

BOFFETTI

ALWAYS POWER AHEAD

BOFFETTI S.P.A.



DICHIARAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO

Nome del Prodotto:

Apparecchiatura MT prefabbricata con involucro metallico isolato in gas MV

Switchgear, del tipo:

- 2L+1 T SF6 24 kV 16 kA AFL IP3X C3H GSM001/1 (matr. 162116);
- 3CBL SF6 24 kV 16 kA AFL IP3X C3H GSCM004/6 (matr. 140046)

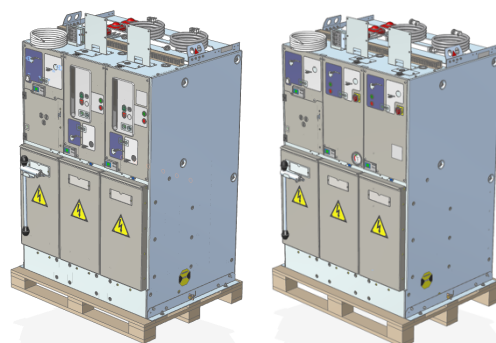
Siti produttivi:

via Industriale dell'Isola 1, 24040 Chignolo d'Isola (BG)

Via Giorgio Paglia snc, 24040 Bonate Sotto (BG)

In conformità alla ISO 14025 e alla EN 15804:2012/A2:2019

Program Operator:	EPDItaly
Editore:	EPDItaly
Numero Dichiarazione:	EPD_BOF-05
Numero di Registrazione EPDItaly:	EPDITALY1121
Data di emissione:	09/10/2025
Valido fino a:	09/10/2030



1. INFORMAZIONI GENERALI**EPD OWNER**

Nome della società	BOFFETTI S.P.A.
Sede legale	Via Francesco Nullo 435, 24033 Calusco d'Adda (BG)
Contatti per informazioni sull'EPD	Ivan Donadoni info@boffetti.com

PROGRAM OPERATOR

EPD Italy	Via Gaetano De Castillia n° 10 - 20124 Milano, Italy
-----------	--

INFORMAZIONI SULL'EPD

Nome prodotto	- Apparecchiatura MT prefabbricata con involucro metallico isolato in gas MV Switchgear, del tipo: - 2L+1 T SF6 24 kV 16 kA AFL IP3X C3H GSM001/1; - 3CBL SF6 24 kV 16 kA AFL IP3X C3H GSCM004/6
Siti	via Industriale dell'Isola 1, 24040 Chignolo d'Isola (BG) via Giorgio Paglia snc, 24040 Bonate Sotto (BG)
Descrizione sintetica e informazioni tecniche del prodotto	Il prodotto oggetto di studio è un quadro elettrico in MT con involucro metallico isolato in gas 24kV, nella versione 2L+1T e 3CBL. Lo scomparto elettrico è di tipo protetto, realizzato in conformità alla Normativa CEI EN 62271-200 per installazione all'interno di fabbricati o container. La principale funzione di questa apparecchiatura è quella di garantire il mantenimento della funzionalità dei sistemi in cui sono installate.
Campo di applicazione del prodotto	Il presente documento si riferisce a: Scomparto di media tensione, per la distribuzione dell'energia elettrica, presso cabine primarie con tensione nominale massima di 24kV e una corrente nominale di 16 kA, accessoriata con interruttori di media tensioni, protezioni per l'apertura e chiusura automatica o manuale del circuito MT e trasformatori per la lettura delle correnti. Maggiori informazioni sono disponibili su: http://www.boffetti.com/
Norme di riferimento del prodotto	Norma EN 50693:2019 "Product category rules for life cycle assessments of electronic and electrical products and systems".
CPC code	CPC 46214 "Boards, consoles, cabinets and other bases, equipped with electrical switching etc. apparatus, for electric control or the distribution of electricity, for a voltage exceeding 1000 V".

INFORMAZIONI SULLA VERIFICA

Product Category Rules – PCR di riferimento	Core-PCR EPDItaly007 "Electronic and electrical products and systems", rev. 3.1 del 12/11/2024. Sub-PCR EPDItaly015 "Electronic and electrical products and systems – switchboards", rev. 2 del 01/07/2024 [Comitato PCR: ENEL S.p.A.; Life Cycle Engineering; Moderatore: Massimo De Pieri, Life Cycle Engineering]
Regolamento EPD	vers. 6.0 del 30/10/2023
Project Report LCA	Studio LCA per EPD di Apparecchiatura MT prefabbricata con involucro metallico isolato in gas: - MV Switchgear 2L+1 T SF6 24 kV 16 kA AFL IP3X C3H GSM001/1 - MV Switchgear 3CBL SF6 24 kV 16 kA AFL IP3X C3H GSCM004/6 Rev. 02 del 18/09/2025
Statement verifica indipendente	Verifica indipendente della dichiarazione e dei dati svolta secondo ISO 14025:2010. ☐ Interna ☒ Esterna Verifica di terza parte eseguita da: ICMQ S.p.A., via Gaetano De Castillia n° 10 - 20124 Milano, Italia. Accreditato da Accredia.

Statement comparabilità	Dichiarazioni ambientali pubblicate all'interno della stessa categoria di prodotto, ma provenienti da programmi differenti, potrebbero non essere confrontabili.
Statement responsabilità	Boffetti Spa solleva EPDItaly da qualunque inosservanza della legislazione ambientale. Il titolare della dichiarazione sarà responsabile per le informazioni e gli elementi di prova giustificativi. EPDItaly declina ogni responsabilità riguardo alle informazioni, ai dati e ai risultati forniti da Boffetti Spa per la valutazione del ciclo di vita.

2. BOFFETTI SPA

Boffetti S.p.A. è presente da più di trent'anni nel mercato dell'impiantistica elettrica e tecnologica. Agendo da main contractor unisce prodotti ed apparati di qualità e natura diversa, rispettando le normative vigenti e certificando la conformità del sistema a regola d'arte. Boffetti S.p.A. è in grado di sviluppare l'ingegneria e la progettazione di differenti tipi di impianto. Fornisce la consulenza necessaria nella scelta di soluzioni, idonee tipologie di impianto e relativi materiali e apparecchiature necessarie. L'azienda opera durante tutte le fasi di realizzazione dell'impianto partendo dall'ingegneria e progettazione alla costruzione, messa in servizio, gestione e manutenzione.

I principali prodotti e servizi offerti da Boffetti S.p.A. sono:

- Impianti elettrici e strumentali e Impianti tecnologici;
- Sottostazioni elettriche AAT/AT, AT/MT e MT/BT;
- Impianti per Energie Rinnovabili;
- Produzione di apparecchiature, container e cabine mobili MT e BT;
- Servizi di manutenzione elettrica;

nei seguenti settori:

- Produzione e Distribuzione Energia Elettrica;
- Oil & Gas (On/Off-Shore);
- Petrochimico;
- Costruzioni Navali;
- Trasporti e Servizi;
- Infrastrutture;
- Chimico, Farmaceutico e Ricerca;
- Industria Meccanica, Alimentare, Cartaria, e Tessile.

3. SCOPO E TIPOLOGIA DI EPD

Per rispondere alle esigenze del mercato, sempre più attento alla sostenibilità, Boffetti S.p.A. ha avviato un percorso mirato ad analizzare il ciclo di vita delle apparecchiature elettrica prodotte presso i propri insediamenti produttivi.

Lo studio LCA è finalizzato a:

- effettuare una valutazione quantitativa degli impatti ambientali dell'apparecchiatura in esame;
- identificare le fasi del ciclo di vita del prodotto e i materiali che maggiormente hanno impatti ambientali, in modo da individuare possibili ambiti di miglioramento di tale prodotto.

Il presente documento EPD è riferito ad un singolo prodotto, è del tipo "from cradle to grave" e comprende i seguenti moduli, in accordo con le PCR di riferimento e con la Norma EN 50693:2019:

Tabella 1: moduli e stages considerati

<u>Manufacturing Stage</u>		<u>Distribution Stage</u>	<u>Installation Stage</u>	<u>Use & Maintenance Stage</u>	<u>End-of-Life Stage / De-installation</u>
produzione di: materie prime, componenti e materiali, imballaggi delle materie prime e dei materiali approvvigionati. Energia elettrica e termica. Trasporto al sito di produzione.	fasi di assemblaggio e lavorazione, confezionamento, trasporto e fine vita dei rifiuti prodotti.	- trasporto/distribuzione del prodotto; - installazione del prodotto; - uso e manutenzione; - smontaggio; - fine vita.			
		distribuzione del prodotto finito, fino al sito di installazione.	flussi di materia e consumi per installazione del prodotto e fine vita dei rifiuti generati.	flussi di materia e consumi per manutenzioni e fine vita dei rifiuti generati. Energia dissipata durante l'uso.	smantellamento del prodotto, raccolta e trasporto delle varie parti disassemblate ai siti di trattamento e il relativo fine vita.

Validità geografica e temporale

L'anno preso come riferimento per lo studio è il 2024 (dal 01/01/2024 al 31/12/2024).

In relazione alla rappresentatività geografica delle banche dati, sono stati usati dati europei, ad eccezione di:

- energia elettrica prelevata da rete: per i consumi di stabilimento è stato usato l'italian residual mix mix come da processo Ecoinvent "Electricity, medium voltage {IT}| electricity, medium voltage, residual mix | Cut-off, S"; le percentuali di produzione del mix sono ricavate dal documento AIB 2024 sulla produzione dell'energia elettrica consumata in Italia nel 2023, tolta l'energia rinnovabile venduta con certificati RECs);
- materie prime: sono stati usati dati medi mondiali per le materie prime di cui non è certo il luogo di produzione (acciaio, alluminio, rame), oppure non è disponibile il relativo processo.

Database e software utilizzati

Per l'elaborazione dei dati di inventario è stato utilizzato il software SIMAPRO versione 10.2.0.0.

È stata usata la Banca dati Ecoinvent v3.11 (marzo 2025).

4. DESCRIZIONE DEL PRODOTTO E DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il prodotto oggetto di studio è un quadro elettrico. Si tratta di una apparecchiatura MT con involucro metallico isolato in gas, nelle varianti 2L+1 T (matr. GSM001/01) e 3CBL (matr. GSCM004/6), con interruttore in vuoto. Lo scomparto elettrico è di tipo protetto, realizzato in conformità alla Normativa CEI EN 62271-200 per installazione all'interno di fabbricati o container.

La principale funzione del quadro elettrico è quella di garantire il mantenimento della funzionalità dei sistemi in cui è installata.

Il processo di realizzazione del prodotto in esame può essere quindi suddiviso nelle seguenti fasi:

- approvvigionamento del materiale e delle materie prime;
- lavorazioni interne di carpenteria sul materiale grezzo: taglio, piegatura, foratura, fresatura, saldatura;
- trattamenti superficiali presso terzi: zincatura, verniciatura, argentatura;
- montaggi e assemblaggio;
- cablaggio;
- collaudo elettrico e meccanico;
- imballo e spedizione;
- installazione presso il Cliente.

L'installazione dell'apparecchiatura è a carico del Cliente.

Nello studio EPD sono state prese in considerazione anche le fasi successive all'installazione:

- manutenzioni e consumo energetico in fase d'uso;
- smantellamento e fine vita.

Composizione dell'apparecchiatura, come da distinta base di progetto e relativa classificazione dei materiali, in accordo alla Norma IEC 62474 *Material Declaration for Products of and for the Electrotechnical Industry*.

Tabella 2: distinta base del prodotto – GSM001/1

Materia prima	kg / U.F.	% in peso
Lamiera in rame argentata	0,9	0,2%
Acciaio trafilato (quadro, tondo, tubolare)	2,0	0,5%
Elementi in ottone (tondo, barra, tubo)	4,2	1,0%
Acciaio fosfatato (tondo, esagono)	3,3	0,8%
Acciaio zincato (esagono, profilo a T, tondo, tubo)	6,7	1,6%
Lamiera di acciaio decapata (fosfatata)	4,9	1,2%
Lamiera di acciaio decapata	0,2	0,0%
Lamiera di acciaio decapata (zincata)	77,9	18,2%
di cui con contenuto di riciclato dichiarato dal fornitore	53,6	
Lamiera di acciaio zincata e verniciata (con contenuto di riciclato dichiarato dal fornitore)	166,7	39,0%
Lamiera in acciaio inox	88,5	20,7%
Tondo in alluminio	0,2	0,0%
Tondo in alluminio (anodizzato)	1,9	0,4%
Elementi in rame (piatto, tondo, nastro)	28,4	6,6%
Tondo in rame (argentato)	0,7	0,2%
Materiale approvvigionato	kg / U.F.	% in peso
Cavo elettrico	3,3	0,7%
Elemento in GPO3	2,9	0,6%
Elemento in acciaio	3,5	0,7%
Elemento in alluminio	0,3	0,1%
Elemento in plastica	4,0	0,8%
Elemento in plastica + FV	10,9	2,3%
Elemento in rame	8,6	1,8%
Guarnizione in gomma	1,5	0,3%
Interruttore	0,7	0,2%

Lamiera in acciaio	2,9	0,6%
Lamiera in rame	1,7	0,4%
Manometro	1,0	0,2%
Materiale elettrico in alluminio	6,2	1,3%
Componente elettrico	2,1	0,4%
Molla	3,3	0,7%
Sali igroscopici	0,3	0,1%
Gas SF6	2,8	0,6%
Isolatore (materiale stampato a Chignolo)	13,9	2,9%
Tappo	5,3	1,1%
Tondo in alluminio	1,1	0,2%
Viteria	2,3	0,5%
Materiale in Cut-Off	9,5	2,0%
Imballo		kg / U.F.
sacco in polietilene	\\	0,35
pallet in legno	\\	19,60

Classificazione materiali contenuti nel quadro GSM001/1 - Norma IEC 62474

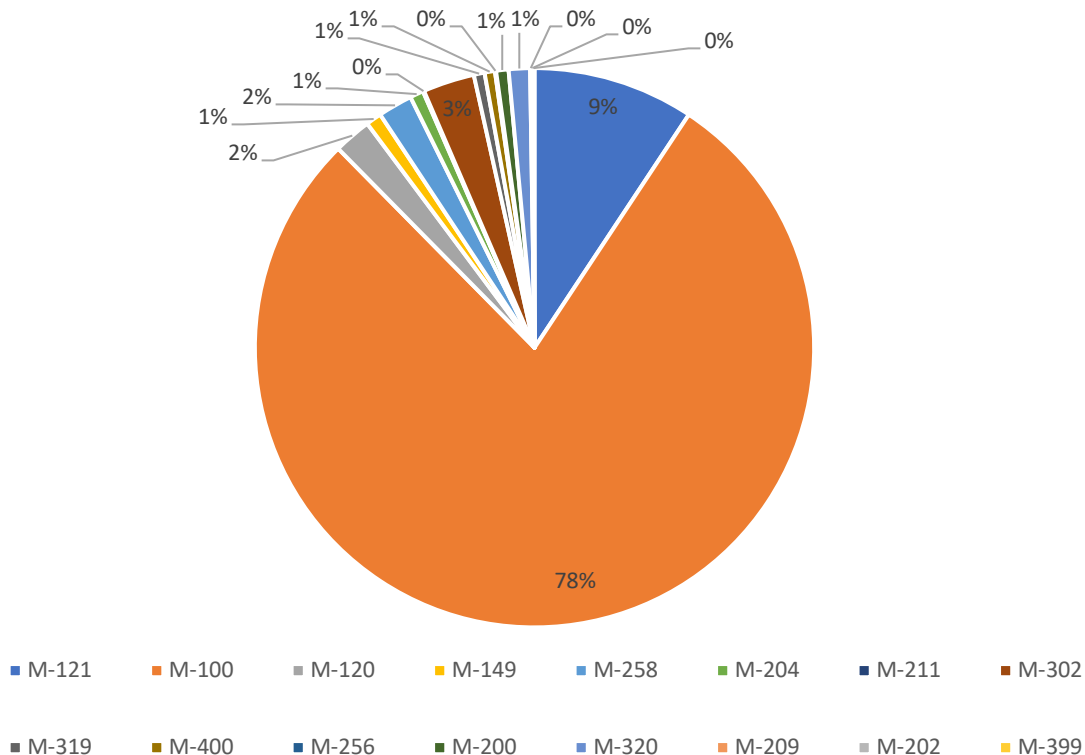


Tabella 3: classificazione materiali contenuti del prodotto – GSM001/1 (Norma IEC 62474)

Materiale	Cod.	kg / U.F.	% in peso
Rame	M-121	43,3	9,3%
Acciaio	M-100	364,1	78,3%
Alluminio	M-120	10,1	2,2%
Ottone	M-149	4,2	0,9%
Nylon	M-258	9,3	2,0%

Materiale	Cod.	kg / U.F.	% in peso
Policarbonato	M-204	3,6	0,8%
PBT	M-211	0,3	0,1%
Resina Epossidica	M-302	13,9	3,0%
Vetronite	M-319	2,9	0,6%
Gas refrigerante	M-400	2,8	0,6%
ABS	M-256	0,3	0,1%
PVC	M-200	3,3	0,7%
Gomma	M-320	5,7	1,2%
PET	M-209	0,4	0,1%
PP	M-202	0,5	0,1%
Sali	M-399	0,3	0,1%

Tabella 4: distinta base del prodotto – GSCM004/6

Materia prima	kg / U.F.	% in peso
Acciaio fosfatato (tondo)	7,9	1,5%
Acciaio trafilato (piatto, tondo, tubolare)	13,6	2,6%
Acciaio zincato (esagono, profilo a T, tondo, tubo)	9,3	1,8%
Tondo in alluminio (anodizzato)	1,1	0,2%
Tondo in alluminio	0,3	0,1%
Lamiera di acciaio decapata (fosfatata)	92,4	17,6%
Lamiera in ottone	0,1	0,0%
Lamiera di acciaio decapata (zincata)	141,4	26,9%
di cui con contenuto di riciclato dichiarato dal fornitore	1,0	
Lamiera di acciaio decapata (zincata e verniciata)	0,9	0,2%
Lamiera in acciaio inox	64,1	12,2%
Elementi in ottone (tondo, barra, tubo)	8,1	1,5%
Tondo in rame (argentato)	11,2	2,1%
Elementi in rame (piatto, tondo)	25,2	4,8%
Materiale approvvigionato	kg / U.F.	% in peso
Ampolla	50,4	9,6%
Cavo elettrico	1,7	0,3%
Elemento in ABS	1,0	0,2%
Elemento in acciaio	13,6	2,6%
Elemento in alluminio	3,3	0,6%
Elemento in plastica + FV	12,8	2,4%
Elemento in policarbonato + FV	4,1	0,8%
Elemento in rynite + FV	0,4	0,1%
Interruttore	1,0	0,2%
Manometro	0,6	0,1%
Materiale elettrico in alluminio	19,1	3,6%
Componente elettrico	2,6	0,5%
Bobina Rogowsky	0,5	0,1%
Molla	0,8	0,2%
SF6	2,5	0,5%
Stampato a Chignolo	17,4	3,3%
Vetronite	2,9	0,5%
Viteria	3,6	0,7%
Elemento in PVC	1,0	0,2%
Materiale in Cut-Off	10,6	2,0%

Imballo		kg / U.F.
sacco in polietilene	\\	0,35
pallet in legno	\\	19,60

Classificazione materiali contenuti nel quadro GSM004/6 - Norma IEC 62474

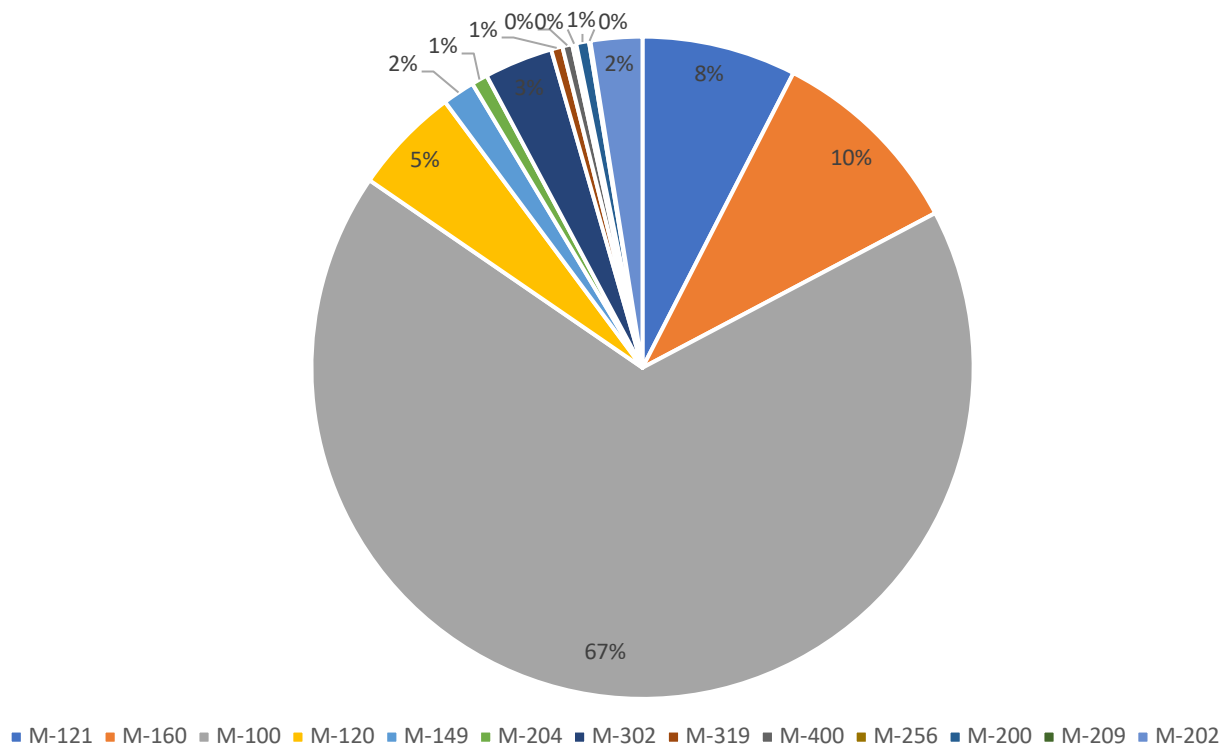


Tabella 5: classificazione materiali contenuti del prodotto – GSM004/6 (Norma IEC 62474)

Materiale	Cod.	kg / U.F.	% in peso
Rame	M-121	39,0	7,5%
Ceramica	M-160	50,4	9,7%
Acciaio	M-100	348,6	67,3%
Alluminio	M-120	27,2	5,3%
Ottone	M-149	8,2	1,6%
Polycarbonato	M-204	4,1	0,8%
Resina Epossidica	M-302	17,4	3,4%
Vetronite	M-319	2,9	0,6%
SF6	M-400	2,5	0,5%
ABS	M-256	1,0	0,2%
PVC	M-200	3,2	0,6%
PET	M-209	0,4	0,1%
PP	M-202	13,1	2,5%

Nel prodotto analizzato non sono presenti sostanze/materiali non regolati al momento della redazione dell'EPD, né che possono avere effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente, di cui all' "Elenco di sostanze estremamente preoccupanti candidate all'autorizzazione".

Di seguito si riporta lo schema di flusso del processo produttivo, ove sono evidenziate anche le fasi del ciclo di vita considerate nello studio:

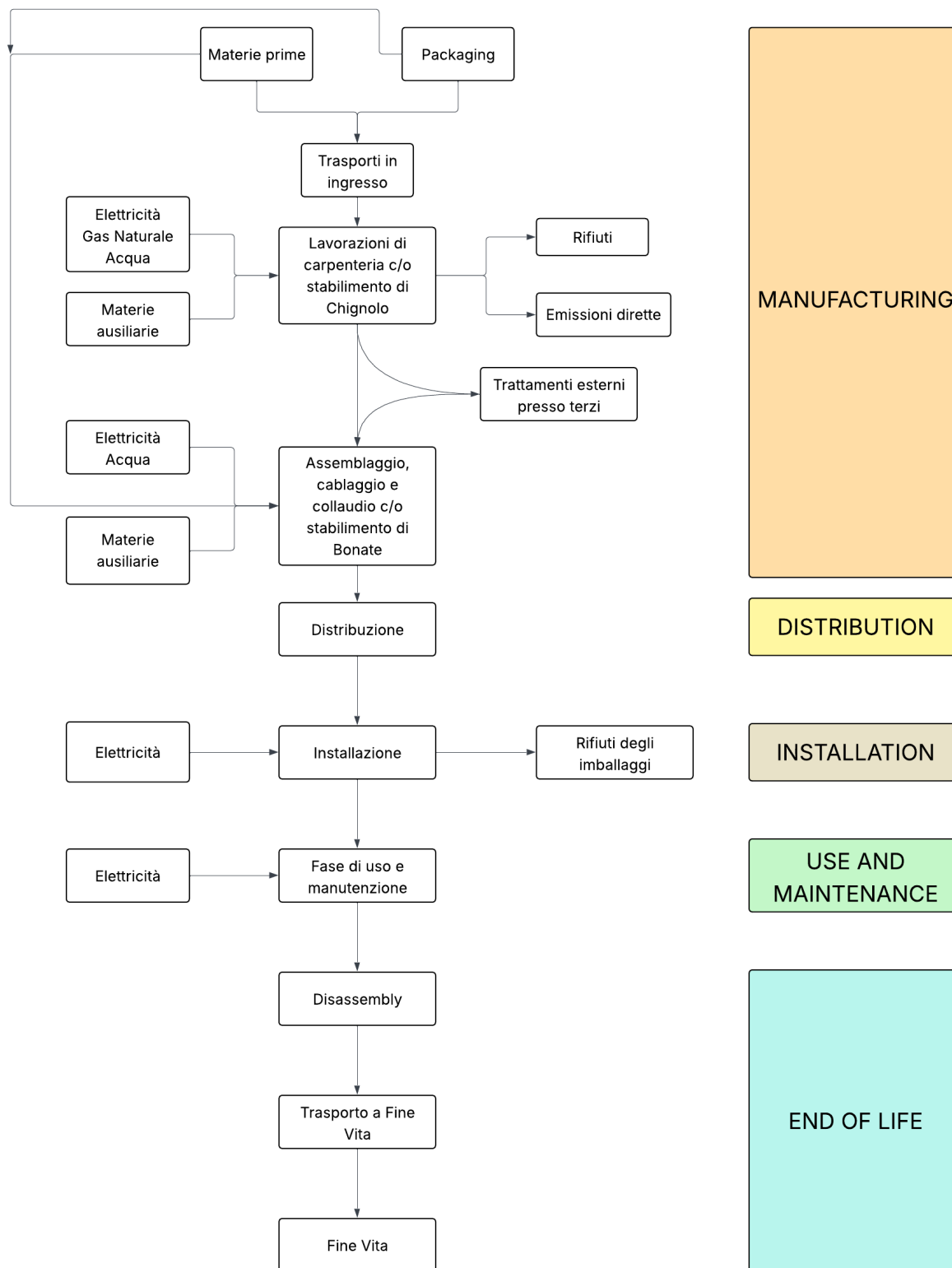


Figura 1: diagramma del processo produttivo e confini del sistema del quadro elettrico

5. RISULTATI DELLO STUDIO LCA

I dati delle seguenti tabelle sono espressi su Unità Funzionale.

SERIE 2L+1 T (MATR. GSM001/1)

Indicatori d'impatto ambientale

Tabella 6: risultati degli indicatori d'impatto ambientale – stages EN 50693

Categoria d'impatto	UdM	MANU	DIST	INST	USE&MA	E-O-L	TOT
GWP-total	kg CO ₂ eq	2,98E+03	6,63E+01	3,99E+00	2,94E+03	4,23E+01	6,04E+03
GWP-fossil	kg CO ₂ eq	2,96E+03	6,63E+01	1,09E+00	2,86E+03	3,40E+01	5,93E+03
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq	1,90E+01	3,05E-02	2,90E+00	7,70E+01	8,28E+00	1,07E+02
GWP-luluc	kg CO ₂ eq	3,07E+00	2,08E-02	8,78E-05	2,00E-01	1,06E-02	3,30E+00
ODP	kg CFC-11 eq	4,02E-05	1,46E-06	1,52E-08	3,63E-05	2,57E-07	7,83E-05
AP	mol H ⁺ eq	5,51E+01	2,58E-01	2,07E-03	4,76E+00	7,23E-02	6,02E+01
EP-freshwater	kg P eq	3,65E+00	4,46E-03	1,46E-04	3,40E-01	5,80E-03	4,00E+00
EP-aquatic marine	kg N eq	4,13E+00	9,63E-02	6,33E-04	8,83E-01	8,40E-02	5,20E+00
EP-terrestrial	mol N eq	5,06E+01	1,05E+00	4,34E-03	9,21E+00	2,33E-01	6,11E+01
POCP	kg NMVOC eq	1,56E+01	3,83E-01	1,73E-03	3,79E+00	7,46E-02	1,98E+01
ADP-min&mat	kg Sb eq	7,18E-01	2,27E-04	1,18E-06	2,83E-03	1,71E-04	7,22E-01
ADP-fossil	MJ	3,44E+04	9,39E+02	1,02E+01	2,44E+04	1,69E+02	5,99E+04
WDP	m ³ eq	1,25E+03	3,33E+00	1,90E-01	7,17E+02	-3,21E+00	1,97E+03

Legenda: GWP = potenziale di riscaldamento globale a 100 anni; ODP = potenziale di esaurimento dello strato di ozono nella stratosfera; AP = potenziale di acidificazione; EP = potenziale di eutrofizzazione; POCP = potenziale di formazione di ossidanti fotochimici dell'ozono troposferico ADPmin&mat = potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche non fossili; ADPfossil = potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche fossili; WDP = sofferenza idrica
 MANU = manufacturing; DIST = distribution; INST = installation; USE&MA = Use & Maintenance; E-O-L = end of life

Uso di risorse

Tabella 7: parametri descrittivi dell'uso di risorse - stages EN 50693

Parametro	UdM	MANU	DIST	INST	USE&MA	E-O-L	TOT
PENRT	MJ	3,44E+04	9,39E+02	1,02E+01	2,44E+04	1,69E+02	5,99E+04
PERT	MJ	5,20E+03	1,66E+01	3,37E+00	8,20E+03	1,35E+01	1,34E+04
PENRM	MJ	1,18E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,18E+03
PENRE	MJ	3,32E+04	9,39E+02	1,02E+01	2,44E+04	1,69E+02	5,87E+04
PERM	MJ	3,84E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,84E+02
PERE	MJ	4,81E+03	1,66E+01	3,37E+00	8,20E+03	1,35E+01	1,30E+04

Parametro	UdM	MANU	DIST	INST	USE&MA	E-O-L	TOT
FW	m ³	3,60E+01	1,14E-01	5,82E-03	2,00E+01	-5,24E-02	5,61E+01
MS	kg	1,76E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,76E+02
RSF	MJ	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

Legenda: PENRE = Uso delle risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili usate come materie prime; PERE = Uso di energia primaria rinnovabile escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili usate come materie prime; PENRM = Uso di risorse energetiche primarie non rinnovabili come materie prime; PERM = Uso di risorse energetiche rinnovabili come materie prime; PENRT = Uso totale delle risorse energetiche primarie non rinnovabili; PERT = Uso totale delle risorse energetiche primarie rinnovabili; FW = Uso dell'acqua dolce; SM = Uso di materie secondarie; RSF = Uso di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Uso di combustibili secondari non rinnovabili.
MANU = manufacturing; DIST = distribution; INST = installation; USE&MA = Use & Maintenance; E-O-L = end of life

Produzione di rifiuti e flussi in uscita

Tabella 8: parametri descrittivi della produzione di rifiuti e dei flussi in uscita - stages EN 50693

Parametro	UdM	MANU	DIST	INST	USE&MA	E-O-L	TOT
HWD	kg	5,93E-01	6,36E-03	4,97E-05	1,16E-01	1,70E-03	5,99E-01
NHWD	kg	4,06E+02	3,80E+01	7,08E-01	5,89E+01	9,10E+01	4,45E+02
RWD	kg	5,53E-02	3,39E-04	2,24E-05	5,44E-02	2,86E-04	5,57E-02
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	5,02E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,02E-01
MFR	kg	1,68E+02	0,00E+00	1,29E+01	0,00E+00	3,81E+02	1,81E+02
CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Legenda: HWD = Rifiuti pericolosi smaltiti; NHWD = Rifiuti non pericolosi smaltiti; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; MER = Materiali per il recupero energetico; MFR = Materiali per il riciclaggio; CRU = Componenti per il riutilizzo; ETE = Energia termica esportata; EEE = Energia elettrica esportata
MANU = manufacturing; DIST = distribution; INST = installation; USE&MA = Use & Maintenance; E-O-L = end of life

SERIE 3CBL (MATR. GSCM004/6)

Indicatori d'impatto ambientale

Tabella 9: risultati degli indicatori d'impatto ambientale – stages EN 50693

Categoria d'impatto	UdM	MANU	DIST	INST	USE&MA	E-O-L	TOT
GWP-total	kg CO ₂ eq	3,61E+03	1,48E+02	3,99E+00	3,76E+03	4,51E+01	7,57E+03
GWP-fossil	kg CO ₂ eq	3,58E+03	1,48E+02	1,09E+00	3,63E+03	3,69E+01	7,39E+03
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq	2,99E+01	6,78E-02	2,90E+00	1,26E+02	8,21E+00	1,67E+02
GWP-luluc	kg CO ₂ eq	3,39E+00	4,63E-02	8,78E-05	3,26E-01	1,07E-02	3,77E+00
ODP	kg CFC-11 eq	4,24E-05	3,26E-06	1,52E-08	5,94E-05	2,63E-07	1,05E-04
AP	mol H ⁺ eq	7,75E+01	5,84E-01	2,07E-03	7,78E+00	7,53E-02	8,60E+01
EP-freshwater	kg P eq	4,82E+00	9,94E-03	1,46E-04	5,55E-01	5,64E-03	5,39E+00
EP-aquatic marine	kg N eq	5,24E+00	2,17E-01	6,33E-04	1,44E+00	1,94E-01	7,10E+00
EP-terrestrial	mol N eq	7,48E+01	2,36E+00	4,34E-03	1,51E+01	2,47E-01	9,24E+01
POCP	kg NMVOC eq	1,95E+01	8,60E-01	1,73E-03	6,20E+00	8,07E-02	2,66E+01
ADP-min&mat	kg Sb eq	9,45E-01	5,05E-04	1,18E-06	4,62E-03	1,70E-04	9,50E-01
ADP-fossil	MJ	4,07E+04	2,09E+03	1,02E+01	3,99E+04	1,79E+02	8,29E+04
WDP	m ³ eq	1,60E+03	7,41E+00	1,90E-01	1,17E+03	-1,28E+01	2,76E+03

Legenda: GWP = potenziale di riscaldamento globale a 100 anni; ODP = potenziale di esaurimento dello strato di ozono nella stratosfera; AP = potenziale di acidificazione; EP = potenziale di eutrofizzazione; POCP = potenziale di formazione di ossidanti fotochimici dell'ozono troposferico ADPmin&mat = potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche non fossili; ADPfossil = potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche fossili; WD = sofferenza idrica; PM = Particulate matter emissions; IRP = Ionizing radiation, human health; ETP-fw = Eco-toxicity (freshwater); HTP-c = Human toxicity, cancer effects; HTP-nc = Human toxicity, non-cancer effects; SQP = Land use related impacts/Soil quality
MANU = manufacturing; DIST = distribution; INST = installation; USE&MA = Use & Maintenance; E-O-L = end of life

Uso di risorse

Tabella 10: parametri descrittivi dell'uso di risorse - stages EN 50693

Parametro	UdM	MANU	DIST	INST	USE&MA	E-O-L	TOT
PENRT	MJ	4,07E+04	2,09E+03	1,02E+01	3,99E+04	1,79E+02	8,29E+04
PERT	MJ	4,94E+03	3,69E+01	3,37E+00	1,34E+04	1,34E+01	1,84E+04
PENRM	MJ	1,17E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,17E+03
PENRE	MJ	3,96E+04	2,09E+03	1,02E+01	3,99E+04	1,79E+02	8,17E+04
PERM	MJ	3,84E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,84E+02
PERE	MJ	4,56E+03	3,69E+01	3,37E+00	1,34E+04	1,34E+01	1,80E+04
FW	m ³	4,18E+01	2,53E-01	5,82E-03	3,28E+01	-2,75E-01	7,45E+01
MS	kg	1,50E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,50E+00

Parametro	UdM	MANU	DIST	INST	USE&MA	E-O-L	TOT
RSF	MJ	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

Legenda: PENRE = Uso delle risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili usate come materie prime; PERE = Uso di energia primaria rinnovabile escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili usate come materie prime; PENRM = Uso di risorse energetiche primarie non rinnovabili come materie prime; PERM = Uso di risorse energetiche rinnovabili come materie prime; PENRT = Uso totale delle risorse energetiche primarie non rinnovabili; PERT = Uso totale delle risorse energetiche primarie rinnovabili; FW = Uso dell'acqua dolce; SM = Uso di materie secondarie; RSF = Uso di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Uso di combustibili secondari non rinnovabili.
MANU = manufacturing; DIST = distribution; INST = installation; USE&MA = Use & Maintenance; E-O-L = end of life

Produzione di rifiuti e flussi in uscita

Tabella 11: parametri descrittivi della produzione di rifiuti e dei flussi in uscita - stages EN 50693

Parametro	UdM	MANU	DIST	INST	USE&MA	E-O-L	TOT
HWD	kg	8,96E-01	1,42E-02	4,97E-05	1,90E-01	1,71E-03	9,10E-01
NHWD	kg	3,51E+02	8,45E+01	7,08E-01	9,63E+01	1,48E+02	4,36E+02
RWD	kg	6,67E-02	7,54E-04	2,24E-05	8,88E-02	2,84E-04	6,75E-02
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	5,02E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,02E-01
MFR	kg	1,68E+02	0,00E+00	1,29E+01	0,00E+00	3,75E+02	1,81E+02
CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Legenda: HWD = Rifiuti pericolosi smaltiti; NHWD = Rifiuti non pericolosi smaltiti; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; MER = Materiali per il recupero energetico; MFR = Materiali per il riciclaggio; CRU = Componenti per il riutilizzo; ETE = Energia termica esportata; EEE = Energia elettrica esportata
MANU = manufacturing; DIST = distribution; INST = installation; USE&MA = Use & Maintenance; E-O-L = end of life

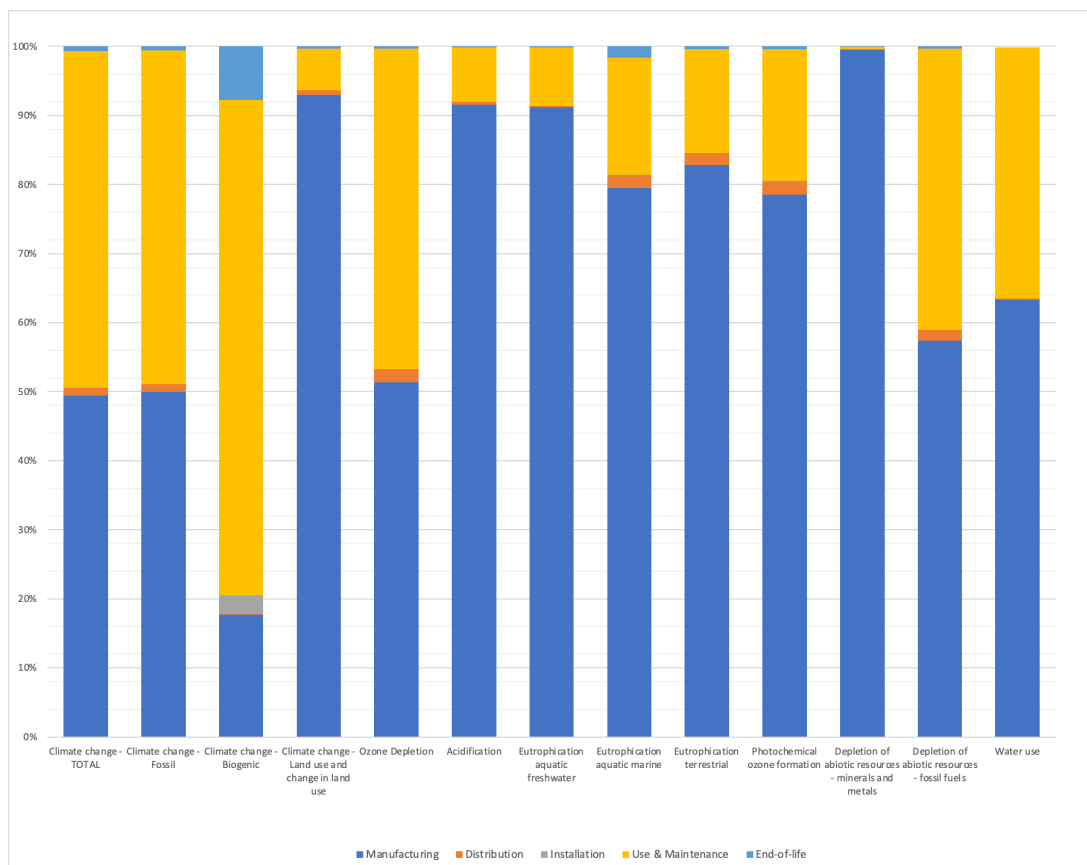


Figura 2: Contributo dei diversi stages agli impatti ambientali della apparecchiatura di tipo "GSM001/1"

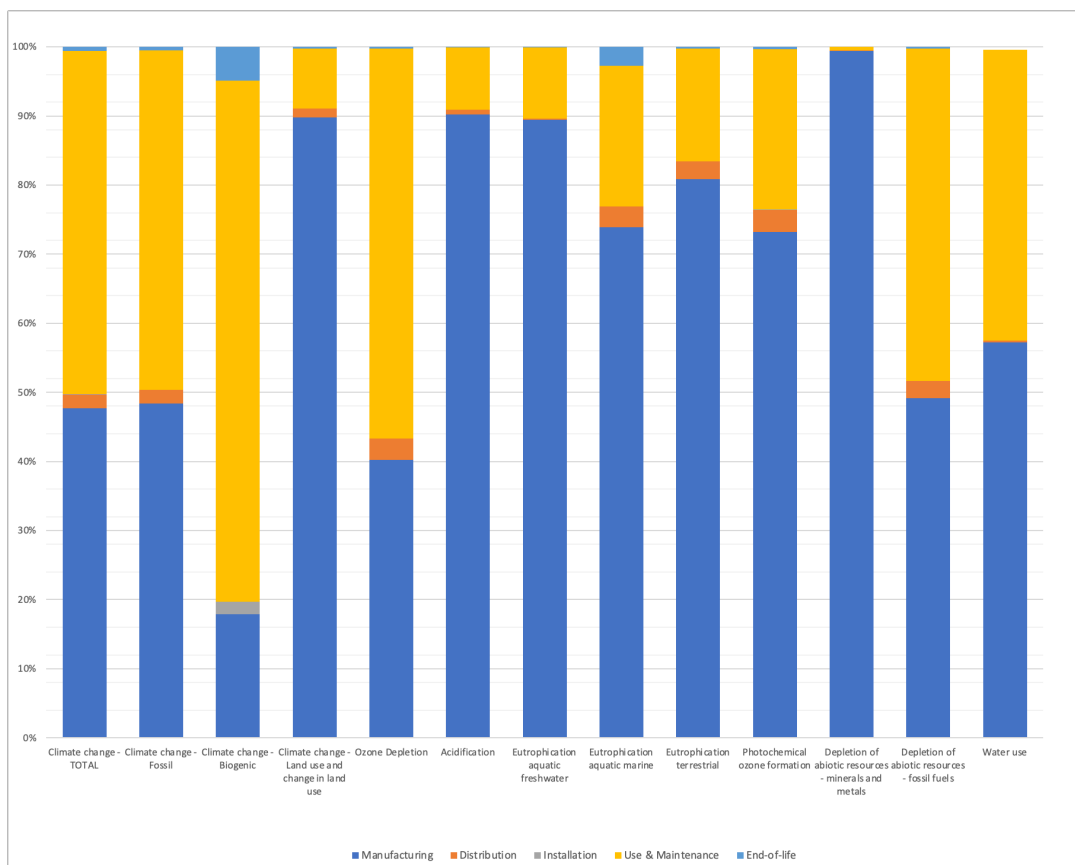


Figura 3: Contributo dei diversi stages agli impatti ambientali della apparecchiatura di tipo "GSCM004/6"

6. REGOLE DI CALCOLO

Unità Funzionale

Tabella 12: unità funzionale

Unità funzionale	Descrizione / Funzione	Vita utile di servizio (RLS)
1 singola Apparecchiatura (quadro elettrico) di tipo: - GSM001/1 - GSCM004/6	Scomparto di media tensione, con involucro metallico isolato in gas, per la distribuzione dell'energia elettrica, presso cabine primarie con tensione nominale massima di 24kV e una corrente nominale di 16 kA, accessoriata con interruttori di media tensioni, protezioni per l'apertura e chiusura automatica o manuale del circuito MT e trasformatori per la lettura delle correnti	20 anni

Qualità dei dati

I dati primari di inventario (sito specifici) sono stati forniti da Boffetti in relazione all'anno solare 2024.

I dati secondari usati riguardano essenzialmente i processi selezionati per modellizzare gli impatti ambientali connessi alla produzione dei materiali in ingresso al sistema, ai sistemi di trasporto, ai processi di smaltimento rifiuti e di fine vita.

I dati considerati come proxy data hanno un contributo largamente inferiore al 10% per tutti gli indicatori.

È stata condotta una valutazione semi-quantitativa dei data set utilizzati, secondo i principi di:

- rappresentatività geografica;
- rappresentatività tecnologica;
- rappresentatività temporale.

I livelli di qualità dei dati sono risultati buoni.

Regole di cut-off

In cut off sono stati considerati:

- alcuni dei materiali costituenti il prodotto finito, che hanno una massa e un impatto stimato complessivamente trascurabile rispetto al prodotto oggetto di studio (massa totale inferiore al 2% del peso totale del quadro elettrico);
- gli imballi dei materiali approvvigionati (es. ferramenta e piccoli componenti, che arrivano in scatole di cartone o in casse di ferro riutilizzabili), in quanto il loro contributo non è tale da modificare i risultati dello studio (trattasi di materiale di peso unitario limitato rispetto al peso delle consegne con cui è approvvigionato);
- i flussi di materia ed energia relativi alle fasi di smantellamento e di manutenzione della apparecchiatura a fine vita (trattasi di contributi tali da non modificare sensibilmente i risultati finali dello studio: le operazioni di smantellamento e gli eventuali interventi di manutenzione avvengono prevalentemente mediante l'impiego di attrezzi manuali), nonché i rifiuti prodotti durante le attività di installazione e manutenzione della apparecchiatura messa in opera.

Regole di allocazione

I criteri di allocazioni usati sono conformi agli standard di riferimento e sono dettagliati nella seguente tabella:

Tabella 13: regole di allocazione

Parametro d'inventario	Ipotesi e allocazioni
Consumi di materie prime e materiale approvvigionato	I consumi relativi al materiale usato per produrre le apparecchiature in esame sono stati ricavati dalla distinta base del prodotto finito. Per le sole materie prime approvvigionate e successivamente lavorate nel reparto carpenteria è stato considerato uno scarto. Non è quindi fatta nessuna allocazione.
Consumi di energia elettrica	I consumi di energia elettrica totali di stabilimento sono stati allocati: - per Chignolo: sui kg di prodotto lavorati nel reparto carpenteria nell'anno di riferimento, trattandosi delle lavorazioni maggiormente energivore; il dato è stato ricavato al netto dei consumi stimati per le

Parametro d'inventario	Ipotesi e allocazioni
	attività di stampaggio (nuova attività 2024, il cui dato è stato ricavato come differenza dei consumi dell'anno 2024 rispetto all'anno 2023); - per Bonate: sulle ore lavorate nell'anno di riferimento, trattandosi di attività di assemblaggio di apparecchiature che possono avere caratteristiche e consumi energetici associati molto diversi. Sono stati inoltre considerati i consumi per le successive fasi di installazione e manutenzione (che avvengono presso il cliente), calcolati sulla base delle attrezzature impiegate, come meglio spiegato ai capitoli successivi. Essendo limitata l'incidenza dei consumi di energia elettrica (minore del 3% degli impatti calcolati) non è stato ritenuto necessario procedere con ulteriori approfondimenti.
Consumi di gas metano, acqua, manutenzioni, emissioni in atmosfera e rifiuti	Stesse modalità di allocazione di cui all'energia elettrica. Il gas naturale è impiegato per il riscaldamento degli ambienti di lavoro.

7. SCENARI CONSIDERATI E RELATIVE ASSUNZIONI

Le fasi del ciclo di vita considerate sono illustrate in tabella 1. Nello specifico, le attività incluse nello studio sono:

Produzione e consumo di:

- materie prime (lamiere, piatti, tubi, tondi, ecc.), che possono subire lavorazioni interne di carpenteria leggera e trattamenti superficiali;
- materiali approvvigionati, acquistati come componenti finiti e montati direttamente in fase di assemblaggi (es. cavi elettrici, materiale vario in plastica, in acciaio, molle, torneria, ecc.);
- imballi del prodotto finito: il quadro elettrico è protetto con un sacco in PE, posizionato su un pallet di legno e pronto per la spedizione;
- principali e materie ausiliarie (quali: oli, grassi, gas tecnici per saldatura e tagli laser);
- consumi di energia elettrica;
- consumi di gas metano, usato per il riscaldamento degli ambienti di lavoro.

Per quanto riguarda la logistica in ingresso, le materie prime e i materiali sono approvvigionati prevalentemente su gomma. Alcuni materiali sono approvvigionati dalla Cina o dall'Inghilterra ed è stato considerato un tragitto su nave.

I consumi generali di stabilimento (Chignolo e Bonate) comprendono:

- consumo di risorse idriche, per scopi igienico-sanitari;
- produzione di rifiuti;
- emissioni in atmosfera e scarichi idrici (di natura domestica).

Distribuzione del prodotto finito: sono stati considerati i dati specifici di distribuzione del prodotto finito e imballato direttamente al cliente finale relativi all'anno 2024. La distribuzione del prodotto finito è avvenuta in Italia, interamente su gomma (tranne una piccola tratta in nave le destinazioni in Sicilia).

Installazione: sono stati considerati i principali flussi energetici necessari alla corretta installazione del prodotto (energia elettrica), nonché il fine vita degli imballi del prodotto finito.

Uso e manutenzione: l'apparecchiatura contiene componenti che dissipano energia durante l'uso. È stata quindi calcolata l'energia dissipata durante la vita utile del quadro elettrico (pari a 22,4 W per il quadro GSM001/1 e 36,6 W per il quadro GSCM004/6), considerando la corrente d'impiego massima (630 A), il valore delle resistenze fornite da specifiche tecniche e assumendo un fattore di utilizzo del 30%, applicato alla corrente nominale. Il passaggio di corrente infatti non è continuo, ma dipende dall'utilizzo degli utenti connessi alla cabina. Le eventuali manutenzioni sono a richiesta del cliente e prevedono l'impiego di attrezzi

prevalentemente manuali. Sono state considerate inoltre le eventuali perdite di gas SF₆, pari a 0,10%, come da perdita massima annuale da garantita.

Fine vita: lo scenario di smaltimento finale dei rifiuti è stato modellizzato considerando le percentuali di recupero e smaltimento in discarica per le diverse classi merceologiche, secondo scenari italiani e secondo alcune assunzioni (adottate per materiale stampato a Chignolo, vetronite, manometro, Sali igroscopici, elemento in GPO3, ampolla).

È stato inoltre considerato il trasporto dei rifiuti prodotti dal sito di installazione agli impianti di trattamento.

Nello studio sono stati considerati i seguenti mix energetici:

- consumi di stabilimento - Chignolo: 87% energia elettrica approvvigionata da rete e 13% dall'impianto fotovoltaico;
- consumi di stabilimento - Bonate: 100% energia elettrica approvvigionata da rete
- consumi presso cliente (installazione ed energia dissipata durante l'uso): 100% approvvigionamento di energia elettrica da rete;
- per l'energia elettrica di stabilimento è stato usato l'Italian residual mix come risulta dal documento AIB 2024, sulla produzione dell'energia elettrica consumata in Italia nel 2023 (processo presente in Ecoinvent).

8. RIFERIMENTI

- Studio LCA per EPD di una apparecchiatura MT prefabbricata con involucro metallico isolato in gas: MV Switchgear 2L+1 T SF6 24 kV 16 kA AFL IP3X C3H GSM001/1, rev. 00 del 30/06/2025
- EN 50693:2019 Product category rules for life cycle assessments of electronic and electrical products and systems
- Regolamento del Programma EPDItaly vers. 6.0 del 30/10/2023
- Core-PCR EPDItaly007 "Electronic and electrical products and systems", rev. 3.1 del 12/11/2024.
- Sub-PCR EPDItaly015 "Electronic and electrical products and systems – switchboards", rev. 2 del 01/07/2024
- Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2024 (dati 2022) – produzione e preparazione per il riutilizzo, riciclaggio e altre forme di recupero di materia dei rifiuti da costruzioni e demolizioni
- Rapporto rifiuti urbani ISPRA 2024 (dati 2023) – elaborazione ISPRA su dati CONAI e Consorzi di filiera
- ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework
- ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines
- ISO 14020:2000 Environmental labels and declarations - General principles
- UNI EN ISO 14025:2010, Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure