

# Carbon Footprint di prodotti per l'edilizia.

## EXTERNAL COMMUNICATION REPORT

PROGRAMMA PER LA VALUTAZIONE  
DELL'IMPRONTA AMBIENTALE



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Progetto co-finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Committente



Fassa Srl  
Via Lazzaris 3  
31027 Spresiano (TV)  
Tel. 0422 7222, Fax 0422 887509  
[www.fassabortolo.com](http://www.fassabortolo.com)

Redazione



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA  
ed. Auriga - via delle Industrie, 9  
30175 Marghera (VE)  
Tel. 041 5093820, Fax 041 5093886  
[www.eambiente.it](http://www.eambiente.it), [info@eambiente.it](mailto:info@eambiente.it)

Data: 04 dicembre 2015

Revisione 03

## SOMMARIO

<b>SOMMARIO</b> .....	<b>2</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>2. INFORMAZIONI AZIENDALI</b> .....	<b>3</b>
<b>3. OGGETTO DELLA CFP</b> .....	<b>4</b>
<b>4. UNITÀ FUNZIONALE</b> .....	<b>5</b>
<b>5. INFORMAZIONI SULLA CFP</b> .....	<b>6</b>
<b>6. FASI DEL CICLO DI VITA</b> .....	<b>7</b>
<b>7. CONFINI DEL SISTEMA</b> .....	<b>9</b>
<b>8. DATI</b> .....	<b>18</b>
<b>9. RISULTATI</b> .....	<b>22</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto illustra i principali risultati ottenuti da uno studio di Carbon Footprint di prodotto (CFP), detta anche Impronta Climatica o Impronta di Carbonio, seguendo le indicazioni riportate nella norma **UNI ISO/TS 14067:2013** *Impronta climatica dei prodotti (Carbon footprint dei prodotti)*, effettuato da Fassa Srl su quattro propri prodotti per l'edilizia.

L'obiettivo dello studio è stato quello di ottenere una quantificazione del potenziale di riscaldamento globale associato alla produzione di quattro propri prodotti per l'edilizia da parte di Fassa Srl, considerata nel suo intero ciclo di vita (approvvigionamento delle risorse, lavorazione, trasporto del prodotto, fase d'uso del prodotto e fine vita).

Il presente External Communication Report è basato sui contenuti dello Study Report "Analisi dell'impronta di carbonio (CFP – Carbon Footprint of Product) di quattro prodotti per l'edilizia" Rev. 00 del 25/09/2014.

La verifica di terza parte è stata effettuata da ICMQ nelle date 4 e 11 novembre 2014.

## 2. INFORMAZIONI AZIENDALI

Fassa Srl è un'azienda italiana del settore di prodotti per l'edilizia, uno dei leader del settore in Italia e in ambito internazionale. La prima testimonianza di questa realtà produttiva risale al 1710, l'azienda infatti nel 2010 ha festeggiato il 300° anniversario della propria fondazione.

Ragione sociale: Fassa Srl  
Sede Direzionale: Via Lazzaris 3, 31027 Spresiano (TV)  
Tel.: 0422 7222  
Fax: 0422 887509  
Sito web: <http://www.fassabortolo.com/>  
E-mail: [info@fassabortolo.it](mailto:info@fassabortolo.it)

L'azienda è in possesso della seguente certificazione:

- ISO 9001:2008 "Sistema di gestione per la qualità"

Fassa Bortolo si identifica come l'azienda che ha introdotto e divulgato in Italia gli intonaci premiscelati a base di calce e cemento idonei ad ogni tipo di intervento.

Ad oggi il gruppo possiede diversi stabilimenti produttivi, dodici dei quali presenti in Italia ed uno all'estero.

### 3. OGGETTO DELLA CFP

Gli oggetti dello studio sono quattro prodotti per l'edilizia. Si tratta nello specifico dell'intonaco K1710, dell'intonaco Risanafacile, dell'adesivo per piastrelle AT99 grigio e del betoncino cementizio B525.

#### ■ Intonaco K1710

L'intonaco K1710 è una malta secca a base di putala nano-calce naturale, nano-polveri ad azione pozzolanica, fibre inorganiche e pregiati inerti selezionati tra le rocce carbonatiche.

Questo prodotto viene utilizzato come intonaco di fondo su murature vecchie e nuove in pietre, mattoni, tufo, ecc. Le caratteristiche di elasticità dell'intonaco e le presenze delle fibre lo rendono particolarmente adatto, secondo le indicazioni riportate in seguito, su supporti meccanicamente deboli, tipo le murature di sassi e/o mattoni (lavori di restauro in generale).

#### ■ Intonaco Risanafacile

L'intonaco Risanafacile è una malta secca bianca a base di calce naturale, legante idraulico resistente ai solfati, polvere di marmo, sabbie classificate, idrofugo ed additivi specifici atti a migliorare la lavorazione, l'adesione e la traspirabilità.

Questo prodotto viene utilizzato come intonaco da rinzaffo e di fondo a mano e a macchina per il risanamento di murature umide, in spessore consigliati di almeno 2 cm.

#### ■ Adesivo per piastrelle AT99 grigio

L'adesivo AT99 grigio è un adesivo premiscelato secco composto da cemento Portland grigio, resine sintetiche, sabbie selezionate ed additivi specifici per migliorare la lavorabilità e l'adesione.

Questo prodotto viene utilizzato per incollare piastrelle in ceramica, gres porcellanato, piastrelle assorbenti di piccolo e grande formato, per applicare rivestimenti in facciata, per posare su pavimenti esistenti e su pavimenti riscaldati, per la posa di mosaico vetroso e per la posa di piastrelle in piscine, dove è richiesta un'adesione elevata ed elevato grado di flessibilità, per la posa di pietre naturali non soggette a deformazioni e non sensibili a fenomeni di macchiatura superficiale.

#### ■ Betoncino cementizio B525

Il betoncino cementizio B525 è una malta composta da speciali cementi solfato resistenti, sabbie classificate, fibre sintetiche ed additivi per migliorare la lavorazione e l'adesione del calcestruzzo.

B525 viene usato come betoncino di rinforzo, con rete elettrosaldata in lavori di restauro, per riparazione di spigoli di travi e di pilastri, per il ripristino di frontalini, di balconi ammalorati per degrado del cemento armato, per lavori di ricostruzione degli strati di copriferro in opere di cemento armato.

## 4. UNITÀ FUNZIONALE

L'unità funzionale è quel termine di riferimento, definito e misurabile, che permette di associare consumi di energia e materia e rilasci in ambiente; nello specifico la norma UNI EN ISO 14040 la definisce nel seguente modo:

*“L'unità funzionale definisce la quantificazione della funzioni identificate (caratteristiche di prestazione) del prodotto. Lo scopo principale dell'unità funzionale (U.F.) è di fornire un riferimento a cui legare gli elementi in ingresso e in uscita”.*

Nel caso specifico è stata stabilita pari a 1 m<sup>2</sup> di prodotto, poiché riportato nell'appendice “appendix to PCR 2012:01 construction products and constructions services” della PCR di riferimento (Constructions products and CPC 54 constructions services)

L'obiettivo di queste regole è riuscire a confrontare i prodotti con i relativi concorrenti e standardizzare le dichiarazioni ambientali.

Per caratterizzare l'unità funzionale è necessario specificare il range di spessore per l'applicazione del prodotto e il range di densità possibili, come nella tabella riportata qui di seguito.

Tabella 4.1 Caratterizzazione dell'unità funzionale.

<b>Caratteristiche</b>		
Peso specifico della polvere		
Spessore di riferimento per applicazione prodotto		
Densità prodotto bagnato		
Densità prodotto indurito		
Riferimento della massa ad un 1 m <sup>2</sup>		
<b>K1710</b>	<b>valore</b>	<b>u.d.m.</b>
<b>Massa per un 1 m<sup>2</sup> (UNITA FUNZIONALE)</b>	<b>13,5</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
Spessore di riferimento per applicazione prodotto	10	mm
Peso specifico della polvere	1.450	kg/m <sup>3</sup>
Densità prodotto bagnato	1.650	kg/m <sup>3</sup>
Densità prodotto indurito	1.450	kg/m <sup>3</sup>
<b>RisanaFacile</b>	<b>valore</b>	<b>u.d.m.</b>
<b>Massa per un 1 m<sup>2</sup> (UNITA FUNZIONALE)</b>	<b>10,0</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
Spessore di riferimento per applicazione prodotto	10	mm
Peso specifico della polvere	1.000	kg/m <sup>3</sup>
Densità prodotto bagnato	1.250	kg/m <sup>3</sup>
Densità prodotto indurito	1.100	kg/m <sup>3</sup>
<b>AT 99 grigio</b>	<b>valore</b>	<b>u.d.m.</b>
<b>Massa per un 1 m<sup>2</sup> (UNITA FUNZIONALE)</b>	<b>3,5</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
Spessore di riferimento per applicazione prodotto	15	mm

Peso specifico della polvere	1.300	kg/m <sup>3</sup>
Densità prodotto bagnato	1.650	kg/m <sup>3</sup>
Densità prodotto indurito	1.450	kg/m <sup>3</sup>
<b>B525</b>	<b>valore</b>	<b>u.d.m.</b>
<b>Massa per un 1 m<sup>2</sup> (UNITA FUNZIONALE)</b>	<b>18,0</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
Spessore di riferimento per applicazione prodotto	10	mm
Peso specifico della polvere	1.500	kg/m <sup>3</sup>
Densità prodotto bagnato	2.100	kg/m <sup>3</sup>
Densità prodotto indurito	2.200	kg/m <sup>3</sup>

## 5. INFORMAZIONI SULLA CFP

### *Tipo di CFP*

Lo studio CFP effettuato è di tipo completo, dalla culla alla tomba.

### *CFP-PCR applicabili*

Non esistono al momento CFP-Product Category Rules per il prodotto studiato.

### *Applicazioni previste*

Le applicazioni previste dello studio saranno quelle di fornire un quadro delle problematiche ambientali connesse alla produzione, uso e smaltimento di quattro prodotti per l'edilizia e una quantificazione degli impatti sul riscaldamento globale al fine di poter eventualmente intervenire per ridurli.

### *Destinatari dello studio*

Il destinatario dello studio è l'azienda stessa, interessata a conoscere le prestazioni ambientali dei propri prodotti e il Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio e del Mare in quanto soggetto cofinanziatore al 70% dello studio di analisi dell'impronta di carbonio.

### *Utilizzo dei risultati in dichiarazioni comparative*

Fassa Srl non intende utilizzare lo studio e le dichiarazioni in esso riportate per effettuare comparazioni con altre soluzioni di mercato.

### *Fairness*

La differenza principale tra LCA e CFP è che la prima indaga, per uno o più prodotti, diversi fattori di caratterizzazione lungo tutto il ciclo di vita (ad esempio Acidificazione, Eutrofizzazione, Ossidazione, fotochimica, Assottigliamento dello strato di ozono stratosferico, Riscaldamento globale), mentre la seconda indaga un solo fattore di caratterizzazione, ossia il Riscaldamento Globale. Si osservi che la LCA può già contenere all'interno di sé la valutazione del contributo al

Riscaldamento Globale. L'unica differenza è che la CFP si concentra esclusivamente su questo saliente impatto ambientale, gestendone al meglio la comunicazione.

## 6. FASI DEL CICLO DI VITA

Le fasi del ciclo di vita considerate sono le seguenti:



Figura 6.1. Flusso delle materie prime e dei prodotti.

Come si può osservare, la materie prime giungono direttamente agli stabilimenti dove verranno miscelate insieme per ottenere i prodotti di interesse. Alcune materie prime non giungono pronte all'utilizzo, ma devono subire un processo di preparazione e lavorazione presso lo stabilimento.

È il caso della calce e delle sabbie calcaree: entrambe vengono estratte dalle due cave di Sarone (PN) e Fadalto (BL), la prima di proprietà di terzi e la seconda in comproprietà.

L'estrazione del materiale prevede delle operazioni in cava, che implicano l'utilizzo di una pala meccanica, di uno scavatore e di esplosivo e di acqua per il lavaggio delle rocce.

All'interno degli stabilimenti avvengono le varie fasi fino alla produzione dei prodotti finiti, imballati o stoccati in sili portabili e pronti all'uso; dagli stabilimenti i prodotti vengono trasportati ai clienti che li utilizzano con l'aggiunta di acqua e approvvigionamento energetico.

Alla fase d'uso è legato fenomeno della carbonatazione, ossia un processo chimico che avviene naturalmente, il quale è dovuto alla reazione di idratazione della calce, componente basilare di due prodotti premiscelati (intonaco K1710, intonaco Risanafacile). La reazione dipende dalle condizioni atmosferiche ed inizia già durante la fase di applicazione, proseguendo durante la fase di presa e di indurimento del legante idraulico. Non altera in alcuna maniera il prodotto stesso o le sue prestazioni.

Secondo la ISO/TS 14067 (punto 6.4.8) le emissioni e i sequestri derivanti da fase d'uso o da scenari di fine vita che si verificano nel corso di più di dieci anni dopo che il prodotto è stato installato, vanno conteggiati nella CFP senza tenere conto dell'orizzonte temporale di emissioni

e sequestri di gas serra. Per questo motivo è stato conteggiato come immediato il riassorbimento di CO<sub>2</sub> relativo ai 6 mesi successivi alla installazione.

Al termine del ciclo di vita verranno destinati ad uno scenario di smaltimento che prevede la discarica.



## 7. CONFINI DEL SISTEMA

### ■ Intonaco K1710

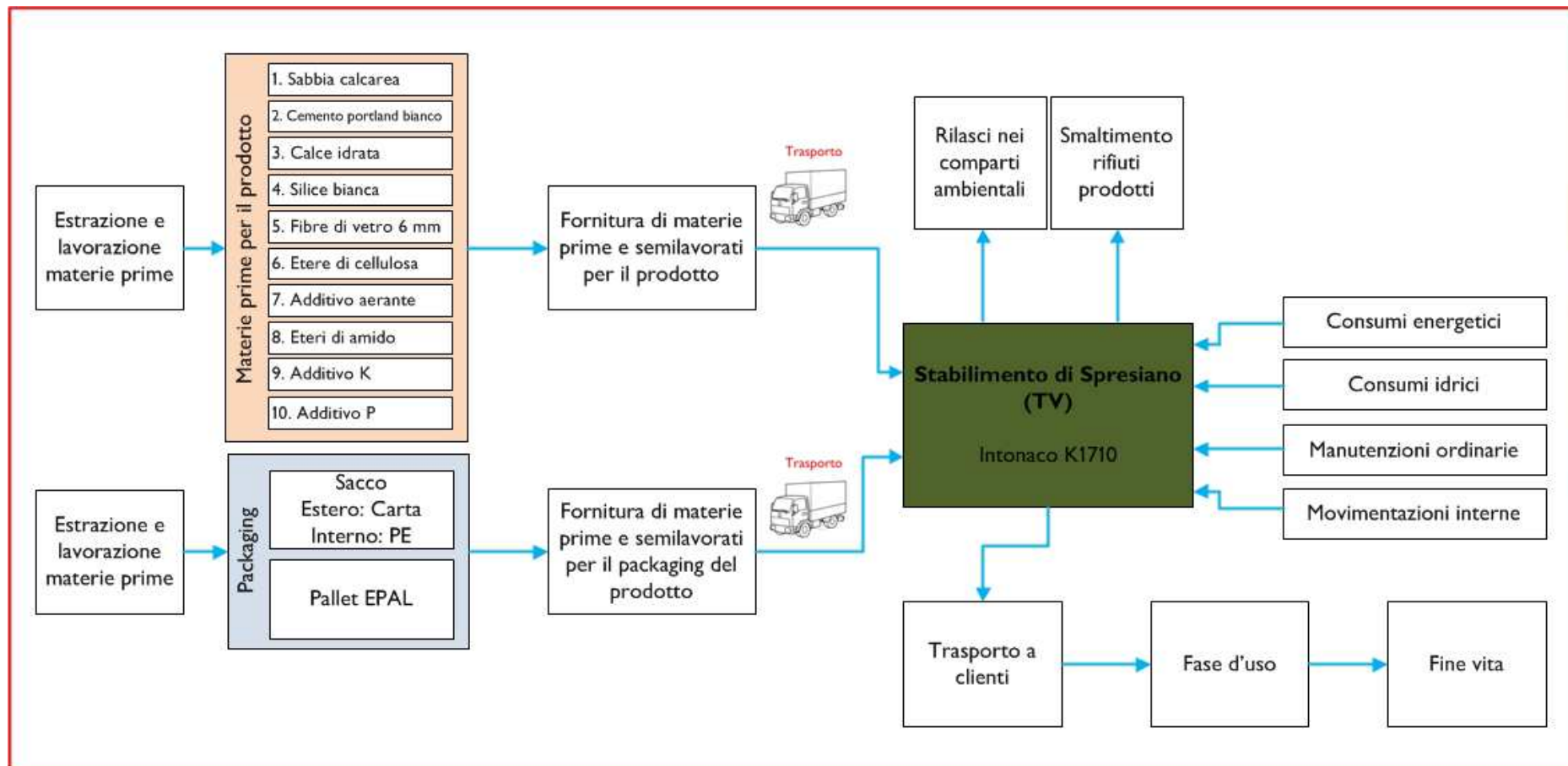


Figura 7.1. Confini del sistema per intonaco K1710.

■ Intonaco Risanafacile

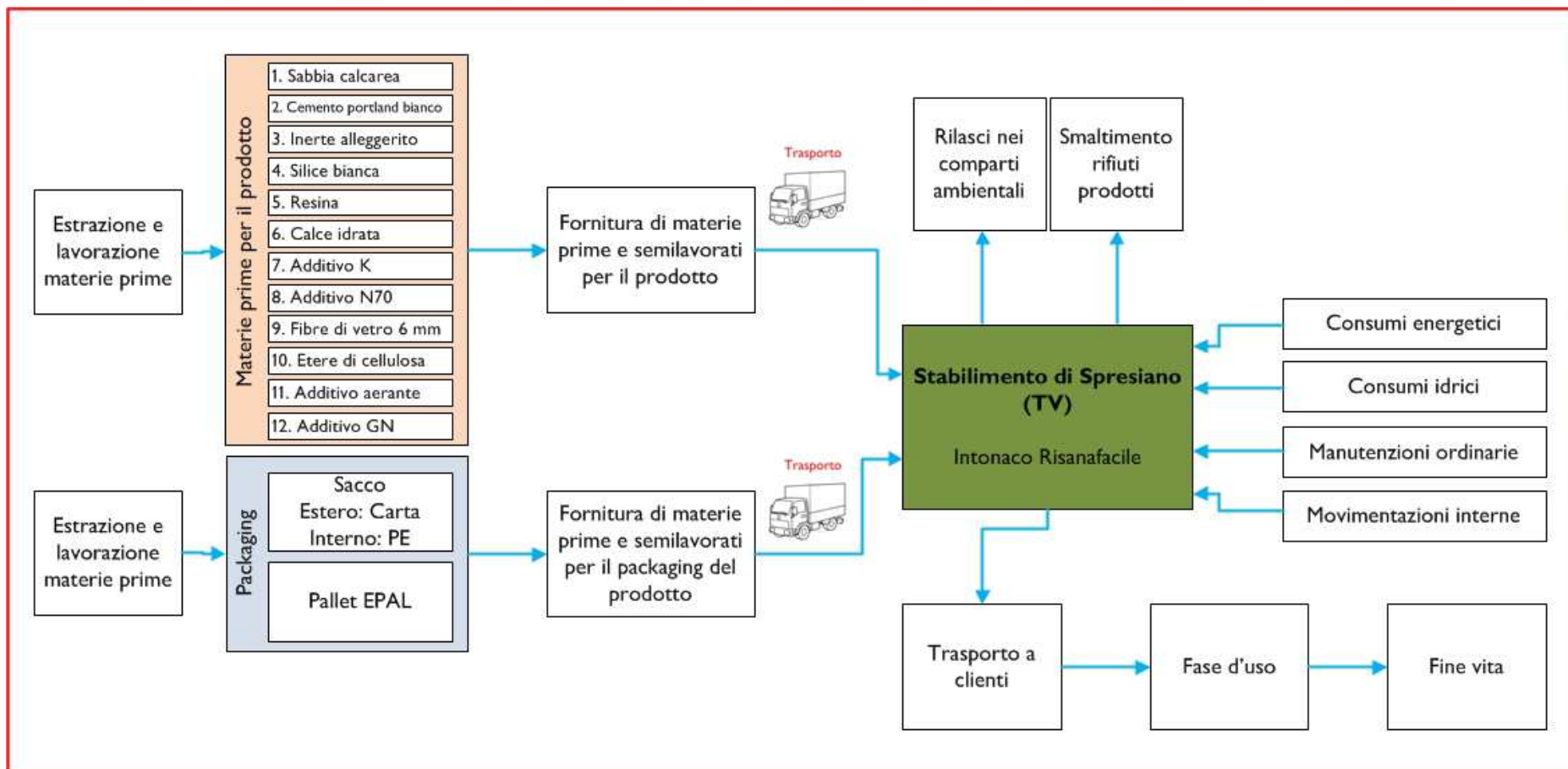


Figura 7.2. Confini del sistema per intonaco Risanafacile.

■ Adesivo per piastrelle AT99 grigio

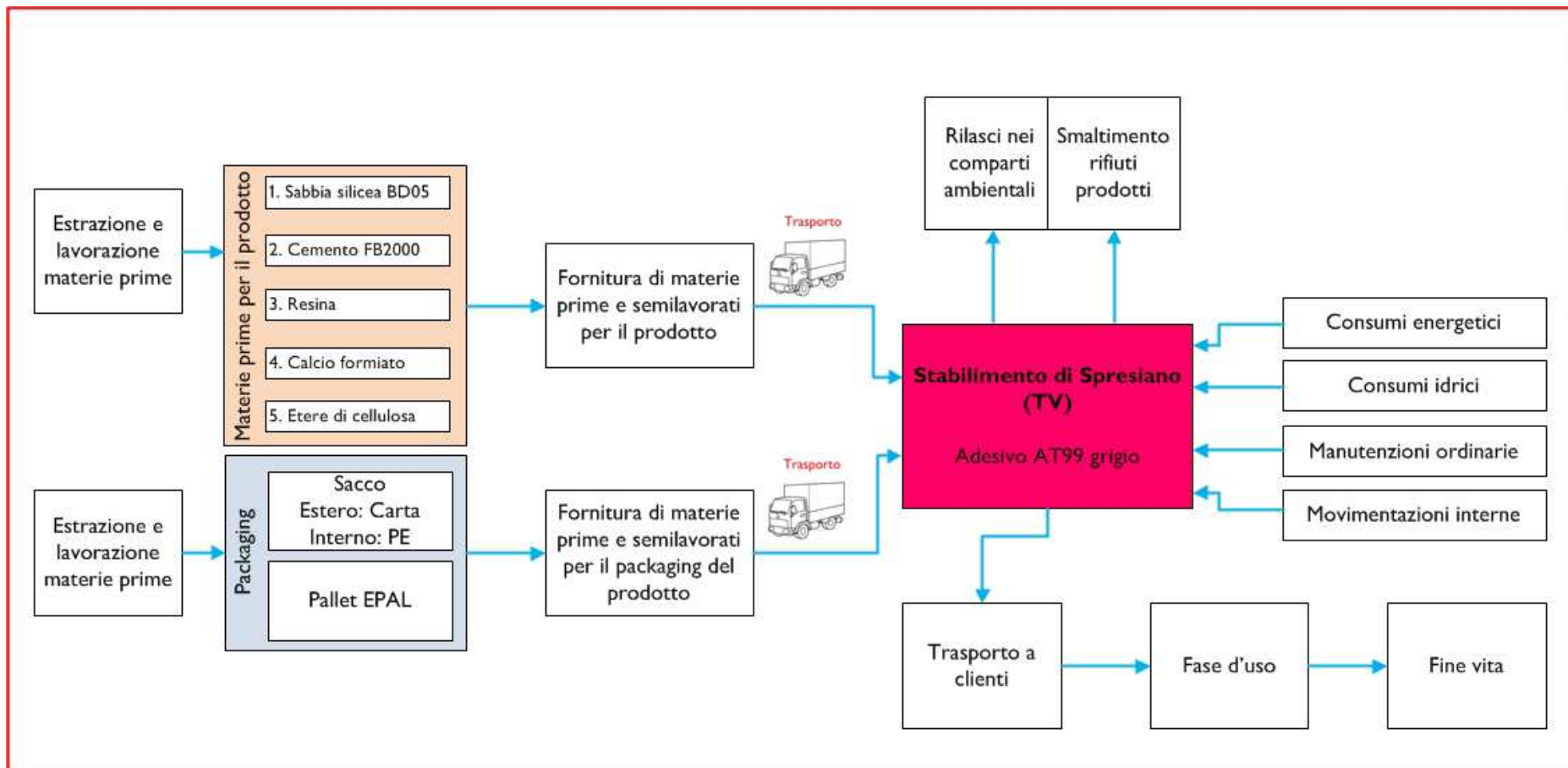


Figura 7.3. Confini del sistema per adesivo piastrelle AT99 grigio.

■ Betoncino cementizio B525

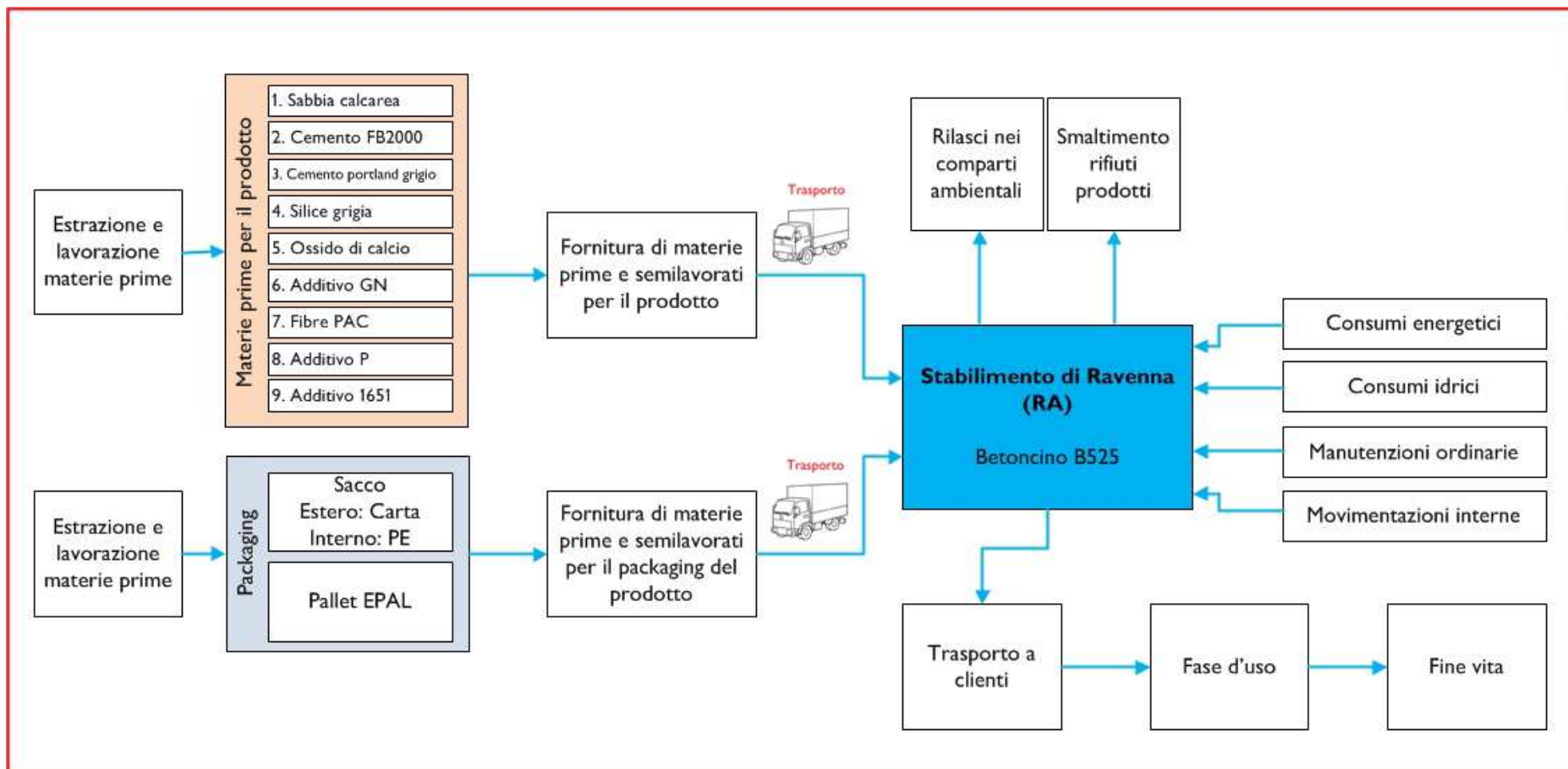


Figura 7.4. Confini del sistema per Betoncino B525.

Gli aspetti che sono stati in questa sede esclusi dai confini del sistema vengono di seguito elencati per ciascuna fase del sistema interessata:

- Fase d'uso del prodotto: input energetici, strutturali, di risorse umane per garantire le condizioni d'uso. Durante la fase d'uso del prodotto viene fornita energia al sistema sotto forma di forza lavoro, questa quota di energia deriva dagli alimenti consumati dagli utilizzatori. La quota maggiore dell'energia derivante da alimenti è necessaria a sostenere le funzioni vitali. Per questo motivo l'energia fornita è stata considerata trascurabile (Baldo et al., 2008).
- Impianti ed infrastrutture. L'energia di investimento (e le emissioni associate) può essere rilevante soprattutto a causa delle grandi quantità di materiali impiegati, ma essendo il periodo di utilizzazione dei macchinari e delle infrastrutture normalmente piuttosto lungo, il carico ambientale LCA risulta essere generalmente trascurabile quando confrontato con quello di qualunque prodotto generato all'interno della struttura medesima (Baldo et al., 2008).
- Sono stati altresì escluse alcune componenti al di sotto di una soglia su base massa del 99% del flusso totale in ingresso all'Upstream e al Core module.

#### *Cut off*

Gli aspetti che sono stati in questa sede esclusi dai confini del sistema vengono di seguito elencati per ciascuna fase del sistema interessata:

- Installazione e fase d'uso del prodotto: input energetici, strutturali, di risorse umane per garantire le condizioni d'uso. Durante la fase d'uso del prodotto viene fornita energia al sistema sotto forma di forza lavoro, questa quota di energia deriva dagli alimenti consumati dagli utilizzatori. La quota maggiore dell'energia derivante da alimenti è necessaria a sostenere le funzioni vitali. Per questo motivo l'energia fornita è stata considerata trascurabile (Baldo et al., 2008).
- Impianti ed infrastrutture. L'energia di investimento (e le emissioni associate) può essere rilevante soprattutto a causa delle grandi quantità di materiali impiegati, ma essendo il periodo di utilizzazione dei macchinari e delle infrastrutture normalmente piuttosto lungo, il carico ambientale LCA risulta essere generalmente trascurabile quando confrontato con quello di qualunque prodotto generato all'interno della struttura medesima (Baldo et al., 2008).
- Sono stati altresì escluse alcune componenti al di sotto di una soglia su base massa del 99% del flusso totale in ingresso all'Upstream e al Core module. Le esclusioni vengono esposte nelle seguenti tabelle:

## ■ Intonaco K1710

Tabella 7.1. Cut off K1710.

<b>Materie prime componenti prodotto</b>	<b>%</b>	<b>Escluso / incluso</b>	<b>% totale</b>
Sabbia calcarea	88,60	Incluso	99,7
Cemento portland bianco	7,00	Incluso	
Calce idrata	3,50	Incluso	
Silice bianca	0,50	Incluso	
Fibre di vetro 6 mm	≤ 0,10	Incluso	
Etere di cellulosa	≤ 0,10	Escluso	0,3
Additivo aerante	≤ 0,05	Escluso	
Eteri di amido	≤ 0,05	Escluso	
Additivo P	≤ 0,05	Escluso	
Additivo K	≤ 0,05	Escluso	
<b>Materie prime componenti packaging del prodotto</b>	<b>%</b>	<b>Escluso / incluso</b>	<b>% totale</b>
Sacco di carta	95,68	Incluso	100
Interno sacco in polietilene	4,32	Incluso	

## ■ Intonaco Risanafacile

Tabella 7.2. Cut off RisanaFacile.

Materie prime componenti prodotto	%	Escluso / incluso	% totale
Sabbia calcarea	66,90	Incluso	99
Cemento portland bianco	18,00	Incluso	
Inerte alleggerito	10,00	Incluso	
Silice bianca	1,50	Incluso	
Resina	1,50	Incluso	
Calce idrata	1,00	Incluso	
Fibre di vetro 6 mm	0,10	Incluso	
Additivo K	0,60	Escluso	1
Additivo N70	0,25	Escluso	
Etere di cellulosa	≤ 0,05	Escluso	
Additivo aerante	≤ 0,05	Escluso	
Additivo GN	≤ 0,05	Escluso	
Materie prime componenti packaging del prodotto	%	Escluso / incluso	% totale
Sacco di carta	96,30	Incluso	100
Interno sacco in polietilene	3,70	Incluso	

## ■ Adesivo per piastrelle AT99 grigio

Tabella 7.3. Cut off AT99 grigio.

Materie prime componenti prodotto	%	Escluso / incluso	% totale
Sabbia silicea BD05	52,10	Incluso	99,6
Cemento FB2000	42,00	Incluso	
Resina	5,00	Incluso	
Calcio formiato	0,50	Incluso	
Etere di cellulosa	0,40	Escluso	0,4
Materie prime componenti packaging del prodotto	%	Escluso / incluso	% totale
Sacco di carta	96,30	Incluso	100
Interno sacco in polietilene	3,70	Incluso	

## ■ Betoncino cementizio B525

Tabella 7.4. Cut off Betoncino cementizio B525.

<b>Materie prime componenti prodotto</b>	<b>%</b>	<b>Escluso / incluso</b>	<b>% totale</b>
Sabbia calcarea	62,19	Incluso	99,69
Cemento FB2000	24,00	Incluso	
Cemento portland grigio	10,00	Incluso	
Silice grigia	2,00	Incluso	
Ossido di calcio (frazione granulometrica della calce viva)	1,50	Incluso	
Additivo GN	0,15	Escluso	0,31
Fibre PAC	0,06	Escluso	
Additivo P	≤ 0,05	Escluso	
Additivo 1651	≤ 0,05	Escluso	
<b>Materie prime componenti packaging del prodotto</b>	<b>%</b>	<b>Escluso / incluso</b>	<b>% totale</b>
Sacco di carta	95,68	Incluso	100
Interno sacco in polietilene	4,32	Incluso	

*Criteri di allocazione*

L'allocazione dei dati è stata fatta su base massa della quantità di prodotti totali e delle quantità per singola linea di prodotto. Di seguito un esempio per il trattamento delle emissioni.

<b>Punto emissivo</b>	<b>Provenienza</b>		<b>Flusso di riferimento (Kg)</b>
E45	Cottura calcare in forno Maerz	Produzione calce viva	99.771.000,00
E6	Essiccazione inerti	Prod premiscelati 2	52.600.348,06
E37	Essiccazione premiscelati	Produzione premiscelati	283.883.438,45
E53	Idratazione ossido di calcio	Produzione calce idrata	26.089.100,00
E54	Idratazione ossido di calcio	Produzione calce idrata	26.089.100,00
E69, E70, E71, E72, E73, E74	Macinazione scarti, raffinazione, vagliatura e stoccaggio segatura di legno	Produzione calce viva	22.060.000,00





Punto emissivo	Flusso di massa annuale (Kg)			Attribuzione per 1 kg (g)
E45	PTS	73,699	Produzione calce viva	7,39E-04
	NOx	86.464,38		8,67E-01
	TOC	222,024		2,23E-03
	CO	2.169,11		2,17E-02
	SO <sub>2</sub>	291,771		2,92E-03
	HF	43,124		4,32E-04
	HCl	333,62		3,34E-03
	Metalli pesanti	14,589		1,46E-04
	Hg	1,459		1,46E-05
	IPA	0,166		1,66E-06
	PCDD+PCDF	0,000013		1,30E-10

Come si può vedere, l'attribuzione dei g di emissioni per 1 kg di prodotto deriva dal flusso di riferimento (73,699 kg) diviso il totale dei kg prodotti (99.771.000 kg), esempio relativo al camino E45, parametro PTS.

## 8. DATI

La fase di raccolta dati ha avuto luogo direttamente o mediante interposta persona presso lo stabilimento di Spresiano (TV) per l'intonaco K1710 e Risanafacile e per l'adesivo per piastrelle AT99 grigio, mentre presso quello di Ravenna (RA) per il Betoncino cementizio B525.

I dati raccolti sono relativi a:

- tipologia e quantità delle componenti per i diversi prodotti;
- provenienza delle materie prime da lavorare presso Fassa Srl.
- lavorazione delle materie prime presso Fassa Srl.
- provenienza delle componenti con relativi imballaggi;
- produzione dei prodotti;
- consumi energetici, idrici, produzione di rifiuti e rilasci nei comparti ambientali;
- distribuzione del prodotto finiti con relativi imballaggi;
- fine vita con scenario di smaltimento su dato medio nazionale.

Laddove non si è potuto disporre di dati primari, sono stati utilizzati dati secondari o provenienti da banche dati di SimaPro (in particolare dalla banca dati ecoinvent, [www.ecoinvent.com](http://www.ecoinvent.com)) o da altre fonti bibliografiche.

La distinzione tra dati primari, secondari e generici (rispettivamente *specific, selected generic and generic*) viene mantenuta così come indicata nel General programme Instruction for the International EPD® system 2.01, documento di riferimento per le dichiarazioni ambientali di prodotto, ossia dichiarazioni avente come base uno studio LCA secondo gli standard ISO 14040 e ISO 14044. I dati relativi aspetti ambientali devono essere il più specifici possibile e devono essere rappresentativi del processo studiato. I dati sul ciclo di vita dei materiali o input energetici possono essere classificati in tre categorie:

- **dati specifici (detti anche dati primari):** i dati raccolti dallo stabilimento di produzione vero e proprio, dove i prodotti/processi in esame vengono eseguiti, e dati provenienti da altre parti del ciclo di vita riconducibili direttamente al prodotto/processo considerato, come ad esempio i dati di un fornitore di cui si ha un controllo, oppure la fornitura di energia con indicazione precise del mix energetico utilizzato qualora si discosti dal dato medio nazionale;
- **dati selezionati generici (detti anche dati secondari):** i dati dai database comunemente disponibili (ad esempio, database commerciali e banche dati gratuite), che potranno essere utilizzati per sostituire i dati specifici e che consentono di rispettare le caratteristiche prescritte, a condizione che ci sia corrispondenza tra il processo tecnologico reale e quello modellizzato;
- **altri dati generici:** dati provenienti da altre fonti di dati generici, quali ad esempio fonti bibliografiche, studi, report istituzionali ecc. Vengono spesso utilizzati, ad esempio, nelle fasi di fine vita per modellizzare le percentuali di conferimento verso i differenti scenari gestiti dalle municipalizzate (incenerimento, discarica, riciclo ecc.).

Come regola generale, i dati specifici vanno sempre utilizzati se disponibili. È obbligatorio l'uso di dati generici per il nucleo del processo primario che si sta analizzando. Tutti i dati utilizzati devono preferibilmente rappresentare i valori medi per un determinato anno, o comunque di un periodo che non risenta di stagionalità o picchi produttivi anomali o discontinui.

Tabella 8.1 Descrizione dei dati.

Tipo di dato	Dati specifici	Selezionati generici	Dati generici
Attività di cava (rocce calcaree)		X	
Estrazione materie prime (prodotto e packaging)		X	
Materiali componenti prodotto	X		
Materiale componenti packaging	X		
Energia utenze e attività produttive	X		
Consumo di materiali ausiliari	X		
Produzione di rifiuti		X	
Trasporto materie prime		X	
Trasporto prodotto finito		X	
Consumi idrici in impianto e fase d'uso	X		
Processo di carbonatazione	X		
Fine vita (discarica)			X

#### Copertura temporale – Spresiano e Ravenna

L'anno base di raccolta dati è il 2013.

Tabella 8.2 Copertura temporale e fonti degli elementi in ingresso, Spresiano e Ravenna.

Elemento	Anno	Fonte
<b>Upstream process</b>		
Forniture delle materie prime per il prodotto ed il packaging	2013	Ufficio logistica
<b>Core process</b>		
Trasporto delle materie prime e del packaging	2013	Ufficio tecnico
Quantità delle materie prime per il prodotto ed il packaging	2013	Ufficio tecnico
Consumi energetici ed idrici	2013	Ufficio tecnico
Produzione di rifiuti	2013	MUD
Emissioni in atmosfera	2013	Analisi chimiche discontinue / Analisi SME
<b>Downstream process</b>		

<b>Elemento</b>	<b>Anno</b>	<b>Fonte</b>
Trasporto del prodotto finito	2013	Ufficio logistica
Installazione (fase d'uso)	2013	Ufficio tecnico
Scenario di smaltimento (fine vita)	2013	Statistiche nazionali

### *Geografia dei dati*

I dati primari forniti dall'Azienda si riferiscono alla distribuzione dei prodotti in Italia.

## 9. RISULTATI

La figura sottostante riporta il grafico ad albero relativo al calcolo della CFP dell'intero processo, con i diversi contributi espressi in termini percentuali.

Tabella 9.1. Risultati finali di CFP, prodotti a confronto.

Categoria d'impatto	IPCC GWP 100a
Unità	kg CO <sub>2</sub> eq
K1710	1,945
RisanaFacile	4,549
AT99 Grigio	2,061
B525	7,411

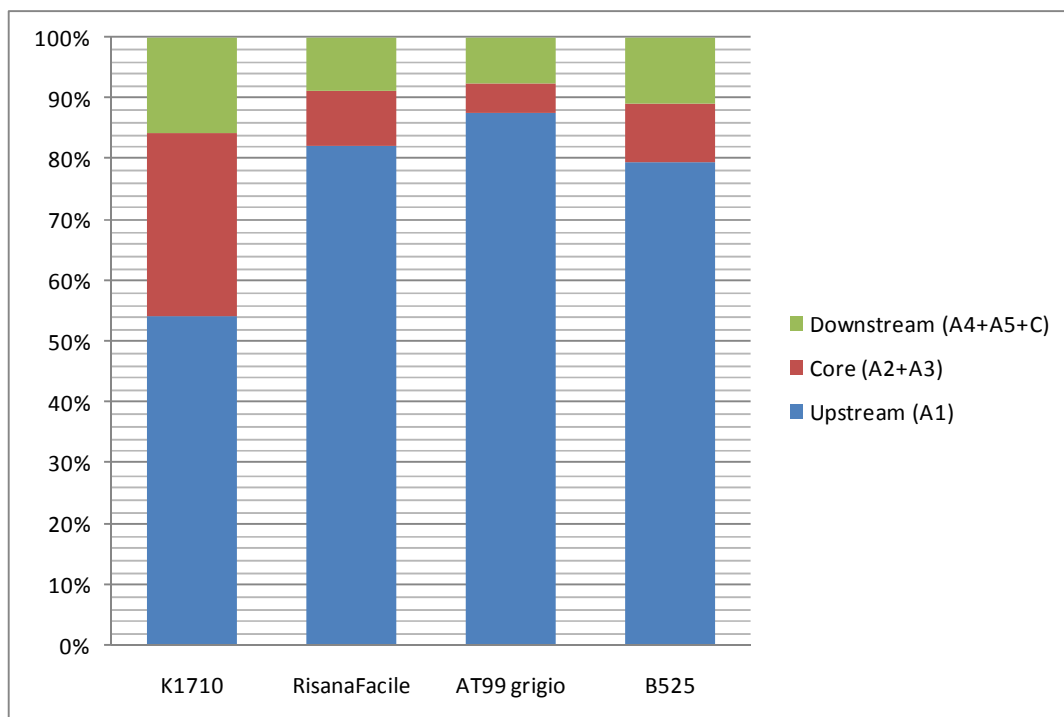


Figura 9.1. Risultati finali di CFP, prodotti a confronto suddivisi per fasi UP, CORE, DOWN, al 100%.

A1: Raw material supply (Approvvigionamento delle materia prime e fonti energetiche)

A2: Transport (Trasporto al sito produttivo)

A3: Manufacturing (Manifattura per ottenere il prodotto finito)

A4: Transport (Scenario di distribuzione)

A5: Installation phase (Fase di installazione – Fase d'uso)

C: End of life (Fine vita, smaltimento)

Tabella 9.2. Risultati finali di CFP, prodotti a confronto suddivisi per fasi UP, CORE, DOWN.

	Upstream (A1)	Core (A2+A3)	Downstream (A4+A5+C)	Totale
K1710	1,054	0,585	0,307	1,945
RisanaFacile	3,742	0,405	0,401	4,549
AT99 grigio	1,808	0,099	0,154	2,061
B525	5,890	0,715	0,806	7,411

## 9.1 ANALISI DELL'INCERTEZZA

Il calcolo della Carbon Footprint generata dal ciclo di vita dei prodotti Fassa è necessariamente caratterizzata da un certo grado di incertezza. Nel caso dell'analisi effettuata esso è riconducibile essenzialmente all'utilizzo di dati secondari per la modellizzazione delle fasi di upstream e downstream. Per tutti i dati primari non è stata attribuita incertezza in quanto derivanti da misurazioni puntuali di proprietà dell'Azienda. Il software SimaPro permette di effettuare un'analisi di incertezza dei risultati attraverso l'applicazione del metodo di Montecarlo che, generando dati casuali all'interno delle distribuzioni del singolo valore, simulano per un numero di cicli predeterminato il calcolo dei risultati, andando quindi a valutare la distribuzione dei risultati ottenuti e da questi l'incertezza sul valore finale. L'analisi di Montecarlo è stata effettuata escludendo il contributo delle infrastrutture.

### ■ Intonaco K1710

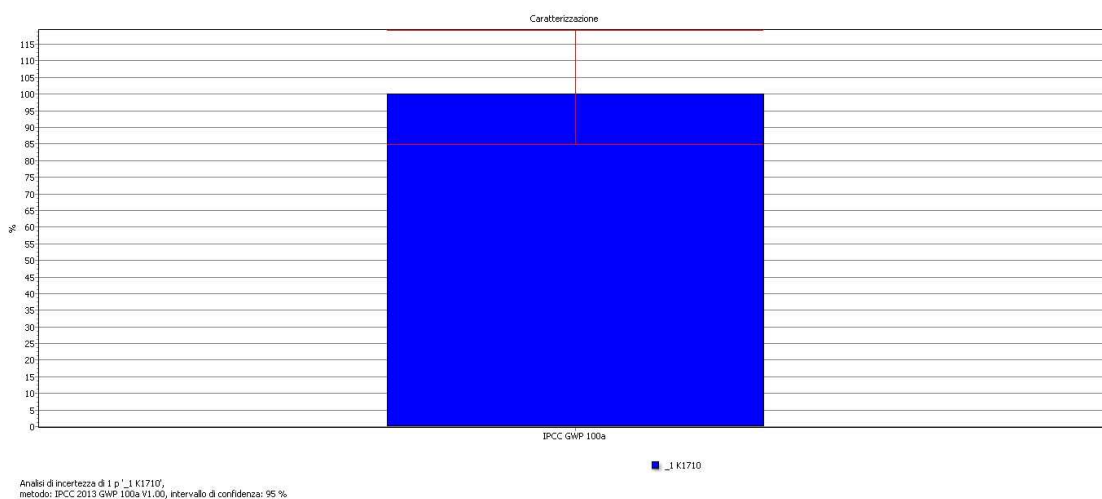


Figura 9.2. IPCC 2013 GWP 100a V1.00 / Incertezza del risultato, K1710.

La figura precedente rappresenta l'incertezza del risultato della Carbon Footprint calcolata su un iterazione di 1.000 cicli con intervallo di confidenza del 95% (pari quindi a  $\mu \pm 2\sigma$ ). Come si può vedere lo scostamento dal valore medio dei risultati varia tra l'85% e il 119% circa del valore stesso.

La figura sottostante, invece, riporta la distribuzione dei risultati ottenuti dai 1.000 cicli di calcolo della Carbon Footprint del ciclo di vita dell'intonaco K1710.

Nell'analisi effettuata è risultata una media pari a 1,75 e una mediana pari a 1,74.



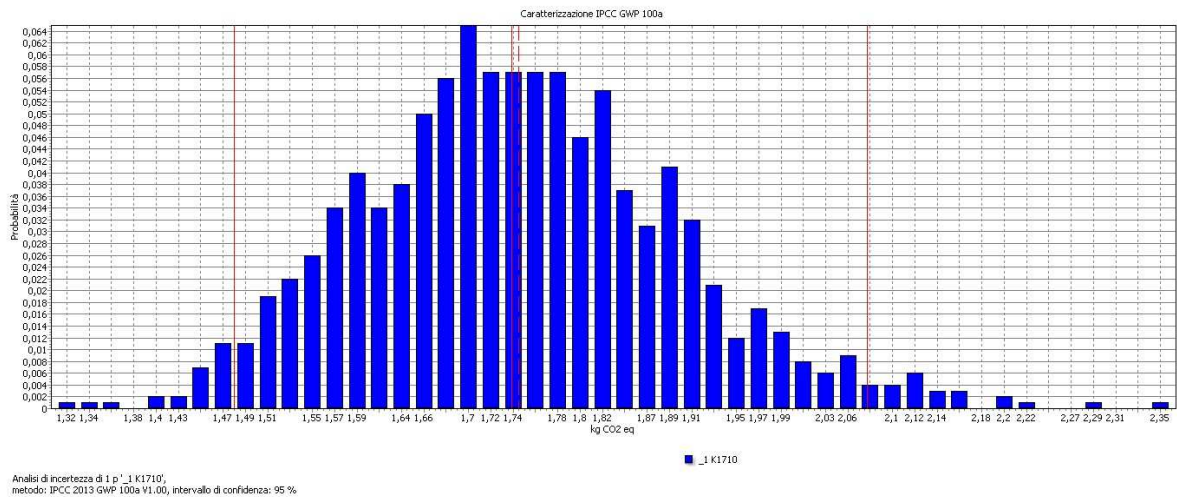


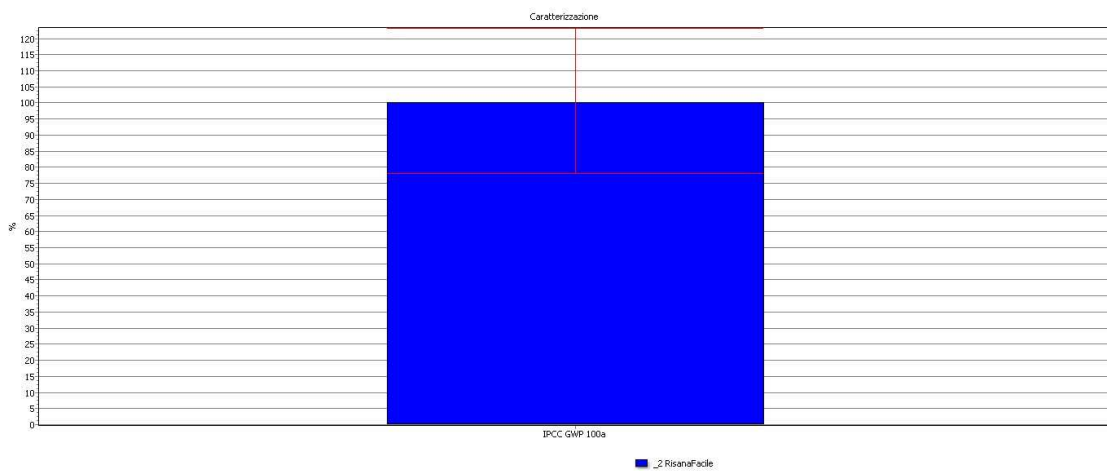
Figura 9.3. IPCC 2013 GWP 100a V1.00 / Distribuzione analisi di incertezza, K1710.

Tabella 9.3. Risultati complessivi dell'analisi di incertezza, K1710.

Media	Mediana	SD	Coeff. di variazione	2,5%	97,5%	Err. std. di med
1,75	1,74	0,148	8,49%	1,48	2,07	0,00268

Il grado di incertezza evidenziato dall'analisi effettuata è probabilmente riconducibile all'incertezza legata ai dati ricavati dal database Ecoinvent e relativi agli impatti dovuti ai set di dati utilizzati per descrivere le attività di upstream, ovvero l'estrazione e lavorazione delle materie prime.

## ■ Intonaco Risanafacile

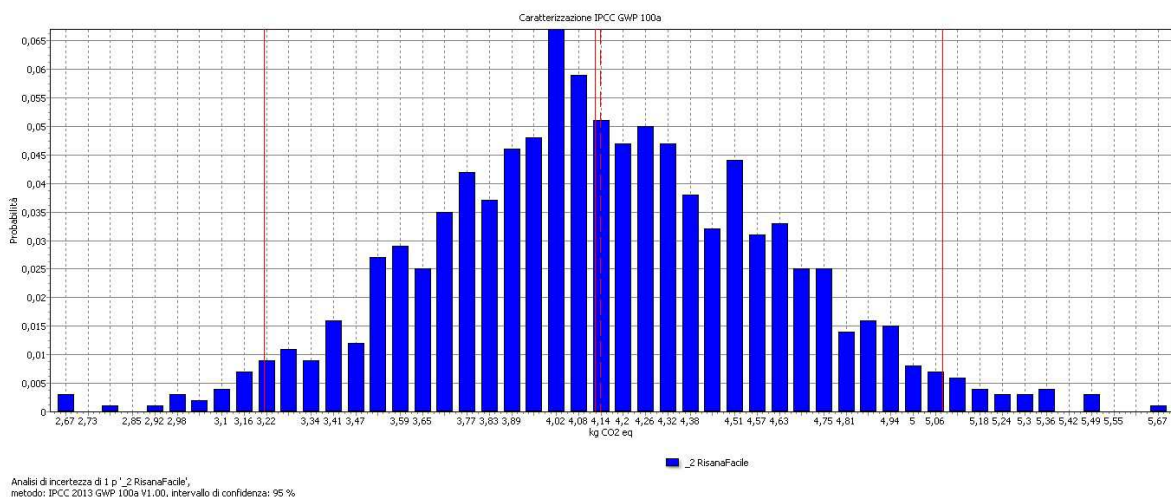


Analisi di incertezza di 1 p' \_2 Risanafacile',  
metodo: IPCC 2013 GWP 100a V1.00, intervallo di confidenza: 95 %

Figura 9.4. IPCC 2013 GWP 100a V1.00 / Incertezza del risultato, Risanafacile.

La figura precedente rappresenta l'incertezza del risultato della Carbon Footprint calcolata su un iterazione di 1.000 cicli con intervallo di confidenza del 95% (pari quindi a  $\mu \pm 2\sigma$ ). Come si può vedere lo scostamento dal valore medio dei risultati varia tra l'78% e il 123% circa del valore stesso.

La figura sottostante, invece, riporta la distribuzione dei risultati ottenuti dai 1.000 cicli di calcolo della Carbon Footprint del ciclo di vita dell'intonaco Risanafacile.



Analisi di incertezza di 1 p' \_2 Risanafacile',  
metodo: IPCC 2013 GWP 100a V1.00, intervallo di confidenza: 95 %

Figura 9.5. IPCC 2013 GWP 100a V1.00 / Distribuzione analisi di incertezza, Risanafacile.

Nell'analisi effettuata è risultata una media pari a 4,14 e una mediana pari a 4,12.

Tabella 9.4. Risultati complessivi dell'analisi di incertezza, RisanaFacile.

Media	Mediana	SD	Coeff. di variazione	2,5%	97,5%	Err. std. di med
4,14	4,12	0,47	11,4%	3,21	5,08	0,00359

Il grado di incertezza evidenziato dall'analisi effettuata è probabilmente riconducibile all'incertezza legata ai dati ricavati dal database Ecoinvent e relativi agli impatti dovuti ai set di dati utilizzati per descrivere le attività di upstream, ovvero l'estrazione e lavorazione delle materie prime.

#### ■ Adesivo per piastrelle AT99 grigio

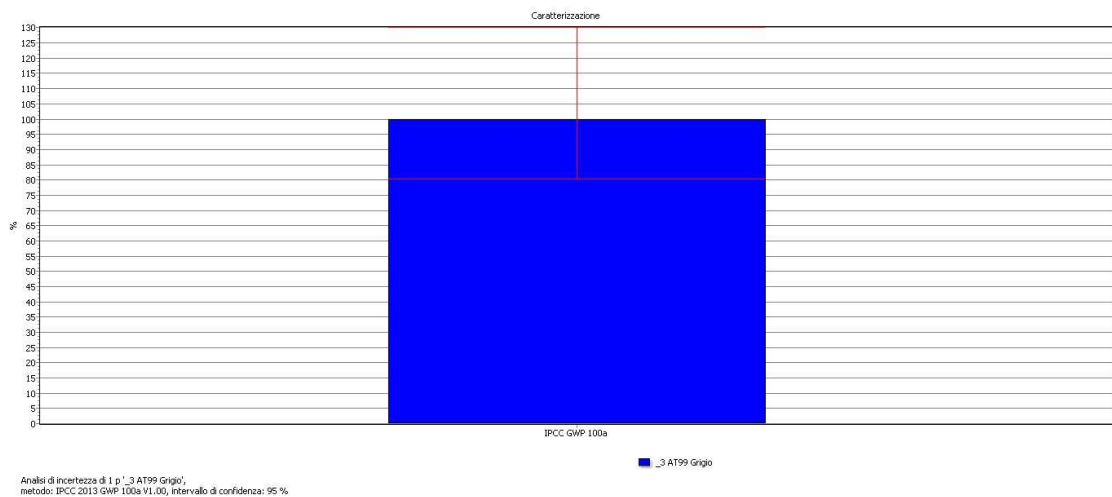


Figura 9.6. IPCC 2013 GWP 100a V1.00 / Incertezza del risultato, AT99 grigio.

La figura precedente rappresenta l'incertezza del risultato della Carbon Footprint calcolata su un iterazione di 1.000 cicli con intervallo di confidenza del 95% (pari quindi a  $\mu \pm 2\sigma$ ). Come si può vedere lo scostamento dal valore medio dei risultati varia tra l'81% e il 130% circa del valore stesso.

La figura sottostante, invece, riporta la distribuzione dei risultati ottenuti dai 1.000 cicli di calcolo della Carbon Footprint del ciclo di vita dell'adesivo per piastrelle AT99 grigio.

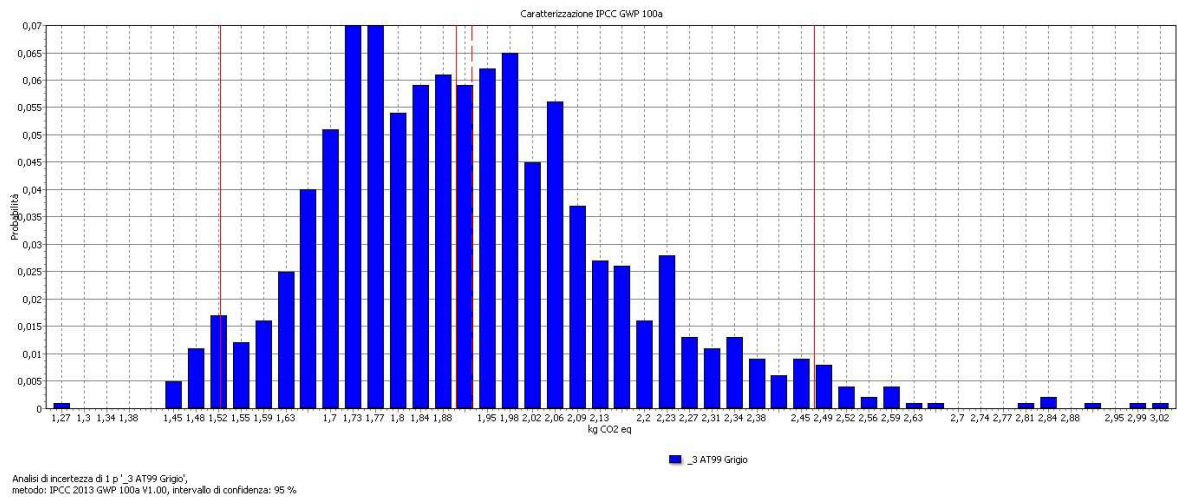


Figura 9.7. IPCC 2013 GWP 100a V1.00 / Distribuzione analisi di incertezza, AT99 grigio.

Nell'analisi effettuata è risultata una media pari a 1,92 e una mediana pari a 1,90.

Tabella 9.5. Risultati complessivi dell'analisi di incertezza, AT99 grigio.

Media	Mediana	SD	Coeff. di variazione	2,5%	97,5%	Err. std. di med
1,92	1,90	0,238	12,4%	1,52	2,47	0,00391

Il grado di incertezza evidenziato dall'analisi effettuata è probabilmente riconducibile all'incertezza legata ai dati ricavati dal database Ecoinvent e relativi agli impatti dovuti ai set di dati utilizzati per descrivere le attività di upstream, ovvero l'estrazione e lavorazione delle materie prime.

## ■ Betoncino cementizio B525

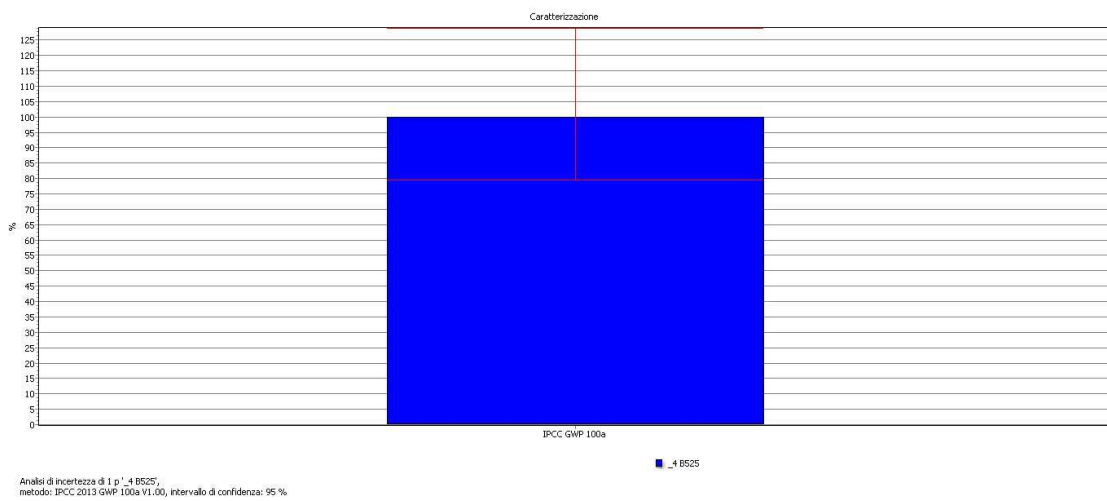


Figura 9.8. IPCC 2013 GWP 100a V1.00 / Incertezza del risultato, B525.

La figura precedente rappresenta l'incertezza del risultato della Carbon Footprint calcolata su un iterazione di 1.000 cicli con intervallo di confidenza del 95% (pari quindi a  $\mu \pm 2\sigma$ ). Come si può vedere lo scostamento dal valore medio dei risultati varia tra l'79% e il 128% circa del valore stesso.

La figura sottostante, invece, riporta la distribuzione dei risultati ottenuti dai 1.000 cicli di calcolo della Carbon Footprint del ciclo di vita del betoncino cementizio B525.

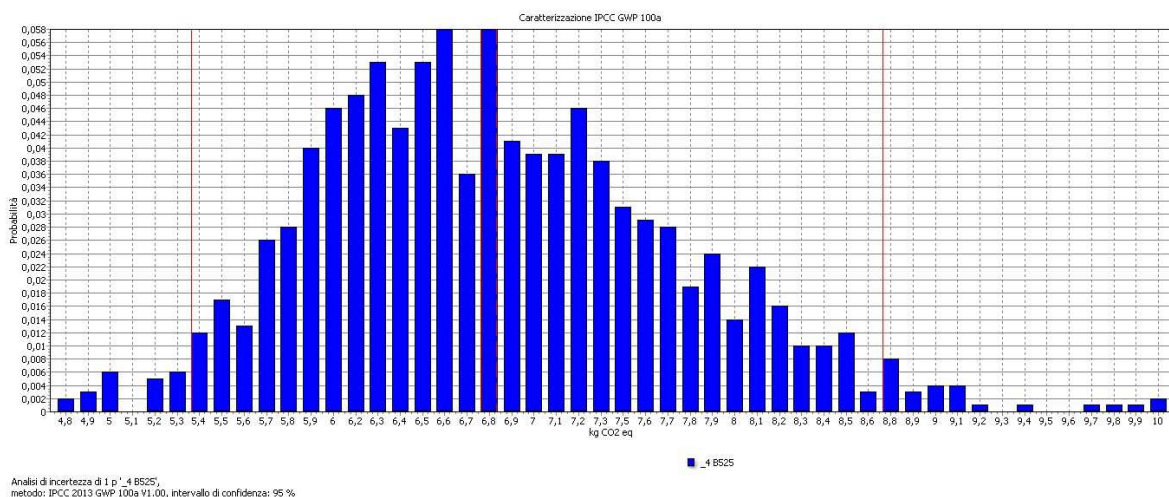


Figura 9.9. IPCC 2013 GWP 100a V1.00 / Distribuzione analisi di incertezza, B525.

Nell'analisi effettuata è risultata una media pari a 6,84 e una mediana pari a 6,76.

Tabella 9.6. Risultati complessivi dell'analisi di incertezza, B525.

Media	Mediana	SD	Coeff. di variazione	2,5%	97,5%	Err. std. di med
6,84	6,76	0,867	12,7%	5,36	8,71	0,00401

Il grado di incertezza evidenziato dall'analisi effettuata è probabilmente riconducibile all'incertezza legata ai dati ricavati dal database Ecoinvent e relativi agli impatti dovuti ai set di dati utilizzati per descrivere le attività di upstream, ovvero l'estrazione e lavorazione delle materie prime.

## 9.2 ANALISI DI SENSITIVITÀ

### 9.2.1 PRODOTTO K170

L'analisi dei risultati generali del calcolo della Carbon Footprint del processo di produzione dell'intonaco K1710 da parte di Fassa evidenzia immediatamente come la fase di estrazione e lavorazione delle materie prime sia quasi equivalente alla somma delle fasi rimanenti. **Metà dell'impatto ambientale del prodotto è dato perciò dall'estrazione e lavorazione delle materie prime necessarie all'ottenimento del prodotto stesso**, ovvero il 54,19%.

A fronte di questo grosso contributo le due rimanenti fasi si equivalgono circa, **la fase di trasporto delle stesse e di produzione presso lo stabilimento di Spresiano ha una incidenza pari al 30,08%**, mentre la fase di distribuzione del prodotto finito, la fase di uso e di smaltimento finale (fine vita) hanno un contributo pari al 15,78%.

### 9.2.2 PRODOTTO RISANAFACILE

L'analisi dei risultati generali del calcolo della Carbon Footprint del processo di produzione dell'intonaco RisanaFacile da parte di Fassa evidenzia immediatamente come la fase di estrazione e lavorazione delle materie prime sia quasi equivalente alla somma delle fasi rimanenti. **La maggior parte dell'impatto ambientale del prodotto è dato perciò dall'estrazione e lavorazione delle materie prime necessarie all'ottenimento del prodotto stesso**, ovvero il 82,26%.

A fronte di questo grosso contributo le due rimanenti fasi si equivalgono circa, la fase di trasporto delle stesse e di produzione presso lo stabilimento di Spresiano ha una incidenza pari al 8,90%, mentre la fase di distribuzione del prodotto finito, la fase di uso e di smaltimento finale (fine vita) hanno un contributo pari al 8,82%.

### 9.2.3 PRODOTTO AT99 GRIGIO

L'analisi dei risultati generali del calcolo della Carbon Footprint del processo di produzione dell'adesivo per piastrelle AT99 grigio da parte di Fassa evidenzia immediatamente come la fase di estrazione e lavorazione delle materie prime sia quasi equivalente alla somma delle fasi rimanenti. **La maggior parte dell'impatto ambientale del prodotto è dato perciò dall'estrazione e lavorazione delle materie prime necessarie all'ottenimento del prodotto stesso**, ovvero il 87,72%.

A fronte di questo grosso contributo le due rimanenti fasi si equivalgono circa, la fase di trasporto delle stesse e di produzione presso lo stabilimento di Spresiano ha una incidenza pari al 4,80% mentre la fase di distribuzione del prodotto finito, la fase di uso e di smaltimento finale (fine vita) hanno un contributo pari al 7,47%.

### 9.2.4 PRODOTTO B525

L'analisi dei risultati generali del calcolo della Carbon Footprint del processo di produzione del betoncino cementizio B525 da parte di Fassa evidenzia immediatamente come la fase di estrazione e lavorazione delle materie prime sia quasi equivalente alla somma delle fasi rimanenti. **La maggior parte dell'impatto ambientale del prodotto è dato perciò dall'estrazione e lavorazione delle materie prime necessarie all'ottenimento del prodotto stesso**, ovvero il 79,48%.

A fronte di questo grosso contributo le due rimanenti fasi si equivalgono circa, la fase di trasporto delle stesse e di produzione presso lo stabilimento di Spresiano ha una incidenza pari al 9,65%, mentre la fase di distribuzione del prodotto finito, la fase di uso e di smaltimento finale (fine vita) hanno un contributo pari al 10,88%.

I progetti di studio per la realizzazione delle azioni di riduzione proposte dall'azienda, che fungono da misurare l'effetto sull'indicatore ai fini di analisi di sensitività, riguardano:

#### *Stabilimento di Ravenna*

In data 26 febbraio 2015 Fassa Bortolo Srl presenterà una dichiarazione di interesse propedeutica ad un progetto di studio per partecipare all'intervento di ricerca presentato da Certimac denominato "GREEN PORT Ravenna – Tecnologie, infrastrutture e servizi per l'efficientamento energetico integrato delle aree portuali (GPRa)", relativo al Bando "Progettazione e sviluppo di tecnologie, infrastrutture e servizi basati sull'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili e dell'idrogeno, per lo sviluppo della sostenibilità ambientale del sistema portuale del porto di Ravenna in ambito energetico stazionario e trasporti (Green Port)".

In particolare, con questo progetto di studio Fassa Bortolo punta a avviare un'indagine conoscitiva volta a:

- ridurre i consumi e il fabbisogno di energia attraverso un piano di riqualificazione integrata involucro/impianto;

- analizzare il fabbisogno energetico delle strutture edilizie esistenti e delle infrastrutture strategiche che caratterizzano l'area portuale;
- definire e sviluppare soluzioni di involucro innovative e *cost-effective* idonee alla riduzione del fabbisogno energetico e dei consumi degli edifici esistenti;
- installazione di sistemi dimostrativi prototipali a basso impatto per la riqualificazione degli edifici strategici.

In linea generale, non essendo ancora possibile definire in dettaglio le azioni, visto lo stato della procedura ancora in essere, Fassa Bortolo Srl ipotizza di avviare un progetto di studio per realizzare, sul tetto dello stabilimento di Ravenna, un impianto fotovoltaico.

Le superfici dell'impianto, con dimensione massima dell'edificio principale di circa 90m X 90m, suddiviso in altre unità più piccole, lascia supporre un'installazione di alcune migliaia di moduli e una potenza installata di circa 300 kWp.

Tabella 9.7. Ipotesi preliminare per l'impianto fotovoltaico.

Potenza complessiva	300 kWp
Superficie	Circa 9.000 m <sup>2</sup>



Figura 9.10. Superfici dello stabilimento di Ravenna, dall'alto.



Allo stato attuale, questi sono i consumi dello stabilimento di Ravenna.

Tabella 9.8. Consumi di energia elettrica e loro ripartizione, Ravenna (RA).

<b>Energia elettrica</b>	<b>Consumo 2013 (KWh)</b>
<b>Totale</b>	<b>2.457.081</b>
Utente (15,05%)	369.790,69
Processo produttivo (84,95%)	2.087.290,31
di cui 74,95% per macinazione	1.564.424,09
di cui 25,05% per miscelazione	522.866,22

Il consumo totale di energia elettrica è stato suddiviso secondo misurazioni dirette effettuate presso lo stabilimento di Ravenna. L'84,95% comprende la fase di macinazione e a fase di miscelazione. Il 15,05% include tutte le utenze aziendali. Il consumo di utenze viene suddiviso secondo il flusso di massa totale dei prodotti premiscelati. Per quanto riguarda alla ripartizione dell'aliquota 84,95%, questa suddivisa tra macinazione e miscelazione utilizzando lo stesso rapporto percentuale che esiste tra i consumi di Spresiano, questa assunzione viene fatta sulla base che i macchinari utilizzati abbiano la stessa tecnologia:

- Miscelazione 1 / Macinazione 1 = (0,00582 KWh/Kg) / (0,0013 KWh/Kg) = 22,69%
- Miscelazione 2 / Macinazione 2 = (0,01053 KWh/Kg) / (0,0029 KWh/Kg) = 27,41%
- Frazione attribuibile alla miscelazione = (22,69 + 27,42) / 2 = 25,05%
- Frazione attribuibile alla macinazione = 100 – 25,05 = 74,95%

Il totale dovuto alla macinazione è stato ripartito secondo il flusso totale di massa delle rocce calcaree in ingresso e poi moltiplicati per la massa di sabbia calcaree dell'unità funzionale di riferimento. Il totale dovuto alla miscelazione è stato ripartito secondo il flusso totale di massa dei prodotti premiscelati e poi moltiplicati per la massa dell'unità funzionale di riferimento.

Per quanto riguarda, invece, i consumi energetici ausiliari si osserva che:

Tabella 9.9. Consumi di combustibili fossili in Fassa, servizi ausiliari.

<b>Combustibile</b>	<b>Anno 2013</b>	<b>U.F.</b>
<b>Ravenna (RA)</b>		
Energia elettrica (utenze) (KWh)	369.790,69	■ 0,0383

Per avere un'indicazione in merito a una produzione annua rispetto alla potenza di picco installata, è stata fatta una simulazione con uno strumento messo a disposizione dallo JRC della Commissione europea. I risultati sono espressi nelle immagini che seguono.

The screenshot displays the 'Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps' interface. The main panel shows a map of Ravenna, Italy, with a red pin indicating the location. The right-hand panel, titled 'Performance of Grid-connected PV', contains the following configuration options:

- PV Estimation:** Monthly radiation, Daily radiation, Stand-alone PV
- Performance of Grid-connected PV:**
  - Radiation database: Climate-SAF PVGIS
  - PV technology: Crystalline silicon
  - Installed peak PV power: 300 kWp
  - Estimated system losses [0;100]: 14 %
  - Fixed mounting options:**
    - Mounting position: Free-standing
    - Slope [0;90]: 30 °
    - Azimuth [-180;180]: 0 °
  - Tracking options:**
    - Vertical axis:  Slope [0;90]: 0 °
    - Inclined axis:  Slope [0;90]: 0 °
    - 2-axis tracking:
  - Horizon file: Scegli file (Nessun file selezionato)
  - Output options:**
    - Show graphs:  Show horizon:
    - Web page:  Text file:  PDF:
- Buttons:** Calculate, [help]

Figura 9.11. Condizioni della simulazione di produzione annua di un impianto con 300 kWp di picco di potenza installato. Fonte : <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

### Performance of Grid-connected PV

#### PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 44°27'28" North, 12°14'17" East, Elevation: -2 m a.s.l.,  
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 300.0 kW (crystalline silicon)  
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 10.5% (using local ambient temperature)  
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.8%  
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%  
Combined PV system losses: 25.1%

Fixed system: inclination=30 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	470.00	14600	1.92	59.5
Feb	868.00	24300	3.60	101
Mar	1170.00	36200	5.01	155
Apr	1310.00	39400	5.77	173
May	1440.00	44800	6.55	203
Jun	1480.00	44300	6.86	206
Jul	1530.00	47600	7.23	224
Aug	1420.00	43900	6.64	206
Sep	1240.00	37200	5.62	169
Oct	901.00	27900	3.93	122
Nov	582.00	17500	2.46	73.9
Dec	492.00	15200	2.02	62.8
Year	1080.00	32700	4.81	146
Total for year		393000		1750

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)

Figura 9.12. Risultati della simulazione di produzione annua di un impianto con 300 kWp di picco di potenza installato. Fonte : <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Dalle immagini della Figura 9.11 e della Figura 9.12 è possibile osservare che l'installazione ipotizzata di 300 kWp consente una produzione annua di 393.000 kWh. In Tabella 9.9 si può osservare che il consumo annuale è di 369.790,69 kWh. In via cautelativa, verrà assunto pertanto che tutti i servizi ausiliari vengano soddisfatti dalla produzione dell'impianto fotovoltaico. I restanti fabbisogni energetici per la macinazione e miscelazione rimangono invece approvvigionati da rete elettrica nazionale.

### Stabilimento di Spresiano

Gli interventi presso lo stabilimento di Spresiano (TV) riguardano invece dei progetti di studio finalizzati ai seguenti obiettivi:

#### – Incentivazione alla progressiva riduzione del packaging del prodotto finito

Per il prodotto K1710 e il prodotto B525, Fassa Bortolo Srl intende incentivare, tramite strategie commerciali, la commercializzazione in silos anziché in sacco. In questo modo si punta a risparmiare il packaging e le attività dell'operatore in fase di cantiere, il quale, nel caso del prodotto in sacco abbinato a grandi lavorazioni, è spesso impegnato nell'apertura

dello stesso. Per modellizzare questa azione, è stato completamente eliminato il packaging per i prodotti K1710 e B525, ed è stato aggiunto il silos di acciaio (materiali ed energia per la sua manifattura, considerando un tempo di vita di 20 anni) e il consumo di energia elettrica in cantiere.

#### – **Progetto di studio per recupero del calore**

L'azienda ha prodotto un progetto di studio di un'ipotesi sulla possibile modifica dell'impianto di produzione della calce mirata al recupero del calore proveniente dai fumi del forno di cottura del calcare e dal vapore uscente dall'idratatore dell'ossido di calcio. Attualmente si tratta di uno studio in gran parte teorico effettuato grazie ad una tesi di laurea<sup>1</sup> svolta presso Fassa Bortolo Srl, con la conferma di una prova di laboratorio e che trova appoggio nei dati presenti in letteratura.

Le modifiche impiantistiche proposte nel progetto di studio si basano sulla volontà di **recuperare il calore emesso durante la reazione fortemente esotermica di idratazione della calce viva attraverso la condensazione dei vapori generati ed il reflusso di questi condensati nell'idratatore alla temperatura ottimale per il processo, combinando il tutto al recupero del calore disperso coi fumi uscenti dal camino del forno di cottura del calcare**. Resta quindi da valutarne una reale applicazione industriale.

L'evoluzione impiantistica e processuale ha come nucleo centrale quello di **recuperare il calore latente** (ed eventuale parte di quello sensibile) del vapore prodotto dallo spegnimento della calce viva nell'idratatore, l'acqua così ottenuta verrà ri-circolata tramite delle pompe (a vuoto qualora la pressione d'esercizio risultasse inferiore a quella atmosferica) insieme a quella stechiometrica reintegrata deionizzata dopo essere eventualmente riscaldata dal calore dei fumi uscenti dai due tini di cottura del calcare. Si valuta inoltre l'opportunità di spegnere l'ossido di calcio mediante acqua calda, non a temperatura ambiente come accade negli idratatori attuali, dato che questa soluzione consente non solo di aumentare la velocità di reazione bensì anche, secondo dati di letteratura, la superficie specifica stessa della calce spenta prodotta.

---

<sup>1</sup> Tesi di laurea in ingegneria dei processi industriali e dei materiali (Laurea triennale DM 270/04 – Indirizzo processi industriali) "Studio per la caratterizzazione e ottimizzazione del processo di produzione di calce e intonaco". Relatore: Prof. Andrea Santomaso. Laureando: Mattia Pin. Anno accademico 2010 – 2011. Università degli Studi di Padova, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di principi e impianti di ingegneria chimica.

## Le reazioni in gioco:



Dopo la cottura i frammenti di pietra riducono il loro peso di circa il 40% a causa degli atomi di carbonio e ossigeno perduti, ed assumono una consistenza porosa. Il forno dello stabilimento di Spresiano è composto da due tini, che funzionano alternativamente, quando in uno dei due avviene la reazione di calcinazione, i fumi di combustione iniziano a preriscaldare l'altro tino, il ciclo completo dura circa 24 ore. Una volta ottenuta la calce viva (CaO) questa viene "spenta" nell'idratatore con una quantità di acqua stechiometrica ottenendo calce idrata.



Questa reazione viene associata a due effetti macroscopici evidenti: un violento rilascio di calore e la disgregazione della pietra per l'effetto espansivo della trasformazione da ossido ad idrossido di calcio. La calce prodotta viene stoccata per essere pronta alla miscelazione presso la torre di produzione. Il processo di produzione della calce libera  $\text{CO}_2$  in atmosfera attraverso la reazione di calcinazione. L'anidride carbonica liberata viene successivamente sequestrata quando la calce viene applicata, attraverso il processo di carbonatazione che permette entro 6 mesi una carbonatazione compresa tra l'80 ed il 92% dell'intonaco contenente calce.



Lo studio in gran parte teorico effettuato grazie ad una tesi di laurea svolta presso Fassa Bortolo Srl dimostra che grazie ad una serie di bilanci di materia ed energia ottenuti combinando i differenti parametri come la temperatura dell'acqua, la pressione di esercizio e la presenza o meno di una sezione di *sub cooling*, si sono ricavate delle stime circa le portate di calore in gioco che si attestano mediamente a 2,5MW nell'idratatore e oltre 1MW nel forno.

Il punto centrale dell'analisi è l'idratatore alimentato con una portata di ossido di calcio ( $M_{\text{CaO\_ingresso}}$ ) pari a 14 tonnellate in ingresso **all'ora** con composizione di CaO al 91,6%, una di acqua ( $M_{\text{H}_2\text{O\_ingresso}}$ ) pari a 7400 litri all'ora. Si ipotizza una resa del 99,5% della reazione cioè che questa avvenga con il consumo pressoché totale dell'ossido realmente alimentato, che l'acqua in eccesso rispetto lo stechiometrico esca in camino sottoforma di vapore saturo puro alla pressione ambiente.

Il calore recuperato viene calcolato come:

- calore latente:  $Q_{1\_latente} = \{0,91 \text{ [kg H}_2\text{O / s]} * 2257 \text{ [kJ/kg H}_2\text{O}]\} = 2.056 \text{ [kW]}$
- calore sensibile:  $Q_{2\_latente+sensibile} = 0,91 \text{ [kg H}_2\text{O / s]} * \{(2257 \text{ [kJ/kg H}_2\text{O}] + 4,186 \text{ [kJ/kg H}_2\text{O} * ^\circ\text{C}] * (100-20)[^\circ\text{C}]\} = 2.362 \text{ [kW]}$ .

- calore latente condizionato dalla presenza di gocciolamento, all'interno dell'idratatore, di parte del vapore uscente:  $Q_{3\_latente\_gocciolamento} = Q_{1\_latente} / 0,95 = 2.164$  [kW]
- calore latente condizionato dalla presenza di gocciolamento, all'interno dell'idratatore, di parte del vapore uscente:  $Q_{4\_latente+sensibile\_gocciolamento} = Q_{2\_latente+sensibile} / 0,95 = 2486$  [kW]
- calore teoricamente disponibile:  $Q_{teorico} = 3,56$  [kg CaO /s]\*1136 [kJ/kg CaO])= 4.127 [kW]

Tabella 9.10. Calori recuperabili.

Caso	Q [kW]	% di legname giornaliero*	Calore recuperato / calore emesso ideale [%]
1 = latente	2.056	8,2%	50%
2 = sensibile	2.362	9,4%	57%
3 = latente + gocciolamento	2.164	8,6%	52%
4 = latente + sensibile + gocciolamento	2.486	9,9%	60%
Media	2.267	9,1%	55%
Teorico	4.127	16,4%	100%

\* Paragonandole al totale di legna bruciata quotidianamente per il funzionamento del forno a regime con produzione di 260[t CaO/d]. Bisogna tuttavia chiarire che questa quantità di calore/legname non consente di bruciare meno legname nel forno dato che il quantitativo inviato serve per raggiungere la temperatura di calcinazione del calcare attorno ai 1000°C mentre in questo caso si può ottenere idealmente una stream d'acqua sui 100°C. Si attua però tale paragone delle energie in gioco per mettere subito in evidenza la quantità di calore in gioco.

Mediamente, dai casi presi in considerazione, si emette in atmosfera una quantità di energia termica pari al 9,1% di quella che viene prodotta giornalmente dalla combustione di tonnellate di legname per la cottura del calcare nel forno.

Il calore recuperabile direttamente è circa il 55% di quello teoricamente emesso dalla reazione, il restante calore è utilizzato in parte per riscaldare anche la calce idrata (e anche l'aria falsa negli idratatori moderni) che non esce a temperatura ambiente ma è soprattutto disperso per irraggiamento attraverso le pareti. La quantità di calore in gioco si aggira attorno ai 2 MW di energia termica.

Le intere modifiche impiantistiche ipotizzate sono funzione della temperatura dell'acqua di idratazione (pressione di esercizio all'interno dell'idratatore e quindi quella dei vapori uscenti): l'analisi dello studio è stata suddivisa in tre casi distinti corrispondenti ad uno spegnimento

dell'ossido alimentato con acqua rispettivamente a 100°C, 75°C e a temperatura ambiente uguale a 20°C.

Il valore del calore latente inserito è calcolato come se il vapore uscente fosse saturo ipotizzando che tutta la parte liquida ritornasse nell'idratatore dopo aver raggiunto il filtro a maniche; se infatti i vapori fossero carichi ancora di particelle d'acqua e ci fossero perdite, la portata di calore diminuirebbe del 30%.

Tabella 9.11. Riassunto risultati bilanci di materia ed energia sul condensatore post idratatore.

Temperatura in °C	Pressione	Caratteristiche condensatore	Q [kW]
100	1	Latente + sensibile	2.362
100	1	Latente + sensibile + gocciolamento	2.486
100	1	Latente + sensibile + gocciolamento rendimento 0,7	3.005
75	0,39	Latente + sensibile	2.335
75	0,39	Latente + sensibile + gocciolamento	2.460
75	0,39	Latente + sensibile + gocciolamento rendimento 0,8	2.520
75	1	Latente + sensibile	2.267
75	1	Latente + sensibile + gocciolamento	2.386
75	1	Latente + sensibile + subcooling	2.362
75	1	Latente + sensibile + gocciolamento + subcooling	2.486
20	1	Latente + sensibile	2.057
20	1	Latente + sensibile + gocciolamento	2.181
20	1	Latente + sensibile + subcooling	2.362
20	1	Latente + sensibile + gocciolamento + subcooling	2.486
20	0,39	Latente + sensibile	2.125
20	0,39	Latente + sensibile + gocciolamento	2.239
20	0,39	Latente + sensibile + subcooling	2.335
20	0,39	Latente + sensibile + gocciolamento + subcooling	2.460

L'evoluzione impiantistica e processuale ipotizzata avrebbe numerosi vantaggi che vanno dall'indiscusso beneficio tratto dal recupero del calore di idratazione della calce viva e dei fumi uscenti dal forno di cottura del calcare, consistente in un reale risparmio energetico pari a circa 3,5 MW di calore. Annualmente la quantità di energia termica corrisponde a circa 50 miliardi di kJ (circa 15.000.000 kW\*h), cioè il calore prodotto da circa oltre 1.800 tonnellate di legname.

Si avrebbe infatti a disposizione una *stream* di acqua calda, riscaldabile fino ai 100°C, di cui si potrebbe fare un utilizzo corrispondente alle necessità all'interno dello stabilimento, come ad esempio quello del riscaldamento degli uffici, laboratori e officine presenti. Parallelamente in fatto di risparmi da sottolineare è anche quello d'acqua, dato che diventa necessaria solo quella stechiometrica e il reintegro di eventuali perdite/sfiati, pari annualmente a circa 12 milioni di litri d'acqua.

Nella modellizzazione di quanto sopra esposto, essendo uno studio in gran parte teorico effettuato grazie ad una tesi di laurea svolta presso Fassa Bortolo Srl, con la conferma di una prova di laboratorio e che trova appoggio nei dati presenti in letteratura, si è ritenuto procedere, in via cautelativa, a sostituire alle esigenze dell'impianto non tutta la quantità di energia termica prodotta così come teorizzata, ma a considerare come autoprodotti e quindi soddisfatti tutti i fabbisogni energetici delle utenze interne (energia elettrica per le utenze ed energia termica per il riscaldamento). È infatti possibile ipotizzare che in ogni caso non tutta l'energia, in via cautelativa, potrebbe essere autoprodotta internamente, anche per aver garantita la continuità



della produzione interna, ma che quest'ultima possa essere in parte utilizzata per le necessità dell'impianto e in parte per la vendita alla rete elettrica nazionale.

Tabella 9.12. Consumi di energia elettrica e ripartizione, Spresiano (TV).

<b>Energia elettrica</b>	<b>Consumo 2013 (KWh)</b>
Produzione calce	5.031.881
Produzione ossido di calcio (CaO)	215.290
Produzione calce idrata (Ca(OH <sub>2</sub> ))	775.680
Miscelazione 1 (impianto premiscelati 1)	305.208
Macinazione 1 (impianto premiscelati 1)	1.106.890
Miscelazione 2 (impianto premiscelati 2)	151.895
Macinazione 2 (impianto premiscelati 2)	297.304
Utenze impianto	6.045.333
<b>Totale</b>	<b>13.929.481</b>

Tabella 9.13. Energia derivante dall'ipotesi di progetto e consumi di combustibili fossili per le utenze a confronto, stabilimento di Spresiano (TV).

<b>Caso</b>	<b>Combustibile</b>	<b>Valore</b>	<b>U.F.</b>
Ipotesi con recupero del calore proveniente dai fumi del forno di cottura del calcare e dal vapore uscente dall'idratatore dell'ossido di calcio.	Energia termica trasformata derivante dall'ipotesi di progetto (KWh)	circa 15.000.000	-
Situazione per l'anno 2013	Metano (riscaldamento) (m <sup>3</sup> )	115.801	■ 0,00605 ■ 0,00408 ■ 0,00143
	Energia elettrica (utenze) (KWh)	6.045.333	■ 0,02130 ■ 0,02130 ■ 0,02130

**Quantificazione delle riduzioni di GHG (in termini di CO<sub>2</sub>e) riconducibili agli interventi individuati**

A seguito di nuova modellizzazione con le azioni proposte ai paragrafi precedenti si evidenziano i seguenti risultati.

Tabella 9.14. Risultati finali di CFP, prodotti a confronto.

Categoria d'impatto	Situazione per l'anno 2013	Modellizzazione con le ipotesi di miglioramento	Diminuzione in valore assoluto	Miglioramento percentuale
Unità di misura	IPCC GWP 100a			%
	kg CO <sub>2</sub> eq			
■ K1710	1,945	1,772	0,173	8,895
■ RisanaFacile	4,549	4,454	0,095	2,088
■ AT99 Grigio	2,061	1,941	0,12	5,822
■ B525	7,411	7,008	0,403	5,438

Come si può vedere dal confronto proposto in Tabella precedente, la modellizzazione delle azioni di miglioramento proposte ha significativi miglioramenti in termini di valori assoluti e percentuali. È da sottolineare, in aggiunta, che le azioni proposte in questa relazione riguardano la fase CORE, ossia quella di diretto controllo aziendale. La maggior parte degli impatti è in fase di UPSTREAM i quali però, essendo in larga parte relativi all'approvvigionamento delle materie prime, sono meno soggetti ad attività di miglioramento. Larga parte degli impatti, infatti, dipende dall'estrazione delle materie prime e quindi dal materiale stesso il quale è ovviamente imprescindibile per la produzione del prodotto finito. Pertanto, le azioni proposte rappresentano non solo un significativo miglioramento, ma anche una delle forme più efficaci di intervento possibili.

**9.3 INVENTARIO**

L'analisi dell'inventario generato dal software permette di valutare le emissioni dei singoli gas responsabili del riscaldamento globale. La tabella successiva riporta i contributi delle sostanze climalteranti in termini di massa:

Tabella 9.15. Inventario, K1710

Sostanza	Valore (kg)	Fattore caratterizzazione	Kg CO <sub>2</sub> eq
CO <sub>2</sub> biogenica	0,179	1	0,179
CO <sub>2</sub> fossile	1,850	1	1,850
CO <sub>2</sub> land transformation	0,001	1	0,001
Metano biogenico	0	28	0,001
Metano fossile	0,003	28	0,073
Metano land	0	28	0

transformation			
Cloroformio	0	16,4	0
Etano	0	0,898 – 11.123	0,001
Ossido di diazoto	0	265	0,017
Fluoruro di azoto	0	16.070	0
Esafluoruro di zolfo	0	23.507	0,002

Sostanza	Valore (kg)	Fattore caratterizzazione	Kg CO <sub>2</sub> eq
Rilascio CO <sub>2</sub> biogenica	0,179	1	0,179
Assorbimento CO <sub>2</sub> biogenica	0	1	0
Rilascio CO <sub>2</sub> fossile	2,076	1	2,076
Assorbimento CO <sub>2</sub> fossile	0,225	1	0,225

Tabella 9.16. Inventario, Risanafacile

Sostanza	Valore (kg)	Fattore caratterizzazione	Kg CO <sub>2</sub> eq
CO <sub>2</sub> biogenica	0,601	1	0,601
CO <sub>2</sub> fossile	4,166	1	4,166
CO <sub>2</sub> land transformation	0*	1	0
Metano biogenico	0	28	0,003
Metano fossile	0,012	28	0,329
Metano land transformation	0	28	0
Cloroformio	0	16,4	0
Etano	0	0,898 - 11.123	0,002
Ossido di diazoto	0	265	0,045
Fluoruro di azoto	0	16.070	0
Esafluoruro di zolfo	0	23.507	0,007

\* il valore di inventario è negativo (-0,003). Il processo considerato ha un contributo di Land Use Change non rintracciabile né ipotizzabile in senso di impatto positivo, per cui viene fissato pari a zero.

Sostanza	Valore (kg)	Fattore caratterizzazione	Kg CO <sub>2</sub> eq
Rilascio CO <sub>2</sub> biogenica	0,601	1	0,601
Assorbimento CO <sub>2</sub> biogenica	0	1	0
Rilascio CO <sub>2</sub> fossile	4,767	1	4,767
Assorbimento CO <sub>2</sub> fossile	0,048	1	0,048

Tabella 9.17. Inventario, AT99 grigio

Sostanza	Valore (kg)	Fattore caratterizzazione	Kg CO <sub>2</sub> eq
CO <sub>2</sub> biogenica	0,248	1	0,248
CO <sub>2</sub> fossile	1,934	1	1,934
CO <sub>2</sub> land transformation	0,001	1	0,001
Metano biogenico	0	28	0,001
Metano fossile	0,004	28	0,108
Metano land transformation	0	28	0
Cloroformio	0	16,4	0
Etano	0	0,898 - 11.123	0,001
Ossido di diazoto	0	265	0,014
Fluoruro di azoto	0	16.070	0
Esafluoruro di zolfo	0	23.507	0,001

Sostanza	Valore (kg)	Fattore caratterizzazione	Kg CO <sub>2</sub> eq
Rilascio CO <sub>2</sub> biogenica	0,248	1	0,248
Assorbimento biogenica CO <sub>2</sub>	0	1	0
Rilascio CO <sub>2</sub> fossile	1,935	1	1,935
Assorbimento CO <sub>2</sub> fossile	0	1	0

Tabella 9.18. Inventario, B525

Sostanza	Valore (kg)	Fattore caratterizzazione	Kg CO <sub>2</sub> eq
CO <sub>2</sub> biogenica	0,423	1	0,423
CO <sub>2</sub> fossile	7,176	1	7,176
CO <sub>2</sub> land transformation	0,001	1	0,001
Metano biogenico	0	28	0,002
Metano fossile	0,007	28	0,186
Metano land transformation	0	28	0
Cloroformio	0	16,4	0
Etano	0	0,898 - 11.123	0,003
Ossido di diazoto	0	265	0,039
Fluoruro di azoto	0	16.070	0
Esafluoruro di zolfo	0	23.507	0,005

Sostanza	Valore (kg)	Fattore caratterizzazione	Kg CO <sub>2</sub> eq
----------	-------------	---------------------------	-----------------------

Rilascio CO <sub>2</sub> biogenica	0,423	1	0,423
Assorbimento CO <sub>2</sub> biogenica	0	1	0
Rilascio CO <sub>2</sub> fossile	7,177	1	7,177
Assorbimento CO <sub>2</sub> fossile	0	1	0

## 9.4 CONCLUSIONI

L'analisi dei risultati generali del calcolo della Carbon Footprint del processo di produzione di quattro prodotti per l'edilizia evidenzia immediatamente come il contributo di gran lunga maggiore sia legato alla fase di Upstream, ossia all'estrazione di materie prime per la realizzazione del prodotto.

Si nota altresì una sostanziale differenza tra i prodotti che prevedono una fase di carbonatazione durante la posa e quelli che non la prevedono.