



DICHIARAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO

**PASS M0 DCB 145/170kV,
Modulo ibrido ad alta tensione
prodotto standard e prodotto con
alternative drive**

**Hitachi Energy Italy S.p.A.
Via dei Ceramisti, I-26900 Lodi,
Italia**

In conformità alla ISO 14025 e EN 50693:2019

Program Operator	EPDIItaly
Publisher	EPDIItaly

Numero della dichiarazione	PASS M0 DCB 145/170kV rev2
Numero di Registrazione	EPDITALY0826

Data di rilascio	27 / 09 / 2024
Valida fino a	27 / 09 / 2029



www.epditaly.it

INFORMAZIONI GENERALI

EPD OWNER	
Nome della società	Hitachi Energy Italy S.p.A.
Sede legale	Viale Fulvio Testi 280/6 20126, Milano (MI)
Contatti per informazioni sull'EPD	Ing. Granata Carlo

PROGRAM OPERATOR	
EPDIItaly	Via Gaetano De Castillia n° 10 - 20124 Milano, Italy

INFORMAZIONI SULL'EPD	
Nome prodotto/i	PASS M0 DCB 145/170kV
Sito/i	Via dei Ceramisti snc Località San Grato, 26900 Lodi, Italia
Descrizione sintetica e informazioni tecniche del prodotto/i	PASS M0 DCB , interruttore-sezionatore ibrido. Si tratta di un innovativo modulo ibrido (Plug and Switch System), dove il termine “ibrido” sta ad indicare una combinazione fra una tradizionale apparecchiatura isolata in aria (AIS) e un più recente modulo blindato isolato in gas SF ₆ (GIS), che sfrutta quindi i vantaggi delle due diverse tecnologie. Questa soluzione ibrida utilizza gli apparecchi di manovra isolati in gas già esistenti, provati e sperimentati, ma anche una sbarra AIS convenzionale per collegare i vari moduli ibridi. Tutte le funzioni (ad eccezione dei trasformatori di corrente toroidali) sono integrate in un unico involucro isolato in gas SF ₆
Campo di applicazione del prodotto/i	Apparecchiature elettriche di alta tensione
Norme di riferimento del prodotto/i (se presenti)	EN 50693:2019 Product category rules for life cycle assessments of electronic and electrical products and systems; 2019;
CPC Code (numero) https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ	46211 – “Electrical apparatus for switching or protecting electrical circuits, or for making connections to or in electrical circuits, for a voltage exceeding 1000 V”

INFORMAZIONI SULLA VERIFICA	
PCR (titolo, versione, data di pubblicazione o aggiornamento)	EPDIItaly PCR EPDIItaly012 Electronic and Electrical Products and Systems - Switches; Rev. 0; 16/03/2020; EPDIItaly PCR EPDIItaly007 Electronic and Electrical Products and Systems; Rev. 3; 13/01/2023;
Regolamento EPDIItaly (versione, data di pubblicazione o aggiornamento)	EPD Italy REGOLAMENTO DEL PROGRAMMA EPDIItaly - Revisione 6.0 (30/10/2023)
Project Report LCA	RAPPORTO LCA-CFP PASS M0 DCB 145/170KV, MODULO IBRIDO AD ALTA TENSIONE

	PRODOTTO STANDARD E PRODOTTO CON ALTERNATIVE rev.1 23/09/2024
Statement Verifica Indipendente	<p>La revisione della PCR è stata eseguita da Ing. Daniele Pace, Arch. Michele Paleari, Ing. Sara Toniolo – info@epditaly.it.</p> <p>Verifica indipendente della dichiarazione e dei dati svolta secondo ISO 14025:2010.</p> <p><input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Esterna</p> <p>Verifica di terza parte eseguita da: ICMQ S.p.A., via Gaetano De Castilla n° 10 - 20124 Milano, Italia. Accreditato da Accredia.</p>
Statement Comparabilità	Dichiarazioni ambientali pubblicate all'interno della stessa categoria di prodotto, ma provenienti da programmi differenti, potrebbero non essere confrontabili.
Statement Responsabilità	<p>L'EPD Owner solleva EPDItaly da qualunque inosservanza della legislazione ambientale. Il titolare della dichiarazione sarà responsabile per le informazioni e gli elementi di prova giustificativi.</p> <p>EPDItaly declina ogni responsabilità riguardo alle informazioni, ai dati e ai risultati forniti dall'EPD Owner per la valutazione del ciclo di vita.</p>

ULTERIORI INFORMAZIONI

Supporto tecnico	Materials for Energy and Environment Lab Department of Chemistry, Materials and Chemical Engineering "Giulio Natta" Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, Italy
------------------	--

Azienda

Hitachi Energy Italy S.p.A.

Hitachi Energy è un leader tecnologico globale. Con oltre 36.000 dipendenti in 90 paesi e sede in Svizzera, l'azienda serve i clienti delle utility, dell'industria e delle infrastrutture lungo la catena del valore, oltre a settori emergenti come la mobilità sostenibile, le smart city, l'accumulo di energia e i data center. Con una comprovata esperienza, impronta globale e ineguagliabile base installata, Hitachi Energy coniuga valori sociali, ambientali ed economici ed è in prima linea per fornire energia per un futuro sostenibile, con tecnologie pionieristiche e digitali, quale partner preferenziale per la realizzazione di reti più solide, più intelligenti e più sostenibili.

Hitachi Energy è organizzata nelle seguenti quattro Business Unit globali:

- » Grid Automation
- » Grid Integration
- » High Voltage Products
- » Transformer

ed è leader mondiale nella Grid Automation, nei Trasformatori, nei prodotti HV e nelle tecnologie HVDC.

In Italia è presente con un team di circa 700 dipendenti e sei sedi, che coprono tutte le Business Unit.

Con headquarter e attività Grid Integration a Sesto San Giovanni, unità operative a Lodi (High Voltage), Monselice (Transformer), Santa Palomba e Genova (Grid Automation) e uffici a Roma, Hitachi Energy Italy S.p.A. è punto di riferimento nel panorama locale, con molte realizzazioni negli oltre 150 anni di storia, con tutti i principali operatori.

Inoltre, dalle sue fabbriche e dai suoi centri di competenza italiani serve i mercati globali con prodotti e soluzioni all'avanguardia.

[Hitachi Energy – Advancing a sustainable energy future for all](#)

Stabilimento di Lodi

Lo stabilimento di Lodi nasce nel 1926 come Officine Adda ed è entrato nel gruppo ABB a seguito di un'acquisizione nel 1988. Rappresenta un centro di eccellenza per la progettazione e produzione di moduli ibridi di alta tensione.

Unità produttiva per sistemi PASS, COMPASS, MFM (Multi Functional Modules), GIS e altri, all'avanguardia per processi produttivi e qualità, ha ottenuto le certificazioni ISO 14001, ISO 45001 e ISO 9001:2005.

Campo di applicazione e tipo di EPD

Oggetto di studio: PASS M0 DCB

L'oggetto di studio del presente rapporto LCA è **PASS M0 DCB**, interruttore-sezionatore ibrido. Si tratta di un innovativo modulo ibrido (Plug and Switch System), dove il termine "ibrido" sta ad indicare una combinazione fra una tradizionale apparecchiatura isolata in aria (AIS) e un più recente modulo blindato isolato in gas SF₆ (GIS), che sfrutta quindi i vantaggi delle due diverse tecnologie. Questa soluzione ibrida utilizza gli apparecchi di manovra isolati in gas già esistenti, provati e sperimentati, ma anche una sbarra AIS convenzionale per collegare i vari moduli ibridi. Tutte le funzioni (ad eccezione dei trasformatori di corrente toroidali) sono integrate in un unico involucro isolato in gas SF₆:

- Circuit breaker (interruttore);
- Disconnectors (sezionatori);
- Earth switches (sezionatori di terra);
- Current transformers (trasformatori di corrente);
- Fast earthing switches (sezionatori di terra);
- SF₆ VTs and voltage sensor (trasformatore di tensione isolato in SF₆).

Il prodotto oggetto dello studio è classificato alla voce CPC46211. Per i prodotti appartenenti a questa classe si applica la PSR EPDItaly012.

Nella presente EPD è stato valutato il prodotto in due varianti: la versione standard del prodotto PASS M0 DCB, e la versione con un alternative drive.

Il prodotto è pensato per il mercato B2B.

Unità dichiarata e flusso di riferimento

In conformità con la PCR EPDItaly012, che è una PSR per il prodotto in questione, il singolo interruttore è scelto come unità dichiarata (UD) e assolve la funzione di stabilire o interrompere la continuità elettrica del circuito al quale è applicato, per una vita di servizio (RSL, Reference Service Life) assunta pari a 20 anni.

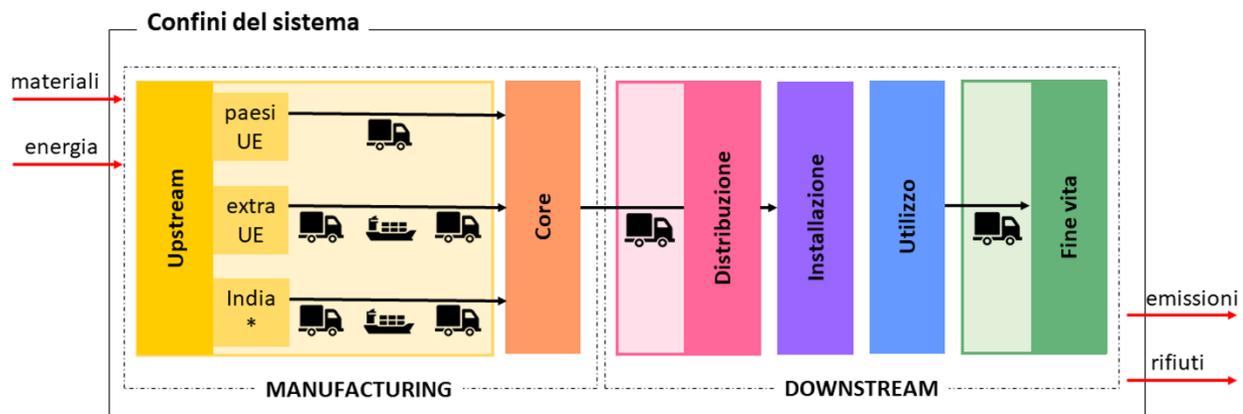
Il flusso di riferimento è definito dall'insieme dei materiali, componenti, e flussi di energia necessari alla produzione di una unità dichiarata.

Confini del sistema

È stato analizzato tutto il ciclo di vita di PASS M0 DCB "dalla culla alla tomba" ("from cradle to grave").

Il ciclo di vita del prodotto è suddiviso in sei stadi, come rappresentato in FIGURA 1. In accordo con la PSR EPDItaly012, i sei stadi sono raggruppati in tre moduli: *Upstream*, *Core* e *Downstream*. I moduli *Upstream* e *Core* appartengono alla fase di produzione (*Manufacturing*) di PASS M0 DCB. Il modulo *Downstream* è a sua volta suddiviso in quattro fasi: *Distribuzione*, *Installazione*, *Utilizzo*, *Fine vita*.

FIGURA 1: Confini del sistema e 6 fasi del ciclo di vita di PASS M0 DCB



Upstream Il modulo *Upstream* comprende l'acquisizione delle materie prime, dei semilavorati e dei prodotti ancillari; il trattamento dei rifiuti prodotti in queste stesse fasi; il trasporto delle materie prime, dei semilavorati e dei prodotti ancillari al sito produttivo di Lodi.

Core Il modulo *Core* descrive tutte le attività che sono gestite direttamente dal committente, il cui stabilimento di riferimento è sito in Lodi. Il modulo comprende le seguenti attività: le lavorazioni e l'assemblaggio dei componenti che avvengono nel sito produttivo di Lodi; la produzione degli imballaggi del prodotto finito; lo smaltimento e il trattamento dei rifiuti generati durante il processo produttivo; il caricamento dell'apparecchiatura con gas SF₆, al fine di eseguire i necessari test prestazionale, e il successivo svuotamento della stessa.

Downstream Il modulo *Downstream* è suddiviso in quattro fasi: *Distribuzione*, *Installazione*, *Utilizzo*, *Fine Vita*. La fase di *Distribuzione* descrive il trasporto su gomma al sito di installazione con partenza dal sito produttivo di Lodi. La fase di *Installazione* comprende il caricamento in situ dell'apparecchiatura con il gas SF₆; è incluso in questa fase anche il fine vita degli imballaggi, come richiesto dalla PSR EPDIItaly012. Nella fase di *Utilizzo* vengono conteggiate: l'energia dissipata nella fase di esercizio dalla resistenza del circuito principale, l'energia consumata continuamente dall'armadio e le perdite annue di SF₆ durante la vita di servizio del prodotto. La fase di *Fine vita* comprende le operazioni che vanno dalla disattivazione (decommissioning) allo smaltimento effettivo del prodotto al termine della sua vita di servizio. Le principali operazioni di fine vita sono: rimozione in situ del gas SF₆ e disinstallazione dell'apparecchiatura; trasporto dell'apparecchiatura al centro di smontaggio; operazioni di smontaggio; distribuzione e destinazione dei vari flussi di materiali inviati a riciclo, recupero energetico o discarica. I processi di trattamento finale dei rifiuti (discarica e incenerimento) sono inclusi in questa fase.

Software e database utilizzati

Le elaborazioni sono state eseguite con il software SimaPro 9.5. I dati secondari sono stati modellati sulla base del database ecoinvent 3.9.1.

Descrizione dettagliata del prodotto

Funzione e caratteristiche del prodotto

PASS M0 DCB è un interruttore-sezionatore ibrido. Si tratta di un innovativo modulo ibrido (Plug and Switch System), dove il termine “ibrido” sta ad indicare una combinazione fra una tradizionale apparecchiatura isolata in aria (AIS) e un più recente modulo blindato isolato in gas SF₆ (GIS), che sfrutta quindi i vantaggi delle due diverse tecnologie. Il modulo ibrido integra diverse funzioni in un unico modulo: interruttore, sezionatore, sezionatore di terra, trasformatore di tensione isolato in SF₆ e trasformatore di corrente.

La funzione dell'interruttore-sezionatore è compiutamente definita dalle proprietà riportate in Tabella 1.

TABELLA 1 Caratteristiche tecniche di PASS M0 DCB

Tensione nominale - Rated (or Nominal) Voltage	170 kV
Frequenza nominale - Rated (or Nominal) Frequency	50/60 Hz
Corrente nominale - Rated Normal Current (or Nominal Current Intensity)	2000 - 3150 A
Corrente nominale di corto circuito - Rated Short-Circuit Current (or Nominal short-circuit breaking capacity)	40 kA
Numero di poli – number of poles	3
Gas isolante - Insulating Gas	SF ₆
Livello di inquinamento - Pollution level (IEC 60815-1)	Classe e (very Heavy)
Perdite - Leakage Rate	<0.5%/year

Composizione del prodotto

La composizione in termini percentuali e la massa totale di PASS M0 DCB, sia nella versione standard che con alternative drive, sono riportati in Tabella 2. Il prodotto contiene esafluoruro di zolfo SF₆ come isolante.

TABELLA 2 Composizione in massa di PASS M0 DCB per UD

MATERIALE	Prodotto standard		Prodotto con alternative drive	
	Quantità [kg]	Percentuale [%]	Quantità [kg]	Percentuale [%]
Alluminio	1626.13	32.96%	1665.13	30.04%
Acciaio	2275.07	46.11%	2718.2	49.04%
Acciaio SS	141.25	2.86%	205.25	3.70%
Rame	301.25	6.11%	315.25	5.69%
Poliestere	2.2	0.04%	2.2	0.04%
Fibra di vetro	63.54	1.29%	63.54	1.15%
Teflon	24.72	0.50%	24.72	0.45%
Cavo	0.6	0.01%	0.6	0.01%
Plastica	61.76	1.25%	87.76	1.58%
Materiale elettrico	27.5	0.56%	19.5	0.35%
Silicone	155.22	3.15%	155.22	2.80%
Grasso	1.1	0.02%	1.1	0.02%
Resina/Gomma	181.80	3.68%	211.8	3.82%
SF ₆	72	1.46%	72	1.30%
TOTALE	4934.13		5542.27	

L'imballaggio del prodotto finito è composto dai seguenti materiali: 270 kg di legno, 24 kg di acciaio e 6 kg di plastica.

Nel prodotto non sono presenti sostanze ad elevato grado di preoccupazione, di conseguenza il prodotto non presenta tossicità o altre classi di pericolosità (<https://echa.europa.eu/candidate-list-table>).

L'azienda dispone anche della certificazione ISO 45001 valida per il seguente campo applicativo: progettazione, produzione, installazione, messa in servizio e assistenza di apparecchiature e sistemi per trasmissione energia elettrica in alta tensione.

Risultati LCA

Come richiesto dalla PSR EPDIItaly012, i risultati obbligatori dell'analisi degli impatti sono suddivisi in tre gruppi: indicatori di impatto ambientale (TABELLA 3), indicatori di consumo di risorse (TABELLA 4) e indicatori di impatto ambientale per UD di PASS M0 DCB con alternative drive

INDICATORE	UM	UPSTREAM – Manufacturing	CORE – Manufacturing	DOWNSTREAM - Distribution	DOWNSTREAM - Installation	DOWNSTREAM - Use	DOWNSTREAM - End-of-life	Totale
GWP-total	kg CO2 eq	1.74E+05	5.83E+03	3.07E+02	1.63E+02	2.48E+04	2.19E+03	2.08E+05
GWP-fossil	kg CO2 eq	1.74E+05	6.18E+03	3.06E+02	2.40E+01	2.43E+04	2.17E+03	2.07E+05
GWP-biogenic	kg CO2 eq	4.36E+02	-3.52E+02	2.37E-01	1.39E+02	5.63E+02	2.07E+01	8.07E+02
GWP-luluc	kg CO2 eq	2.19E+02	1.12E+00	1.45E-01	7.69E-03	8.79E-01	2.36E-01	2.22E+02
ODP	kg CFC11 eq	1.19E-01	1.60E-04	6.74E-06	3.81E-07	1.29E-04	1.56E-05	1.20E-01
AP	mol H+ eq	1.11E+03	5.27E+00	1.27E+00	9.33E-02	2.07E+01	2.71E+00	1.14E+03
EP-freshwater	kg P eq	6.17E+01	1.52E-01	2.20E-02	1.69E-03	9.57E-01	6.94E-02	6.29E+01
EP-marine	kg N eq	2.10E+02	1.77E+00	4.83E-01	3.98E-02	3.79E+00	9.23E-01	2.17E+02
EP-terrestrial	mol N eq	1.96E+03	1.89E+01	5.15E+00	4.18E-01	4.34E+01	9.66E+00	2.04E+03
POCP	kg NMVOC eq	8.05E+02	1.44E+01	1.93E+00	1.35E-01	1.83E+01	3.53E+00	8.43E+02
ADP-minerals&metals	kg Sb eq	5.85E+00	2.56E-03	8.32E-04	5.35E-05	4.42E-03	1.39E-03	5.86E+00
ADP-fossil	MJ	1.85E+06	8.49E+04	4.51E+03	2.27E+02	8.84E+04	9.38E+03	2.04E+06
WDP	m3 depriv.	2.90E+04	1.22E+02	2.16E+01	1.30E+00	3.45E+03	1.66E+02	3.28E+04

Legenda: GWP = Global Warming Potential total, GWP-fossil = Global Warming Potential fossil fuels, GWP-biogenic = Global Warming Potential biogenic, GWP-luluc = Global Warming Potential land use and land use change, ODP = Depletion potential of the stratospheric ozone layer, AP = Acidification potential, Accumulated Exceedance, EP-freshwater = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment, EP-marine = Eutrophication potential, nutrients fraction reaching marine end compartment, EP-terrestrial = Eutrophication potential, Accumulated Exceedance, POCP = Formation potential of tropospheric ozone, ADP-minerals&metals = Abiotic Depletion for non-fossil resources potential, ADP-fossil = Abiotic Depletion for fossil resources potential, WDP = Water deprivation potential, deprivation-weighted water consumption.

TABELLA 5) e indicatori di produzione di rifiuti (TABELLA 7). I risultati sono riportati suddivisi nei tre moduli (*Upstream, Core, Downstream*).

Gli indicatori di cambiamento climatico GWP-total, GWP-fossil, GWP-biogenic, GWP-luluc sono calcolati in conformità alla norma EN 14067:2018 relativa alla Carbon Footprint di prodotto (CFP).

Per il calcolo di tutti gli indicatori sono state incluse le emissioni a lungo termine e sono state escluse le infrastrutture.

TABELLA 3 Indicatori di impatto ambientale per UD di PASS M0 DCB standard

INDICATORE	UM	UPSTREAM – Manufacturing	CORE – Manufacturing	DOWNSTREAM - Distribution	DOWNSTREAM - Installation	DOWNSTREAM - Use	DOWNSTREAM - End-of-life	Totale
GWP-total	kg CO2 eq	1.43E+05	5.83E+03	2.75E+02	1.64E+02	2.48E+04	2.02E+03	1.76E+05
GWP-fossil	kg CO2 eq	1.42E+05	6.18E+03	2.75E+02	2.51E+01	2.43E+04	2.00E+03	1.75E+05
GWP-biogenic	kg CO2 eq	3.60E+02	-3.52E+02	2.13E-01	1.39E+02	5.63E+02	2.06E+01	7.31E+02
GWP-luluc	kg CO2 eq	1.80E+02	1.12E+00	1.30E-01	8.22E-03	8.79E-01	2.15E-01	1.83E+02
ODP	kg CFC11 eq	1.08E-01	1.60E-04	6.05E-06	4.05E-07	1.29E-04	1.45E-05	1.08E-01
AP	mol H+ eq	9.30E+02	5.27E+00	1.14E+00	9.78E-02	2.07E+01	2.50E+00	9.60E+02
EP-freshwater	kg P eq	5.21E+01	1.52E-01	1.97E-02	1.77E-03	9.57E-01	6.58E-02	5.33E+01
EP-marine	kg N eq	1.72E+02	1.77E+00	4.33E-01	4.15E-02	3.79E+00	8.40E-01	1.79E+02
EP-terrestrial	mol N eq	1.62E+03	1.89E+01	4.62E+00	4.36E-01	4.34E+01	8.83E+00	1.69E+03
POCP	kg NMVOC eq	6.61E+02	1.44E+01	1.74E+00	1.41E-01	1.83E+01	3.23E+00	6.99E+02
ADP-minerals&metals	kg Sb eq	5.40E+00	2.56E-03	7.47E-04	5.70E-05	4.42E-03	1.26E-03	5.41E+00
ADP-fossil	MJ	1.52E+06	8.49E+04	4.05E+03	2.42E+02	8.84E+04	8.73E+03	1.70E+06
WDP	m3 depriv.	2.46E+04	1.22E+02	1.94E+01	1.37E+00	3.45E+03	1.62E+02	2.83E+04

Legenda: GWP = Global Warming Potential total, GWP-fossil = Global Warming Potential fossil fuels, GWP-biogenic = Global Warming Potential biogenic, GWP-luluc = Global Warming Potential land use and land use change, ODP = Depletion potential of the stratospheric ozone layer, AP = Acidification potential, Accumulated Exceedance, EP-freshwater = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment, EP-marine = Eutrophication potential, nutrients fraction reaching marine end compartment, EP-terrestrial = Eutrophication potential, Accumulated Exceedance, POCP = Formation potential of tropospheric ozone, ADP-minerals&metals = Abiotic Depletion for non-fossil resources potential, ADP-fossil = Abiotic Depletion for fossil resources potential, WDP = Water deprivation potential, deprivation-weighted water consumption.

TABELLA 4 Indicatori di impatto ambientale per UD di PASS M0 DCB con alternative drive

INDICATORE	UM	UPSTREAM – Manufacturing	CORE – Manufacturing	DOWNSTREAM - Distribution	DOWNSTREAM - Installation	DOWNSTREAM - Use	DOWNSTREAM - End-of-life	Totale
GWP-total	kg CO2 eq	1.74E+05	5.83E+03	3.07E+02	1.63E+02	2.48E+04	2.19E+03	2.08E+05
GWP-fossil	kg CO2 eq	1.74E+05	6.18E+03	3.06E+02	2.40E+01	2.43E+04	2.17E+03	2.07E+05
GWP-biogenic	kg CO2 eq	4.36E+02	-3.52E+02	2.37E-01	1.39E+02	5.63E+02	2.07E+01	8.07E+02
GWP-luluc	kg CO2 eq	2.19E+02	1.12E+00	1.45E-01	7.69E-03	8.79E-01	2.36E-01	2.22E+02
ODP	kg CFC11 eq	1.19E-01	1.60E-04	6.74E-06	3.81E-07	1.29E-04	1.56E-05	1.20E-01
AP	mol H+ eq	1.11E+03	5.27E+00	1.27E+00	9.33E-02	2.07E+01	2.71E+00	1.14E+03
EP-freshwater	kg P eq	6.17E+01	1.52E-01	2.20E-02	1.69E-03	9.57E-01	6.94E-02	6.29E+01
EP-marine	kg N eq	2.10E+02	1.77E+00	4.83E-01	3.98E-02	3.79E+00	9.23E-01	2.17E+02
EP-terrestrial	mol N eq	1.96E+03	1.89E+01	5.15E+00	4.18E-01	4.34E+01	9.66E+00	2.04E+03
POCP	kg NMVOC eq	8.05E+02	1.44E+01	1.93E+00	1.35E-01	1.83E+01	3.53E+00	8.43E+02
ADP-minerals&metals	kg Sb eq	5.85E+00	2.56E-03	8.32E-04	5.35E-05	4.42E-03	1.39E-03	5.86E+00
ADP-fossil	MJ	1.85E+06	8.49E+04	4.51E+03	2.27E+02	8.84E+04	9.38E+03	2.04E+06
WDP	m3 depriv.	2.90E+04	1.22E+02	2.16E+01	1.30E+00	3.45E+03	1.66E+02	3.28E+04

Legenda: GWP = Global Warming Potential total, GWP-fossil = Global Warming Potential fossil fuels, GWP-biogenic = Global Warming Potential biogenic, GWP-luluc = Global Warming Potential land use and land use change, ODP = Depletion potential of the stratospheric ozone layer, AP = Acidification potential, Accumulated Exceedance, EP-freshwater = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment, EP-marine = Eutrophication potential, nutrients fraction reaching marine end compartment, EP-terrestrial = Eutrophication potential, Accumulated Exceedance, POCP = Formation potential of tropospheric ozone, ADP-minerals&metals = Abiotic Depletion for non-fossil resources potential, ADP-fossil = Abiotic Depletion for fossil resources potential, WDP = Water deprivation potential, deprivation-weighted water consumption.

TABELLA 5 Indicatori di consumo delle risorse per UD di PASS M0 DCB standard

INDICATORE	UM	UPSTREAM – Manufacturing	CORE – Manufacturing	DOWNSTREAM – Distribution	DOWNSTREAM – Installation	DOWNSTREAM – Use	DOWNSTREAM – End-of-life	Totale
PENRE	MJ	1.51E+06	8.47E+04	4.05E+03	3.59E+02	8.84E+04	1.18E+04	1.70E+06
PERE	MJ	1.56E+05	5.26E+03	5.94E+01	1.86E+03	2.17E+04	8.70E+02	1.86E+05
PENRM	MJ	4.65E+03	2.65E+02	0.00E+00	-1.17E+02	0.00E+00	-3.06E+03	1.74E+03
PERM	MJ	0.00E+00	5.27E+03	0.00E+00	-1.86E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.41E+03
PENRT	MJ	1.52E+06	8.49E+04	4.05E+03	2.42E+02	8.84E+04	8.73E+03	1.70E+06
PERT	MJ	1.56E+05	1.05E+04	5.94E+01	5.30E+00	2.17E+04	8.70E+02	1.89E+05
FW	m ³	6.86E+02	4.66E+00	6.36E-01	8.45E-02	8.36E+01	5.32E+00	7.81E+02
MS	kg	9.52E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.52E+02
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

Legenda: PENRE=Use of non-renewable primary energy excluding non-renewable primary energy resources used as raw materials; PERE=Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials; PENRM=Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials; PERM = Use of renewable primary energy resources used as raw materials; PENRT=Total use of non-renewable primary energy resources ; PERT=Total use of renewable primary energy resources; FW=Use of net fresh water; MS=Use of secondary material; RSF=Use of renewable secondary fuels; NRSF=Use of non-renewable secondary fuels.

TABELLA 6 Indicatori di consumo delle risorse per UD di PASS M0 DCB con alternative drive

INDICATORE	UM	UPSTREAM – Manufacturing	CORE – Manufacturing	DOWNSTREAM – Distribution	DOWNSTREAM – Installation	DOWNSTREAM – Use	DOWNSTREAM – End-of-life	Totale
PENRE	MJ	1.85E+06	8.47E+04	4.51E+03	3.44E+02	8.84E+04	1.32E+04	2.04E+06
PERE	MJ	1.87E+05	5.26E+03	6.62E+01	1.86E+03	2.17E+04	8.80E+02	2.17E+05
PENRM	MJ	6.10E+03	2.65E+02	0.00E+00	-1.17E+02	0.00E+00	-3.87E+03	2.39E+03
PERM	MJ	0.00E+00	5.27E+03	0.00E+00	-1.86E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.41E+03
PENRT	MJ	1.85E+06	8.49E+04	4.51E+03	2.27E+02	8.84E+04	9.38E+03	2.04E+06
PERT	MJ	1.87E+05	1.05E+04	6.62E+01	5.06E+00	2.17E+04	8.80E+02	2.21E+05
FW	m ³	8.13E+02	4.66E+00	7.08E-01	8.23E-02	8.36E+01	5.55E+00	9.08E+02
MS	kg	9.52E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.52E+02
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

Legenda: PENRE=Use of non-renewable primary energy excluding non-renewable primary energy resources used as raw materials; PERE=Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials; PENRM=Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials; PERM = Use of renewable primary energy resources used as raw materials; PENRT=Total use of non-renewable primary energy resources ; PERT=Total use of renewable primary energy resources; FW=Use of net fresh water; MS=Use of secondary material; RSF=Use of renewable secondary fuels; NRSF=Use of non-renewable secondary fuels.

TABELLA 7 Indicatori di produzione di rifiuti per UD di PASS M0 DCB standard

INDICATORE	UM	UPSTREAM – Manufacturing	CORE – Manufacturing	DOWNSTREAM - Distribution	DOWNSTREAM - Installation	DOWNSTREAM - Use	DOWNSTREAM - End-of-life	Totale
HWD	kg	1.92E+02	2.77E+01	1.13E-01	4.57E-01	1.28E+00	1.25E+01	2.35E+02
NHWD	kg	2.13E+04	1.94E+02	3.55E+02	1.47E+01	2.64E+02	9.42E+02	2.31E+04
RWD	kg	1.56E+00	6.98E-03	1.23E-03	8.95E-05	6.87E-02	4.32E-03	1.64E+00
MER	kg	0.00E+00	1.39E+02	0.00E+00	9.78E+01	0.00E+00	4.55E+02	6.92E+02
MFR	kg	0.00E+00	8.23E+02	0.00E+00	1.99E+02	0.00E+00	3.98E+03	5.00E+03
CRU	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ETE	MJ	0.00E+00	2.13E+03	0.00E+00	2.87E+02	0.00E+00	3.45E+03	5.87E+03
EEE	MJ	0.00E+00	1.77E+02	0.00E+00	1.37E+02	0.00E+00	1.72E+03	2.04E+03

Legenda: HWD=Hazardous waste disposed; NHW=Non-hazardous waste disposed; RWD=Radioactive waste disposed; MER=Materials for energy recovery; MFR=Materials for recycling; CRU=Components for re-use; EET=Exported thermal energy; EEE=Exported electrical energy.

TABELLA 8 Indicatori di produzione di rifiuti per UD di PASS M0 DCB con alternative drive

INDICATORE	UM	UPSTREAM – Manufacturing	CORE – Manufacturing	DOWNSTREAM - Distribution	DOWNSTREAM - Installation	DOWNSTREAM - Use	DOWNSTREAM - End-of-life	Totale
HWD	kg	2.31E+02	2.77E+01	1.26E-01	4.56E-01	1.28E+00	1.37E+01	2.74E+02
NHWD	kg	2.62E+04	1.94E+02	3.96E+02	1.39E+01	2.64E+02	1.05E+03	2.81E+04
RWD	kg	1.87E+00	6.98E-03	1.38E-03	8.45E-05	6.87E-02	4.53E-03	1.95E+00
MER	kg	0.00E+00	1.39E+02	0.00E+00	9.78E+01	0.00E+00	4.96E+02	7.33E+02
MFR	kg	0.00E+00	8.23E+02	0.00E+00	1.99E+02	0.00E+00	4.49E+03	5.51E+03
CRU	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ETE	MJ	0.00E+00	2.13E+03	0.00E+00	2.87E+02	0.00E+00	3.77E+03	6.19E+03
EEE	MJ	0.00E+00	1.77E+02	0.00E+00	1.37E+02	0.00E+00	1.88E+03	2.19E+03

Legenda: HWD=Hazardous waste disposed; NHW=Non-hazardous waste disposed; RWD=Radioactive waste disposed; MER=Materials for energy recovery; MFR=Materials for recycling; CRU=Components for re-use; EET=Exported thermal energy; EEE=Exported electrical energy.

Interpretazione dei risultati

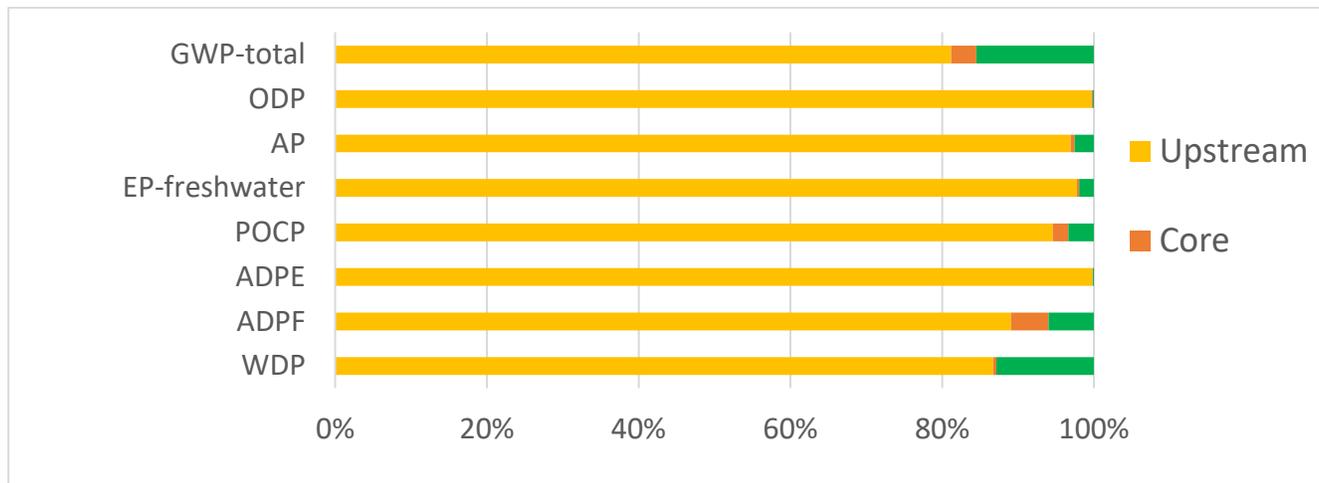


FIGURA 2 Contributo percentuale dei tre moduli rispetto all’impatto totale dell’UD di PASS M0 DCB standard

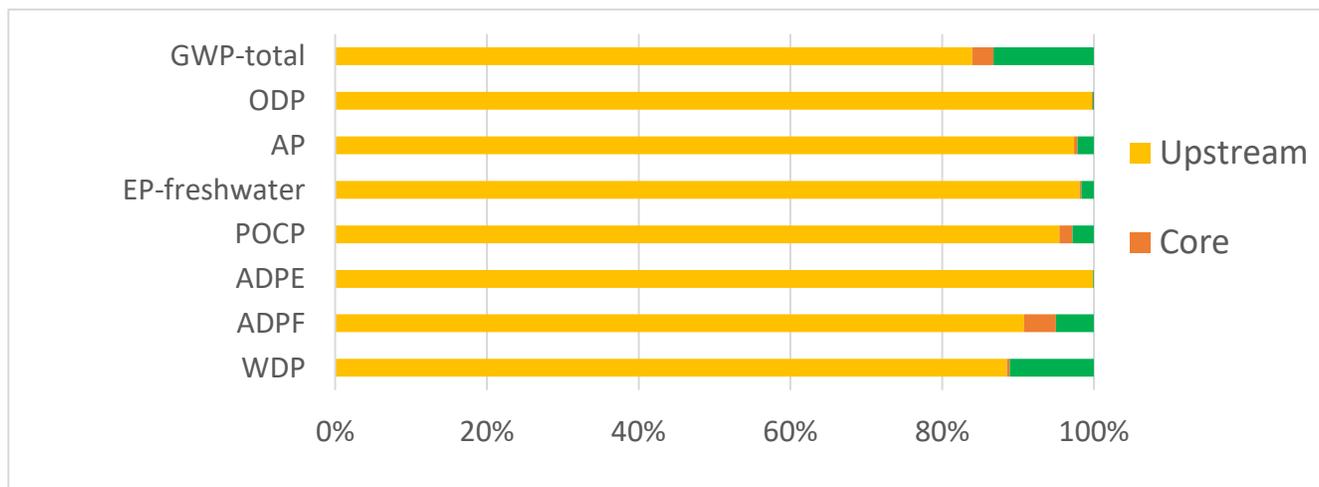


FIGURA 3 Contributo percentuale dei tre moduli rispetto all’impatto totale dell’UD di PASS M0 DCB con alternative drive

In tutte le categorie d’impatto considerate, e per entrambe le varianti del prodotto, gli impatti sono causati principalmente dal modulo *Upstream*, che ha un contributo superiore al 80% in tutte le categorie, mentre il modulo *Downstream* contribuisce solo parzialmente (6% in media), infine il contributo del modulo *Core* è inferiore all’ 3%.

Nel modulo *Upstream* gli impatti sono dovuti principalmente all’approvvigionamento delle materie prime ed alla produzione e lavorazione dei numerosi componenti del PASS. In particolare, il contributo maggiore sul cambiamento climatico (GWP) risulta essere la fase di utilizzo, a causa delle perdite di SF₆ e all’energia dissipata, pari al 15% del totale. Mentre, gran parte delle rimanenti emissioni sono da attribuire alle lavorazioni necessarie

per produrre le componenti in alluminio e acciaio nella fase di upstream. L'impatto sull'assottigliamento della fascia di ozono (ODP) è principalmente dovuto alla fusione di alluminio e alla produzione di Teflon. Anche l'acidificazione del terreno e del suolo (AP), l'eutrofizzazione (EP), la formazione di Ozono fotochimico (POCP) e il consumo di risorse fossili (ADP-fossil) sono da imputarsi principalmente alla fusione di alluminio. Il consumo di risorse, metalli e minerali (ADP – minerals and metals) è principalmente dovuto alla produzione dei componenti in alluminio, rame e acciaio.

La fase di *Utilizzo* è la principale responsabile degli impatti di *Downstream*, con contributi superiori al 66%, rispetto alle altre fasi di *Downstream*, in tutte le categorie considerate: ciò è imputabile all'energia consumata durante la vita di esercizio e l'energia elettrica dissipata dall'uso continuativo dell'anticondensa. Le perdite di SF₆ che avvengono durante la vita di servizio hanno un contributo rilevante sul GWP, mentre non impattano sulle altre categorie analizzate.

Il GWP totale è quasi esclusivamente (99%) determinato dalle emissioni nette di gas climalteranti di origine fossile.

Procedura di calcolo

Unità dichiarata

Il singolo interruttore è scelto come unità dichiarata (UD).

Esclusione dai confini del sistema

In conformità alla PSR EPDItaly012 sono esclusi dai confini del sistema le operazioni relative alla produzione, trasporto e installazione di beni strumentali (edifici, infrastrutture, macchinari, imballaggi per il trasporto interno) e le operazioni generali (viaggi del personale, azioni di marketing e comunicazione) in quanto non sono direttamente collegate al prodotto oggetto di studio.

Cut-off

In accordo con la PSR EPDItaly012 rev. 0 del 16/03/2020 [5] e la PCR EPDItaly007 rev. 3 del 13/01/2023 [6] non sono stati inclusi nell'inventario le seguenti attività:

- Produzione dei materiali che compongono il prodotto stesso la cui massa totale non supera lo 0.5% del peso totale del dispositivo, per i quali è stato descritto il materiale più presente all'interno del componente.
- Eventuali manutenzioni straordinarie eseguite sul prodotto.
- Dispositivi esterni all'interruttore stesso (es. quadri elettrici) necessari per l'installazione.
- Consumi elettrici del magazzino (situato a circa 500 m dallo stabilimento di produzione), trasporti da magazzino a stabilimento di produzione e trasporti interni, poiché trascurabili.

Il flusso di energia relativo alla fase di smontaggio è invece stato incluso, anche in considerazione del fatto che si tratta di un prodotto isolato in SF₆. Produzione, utilizzo e smaltimento degli imballaggi di componenti e semilavorati intermedi, vale a dire dei flussi materiali del modulo di UPSTREAM, sono stati inclusi nello studio per impossibilità di ottenere dati specifici sulle quantità.

Fonte e qualità dei dati

Il presente studio ha utilizzato principalmente dati primari forniti dal committente.

La principale fonte di dati è il portale SAP di Hitachi Energy dal quale è stata estrapolata la BOM del prodotto riportante la tipologia, la quantità e la provenienza dei pezzi. I materiali e i pesi dei componenti sono stati estrapolati componente per componente dal medesimo portale SAP.

I dati relativi alla fase di CORE sono stati forniti a seguito di formulario di richiesta che è allegato al presente documento. Altre informazioni sono state fornite durante i colloqui con i referenti dell'azienda e/o attraverso posta elettronica.

I dati relativi alla produzione dei materiali, alle lavorazioni dei componenti effettuate prima della consegna al sito di Lodi sono state modellate utilizzando i dati della banca dati ecoinvent 3.9.1 (<https://www.ecoinvent.org/>). Le elaborazioni sono state eseguite con il Software Simapro 9.5 (<https://simapro.com/about/>).

Le distanze per la descrizione dei trasporti dei materiali sono state calcolate con l'ausilio dei seguenti applicativi software:

- **Trasporto via mare:** [Cargo Calculator | Sea Distance Calculator for Shipping \(searates.com\)](#)
- **Trasporto via terra:** <https://www.google.it/maps/>

Precisione, consistenza e completezza dei dati

Al fine di garantire la precisione e la consistenza richieste, in questo studio ci si è avvalsi di informazioni primarie fornite direttamente dall'azienda per la maggior parte dei dati di "foreground". I dati primari raccolti sono stati completati con i dati di "background" contenuti nel database ecoinvent 3.9.1, la cui consistenza e trasparenza sono riconosciute a livello mondiale (<https://www.ecoinvent.org/>). Il dettagliato scambio di informazioni con l'azienda e l'utilizzo della banca dati ecoinvent hanno permesso, inoltre, di raggiungere un buon grado di completezza delle informazioni.

Rappresentatività dei dati

I dati primari raccolti per la fase di *Core* sono sito specifici e hanno pertanto un'elevata rappresentatività geografica. Nel modulo *Downstream* si sono utilizzati dati relativi alla Nazione di riferimento, l'Italia, per tutti i principali dati di background (es. mix energetico). Nel modulo *Upstream* si sono utilizzati dati relativi alla nazione di riferimento ove possibile e dati riferiti ad un'area geografica più ampia (suddivisi in "Europa" o "resto del mondo") qualora non fossero applicabili dati nazionali. I dati sono stati modellati per essere specifici per le tecnologie studiate; ove non fossero disponibili dati specifici per la tecnologia, si è fatto ricorso a dei proxy, garantendo sempre una buona rappresentatività tecnologica.

Regole di allocazione

Nel sistema produttivo di PASS M0 DCB non sono presenti sottoprodotti e quindi non sono necessarie specifiche regole di allocazione. Tuttavia, nel sito produttivo avvengono anche altre produzioni. Poiché non è possibile per i consumi di energia ed acqua avere una attribuzione specifica al prodotto, i consumi di acqua ed energia nella fase di CORE sono stati allocati in base alle ore-uomo richieste per la realizzazione del prodotto finito.

Come per i consumi di acqua ed energia, anche per i rifiuti prodotti nello stabilimento di Lodi (fase CORE) non è stato possibile evitare l'allocazione. Nel caso dei rifiuti è stata effettuata una allocazione sulla base dei ricavi: il fattore di allocazione è stato calcolato come rapporto tra prezzo di vendita di PASS M0 DCB (modello standard e modello con drive alternativo) e ricavi totali dell'anno 2022, nell'ottica del **Polluter pays principle**.

Collocazione geografica

Il sito produttivo di PASS M0 DCB è localizzato a Lodi, in Italia. In tale sito avvengono tutte le attività di *Manufacturing* classificate come *Core*. I componenti e i materiali semilavorati provengono da diversi fornitori

localizzati in Italia e all'estero. Dei moduli vengono preassemblati in India e successivamente spediti allo stabilimento di Lodi. Il prodotto finito è installato sul territorio italiano. Il gas SF₆ estratto dall'apparecchiatura a fine vita è inviato al sito del fornitore in Germania per essere rigenerato. Si è assunto che le altre operazioni di fine vita avvengano sul territorio italiano.

Periodo in esame

Tutti i dati relativi alla fase di *Core*, cioè pertinenti al sito produttivo di Lodi, sono il risultato di una media annuale e si riferiscono al 2022.

Scenario analizzato

Energia dissipata nella fase di esercizio L'energia dissipata nella fase di esercizio dalla resistenza del circuito principale e l'energia consumata continuamente dall'armadio sono state calcolate applicando la formula indicata dalla PSR EPDItaly012, considerando un periodo di attività di 8720 ore/anno per 20 anni, e un valore di operatività pari al 30% come suggerito nella PSR.

A questa energia è da aggiungere l'energia dissipata per effetto Joule per uso continuativo dell'anticondensa.

Scenari di fine vita In accordo con la PSR EPDItaly012 il fine vita del prodotto PASS M0 DCB comprende le operazioni che vanno dalla fase di disattivazione (decommissioning) allo smaltimento effettivo del prodotto al termine della sua vita di servizio. Il gas SF₆ viene estratto dal serbatoio mediante una pompa a vuoto e stoccato in bombole di acciaio. Il gas può essere recuperato; pertanto è inviato all'azienda fornitrice, locata nella provincia di Bergamo, che si occupa anche della rigenerazione. Le operazioni per rimuovere il prodotto dal sito di installazione sono essenzialmente manuali e come tali non conteggiate nello studio. Invece, sono incluse le operazioni di trasporto al centro di raccolta, lo smontaggio, dove è stato ipotizzato in accordo con il committente un monte ore equivalente a quello necessario all'assemblaggio del prodotto stesso, pari a circa 165 ore-uomo, e la distribuzione dei vari componenti ai rispettivi impianti di trattamento.

Non essendo disponibili informazioni primarie circa il fine vita del prodotto lo scenario adottato è basato sulle seguenti ipotesi:

- Ore di smontaggio equivalenti alle ore di montaggio e conseguente consumo elettrico.
- Componenti metalliche inviate a centro raccolta destinate successivamente al riciclo o smaltimento in base allo stato dell'arte nazionale/europeo.
- Componenti elettroniche inviate a centro di triturazione e selezione, destinate successivamente al riciclo.
- Componenti polimeriche inviate a riciclo o smaltimento in base allo stato dell'arte nazionale/europeo.
- SF₆ inviato a riciclo presso il produttore stesso.

Emissioni di esafluoruro di zolfo Le emissioni annue di SF₆ durante la vita di servizio del prodotto sono state poste pari allo 0,05%/anno del gas contenuto nell'apparecchiatura, sulla base dei test eseguiti in fase di produzione.

Riferimenti

1. ISO 14040:2006 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT - LIFE CYCLE ASSESSMENT - PRINCIPLES AND FRAMEWORK; 2006;
2. ISO 14044:2006+A1:2018 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines; 2006;
3. EN ISO 14025:2010 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures; 2010;
4. EN ISO 14067:2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication; 2018;
5. EPDItaly PCR EPDItaly012 Electronic and Electrical Products and Systems - Switches rev. 0 del 16/03/2020;
6. EPDItaly PCR EPDItaly007 Electronic and Electrical Products and Systems rev. 3 del 13/01/2023;
7. EN 50693:2019 Product category rules for life cycle assessments of electronic and electrical products and systems; 2019;
8. EN 62271 -1:2017 High-voltage switchgear and controlgear Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear (IEC 62271-1:2017); 2017;
9. EN 62271-100:2009+A2:2017 Including corrigendum January 2018 High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers (IEC 62271-100:2008); 2017;
10. EN 61869-1:2009 Instrument transformers - Part 1: General requirements (IEC 61869-1:2007, modified); 2009;
11. EN 61869-2:2012 Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers (IEC 61869-2:2012); 2012;
12. EPDItaly REGOLAMENTO DEL PROGRAMMA EPDItaly versione 6 del 30/10/2023;
13. EN ISO 14026: 2018 Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information; 2018;
14. EN 62271-4:2013 Low-voltage switchgear and controlgear Part 4: Handling procedures for sulphur hexafluoride (SF6) and its mixtures; 2013;
15. Shiojiri, K.; Yamasaki, A.; Fujii, M.; Kiyono, F.; Yanagisawa, Y. Life cycle impact assessment of various treatment scenarios for sulfur hexafluoride (SF6) used as an insulating gas. *Environ. Prog.* **2006**, 25, 218–227, doi:10.1002/ep.10147.
16. ABB GIS Type ELK-14 for 300 kV Environmental Product Declaration;
17. Zaccaro, G.; Biasse, J.M.; Coccioni, R.; Leoni, P. State of the art process of end-of-life treatment for SF6 medium voltage equipment. *Lect. Notes Electr. Eng.* **2018**, 440, 163–170, doi:10.1007/978-3-319-58172-9_18.
18. Rilegno *Rapporto 2022.*; 2022;

-
19. PlasticsEurope Plastics – the Facts 2022. **2022.**
 20. EuRIC *Metal Recycling Factsheet*; 2020;
 21. International Copper Association *Increasing Recycling in the Future*; 2019;
 22. European Aluminium *A strategy for achieving aluminium's full potential for circular economy by 2030*;
 23. EN 15804:2012+A2:2019 *Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products*; 2020;