

Dichiarazione ambientale di prodotto applicata ai materiali bioedili

Il settore delle costruzioni incide per circa il 10% del PIL mondiale, e per il 40% del consumo di energia e delle emissioni di gas serra [1]. L'International Energy Agency (IEA) stima che in media un terzo degli usi finali di energia è destinato a riscaldamento, raffrescamento degli ambienti, illuminazione e apparecchiature. In tale contesto, la riduzione del consumo di risorse - energia, acqua, suolo - e la minimizzazione dei rilasci ambientali - rifiuti solidi, reflui liquidi ed emissioni di inquinanti - sono diventati negli ultimi anni gli obiettivi principali da perseguire nella progettazione e nella costruzione di edifici sostenibili. L'impiego di fonti energetiche rinnovabili, il risparmio di risorse primarie, la definizione di nuove tecnologie costruttive, l'impiego di materiali eco-compatibili e l'introduzione di sistemi di climatizzazione dello spazio confinato, che tengano conto dell'isolamento termico e dell'efficienza degli impianti, costituiscono pertanto i requisiti essenziali di quella metodologia di progettazione definita "edilizia sostenibile".

TABELLA 1 - Consumo energetico (Mtep) dell'Industria dei Materiali da Costruzione dal 1996 al 2002 [3]

Anno	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energia elettrica	0,62	0,62	0,65	0,68	0,7	0,72	0,73
Gas	1	0,96	0,98	1,04	1,07	1,08	1,06
Prodotti petroliferi	1,83	2,07	2,16	2,71	2,9	2,3	2,36
Combustibili solidi	0,6	0,53	0,58	0,6	0,58	0,6	0,53
Energia di processo	4,1	4,18	4,4	5	5,3	4,7	4,7
Consumo lordo in termini primari	5,9	6,1	6,4	7,14	7,5	7,25	7,27

TABELLA 2 - Consumi energetici (Mtep) nel Settore Civile dal 1996 al 2002 [3]

Anno	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energia elettrica	9,41	9,65	9,92	10,3	10,6	10,9	11,33
Gas	19,8	19,15	20,63	21,55	20,7	21,5	20,92
Prodotti petroliferi	7,19	6,76	6,83	7,56	6,83	6,98	6,57
GPL	1,85	1,72	1,7	2,32	2,2	2,16	2,105
Gasolio	5,15	4,83	4,82	4,88	4,3	4,48	4,145
Olio combustibile	0,186	0,21	0,31	0,36	0,32	0,34	0,33
Combustibili solidi	1,02	1,157	1,121	1,27	1,215	1,305	1,087
Carbone	0,12	0,13	0,069	0,067	0,065	0,075	0,017
Legna	0,9	1,027	1,052	1,203	1,15	1,23	1,07
Totale settore civile	38,6	37,5	39,3	41,2	40,6	40,71	39,91
Consumo totale in termini primari	65	64,4	67	70	70,1	70,88	72

L'impiego di fonti energetiche rinnovabili e il risparmio di risorse primarie, la definizione di nuove tecnologie costruttive e l'impiego di materiali eco-compatibili rappresentano requisiti essenziali dell'edilizia sostenibile. In tale contesto, viene presentato uno studio preliminare alla Dichiarazione Ambientale di Prodotto (DAP) applicata a manufatti costituiti da materiale bioedile. In particolare sono stati scelti pannelli termoisolanti realizzati con fibre vegetali di kenaf. Il bilancio energetico-ambientale del manufatto è stato condotto tramite l'analisi del ciclo di vita, in conformità agli standard internazionali. Gli indicatori di impatto ambientale sono calcolati sulla base dei fattori di caratterizzazione indicati dalle apposite linee guida, redatte per la categoria di prodotto individuata.

Le risorse energetiche impiegate nella produzione di manufatti edili rappresentano altresì una quota significativa dei consumi energetici nel settore dell'edilizia nazionale [2]. Come si stima dalle Tabelle 1 e 2, il consumo di energia nel settore industriale dei materiali di costruzione risulta pari a circa il 10% del consumo complessivo del settore civile [3]. Un marcato interesse presenta anche la bioedilizia, termine che viene utilizzato per indicare materiali, processi e tecniche edilizi finalizzati alla salvaguardia dell'ambiente antropico [4]. Con specifico riferimento ai materiali, vengono definiti bioedili se implicano:

1. la minimizzazione dei seguenti fattori:
 - consumo di risorse (rinnovabili, non rinnovabili);
 - degrado paesaggistico ed energia impiegata in fase di estrazione delle materie prime;
 - consumo di combustibili nei trasporti delle materie prime e nel processo produttivo del manufatto;
 - consumo energetico ed emissioni in aria, acqua e suolo, nella fase di produzione del manufatto;
2. la possibilità di riuso, recupero o riciclaggio a valle nella dismissione.

Il presente lavoro costituisce uno studio di supporto per la redazione di una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (DAP) relativa a dei pannelli termoisolanti costituiti da materiale bioedile, ossia da fibre vegetali di kenaf. L'obiettivo è quello di valutare le prestazioni energetico-ambientali connesse al ciclo di vita del manufatto, al fine di fornire informazioni che siano [5]:

Dott. Fulvio Ardeno, Dottore di Ricerca in Fisica Tecnica Ambientale; prof. Giorgio Beccali, Ordinario di Tecnica del Controllo Ambientale; prof. Maurizio Cellura, Associato di Fisica Tecnica Ambientale; ing. Marina Mistretta, Dottore di Ricerca in Fisica Tecnica Ambientale; ing. Salvatore Marchese, Dottore in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali, Università di Palermo.



FIGURA 1 - Iter di approvazione delle PSR e convalida delle EPD

- **Credibili:** i dati, per poter essere convalidati e diffusi, devono essere verificati da un organismo terzo accreditato ed indipendente;
- **Rilevanti:** il pubblico deve avere la garanzia che tutti i principali aspetti ambientali siano stati presi in considerazione;
- **Comparabili:** le informazioni sono classificate e raggruppate secondo gruppi prefissati di indicatori, permettendo così all'utente di confrontare le prestazioni ambientali di prodotti appartenenti alla stessa categoria.

La Dichiarazione Ambientale di Prodotto

Secondo la schematizzazione introdotta dalla norma ISO 14020 [6], la Dichiarazione Ambientale di Prodotto (DAP) rientra tra le certificazioni ambientali di prodotto di Tipo III¹. La DAP² si configura come un processo volontario con cui un'azienda redige un documento che sintetizza le prestazioni energetiche ed ambientali del prodotto seguendo uno schema predefinito, nel quale si includono informazioni tecniche individuate con i produttori e si selezionano prefissate categorie di parametri [7].

Tra i vari modelli di dichiarazione di Tipo III elaborati a livello mondiale, lo schema che ha riscosso maggior successo è quello elaborato dal ministero dell'ambiente svedese³ [8]. In particolare, tale schema prevede che:

- L'azienda effettui un'analisi ambientale del prodotto basandosi sulla metodologia dell'analisi del ciclo di vita [9], [10], [11], [12];
- I dati vengano elaborati e pubblicati seguendo apposite linee guida redatte per ciascuna categoria di prodotto (denominate *Product Specific Requirements* - PSR);

- La convalida delle informazioni è effettuata da organismi competenti accreditati da istituzioni pubbliche⁴ sulla base di apposite linee guida.

La DAP si configura come una raccolta di informazioni e dati aggregati in categorie d'impatto potenziale prefissate, tra le quali:

- Consumo di risorse naturali;
- Consumo di energia primaria;
- Cambiamenti climatici;
- Distruzione della fascia di ozono stratosferico;
- Acidificazione;
- Eutrofizzazione;
- Formazione di ossidanti fotochimici;
- Produzione di rifiuti pericolosi;
- Produzione di rifiuti non pericolosi.

È importante sottolineare che, quando la dichiarazione convalidata è usata in un contesto che coinvolge il consumatore finale, deve essere indicato visibilmente e senza ambiguità che la DAP contiene informazioni sulla prestazione ambientale del prodotto *senza darne alcuna valutazione*. Le informazioni contenute nella DAP hanno validità triennale; l'organizzazione deve comunque verificare periodicamente se siano intercorse modifiche del processo produttivo tali da comportare variazioni significative (superiori al 5%) rispetto ai valori dichiarati precedentemente.

Le PSR costituiscono la "carta d'identità" dei prodotti. Nella PSR sono definiti i criteri di appartenenza di un prodotto o di un servizio ad un determinato gruppo, per il quale si fissano i parametri utili a rendere confrontabili le DAP dei prodotti surrogabili appartenenti al gruppo stesso. Le PSR sono approvate da un'apposita Commissione Tecnica per la DAP nominata dall'istituzione competente. Lo schema di approvazione delle PSR e di convalida delle DAP è mostrato in Figura 1. Le PSR identificative di un gruppo di prodotti devono includere numerose informazioni tra le quali⁵ [8]:

- scelta e definizione del gruppo di prodotto;
- individuazione dei parametri tecnici e funzionali significativi;
- scelta e definizione dell'unità funzionale;
- scelta e descrizione dei confini del sistema;
- scelta di specifici criteri di esclusione;
- scelta delle procedure di allocazione;
- scelta delle fonti di dati;
- eventuale scelta di parametri e di informazioni ambientali aggiuntivi, rilevanti per la descrizione della prestazione ambientale del gruppo di prodotti;
- descrizione del tipo di informazioni relative alla fase d'uso e fine vita, da includere nella dichiarazione della prestazione ambientale.

A livello internazionale sono state approvate varie PSR riguardanti i prodotti per l'edilizia⁶: pannelli in truciolo [13], cemento [14], prodotti da costruzione in argilla [15], aggregati strutturali [16]; quattro ulteriori PSR sono in fase di approvazione (calcestruzzo [17], tout-venant [18], tegole ceramiche [19], prodotti da costruzione [20]) ed

¹ Le certificazioni di Tipo I si configurano come dei marchi attribuiti da organismi accreditati a prodotti che soddisfino un set minimo di requisiti ambientali (esempio tipico è rappresentato dal marchio europeo di qualità ecologica Ecolabel). Le certificazioni di Tipo II sono invece delle autocertificazioni in merito alle prestazioni ambientali dei propri prodotti, non soggette ad un controllo da parte di un organismo terzo.

² In inglese Environmental Product Declaration (EPD).

³ Lo schema svedese è stato elaborato in collaborazione con altri partner europei (tra cui anche l'Agenzia Italiana per la Protezione dell'Ambiente ed per i servizi Tecnici - APAT). Tale schema è ormai accettato e consolidato a livello europeo. Il ministero dell'ambiente svedese è inoltre detentore del logo EPD - Environmental Product Declaration.

⁴ Lo schema iniziale italo-svedese prevedeva originariamente che gli organismi centrali fossero rappresentati dal Ministero dell'ambiente svedese e dall'Agenzia Nazionale italiana per la protezione dell'Ambiente (ANPA). Successivamente l'ANPA (attuale APAT) ha rimosso la propria sezione competente per l'approvazione delle PSR e l'accreditamento dei verificatori. Un'organizzazione che voglia attualmente ottenere il marchio EPD per un suo prodotto potrà in ogni modo rivolgersi agli organismi svedesi competenti, rappresentati dallo *Swedish Environmental Management Council* e dallo *SWEDAC* (Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment).

⁵ La raccolta completa delle PSR relative alle varie categorie di prodotto è disponibile nel sito: www.environdec.com

⁶ I dati relativi a PSR ed EPD sono aggiornati al Luglio 2005.

altre due sono in fase di revisione (coperture per soffitti [21], materiali isolanti [22]). Attualmente hanno ottenuto il marchio EPD quattro organizzazioni in merito alla produzione di laterizi in argilla, cemento e pannelli in legno truciolato [23], [24], [25], [26].

Caso studio

Definizione degli obiettivi e unità funzionale

L'analisi delle prestazioni energetico-ambientali del prodotto è stata effettuata tramite l'Analisi del Ciclo di Vita del manufatto. I dati sono stati elaborati seguendo le prescrizioni della PSR⁷ relativa ai materiali isolanti, derivanti da prodotti minerali o da fibre cellulosiche, sia vergini sia riciclate [22]. L'unità funzionale (UF)⁸ è fissata in 1 m² di pannello isolante⁹ con uno spessore tale da garantire una resistenza termica di 2 [m² K/W]. In dettaglio, nella DAP devono essere indicati i materiali costituenti il pannello con la seguente precisione:

- in genere devono essere indicate le sostanze che rappresentano più del 2% della massa complessiva;
- le sostanze pericolose per l'uomo o per l'ambiente devono essere indicate se la loro percentuale in peso supera l'1%. Tale limite è abbassato allo 0,1% per le sostanze molto tossiche o cancerogene.

Nell'analisi devono essere inclusi gli impatti¹⁰ connessi alle emissioni (principalmente rilasci di sostanze volatili) durante la fase d'uso. Per le fibre cellulosiche devono essere inclusi gli impatti ambientali connessi al processo di coltivazione e trasformazione delle fibre. Possono essere esclusi processi ed attività che contribuiscono per meno dell'1% agli impatti ambientali per ciascuna categoria di impatto. La dichiarazione deve anche includere informazioni in merito al risparmio energetico indotto dall'utilizzo del prodotto.

Limiti del sistema

Per quel che riguarda lo sviluppo e l'ampiezza dell'analisi, vengono incluse tutte le fasi del processo produttivo, dall'estrazione delle materie prime al trasporto e produzione del manufatto, fino allo smaltimento finale. Sono stati stimati i flussi di massa e di energia per ogni unità di processo e gli impatti ambientali corrispondenti, in funzione delle categorie di impatto prefissate. Inoltre, sono stati computati gli input di elettricità e combustibile per la fase di produzione e di carburanti per le fasi di estrazione e trasporto.

⁷ La PSR è attualmente in fase di revisione. La versione ufficiale è stata redatta solo in lingua svedese anche se è disponibile una bozza in inglese in fase di approvazione (disponibile sul sito: www.environdec.com).

⁸ L'UF costituisce l'unità di riferimento, con cui vengono normalizzati i dati raccolti e a cui si rapportano i risultati dell'analisi. La definizione di unità funzionale deve risultare compatibile con la funzione del sistema in esame e può essere intesa come indice delle prestazioni del sistema stesso, ovvero del servizio reso all'utente.

⁹ È anche possibile esprimere l'unità funzionale in kg, previa indicazione della massa necessaria per la realizzazione di un pannello con la resistenza prefissata. Occorre altresì indicare con precisione i valori di densità e conducibilità del materiale.

¹⁰ Gli impatti devono essere misurati in [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$] di TVOC (Total Volatile Organic Compounds).

TABELLA 3 - Eco-profilo del pannello isolante

Pannello di 1 m ² e resistenza term. 2 [m ² K/W]	
• Consumo di energia	
Combustibili fossili	36,2 [MJ]
Fonti energetiche rinnovabili	22,2 [MJ]
Totale	58,4 [MJ]
• Indicatori di impatto ambientale	
Global Warming Potential	3,14 [kg-CO ₂ -eq.]
Acidification Potential	41,7 [g-SO ₂ -eq.]
Nutrication Potential	2,2 [g-PO ₄ ³⁻ -eq.]
Photochemical Ozone Creation Potential	1,5 [g-C ₂ H ₄ -eq.]
Ozone Depletion Potential	trascurabile
• Rifiuti	
Rifiuti non pericolosi	3,3 [kg]
Rifiuti pericolosi (ceneri)	0,04 [kg]

Descrizione del processo produttivo

La Figura 2 sintetizza il diagramma di flusso relativo al processo produttivo dei pannelli in fibre di kenaf. Il kenaf è una pianta erbacea annuale a ciclo primaverile-estivo, la cui coltivazione deve avvenire in terreni di medio impasto, sabbiosi e con PH neutro. La coltura è finalizzata esclusivamente all'impiego nel campo dell'isolamento termico e alla produzione di pasta cartaria. Dopo la raccolta, le fibre di kenaf vengono trasportate in azienda e avviate al processo di pulizia, in cui apposite unità gramolatrici (trasportatore a catena, letto vibratore) privano gli steli delle parti corticali e legnose.

Tali parti, che costituiscono il cosiddetto canapulo, vengono raccolte su di un secondo nastro e dirette ad altro settore di lavorazione per la produzione di pellets. La pulizia delle fibre si completa con l'asportazione delle polveri in apposito pulitore, dal quale vengono aspirate e inviate in balle al ciclo produttivo del pannello. Le fibre di kenaf, assieme a quelle di fibre poliestere termofusibili, dopo trattamento con apriballe con punte metalliche e sfribratori meccanici, vengono dosate con bilance elettromeccaniche e trasferite alla camera di formazione ovatta, in funzione del peso. Una rete forata trasporta il materassino all'interno di un forno alimentato a metano ad aria calda. La temperatura del forno è regolata tra 160 e 180 °C per consentire la termofusione della fibra poliestere (15%) legante della fibra di base (85%). Infine, in apposita unità si ha la formazione del pannello, con prefissati spessore, densità e taglio.

Qualità e provenienza dei dati

I dati utilizzati nello studio sono stati reperiti tramite indagini di campo e/o fonti bibliografiche di settore. Nella fase di trasporto delle fibre di kenaf dal sito di raccolta a quello di lavorazione e produzione dei pannelli termoisolanti, il consumo di carburante e le emissioni atmosferiche sono state calcolate in funzione delle distanze percorse e del mezzo prescelto. In dettaglio, sono state assunte le seguenti modalità di trasporto: 1) trasporto marittimo con nave da carico di portata massima pari a 1.000.000 kg; 2) trasporto gommatto con camion a motore diesel con portata massima pari a 16.000 kg. Per quel che riguarda gli ecoinventari di produzione di elettricità, di ga-

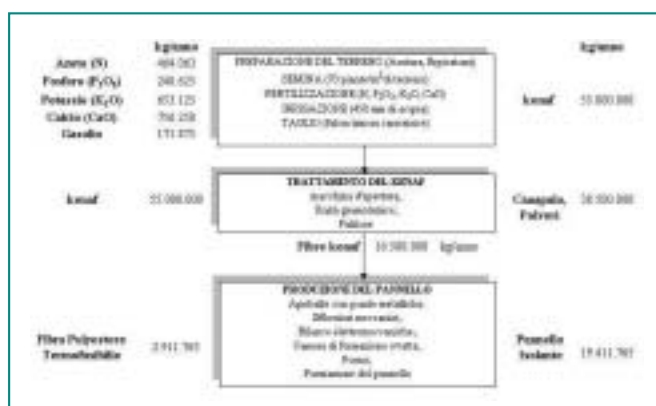


FIGURA 2 - Diagramma di flusso del processo produttivo del pannello in fibre di kenaf

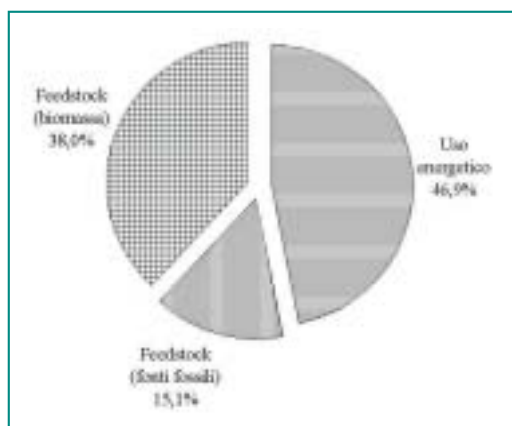


FIGURA 3 - Distribuzione dei consumi di energia per la produzione del pannello isolante

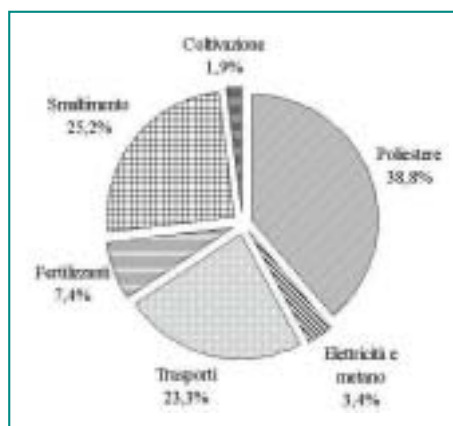


FIGURA 4 - Distribuzione delle emissioni di CO2 connesse con la produzione del pannello isolante

solio e metano sono stati utilizzati dati di letteratura [27], [28], [29]. Sono stati altresì considerati i benefici energetico-ambientali connessi all'impiego di fibre sintetiche di scarto come input di processo così come il risparmio energetico conseguente l'impiego del pannello isolante in un edificio di civile abitazione.

Eco-profilo del pannello isolante

L'eco-profilo dell'UF è mostrato in Tabella 3. Gli indicatori di impatto ambientale potenziale sono stati calcolati sulla base dei fattori di caratterizzazione indicati dalle linee guida DAP [30].

Il bilancio energetico-ambientale del manufatto è stato condotto seguendo un approccio di "ciclo di vita", conformemente agli standard internazionali della serie ISO 14040.

Nell'analisi sono state considerate le seguenti fasi:

- coltivazione e trattamento delle fibre vegetali;
- trasporto delle fibre e delle materie prime alla sede produttiva;
- produzione ed assemblaggio del pannello;
- trasporto ed uso del pannello¹¹;

¹¹ Gli impatti relativi alle fasi di installazione e manutenzione sono stati trascurati. Il pannello è installato manualmente e, una volta collocato, esso è inglobato dalla struttura e non necessita di interventi di manutenzione. Sono stati altresì trascurate le emissioni di TVOC durante la fase d'uso, poiché il pannello è prodotto senza l'ausilio di vernici e solventi ed esso è costituito quasi integralmente da fibre naturali non responsabili del rilascio di composti volatili.

¹² Gli impatti ambientali relativi alla fase di incenerimento sono tratti da [ANPA, 2000]. Nel bilancio non si è tenuto conto dell'emissione di CO₂ causata dalla combustione delle fibre vegetali. L'utilizzo delle biomasse per fini energetici non contribuisce all'effetto serra, poiché la quantità di biossido di carbonio prodotto durante la combustione è assunta equivalente a quella assorbita durante la crescita della biomassa stessa. L'energia elettrica prodotta non è considerata come beneficio in termini di emissioni evitate.

¹³ Gli eco-profilo della caldaia a metano e dei trasporti su strada e per nave sono tratti da [ANPA, 2000]; gli impatti ambientali connessi con la produzione delle fibre di poliestere, dell'elettricità e del metano in Italia sono tratti da [Boustead, 2001]; gli eco-profilo dei fertilizzanti e dell'energia elettrica di altre nazioni sono tratti da [GEMIS, 2004].

¹⁴ Il processo di trattamento e di raffinazione delle biomasse porta alla produzione delle fibre kenaf e di materiale di risulta destinato ad altre produzioni extra-aziendali e/o al recupero energetico. Il materiale di risulta rappresenta in peso la percentuale maggiore ma è anche la frazione con minore valore economico. Si è ritenuto pertanto di allocare gli

Smaltimento finale, inclusi i trasporti, supponendo che il rifiuto sia termovalorizzato¹². L'Analisi di Inventario è stata condotta sulla base di dati rilevati presso l'azienda produttiva nel 2004 e sulla base di dati medi tratti dalla letteratura scientifica¹³. Il diagramma di flusso del processo produttivo è riportato in Figura 2. L'allocatione dei consumi di metano e di elettricità in azienda è stata fatta sulla base di criteri di massa e sulla base del valore economico dei prodotti e dei sottoprodotti¹⁴. Dall'analisi dei risultati si evince che la produzione dell'UF comporta il consumo di circa 58 MJ-

Prim. L'utilizzo delle fibre di poliestere come materiale di riempimento del pannello comporta un elevato consumo energetico (circa il 35% del consumo complessivo). Una rilevante riduzione degli impatti ambientali potrebbe essere ottenuta sostituendo le fibre in poliestere con altre fibre surrogabili a minor impatto ambientale.

Dai risultati ottenuti si evidenzia inoltre che il 38% del consumo energetico totale è rappresentato da fonti rinnovabili (biomassa), mostrando in tal senso la convenienza ambientale del pannello. Inoltre più della metà del consumo energetico è rappresentato dall'energia di feedstock (Figura 3) ed è dunque parzialmente recuperabile nel caso sia prevista la termovalorizzazione del pannello al termine della sua vita utile. L'emissione di gas serra rappresenta il principale impatto ambientale connesso con la produzione del pannello, con un emissione globale di circa 3 kg_{CO2eq} per pannello. La Figura 4 mostra i contributi delle varie fasi all'emissione globale di gas serra: il contributo dominante è rappresentato dall'utilizzo delle fibre di poliestere (38,8%); rilevante è l'incidenza dei trasporti (23,3%) e della fase di smaltimento (25,2%). I rifiuti complessivamente prodotti ammontano a circa 3,3 kg, costituiti principalmente da residui vegetali provenienti

impatti ambientali dovuti a tale processo di trattamento sulla base di criteri economici piuttosto che con il criterio della massa.

¹⁵ In particolare, il risparmio di energia primaria nella stagione invernale è stato stimato con la seguente relazione:

$$E_{\text{saved,inv}} = \frac{3,6 \cdot F \cdot \left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_i + \frac{s}{k}} \right) \cdot DD \cdot S \cdot 24 \cdot n}{1000 \cdot \eta} \quad (1)$$

in cui:

E_{saved} [MJ] rappresenta l'energia primaria risparmiata durante la vita utile dell'appartamento;

F [MJ_{prim}/MJ_{end}] è il fattore di conversione dell'energia primaria per il metano pari a 1,06 [29];

n rappresenta la vita utile dell'appartamento pari a 30 anni;

R_i [m²K/W] è la resistenza termica della parete in assenza di isolante;

s [m] e λ [W/mK] sono rispettivamente lo spessore e la conduttività termica del pannello isolante;

S [m²] è la superficie utile delle pareti;

DD [K·g] è il numero di gradi giorno della città di Palermo;

η è l'efficienza energetica della caldaia;

24 [h/g] il numero di ore giornaliere di dispersione dell'edificio

¹⁶ È stato considerato un appartamento di 150 m² di superficie, con pareti esterne realizzate con laterizi forati.

dalla lavorazione delle fibre (61%) e destinati alla produzione di CDR (combustibili da rifiuti). Gli altri impatti ambientali connessi con il ciclo di vita del pannello sono molto bassi o trascurabili (Tabella 3).

Benefici ambientali connessi alla fase d'uso

L'utilizzo degli isolanti termici comporta un notevole risparmio di energia per la climatizzazione degli spazi confinati. In particolare, sono stati stimati l'energia primaria risparmiata¹⁵ e le emissioni di CO_{2eq} evitate durante trenta anni di utilizzo di un appartamento monofamiliare ad uso residenziale¹⁶. Durante i trenta anni di uso dell'edificio, si stima che ogni UF permette di risparmiare circa 4,3 GJ_{Prim}, quantità di due ordini di grandezza maggiore dell'energia complessivamente consumata durante tutto il ciclo di vita del pannello. Si è stimato inoltre che, durante tale periodo, l'utilizzo dell'UF permette di evitare l'emissione di 272 kg_{CO2-eq}.

Conclusioni

La DAP rappresenta un valido strumento per la valutazione delle prestazioni energetico-ambientali di un prodotto, nonché per la divulgazione delle informazioni contenute nel suddetto documento.

Essa costituisce altresì uno stimolo per:

- le aziende produttrici nel migliorare le caratteristiche ambientali del manufatto;
- il mercato, per favorire la diffusione di prodotti con migliori prestazioni energetico-ambientali presso consumatori pubblici e privati.

Gli autori hanno condotto uno studio di supporto alla redazione di una DAP relativa a pannelli termoisolanti prodotti in fibre vegetali di kenaf. I risultati ottenuti evidenziano inoltre che più di un terzo dell'energia complessivamente impiegata è rappresentata da fonti rinnovabili e, in particolare, biomassa vegetale. Ciò comporta un rilevante risparmio di fonti fossili e di emissioni atmosferiche, in contrapposizione ai tradizionali pannelli isolanti realizzati quasi esclusivamente con fibre plastiche. Inoltre, il consumo energetico è prevalentemente rappresentato dall'energia di feedstock ed è dunque parzialmente recuperabile nel caso sia prevista la termovalorizzazione del pannello al termine della sua vita utile.

L'utilizzo del suddetto pannello comporta, inoltre, un elevato risparmio di energia e di emissioni inquinanti durante la fase d'uso dell'edificio nella climatizzazione degli spazi confinati.

Bibliografia

- [1] UNEP, *Sustainable building and construction*, Industry and Environment, Vol. 26 No. 2-3, April-September 2003.
- [2] Beccali G., Cellura M., Gandolfo F., *Ecobilancio di manufatti edili in gesso*, La Termotecnica, marzo 1997, pag. 65-75.
- [3] ENEA, *Rapporto Energia-Ambiente 2003*, Ed. ENEA, febbraio 2003.
- [4] Wienke Uwe, *Manuale di Bioedilizia*, DEI, Roma 2000.
- [5] European Commission DG Environment, *Evaluation of Environmental Product Declaration Schemes*, Final Report, September 2002.
- [6] UNI EN ISO 14020, *Etichette e dichiarazioni ambientali - Principi generali*, 2002.
- [7] ISO/TR 14025, *Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III*, 2000.
- [8] Swedish Environmental Management Council, *Requirements for Environmental Product Declaration, EPD - An Application of ISO TR 14025 Type III Environmental Declarations*, MSR 1999:2, 27/3/2000.
- [9] UNI EN ISO14040, *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento*, 1998.
- [10] UNI EN ISO14041, *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione*, 1999.
- [11] UNI EN ISO 14042, *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Valutazione dell'impatto del ciclo di vita*, 2001.
- [12] UNI EN ISO 14043, *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Interpretazione del ciclo di vita*, 2003.
- [13] The Swedish Environmental management Council: *Product specific Requirements (PSR) for preparing an environmental product declaration (EPD) for Product Group - Wood Particleboard*, 2003.
- [14] The Swedish Environmental management Council "Product specific Requirements (PSR) for preparing an environmental product declaration (EPD) for Product Group- Cement", 2004.
- [15] The Swedish Environmental management Council, *Product specific Requirements (PSR) for preparing an environmental product declaration (EPD) for Clay Construction Products (bricks, tiles and roof tiles)*, 2004.
- [16] The Japan Environmental Management Association for Industry, *Product specific Requirements (PSR) for preparing an environmental product declaration (EPD) for Structural Aggregate*, revision AN-02, 2004.
- [17] The Swedish Environmental management Council, *Product Category Rules for preparing an environmental product declaration (EPD) for concrete*, 2004.
- [18] The Swedish Environmental management Council, *Product Category Rules for preparing an environmental product declaration (EPD) for expanded clay light weight aggregates in the form of Tout Venant*, 2004.
- [19] The Swedish Environmental management Council, *Product Category Rules for preparing an environmental product declaration (EPD) for ceramic tiles*, Draft 5, 2005.
- [20] The Swedish Environmental management Council "Product Category Rules for preparing an environmental product declaration (EPD) for building products on an international market", 2005.
- [21] The Swedish Environmental management Council, *Council "Product Category Rules for preparing an environmental product declaration (EPD) for flooring materials* (in svedese), 1999.
- [22] The Swedish Environmental management Council, *Product specific Requirements (PSR) for preparing an environmental product declaration (EPD) for insulation materials*, (in svedese), PSR 1999:8, Version 1.1, 21/02/01.
- [23] Ziegel Mattoni Gasser, "Environmental Product Declaration - Masonry Unit, Clay Bricks", 14 Marzo 2004.
- [24] Buzzi UNICEM, *Environmental Product Declaration - Average Cement*, Impianto di Vernasca, 2003.
- [25] SAIB spa, *Environmental Product Declaration of Raw and Melanine Faced Wood Particleboard*, 2004.
- [26] Tokyo Board Industries CO. LTD., *Environmental Product Declaration - Wood Particleboard*, Ver. 2, 2005.
- [27] ANPA- Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, *Banca dati italiana a supporto della valutazione del ciclo di vita*, Database LCA, Ver. 2.0, 2000.
- [28] GEMIS - Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie - Institute for Applied Ecology) *Global Emission Model for Integrated Systems (GEMIS)*, German environmental database. Version 4.
- [29] Boustead Consulting Ltd., *The Boustead model*, Black Cottage, West Sussex, UK. Environmental database, Ver. 4.4 2001.
- [30] ANPA - Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, *Regole per la redazione della dichiarazione ambientale di prodotto*, Edizione Luglio 2001. ■

Gli Autori desiderano ringraziare la Ditta KEFI SpA in Guastella (RE), per la cortese disponibilità e i dati tecnici gentilmente forniti.