluid's service life, and the maintenance of performance.

I **parametri principali da controllare periodicamente** sono:

- **Rigidità dielettrica / tensione di rottura:** indica se il fluido conserva la capacità isolante.
- **Contenuto di acqua**: la presenza di acqua abbassa la rigidità dielettrica e può accelerare il deterioramento dell'isolamento solido, se presente.
- **Analisi dei gas disciolti (DGA):** utile per individuare fenomeni interni quali archi, scariche o surriscaldamenti.
- **Acidità / numero di neutralizzazione**: indica l'invecchiamento del fluido e la formazione di prodotti di ossidazione.
- **Fattore di dissipazione dielettrica (DDF):** indicatore della presenza di contaminanti polari o prodotti di degradazione.
- **Aspetto, colore, depositi e morchie**: segnali pratici di contaminazione, ossidazione o incompatibilità.

La rigidità dielettrica è il parametro più importante da monitorare, cioè la capacità del liquido di resistere alle sollecitazioni elettriche evitando scariche. La misura viene espressa come tensione di scarica, in kV. La norma IEC 60156 prevede una prova con elettrodi normalizzati distanziati 2,5 mm, rampa di tensione di 2 kV/s e media di più misure successive.

Influenza dell'acqua: la rigidità dielettrica è strettamente correlata al contenuto di acqua e alla presenza di impurità. Fluidi basati su famiglie chimiche diverse possono avere valori elevati quando sono completamente disidratati; tuttavia, i fluidi minerali, siliconici ed esteri reagiscono in modo diverso all'aumento dell'acqua disciolta. In generale i fluidi a base di estere, sia naturali che sintetici, tollerano meglio la presenza di acqua rispetto ai minerali e siliconici, mantenendo più stabilmente le prestazioni dielettriche. Questa maggiore affinità con l'acqua impone pero maggiore attenzione nello stoccaggio e nella movimentazione, per evitare assorbimento di umidita dall'ambiente.

***The main parameters** to check periodically are:*

- ***Dielectric strength / breakdown voltage**: indicates whether the fluid retains its insulating capacity.*
- ***Water content**: the presence of water lowers dielectric strength and can accelerate the deterioration of solid insulation, if present.*
- ***Dissolved Gas Analysis (DGA):** useful for identifying internal phenomena such as arcing, discharges, or overheating.*
- ***Acidity / neutralization number**: indicates fluid aging and the formation of oxidation products.*
- ***Dielectric dissipation factor (DDF):** an indicator of the presence of polar contaminants or degradation products.*
- ***Appearance, color, deposits, and sludge**: practical signs of contamination, oxidation, or incompatibility.*

***Dielectric strength is the most important parameter to monitor:** it is the liquid's ability to withstand electrical stress without undergoing discharge. The measurement is expressed as breakdown voltage, in kV. The IEC 60156 standard specifies a test using standardized electrodes spaced 2.5 mm apart, a voltage ramp of 2 kV/s, and the average of several successive measurements.*

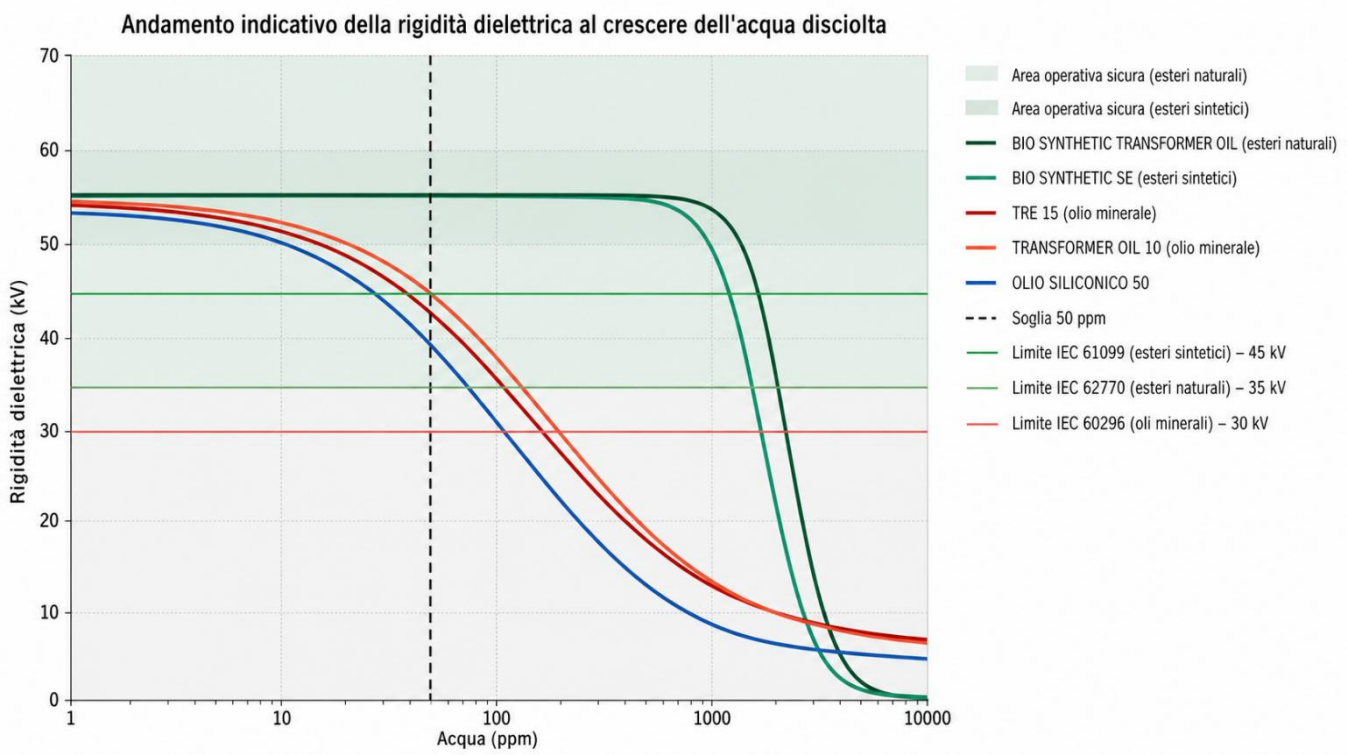
***Influence of water: Dielectric strength is closely linked to water content and the presence of impurities**. Fluids from different chemical families may exhibit high values when completely dehydrated; however, mineral, silicone, and ester fluids react differently to increases in dissolved water. In general, ester-based fluids—whether natural or synthetic—tolerate the presence of water better than mineral or silicone fluids, maintaining dielectric performance more stably. However, this greater affinity for water requires increased care during storage and handling to prevent moisture absorption from the environment.*

5. Confronto tecnico sintetico dei prodotti

Parametro	TRE 15	TRANSFORMER OIL 10	OLIO SILICONICO 50	BIO SYNTHETIC SE	BIO SYNTHETIC TRANSFORMER OIL
Base Chimica ***Chemical base***	Minerale non inibito *Mineral Oil, uninhibited*	Minerale non inibito *Mineral Oil, uninhibited*	Siliconica / PDMS *Silicone oil / PDMS*	Estere sintetico *Synthetic Ester*	Estere naturale *Natural Ester*
Norme / livelli prestazionali indicate ***Specified standards / performance levels***	IEC 60296, CEI 10-1, ASTM D3487	IEC 60296	IEC 60836	IEC 61099, IEC 61039 Class K, RoHS, OECD 301B, IEEE C57.12.00 / IEC 60076-1	IEC 62770, IEC 61039 Class K, RoHS, OECD 301B, IEEE C57.12.00 / IEC 60076-1
Viscosità ***Viscosity***	11 mm2/s @ 40 °C	9,5-11 mm2/s @ 40 °C	50 cSt @ 25 °C	25,1-34,5 mm2/s @ 40 °C	36,8-43,2 mm2/s @ 40 °C
Punto di infiammabilità ***Flash Point***	>165 °C	>150 °C	>300 °C	>260 °C	>300 °C
Punto di Fiamma ***Fire Point***	n.d.	n.d.	~350 °C	>310 °C	>350 °C
Punto di scorrimento / Punto di congelamento ***Pour point / Freezing point***	<-40 °C	<-45 °C	<-55 °C	<-47 °C	<-25 °C
Densità ***Density***	870 kg/m3 @ 20 °C	870 kg/m3 @ 20 °C	960 kg/m3 @ 25 °C	950-1000 kg/m3 @ 20 °C	911-926 kg/m3 @ 20 °C
Rigidità dielettrica ***Dielectric strength***	50 kV tal quale / before t. 75 kV trattato / after t.	40-60 kV tal quale / before t. >70 kV trattato / after t.	>50 kV @ 2,5 mm su fluido disidratato *on dehydrated fluid*	>65 kV	>55 kV
Contenuto acqua indicative ***Indicative water content***	27,2 ppm	<20 ppm	dati dielettrici riferiti a fluido con acqua <50 ppm *dielectric data for fluid with water content <50 ppm*	<150 ppm	<200 ppm
Compatibilità ambientale ***Environmental compatibility***	Tradizionale olio minerale *Traditional mineral oil*	Tradizionale olio minerale *Traditional mineral oil*	Bassa/nulla tossicità e bioaccumulo; esente VOC *Low/negligible toxicity and bioaccumulation; VOC-free*	Biodegradabile, non ecotossico *Biodegradable, non-ecotoxic*	Rapidamente biodegradabile; OECD 301C 98%; non ecotossico *Readily biodegradable; OECD 301C 98%; non-ecotoxic*
Punto di forza ***Key strength***	Soluzione minerale standard, economica e consolidata *Standard, cost-effective, and well-established mineral solution.*	Soluzione minerale a bassa viscosità *Low-viscosity mineral solution*	Elevata stabilita termica, alto punto di infiammabilità, autoestinguente *High thermal stability, high flash point, self-extinguishing*	Sicurezza antincendio (autoestinguente) e retrofilling da minerale *Fire safety (self-extinguishing) and mineral-based backfilling*	Massima sicurezza antincendio (autoestinguente) e profilo ambientale da estere naturale *Maximum fire safety (self-extinguishing) and environmental profile based on natural esters.*
Attenzione principale ***Main consideration***	Sensibile a umidita/contaminanti; sicurezza antincendio inferiore rispetto a esteri/siliconico *Sensitive to moisture/contaminants; lower fire safety compared to esters/silicones.*	Sensibile a umidita/contaminanti; sicurezza antincendio inferiore rispetto a esteri/siliconico *Sensitive to moisture/contaminants; lower fire safety compared to esters/silicones.*	Non miscibile con altre categorie di oli trasformatori (minerali o esteri) *Not miscible with other categories of transformer oils (mineral or esters)*	Non miscibile con oli siliconici; evitare umidita in stoccaggio *Not miscible with silicone oils; avoid moisture during storage.*	Non miscibile con oli siliconici; maggiore viscosità e attenzione allo stoccaggio igroscopico *Not miscible with silicone oils; higher viscosity and attention required regarding hygroscopic storage.*

NOTA: I valori sono riportati come confronto tecnico generale e devono essere sempre verificati con lotto, specifica richiesta e condizioni reali dell'impianto.

NOTE. Values are provided for general technical comparison and must always be verified with the specific batch, requirements, and actual system conditions.



6. Tabella di compatibilità / miscibilità

La tabella seguente ha finalità tecnico-orientativa. La compatibilità tra fluidi non deve essere interpretata come autorizzazione a miscelazioni indiscriminate: ogni rabbocco o retrofilling deve essere valutato considerando lo stato del fluido in esercizio, il contenuto di acqua, l'acidità, la presenza di morchie/depositi e i requisiti del costruttore.

6. Compatibility / miscibility table

The following table is intended for technical guidance. Fluid compatibility must not be interpreted as authorization for indiscriminate mixing; any top-up or refill operation must be evaluated by considering the condition of the fluid in service, water content, acidity, the presence of sludge or deposits, and the manufacturer's requirements.

Fluido in esercizio / fluido da aggiungere *Operating fluid / fluid to be added*	**TRE 15**	**TRANSFORMER OIL 10**	**OLIO SILICONICO 50**	**BIO SYNTHETIC SE**	**BIO SYNTHETIC TRANSFORMER OIL**
TRE 15	Compatibile / miscibile con oli minerali equivalenti. *Compatible/miscible with equivalent mineral oils.*	Compatibile / miscibile; stessa famiglia minerale. *Compatible / miscible; same mineral base.*	Non consigliata / da evitare senza bonifica completa. Evitare contaminazione incrociata. *Not recommended / to be avoided without complete remediation. Avoid cross-contamination.*	Miscibile. In retrofilling rimuovere il minerale e tenere residuo <3% vol. per preservare flash point >300 °C. *Miscible. For retrofilling, remove the mineral oil and ensure the residual content is <3% by volume to maintain a flash point >300°C.*	Miscibile. In retrofilling rimuovere il minerale e tenere residuo <3% vol. per preservare flash point >300 °C. *Miscible. For retrofilling, remove the mineral oil and ensure the residual content is <3% by volume to maintain a flash point >300°C.*
TRANSFORMER OIL 10	Compatibile / miscibile; stessa famiglia minerale. *Compatible/miscible with equivalent mineral oils.*	Compatibile / miscibile con oli minerali equivalenti. *Compatible/miscible with equivalent mineral oils.*	Non consigliata / da evitare senza bonifica completa. Evitare contaminazione incrociata. *Not recommended / to be avoided without complete remediation. Avoid cross-contamination.*	Miscibile. In retrofilling rimuovere il minerale e tenere residuo <3% vol. per preservare flash point >300 °C. *Miscible. For retrofilling, remove the mineral oil and ensure the residual content is <3% by volume to maintain a flash point >300°C.*	Miscibile. In retrofilling rimuovere il minerale e tenere residuo <3% vol. per preservare flash point >300 °C. *Miscible. For retrofilling, remove the mineral oil and ensure the residual content is <3% by volume to maintain a flash point >300°C.*
OLIO SILICONICO 50	Non consigliata / da evitare verso oli minerali: non effettuare rabbocchi incrociati senza procedura tecnica. *Not recommended / to be avoided with mineral oils: do not mix or top up without following a technical procedure.*	Non consigliata / da evitare verso oli minerali: non effettuare rabbocchi incrociati senza procedura tecnica. *Not recommended / to be avoided with mineral oils: do not mix or top up without following a technical procedure.*	Compatibile / miscibile solo con fluido siliconico idoneo e di viscosita coerente. *Compatible/miscible only with a suitable silicone fluid of matching viscosity.*	Non consigliata / da evitare - il prodotto estere sintetico e indicato come non miscibile con oli siliconici. *Not recommended / to be avoided – the synthetic ester product is indicated as immiscible with silicone oils.*	Non consigliata / da evitare - il prodotto estere naturale e indicato come non miscibile con oli siliconici. *Not recommended / to be avoided – the synthetic ester product is indicated as immiscible with silicone oils.*
BIO SYNTHETIC SE	Miscibile, ma il residuo minerale deve essere minimizzato: <3% vol. se si vuole mantenere il flash point sopra 300 °C. *Miscible. For retrofilling, remove the mineral oil and ensure the residual content is <3% by volume to maintain a flash point >300°C.*	Miscibile, ma il residuo minerale deve essere minimizzato: <3% vol. se si vuole mantenere il flash point sopra 300 °C. *Miscible. For retrofilling, remove the mineral oil and ensure the residual content is <3% by volume to maintain a flash point >300°C.*	Non consigliata / da evitare - non miscibile con oli siliconici. *Not recommended / to be avoided – not miscible with silicone oils.*	Compatibile / miscibile con stesso prodotto/base; verificare stato fluido. *Compatible/miscible with the same product/base; check the fluid's condition.*	Compatibile con verifica tecnica tra esteri, ma eseguire prova di compatibilità e verificare requisiti costruttore. *Compatible with technical verification involving foreign components, but perform a compatibility test and check the manufacturer's requirements.*
BIO SYNTHETIC TRANSFORMER OIL	Miscibile, ma il residuo minerale deve essere minimizzato: <3% vol. se si vuole mantenere il flash point sopra 300 °C. *Miscible. For retrofilling, remove the mineral oil and ensure the residual content is <3% by volume to maintain a flash point >300°C.*	Miscibile, ma il residuo minerale deve essere minimizzato: <3% vol. se si vuole mantenere il flash point sopra 300 °C. *Miscible. For retrofilling, remove the mineral oil and ensure the residual content is <3% by volume to maintain a flash point >300°C.*	Non consigliata / da evitare - non miscibile con oli siliconici. *Not recommended / to be avoided – not miscible with silicone oils.*	Compatibile con verifica tecnica tra esteri, ma eseguire prova di compatibilità e verificare requisiti costruttore. *Compatible with technical verification involving foreign components, but perform a compatibility test and check the manufacturer's requirements.*	Compatibile / miscibile con stesso prodotto/base; verificare stato fluido. *Compatible/miscible with the same product/base; check the fluid's condition.*

*Legenda: **verde** = compatibile/miscibile con le cautele indicate; **giallo** = tecnicamente possibile ma da confermare con prova e approvazione tecnica; **rosso** = miscelazione non consigliata/da evitare. In caso di cambio famiglia chimica, preferire sempre svuotamento, bonifica e analisi del fluido residuo.*

*Legend: **green** = compatible/miscible subject to the indicated precautions; **yellow** = technically feasible but requires verification through testing and technical approval; **red** = mixing not recommended/to be avoided. When switching chemical families, always prioritize draining, system flushing, and analysis of the residual fluid.*

F.lli GALBARINI SRL - Via Campestre, 41 - 20091 BRESSO (MI) C.F. e P.Iva 10121490154
Tel. (+39) 02 6101256 Fax (+39) 02 6108042 - info@greenstar.it - www.greenstar.it

7. Indicazioni operative per rabbocco, sostituzione e retrofilling

- Prima di ogni rabbocco verificare famiglia chimica del fluido esistente, scheda tecnica, eventuale specifica del costruttore e stato del fluido in esercizio.
- Evitare rabbocchi incrociati tra olio siliconico e fluidi minerali/estere: la miscelazione può generare incompatibilità, perdita di prestazioni o problemi di separazione/fase.
- Il retrofilling da olio minerale a estere sintetico o naturale e tecnicamente possibile, ma richiede rimozione del minerale e riduzione del residuo a meno del 3% in volume per evitare abbassamento del punto di infiammabilità sotto 300 °C.
- Per i fluidi estere conservare sempre gli imballi ben chiusi, in ambiente asciutto e protetto: il fluido disidratato e igroscopico e tende ad assorbire umidita dall'aria.
- Dopo interventi di sostituzione o rabbocco, programmare un controllo della rigidità dielettrica e, quando necessario, del contenuto acqua, DDF, acidità e DGA.
- In presenza di colore anomalo, torbidità, fase separata, depositi o odore insolito, sospendere il rabbocco e procedere con analisi del fluido in esercizio.

7. Operational guidelines for topping up, replacement, and retrofilling

- *Before any top-up, verify the existing fluid's chemical family, technical data sheet, any manufacturer specifications, and the condition of the fluid in service.*
- *Avoid mixing silicone oil with mineral or ester fluids; mixing can lead to incompatibility, performance loss, or phase separation issues.*
- *Retrofilling from mineral oil to synthetic or natural ester is technically feasible but requires removing the mineral oil and reducing the residue to less than 3% by volume to prevent the flash point from dropping below 300°C.*
- *For ester fluids, always keep containers tightly sealed and stored in a dry, protected environment; the fluid is hygroscopic and tends to absorb moisture from the air.*
- *After replacement or top-up operations, schedule a check of the dielectric strength and, where necessary, water content, DDF, acidity, and DGA.*
- *If abnormal color, turbidity, phase separation, deposits, or unusual odors are observed, suspend the top-up and proceed with an analysis of the fluid in service.*

8. Sintesi conclusiva

Oli minerali TRE 15 e TRANSFORMER OIL 10. Rappresentano la soluzione tradizionale per trasformatori a bagno d'olio, con buone proprietà dielettriche e termiche, costi generalmente più contenuti e conformità a IEC 60296. Sono più sensibili alla contaminazione da acqua e offrono minore sicurezza antincendio rispetto a esteri e siliconico.
OLIO SILICONICO 50. È la viscosità della gamma Olio Siliconico da considerare per impiego come fluido per trasformatori. Offre elevata stabilita termica, alto punto di infiammabilità, proprietà dielettriche e comportamento autoestinguente. Non deve essere miscelato con fluidi estere e non è consigliabile il rabbocco incrociato con minerali senza una procedura tecnica di bonifica/verifica.
BIO SYNTHETIC SE. È un fluido a base di esteri sintetici, indicato quando si desidera aumentare la sicurezza antincendio e la compatibilità ambientale. È miscibile con oli minerali, ma nel retrofilling il residuo minerale deve essere mantenuto sotto il 3% in volume per preservare il punto di infiammabilità.
BIO SYNTHETIC TRANSFORMER OIL. È un fluido a base di esteri naturali, con elevato punto di infiammabilità, biodegradabilità e profilo ambientale favorevole. Come per l'estere sintetico, il retrofilling da minerale richiede riduzione del residuo minerale e attenzione allo stoccaggio per evitare assorbimento di umidita.

8. Summary

***TRE 15 and TRANSFORMER OIL 10 mineral oils**. They represent the traditional solution for oil-filled transformers, offering good dielectric and thermal properties, generally lower costs, and compliance with IEC 60296. They are more sensitive to water contamination and offer lower fire safety compared to esters and silicone fluids.*
***OLIO SILICONICO 50 (SILICONE OIL 50).** It is the specific viscosity grade within the silicone oil range intended for use as a transformer fluid. It offers high thermal stability, a high flash point, excellent dielectric properties, and self-extinguishing characteristics. It must not be mixed with ester fluids, and topping up with mineral oil is not recommended without a technical remediation or verification procedure.*
***BIO SYNTHETIC SE.** Synthetic ester-based fluid, suitable when enhanced fire safety and environmental compatibility are required. It is miscible with mineral oils; however, during retrofilling, the residual mineral oil content must be kept below 3% by volume to maintain the flash point.*
***BIO SYNTHETIC TRANSFORMER OIL.** Natural ester-based fluid featuring a high flash point, biodegradability, and a favorable environmental profile. As with synthetic esters, retrofilling from mineral oil requires minimizing residual mineral oil and careful storage to prevent moisture absorption.*