LE TECNOLOGIE PER IL RICICLO DELL'EPS

VOLUME 30

AIPE

Associazione Italiana Polistirene Espanso

INDICE

Capitolo 1 – IL RICICLO DELL'EPS: TECNOLOGIE E SBOCCHI DI UTILIZZO 03

Capitolo 2 – TECNOLOGIE DI TRASFORMAZIONE 08

Capitolo 3 – ESEMPIO CIRCUITO DI RECUPERO E RICICLO 16

PRESENTAZIONE AIPE

1. IL RICICLO DELL' EPS: TECNOLOGIE E SBOCCHI DI UTILIZZO

Il polistirene espanso (EPS) è una materia plastica riciclabile praticamente all'infinito (essendo un "termoplastico" - e non un termoidurente).
Il numero identificato per l'EPS è il 6 e comunemente lo si ritrova all'interno del simbolo del riciclo "ciclo di Mobius", pratica che facilita l'individuazione del materiale ai fini della raccolta, del riutilizzo e del recupero e prescrizione per quanto riguarda gli imballaggi.
Decisione 97/129/CE

Sistema di numerazione e abbreviazioni per la plastica

Materiale	Abbreviazioni	Numerazione
Polietilenteraftalato	PET	1
Polietilene ad alta densità	HDPE	2
Cloruro di polivinile	PVC	3
Polietilene a bassa densità	LDPE	4
Polipropilene	PP	5
Polistirolo	PS	6
		7

UNI EN ISO 1043-1:2002, Materie plastiche - Simboli ed abbreviazioni - Polimeri di base e loro caratteristiche speciali
→ conferma il sistema di identificazione degli imballaggi in plastica istituito dalla Decisione della Commissione n. 129 del 28 Gennaio 1997.
Il **"Mobius Loop"** rientra nelle asserzioni auto-dichiarate, o di tipo II delle etichette ambientali secondo UNI EN ISO 14021, ed è applicabile a tutti i prodotti e a tutti gli imballaggi riciclabili o in materiale riciclato. Quanto asserito è di responsabilità del dichiarante stesso, e non è verificato da un organismo indipendente. Il ciclo di Mobius, così come tale, non accompagnato da un valore percentuale, deve essere considerato una asserzione di riciclabilità.

es. di Ciclo di Mobius per asserzione di riciclabilità

Il ciclo di Mobius può essere utilizzato anche come asserzione di contenuto riciclato, accompagnato da un valore percentuale indicato come "X %", dove X è il contenuto riciclato espresso come numero intero calcolato in conformità alla regola X % = A/P x100, dove:
X è il contenuto riciclato, espresso come percentuale;
A è la massa di materiale riciclato;
P è la massa del prodotto.
Il valore percentuale deve essere posizionato all'interno del ciclo di Mobius o all'esterno e immediatamente adiacente al ciclo di Mobius. Inoltre dove è utilizzato il simbolo "contenuto riciclato" (Mobius Loop con % riciclato) esso può essere accompagnato dall'identificazione del materiale.

es. di ciclo di Mobius per asserzione di contenuto riciclato

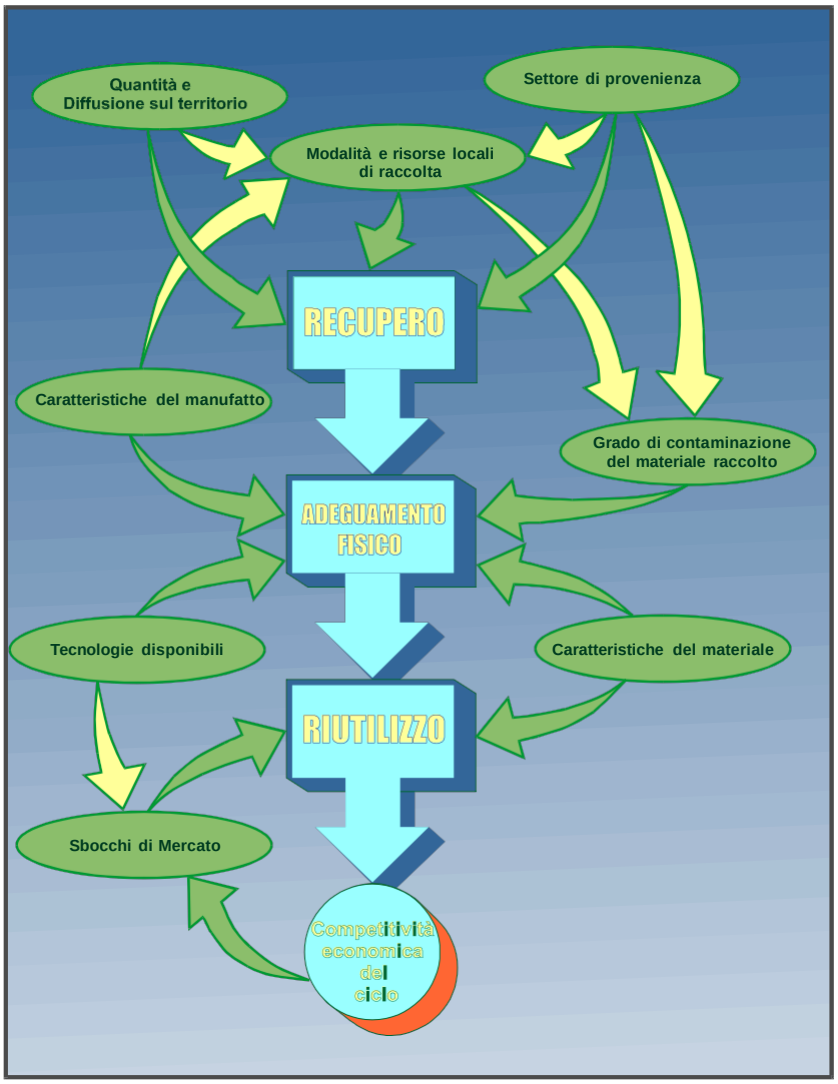
Nota: la differenza tra il "simbolo grafico riciclabilità" e il "simbolo grafico materiale riciclato" è l'indicazione della % di contenuto di riciclato.

Il recupero degli scarti industriali di produzione è una pratica diffusa e comunemente attuata dalle aziende stesse, all'interno di un circuito di riciclo di tipo "chiuso".

Schematizzando un circuito "tipo" di base per il riciclo, si possono individuare tre stadi:

1. recupero sul territorio
2. adeguamento fisico
3. riciclo/riutilizzo

La realizzazione di ciascuno dei suddetti stadi è condizionata, oltre che dalla disponibilità di tecnologie, anche da una serie di fattori legati alle caratteristiche specifiche del tipo di scarto, in termini sia di materiale che di manufatto, ed a situazioni ambientali, generalmente differenti nelle diverse località.
La figura sotto proposta a tal proposito vuole rappresentare le principali influenze cui è soggetto un generico circuito di riciclo e le loro interconnessioni: ciascuno dei tre stadi di articolazione del circuito non può essere impostato singolarmente, a prescindere dagli altri due.

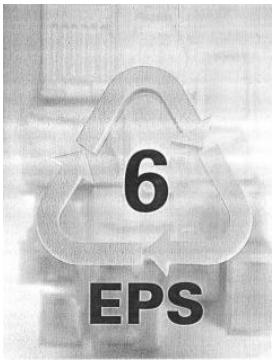


Le modalità di raccolta sono legate infatti alle caratteristiche fisiche e di produzione degli scarti, ma anche al loro destino programmato, così come le tecniche di riutilizzo attuabili non dipendono solo dalle caratteristiche fisiche intrinseche del materiale ma anche dal tipo di scarto, da come è stato selezionato e raccolto e da quali costi di trasporto ed adeguamento fisico (ad esempio trattamenti di purificazione) sono sopportabili. Si deve anche tener presente che le differenti situazioni ambientali in località diverse possono rendere più o meno efficaci i diversi tipi di circuito di riciclaggio ipotizzabili. Da quanto si è detto, emerge

che non può esistere un “modello ideale” di circuito di riciclaggio. A situazione matura, è prevedibile che vi possa essere un mix di tecnologie di riutilizzo, ognuna servita da particolari circuiti di recupero e adeguamento fisico, in relazione alle quantità e tipologie di scarti disponibili in una certa area, più o meno grande.

ASPETTI SPECIFICI

Il punto “critico” per il riciclo dell’ EPS è la sua leggerezza, sia come materiale in se stesso (15 - 25 kg/m^3) che come tipo di manufatto. La densità apparente degli scarti oscilla fra 5 e 15 kg/m^3, se perfettamente impaccati. Nel caso di imballi misti buttati alla rinfusa, la densità apparente media può scendere anche alla metà del valore prima definito. Da ciò derivano problemi di ingombro e di trasporto che, nel caso di una raccolta differenziata, emergono con evidenza. Va però osservato che questi problemi sussistono comunque e sarebbe quindi sbagliato, nella valutazione economica di un’ attività di riciclo, non detrarre i costi di stoccaggio, trasporto e smaltimento che dovrebbero essere in ogni modo sostenuti. Nel caso dell’EPS esiste una notevole produzione di scarti a livello commerciale ed industriale, settori certamente più facili del domestico, dal punto di vista della raccolta, sia per la concentrazione di quantità, sia perché le Aziende devono comunque sostenere un costo di smaltimento, passando in genere attraverso un raccoglitore. Sono senz’altro questi i settori su cui puntare, anche perché sarebbe difficile, a livello domestico, tener separati gli scarti sporchi (alimentari) dagli altri ed evitare commistioni con materiali diversi. Nei settori industriale e commerciale invece, l’inquinamento è costituito essenzialmente da parti in metallo o legno, nastri ed etichette, che è possibile togliere prima della prima macinazione del materiale ed i cui eventuali residui si possono comunque separare successivamente in modo sufficiente. In questi settori è poi più facile istituire modalità di conferimento controllate e individuare le fonti di scarti più o meno idonei. Là dove esistono, anche i centri di raccolta municipali possono essere attrezzati e costituire una buona soluzione, anche perché i privati che vi conferiscono i propri rifiuti sono in genere già sensibili ai problemi ecologici e quindi facilmente istruibili sulla qualità degli scarti desiderata.



SBOCCHI DI RIUTILIZZO

GLI UTILIZZI PIU' IMPORTANTI DELL'EPS DOPO IL RECUPERO sono:

- Utilizzo nella produzione di nuovi articoli in EPS: frantumazione e macinazione, poi mescolato a EPS vergine per ottenere nuovi imballi o elementi per edilizia, per esempio blocchi e lastre per isolamento termico contenente % variabili di EPS riciclato.

- Utilizzo come inerte leggero in calcestruzzi alleggeriti, malte cementizie e intonaci coibenti e negli alleggerimenti di terreni (a seguito di macinazione)

CLS leggero
Densità CLS : 100 – 1400 Kg/m^3
λ CLS : 0,08 – 0,4 W/mK **Sfere di polistirene espanso:**
Φmedio = 1 – 6 mm
Densità (in mucchio): 25 Kg/m^3

- Trasformazione in granulo di polistirene compatto: macinazione, compattazione e successiva rigranulazione dell'EPS per lo stampaggio di oggetti quali cassette video, grucce per abiti (utilizzando compound a base di PS e HIPS riciclati), od elementi a profili come sostituto del legno (recinzioni, panchine).

- Recupero energetico (termovalorizzazione/co-incenerimento): La combustione con produzione di calore (potere calorifico dell'EPS di circa 10.000 kCal/kg) permette il recupero di una parte dell'energia (GER) spesa per la produzione del manufatto in EPS (la cosiddetta energia di feedstock). Per esempio macinazione e utilizzo nella preparazione di combustibili solidi secondari CSS (e/o combustibile da rifiuti CDR) e termovalorizzazione diretta.

Parte dell'energia spesa per la produzione del manufatto non è persa, bensì è contenuta nella cosiddetta energia di feedstock. Tale energia può essere recuperata attraverso la combustione del manufatto per la produzione di energia e calore in impianti dedicati.

Feedstock	51 MJ/kg
Feedstock/GER	> 40 %

I metodi utilizzati per recuperare gli scarti di produzione e gli scarti di imballaggi sono attuati direttamente dalle aziende trasformatrici di EPS o società di recupero di materiali.

L'Utilizzo come "carica" nella produzione di nuovi articoli in EPS è certamente più limitato, in termini quantitativi, da vincoli tecnologici, mentre la trasformazione in granulo di polistirolo compatto conduce ad un prodotto inseribile nel grande e mondialmente esteso mercato dei termoplastici. L'utilizzo come inerte leggero è un piccolo mercato, paragonato a quello del polistirolo compatto, ma è comunque un idoneo sbocco e, qualora ci fosse larga disponibilità di prodotto, potrebbe ampliarsi a livelli significativi, rispetto alle quantità obiettivo di riciclaggio. La combustione con recupero di calore non è considerata riciclo dalla vigente legge e non può quindi contribuire al conseguimento dell'obiettivo specifico del 15% di riciclo ma solo a quello dell'obiettivo globale del 50% di recupero. Essa va comunque perseguita, giacché è senza dubbio l'impiego meno esigente in termini di pulizia del materiale, può assorbire scarti di qualunque provenienza, anche mista e rappresenta quindi un'area estremamente interessante, da approfondire come disponibilità e vincoli tecnologici. La combustione del polistirolo alle usuali temperature dà luogo solo ad acqua ed anidride carbonica ed il suo potere calorifico è di circa 10.000 kCal/kg. La destinazione di parte della raccolta a fini energetici costituisce un'opportunità di valorizzazione delle frazioni più inquinate, inevitabilmente raccolte, contribuendo positivamente all'economicità del ciclo globale.

2. TECNOLOGIE DI TRASFORMAZIONE

A seconda dei casi e degli sbocchi di utilizzo, le operazioni normalmente impiegate per avviare gli imballi post-uso in EPS e gli scarti a riciclo possono essere identificate in:

- Adeguamento fisico: frantumazione, macinazione, compattazione
- Estrusione / Estrusione con degasaggio

Diverse aziende associate ad AIPE forniscono le attrezzature e le linee complete per il trattamento degli scarti e dei prodotti in EPS giunti a fine vita per la loro reimmissione nei processi produttivi e sono raggruppate nella categoria dei SOCI ADERENTI – GRUPPO MACCHINE i cui riferimenti sono reperibili sul sito associativo www.aipe.biz.

Il termine "frantumazione" indica sia una spezzettatura grossolana, non controllata, che una triturazione a pezzatura di 2-10 cm dello scarto, mentre con "macinazione" si intende una vera e propria macinazione a dimensione fine e controllata.

FRANTUMAZIONE

Il primo trattamento di adeguamento fisico da effettuare è senz' altro una frantumazione. Questo sia per preparare il materiale alle successive operazioni che per ridurne il volume. Una frantumazione, anche grossolana, riduce infatti il volume di uno scarto ben impaccato al 60% circa e di uno scarto ammucchiato anche al 30 %. Il materiale frantumato può quindi essere stoccato e trasportato più agevolmente e può essere alimentato ad un mulino o ad una pressa, per il trattamento successivo. Il frantumatore è in genere una macchina leggera e di bassa potenza e può essere integrato alla macchina successiva costituendone l'alimentatore. La collocazione di un frantumatore (per esempio a coltelli controrotanti o con lame a "falciaerba") sul luogo di produzione può alleviare i problemi di occupazione di spazio e di trasporto, mentre, quando la produzione di scarto è modesta nel singolo luogo ma la densità dei luoghi è alta, può risultare conveniente una raccolta tramite un automezzo allestito con frantumatore (per esempio di grande trituratore a martelli mobili con bocca circolare di 2 metri di diametro e ventola soffiante per l' espulsione del macinato, attraverso una griglia da 10 a 40 mm).

MACINAZIONE

Per la macinazione dell' EPS, si ricorre spesso a mulini a martelli e a mulini a coltelli, montati su due alberi controrotanti, oppure ricorrendo a piccoli mulini verticali a disco.

RIUTILIZZO NELL' EPS

Il riutilizzo di sfridi di lavorazione di manufatti in EPS macinati è una pratica generalizzata.
Gli scarti, macinati a livello quasi di perla singola e depolverati, possono essere miscelati a perle vergini preespanse in % diverse, a seconda del tipo di manufatto da produrre e, nella successiva fase di seconda espansione nella forma, vengono legate nella massa.
Esistono anche apparecchiature, da inserire dopo il mulino, in cui il materiale macinato è sottoposto ad un' azione di strofinamento tra dischi, che separa le perle ancora raggruppate in aggregati e ne riduce le dimensioni, aumentandone la densità.
Trattando materiali post-consumo, questa soluzione appare la più sensibile all'eventuale presenza di residui tipo legno o carta, che i filtri degli estrusori granulatori in gran parte possono eliminare, e va riservata a frazioni particolarmente scelte.

COMPATTAZIONE

Esistono in commercio presse specifiche per la compattazione di scarti di EPS. L'EPS frantumato viene compresso in blocchi parallelepipedi aventi una densità che può variare da 300 a 800 Kg/m3, facilmente stoccabili e trasportabili ai luoghi delle successive lavorazioni. La compattazione può essere effettuata anche con le bricchettatrici, macchine utilizzate per la compattazione di materiali fini, in genere residui di lavorazione, per ridurne il volume e renderli facilmente maneggiabili e riutilizzabili. Esse compattano gli scarti di EPS, macinati a pezzatura 2 - 3 cm, trasformandoli in barre cilindriche, del diametro di 50/70 mm aventi una densità di oltre 800 kg/m^3. Sull'imboccatura del canotto di uscita può essere montato un dispositivo taglia-bricchetti, così che il materiale compattato può essere ottenuto anche in segmenti corti (40÷60 mm), insaccabili, insilabili e trasportabili facilmente a mezzo di coclee. Per materiali leggeri, sono stati sviluppati modelli di bricchettatrici dotati di un cilindro supplementare verticale, che aumenta la quantità di materiale nella camera di compattazione. La riduzione di volume degli scarti di EPS può essere ottenuta anche tramite i collassatori termici. E' importante sottolineare che essi, pur con il relativo costo energetico, sono in grado di trattare anche materiali umidi. Attualmente sono proposti collassatori a pannello a raggi infrarossi e ad aria calda.

ESTRUSIONE CON DEGASAGGIO

L'estrusione degli scarti macinati di EPS, come pure quella dei sottoprodotti degli impianti di polistirene espandibile (frazioni troppo grosse o troppo fini) è tecnica nota e largamente impiegata.
Il prodotto che si ottiene è un granulo di polistirene cristallo di fluidità medio-alta (indice di fluidità 14□18), utilizzabile per stampaggio ad iniezione.
L' estrusore viene equipaggiato con un' alimentazione forzata, data la leggerezza del materiale, e munito di degasaggio, allo scopo di eliminare i residui di agente espandente imprigionato nella struttura cellulare.
Questo ha un mercato nel settore dei solventi a base di idrocarburi leggeri (benzine).

Nel caso di riciclo di scarti post-consumo, è ipotizzabile che l'alimentazione, piuttosto che da espansi tal quali, sia costituita da materiale compattato. Dovrà quindi essere previsto un mulino adatto a questo tipo di materiale.
Esso potrà essere alimentato in automatico, tramite un nastro trasportatore e un sistema di caricamento. Se si tratta di bricchetti corti, essi potranno essere facilmente stoccati e movimentati in sacconi e trasportati tramite coclee.

Sulla linea di trasporto del macinato appare anche opportuno inserire un separatore magnetico.
Il materiale compattato, dopo macinazione, ha densità molto più elevate del tal quale ma l'alimentazione forzata viene ugualmente giudicata necessaria, anche perché il materiale è poco scorrevole. Certamente però i vantaggi dati dalla compattazione, dal punto di vista delle dimensioni dei trasporti e degli stoccaggi, sono enormi.

Sono state messe a punto anche tecnologie che permettono di rigranulare gli scarti di EPS macinati, riaddittivando il materiale con agente espandente, così che il granulo ottenuto può essere riutilizzato come fosse espandibile vergine.

Sistema di Estrusione che trasforma l'EPS usato, in una materia prima nuovamente impiegabile in un ciclo produttivo.

L'impianto oggetto del progetto EPS Second Life consente il trattamento e la rigenerazione di blocchi di polistirene espanso compattato proveniente da operatori che raccolgono non solo gli sfridi di produzione a cui si faceva cenno sopra, ma anche, e soprattutto, rifiuti da post consumo come contenitori per ittica, vassoi per agricoltura, ed imballaggi in generale.

Questi prodotti sono acquisiti come materia prima secondaria.

Tre fasi di lavorazione sono state oggetto di ricerca e sviluppo:

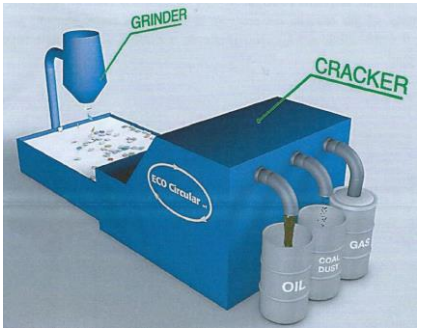
1. I blocchi compattati sono frantumati grazie ad un impianto in grado di trattare tutte le impurità presenti (come ferro, sassi, terra, legno e carta), come anche in grado di rimuovere l'odore che spesso accompagna i contenitori per ittica.
2. Il prodotto macinato viene avviato ad una linea di granulazione che, con opportune lavorazioni, realizza GPPS (General Purpose Polystyrene). Esso può essere destinato tal quale a diversi utilizzi, tra i quali, ad esempio: foglia per pacciamatura agricola, contenitori per piantine, additivazione di mescole plastiche destinate al settore calzaturiero, appendiabiti.
3. La peculiarità distintiva di questo progetto è che il granulo di GPPS realizzato nel precedente passaggio, viene avviato ad una seconda linea di lavorazione, dalla quale si ottiene polistirene espandibile in microsfere, del tutto simile al polistirolo espandibile vergine.

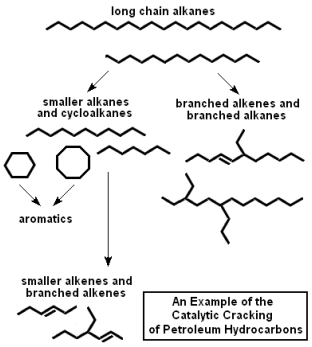
CRACKING MOLECOLARE

Il Cracking Molecolare per Via termomeccanica è un metodo ecocompatibile e conveniente per smaltire materiali a base organica, sintetica, producendo materie prime secondarie; questo sistema di smaltimento assolve al mandato Europeo sulla "Circular Economy Strategy" (Zero Waste Programme for Europe) recuperando per riutilizzare invece di distruggere.

Con il Cracking Molecolare si possono trattare polimeri ed elastomeri e ottenere idrocarburi e polverino di carbone; le caratteristiche di quanto ottenuto permettono di classificarli non più come rifiuti ma materie prime secondarie, che trovano impiego in comparti industriali del petrolchimico, della gomma e della plastica.

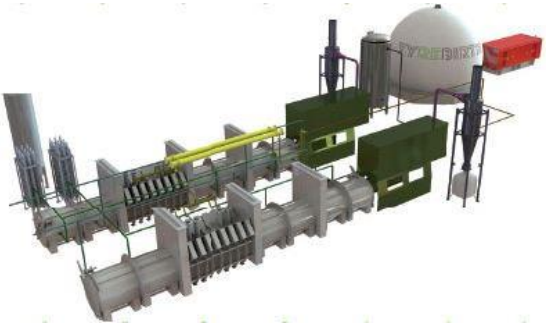
Una specifica del sistema è trattare materiali diversi anche miscelati tra loro; un'altra peculiarità del sistema di cracking è la possibilità di trattare anche i rifiuti speciali contaminati da idrocarburi senza contaminare l'ambiente.

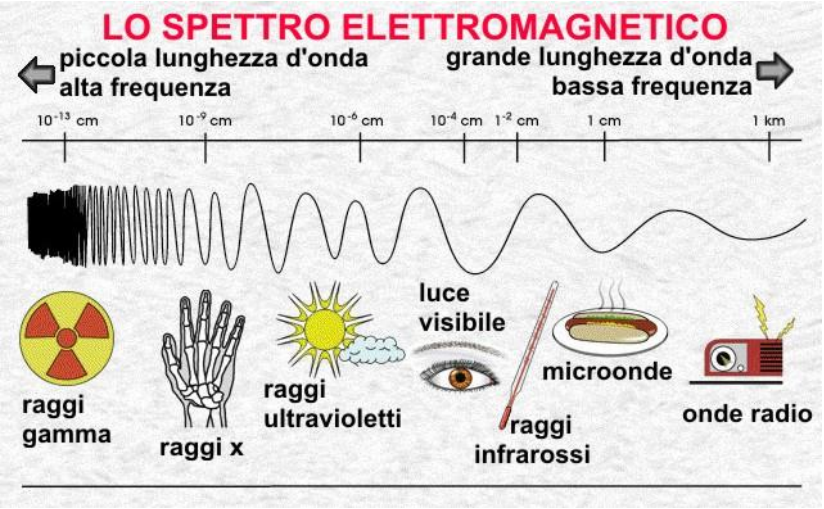




MICROONDE

Questa tecnologia innovativa utilizza l'applicazione di microonde e infrarossi per generare un processo pirolitico in ambiente controllato. Il processo studiato e sviluppato nel dipartimento di Chimica dell'Università di Firenze ha ottenuto brevetti di ricerca internazionali.
La tecnologia messa a punto consente di coniugare la produzione di materie prime secondarie di qualità con un impianto dagli impatti estremamente ridotti. Il processo utilizza le microonde e gli infrarossi per attivare la pirolisi, ovvero scindere i polimeri complessi in elementi più semplici, valorizzabili in materia e energia.
La novità è l'applicazione delle microonde al processo pirolitico che consente di superare le problematiche della pirolisi tradizionale quali la scelta dei refrattari e la gestione dei transitori di temperatura in camera di combustione.
Il risultato finale è di ottenere la produzione di gas di idrocarburi, oli combustibili, black carbon e acciaio integralmente riutilizzabili, senza alcun residuo.
La tecnologia applicata all'EPS permette di ottenere dalla pirolisi, una frazione gassosa, una frazione solida e una liquida (la parte predominante). Le temperature di lavoro possono variare da 700 a 1000 ˚C.
L'eventuale presenza di HBCD risulterà nella fase solida con la relativa termodistruzione.
Il processo permette di trasformare EPS – XPS – PS COMPATTO.

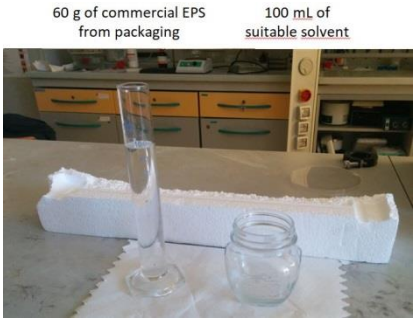




DISSOLUZIONE

La dissoluzione è il processo di formazione di una soluzione liquida, per cui, una sostanza generalmente allo stato solido si scioglie in una sostanza liquida.
In questo modo si possono trattare materiali anche contaminati ottenendo un polistirene rigenerato utilizzabile in numerosi ambiti applicativi, anche in quelli non raggiungibili con i materiali ottenuti da riciclo meccanico.
Il sistema permette di dissolvere 20 kg di EPS in 30 L di liquido o meglio 1000 L di EPS diventeranno 30 L di liquido.
Il processo di dissoluzione è suddiviso in 4 fasi:

1. Purificazione
2. Filtrazione
3. Estrazione
4. Precipitazione



I solventi utilizzabili possono essere:

	(R)-Limonene	α-Terpinene	γ-Terpinene	p-Cymene	α-Pinene
Ethanol	immiscible	immiscible	immiscible	miscible	immiscible
Methanol	immiscible	immiscible	immiscible	miscible	immiscible
Acetone	miscible	miscible	miscible	miscible	miscible
Water	immiscible	immiscible	immiscible	immiscible	immiscible
Ethyl Acetate	miscible	miscible	miscible	miscible	miscible

La procedura di dissoluzione dei rifiuti in EPS è un approccio praticabile con diversi potenziali vantaggi:

- Raccolta sul posto (ad esempio durante l'isolamento degli edifici, lo stoccaggio di rifiuti alimentari);
- Le richieste per lo stoccaggio del contenitore sono inferiori ai serbatoi di carburante;
- La soluzione può contenere enormi quantità di EPS;
- Bassi rischi di contaminazione (i solventi sono selettivi);
- I materiali possono essere purificati utilizzando tre passaggi di purificazione;
- Il recupero di materiali e prodotti chimici è facile ed efficace;
- Riduzione del volume e conversione in liquidi:
    - Non è necessario spostare i contenitori per la consegna;
    - Nessuna dispersione della spazzatura durante la consegna.

POLYSTYRENE LOOP

L'impianto previsto dal progetto PolyStyrene Loop, è finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma LIFE e supportato da numerosi operatori della filiera dell'EPS; anche AIPE – Associazione Italiana Polistirene Espanso, figura tra gli aderenti.

Il progetto, in cui è coinvolto il prestigioso Fraunhofer Institute, mira a risolvere una criticità che al momento ostacola il riciclo di una parte dei manufatti in EPS.

Dagli anni Sessanta, infatti, nella produzione del polimero è stato usato un ritardante di fiamma (HBCD - Esabromociclodecano) per migliorare il comportamento al fuoco dei manufatti.

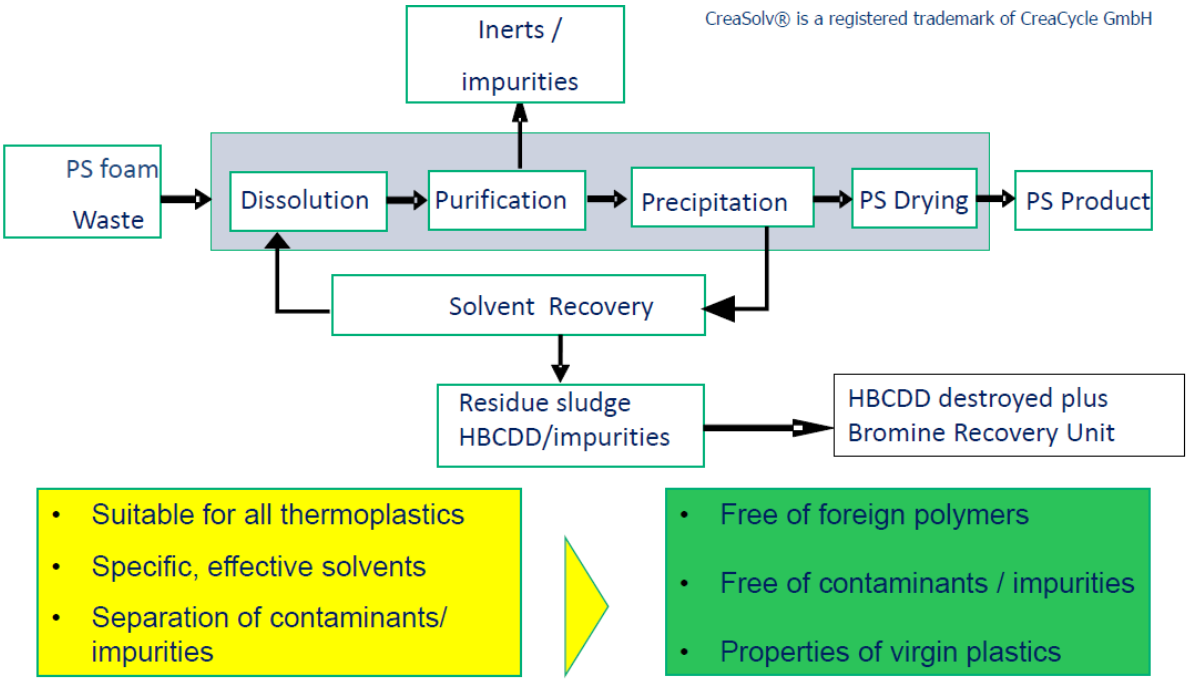
Ora questa molecola è considerata pericolosa e non può più essere usata, ma non possono nemmeno più essere riciclati i manufatti che la contengono.

Il progetto PolystireneLoop ha portato alla messa a punto di un processo di riciclo su scala industriale che – attraverso un fase di dissoluzione, purificazione, precipitazione ed essicazione – permette di separare le impurità solide (inerti, polvere…), estrarre il ritardante di fiamma e di ottenere una fase gel di polistirene puro (che viene riavviato alla produzione di nuovo EPS) e una fase liquida in cui si concentra l'HBCD estratto.

Questo liquido viene smaltito in impianti di incenerimento ad alta temperatura che permettono di ottenere Bromina allo stato elementare, utilizzabile per la produzione di ritardanti di fiamma in linea con i requisiti ambientali attuali.

L'intero impianto fonda il proprio funzionamento sul processo CREA Solv.

In questo modo il ciclo si chiude, in un perfetto esempio di economia circolare.



IL RECUPERO ENERGETICO DELL'EPS - LA TERMOVALORIZZAZIONE:

La termovalorizzazione (o incenerimento con recupero energetico) rappresenta una forma di riciclo molto importante poiché è senza dubbio l'impiego meno esigente in termini di pulizia del materiale, può assorbire scarti di qualunque provenienza, anche mista e rappresenta quindi un'opportunità per valorizzare le frazioni più inquinate.
Trattandosi sostanzialmente di impianti che sfruttano il calore sviluppato dalla combustione, risulta fondamentale non solo il tonnellaggio di combustibile (i rifiuti), ma anche il suo potere calorifico, ovvero il calore sviluppato durante la combustione.
Il cosiddetto Combustibile Derivato da Rifiuti (CDR), meglio definito come Combustibile Solido Secondario – CSS dalla più recente evoluzione legislazione, viene destinato a impianti di incenerimento per la produzione di elettricità e/o recupero di calore (cogenerazione) o in forni industriali di diverso genere non specificamente progettati a questo scopo, come quelli dei cementifici, per i quali può essere un combustibile alternativo economicamente vantaggioso.
Tra i rifiuti più adatti a ottenere il CDR si collocano i rifiuti in materia plastica e tra questi sicuramente l'EPS che, essendo costituito prevalentemente da C e H, possiede un potere calorifico molto simile a quello di alcuni tipici combustibili (per esempio i combustibili a base di legno, cellulosa e carta, essendo ricchi di ossigeno, hanno valori di Hi piuttosto modesti) soddisfacendo i requisiti contenuti nelle norme tecniche (UNI 9903 e EN 15359).

Il panorama nazionale (norma UNI 9903 e Dlgs 152/2006 e s.m.i.) sui Combustibili Da Rifiuti (CDR) è stato allineato con la più recente definizione Combustibili Solidi Secondari (CSS) presente nella normativa europea UNI EN 15359, meglio noti come Solid recovered Fuels "SRF", confermando il potere calorifico inferiore uno dei parametri fondamentali e determinante per la definizione delle classi di CSS.

Il POTERE CALORIFICO DEI PIÙ COMUNI POLIMERI

Le materie plastiche hanno un elevato contenuto di C e H: in particolare le poliolefine contengono 100% di C e H e quindi hanno un potere calorifico praticamente uguale a quello ottenibile dalla combustione di alcuni tipici combustibili.
Nella tabella sotto si riportano i PCI di alcuni polimeri e combustibili in modo da evincere come elevato sia in particolare quello dei polimeri idrocarburici e tra questi l'EPS

Materiale	Potere calorifico di alcuni polimeri e combustibili	
	MJ/Kg	Kcal/Kg
Polietilene – PE	46	11000
Polipropilene - PP	46	11000
Polistirene – EPS	41	9800
Poliuretani - PUR	24 – 31	6500
Poliestere PET	19 – 30	6000
PVC	20	4800
Olio per riscaldamento	42 – 46	10500
Carbone	21 – 33	6500
Legna	16 – 21	4300
Carta	16 – 19	4100

Si definisce **Potere calorifico**, solitamente indicato convenzionalmente con H, la quantità di calore che si sviluppa nel corso della combustione completa di 1 Kg di sostanza (intendendo per combustione completa il processo nel quale carbonio si trasforma in CO_2 , idrogeno in H_2O, azoto in N_2 , cloro in HCl).
Si distingue tra potere calorifico superiore (Hs o P.C.S.) e un potere calorifico inferiore (Hi o P.C.I.), a seconda che si porti in conto o meno il calore di condensazione dell'acqua contenuta nei prodotti di

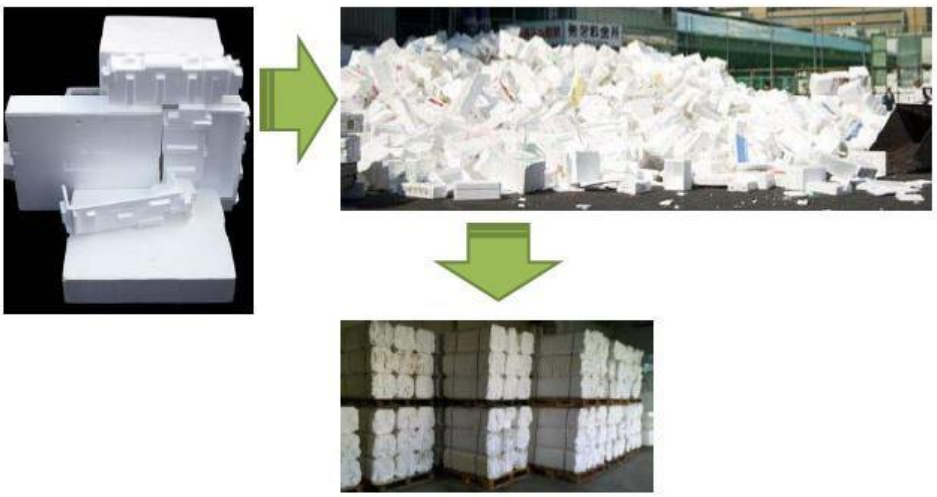
combustione sotto forma di vapore ed il suo raffreddamento in fase liquida fino alla temperatura standard (25°C). Quest'acqua è costituita prevalentemente dall'umidità della massa in combustione ed in proporzioni minori dall'acqua risultante dalla reazione tra l'idrogeno contenuto nel rifiuto e l'ossigeno dell'aria comburente. (ovviamente Hi < Hs e la differenza è data dal calore di vaporizzazione dell'acqua).

Per ottenere un potere calorifico maggiore il CDR deve avere un alto contenuto di elementi che aumentino tale caratteristica.
Per tal motivo tra i rifiuti più adatti a ottenere il cosiddetto Combustibile Derivato da Rifiuti (CDR), che secondo l'evoluzione legislativa in corso sarà definito Combustibile Solido Secondario – CSS) si evidenziano i rifiuti in materia plastica.

Una dimostrazione tangibile è rappresentato dall'impegno di COREPLA (Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica) nell'avviare alcuni dei rifiuti d'imballaggio in EPS di provenienza agricola ("seminiere") molto presenti nel Sud Italia, presso impianti di preparazione di combustibili alternativi da utilizzarsi in impianti di termovalorizzazione di rifiuti o di produzione termica in sostituzione di combustibili fossili convenzionali.

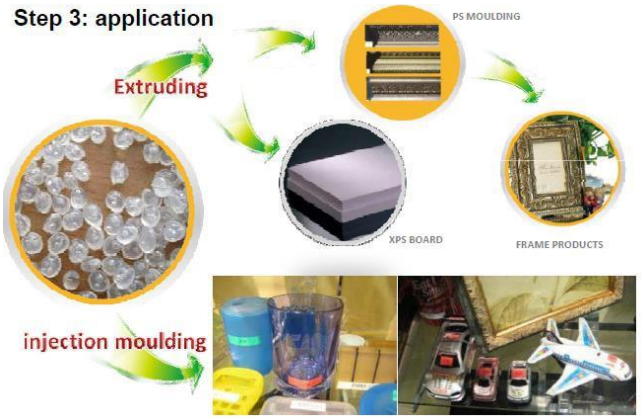
3. ESEMPIO CIRCUITO DI RECUPERO E RICICLO

STEP 1: Raccolta e riduzione volumetrica



STEP 2: trasporto e riprocessamento in aziende specifiche (rigranulazione nel caso considerato)

STEP 3: Applicazioni



L'**AIPE** è **l'Associazione Italiana Polistirene Espanso** costituita nel 1984 per promuovere e tutelare l'immagine del polistirene espanso sinterizzato (o EPS) di qualità e per svilupparne l'impiego.

Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico che a quello della produzione di manufatti destinati all'edilizia ed all'imballaggio.
Fanno parte dell'AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee.
Un gruppo di soci è costituito dalle aziende fabbricanti attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato e per la produzione di sistemi per l'edilizia.

L'EPS è un polimero resistente, versatile, leggero e sicuro per chi lo lavora e per l'utente finale. Mantiene inalterate nel tempo le sue eccellenti proprietà isolanti che, unite ad un rapporto costo/beneficio altamente competitivo sia dal punto di vista ambientale che economico, lo rendono la migliore soluzione per l'isolamento termico e acustico in edilizia e per l'imballaggio di prodotti alimentari, industriali, orto-frutticoli e farmaceutici.

Utilizzando vari strumenti (libri, CD, documenti, convegni, corsi, sito Web, contatti diretti), e collaborando all'attività normativa e legislativa per i settori della termica, ambiente, riciclo, acustica, fuoco, l'associazione si pone inoltre come punto di riferimento qualificato e fonte di formazione e informazione per tutti gli attori del mercato, aziende, utenti, progettisti, nonché per i media e per l'opinione pubblica.

I principali obiettivi di AIPE sono sostenere e promuovere l'EPS di qualità attraverso molteplici attività svolte ogni anno con il prezioso sostegno delle aziende associate divise per specifici Gruppi di Lavoro (Cappotto, SAAD Sistemi costruttivi in EPS ad armatura diffusa, Sistemi e Componenti per l'Edilizia, Macchine e Imballaggio).

Via Marcantonio Colonna, 46 – 20149 Milano
Tel. + 39 02 33 60 65 29

e-mail: aipe@epsass.it – www.aipe.biz

A livello internazionale l'AIPE rappresenta l'Italia in seno all' ***EUMEPS***
European Manufacturers of Expanded polystyrene