

SEA Società Elettromeccanica Arzignanese S.p.A.



Dichiarazione Ambientale di Prodotto

Nome del prodotto

Trasformatore - OTN ECO+P 50,4-
63 MVA 230-26,4 kV

Sito produttivo

Via L. Galvani, 8, 36071 Tezze di Arzignano (VI), Italia

Secondo le norme ISO 14025 e EN 50693

Operatore del programma	EPDItaly
Editore	EPDItaly
Numero di dichiarazione	SEA EPD 05
Numero di registrazione	EPDITALY0798
Data di emissione	13/12/2024
Data di validità	13/12/2029



1 Informazioni generali

PROPRIETARIO EPD	SEA Società Elettromeccanica Arzignanese S.p.A.
SEDE LEGALE	Via Leonardo Da Vinci, 14, 36071 Tezze di Arzignano (VI), Italia
TIPOLOGIA EPD	EPD specifica di prodotto
IDENTIFICAZIONE DEL PRODOTTO	Trasformatore di potenza immerso in olio
CAMPO DI APPLICAZIONE	Il trasformatore OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV di potenza viene comunemente usato in tutte quelle applicazioni dove è necessario collegare reti a corrente alternata aventi livelli elevati di tensione con lo scopo di trasmissione o distribuzione dell'energia
OPERATORE DEL PROGRAMMA	EPDIItaly
VERIFICA INDIPENDENTE	Verifica indipendente conforme alla ISO 14025 <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Esterna Verifica di terza parte eseguita da: ICMQ S.p.A., Via De Castillia, 10, 20124, Milano (MI), www.icmq.it Accreditato da Accredia
CPC DEL PRODOTTO	46121
PCR DI RIFERIMENTO	<ul style="list-style-type: none">PCR EPDIItaly007 REV. 3 (13/01/2023). Electronic and electrical products and systems Review eseguita da: Ing. Elena Neri, Ing. Ugo Pannuti Sub-PCR EPDIItaly018 v3.5 (13/12/2021). Electronic and electrical products and systems - Power transformers Review eseguita da: Ing. Daniele Pace, Arch. Michele Paleari, Ing. Sara Toniolo; Ing. Vito D'Incognito
ALTRI DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	<ul style="list-style-type: none">EN 50693:2019. Product category rules for life cycle assessments of electronic and electrical products and systemsRegolamento del programma EPDIItaly (Rev. 6 del 26/01/2024), www.epditaly.it
AMMINISTRATORI	Sartori Lucilla
DELEGATI	Sartori Nicola
CONTATTO AZIENDALE	info@seatrasformatori.it www.seatrasformatori.it/it
SUPPORTO TECNICO	2B S.r.l., www.to-be.it
DICHIARAZIONE DI RESPOSANBILITÀ	SEA S.p.A. solleva EPDIItaly da qualunque inosservanza della legislazione ambientale. Il titolare della dichiarazione sarà responsabile per le informazioni e gli elementi di prova giustificativi; EPDIItaly declina ogni responsabilità riguardo alle informazioni del fabbricante, ai dati e ai risultati della valutazione del ciclo di vita
COMPARABILITÀ	Dichiarazioni ambientali pubblicate all'interno della stessa categoria di prodotto, ma provenienti da programmi differenti, potrebbero non essere confrontabili. In particolare, EPD di prodotti da costruzione possono non essere confrontabili se non conformi alla EN 15804

2 L'azienda

SEA "Società Elettromeccanica Arzignanese" S.p.A. progetta e costruisce dal 1959 reattori e trasformatori elettrici di distribuzione, potenza e speciali [1].

L'obiettivo dell'Azienda è fornire i suddetti servizi e prodotti con elevati standard qualitativi, prefiggendosi come fattori chiave l'impegno a soddisfare pienamente le necessità del Cliente e mantenere un servizio eccellente a costi competitivi. La politica aziendale è orientata quindi alla centralità del Cliente, alla Qualità del servizio, alla tutela della Salute e Sicurezza dei lavoratori ed alla tutela e rispetto dell'Ambiente, dal punto di vista di un miglioramento continuo, dell'efficacia ed efficienza dei servizi forniti.

L'Azienda ha sede in Tezze di Arzignano e Montecchio Maggiore, comuni della provincia di Vicenza, ed opera sia a livello nazionale ed internazionale.

Attualmente la Società può contare sull'operato di 170 persone dipendenti. Direzione, uffici, area interna ed esterna degli stabilimenti produttivi si estendono su oltre 25000 m², dove tecnici e personale specializzato realizzano una produzione di Qualità, nel rispetto della Sicurezza e dell'Ambiente in ottica di Sostenibilità.

La produzione comprende reattori e trasformatori di distribuzione e di potenza, trasformatori per raddrizzatori e speciali, sia in olio sia in resina o a secco in classe H.

La continua ricerca e sviluppo, gli aggiornati metodi di produzione ed il rigoroso sistema di controllo della Qualità, ci permettono di affermare che il nostro prodotto garantisce un alto livello di affidabilità per funzionalità e durata.

Un'adeguata pianificazione unitamente ad un costante controllo delle attività e delle attrezzature consentono il raggiungimento degli obiettivi di miglioramento di Sicurezza e Ambiente.

È ambizione di SEA S.p.A. dare sempre il meglio delle proprie capacità e considerare perfettibili e non acquisiti i risultati fin qui ottenuti, secondo la tradizione che da anni vede l'azienda ricoprire un ruolo principale nella realizzazione di prodotti tecnologicamente avanzati sia in Europa sia nel mondo, ponendo particolare attenzione agli aspetti della Sicurezza e dell'Ambiente.

Nella strutturazione e nel mantenimento del proprio Sistema di gestione, SEA S.p.A. ha valutato il contesto in cui opera ed in quali modi questo possa influenzare le prestazioni del sistema stesso. In particolare, si è ritenuto significativo gestire ed ottimizzare i rapporti tra i diversi siti produttivi al fine di garantire che tale organizzazione non influenzi in modo negativo l'efficacia e l'efficienza dei processi nonché la Qualità del prodotto finito.

È possibile trovare ulteriori informazioni sulla società visitando il sito web ufficiale: www.seatrasformatori.it [1].

3 Descrizione del prodotto

Il prodotto OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV è un trasformatore di potenza immerso in olio avente le seguenti caratteristiche:

- Categoria: OTN-OTF ECO+P;
- Codice: TR00169288500000;
- Matricola: MAT 126393;
- Potenza: 50 - 63 MVA;
- Tensioni: 230 / 26.4 kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Gruppo vettoriale: YNd11.

Il prodotto OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV è progettato e realizzato per poter essere utilizzato in duplice modalità:

- Potenza 50,4 MVA ONAN con raffreddamento a circolazione di olio naturale ed aria naturale;
- Potenza 63 MVA ONAF con raffreddamento a circolazione di olio naturale ed aria forzata.

L'utilizzatore finale può scegliere la modalità di utilizzo del trasformatore in relazione alle proprie esigenze. Pertanto, i risultati della LCIA del prodotto sono presentati in maniera duplice.

Il prodotto appartiene alla categoria UN CPC 46121 Trasformatori elettrici. La corrispondente gerarchia del Dipartimento Statistiche delle Nazioni Unite è la seguente:

- Sezione: 4 - Prodotti metallici, macchinari ed apparecchiature;
- Divisione: 46 - Macchinari ed apparati elettrici;
- Gruppo: 461 - Motori elettrici, generatori e trasformatori, e loro parti;
- Classe: 4612 - Trasformatori elettrici, convertitori statici ed induttori.

Di seguito vengono riportate le ripartizioni in massa e percentuali delle componenti costituenti il trasformatore, incluso il packaging (Tabella 1).

Categoria	Tipologia	Materiali	Massa (kg)	%
Trasformatore	Materiali metallici	Acciaio	57148	57%
		Alluminio	108	< 1 %
		Rame	13832	14%
		Ottone	15	< 1 %
		Altri metalli	7	< 1 %
	Materiali plastici	Plastiche & Resine	796	< 1 %
	Altri materiali	Olio minerale	26027	26%
		Carta	1494	1,5%
		Legno	764	< 1 %
		Altri materiali	8	< 1 %
Totale trasformatore			100197,848	100%

Categoria	Tipologia	Materiali	Massa (kg)	%
Packaging	Metalli	Acciaio	704	11%
		Alluminio	3	<1 %
	Materiali plastici	Plastiche	2070	31%
	Altri materiali	Legno	3815	58%
		Carta	0,5	<1 %
	Totale packaging			6592,5

Tabella 1 - Composizione in massa e percentuale di OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV e del relativo packaging.

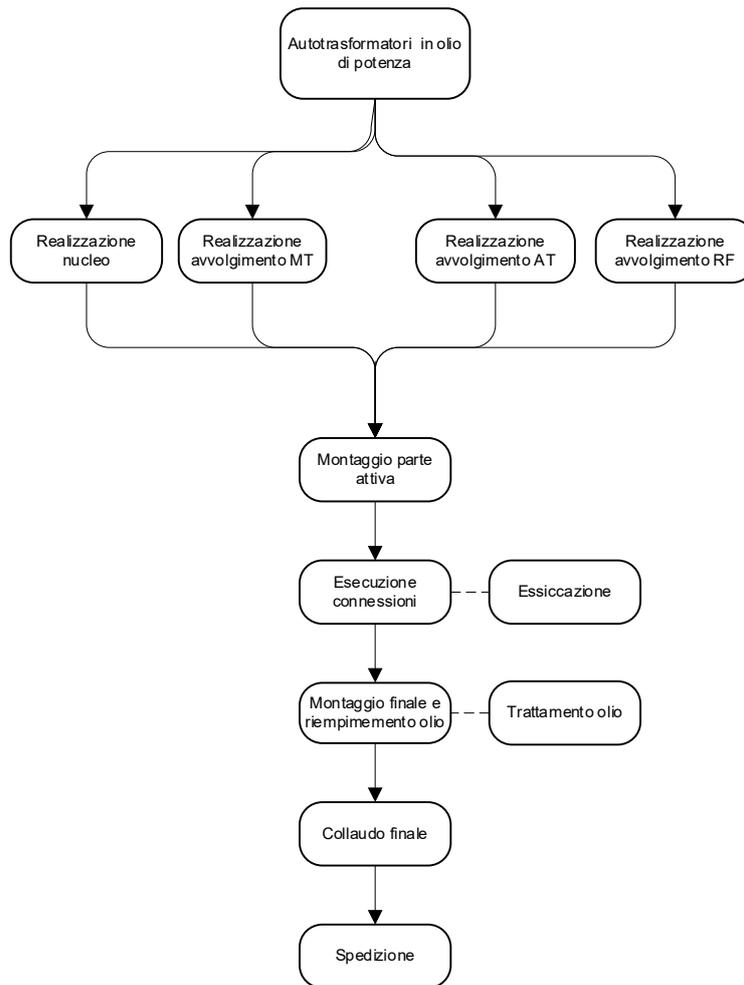


Figura 1 - Processo produttivo del trasformatore OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV.

4 Scopo e tipologia EPD

L'obiettivo di questo studio LCA è la valutazione degli impatti ambientali del ciclo di vita del trasformatore OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV prodotto da SEA SpA presso lo stabilimento di Via Luigi Galvani, 8, 36071 Tezze di Arzignano (VI). Lo studio è finalizzato all'ottenimento di una dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD, Environmental Product Declaration) e per acquisire maggiore consapevolezza dell'impronta ambientale del trasformatore. Questo studio include tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto e del packaging e si presenta quindi come un'analisi LCA "dalla culla alla tomba" (from cradle to grave).

Lo studio LCA è stato realizzato con il software SimaPro v. 9.6 [2] ed il database Ecoinvent v. 3.9.1 [10], in conformità con la serie delle norme ISO 14040 [3] e 14044 [4] e con le norme EN 50693:2019 [5], PCR EPDItaly007 REV.3 [6] e Sub-PCR EPDItaly018 v3.5 [7]. I confini di sistema sono definiti secondo quanto indicato nella EN 50693 [5].

Tutte le informazioni relative allo studio LCA sono riportate nel report LCA "LCA DEL TRASFORMATORE AD OLIO "OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV" [8].

5 Informazioni sulla LCA: Goal & Scope

Approccio LCA

L'approccio utilizzato per condurre questa LCA è attributivo. Il modello attributivo LCA rappresenta la valutazione della catena di approvvigionamento reale, media o stimata di un prodotto o processo. Il sistema esistente o stimato è collocato in un contesto tecnologico statico.

L'approccio attributivo è un tipo di modellazione che prevede che input e output rilevanti dal punto di vista ambientale per ogni processo coinvolto nel ciclo di vita del prodotto siano attribuiti all'unità funzionale.

Unità dichiarata

Il trasformatore è definito come un insieme di dispositivi elettrici ed elettronici che regolano le componenti di tensione e intensità di corrente dell'energia elettrica, durante una vita utile di riferimento di 35 anni. In questo caso di studio, l'unità dichiarata è definita come un singolo prodotto trasformatore OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV funzionante per un arco di tempo di 35 anni.

Confini del sistema

I confini di sistema di questa LCA sono "dalla culla alla tomba". Ciò significa che vengono presi in considerazione tutti i processi dall'estrazione delle materie prime, fino allo smaltimento del trasformatore. In dettaglio, sono state considerate le seguenti fasi in accordo con la Sub-PCR EPDItaly018 [7]:

- **Manufacturing Stage:** comprende gli impatti legati alle fasi di estrazione e produzione delle materie prime; trasporto di materie prime e semilavorati lungo l'intera filiera; produzione del packaging del prodotto finito, comprensivo di packaging per la distribuzione del trasformatore sul mercato di riferimento; assemblaggio finale del trasformatore; generazione di rifiuti di processo, compreso il loro trasporto al sito di smaltimento; consumo di energia e materiale associato alle operazioni degli impianti che non sono direttamente collegate alla produzione di trasformatori.
- **Distribution Stage:** comprende gli impatti legati alla distribuzione del prodotto nel sito di installazione.
- **Installation Stage:** comprende gli impatti derivanti dall'installazione del trasformatore nel sito operativo e relativi al fine vita del packaging.
- **Use & Maintenance Stage:** comprende gli impatti relativi all'energia consumata dal trasformatore per funzionare durante l'intera vita utile di riferimento ed eventuali processi di manutenzione.
- **End-of-Life Stage:** comprende le operazioni dalla fase di disattivazione allo smaltimento effettivo del trasformatore a fine vita.

I processi inclusi entro i confini di sistema sono riportati in Figura 2.

Questa ripartizione è conforme con la suddivisione nei moduli Upstream, Core e Downstream previsti dai regolamenti EPDIItaly, come richiesto dalla Sub-PCR EPDIItaly018 [6].

È stato assunto che i beni capitali dell'azienda non direttamente allocabili al prodotto oggetto dello studio (ad esempio le macchine dell'impianto e gli edifici) non apportino un contributo significativo alla valutazione del ciclo di vita; pertanto, non vengono considerati nell'analisi del sistema di prodotto così come previsto dalla Sub-PCR EPDIItaly018 [6].

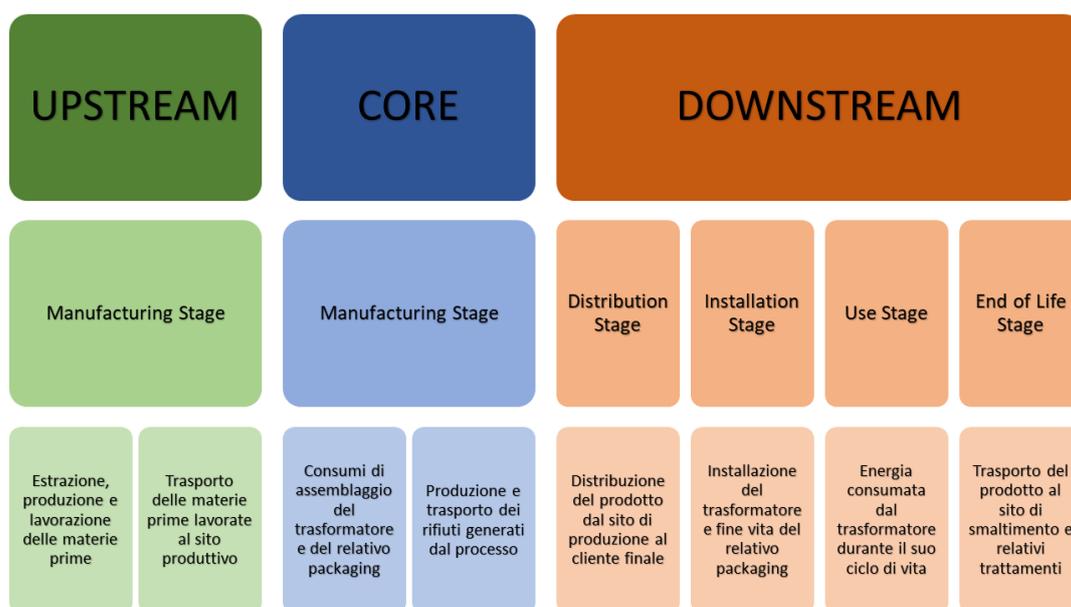


Figura 2 - Confini di sistema di OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV.

Qualità dei dati

Nello studio sono stati utilizzati dati primari riferiti al peso e materiali dei componenti del trasformatore, ai consumi energetici, idrici e termici relativi al processo produttivo effettuato da SEA SpA, alle tratte dei trasporti dei fornitori degli imballi (quando disponibili), al consumo di energia elettrica durante la fase d'uso del trasformatore, alla distribuzione del prodotto presso i clienti.

Per gli altri processi sono stati utilizzati dati secondari ricorrendo, in particolare, al database LCA Ecoinvent v3.9.1 [10].

I dati primari utilizzati nello studio LCA provengono da SEA SpA e sono relativi all'anno 2022. I dati secondari utilizzati nello studio provengono dal database LCA Ecoinvent v3.9.1 [10], pubblicato nel 2022.

Regole di allocazione

In questo sistema di prodotti non sono presenti co-prodotti, di conseguenza non è necessaria alcuna allocazione di input e output.

Non viene fatta alcuna allocazione per i materiali soggetti a riciclo. Per l'input delle risorse riciclate viene incluso il processo di riciclo. Gli output soggetti a riciclo sono considerati input per il ciclo di vita successivo.

Per i dati da database Ecoinvent è stato selezionato il database "Ecoinvent 3, allocation, cut-off by classification". Non sono stati applicati criteri di cut-off che escludano materiali dal calcolo.

6 Analisi di inventario

Materie prime & Trasporti

Per la modellazione delle materie prime, sono stati utilizzati i processi dal market (Globale o Europeo) presenti nel database Ecoinvent v3.9.1 [10], aggiungendo un trasporto assunto di 100 km per l'approvvigionamento dei materiali dai fornitori di materie prime ai fornitori Sea.

Per l'approvvigionamento delle materie prime del trasformatore, sono state calcolate le distanze tra i fornitori di quest'ultime e SEA SpA. Tutti gli approvvigionamenti diretti tra i fornitori di SEA e SEA sono stati considerati utilizzando i dati chilometrici effettivi di trasporto.

L'approccio utilizzato per la modellazione dei materiali è stato orientato alla precisione e per tale ragione il lamierino magnetico è stato modellato con dati primari.

Trasformatore e packaging

Per i dati relativi al trasformatore OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV e il relativo packaging sono state utilizzate le informazioni presenti nella Bill of Materials (BoM). Le distanze tra i fornitori delle componenti del trasformatore e del packaging e SEA S.p.A. sono state calcolate mediante l'utilizzo del software Google Maps [11] e Sea Rates [12].

Consumi della fase di assemblaggio

La fase di assemblaggio del prodotto comprende la costruzione del trasformatore, i consumi in fase di imballaggio e gli accessori necessari per l'installazione del trasformatore nelle sedi dei clienti. Tutti i consumi sono stati attribuiti per i kVA delle tipologie di trasformatori TOD, TOP e REA nel 2022.

Per rappresentare i consumi elettrici è stato utilizzato il processo Electricity, medium voltage {IT} | electricity, medium voltage, residual mix | Cut-off, S.

Per quanto concerne i rifiuti aziendali sono stati considerati i dati medi statistici ricavati dalle banche dati Eurostat [13][14] relativi alle percentuali di trattamento in discarica, incenerimento e riciclo, per tipologia di rifiuto trattato in Italia.

Distribuzione

La distanza per la distribuzione del prodotto ai clienti di SEA S.p.A. è stata calcolata tramite Google Maps [11] e Sea Rates [12].

Consumi della fase di installazione

Non sono presenti consumi diretti durante la fase di installazione del prodotto. Il trasformatore viene spedito completamente assemblato, esclusi gli accessori. L'installazione di quest'ultimi avviene manualmente, senza consumi energetici. Il trasformatore viene rimosso dai camion mediante motrici e posizionato nel luogo di operatività. Sono stati esclusi dall'analisi i consumi legati alle macchine motrici.

I rifiuti generati durante l'installazione sono costituiti dai rifiuti di imballaggio del trasformatore. Per il loro smaltimento sono stati considerati i dati medi statistici ricavati dalle banche dati Eurostat [14], relativi alle percentuali di trattamento in discarica, incenerimento e riciclo, per tipologia di rifiuto trattato.

Fase d'uso

Per la fase d'uso viene utilizzato il mix elettrico generale italiano da Ecoinvent v 3.9.1 [10] in quanto si presuppone che il prodotto venga destinato al mercato italiano. La formula per il calcolo dell'energia elettrica consumata è riportata nelle Sub-PCR EPDItaly018 [7] ed è descritta come segue:

$$E_d \text{ [kWh]} = [P_{\text{load}} * k_{\text{load}}^2 + P_{\text{no load}}] * t_{\text{year}} * \text{RLS} + P_{\text{aux}} * f_{\text{aux}} * t_{\text{year}} * \text{RSL}$$

Dove:

- P_{load} [kW] = È la perdita di carico del trasformatore alla temperatura di riferimento di 75 °C alla potenza nominale;
- k_{load}^2 [kW] = Rappresenta un fattore di carico medio per l'apparecchiatura;
- $P_{\text{no load}}$ [kW] = È la potenza dissipata nel caso in cui non si verificano perdite;
- P_{aux} [kW] = È la perdita di potenza dovuta ad attività ausiliarie a vuoto (come il raffreddamento);
- f_{aux} [%] = Rappresenta la frazione di tempo in cui le apparecchiature ausiliarie sono in funzione. È espresso in % su 1 anno;
- t_{year} [h] = È la quantità totale di ore durante un anno;
- RSL [y] = Rappresenta la vita utile di riferimento, definita come 35 anni per le EPD basate sulla Sub-PCR EPDItaly018 [7].

Durante la fase d'uso non avviene alcuna manutenzione. Non vengono spediti componenti di ricambio insieme al trasformatore e non è prevista alcuna manutenzione ordinaria o straordinaria programmata.

Scenario di fine vita

Per OTN ECO+P 50,4-63 MVA 230-26,4 kV non sono necessari né energia né materiali per la sua rimozione e smontaggio. Per quanto concerne il trasformatore, sono stati adottati gli scenari di fine vita previsti dal documento IEC/TR 62635 [15]. Per i materiali per i quali non era presente nel documento IEC/TR 62635 [15] il dato relativo al trattamento di riciclo, incenerimento e discarica, sono stati considerati i dati medi statistici ricavati dalle banche dati Eurostat [13], relativi alle percentuali di trattamento in discarica, incenerimento e riciclo, per tipologia di rifiuto trattato.

7 Risultati della LCIA

Categoria di impatto	Acronimo
Climate change	GWP-total
Climate change - Fossil	GWP-fossil
Climate change - Biogenic	GWP-biogenic
Climate change - Land use and LU change	GWP-luluc
Ozone depletion	ODP
Acidification	AP
Eutrophication, freshwater	EP-freshwater
Eutrophication, marine	EP-marine
Eutrophication, terrestrial	EP-terrestrial
Photochemical ozone formation	POCP
Resource use, minerals and metals	ADPE
Resource use, fossils	ADPF
Water use (from AWARE)	WDP
Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw material	PERE
Use of renewable primary energy resources used as raw material	PERM
Total use of renewable primary energy resources	PERT
Use of non-renewable primary energy excluding non-renewable primary energy resources used as raw material	PENRE
Use of non-renewable primary energy resources used as raw material	PENRM
Total use of non-renewable primary energy resources	PENRT
Use of secondary material	SM
Use of renewable secondary fuels	RSF
Use of non-renewable secondary fuels	NRSF
Net use of fresh water	FW
Hazardous waste disposed	HWD
Non-hazardous waste disposed	NHWD
Radioactive waste disposed	RWD
Components for re-use	CRU
Materials for recycling	MFR
Materials for energy recovery	MER
Exported electricity energy	EEE
Exported thermal energy	ETE
Particulate matter	PM
Ionising radiation	IRP
Ecotoxicity, freshwater	ETP-fw
Human toxicity, cancer	HTP-c
Human toxicity, non-cancer	HTP-nc
Land use	SQP

LCIA del trasformatore OTN ECO+P 50,4 MVA 230-26,4 kV								
Impact category	Unit	Total	Upstream	Core	Downstream			
			Manufacturing Stage	Distribution Stage	Installation Stage	Use & Maintenance Stage	End-of-Life Stage	
GWP-total	kg CO2 eq	7,56E+06	3,68E+05	2,32E+04	2,52E+04	7,39E+03	7,12E+06	1,16E+04
GWP-fossil	kg CO2 eq	7,46E+06	3,71E+05	2,29E+04	2,52E+04	1,73E+03	7,03E+06	1,08E+04
GWP-biogenic	kg CO2 eq	4,16E+04	-3,11E+03	2,37E+02	1,95E+01	5,66E+03	3,80E+04	7,96E+02
GWP-luluc	kg CO2 eq	5,17E+04	5,41E+02	2,50E+00	1,19E+01	3,31E-01	5,11E+04	4,92E+00
ODP	kg CFC11 eq	1,67E-01	8,47E-03	7,38E-04	5,54E-04	1,63E-05	1,57E-01	2,30E-04
AP	mol H+ eq	4,71E+04	1,05E+04	4,63E+01	1,04E+02	3,35E+00	3,64E+04	4,33E+01
EP-freshwater	kg P eq	2,25E+03	8,36E+02	2,28E+00	1,80E+00	5,75E-02	1,41E+03	8,05E-01
EP-marine	kg N eq	7,79E+03	7,17E+02	1,09E+01	3,96E+01	1,95E+00	7,01E+03	1,77E+01
EP-terrestrial	mol N eq	8,16E+04	8,95E+03	1,08E+02	4,23E+02	1,41E+01	7,19E+04	1,75E+02
POCP	kg NMVOC eq	2,91E+04	3,56E+03	5,31E+01	1,59E+02	5,11E+00	2,53E+04	6,57E+01
ADPE	kg Sb eq	1,40E+02	1,22E+02	1,85E-02	6,83E-02	1,91E-03	1,82E+01	2,81E-02
ADPF	MJ	2,00E+08	5,89E+06	3,38E+05	3,70E+05	1,05E+04	1,94E+08	1,53E+05
WDP	m3 depriv. Eq	4,91E+06	1,80E+05	3,33E+03	1,77E+03	5,30E+01	4,73E+06	7,59E+02
PERE	MJ	4,34E+07	8,53E+05	7,61E+03	5,42E+03	1,69E+02	4,25E+07	2,25E+03
PERM	MJ	9,56E+04	9,56E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ	4,35E+07	9,49E+05	7,61E+03	5,42E+03	1,69E+02	4,25E+07	2,25E+03
PENRE	MJ	1,99E+08	4,76E+06	3,38E+05	3,70E+05	1,05E+04	1,94E+08	1,53E+05
PENRM	MJ	1,14E+06	1,14E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ	2,00E+08	5,89E+06	3,38E+05	3,70E+05	1,05E+04	1,94E+08	1,53E+05
SM	kg	1,96E+04	1,96E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m3	7,35E+04	4,94E+03	1,02E+02	5,81E+01	2,67E+00	6,84E+04	2,49E+01
HWD	kg	3,76E+02	2,97E+01	1,29E+00	2,30E+00	6,47E-02	3,42E+02	9,49E-01
NHWD	kg	6,68E+05	1,24E+05	8,00E+02	3,25E+04	2,46E+03	4,90E+05	1,78E+04
RWD	kg	1,48E+03	9,85E+00	3,30E-01	1,13E-01	3,37E-03	1,47E+03	4,67E-02
CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	kg	1,12E+05	1,23E+04	0,00E+00	0,00E+00	3,68E+03	0,00E+00	9,56E+04
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EE	MJ	1,12E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,04E+04	0,00E+00	7,69E+02
PM	disease inc.	2,01E-01	4,56E-02	2,26E-04	2,60E-03	7,62E-05	1,51E-01	1,07E-03
IRP	kBq U-235 eq	6,25E+06	3,85E+04	1,31E+03	4,67E+02	1,40E+01	6,21E+06	1,93E+02
ETP-fw	CTUe	3,33E+07	1,25E+07	3,46E+04	1,78E+05	5,38E+03	2,05E+07	7,61E+04
HTP-c	CTUh	5,85E-03	3,13E-03	4,15E-06	1,10E-05	7,19E-07	2,68E-03	2,03E-05
HTP-nc	CTUh	1,82E-01	1,27E-01	7,43E-05	2,66E-04	8,88E-06	5,41E-02	1,19E-03
SQP	Pt	2,69E+07	4,93E+06	2,43E+04	3,76E+05	1,11E+04	2,14E+07	1,57E+05
Biogenic C content_product	kg C	8,93E+02	8,93E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Biogenic C content_packaging	kg C	1,87E+03	1,87E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Tabella 2 - Indicatori di impatto ambientale di OTN ECO+P 50,4 MVA 20/15 kV previsti dalla norma EPDItaly018 [7] - Metodo EN 15804:2021[9].

(*) Le percentuali di riciclaggio in input utilizzate per il calcolo dei kg di Secondary material fanno riferimento a dati primari e ai valori dei processi della banca dati di ecoinvent v3.9.1 [10].

LCIA del trasformatore OTN ECO+P 63 MVA 230-26,4 kV								
Impact category	Unit	Total	Upstream	Core	Downstream			
			Manufacturing Stage	Distribution Stage	Installation Stage	Use & Maintenance Stage	End-of-Life Stage	
GWP-total	kg CO2 eq	1,05E+07	3,68E+05	2,90E+04	2,52E+04	7,39E+03	1,01E+07	1,16E+04
GWP-fossil	kg CO2 eq	1,04E+07	3,71E+05	2,87E+04	2,52E+04	1,73E+03	9,96E+06	1,08E+04
GWP-biogenic	kg CO2 eq	5,75E+04	-3,11E+03	2,96E+02	1,95E+01	5,66E+03	5,39E+04	7,96E+02
GWP-luluc	kg CO2 eq	7,30E+04	5,41E+02	3,13E+00	1,19E+01	3,31E-01	7,24E+04	4,92E+00
ODP	kg CFC11 eq	2,33E-01	8,47E-03	9,22E-04	5,54E-04	1,63E-05	2,23E-01	2,30E-04
AP	mol H+ eq	6,22E+04	1,05E+04	5,79E+01	1,04E+02	3,35E+00	5,15E+04	4,33E+01
EP-freshwater	kg P eq	2,83E+03	8,36E+02	2,85E+00	1,80E+00	5,75E-02	1,99E+03	8,05E-01
EP-marine	kg N eq	1,07E+04	7,17E+02	1,36E+01	3,96E+01	1,95E+00	9,92E+03	1,77E+01
EP-terrestrial	mol N eq	1,12E+05	8,95E+03	1,35E+02	4,23E+02	1,41E+01	1,02E+05	1,75E+02
POCP	kg NMVOC eq	3,96E+04	3,56E+03	6,64E+01	1,59E+02	5,11E+00	3,58E+04	6,57E+01
ADPE	kg Sb eq	1,48E+02	1,22E+02	2,31E-02	6,83E-02	1,91E-03	2,58E+01	2,81E-02
ADPF	MJ	2,81E+08	5,89E+06	4,22E+05	3,70E+05	1,05E+04	2,74E+08	1,53E+05
WDP	m3 depriv. Eq	6,88E+06	1,80E+05	4,16E+03	1,77E+03	5,30E+01	6,69E+06	7,59E+02
PERE	MJ	6,11E+07	8,53E+05	9,51E+03	5,42E+03	1,69E+02	6,02E+07	2,25E+03
PERM	MJ	9,56E+04	9,56E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ	6,12E+07	9,49E+05	9,51E+03	5,42E+03	1,69E+02	6,02E+07	2,25E+03
PENRE	MJ	2,80E+08	4,76E+06	4,22E+05	3,70E+05	1,05E+04	2,74E+08	1,53E+05
PENRM	MJ	1,14E+06	1,14E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ	2,81E+08	5,89E+06	4,22E+05	3,70E+05	1,05E+04	2,74E+08	1,53E+05
SM	kg	1,96E+04	1,96E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m3	1,02E+05	4,94E+03	1,28E+02	5,81E+01	2,67E+00	9,68E+04	2,49E+01
HWD	kg	5,19E+02	2,97E+01	1,61E+00	2,30E+00	6,47E-02	4,85E+02	9,49E-01
NHWD	kg	8,72E+05	1,24E+05	1,00E+03	3,25E+04	2,46E+03	6,94E+05	1,78E+04
RWD	kg	2,09E+03	9,85E+00	4,13E-01	1,13E-01	3,37E-03	2,08E+03	4,67E-02
CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	kg	1,12E+05	1,23E+04	0,00E+00	0,00E+00	3,68E+03	0,00E+00	9,56E+04
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EE	MJ	1,12E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,04E+04	0,00E+00	7,69E+02
PM	disease inc.	2,64E-01	4,56E-02	2,83E-04	2,60E-03	7,62E-05	2,14E-01	1,07E-03
IRP	kBq U-235 eq	8,83E+06	3,85E+04	1,64E+03	4,67E+02	1,40E+01	8,79E+06	1,93E+02
ETP-fw	CTUe	4,19E+07	1,25E+07	4,32E+04	1,78E+05	5,38E+03	2,91E+07	7,61E+04
HTP-c	CTUh	6,96E-03	3,13E-03	5,19E-06	1,10E-05	7,19E-07	3,80E-03	2,03E-05
HTP-nc	CTUh	2,05E-01	1,27E-01	9,29E-05	2,66E-04	8,88E-06	7,66E-02	1,19E-03
SQP	Pt	3,58E+07	4,93E+06	3,03E+04	3,76E+05	1,11E+04	3,03E+07	1,57E+05
Biogenic C content_product	kg C	8,93E+02	8,93E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Biogenic C content_packaging	kg C	1,87E+03	1,87E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Tabella 3 - Indicatori di impatto ambientale di OTN ECO+P 63 MVA 20/15 kV previsti dalla norma EPDItaly018 [7] - Metodo EN 15804:2021[9].

(*) Le percentuali di riciclaggio in input utilizzate per il calcolo dei kg di Secondary material fanno riferimento a dati primari e ai valori dei processi della banca dati diecoinvent v3.9.1 [10].

8 Bibliografia

- [1] SEA trasformatori S.p.A. (<https://www.seatrasformatori.it/it>).
- [2] PRé Consultants, 2024. Software SimaPro versione 9.6 (www.pre.nl).
- [3] ISO (2021). ISO series on Life Cycle Assessment, UNI EN ISO 14040:2021 (www.iso.org).
- [4] ISO (2021). ISO series on Life Cycle Assessment, UNI EN ISO 14044:2021 (www.iso.org).
- [5] EN 50693:2019. Product category rules for life cycle assessments of electronic and electrical products and systems.
- [6] PCR EPDItaly007 REV. 3 - 13/01/2023. Electronic and electrical products and systems. (www.epditaly.it/).
- [7] Sub-PCR EPDItaly018 v3.5 (13/12/2021). Electronic and electrical products and systems - Power transformers. (www.epditaly.it/).
- [8] SEA - 2B, 21.06. LCA DEL TRASFORMATORE AD OLIO "ONT ECO+P 50,4 MVA 230-26,4 kV" REV00.
- [9] UNI EN 15804:2012+A2:2019. Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products. 2019.
- [10] Ecoinvent, 2023. Swiss Centre for Life Cycle Assessment, v 3.9.1 (www.ecoinvent.ch).
- [11] Google Maps (<https://www.google.it/maps/preview>).
- [12] Sea Rates (<https://www.searates.com/it/>).
- [13] Eurostat 2024 (https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/ENV_WASTRT).
- [14] Eurostat 2024 (https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/ENV_WASPAC).
- [15] International Electrotechnical Commission, IEC/TR 62635 Ed. 1.0 en:2012. Guidelines for End-Of-Life information provided by manufacturers and recyclers and for recyclability rate calculation of electrical and electronic equipment, 2012, ISBN 978-2-83220-413-9.