

Dichiarazione Ambientale di Prodotto



In accordo con la ISO 14025:

Pannelli sandwich isolanti termici con un cuore di poliuretano o poliisocianurato

NAV SYSTEM S.p.A.

Programma:	The International EPD® System www.environdec.com
Operatore di Programma:	EPD International AB
Numero di registrazione dell'EPD:	S-P-01017
ECO EPD Numero di riferimento:	00000484
Data di pubblicazione:	2017-02-09
Data di scadenza:	2022-02-02
Scopo Geografico:	<i>Internazionale</i>



Sommario

1. Descrizione dell'azienda	3
2. Descrizione del prodotto	3
3. Descrizione della LCA: metodologia, confini di sistema, scopo dello studio e assunzioni	7
5.1. Confini di sistema	7
5.2. Analisi di inventario	8
4. Contenuto della dichiarazione	12
5. Performances ambientali	12
5.1. Interpretazione dei risultati.....	13
5.2. Altre indicatori ambientali.....	14
Informazioni generali del programma e della verifica	20
Contatti:.....	21
Abbreviazioni.....	22
Bibliografia.....	23

1. Descrizione dell'azienda

NAV SYSTEM S.p.A., grazie ai suoi 45 anni di esperienza, è leader nella realizzazione di celle frigorifere e di stabilimenti per l'industria alimentare.

NAV SYSTEM è stata fondata nel 1962 con il nome NAVARRA ISOLAMENTI, successivamente EDILPLASTIC (celle frigorifere e isolanti industriali) fino a quando, nel 1988, divenne NAV SYSTEM (progettazione e realizzazione di celle frigorifere e stabilimenti per l'industria alimentare). Dal 2010 NAV SYSTEM ha iniziato la produzione di pannelli sandwich isolanti termici, specifici per applicazioni in celle per immagazzinare e processare cibo. La modularità e la flessibilità delle soluzioni "su misura" NAV-system, permettono di soddisfare qualsiasi esigenza operativa del settore alimentare e della refrigerazione industriale.

NAV SYSTEM produce in continuo in un impianto tra i più innovativi in Europa in termini di flessibilità e funzionalità, localizzato nel cuore della regione Emilia-Romagna. NAV SYSTEM produce e distribuisce pannelli sandwich assicurandosi della qualità dei componenti utilizzati, poiché ognuno di essi è indispensabile per ottenere ottime performance del prodotto finito. I fornitori delle principali materie prime vengono attentamente selezionati dal dipartimento acquisti, grazie alla sua pluriennale esperienza. Il cuore tecnologico del prodotto, la schiuma isolante in poliuretano (PUR), è il risultato di anni di continua ricerca e sviluppo, attività continuamente svolte presso i propri laboratori. L'innovazione tecnologica è il principale obiettivo dell'azienda e continuerà ad ispirare l'azienda per fornire sempre il meglio nel mercato.

Maggiori informazioni possono essere reperite online <http://www.nav-group.com/index.aspx?lng=2> and <http://silexsr.it/group.aspx>.

2. Descrizione del prodotto

I pannelli isolanti termici sono pannelli sandwich con un *doppio strato di lamiera metallica ed un cuore di poliuretano o poliisocianurato* sia per applicazioni di parete che di copertura. NAV SYSTEM fornisce differenti soluzioni per la costruzione di edifici, ambienti temperate e tetti. Tutti i prodotti vengono assemblati presso lo stabilimento situato presso Piazzale Piero Sraffa 45 – 47521 Cesena (Forlì-Cesena), Italia.

Il processo produttivo inizia con la profilatura dei coil metallici, procedura necessaria a definire la forma dei rivestimenti metallici superiori ed inferiori. Inoltre, a fine di migliorare l'aderenza della schiuma poliuretana alle superfici metalliche viene eseguito un trattamento corona. Successivamente viene effettuato un preriscaldamento, prima di spargere la schiuma di PUR. In seguito, avviene la solidificazione della schiuma in un doppio mulino rotante. I pannelli vengono poi tagliati in base alla lunghezza richiesta e poi lasciati raffreddare per alcune ore. L'ultimo stadio prevede l'impacchettamento del prodotto finito pronto per la vendita. Di seguito in Figura 1 è riportato uno schema semplificato dell'impianto di produzione.

Come descritto in precedenza, entrambe le tipologie di pannelli (parete e copertura) vengono prodotte nello stesso impianto, poiché possiedono gli stessi componenti anche se vengono impiegate per applicazioni differenti.

Nel caso dei pannelli di parete il cuore in poliuretano o poliisocianurato è sviluppato per consentire una giunzione perfetta tra le parti e garantire un perfetto isolamento. Essi sono ideate al fine di fornire isolamento e protezione contro umidità e condensa: il giunto a doppio innesto conferisce al prodotto la tenuta di una barriera vapore che diventa essenziale per diversi campi di applicazione, in particolare per la refrigerazione industriale e per i locali climatizzati del settore alimentare.

I pannelli di copertura, invece, sono pannelli autoportanti a cinque greche, coibentati in poliuretano espanso ad alta densità e destinati alle coperture inclinate con pendenza non inferiore al 7%. Sono progettati per rispondere alle molteplici esigenze dell'edilizia civile ed industriale, si propone

all'utilizzatore come un elemento versatile capace di coniugare il concetto di isolamento e risparmio energetico a quello della resistenza meccanica e facilità nella posa.

Al fine di garantire le migliori performances tecniche, tutti i prodotti sono certificati contro la reazione al fuoco (B-s1,d0; B-s2,d0); resistenza al fuoco (EI 30-45-60; REI 30) e la resistenza al fuoco per copertura (B_{ROOF} certificate). Maggiori dettagli vengono riportati online <http://silexsr.it/certificazioni.aspx>.

La Tabella 1 riporta le principali informazioni per i prodotti selezionati come idonei al certificato EPD®.

Tabella 1: Caratteristiche dei prodotti

Area di Applicazione	Parete	Copertura
Specifiche di prodotto NOME COMMERCIALE, spessore (mm), resistenza termica (misurata in accordo con EN 14509 m ² K/W), peso (kg/m ²)	<ul style="list-style-type: none"> WIND/TWISTER, 40mm, R1.67, 10.0kg/m²; WIND/TWISTER/WET/ICE, 100mm, R4.44, 12.3kg/m²; FROST/TWISTER/WET, 150mm, R4.44, 12.5kg/m²; FROST/ICE, 200mm, R9.09, 16.1kg/m²; FROST/ICE, 240mm, R11.11, 17.7kg/m²; 	<ul style="list-style-type: none"> RAIN, 20mm, R1.05, 8.3kg/m²; RAIN/CORTEX, 40mm, R1.92, 8.1kg/m²; RAIN/CORTEX, 100mm, R4.55, 11.3kg/m²; RAIN, 150mm, R6.67, 13.2kg/m²;
Conduttività EN 14509 W/m ² K	<ul style="list-style-type: none"> WIND/TWISTER - 40mm C0.6; WIND/TWISTER/WET/ICE - 100mm C0.23 ; FROST/TWISTER/WET, - 150mm C0.23; FROST/ICE - 200mm C0.11; FROST/ICE - 240mm C0.09; 	<ul style="list-style-type: none"> RAIN - 20mm C0.95; RAIN/CORTEX - 40mm C0.52; RAIN/CORTEX, 100mm C0.22; RAIN - 150mm C0.15;
Unità dichiarata	1 m ² di pannello con specifico valore di resistenza termica (R)	1 m ² di pannello con specifico valore di resistenza termica (R)
Unità funzionale	1 m ² ·K/W	1 m ² ·K/W
Periodo temporale di indagine	2015	2015
Copertura geografica	Internazionale	Internazionale

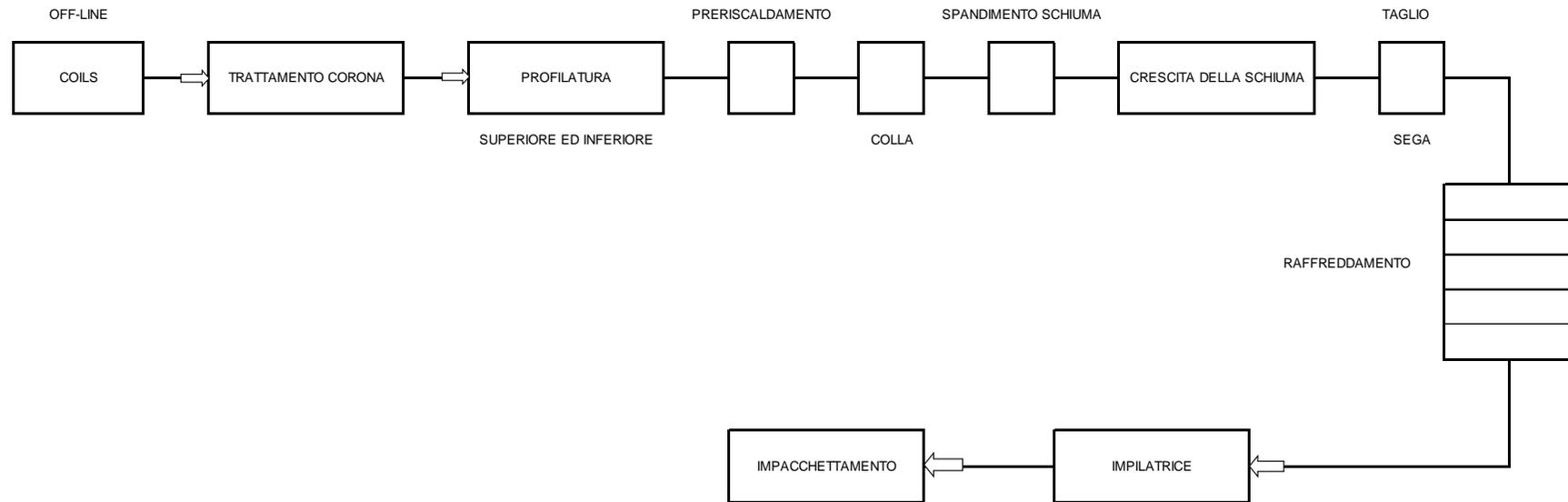
La dichiarazione EPD® è stata eseguita in accordo con la ISO 14025:2006 (Etichettature e dichiarazioni ambientali di terzo tipo – Principi e procedure) [1] e la EN 15804:2014 (Sostenibilità dei prodotti di costruzione – Dichiarazione ambientale di prodotto – Regole per i prodotti di costruzione) [2]. La metodologia di analisi Life Cycle Assessment (LCA) è stata eseguita in accordo con quanto previsto dalle Product Category Rules (PCR) per i materiali di isolamento (multiple UN CPC codes, Versione 1.0, del 2014-07-2) [3], sviluppate all'interno del sistema International EPD® System e i CONSTRUCTION SERVICES 54 (CPC VER. 2 CODE 54) [4].

In accordo con le PCR e le GPI, questo certificato riporta tutte le informazioni previste dalla EN 15804. Lo scopo principale del certificato è quello di fornire le informazioni necessarie per una comunicazione della dichiarazione EPD® business-to-business o business-to-consumer.

Il termine EPD® si riferisce ad un'etichettatura volontaria di terzo livello, basata sull'applicazione della metodologia LCA, ed avente lo scopo di valutare le performances ambientali di prodotti e servizi soggetti a certificazione. Rappresenta uno strumento internazionale per incrementare la comunicazione tra le parti all'interno dell'intera catena produttiva (produttori, fornitori di materie prime e consumatori) e è perseguire pertanto i principi di economia verde e circolare. In generale, EPD

all'interno della stessa categoria di prodotto ma provenienti da differenti programmi non sono comparabili. Inoltre, i certificati EPD di prodotti di costruzione non sono comparabili se essi non rispettano i requisiti previsti nella EN 15804.

Figura 1: Processo produttivo dei pannelli NAV SYSTEM



3. Descrizione della LCA: metodologia, confini di sistema, scopo dello studio e assunzioni

La metodologia LCA è uno strumento di analisi standardizzato, in accordo con le EN ISO 14040-14044 [5-6], in grado di valutare i potenziali impatti ambientali di prodotti, processi e sistemi durante l'intero ciclo di vita. È strutturata in quattro fasi concettuali: Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, Analisi di inventario (Life Cycle Inventory - LCI), Valutazione degli impatti (Life Cycle Impact Assessment - LCIA) e Interpretazione dei risultati.

L'approccio di ciclo di vita è un concetto fondamentale per valutare la sostenibilità ambientale e per identificare le principali criticità lungo tutta la filiera. La LCA è anche considerato uno strumento in grado di valutare le performances di due o più prodotti e fornire una valutazione standardizzata basata su un approccio e dei risultati accreditati. Per queste ragioni, l'applicazione della LCA è strettamente indispensabile al fine di raggiungere la certificazione EPD® in linea con la ISO [1].

Questo certificato, insieme con il report di progetto revisionato da un verificatore esterno, racchiude tutte le informazioni necessarie al conseguimento della certificazione EPD®. Entrambi i documenti sono stato redatti dall'azienda EMC Innovation Lab S.r.l., startup innovativa operante nel settore della ricerca e consulenza ambientale e formalmente riconosciuta come consulente LCA dall'International EPD® System.

5.1. Confini di sistema

La Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione è la prima fase, nella quale vengono individuate i confini di sistema e l'unità funzionale. In questo studio, un approccio "dalla culla al cancello con opzioni" (*cradle-to-gate with options*) è stato seguito (

Figura 2) utilizzando 1m² di prodotto come unità dichiarata al fine di raccogliere ed analizzare i dati.

L'analisi include tutti gli stadi richiesti nelle PCR: Fase di Manifattura (A1-A2-A3-A4) e fine vita dei pannelli (C2-C3-C4). In aggiunta, al fine di informare i lettori con ulteriori dati circa la riciclabilità potenziale a fine vita, sono stati anche riportati i risultati del modulo D, in maniera separata come indicato dalle PCR. La Tabella 2 mostra tutti gli stadi inclusi nella valutazione LCA e le fasi che sono state volontariamente escluse poiché non rilevanti.

Tabella 2: Descrizione dei confini di sistema

Moduli GPI	Stadi del ciclo di vita	Inclusione nel certificato EPD®
<i>Fase a monte</i>	A1 – Approvvigionamento materie prime	✓
<i>Processo produttivo</i>	A2 – Trasporto	✓
	A3 – Manifattura	✓
	A4 – Trasporto	✓
<i>Fase a valle</i>	A5 – Costruzione, processo di installazione	non rilevante
	B1 – Emissioni di sostanze in fase di uso	non rilevante
	B2 – Manutenzione	non rilevante
	B3 – Riparazione	non rilevante
	B4 – Sostituzione	non rilevante
	B5 - Ristrutturazione	non rilevante
	C1 – Smontaggio e demolizione	non rilevante
	C2 – Trasporto	✓
	C3 – Trattamento rifiuti	✓
	C4 – Smaltimento	✓

Altre informazioni ambientali	D - Riuso, riciclaggio o recupero	✓
-------------------------------	-----------------------------------	---

L'analisi LCA è stata condotta mediante l'impiego del software SimaPro [8] e del database Ecoinvent (v.3.1) [7]. Quest'ultimo è stato selezionato come banca dati per simulare tutti i processi relativi alle informazioni di background (es. estrazione di materie prime) e ai servizi (es. trasporto, elettricità, ecc.) delle fasi di manifattura, oltre a quelle a monte e valle della stessa. In accordo con le PCR e le General Programme Instructions (GPI) [9], il database Ecoinvent è riconosciuto dall'International EPD System come banca dati di riferimento per tutte le informazioni generiche che rientrano all'interno della dicitura "generic data".

5.2. Analisi di inventario

Nella fase di analisi di inventario i dati dovrebbero essere collezionati da diverse fonti per poi essere modellati per creare gli scenari LCA. In generale, maggiore è la qualità dei dati in input al sistema e più realistici saranno i risultati finali dello studio. Per questo motivo, al fine di simulare la fase di manifattura (fasi A1-4) sono stati impiegati esclusivamente **dati primari**, ovvero direttamente forniti dall'azienda per l'anno di riferimento 2015. Inoltre, tutte le informazioni di background provenienti da banche dati si riferiscono ad un lasso di tempo inferiore ai 10 anni. Contrariamente alla fase di produzione, le fasi al di fuori dei confini aziendali (C2-C4 e D) sono state modellate utilizzando **dati medi secondari** e, pertanto, alcune assunzioni sono state necessarie.

In accordo con gli standard, l'inventario è stato completato utilizzando l'unità dichiarata di 1m² prodotto. Con il termine *unità dichiarata* ci si riferisce, secondo la EN 15804, alla "quantità di prodotto di costruzione da utilizzare come unità di riferimento in una dichiarazione EPD"; "essa permette di normalizzare (in termini matematici) tutti i flussi di materiali ed energia che caratterizzano i singoli moduli e di esprimerli utilizzando una stessa base".

3.2.1. Fase di manifattura – A1-A2-A3-A4

Come mostrato sopra, questo stadio si articola in Quattro fasi principali: estrazione delle materie prime (*a monte del processo produttivo*), il loro trasporto verso l'impianto dove ha luogo la produzione e la distribuzione dei prodotti finiti verso gli utilizzatori (*a valle del processo produttivo*). I dati primari per completare l'inventario sono stati estrapolati da un database interno aziendale che riporta tutte le informazioni del processo produttivo: dall'acquisto delle risorse e delle utilities fino alla commercializzazione. NAV SYSTEM ha messo a disposizione degli specifici report che tracciano tutti i flussi che entrano ed escono dall'impianto. La fase di inventario è stata completata dagli operatori di EMC, mediante la supervisione di un esperto interno.

I flussi di inventario sono abbastanza simili per tutti i prodotti investigate, solo alcune variazioni sono state riscontrate per m² visto che i pannelli presentano differenti spessori e forme. Inoltre vengono prodotti in quantità differenti, perciò anche le ore lavorative risulteranno non coincidere. I principali componenti chimici sono il difenilmetano diisocianato (MDI), una miscela di polioli (entrambi utilizzati come precursori di polimerizzazione per PUR e PIR), un catalizzatore amminico e del pentano impiegato come agent espandente. La polimerizzazione avviene attraverso l'impiego di ugelli, fatti il polietilene (PE), e dei cutter metallici (in ferro) utilizzati per dare le giuste dimensioni al pannello. Entrambi vengono periodicamente sostituiti. Il quantitativo rimpiazzato per m² è identico sia per i pannelli di parete che per quelli di copertura. Il doppio rivestimento dei pannelli è fatto di acciaio vergine (acciaio INOX rivestito con un film plastico e/o una vernice) e/o alluminio (naturale o rivestito). La scelta di uno o dell'altro materiale dipende dal modello di pannello. Inoltre, vengono anche inseriti sia una guarnizione polimerica (fatta in PE) sia un adesivo in polipropilene (PP) per proteggere il prodotto durante le fasi di trasporto e installazione. Il processo produttivo richiede una ben definite quantità di acqua (circa 1.04E-6m³ per m² per ciascun prodotto) che ha la funzione di agente di

lavaggio. In aggiunta, in alcuni casi è indispensabile una certa quantità di cera per favorire il distacco dei pannelli durante l'installazione. Al fine di completare tutte le operazioni, l'impianto richiede un apporto di energia elettrica (EE) per l'82% proveniente da mix energetico nazionale italiano (modellato utilizzando i dati del 2015[10]) e per il restante 18% coperta mediante impianto fotovoltaico (PV) integrato installato nella sede di NAV SYSTEM. Al fine di simulare l'intero processo produttivo e descrivere i prodotti pronti alla vendita, è stato simulato anche la fase di impacchettamento includendo tutte le risorse necessarie come cartone, blocchi di polistirolo (generalmente da riciclo) e film in polietilene a bassa densità (LDPE). Infine, per completare l'intera catena di produzione, il modello include (ovviamente) tutti i trasporti delle materie prime: dal luogo di produzione all'impianto di assemblaggio (NAV SYSTEM). Le distanze (in km) sono state prese dai report interni. Nessuna informazione era invece disponibile circa i mezzi di trasporto impiegati, così è stato assunto che le distanze vengano coperte con un camion con carico medio di 16 tonnellate. Tuttavia, questa assunzione non sembra influenzare in alcun modo i risultati complessivi della LCA. La stessa assunzione è stata fatta per simulare la distribuzione dei prodotti finiti, moltiplicando il peso medio dei pannelli con le distanze riportate nel report interno (dati primari forniti da NAV SYSTEM). In più, come richiesto dalle PCR tutte le emissioni in acqua ed aria sono state incluse nel modello. Il basso quantitativo di acqua di processo in uscita dall'azienda ($7.1E-4$ kg per m^2) viene trattato mediante un impianto di trattamento, raggiunto mediante camion di 16 tonnellate. Le informazioni circa i rilasci in ambiente sono state ricavate da registri utilizzati dall'azienda durante le fasi di controllo delle emissioni che viene effettuato periodicamente da un ente terzo per la protezione ambientale (ARPA ER).

Il quantitativo di acqua che viene trattato è considerato l'unico output di Sistema classificato come rifiuto (speciale, non pericoloso), poiché tutti gli altri flussi in uscita prodotti durante la lavorazione (residui metallici, cartacei, polimerici, ecc.) sono venduti per essere recuperati come materiale o energia in altri impianti. Vengono pertanto classificati come sottoprodotti. In accordo con le indicazioni riportate nelle PCR e nel GPI il modello LCA include solo i trasporti di tali sottoprodotti verso gli impianti di recupero (coperti mediante camion di 16 tonnellate); potenziali benefici e rilasci associati a tale processo di valorizzazione vengono invece esclusi.

3.2.2. Fase di fine vita – C2-C3-C4

Questa fase rappresenta il fine vita dei pannelli isolanti dopo il loro utilizzo (che è stato intenzionalmente escluso dai confini di Sistema poiché non rilevante per le finalità dell'EPD®).

Nonostante lo smaltimento sia al di fuori dei confini aziendali è stato incluso nella valutazione LCA in accordo con il principio che chi produce è responsabile degli impatti legati allo smaltimento a fine vita. È stato assunto che i pannelli vengano smaltiti con un'efficienza del 100% e che vengano inviati al più vicino impianto di incenerimento per rifiuti urbani, con recupero energetico. Il trattamento in inceneritore di rifiuti urbani (fasi C3-4) risulta possibile poiché i pannelli non costituiscono rifiuti pericolosi. La fase di incenerimento è stata simulata utilizzando un database creato in precedenza per valutare le performances ambientali di un impianto esistente situato vicino Rimini. Questo database è stato già oggetto di pubblicazione su rivista internazionale peer-reviewed [11].

Inoltre, il trasporto dei pannelli a fine vita è stato simulato assumendo una distanza media di 100km per raggiungere l'impianto di incenerimento più vicino, coperta con un camion con carico medio di 16 tonnellate (fase C2). Le principali informazioni circa la fase di fine vita sono riportate di seguito in Tabella 3.

Tabella 3. Inventario della fase di fine vita dei pannelli

Applicazione	Parete					Copertura			
Spessore mm	40	100	150	200	240	20	40	100	150
<i>Fine vita dei pannelli – kg inviati all’incenerimento per recupero energetico</i>	10.0	12.3	12.5	16.1	17.7	8.3	8.1	11.3	13.2
<i>Distanza media per raggiungere l’impianto più vicino - km</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

3.2.3. Riuso, riciclaggio o recupero – D

La fase D descrive i benefici ambientali derivanti dal recupero energetico (energia elettrica) a seguito dell’incenerimento dei pannelli a fine vita. Questo modulo descrive l’evitata produzione degli stessi kWh da mix energetico italiano (in altre parole impatti evitati). Il database utilizzato per simulare l’impianto di incenerimento con recupero energetico in Italia [11] riporta un recupero in energia elettrica di 0.58kWh per kg di rifiuto incenerito. Il mix energetico Italiano è stato modellato utilizzando i dati riportati in letteratura in riferimento all’anno di produzione 2015 [10].

3.2.4. Contenuto del prodotto e assunzioni

Come richiesto dalle GPI, la lista delle sostanze e dei materiali riportati nella valutazione LCA è superiore al 99.9% del peso del pannello. I principali componenti per i due prodotti rappresentativi di tutti quelli inclusi nell’EPD sono riportati di seguito (Tabella 4). I dettagli sono limitati poiché costituiscono dati sensibili per l’azienda.

Tabella 4: Contenuto del prodotto in accordo con le PCR, per due prodotti rappresentativi delle categorie parete e copertura

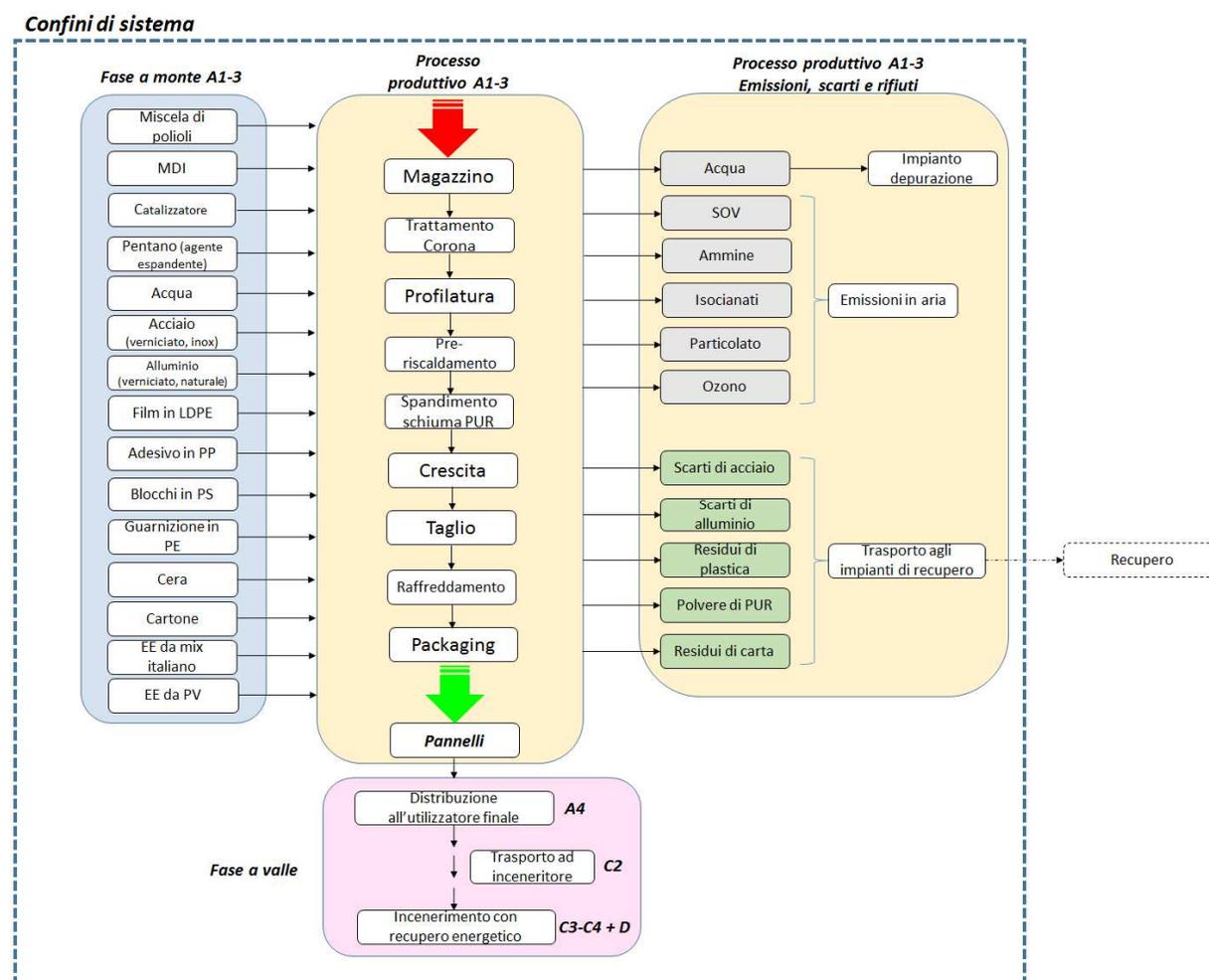
Contenuto	FROST/ICE, 200mm		RAIN, 150mm	
	Contenuto in massa in kg	Contenuto percentuale	Contenuto in massa in kg	Contenuto percentuale
Acciaio totale	7.31	47.9%	7.49	55.2%
Schiuma isolante – insieme di tutti i prodotti chimici	7.40	48.6%	5.75	42.3%
Guarnizione in PE	0.00	0.0%	0.17	1.3%
Adesivo in PP	0.01	0.04%	0.02	0.2%
Packaging totale	0.53	3.5%	0.15	1.1%

Come anticipato, lo studio LCA considera più del 99.9% del peso dei pannelli. Infatti, meno dello 0.1% è stato escluso poiché non è stato possibile rilevarne la massa per m², ad esempio per alcuni rivestimenti. Questa assunzione si presume non influenzare i risultati finali in maniera sostanziale. Tuttavia, in accordo con le PCR, queste sostanze vengono elencate in Tabella 5.

Tabella 5: Lista di sostanze non incluse nell'inventario

Componente	Sostanza	Numero CAS	Peso %	Classe di rischio verso l'ambiente	Classe di rischio verso la salute
Rivestimento per acciaio 127 µm	Resina in polivinilcloruro (PVC)	9002-86-2	<0.1%	NO	NO
Rivestimento inferiore 5-7 µm	Schiuma epossidica poliuretano	9009-54-5	<0.1%	NO	NO
Vernice termoindurente 25 µm	Vernice termoindurente	Non specificato	<0.1%	NO	NO

Figura 2: Confini di sistema dello studio LCA



4. Contenuto della dichiarazione

In aggiunta a quanto scritto in precedenza nella descrizione dell'inventario, è bene aggiungere che nessun flusso di scarti (ad esempio quelli dei metalli) viene riutilizzato nel processo produttivo, poiché tutti i residui vengono venduti ad altri impianti al di fuori dell'impianto per essere recuperati come materie prime-secondo o energia. Questo principio è in linea con l'approccio proposto dal concetto di simbiosi industriale [12]: l'utilizzo di flussi di rifiuti come materie prime di partenze in altre produzioni.

5. Performances ambientali

La fase di valutazione degli impatti è stata eseguita mediante l'impiego di metodi di analisi standardizzati contenuti nel software. Tra questi il metodo CML-IA [13] baseline (v. 3.02/EU 25) è stato adottato poiché in grado di valutare le prestazioni sulla base di sette categorie di impatto ambientale:

- global warming potential (GWP₁₀₀), in italiano potenziale di riscaldamento globale, che descrive l'effetto negativo legato al rilascio di gas climalteranti, espressi in termini di kg CO₂ (biossido di carbonio) equivalenti, durante tutti gli stadi del ciclo di vita considerati;
- distruzione fascia di ozono, misurato in kg CFC 11 (triclorofluorometano) equivalenti, che valuta gli effetti nocivi sulla salute umana e delle specie viventi, sugli ecosistemi marini e terrestri, su cicli biochimici e sui materiali a seguito della riduzione della barriera di ozono che protegge la terra dai raggi ultravioletti;
- acidificazione terrestre ed acquatica, espresso in kg SO₂ (diossido di zolfo) equivalenti, che valuta gli effetti a seguito del rilascio di sostanze acide. Il lasso temporale considerato è indefinito e la scala geografica varia da quella locale ad una continentale;
- eutrofizzazione, include tutti gli impatti a seguito di una presenza eccessiva di macro-nutrienti in ambiente, causata dall'emissione di nutrienti in air, acqua e suolo. Tale parametro è comunemente espresso in kg di PO₄³⁻ (fosfati) equivalenti;
- formazione di ossidanti fotochimici, consiste nella formazione di sostanze reattive (principalmente ozono) che possono essere pericolosi per la salute umana e l'ecosistema e le colture. È espresso come kg di C₂H₂ (etilene) equivalenti;
- consumo di risorse abiotiche (elementi), relative all'estrazione di minerali, comunemente espresso in kg Sb (antimonio) equivalenti;
- consumo di risorse abiotiche (fossili), come il precedente esprime l'esaurimento di risorse fossili e pertanto non rinnovabili. Per questo motivo è quantificato in termini energetici, in particolare in MJ (mega joule) equivalenti.

Poi, al fine di valutare il consumo di risorse (rinnovabili e non) è stato impiegato il metodo Cumulative Energy Demand (CED) [14] (v. 2.0), in grado di tradurre i consumi in termini energetici, come MJ eq.

Infine, per completare la lista delle risorse utilizzate, sono stati riportati l'ammontare di acqua in input al sistema produttivo (acqua di processo) ed il quantitativo dei materiali secondari (derivanti cioè da riciclaggio, come i blocchi in PS riciclato) utilizzati in impianto. Nessun combustibile secondario viene impiegato, poiché l'apporto energetico deriva principalmente dall'elettricità: sia da mix energetico italiano che dal fotovoltaico integrato sul tetto. Come scritto sopra, solo il quantitativo *netto di acqua* in ingresso in impianto è stato considerato, poiché (in accordo con le GPI) tale indicatore non deve essere un'impronta di acqua (*water footprint*), ma solo un indice del consumo effettivo. Inoltre, il consumo intrinseco di acqua, incorporato all'interno di altri processi (es. produzione di energia), viene incluso all'interno del metodo CED.

5.1. Interpretazione dei risultati

I principali risultati dell'analisi LCA sono riportati di seguito in Tabella 6 and Tabella 7. Essi vengono espressi per m^2 di pannello prodotto. Come presumibile, maggiore è lo spessore più alti sono gli impatti ambientali della fase di manifattura (A1-3). Infatti, l'ammontare delle risorse utilizzate è strettamente correlato alla forma dei prodotti, a parità di superficie. Questo andamento influisce su tutte le categorie di impatto. Nel caso del consumo di minerali (kg Sb eq.) il trend non viene rispettato, poiché l'ammontare di metallo utilizzato per m^2 non differisce molto da prodotto a prodotto: 6.17kg di acciaio per il 40mm contro i 7.02kg per il 240mm. Invece, per quanto riguarda il consumo di risorse fossili l'andamento viene rispettato poiché sarà maggiore il quantitativo di sostanze chimiche richieste per ugual superficie: è stato stimato che l'intero quantitativo di sostanze chimiche impiegate per il pannello da 240mm è circa sei volte maggiore rispetto alla quantità impiegata nella produzione del 40mm. Stesso andamento per i pannelli di copertura.

È, inoltre, interessante notare come il consumo di risorse primarie (rinnovabili e non) come **materia prima** (in MJ eq.) è incentrato maggiormente nella fase di costruzione dei pannelli (A1-3). Come scritto sopra, questa categoria di impatto simula l'estrazione ed il consumo di feedstock utilizzando il potere calorifico di ogni risorsa. Pertanto, è evidente come il maggiore sfruttamento è concentrato nelle fasi a monte e di produzione, dove sono collocati i processi di estrazione e manipolazione delle risorse. Dall'altro lato, i consumi implicati negli altri stadi del ciclo di vita si riferiscono a dei "servizi" in cui le risorse vengono impiegate principalmente come vettori energetici (es. combustibili per il trasporto, produzione o recupero di energia elettrica, ecc.).

Da un'analisi del modulo A4 emerge come il trend è ampiamente rispettato. Tuttavia, dal confronto dei risultati ottenuti per il 200mm con quelli per il 240mm (parete) si vince un'inversione: il primo mostra impatti maggiori, ad esempio in termini di GWP e consumo di combustibili fossili. Ciò è dovuto alla fase di vendita del prodotto finito. Infatti, il modulo A4 prende in considerazione i kg di pannello venduti per i chilometri percorsi per ($kg \cdot km$): maggiore è il valore e più alto risulteranno le ripercussioni ambientali. Nel caso dei 200mm si ha 46.8kgkm, mentre per lo spessore 240mm il valore è di 25.9kgkm.

I risultati per il modulo C2 sono influenzati dalla distanza di trasporto degli scarti, che è stata Assunta essere di 100km per tutti gli scenari. Pertanto, i valori raggiunti sono circa simili. Contrariamente, le fasi di fine vita (C3-4) e di recupero energetico (D) dipendono fortemente dal peso medio dei pannelli trattati mediante incenerimento: trattando più materiale si avrà un quantitativo di sostanze emesse maggiore. Allo stesso tempo, però, maggiore è il peso del materiale inviato ad incenerimento e più elevata sarà l'energia recuperata; ne consegue un più alto quantitativo di energia elettrica non prodotto dalla rete (impatti evitati più alti). Tutti gli studi LCA sono soliti tradurre i benefici ambientali usando valori negativi: più basso è il valore (in termini assoluti) più alta sarà la riduzione dei carichi.

Come scritto sopra, i risultati descritti fino ad ora si riferiscono ad un'uguale superficie prodotta: $1m^2$ (unità dichiarata). Tuttavia, le performances ambientali possono essere anche valutate sulla base della funzione del prodotto: in questo caso parliamo di *unità funzionale*, in grado di esprimere la funzione principale del prodotto in esame. In questo caso è l'isolamento termico. Quest'ultimo (in accordo con le PCR) può essere valutato facendo riferimento alla resistenza termica (R), parametro opposto alla conduttività (W/m^2K): maggiore è R più bassa sarà la conduttività; ciò significa migliori performances isolanti. Pertanto, l'unità funzionale per effettuare questo paragone tra prodotti differenti è $1m^2KW$. Più spesso è il pannello, maggiore sarà il suo R (Tabella 1). Pertanto, per raggiungere lo stesso grado di resistenza ($1m^2KW$) i pannelli richiederanno differenti input, direttamente proporzionali alla conduttività di ogni prodotto.

Per questa ragione, al fine di fornire un certificato EPD® il più completo possibile i risultati della LCA sono stati anche valutati utilizzando lo stesso valore di R ($1m^2KW$) per ogni prodotto. Essi

vengono riportati in Tabella 8 and Tabella 9. Come ci si aspetterebbe, confrontando il trend per unità funzionale con quello discusso in precedenza per m^2 si evince un'inversione dei valori, da prodotti più spessi a quelli più sottili: quest'ultimi presentano impatti ambientali maggiori in conseguenza al maggior quantitativo di risorse richiesto per m^2K/W . Tale andamento, rispettato sia per i pannelli di parete che per quelli di copertura, è dovuto alla quantità di pannello richiesta per raggiungere lo stesso valore di R: la Tabella 10 riporta i kg e la superficie (m^2) necessari per $1m^2K/W$, valutati usando le caratteristiche dei pannelli.

Visto che i dati utilizzati nell'inventario sono principalmente informazioni fornite direttamente dall'azienda NAV SYSTEM, i risultati dovrebbero essere considerati un'approssimazione veritiera del caso reale.

In conclusion, it should be highlighted that all the LCIA results presented above are relative expressions and do not predict impacts on category endpoints, the exceeding of thresholds, safety margins or risks.

5.2. Altre indicatori ambientali

In aggiunta ai risultati LCA, sono stati introdotti altri indicatori di sostenibilità, come il quantitativo di rifiuti radioattivi, pericolosi e non pericolosi prodotti durante il processo produttivo. Tuttavia, come esplicitato durante la fase di inventario l'unica sostanza che lascia l'impianto e che viene classificata come rifiuto è l'acqua di processo impiegata come agente di lavaggio (7.1E-4kg). Tutti gli altri flussi, invece, vengono venduti come sottoprodotti. Ne consegue che l'acqua è inviata all'impianto di depurazione più vicino in grado di ridurre il carico inquinante (inquinanti organici ed inorganici). Per simulare tale operazione è stato impiegato il processo di default che è stato creato dagli sviluppatori del database ELCD [15]. Infatti, in accordo con PCR e GPI, tale database è riconosciuto dall'International EPD System come una delle banche dati di riferimento per coprire dati generici europei.

Tabella 6: Risultati per unità dichiarata (1m²) per i pannelli parete

		Unità Dichiarata: 1 m ²																								
		TIPO: PANNELLI PARETE																								
		DOPPIO RIVESTIMENTO: ACCIAIO/ACCIAIO																								
		WIND e TWISTER 40 mm					WIND, TWISTER, WET e ICE 100 mm					FROST, TWISTER E WET 150 mm					FROST e ICE 200 mm					FROST e ICE 240 mm				
Categorie di impatto	Unit	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D
Potenziali Impatti Ambientali																										
Risorse abiotiche (minerali e metalli)	kg Sb eq	1.3E-04	3.0E-09	3.9E-07	4.5E-07	-5.3E-06	1.4E-04	4.6E-09	4.8E-07	5.5E-07	-6.5E-06	1.6E-04	7.8E-09	4.9E-07	5.6E-07	-6.6E-06	1.6E-04	1.8E-08	6.3E-07	7.2E-07	-8.5E-06	1.5E-04	1.0E-08	6.9E-07	7.9E-07	-9.4E-06
Risorse abiotiche (fossili)	MJ	3.0E+02	1.6E-02	2.1E+00	8.8E+00	-3.8E+01	5.0E+02	2.5E-02	2.6E+00	1.1E+01	-4.7E+01	6.5E+02	4.2E-02	2.6E+00	1.1E+01	-4.8E+01	8.1E+02	9.9E-02	3.4E+00	1.4E+01	-6.2E+01	9.3E+02	5.5E-02	3.7E+00	1.6E+01	-6.8E+01
Potenziale di riscaldamento globale (GWP 100)	kg CO ₂ eq	1.8E+01	1.0E-03	1.3E-01	9.8E+00	-2.8E+00	2.8E+01	1.6E-03	1.6E-01	1.2E+01	-3.4E+00	3.6E+01	2.7E-03	1.7E-01	1.2E+01	-3.4E+00	4.2E+01	6.2E-03	2.1E-01	1.6E+01	-4.4E+00	4.9E+01	3.4E-03	2.4E-01	1.7E+01	-4.9E+00
Distruzione fascia di ozono	kg CFC-11 eq	5.1E-07	1.6E-10	2.1E-08	1.2E-07	-2.3E-07	5.9E-07	2.5E-10	2.6E-08	1.4E-07	-2.9E-07	6.5E-07	4.3E-10	2.7E-08	1.4E-07	-2.9E-07	6.3E-07	1.0E-09	3.5E-08	1.9E-07	-3.7E-07	6.2E-07	5.6E-10	3.8E-08	2.0E-07	-4.1E-07
Formazione di ossidanti fotochimici	kg C ₂ H ₄ eq	6.9E-03	1.6E-07	2.2E-05	1.0E-04	-4.1E-04	9.3E-03	2.5E-07	2.7E-05	1.2E-04	-5.1E-04	1.1E-02	4.3E-07	2.7E-05	1.2E-04	-5.2E-04	1.2E-02	1.0E-06	3.5E-05	1.6E-04	-6.7E-04	1.4E-02	5.6E-07	3.8E-05	1.8E-04	-7.3E-04
Acidificazione	kg SO ₂ eq	7.0E-02	5.5E-06	7.2E-04	4.3E-03	-9.9E-03	1.1E-01	8.5E-06	8.9E-04	5.3E-03	-1.2E-02	1.4E-01	1.5E-05	9.0E-04	5.3E-03	-1.2E-02	1.7E-01	3.4E-05	1.2E-03	6.9E-03	-1.6E-02	2.0E-01	1.9E-05	1.3E-03	7.6E-03	-1.8E-02
Eutrofizzazione	kg PO ₄ ⁻³ eq	3.3E-02	1.5E-06	1.9E-04	6.7E-03	-3.1E-03	4.3E-02	2.3E-06	2.4E-04	8.3E-03	-3.8E-03	5.1E-02	3.9E-06	2.4E-04	8.4E-03	-3.9E-03	5.7E-02	9.0E-06	3.1E-04	1.1E-02	-5.0E-03	5.9E-02	5.0E-06	3.4E-04	1.2E-02	-5.5E-03
Uso di risorse																										
Risorse primarie non rinnovabili come materia prima	MJ	335.0	0.0	0.0	0.0	0.0	560.1	0.0	0.0	0.0	0.0	731.1	0.0	0.0	0.0	0.0	898.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1041.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Risorse primarie non rinnovabili escludendo quelle usate come materia prima	MJ	2.7	1.7E-02	2.2	9.1	-38.8	3.4	2.6E-02	2.7	11.2	-47.8	3.6	4.5E-02	2.8	11.4	-48.5	4.0	0.1	3.6	14.7	-62.5	4.9	0.1	4.0	16.2	-68.7
Totale consumo di risorse primarie non rinnovabili	MJ	337.7	1.7E-02	2.2	9.1	-38.8	563.4	2.6E-02	2.7	11.2	-47.8	734.7	4.5E-02	2.8	11.4	-48.5	902.8	0.1	3.6	14.7	-62.5	1046.2	0.1	4.0	16.2	-68.7
Risorse primarie rinnovabili come materia prima	MJ	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	24.7	0.0	0.0	0.0	0.0	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0	31.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Risorse primarie rinnovabili escludendo quelle usate come materia prima	MJ	1.7	2.1E-04	2.8E-02	0.1	-20.6	2.2	3.3E-04	3.4E-02	0.1	-25.4	2.3	5.6E-04	3.5E-02	0.1	-25.8	2.6	1.3E-03	4.5E-02	0.1	-33.2	3.2	7.2E-04	4.9E-02	0.1	-36.5
Totale consumo di risorse primarie rinnovabili	MJ	15.5	2.1E-04	2.8E-02	0.1	-20.6	22.3	3.3E-04	3.4E-02	0.1	-25.4	27.0	5.6E-04	3.5E-02	0.1	-25.8	30.9	1.3E-03	4.5E-02	0.1	-33.2	34.6	7.2E-04	4.9E-02	0.1	-36.5
Uso di materiali secondari	kg	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
Uso di combustibili secondari rinnovabili	MJ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uso netto di acqua	m ³	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0
Categorie di rifiuti																										
Rifiuti pericolosi	kg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rifiuti non pericolosi	kg	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0
Rifiuti radioattivi	kg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 7: Risultati per unità dichiarata (1m²) per i pannelli copertura

		Unità Dichiarata: 1 m ²																			
		TIPO: PANNELLI COPERTURA																			
		DOPPIO RIVESTIMENTO: ACCIAIO/ACCIAIO																			
		RAIN 20 mm					RAIN & CORTEX 40 mm					RAIN & CORTEX 100 mm					RAIN 150 mm				
Categorie di impatto	Unit	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D
Potenziali Impatti Ambientali																					
Risorse abiotiche (minerali e metalli)	kg Sb eq	1.3E-04	4.4E-10	3.2E-07	3.7E-07	-4.4E-06	1.3E-04	2.5E-09	3.1E-07	3.6E-07	-4.3E-06	1.3E-04	2.9E-09	4.4E-07	5.1E-07	-6.0E-06	1.5E-04	9.6E-09	5.1E-07	5.9E-07	-7.0E-06
Risorse abiotiche (fossili)	MJ	2.5E+02	2.4E-03	1.7E+00	7.3E+00	-3.2E+01	3.1E+02	1.4E-02	1.7E+00	7.1E+00	-3.1E+01	5.0E+02	1.6E-02	2.4E+00	9.9E+00	-4.3E+01	6.4E+02	5.2E-02	2.8E+00	1.2E+01	-5.1E+01
Potenziale di riscaldamento globale (GWP 100)	kg CO ₂ eq	1.5E+01	1.5E-04	1.1E-01	8.1E+00	-2.3E+00	1.8E+01	8.7E-04	1.1E-01	7.9E+00	-2.2E+00	2.9E+01	9.9E-04	1.5E-01	1.1E+01	-3.1E+00	3.5E+01	3.3E-03	1.8E-01	1.3E+01	-3.6E+00
Distruzione fascia di ozono	kg CFC-11 eq	5.0E-07	2.4E-11	1.8E-08	9.5E-08	-1.9E-07	4.9E-07	1.4E-10	1.7E-08	9.3E-08	-1.9E-07	7.2E-07	1.6E-10	2.4E-08	1.3E-07	-2.6E-07	6.1E-07	5.3E-10	2.8E-08	1.5E-07	-3.1E-07
Formazione di ossidanti fotochimici	kg C ₂ H ₄ eq	6.4E-03	2.4E-08	1.8E-05	8.2E-05	-3.4E-04	7.0E-03	1.4E-07	1.7E-05	8.0E-05	-3.3E-04	9.7E-03	1.6E-07	2.4E-05	1.1E-04	-4.7E-04	1.1E-02	5.4E-07	2.9E-05	1.3E-04	-5.5E-04
Acidificazione	kg SO ₂ eq	6.1E-02	8.1E-07	6.0E-04	3.5E-03	-8.2E-03	7.3E-02	4.7E-06	5.8E-04	3.5E-03	-8.0E-03	1.2E-01	5.4E-06	8.2E-04	4.8E-03	-1.1E-02	1.4E-01	1.8E-05	9.5E-04	5.6E-03	-1.3E-02
Eutrofizzazione	kg PO ₄ ³ eq	3.0E-02	2.2E-07	1.6E-04	5.5E-03	-2.6E-03	3.2E-02	1.3E-06	1.6E-04	5.4E-03	-2.5E-03	4.4E-02	1.4E-06	2.2E-04	7.6E-03	-3.5E-03	5.1E-02	4.8E-06	2.5E-04	8.9E-03	-4.1E-03
Uso di risorse																					
Risorse primarie non rinnovabili come materia prima	MJ	278.2	0.0	0.0	0.0	0.0	348.3	0.0	0.0	0.0	0.0	561.6	0.0	0.0	0.0	0.0	716.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Risorse primarie non rinnovabili escludendo quelle usate come materia prima	MJ	2.2	2.5E-03	1.8	7.6	-32.1	2.0	1.5E-02	1.8	7.4	-31.4	3.6	1.7E-02	2.5	10.3	-44.0	4.3	5.5E-02	2.9	12.1	-51.3
Totale consumo di risorse primarie non rinnovabili	MJ	280.3	2.5E-03	1.8	7.6	-32.1	350.3	1.5E-02	1.8	7.4	-31.4	565.2	1.7E-02	2.5	10.3	-44.0	720.6	5.5E-02	2.9	12.1	-51.3
Risorse primarie rinnovabili come materia prima	MJ	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Risorse primarie rinnovabili escludendo quelle usate come materia prima	MJ	1.4	3.1E-05	2.3E-02	0.1	-17.1	1.3	1.8E-04	2.3E-02	0.1	-16.7	2.3	2.1E-04	3.2E-02	0.1	-23.4	2.8	6.9E-04	3.7E-02	0.1	-27.3
Totale consumo di risorse primarie rinnovabili	MJ	13.6	3.1E-05	2.3E-02	0.1	-17.1	15.1	1.8E-04	2.3E-02	0.1	-16.7	29.7	2.1E-04	3.2E-02	0.1	-23.4	25.6	6.9E-04	3.7E-02	0.1	-27.3
Uso di materiali secondari	kg	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
Uso di combustibili secondari rinnovabili	MJ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uso netto di acqua	m ³	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0E-06	0.0	0.0	0.0	0.0
Categorie di rifiuti																					
Rifiuti pericolosi	kg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rifiuti non pericolosi	kg	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0
Rifiuti radioattivi	kg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 8: Risultati per unità funzionale (1m²K/W) per i pannelli parete

		Unità Funzionale: 1 m ² K/W																									
		TIPO: PANNELLI PARETE																									
		DOPPIO RIVESTIMENTO: ACCIAIO/ACCIAIO																									
		WIND e TWISTER 40 mm					WIND, TWISTER, WET e ICE 100 mm					FROST, TWISTER E WET 150 mm					FROST e ICE 200 mm					FROST e ICE 240 mm					
Categorie di impatto	Unit	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	
Potenziali Impatti Ambientali																											
Risorse abiotiche (minerali e metalli)	kg Sb eq	7.8E-05	1.8E-09	2.3E-07	2.7E-07	-3.2E-06	3.3E-05	1.0E-09	1.1E-07	1.3E-07	-1.5E-06	3.8E-05	1.8E-09	1.1E-07	1.3E-07	-1.5E-06	1.7E-05	2.0E-09	6.9E-08	7.9E-08	-9.4E-07	1.4E-05	9.1E-10	6.2E-08	7.1E-08	-8.4E-07	
Risorse abiotiche (fossili)	MJ	1.8E+02	9.6E-03	1.3E+00	5.3E+00	-2.3E+01	1.2E+02	5.7E-03	6.0E-01	2.5E+00	-1.1E+01	1.5E+02	9.8E-03	6.1E-01	2.5E+00	-1.1E+01	8.9E+01	1.1E-02	3.7E-01	1.6E+00	-6.8E+00	8.4E+01	4.9E-03	3.4E-01	1.4E+00	-6.1E+00	
Potenziale di riscaldamento globale (GWP 100)	kg CO ₂ eq	1.1E+01	6.1E-04	8.0E-02	5.9E+00	-1.7E+00	6.4E+00	3.6E-04	3.8E-02	2.8E+00	-7.8E-01	8.2E+00	6.2E-04	3.8E-02	2.8E+00	-7.9E-01	4.7E+00	6.9E-04	2.4E-02	1.7E+00	-4.9E-01	4.4E+00	3.1E-04	2.1E-02	1.6E+00	-4.4E-01	
Distruzione fascia di ozono	kg CFC-11 eq	3.0E-07	9.8E-11	1.3E-08	6.9E-08	-1.4E-07	1.4E-07	5.8E-11	6.1E-09	3.3E-08	-6.6E-08	1.5E-07	9.9E-11	6.2E-09	3.3E-08	-6.7E-08	6.9E-08	1.1E-10	3.8E-09	2.0E-08	-4.1E-08	5.5E-08	5.0E-11	3.4E-09	1.8E-08	-3.7E-08	
Formazione di ossidanti fotochimici	kg C ₂ H ₄ eq	4.1E-03	9.9E-08	1.3E-05	6.0E-05	-2.5E-04	2.1E-03	5.8E-08	6.1E-06	2.8E-05	-1.2E-04	2.6E-03	1.0E-07	6.2E-06	2.9E-05	-1.2E-04	1.4E-03	1.1E-07	3.8E-06	1.8E-05	-7.3E-05	1.2E-03	5.0E-08	3.4E-06	1.6E-05	-6.6E-05	
Acidificazione	kg SO ₂ eq	4.2E-02	3.3E-06	4.3E-04	2.6E-03	-5.9E-03	2.5E-02	1.9E-06	2.0E-04	1.2E-03	-2.8E-03	3.3E-02	3.3E-06	2.1E-04	1.2E-03	-2.8E-03	1.9E-02	3.7E-06	1.3E-04	7.6E-04	-1.8E-03	1.8E-02	1.7E-06	1.2E-04	6.8E-04	-1.6E-03	
Eutrofizzazione	kg PO ₄ ³⁻ eq	2.0E-02	8.8E-07	1.2E-04	4.0E-03	-1.9E-03	9.9E-03	5.2E-07	5.5E-05	1.9E-03	-8.8E-04	1.2E-02	8.9E-07	5.5E-05	1.9E-03	-9.0E-04	6.2E-03	9.9E-07	3.4E-05	1.2E-03	-5.5E-04	5.3E-03	4.5E-07	3.1E-05	1.1E-03	-5.0E-04	
Uso di risorse																											
Risorse primarie non rinnovabili come materia prima	MJ	201.0	0.0	0.0	0.0	0.0	128.8	0.0	0.0	0.0	0.0	168.1	0.0	0.0	0.0	0.0	98.9	0.0	0.0	0.0	0.0	93.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
Risorse primarie non rinnovabili escludendo quelle usate come materia prima	MJ	1.6	1.0E-02	1.3	5.5	-23.3	0.8	6.0E-03	0.6	2.6	-11.0	0.8	1.0E-02	0.6	2.6	-11.2	0.4	1.1E-02	0.4	1.6	-6.9	0.4	5.2E-03	0.4	1.5	-6.2	
Totale consumo di risorse primarie non rinnovabili	MJ	202.6	1.0E-02	1.3	5.5	-23.3	129.6	6.0E-03	0.6	2.6	-11.0	169.0	1.0E-02	0.6	2.6	-11.2	99.3	1.1E-02	0.4	1.6	-6.9	94.2	5.2E-03	0.4	1.5	-6.2	
Risorse primarie rinnovabili come materia prima	MJ	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
Risorse primarie rinnovabili escludendo quelle usate come materia prima	MJ	1.0	1.3E-04	1.7E-02	4.9E-02	-12.4	0.5	7.5E-05	7.9E-03	2.3E-02	-5.8	0.5	1.3E-04	8.0E-03	2.3E-02	-5.9	0.3	1.4E-04	4.9E-03	1.4E-02	-3.7	0.3	6.5E-05	4.4E-03	1.3E-02	-3.3	
Totale consumo di risorse primarie rinnovabili	MJ	9.3	1.3E-04	1.7E-02	4.9E-02	-12.4	5.1	7.5E-05	7.9E-03	2.3E-02	-5.8	6.2	1.3E-04	8.0E-03	2.3E-02	-5.9	3.4	1.4E-04	4.9E-03	1.4E-02	-3.7	3.1	6.5E-05	4.4E-03	1.3E-02	-3.3	
Uso di materiali secondari																											
Uso di combustibili secondari rinnovabili	MJ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uso netto di acqua	m ³	6.2E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4E-08	0.0	0.0	0.0	0.0	
Categorie di rifiuti																											
Rifiuti pericolosi	kg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rifiuti non pericolosi	kg	4.3E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8E-05	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4E-05	0.0	0.0	0.0	0.0	
Rifiuti radioattivi	kg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Tabella 9: Risultati per unità funzionale (1m²K/W) per i pannelli copertura

		Unità Funzionale: 1 m ² K/W																			
		TIPO: PANNELLI COPERTURA																			
		DOPPIO RIVESTIMENTO: ACCIAIO/ACCIAIO																			
		RAIN 20 mm					RAIN & CORTEX 40 mm					RAIN & CORTEX 100 mm					RAIN 150 mm				
Categorie di impatto	Unit	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D	A1-A3	A4	C2	C3-C4	D
Potenziali Impatti Ambientali																					
Risorse abiotiche (minerali e metalli)	kg Sb eq	1.2E-04	4.1E-10	3.1E-07	3.5E-07	-4.2E-06	6.6E-05	1.3E-09	1.6E-07	1.9E-07	-2.2E-06	2.9E-05	6.4E-10	9.7E-08	1.1E-07	-1.3E-06	2.3E-05	1.4E-09	7.7E-08	8.8E-08	-1.0E-06
Risorse abiotiche (fossili)	MJ	2.4E+02	2.2E-03	1.7E+00	6.9E+00	-3.0E+01	1.6E+02	7.2E-03	8.9E-01	3.7E+00	-1.6E+01	1.1E+02	3.5E-03	5.2E-01	2.2E+00	-9.6E+00	9.7E+01	7.8E-03	4.2E-01	1.7E+00	-7.6E+00
Potenziale di riscaldamento globale (GWP 100)	kg CO ₂ eq	1.5E+01	1.4E-04	1.0E-01	7.7E+00	-2.2E+00	9.5E+00	4.5E-04	5.6E-02	4.1E+00	-1.2E+00	6.4E+00	2.2E-04	3.3E-02	2.5E+00	-6.9E-01	5.2E+00	5.0E-04	2.6E-02	1.9E+00	-5.5E-01
Distruzione fascia di ozono	kg CFC-11 eq	4.7E-07	2.3E-11	1.7E-08	9.1E-08	-1.8E-07	2.6E-07	7.3E-11	9.0E-09	4.8E-08	-9.8E-08	1.6E-07	3.5E-11	5.3E-09	2.9E-08	-5.8E-08	9.2E-08	8.0E-11	4.3E-09	2.3E-08	-4.6E-08
Formazione di ossidanti fotochimici	kg C ₂ H ₄ eq	6.1E-03	2.3E-08	1.7E-05	7.8E-05	-3.3E-04	3.6E-03	7.4E-08	9.1E-06	4.2E-05	-1.7E-04	2.1E-03	3.5E-08	5.4E-06	2.5E-05	-1.0E-04	1.6E-03	8.0E-08	4.3E-06	2.0E-05	-8.2E-05
Acidificazione	kg SO ₂ eq	5.8E-02	7.7E-07	5.7E-04	3.4E-03	-7.8E-03	3.8E-02	2.5E-06	3.0E-04	1.8E-03	-4.2E-03	2.6E-02	1.2E-06	1.8E-04	1.1E-03	-2.5E-03	2.1E-02	2.7E-06	1.4E-04	8.5E-04	-2.0E-03
Eutrofizzazione	kg PO ₄ ⁻³ eq	2.9E-02	2.1E-07	1.5E-04	5.3E-03	-2.5E-03	1.7E-02	6.6E-07	8.1E-05	2.8E-03	-1.3E-03	9.7E-03	3.2E-07	4.8E-05	1.7E-03	-7.8E-04	7.7E-03	7.2E-07	3.8E-05	1.3E-03	-6.2E-04
Uso di risorse																					
Risorse primarie non rinnovabili come materia prima	MJ	264.2	0.0	0.0	0.0	0.0	181.1	0.0	0.0	0.0	0.0	123.6	0.0	0.0	0.0	0.0	107.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Risorse primarie non rinnovabili escludendo quelle usate come materia prima	MJ	2.0	2.4E-03	1.8	7.2	-30.5	1.0	7.6E-03	0.9	3.8	-16.3	0.8	3.7E-03	0.6	2.3	-9.7	0.7	8.3E-03	0.4	1.8	-7.7
Totale consumo di risorse primarie non rinnovabili	MJ	266.3	2.4E-03	1.8	7.2	-30.5	182.1	7.6E-03	0.9	3.8	-16.3	124.3	3.7E-03	0.6	2.3	-9.7	108.1	8.3E-03	0.4	1.8	-7.7
Risorse primarie rinnovabili come materia prima	MJ	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Risorse primarie rinnovabili escludendo quelle usate come materia prima	MJ	1.3	3.0E-05	2.2E-02	0.1	-16.2	0.7	9.5E-05	1.2E-02	3.4E-02	-8.7	0.5	4.6E-05	6.9E-03	2.0E-02	-5.1	0.4	1.0E-04	5.5E-03	1.6E-02	-4.1
Totale consumo di risorse primarie rinnovabili	MJ	12.9	3.0E-05	2.2E-02	0.1	-16.2	7.9	9.5E-05	1.2E-02	3.4E-02	-8.7	6.5	4.6E-05	6.9E-03	2.0E-02	-5.1	3.8	1.0E-04	5.5E-03	1.6E-02	-4.1
Uso di materiali secondari	kg	2.0E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7E-03	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2E-03	0.0	0.0	0.0	0.0
Uso di combustibili secondari rinnovabili	MJ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uso netto di acqua	m ³	9.9E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6E-07	0.0	0.0	0.0	0.0
Categorie di rifiuti																					
Rifiuti pericolosi	kg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rifiuti non pericolosi	kg	6.7E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1E-04	0.0	0.0	0.0	0.0
Rifiuti radioattivi	kg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 10: Richieste di massa e superficie, per ogni prodotto, per avere una resistività (R) pari a 1 m²K/W

<i>Applicazione</i>	<i>Prodotto</i>	<i>kg / 1 m²K/W</i>	<i>m² / 1 m²K/W</i>
Parete	WIND/TWISTER, 40mm	6.02	0.60
	WIND/TWISTER/WET/ICE, 100mm	2.77	0.23
	FROST/TWISTER/WET, 150mm	2.80	0.23
	FROST/ICE, 200mm	1.77	0.11
	FROST/ICE, 240mm	1.59	0.09
Copertura	RAIN, 20mm	7.86	0.95
	RAIN/CORTEX, 40mm	4.20	0.52
	RAIN/CORTEX, 100mm	2.49	0.22
	RAIN, 150mm	1.98	0.15

Informazioni generali del programma e della verifica

Programma:	The International EPD® System EPD International AB Box 210 60 SE-100 31 Stoccolma Svezia www.environdec.com
Numero di registrazione dell'EPD:	S-P-01017
ECO EPD Numero di riferimento:	00000484
Data di pubblicazione:	2017-02-09
Data di scadenza:	2022-02-02
Product Category Rules:	PCR for the Insulation Materials multiple UN CPC codes, Version 1.0, dated 2014-07-2
Classificazione del gruppo di prodotto:	UN CPC VER. 2 CODE 54
Anno di riferimento:	2015
Scopo geografico:	<i>Internazionale</i>

Product category rules (PCR): <i>Insulation materials, PCR 2014:13 version 1.0, 2014/04/16</i>
La revisione delle PCR è stata condotta da: <i>The Technical Committee of the International EPD system. Full list of TC members available on www.environdec.com/TC</i>
Verifica indipendente in accordo con la ISO 14025:2006: <input type="checkbox"/> EPD Process Certification (interna) <input checked="" type="checkbox"/> EPD Verificatore (esterna)
Verificatore: <i>Dott.ssa Valentina Fantin</i> <i>Indirizzo: Via Pablo Neruda 5, I-40139 Bologna, Italia</i> <i>Accreditato da: "Approvato dall'International EPD System"</i>

Contatti:

<p>Richiedente EPD:</p>	 NAV SYSTEM S.p.A. Piazzale P. Sraffa 45, I-47521, Case Castagnoli, Cesena, Italia Web: http://www.nav-group.com Tel. +39 0547 350505 fax. +39 0547 350500 Dott.ssa Angela Galli e-mail: agalli@nav-system.it
<p>Autore dello studio LCA:</p>	 EMC Innovation Lab s.r.l. Viale Italia 29, I-47921, Rimini, Italia. Web: http://www.emcinnovation.it/ Tel: +39 0541 1835510 Dr. Daniele Cespi e-mail: dcespi@emcinnovation.it
<p>Operatore del programma:</p>	 EPD International AB info@environdec.com

Abbreviazioni

CED	Cumulative Energy Demand
EE	Electric Energy
ELCD	EUROPEAN LIFE CYCLE DATABASE
EoL	End of Life
EPD	Environmental Product Declaration
GPI	General Programme Instructions
GWP ₁₀₀	Global Warming Potential with a 100-years' perspective
kg CFC 11 eq.	kilogram of equivalent chlorofluorocarbon
kg C ₂ H ₂ eq.	kilogram of equivalent ethylene
kg CO ₂ eq.	kilogram of equivalent carbon dioxide
kg PO ₄ ³⁻ eq.	kilogram of equivalent phosphates
kg SO ₂ eq.	kilogram of equivalent sulfur dioxide
LCA	Life Cycle Assessment
LCI	Life Cycle Inventory
LCIA	Life Cycle Impact Assessment
LHV	Lower Heating Value
MJ	Mega Joule
MSWI	Municipal Solid Waste Incinerator
PCR	Product Category Rules
WtE	Waste to Energy

Bibliografia

1. ISO 14025:2006 ENVIRONMENTAL LABELS AND DECLARATIONS - TYPE III ENVIRONMENTAL DECLARATIONS - PRINCIPLES AND PROCEDURES.
2. EN 15804:2014 SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTION WORKS - ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATIONS - CORE RULES FOR THE PRODUCT CATEGORY OF CONSTRUCTION PRODUCTS.
3. PRODUCT CATEGORY RULES (PCR) FOR THE INSULATION MATERIALS, MULTIPLE UN CPC CODES, VERSION 1.0, DATED 2014-07-2.
4. CONSTRUCTION SERVICES 54 (CPC VER. 2 CODE 54, [HTTP://UNSTATS.UN.ORG/UNSD/CR/REGISTRY/REGCS.ASP?CL=25&LG=1&CO=54](http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcs.asp?cl=25&lg=1&co=54)).
5. EN ISO 14040 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, LIFE CYCLE ASSESSMENT, PRINCIPLES AND FRAMEWORK, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, GENEVA, SWITZERLAND, 2006.
6. EN ISO 14044 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, LIFE CYCLE ASSESSMENT, REQUIREMENTS AND GUIDELINES, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, GENEVA, SWITZERLAND, 2006.
7. ECOINVENT CENTRE (FORMERLY SWISS CENTRE FOR LIFE CYCLE INVENTORIES) (2016) ECOINVENT 3.1 DATABASE.
8. PRÉ CONSULTANTS, SIMAPRO, AMERSFOORT, THE NETHERLANDS, 2017.
9. GENERAL PROGRAMME INSTRUCTIONS OF THE INTERNATIONAL EPD® SYSTEM. VERSION 2.01, DATED 2013-09-18.
10. TERNA 2015, STATISTICHE DI PRODUZIONE, <https://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/statisticheeprevisioni/datistatistici.aspx>.
11. F. PASSARINI, M. NICOLETTI, L. CIACCI, I. VASSURA, L. MORSELLI, ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF A WTE PLANT AFTER STRUCTURAL UPGRADE MEASURES, *WASTE MANAG.*, 2014, 34, 753-762, [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1016/J.WASMAN.2013.12.022](http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.12.022).
12. M.R. CHERTOW, INDUSTRIAL SYMBIOSIS: LITERATURE AND TAXONOMY, *ANNU. REV. ENVIRON. RESOUR.*, 2000, 25, 313-337.
13. <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors>.
14. R. FRISCHKNECHT, N. JUNGBLUTH, H.-J. ALTHAUS, C. BAUER, G. DOKA, R. DONES, R. HISCHIER, S. HELLWEG, S. HUMBERT, T. KÖLLNER, Y. LOERINCIK, M. MARGNI AND T. NEMECEK, *IMPLEMENTATION OF LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT METHODS*, ECOINVENT REPORT No. 3, v2.0, SWISS CENTRE FOR LIFE CYCLE INVENTORIES, DÜBENDORF, 2007.
15. EUROPEAN LIFE CYCLE DATABASE – ELCD V.3.0, [HTTP://EPLCA.JRC.EC.EUROPA.EU/ELCD3/](http://eplca.jrc.ec.europa.eu/elcd3/).

