

Dichiarazione ambientale di prodotto

Secondo la ISO 14025 e la EN 50693:2019

Trasformatore elettrico in olio – 250 kVA e 400 kVA

Trasformatore in olio 250 kVA

Codici: 250200420-11C2E, 250200420-11C2, 250150420-11C2E, 250150420-11C2



Trasformatore in olio 400 kVA

Codici: 400200420-11C2E, 400200420-11C2, 400150420-11C2E, 400150420-11C2



Numero della dichiarazione:

Programma:

Operatore del programma

Numero di registrazione:

Data di rilascio:

Data di aggiornamento:

Validità fino al:

Sito produttivo:

EPDMECATRO1

EPDIItaly - www.epditaly.it

EPDIItaly

EPDITALY0304

27.06.2022

04.08.2023

27.06.2027

Ferrandina, Basilicata, Italia

1 Informazioni relative al programma e all'EPD

Programma:



Operatore del programma:

EPDItaly®

Indirizzo:

Via Gaetano De Castillia, 10 – 20124, Milano, Italia

Sito web:

www.epditaly.it

E-mail

info@epditaly.it

Unità funzionale	Un trasformatore elettrico in funzione per 35 anni
Campo di applicazione	Trasformatore di distribuzione in olio – 250 kVA e 400 kVA
Codice CPC	46121 – Trasformatori elettrici
Ambito geografico	Mondo (Upstream), Italia (Core e Downstream)
PCR di riferimento e regolamento	Core PCR EPDItaly007:20 Electronic and Electrical Products and Systems, revision 2 (2020-10-21) Sub PCR EPDItaly018:21 Electronic and Electrical Products and Systems – Power Transformers, version 3.5 (2021-12-13) Regolamento del Programma EPDItaly, rev. 5.2, 16/02/2022
La procedura per il follow-up dei dati durante la validità dell'EPD coinvolge un verificatore di terze parti:	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
La norma EN 50693 costituisce il riferimento quadro per le PCR	
Verifica indipendente della EPD e dei dati in essa contenuti in accordo alla norma ISO 14025:	
Interna	Esterna <input checked="" type="checkbox"/>
Verifica di terza parte	ICMQ SpA, Via Gaetano De Castillia, 10 - 20124 – Milano/Italy
Accreditata da:	Accredia, n° accreditamento 002H Rev.19

Meca T.E. Srl è l'unico proprietario dell'EPD e ha la responsabilità esclusiva dell'EPD e dei suoi contenuti.

Le EPD relative alla stessa categoria di prodotti ma appartenenti a programmi diversi potrebbero non essere confrontabili. EPD relative a prodotti elettronici ed elettrici, se non redatte in conformità alla EN 50693, potrebbero non essere comparabili.

3 Descrizione azienda

Titolare dell'EPD:	MECA Tecnologie Elettromeccaniche S.r.l.
Sito produttivo e sede legale:	S.S 407 Basentana, Zona Industriale, Località Piantata - 75013, Ferrandina (MT)
Sito web:	www.meca-trasformatori.it
Telefono:	0835-757114
E-mail:	r.cuccarese@mecat.it
Contatto aziendale:	Riccardo Cuccarese -

Meca Tecnologie Elettromeccaniche S.r.l. opera da oltre 40 anni nel settore elettromeccanico con l'obiettivo di portare l'energia al servizio di aziende e industrie, puntando su un costante sviluppo, sia nell'acquisizione di nuovi mercati che negli investimenti in ricerca e formazione, offrendo una gamma di prodotti e servizi di grande qualità.

L'approccio aziendale è volto alla ricerca della migliore soluzione tecnologica per rispondere alle specifiche esigenze del cliente, all'assistenza continua, alla cura del servizio, all'allineamento con tutti i dettami stabiliti dagli standard di settore e richiesti per la certificazione e l'omologazione dei trasformatori di tensione e all'attenzione in tutte le fasi del processo aziendale: dalla produzione, alla vendita, all'installazione e alla manutenzione dei trasformatori elettrici.



L'impegno aziendale per l'ambiente e la sostenibilità

La sostenibilità è uno dei principi cardine della strategia aziendale. MECA si impegna a ridurre il proprio impatto sull'ambiente e ad incrementare l'efficienza energetica.

Il percorso verso la sostenibilità è stato intrapreso da tempo e viene rinnovato continuamente.

Ne è una testimonianza che parte dell'energia utilizzata dall'azienda nel proprio processo produttivo derivi da fonti rinnovabili. Nel 2018 Meca T.E. ha deciso di installare un impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica di distribuzione, la cui potenza complessiva è pari a 60.000 kW.

L'azienda si impegna a ridurre l'impatto ambientale associato ai propri prodotti attraverso l'implementazione di standard produttivi elevati e attenti all'ambiente e all'adozione di un sistema di gestione ambientale, certificato secondo la UNI EN ISO 14001. MECA, oltre alla produzione di trasformatori in olio minerale,

derivato del petrolio, ha avviato la produzione di trasformatori in cui il liquido isolante è costituito da esteri naturali (olio vegetale). Gli esteri naturali presentano diversi vantaggi, quello di derivare da fonti rinnovabili come gli oli vegetali, di poter essere utilizzati come sottoprodotti una volta esaurita la loro funzione isolante e di essere biodegradabili.

Certificazioni

Forte di una consolidata esperienza nella progettazione, costruzione e manutenzione di apparecchiature elettriche, MECA ha sempre posto particolare attenzione alla qualità nella produzione dei suoi trasformatori di tensione.

Il sistema di gestione della qualità MECA stabilisce criteri di verifica in ogni fase della catena lavorativa, dall'approvvigionamento delle materie prime alla produzione, dalla relazione commerciale col cliente fino all'installazione, dalla ricerca e sviluppo alla formazione del personale.

Questo sistema ha permesso all'azienda di ottenere la certificazione di qualità UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 14001, che attestano gli elevati standard raggiunti dall'azienda nel corso dell'esperienza nel campo dei trasformatori elettrici.

Il sistema di gestione qualità di MECA, certificato UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 14001, promuove un'attenta politica della qualità che si articola a tutti i livelli dell'organizzazione aziendale nel rapporto tra MECA e il cliente.

4 Descrizione dei prodotti inclusi nell'EPD

Nome del prodotto: trasformatore in olio minerale o vegetale da 250 kVA; trasformatore in olio minerale o vegetale da 400 kVA.

Descrizione del prodotto: I trasformatori sono macchine elettriche statiche, con due o più avvolgimenti, che trasformano un sistema di tensione e corrente alternata in un altro sistema di differenti valori di tensione e corrente, allo scopo di trasmettere la potenza elettrica. Il trasformatore consente di trasferire energia elettrica tra due o più circuiti mediante induzione elettromagnetica, ovvero senza che gli avvolgimenti del trasformatore siano a contatto tra loro. Una corrente variabile all'interno di una bobina del trasformatore produce una variazione del campo magnetico, la quale, a sua volta, induce una tensione in una seconda bobina.

I trasformatori, in riferimento al caso più semplice, sono costituiti da due circuiti elettrici isolati tra loro:

- il primo, quello in ingresso, riceve l'energia;
- il secondo, quello in uscita, eroga l'energia ricevuta dal primo.

I parametri elettrici, quali tensione e intensità di corrente, dalla rete primaria a quella secondaria variano, mentre la potenza elettrica apparente si conserva, a meno delle perdite.

Tipologia di trasformatore: trasformatori MT/BT trifase a raffreddamento naturale in olio minerale o esteri naturali, le cui potenze sono comprese in un range da 50 kVA a 3150 kVA, impiegati nei sistemi di trasmissione e distribuzione primaria e secondaria di energia elettrica e in applicazioni industriali.

Codici identificativi, tipologia di olio, peso, potenza nominale:

MECA CODE	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA OLIO	PESO (kg)	POTENZA NOMINALE (kVA)	TENSIONE PRIMARIA (kV)
TRASFORMATORE DA 250 kVA					
250200420-11C2E	TR 250kVA KNAN 20/0,42kV - GST001/10SSN	Vegetale	1075	250	20
250200420-11C2	TR 250kVA ONAN 20/0,42kV -GST001/1055	Minerale	1065	250	20
250150420-11C2E	TR 250kVA kNAN 15/0,42kV - GST001/1044N	Vegetale	1075	250	15
250150420-11C2	TR 250kVA ONAN 15/0,42kV -GST001/1044	Minerale	1065	250	15

MECA CODE	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA OLIO	PESO (kg)	POTENZA NOMINALE (kVA)	TENSIONE PRIMARIA (kV)
TRASFORMATORE DA 400 kVA					
400200420-11C2E	TR 400kVA KNAN 20/0,42kV - GST001/1056N	Vegetale	1585	400	20
400200420-11C2	TR 400kVA ONAN 20/0,42kV -GST001/1056	Minerale	1585	400	20
400150420-11C2E	TR 400kVA KNAN 15/0,42kV - GST001/104SN	Vegetale	1585	400	15
400150420-11C2	TR 400kVA ONAN 15/0,42kV -GST001/1045	Minerale	1585	400	15

Packaging del prodotto: L'imballaggio del prodotto è costituito da una pedana in legno di abete, avente peso pari a 25 kg per i trasformatori con potenza nominale pari a 250 kVA e 30 kg per i trasformatori con potenza nominale pari a 400 kVA. L'imballaggio è il medesimo anche per i trasformatori in olio vegetale da 250 kVA e 400 kVA.

Numero di fasi: 3 fasi

Classe di voltaggio: Media/bassa

Tabella 1 – Trasformatore potenza nominale 250 kVA

MATERIALI	Trasformatore 250 kVA, olio minerale		Trasformatore 250 kVA, olio vegetale	
	PESO (kg)	PESO (%)	PESO (kg)	PESO (%)
Acciaio	609,814	57,74%	609,814	56,93%
Alluminio	211,582	20,03%	211,582	19,75%
Olio	180,000	17,04%	195,000	18,21%
Carta	29,000	2,75%	29,000	2,71%
Rame/ottone	8,280	0,78%	8,280	0,77%
Resina	5,970	0,57%	5,970	0,56%
Ferro	6,400	0,61%	6,400	0,60%
Vernice	2,600	0,25%	2,600	0,24%
Gomma	1,008	0,10%	1,008	0,09%

MATERIALI	Trasformatore 250 kVA, olio minerale		Trasformatore 250 kVA, olio vegetale	
	PESO (kg)	PESO (%)	PESO (kg)	PESO (%)
Plastica	0,959	0,09%	0,959	0,09%
Legno	0,500	0,05%	0,500	0,05%
Altro	0,010	0,001%	0,010	0,001%

Tabella 2 - Trasformatore potenza nominale 400 kVA

MATERIALI	Trasformatore 400 kVA, olio minerale		Trasformatore 400 kVA, olio vegetale	
	PESO (kg)	PESO (%)	PESO (kg)	PESO (%)
Acciaio	944,235	59,03%	928,235	58,50%
Alluminio	298,617	18,67%	298,617	18,82%
Olio	285,000	17,82%	288,000	18,15%
Carta	36,000	2,25%	36,000	2,27%
Rame/ottone	11,235	0,70%	11,235	0,71%
Ferro	10,200	0,64%	10,200	0,64%
Resina	6,740	0,42%	6,740	0,42%
Vernice	4,300	0,27%	4,300	0,27%
Gomma	1,294	0,08%	1,294	0,08%
Plastica	0,984	0,06%	0,984	0,06%
Legno	1,000	0,06%	1,000	0,06%
Altro	0,010	0,001%	0,010	0,001%

I prodotti oggetto di EPD non contengono sostanze che rientrano nell'elenco di sostanze candidate REACH pubblicato dall'Agenzia europea per le sostanze chimiche in una concentrazione significativa.

5 Informazioni sullo studio LCA

Unità funzionale: 1 trasformatore in funzione per 35 anni

Vita media del trasformatore: 35 anni

Rappresentatività temporale dei dati: I dati primari sono relativi all'anno 2022 sia per il trasformatore da 250 kVA, sia per il trasformatore da 400 kVA.

Database e software utilizzati: Ecoinvent 3.9.1, SimaPro 9.5.0.0.

Confini del sistema: in accordo con la **PCR di riferimento**, il ciclo di vita del prodotto è del tipo “From cradle to grave” ed è stato suddiviso in tre parti:

- **Upstream processes** (dalla culla al cancello)
- **Core processes** (da cancello a cancello)
- **Downstream processes** (dal cancello alla tomba)

La figura di seguito mostra, in maniera schematica, il ciclo di vita dei prodotti oggetto della presente EPD.

UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM
-----------------	-------------	-------------------



Estrazione delle materie prime

Estrazione e produzione delle materie prime per la realizzazione delle principali componenti del trasformatore

Produzione dei principali componenti utilizzati nel core process

Produzione del packaging primario e secondario dei singoli componenti del trasformatore

Produzione del packaging primario del prodotto finito



Trasporto

Trasporto dei singoli componenti e materiali dal fornitore all'azienda Meca T.E

Trasporto del materiale per il packaging del prodotto finito dal fornitore all'azienda Meca T.E. S.r.l.



Produzione

Energia elettrica per l'assemblaggio del prodotto e il collaudo in stabilimento acquistata da rete.

Energia elettrica per l'assemblaggio del prodotto e il collaudo in stabilimento da fotovoltaico

Trasporto dei rifiuti dall'azienda al centro di smaltimento

Gestione dei rifiuti generati durante il processo produttivo



Distribuzione

Trasporto del prodotto finito dall'impianto di produzione al cliente finale



Installazione

Installazione e fine vita dell'imballaggio primario del prodotto



Fase d'uso e manutenzione

Consumi energetici e perdite a carico ed emissioni del trasformatore durante il periodo di esercizio



Disinstallazione

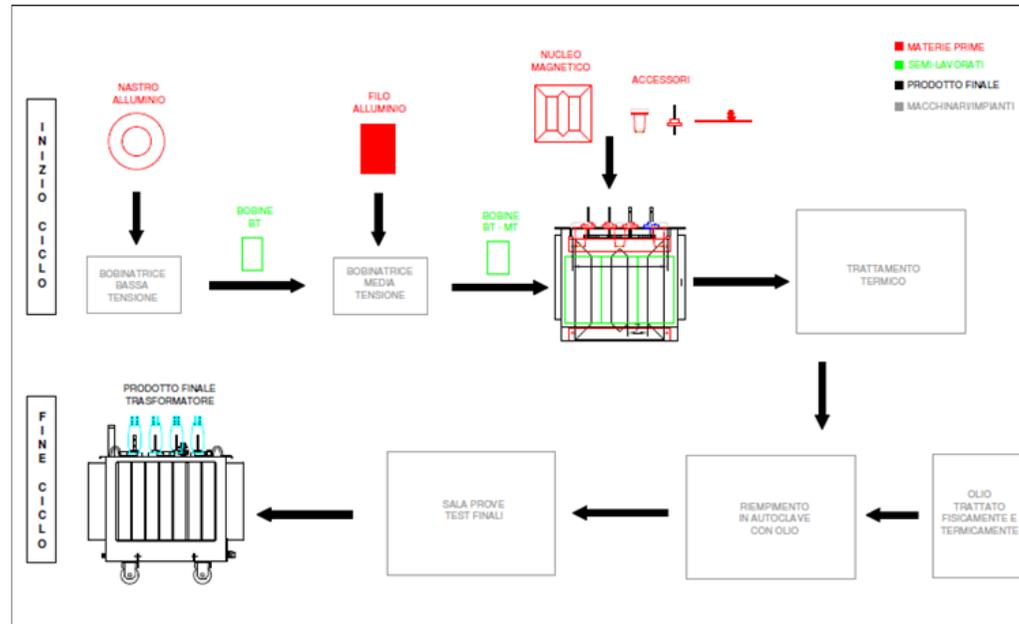
Consumi associati allo smontaggio del trasformatore



Fine vita

Fine vita delle componenti del trasformatore

In figura viene offerto un dettaglio del core process, fase di assemblaggio e costruzione del trasformatore.



Cut-off: sono stati considerati almeno il 95% dei flussi di energia e dei materiali utilizzati per il processo produttivo, nonché il 99% del consumo totale di energia e materiali.

Di seguito vengono riportate le esclusioni con relativa motivazione.

UPSTREAM – Nessuna esclusione.

CORE – Sono esclusi i seguenti processi:

- Produzione dei macchinari, edifici e altri beni capitali che non sono direttamente connessi al processo produttivo
- Viaggi di affari del personale
- Viaggi casa-lavoro dei dipendenti

DOWNSTREAM – Sono esclusi i dispositivi esterni al prodotto stesso e necessari per l'installazione e le operazioni di manutenzione, in quanto il prodotto, nel corso della vita utile, non richiede interventi di manutenzione né ordinaria, né straordinaria.

6 Descrizione fasi, allocazioni e ipotesi adottate

Materie prime e produzione componenti

Le materie prime principalmente utilizzate per la produzione dei trasformatori di distribuzione sono acciaio, in particolare acciaio al silicio, alluminio e olio isolante. Seguono altri materiali il cui peso, in termini percentuali, è ridotto come carta, rame, resina, plastica. Per tutte le componenti dei trasformatori è stato stimato il trasporto verso lo stabilimento produttivo a partire dalla localizzazione geografica dei produttori/fornitori dell'azienda MECA.

Produzione

Tutti i trasformatori MECA sono prodotti nello stabilimento di Ferrandina (MT). Il processo produttivo dei trasformatori ha inizio con la costruzione degli avvolgimenti in MT e BT, realizzati in alluminio. Attraverso delle macchine bobinatrici, il conduttore in alluminio viene avvolto su un supporto cilindrico, sovrapponendo strati di carta isolante bidiamantata in pressspan di cellulosa e strati di lastra in alluminio. I prodotti finali sono dunque degli avvolgimenti, cavi all'interno, che vengono trattati termicamente e inseriti nelle colonne del nucleo magnetico.

Il nucleo magnetico è realizzato attraverso l'impiego di lamierini in acciaio al silicio che vengono impilati e sovrapposti in maniera sfalsata, così da riuscire ad ottenere, per quanto possibile, una sezione di tipo circolare, e serrato tra apposite armature. A questo punto viene montato il coperchio del trasformatore e vengono realizzati i collegamenti delle bobine agli isolatori MT e BT e al commutatore di tensione.

Gli isolatori MT sono realizzati principalmente in resina, alluminio, acciaio e ottone.

Gli isolati BT, invece, sono realizzati in resina e rame.

Una volta effettuati tutti i collegamenti, il frutto del trasformatore viene sottoposto a trattamento termico e terminato il processo viene posizionato all'interno di una cassa in acciaio. Mediante autoclave la cassa viene riempita con olio minerale o naturale precedentemente trattato termicamente, deumidificato e degassato.

Per ripartire i flussi di energia e di materia richiesti per la produzione dei trasformatori è stato adottato un criterio di massa. L'energia elettrica utilizzata in stabilimento è in parte acquistata da rete, in parte autoprodotta da fonti rinnovabili (impianto fotovoltaico).

Distribuzione

Per essere venduti i trasformatori vengono posizionati su una pedana in legno di abete, immagazzinati e pronti per essere caricati sui mezzi di trasporto e spediti al cliente.

Installazione

I trasformatori vengono spediti già assemblati e pronti per essere installati. Per questa ragione, non sono previste attività significative per la fase di installazione. In questa fase sono stati considerati i soli impatti associati allo smaltimento dell'imballaggio con cui i trasformatori vengono spediti al cliente.

Fase d'uso e manutenzione

I trasformatori hanno vita utile pari a 35 anni.

Il consumo di energia della fase d'uso è stato calcolato attraverso l'applicazione della seguente formula:

$$E_d[kWh] = [P_{load} * k_{load}^2 + P_{noload}] * t_{year} * RSL + P_{aux} * f_{aux} * t_{year} * RSL$$

L'energia totale consumata durante la vita utile (35 anni) è risultata pari a:

- 435.831,90 kWh, per il trasformatore da 250 kVA;
- 606.914,70 kWh, per il trasformatore da 400 kVA.

Durante l'esercizio, se non vengono rilevate anomalie, non vengono effettuati interventi di manutenzione né ordinaria, né straordinaria.

Per la modellizzazione dell'energia elettrica consumata durante la fase d'esercizio del trasformatore è stato utilizzato il mix energetico residuale italiano.

Smontaggio

Per consentire un adeguato trattamento di fine vita e il recupero, seppur parziale, delle materie prime impiegate l'azienda effettua il completo disassemblaggio del prodotto, operazione che richiede l'utilizzo di input energetici (energia elettrica e diesel). Il processo di smontaggio prevede, quando possibile, metodi non distruttivi e che favoriscano il riciclo delle singole componenti.

I consumi energetici associati a questa fase sono stati stimati a partire dalla tipologia di attrezzatura necessaria per lo svolgimento delle singole operazioni, della potenza o del consumo di carburante richiesto e della durata di utilizzo. Non è stato necessario adottare criteri di allocazione. I consumi sono calcolati per singolo trasformatore.

Fine vita

Le scelte operate per la modellazione del fine vita dei trasformatori sono state effettuate sulla base di quanto riportato nel Manuale di smontaggio e ricondizionamento dall'azienda. In questa fase sono stati considerati anche i consumi associati alle operazioni di smontaggio dei trasformatori. Per modellizzare il fine vita delle componenti, quando non era indicato uno scenario di smaltimento ma di riciclo, sono stati utilizzati come riferimento gli scenari di smaltimento forniti dall'ISPRA, nel Rapporto Rifiuti Urbani, Edizione 2022.

Per l'olio dielettrico minerale e l'estere naturale all'interno del manuale era definito uno scenario di riciclaggio.

La distanza di trasporto tra il sito di installazione e l'impianto di smontaggio, l'azienda MECA, è stata stimata pari alla distanza alla quale i trasformatori sono stati distribuiti.

Procedure di allocazione

Nella presente EPD è stato necessario ricorrere all'allocazione dei flussi di materia ed energia in quanto altri modelli di trasformatori, di potenza nominale diversa da quelli oggetto di studio, vengono prodotti nello stabilimento aziendale. Il principio di allocazione scelto si basa su una proprietà fisica dei trasformatori considerata rappresentativa, ovvero la massa, direttamente proporzionale alla potenza del trasformatore stesso.

L'allocazione è stata applicata nei seguenti casi: consumo di energia elettrica e produzione dei rifiuti.

7 Performance ambientali

Nei paragrafi di seguito vengono dettagliate le performance ambientali associate ai prodotti oggetto della presente EPD.

7.1 TRASFORMATORI MECA CODE:250200420-11C2 e 250150420-11C2

In tabella vengono riportati i risultati relativi gli impatti ambientali per unità funzionale: 1 trasformatore in olio minerale da 250 kVA con tensione primaria 20 e 15 kV in funzione per 35 anni.

Categoria d'impatto	Unità	Produzione		Distribuzione	Installazione	Fase d'uso e manutenzione	Fine vita	Totale
		Upstream	Core					
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Totale	kg CO2 eq	3,26E+03	2,24E+01	1,91E+02	1,54E+00	2,67E+05	2,51E+02	2,71E+05
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Fossile	kg CO2 eq	3,34E+03	2,21E+01	1,90E+02	8,83E-02	2,63E+05	2,05E+02	2,67E+05
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Biogenico	kg CO2 eq	-9,24E+01	3,23E-01	1,73E-01	1,45E+00	4,08E+03	4,60E+01	4,03E+03
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Trasformazione e uso del suolo	kg CO2 eq	9,56E+00	6,82E-03	9,31E-02	2,05E-05	3,91E+01	9,65E-02	4,88E+01
Acidificazione	mol H+ eq	1,86E+01	7,68E-02	7,88E-01	7,01E-04	8,82E+02	8,46E-01	9,03E+02
Eutrofizzazione	kg P eq	1,43E+00	4,46E-03	1,34E-02	1,53E-05	4,81E+01	1,46E-02	4,96E+01
Ossidazione fotochimica	kg NMVOC eq	1,65E+01	6,53E-02	1,15E+00	1,35E-03	7,40E+02	1,23E+00	7,59E+02
Impoverimento delle risorse, minerali e materiali	kg Sb eq	3,81E-02	1,92E-04	6,16E-04	1,78E-07	1,85E+00	6,32E-04	1,89E+00
Impoverimento delle risorse, combustibili fossili	MJ	4,59E+04	3,25E+02	2,72E+03	1,98E+00	3,94E+06	2,89E+03	3,99E+06
Scarsità idrica	m3 eq	9,58E+02	6,93E+00	1,11E+01	9,88E-03	7,39E+04	1,59E+01	7,49E+04
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC-11 eq	7,46E-05	6,40E-07	4,17E-06	2,68E-09	6,31E-03	4,57E-06	6,39E-03

7.2 TRASFORMATORI MECA CODE: 250200420-11C2E e 250150420-11C2E

In tabella vengono riportati i risultati relativi gli impatti ambientali per unità funzionale: 1 trasformatore in olio vegetale da 250 kVA con tensione primaria 20 e 15 kV in funzione per 35 anni.

Categoria d'impatto	Unità	Produzione		Distribuzione	Installazione	Fase d'uso e manutenzione	Fine vita	Totale
		Upstream	Core					
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Totale	kg CO2 eq	3,29E+03	2,26E+01	1,91E+02	1,54E+00	2,67E+05	2,51E+02	2,71E+05
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Fossile	kg CO2 eq	3,36E+03	2,23E+01	1,90E+02	8,83E-02	2,63E+05	2,05E+02	2,67E+05
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Biogenico	kg CO2 eq	-9,19E+01	3,26E-01	1,73E-01	1,45E+00	4,08E+03	4,60E+01	4,03E+03
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Trasformazione e uso del suolo	kg CO2 eq	1,73E+01	6,88E-03	9,31E-02	2,05E-05	3,91E+01	9,65E-02	5,66E+01
Acidificazione	mol H+ eq	1,95E+01	7,76E-02	7,88E-01	7,01E-04	8,82E+02	8,46E-01	9,04E+02
Eutrofizzazione	kg P eq	1,56E+00	4,51E-03	1,34E-02	1,53E-05	4,81E+01	1,46E-02	4,97E+01
Ossidazione fotochimica	kg NMVOC eq	1,56E+01	6,59E-02	1,15E+00	1,35E-03	7,40E+02	1,23E+00	7,58E+02
Impoverimento delle risorse, minerali e materiali	kg Sb eq	3,92E-02	1,94E-04	6,16E-04	1,78E-07	1,85E+00	6,32E-04	1,89E+00
Impoverimento delle risorse, combustibili fossili	MJ	3,86E+04	3,28E+02	2,72E+03	1,98E+00	3,94E+06	2,89E+03	3,98E+06
Scarsità idrica	m3 eq	1,56E+03	7,00E+00	1,11E+01	9,88E-03	7,39E+04	1,59E+01	7,55E+04
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC-11 eq	7,97E-05	6,46E-07	4,17E-06	2,68E-09	6,31E-03	4,57E-06	6,39E-03

7.3 TRASFORMATORI MECA CODE: 400200420-11C2 e 400150420-11C2

In tabella vengono riportati i risultati relativi gli impatti ambientali per unità funzionale: 1 trasformatore in olio minerale da 400 kVA con tensione primaria 20 e 15 kV in funzione per 35 anni.

Categoria d'impatto	Unità	Produzione		Distribuzione	Installazione	Fase d'uso e manutenzione	Fine vita	Totale
		Upstream	Core					
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Totale	kg CO2 eq	4,85E+03	3,33E+01	2,25E+02	1,84E+00	3,72E+05	2,99E+02	3,78E+05
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Fossile	kg CO2 eq	4,94E+03	3,28E+01	2,25E+02	1,06E-01	3,66E+05	2,42E+02	3,72E+05
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Biogenico	kg CO2 eq	-1,13E+02	4,81E-01	2,05E-01	1,74E+00	5,68E+03	5,71E+01	5,63E+03
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Trasformazione e uso del suolo	kg CO2 eq	1,44E+01	1,01E-02	1,10E-01	2,46E-05	5,44E+01	1,15E-01	6,91E+01
Acidificazione	mol H+ eq	2,72E+01	1,14E-01	9,32E-01	8,41E-04	1,23E+03	1,01E+00	1,26E+03
Eutrofizzazione	kg P eq	2,13E+00	6,64E-03	1,59E-02	1,83E-05	6,70E+01	1,73E-02	6,92E+01
Ossidazione fotochimica	kg NMVOC eq	2,48E+01	9,71E-02	1,36E+00	1,62E-03	1,03E+03	1,47E+00	1,06E+03
Impoverimento delle risorse, minerali e materiali	kg Sb eq	6,06E-02	2,86E-04	7,28E-04	2,14E-07	2,58E+00	7,49E-04	2,64E+00
Impoverimento delle risorse, combustibili fossili	MJ	6,90E+04	4,84E+02	3,21E+03	2,38E+00	5,48E+06	3,43E+03	5,56E+06
Scarsità idrica	m3 eq	1,43E+03	1,03E+01	1,31E+01	1,19E-02	1,03E+05	1,98E+01	1,04E+05
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC-11 eq	1,10E-04	9,53E-07	4,93E-06	3,22E-09	8,78E-03	5,42E-06	8,90E-03

7.4 TRASFORMATORI MECA CODE: 400200420-11C2E e 400150420-11C2E

In tabella vengono riportati i risultati relativi gli impatti ambientali per unità funzionale: 1 trasformatore in olio vegetale da 400 kVA con tensione primaria 20 e 15 kV in funzione per 35 anni.

Categoria d'impatto	Unità	Produzione		Distribuzione	Installazione	Fase d'uso e manutenzione	Fine vita	Totale
		Upstream	Core					
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Totale	kg CO2 eq	4,83E+03	3,33E+01	2,25E+02	1,84E+00	3,72E+05	2,99E+02	3,78E+05
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Fossile	kg CO2 eq	4,91E+03	3,28E+01	2,25E+02	1,06E-01	3,66E+05	2,42E+02	3,72E+05
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Biogenico	kg CO2 eq	-1,12E+02	4,78E-01	2,05E-01	1,74E+00	5,68E+03	5,71E+01	5,63E+03
Riscaldamento globale (GWP 100a) - Trasformazione e uso del suolo	kg CO2 eq	2,58E+01	1,01E-02	1,10E-01	2,46E-05	5,44E+01	1,15E-01	8,05E+01
Acidificazione	mol H+ eq	2,83E+01	1,14E-01	9,32E-01	8,41E-04	1,23E+03	1,01E+00	1,26E+03
Eutrofizzazione	kg P eq	2,30E+00	6,64E-03	1,59E-02	1,83E-05	6,70E+01	1,73E-02	6,93E+01
Ossidazione fotochimica	kg NMVOC eq	2,31E+01	9,71E-02	1,36E+00	1,62E-03	1,03E+03	1,47E+00	1,06E+03
Impoverimento delle risorse, minerali e materiali	kg Sb eq	6,22E-02	2,86E-04	7,28E-04	2,14E-07	2,58E+00	7,49E-04	2,65E+00
Impoverimento delle risorse, combustibili fossili	MJ	5,69E+04	4,84E+02	3,21E+03	2,38E+00	5,48E+06	3,43E+03	5,55E+06
Scarsità idrica	m3 eq	2,30E+03	1,06E+01	1,31E+01	1,19E-02	1,03E+05	1,98E+01	1,05E+05
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC-11 eq	1,16E-04	9,53E-07	4,93E-06	3,22E-09	8,78E-03	5,42E-06	8,91E-03

8 Interpretazione dei risultati

I risultati ottenuti dallo studio evidenziano che la fase alla quale è imputabile il maggior contributo all'impatto complessivo per tutte le categorie d'impatto analizzate è la fase di esercizio del trasformatore, che contribuisce in media più del 98%. Questo risultato è imputabile alle perdite a carico e alle perdite a vuoto cui il trasformatore è soggetto durante la sua vita utile, le quali comportano un elevatissimo consumo di energia elettrica. Escludendo l'esercizio, la fase di produzione delle componenti è la fase che incide in misura maggiore sia per le grandi quantità che per la tipologia di materiali utilizzati quali acciaio, alluminio, rame, ecc. In misura inferiore contribuisce invece il core process, che è sotto il controllo diretto dell'azienda, in quanto gli input a questa fase si riducono al solo consumo di energia elettrica e alla produzione dei rifiuti.

Sulla base dei risultati l'azienda ha individuato le fasi che contribuiscono in misura maggiore agli impatti e ha avviato un percorso di valutazione sulle strategie di medio-lungo termine da adottare per la riduzione di questi (es. perdite durante la vita utile del prodotto, componenti del trasformatore, ecc.).

9 Bibliografia

- Studio LCA, Rev. 04 del 04.08.2023
- CEI EN 50693:2020-05 – Product category rules per la valutazione del ciclo di vita di prodotti e sistemi elettronici ed elettrici
- Ecoinvent (<http://www.ecoinvent.ch/>) – ver. 3.9.1
- ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Rapporto rifiuti urbani, 380/2022
- Norma ISO 14025 - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure
- PCR EPDIItaly007:20 Electronic and Electrical Products and Systems, revision 2 (2020-10-21)
- Sub PCR EPDIItaly018:21 Electronic and Electrical Products and Systems – Power Transformers, version 3.5 (2021-12-13)
- Regolamento del Programma EPDIItaly, rev. 5.2, 16/02/2022
- UNI EN ISO 14040:2021 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento
- UNI EN ISO 14044:2021 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida