

## DESCRIZIONE TECNICA

L'isolamento termico delle chiusure opache degli edifici, cioè facciate, coperture e solai, si raggiunge attraverso specifiche tecniche di isolamento e l'utilizzo di materiali isolanti.

La grandezza che permette di definire isolante un materiale è la conduttività termica, espressa in  $W/m^{\circ}K$ . Un materiale è definito isolante se la sua conduttività è inferiore a  $0.065 W/m^{\circ}K$ , è debolmente isolante se tale grandezza è compresa tra  $0.065$  e  $0.09 W/m^{\circ}K$ , se è maggiore non si parla più di materiale isolante.

Gli isolanti sono una categoria di materiali molto ampia. La scelta del materiale è legata a molteplici parametri di natura economica (costo), prestazionale (in termini energetici ma anche di altra natura, ad esempio meccanica), di durabilità e sostenibilità ambientale (in particolare il loro impatto in fase di processo).

Di seguito sono presentate le applicazioni più diffuse adottate per l'isolamento delle chiusure opache verticali e orizzontali degli edifici.

### Isolamento a cappotto dall'esterno

Il sistema di isolamento a cappotto è costituito da un materiale isolante incollato e/o fissato meccanicamente attraverso tasselli o profili alla parete esterna dell'edificio. I tasselli o i profili vengono successivamente ricoperti usualmente con un intonaco oppure con altri materiali di rivestimento speciale, al fine di costituire la nuova finitura superficiale della facciata. Nel caso di impiego di intonaco, esso è costituito da almeno due strati applicati in opera, uno di base, applicato direttamente sui pannelli isolanti e contenente una rete di armatura di rinforzo, e uno di finitura.

### Isolamento dall'interno

L'isolamento dall'interno può essere realizzato con l'applicazione di pannelli o intonaci isolanti. I pannelli di materiale coibente possono essere singoli o preaccoppiati e vengono applicati tramite incollaggio o su struttura metallica con fissaggi meccanici. I pannelli singoli sono solitamente prodotti rigidi e porosi che vengono incollati e rasati. Nei sistemi preaccoppiati il posizionamento avviene sul muro esterno perimetrale e vengono protetti all'interno da materiali in fibrocemento o gesso. Raramente si predispone una controparete con sottili tavole in laterizio. Tali prodotti devono avere una buona capacità di accumulo e rilascio dell'umidità.

### Isolamento in intercapedine con insufflaggio

L'isolamento delle intercapedini prevede la messa in opera di materiali isolanti sfusi che possono essere di diversa densità e tipologia. Se lo spessore da riempire è superiore ai 5 cm si possono inserire materiali granulari, come la vermiculite e l'argilla espansa; se invece lo spessore è inferiore si possono utilizzare materiali liquidi che una volta iniettati si espandono e solidificano, come le resine poliuretaniche. Il sistema consiste nell'esecuzione di piccoli fori sulle pareti perimetrali (dall'esterno o dall'interno) attraverso i quali iniettare con la macchina insufflatrice a pressione il materiale isolante all'interno della cassa vuota. terminate le iniezioni, i fori vengono opportunamente ripristinati.

### Isolamento del solaio di sottotetto dall'estradosso

L'isolamento termico del solaio di sottotetto con intervento dall'estradosso, è costituito da pannelli o feltri in materiale isolante posati direttamente sul solaio. L'isolamento può essere di tipo calpestabile (quando le caratteristiche meccaniche dell'isolante lo consentono) oppure non calpestabile. In quest'ultimo caso, qualora debba essere garantito l'accesso al sottotetto, occorre realizzare al di sopra dell'isolante una pavimentazione autoportante. L'isolamento può essere realizzato anche tramite spruzzo di materiale sfuso (ad esempio in fiocchi) o in schiuma, fino ad ottenere lo spessore isolante progettato.

### Isolamento del solaio di sottotetto dall'intradosso (o di un solaio intermedio)

L'isolamento di un solaio di sottotetto o di un solaio intermedio dall'interno dell'appartamento (vale a dire dall'intradosso) può essere realizzato con l'applicazione di pannelli o intonaci isolanti. I pannelli possono essere singoli o preaccoppiati e vengono applicati tramite incollaggio o collegati ad una struttura metallica con fissaggi meccanici. L'utilizzo di intonaci isolanti invece prevede l'applicazione mediante macchina intonacatrice o a mano. Tali intonaci sono costituiti di una componente isolante, che può essere fornita da materiali minerali espansi o da materiali minerali fibrosi o ancora da sostanze sintetiche in granulometria opportuna e costante, di leganti idraulici e di speciali resine addittivate. Questi intonaci, una volta applicati, sono protetti da rivestimenti con funzioni di rinforzo alle effrazioni, oppure da uno strato di finitura.

### Isolamento della copertura esistente con struttura in cemento armato

Nel caso di struttura in cemento armato e/o laterocemento, vengono posate direttamente le tegole o altre tipologie di rivestimento esterno (es. lamiera). Se non si è in presenza di orditura di sostegno, l'isolamento avviene sotto forma di pannelli rigidi da fissare meccanicamente attraverso tasselli alla struttura esistente; oppure in forma di pannelli semirigidi o feltri se è presente l'orditura di sostegno.

Il miglior risultato si ottiene se viene realizzata anche un'intercapedine ventilata al di sotto del manto di copertura, in quanto consente di garantire uniformità di temperatura e smaltimento del vapore acqueo.

### Sostituzione di copertura in legno

In presenza di una copertura in legno esistente, specie se ammalorata, deformata o non adatta ai carichi legati ad una ristrutturazione, usualmente viene rifatto completamente l'intero tetto. Nel caso si opti per riproporre una soluzione in legno, avremo di nuovo una struttura portante con travi in legno e assito sempre in legno. Al di sopra dell'assito viene posato uno strato di materiale isolante eventualmente fissato meccanicamente attraverso tasselli o viti autofilettanti all'assito stesso. La protezione dei pannelli isolanti avviene con un secondo assito in legno, sopra il quale vengono posate le tegole o altre tipologie di rivestimento esterno tipo lamiera.

### Intonaci Isolanti

Per l'isolamento delle pareti verticali vi sono i recenti intonaci termoisolanti, la cui stesura consente di risolvere i ponti termici creati dall'accostamento di materiali differenti e conseguentemente con conducibilità diverse. Tali intonaci sono composti da leganti aerei o idraulici, sostanze aeranti e una composizione di inerti che caratterizzano il prodotto a seconda della funzione richiesta. Nella scelta degli inerti, oltre ad una percentuale convenzionale di sabbie, sono aggiunti i cosiddetti inerti leggeri come inerti minerali espansi che garantiscono all'intonaco una struttura microporosa capace di soddisfare i requisiti di isolamento. Questi realizzano isolamenti termici, del tipo a cappotto, sono in grado di assicurare rivestimenti monolitici, di assoluta stabilità dimensionale, fonoassorbenti resistenti al fuoco e con valori di conduttività termica di circa  $0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### Cool Material

Con Cool Material sono materiali e tecniche che consentono di ridurre notevolmente la temperatura superficiale delle coperture degli edifici, e di conseguenza i consumi elettrici per la climatizzazione estiva e la riduzione del fenomeno Isola di Calore Urbana a livello di territorio. Le loro caratteristiche principali sono una elevata riflettanza alla radiazione solare, per ridurre gli apporti durante le ore notturne, e un'elevata emittanza all'infrarosso, per favorire la cessione del calore accumulato verso la volta celeste durante le ore notturne. I cool material trovano applicazione anche per le pavimentazioni di spazi urbani aperti (strade, piazze etc.) con elevate potenzialità di risparmio energetico conseguibili a scala urbana e di edificio.



Esempio applicativo di cool material (Fonte: ENEA-Ricerca Di Sistema)

## STATO DI AVANZAMENTO

### Internazionale

Involucri edilizi ad alte prestazioni energetiche e di tenuta all'aria concorrono fortemente alla riduzione del fabbisogno energetico e della domanda di energia per entrambe le stagioni. Per questo a livello internazionale e nei Paesi della UE si sono promossi e prescritti standard prestazionali sempre più stringenti e procedure di calcolo rigorose per gli interventi, nel nuovo e nell'esistente, tenendo conto anche del fattore costo/beneficio. C'è da considerare che, mentre per gli edifici di nuova costruzione i problemi sono relativi a scelte tecnologiche e convenienze costruttive, negli edifici esistenti, tenendo conto dell'eterogeneità delle tipologie edilizie, della bassa qualità energetica, dei vincoli normativi e del contesto urbano, delle soluzioni costruttive e altro, i problemi sono molto più complessi e vanno studiati caso per caso.

I mercati più significativi interessati dal miglioramento dell'isolamento energetico degli edifici sono la Cina, seguita dagli Stati Uniti e dall'Europa

Si consideri che i consumi energetici dovuti al riscaldamento e raffrescamento degli edifici in Cina è superiori di 2-3 volte, per unità di superficie condizionata, rispetto a quello dei Paesi più sviluppati, facendo riferimento ad edifici in zone climatiche comparabili. Questo è causato principalmente dalle criticità dell'isolamento dell'involucro edilizio.

### Nazionale

Il mercato dei materiali isolanti per l'edilizia a livello nazionale ha un volume di affari che supera i 600 mln di €. L'andamento del mercato dei materiali isolanti ha subito un andamento fortemente legato al mercato dell'edilizia di nuova costruzione e a quello della riqualificazione.

L'indicatore di riferimento per questa categoria si identifica con il trend del fatturato del mercato (vedi Figura 1).

Il mercato nazionale è un mercato estremamente frammentato poiché i produttori di materiale isolante sono costituiti da multinazionali che agiscono a livello sovranazionale e da piccole medie imprese che agiscono a livello locale producendo e commercializzando o solo commercializzando.

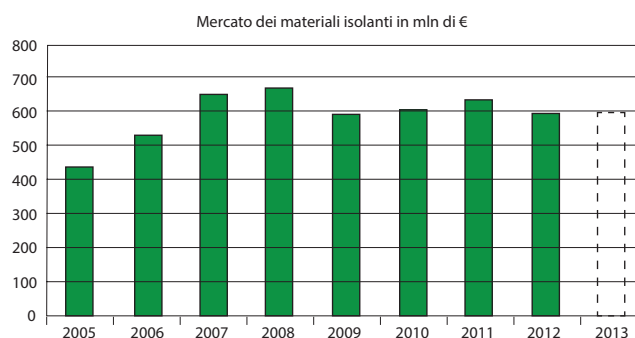


Figura 1 Andamento del fatturato del mercato dei materiali isolanti in Italia 2005-2013 [2]

## TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVEL)

I prodotti isolanti termici sono prodotti per l'edilizia e quindi soggetti alle regole comunitarie della direttiva 89/106 e s.m.i. per la corretta e uniforme commercializzazione dei prodotti da costruzione. Le principali tipologie di materiali isolanti sono quindi soggette alle regole della marcatura CE del materiale per mezzo di norme di prodotto o di benessere tecnici europei ETA. Esistono in commercio tuttavia anche prodotti senza marcatura CE di materiali che attualmente non hanno norme di riferimenti. Il settore dei materiali isolanti termici è quindi maturo in termini di dichiarazioni di prestazione e di idoneità all'uso a livello di produzione e commercializzazione. Meno maturo è il corretto impiego dei materiali e l'idoneo grado di isolamento termico delle strutture.

## RELAZIONI CON LE FONTI ENERGETICHE

Trattandosi di interventi passivi sull'involucro edilizio non ci sono elementi che possano soddisfare questa relazione. Si evidenzia tuttavia che i materiali isolanti trovano applicazione nella realizzazione di pannelli solari termici per la produzione di acqua calda, per quella sanitaria e per impianti termici a bassa temperatura.

## VERSATILITÀ (CAPACITÀ DI IMPATTARE SU PIÙ SETTORI)

I materiali isolanti, soprattutto quelli naturali e bio-compatibili, impattano positivamente sull'ambiente in termini di: recupero, riuso, riciclabilità e contributo al processo di de-carbonizzazione.

## POTENZIALE DI DIFFUSIONE IN AMBITO NAZIONALE

Il patrimonio edilizio in Italia registra oltre 13,6 milioni di edifici di cui circa 87% a destinazione d'uso residenziale [3] con un consumo di circa 25 Mtep/anno negli ultimi anni. Oltre il 65% di questi edifici ha più di 40 anni e, in particolare, quelli costruiti nel periodo 1950-1980 hanno forti criticità in termini di efficienza energetica.

Il potenziale di interventi sull'isolamento termico degli edifici è, quindi, molto alto e pertanto le Istituzioni, MiSE e MATTM, stanno promuovendo misure e strategie per accelerare la realizzazione di interventi per l'efficienza energetica. Il MiSE, in riferimento a quanto previsto dal DLgs 102/2014, ha attivato i piani STREPIN - Strategia per la Riqualificazione Energetica del Parco Immobiliare Nazionale, PREPAC - Piano Riqualificazione Energetica Pubbliche Amministrazioni Centrali, PANZEB - Piano d'azione per gli edifici ad energia quasi zero, per la promozione degli interventi di efficientamento energetico degli edifici.

## IMPATTO E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

I materiali isolanti, dal punto di vista chimico, si possono distinguere in organici e inorganici, che a loro volta possono essere naturali e sintetici. In letteratura sono presenti molti studi, sviluppati dal mondo scientifico e dai settori interessati, sugli impatti ambientali e la rispondenza ai criteri di sostenibilità di questi prodotti utilizzando la metodologia LCA. I risultati di questi studi, che hanno riguardato in particolare la famiglia degli isolanti sintetici e quelli naturali inorganici portano a conclusioni per cui questi prodotti hanno un impatto ambientale e una sostenibilità "accettabile". Gli impatti e la sostenibilità ambientale di quelli "naturali" sono a basso impatto rispetto a quelli "sintetici", che sono derivati dal petrolio. C'è da tener conto che anche per alcuni di quelli naturali si possono avere impatti dovuti al ciclo produttivo del prodotto, come ad esempio l'argilla espansa, di origine naturale-minerale, ma che richiede un ciclo di lavorazione di cottura che avviene in forni rotativi a 1200 °C, con elevati consumi di energia e conseguenti emissioni in ambiente.

Una particolare attenzione è quella che investe i cool material per quanto riguarda il fenomeno isola di calore. L'effetto isola di calore urbana è un fenomeno che affligge in maniera sempre più persistente i centri abitati. Gli studi condotti (vedi AdP Ricerca di Sistema Elettrico) evidenziano le potenzialità dell'uso dei cool material al fine di mitigare alcuni pericolosi aspetti legati al surriscaldamento globale e locale. L'applicazione su scala urbana dei suddetti materiali è stata analizzata tramite un software di simulazione, l'ENVI-met. Esso ha permesso di quantificare l'effettiva influenza che questi ultimi hanno sulla temperatura dell'aria esterna di una zona di Roma presa a campione, evidenziandone una diminuzione considerevole. L'utilizzo in larga scala di cool material con proprietà sempre migliori unito a un'estensione delle aree vegetative in ambiente urbano è un fattore importante che contribuisce a migliorare le condizioni di comfort termico esterno, ridurre i fabbisogni di climatizzazione degli edifici e la qualità urbana.

### Emissioni CO<sub>2</sub>/MWh

Per questa categoria di materiali risulta difficile poter dare una valutazione univoca in quanto diversi fattori, come ad esempio il vettore utilizzato (gas, elettrico, diesel ecc.) nel ciclo produttivo del prodotto, concorrono a determinare i consumi energetici e le emissioni di CO<sub>2</sub> evitate per unità di prodotto e se questo è ottenuto da processi di recupero/riciclo. Ad esempio, per i prodotti di sintesi EPS l'energia utilizzata per unità di prodotto può variare da un 7,4% a 47,2%, mentre il trasporto può variare tra lo 0,8% a 5% [10]. Per le valutazioni si fa riferimento a diversi indicatori energetici e ambientali tra cui: il GER (Gross Energy Requirement), Il GWP (Global Warming Potential), ODP (Ozone Depletion Potential) EP (Eutrophication Potential, POCP (Photochemical Ozone Creation Potential). Tali indicatori variano molto nel ciclo di produzione dei

singoli materiali: da evidenziare che alcuni di questi non sono prodotti solo per il mercato dell'edilizia ma anche per altre funzioni (package-edilizia, imballi, ecc.). A titolo esemplificativo si possono fornire i risparmi ottenibili per un appartamento da 100 m<sup>2</sup> riqualificato con isolamento a cappotto: in termini ambientali, circa 1000 kg di CO<sub>2</sub> per anno.

### Emissioni CO<sub>2</sub>/MWh evitate

La tecnologia di produzione è differenziata per ciclo di produzione e utilizzo della materia prima che, già come evidenziato, risulta molto variegata. La tecnologia, comunque, presenta un margine di mitigazione dovuto al miglioramento dell'efficienza del ciclo di produzione e all'applicazione di modelli quali l'economia circolare.

## EFFICIENZA, TEMPO DI VITA E RENDIMENTO PREVISTI

L'efficienza della tecnologia è fortemente legata all'innovazione di processo/prodotto e alle condizioni operative di impiego. Si possono stimare rendimenti variabili dal 30% ad oltre il 60%, dipendenti dalla variabilità della stagione climatica, dalla zona climatica in cui viene fatto l'intervento, dai profili di utenza e dalle prestazioni dell'edificio. Il tempo di vita di tale tecnologia è maggiore, mediamente, ai 20 anni.



## PAYBACK TECNOLOGICO, DI INVESTIMENTO E DI OPERATION AND MAINTENANCE PREVISTO

Tenendo conto degli standard prestazionali prescritti dalla normativa sull'efficienza energetica e di quello della tecnologia si può stimare mediamente, considerando la eterogeneità del parco edifici e delle destinazioni d'uso, che il payback tecnologico, valutando le misure di incentivazione, possa variare tra un minimo di 10 anni a più di 20 anni.

## PRINCIPALI OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Il mercato dei materiali isolanti e della loro applicazione si può definire maturo a livello di proposte, un po' meno a livello di realizzazione e progettazione. I principali ostacoli allo sviluppo sono:

- alti costi di investimento
- investitori con scarsa conoscenza con prodotti e tecnologie ad alta efficienza
- alti rischi di esposizione finanziaria
- tassi di sconto elevati
- incertezza nel quantificare i benefici raggiungibili
- procedure e quadro normativo poco stabili
- Patto di stabilità per interventi in edifici della PA

## POTENZIALITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO IN AMBITO NAZIONALE

Le potenzialità di sviluppo sono principalmente legate allo sviluppo di applicazioni efficienti e a basso impatto ambientale. Fra le tematiche di R&S, da sviluppare all'interno delle associazioni di categoria e istituti di ricerca, produttori e progettisti, rientrano i prodotti e/o sistemi integrati da applicare nelle diverse tipologie di edifici.

## POTENZIALITÀ DI ESPORTAZIONE DELLA TECNOLOGIA

C'è una forte competitività sul mercato di questi prodotti. La potenzialità di esportazione risulta essere strettamente condizionata dai costi per unità di prodotto, dalle modalità di posa e dal livello di innovazione di prodotto raggiunto. Per poter competere con i mercati di produzione di massa risulta necessario uno sforzo di R&S a livello di materiali, componenti e processi al fine di incrementare la qualità dei prodotti a un costo competitivo con il mercato internazionale.

## POSSIBILI RICADUTE PER IL SISTEMA INDUSTRIALE, DEI TRASPORTI, RESIDENZIALE E NEL TERZIARIO

**Settore industriale:** incremento dell'efficienza dei processi di produzione anche mediante integrazione con fonti rinnovabili. Miglioramento dei processi per il riutilizzo dei prodotti da dismissione.

**Settore residenziale e terziario:** miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici residenziali e non residenziali e riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

## MAGGIORI ATTORI ITALIANI COINVOLTI

### Utilizzo della tecnologia

- Costruttori edili
- Aziende produttrici di materiali isolanti
- Professionisti (architetti, ingegneri, geometri ecc.)
- ESCO
- Gestori di parchi immobiliari
- Proprietari di edifici/abitazioni (tutti i settori).

### Sviluppo della tecnologia

- ANAB Associazione bio architettura [www.anab.it](http://www.anab.it)
- ANIT Associazione produttori materiali isolanti [www.amit.it](http://www.amit.it)
- AIPE, Associazione aziende poliuretano espanso [www.epssas.it](http://www.epssas.it)
- ANPE Associazione poliuretano espanso [www.anpe.it](http://www.anpe.it)
- ASSOVETRO [www.assovetro.it](http://www.assovetro.it)
- FINCO Federazione Industrie Prodotti Impianti Servizi ed Opere Specialistiche per le costruzioni [www.fincoweb.org](http://www.fincoweb.org)
- BASF [www.basf.com](http://www.basf.com)
- FIVRA Associazione lana di roccia [www.fivra.it](http://www.fivra.it)
- SAINT GOBAIN [www.saint-gobain.it](http://www.saint-gobain.it)

## ECCELLENZE IN TERRITORIO NAZIONALE

- **ENEA:** sviluppo, caratterizzazione e qualificazione dei cool material, pareti/tetti verdi, qualificazione pareti/tetti verdi, sviluppo materiali innovativi.
- **RSE:** analisi e studi su materiali, consumi e prestazioni energetiche degli edifici.
- **ITC- CNR:** qualificazione materiali isolanti, qualificazione materiali isolanti per la sostenibilità.
- **UNIVERSITA' (POLITO, POLIMI, Università di Modena e Reggio Emilia, IUAV, Università di Bari e altre):** sviluppo e caratterizzazione dei cool material, qualificazione pareti/tetti verdi, sviluppo materiali innovativi.
- **Stazione Sperimentale del Vetro:** indagini, studi, ricerche e analisi per il progresso tecnico dell'industria vetraria nazionale <http://www.spevetro.it/>
- **Istituto Metrologico:** ricerca nel campo della scienza delle misure e dei materiali e sulle tecnologie innovative

## BEST PRACTICES

- **Scuola media T.M. Plauto (Cesena):** riqualificazione edificio esistente (anni '60). Oltre gli interventi che hanno interessato gli impianti (nuovi generatori a condensazione, valvole termostatiche, PV ecc.) sono state applicate misure sull'involucro: isolamento termico della copertura, parziale isolamento termico del solaio di base, isolamento a cappotto delle facciate e sostituzione dei serramenti. Il risparmio energetico ottenuto è stato di circa l'80% rispetto ai consumi ante-intervento.
- **Social Housing La Clairière Benthny (Francia):** edificio nuovo residenziale con 13 unità abitative isolato con cappotto esterno che registra un consumo per il condizionamento invernale di circa 15kWh/m<sup>2</sup> per anno.
- **Quartiere Compagnoni ACER (Reggio Emilia):** intervento di riqualificazione su edifici del social housing con applicazione di isolamento termico con cappotto esterno. Risparmi conseguiti medi circa 40% rispetto ai consumi ante intervento.

## BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- [1] RSEview RIFLESSIONI SULL'ENERGIA, Edifici Energeticamente Efficienti: un'opportunità, Giugno 2015  
[http://www.rse-web.it/applications/webwork/site\\_rse/local/doc-rse/RSE%20Monografia%20Efficienza%20Edifici/files/extfiles/downloadURL.pdf](http://www.rse-web.it/applications/webwork/site_rse/local/doc-rse/RSE%20Monografia%20Efficienza%20Edifici/files/extfiles/downloadURL.pdf)
- [2] Rapporto ANIT 2013, il mercato dei materiali isolanti in Italia, Febbraio 2014.
- [3] Censimento generale della popolazione e delle abitazioni – Censimento 2011, ISTAT.
- [4] ISTAT, i consumi energetici delle famiglie, Dicembre 2014
- [5] European Commission, EUROSTAT, Statistics Database, 2013,  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search\\_database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database)
- [6] ENEA, "Piano d'Azione italiano per l'Efficienza Energetica PAEE 2014"
- [7] Bazzocchi et al., definizione di politiche e misure volte a stimolare la riqualificazione energetica del settore civile, Rapporto RSE 15000305, 2015
- [8] ENEA, "Rapporto Annuale Efficienza Energetica RAEE 2015"
- [9] IEA, 2015. Energy and Climate Change. World Energy Outlook Special Report  
<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>
- [10] EPS: Impatto Ambientale e ciclo di vita AIPE, [www.epssas.it](http://www.epssas.it)