

CAPITOLO 6

PLASTICHE DA APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE (AAE)

I rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), “Waste of Electric and Electronic Equipment” (WEEE), sono rifiuti derivanti da una qualunque apparecchiatura elettrica o elettronica di cui il possessore intenda disfarsi in quanto guasta, inutilizzata, o obsoleta e dunque destinata all’abbandono.

Rappresentano uno dei flussi prioritari individuati dalle politiche dell’Unione Europea sia per la loro complessa composizione, spesso caratterizzata dalla presenza di sostanze pericolose, sia per la loro quantità, crescente a ritmi notevoli e con previsioni di un ulteriore significativo aumento nei prossimi anni. Basti pensare che nei paesi sviluppati, questi rifiuti rappresentano circa il 2% del totale dei rifiuti solidi, mentre nei paesi in via di sviluppo, si va dal 0,01% al 1% del totale della produzione di rifiuti solidi urbani.⁶⁶Secondo le stime dell’ONU, si tratterebbero di 20-50 milioni di tonnellate di rifiuti tecnologici prodotti ogni anno a livello globale.

Le stime prevedono anche che entro il 2020 la quantità totale di RAEE subirà un aumento annuo pari al 2,5-2,7% e raggiungerà quindi 12,3 milioni di tonnellate annue.

Si stimano in 10,3 milioni di tonnellate le quantità di nuove AEE immesse ogni anno sul mercato dell’Unione europea a 27 stati membri.

Nel nostro Paese le previsioni indicano un passaggio da circa 970.000 tonnellate generate nel 2005 a circa 1.200.000 tonnellate nel 2015⁶⁷.

Nel 2006 la produzione pro-capite italiana di RAEE era di circa 17 kg/abitante (circa 1 milione di tonn.), a fronte di 20 kg/abitante di AEE immessi sul mercato (valore in linea con la produzione media dei paesi dell’Europa a 15).

I principali problemi derivanti da questo tipo di rifiuti sono la presenza di sostanze considerate tossiche per l’ambiente e la non biodegradabilità di tali apparecchi.

Unione Europea, Stati Uniti e Giappone sono stati i primi ad aver avviato programmi di riciclaggio e ad aver improntato normative volte alla gestione di questi rifiuti.

Conseguentemente, sono iniziate le prime esportazioni verso i paesi in via di sviluppo, dove le normative a protezione dei lavoratori e dell'ambiente erano inadeguate o in certi casi assenti.

Mentre nel 2008, delle circa 850 mila tonnellate prodotte in Italia (Europa 6-10 milioni di tonn.), sono state raccolte 118.000 tonnellate (14%), solo 2 kg per abitante, rispetto ai 6 kg raccolti in Europa. Dei RAEE raccolti sono state ritirate e trattate dai sistemi collettivi circa 65.000 tonnellate ovvero il 55% dei RAEE domestici raccolti in modo differenziato, poiché il restante 40% è stato gestito nella prima parte dell'anno dai Comuni. Nonostante questo, si evidenzia un sistema di gestione ed intercettazione fortemente arretrato e lontano dai risultati europei fino ad oggi ottenuti.

Un corretto recupero dei RAEE consente di ottenere notevoli benefici, sia dal punto di vista ambientale che dal punto di vista economico.

Dal punto di vista economico, sono ormai riconosciuti i grandi vantaggi che se ne può trarre, poiché come già accennato, questo tipo di rifiuto produce notevoli quantità di materie prime seconde (acciaio, ferro, rame, alluminio, plastiche...) che vanno ad alimentare l'industria del riciclo, consentendo di avere risparmi energetici ed evitando l'ulteriore emissioni di gas serra, rispetto alla produzione ex-novo del materiale. Inoltre, si deve sottolineare come le materie prime seconde plastiche stiano acquisendo sempre più valore a causa dell'aumento dei prodotti derivanti dal petrolio, tanto che i prezzi negli ultimi cinque anni sono aumentati.

6.1 Sostanze nocive presenti nei RAEE

Per quanto riguarda questo aspetto, è necessario evitare la dispersione nell'ambiente di sostanze tossiche, come ad esempio i clorofluorocarburi (CFC), refrigeranti di alcuni elettrodomestici (frigoriferi e congelatori), che agiscono negativamente sullo strato di ozono stratosferico, oppure, la diffusione nel suolo e in acque superficiali di sostanze tossiche, come i metalli pesanti.

I CFC e gli idroclorofluorocarburi (HCFC) sono presenti nei circuiti di refrigerazione di frigoriferi/congelatori e condizionatori (di vecchia generazione) nonché nelle schiume poliuretatiche del rivestimento esterno (in quanto usati come espandenti) degli stessi. Sono in grado di raggiungere intatti la stratosfera e di reagire con le molecole di ozono riducendone lo strato con il conseguente assottigliamento della fascia di ozono che determina un aumento delle radia-

zioni ultraviolette che sono causa di tumori della pelle, malattie agli occhi e indebolimento del sistema immunitario.

CFC e HCFC sono alogenuri alchilici e intaccano lo strato di ozono in seguito al rilascio di radicali cloro; questa reazione fotolitica è generata dalla radiazione ultravioletta e i radicali prodotti catalizzano la distruzione dell'ozono.

Il piombo è contenuto nelle batterie e nelle saldature degli apparecchi e nei tubi catodici. Si accumula nell'ambiente provocando effetti tossici, acuti e cronici nelle piante, negli animali e nei microrganismi. Nell'uomo può causare gravi danni al sistema nervoso centrale e periferico, a livello vascolare.

Il cadmio si trova in componenti, semiconduttori e tubi catodici di vecchio tipo. Oltre ad essere una sostanza cancerogena, può provocare danni irreversibili ai reni e al sistema osseo, disturbi alla crescita.

Il mercurio è presente in termostati, interruttori, attrezzature medicali, apparecchi di telecomunicazioni e soprattutto nelle sorgenti luminose a scarica. Nell'uomo provoca danni al cervello, al coordinamento, al bilanciamento. I soggetti più a rischio sono le donne in gravidanza e i bambini. L'esposizione a mercurio provoca infatti l'inibizione dello sviluppo mentale.

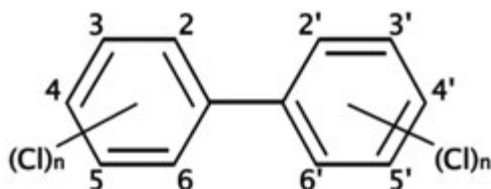


Figura 6.1. Struttura dei PCB

Il cromo esavalente ed i policlorobifenili (PCB) vengono usati per ridurre l'infiammabilità di componenti e AEE. Il cromo esavalente è ritenuto una sostanza cancerogena e nell'uomo provoca reazioni allergiche e bronchiti asmatiche ed è in grado di attraversare la membrana cellulare e danneggiare il DNA. I PCB penetrano e si diffondono nel fegato, nei tessuti nervosi e in tutti gli organi e tessuti ad alta componente lipidica, dove si accumulano.

6.2 Aspetti normativi

Con il Decreto Legislativo 151 del 2005, il Governo Italiano ha recepito le direttive del Parlamento europeo in materia di smaltimento di rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE)⁶⁸.

Le tre direttive europee (2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE) mirava-

no a regolarizzare e, in alcuni casi eliminare, l'uso di determinate sostanze nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, e ad armonizzare il recupero e il riciclo di tali rifiuti. Tutti gli strumenti informatici, come computer, stampanti, scanner, palmari e altro ricadono ora sotto la nuova normativa.

Il decreto in particolare stabilisce misure e procedure finalizzate a:

- a. prevenire la produzione di RAEE;
- b. promuovere il reimpiego, il riciclaggio e le altre forme di recupero dei RAEE, in modo da ridurre la quantità da avviare allo smaltimento;
- c. migliorare, sotto il profilo ambientale, l'intervento dei soggetti che partecipano al ciclo di vita di queste apparecchiature (i produttori, i distributori, i consumatori e gli operatori direttamente coinvolti nel trattamento dei RAEE);
- d. ridurre l'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Il D.Lgs 151/2005 impone la limitazione e l'eliminazione di alcune sostanze presenti nei RAEE. Dal 1° luglio 2006 sono *banditi piombo, mercurio, cadmio, cromo esavalente, bifenili polibromurati e etere di difenile polibromurato*.

Dal 1° Gennaio 2009 deve essere raggiunta la soglia di almeno 4 Kg l'anno pro capite di raccolta RAEE ottenuto tramite raccolta differenziata (obiettivi di recupero, reimpiego e riciclaggio).

Per i rifiuti informatici e della telefonia, il decreto impone ai produttori dal 1° Gennaio 2007, una percentuale di recupero pari almeno al 75% del peso medio per apparecchio e una percentuale di reimpiego e di riciclaggio di componenti, di materiali e di sostanze pari almeno al 65% del peso medio per apparecchio.

Il percorso indicato per raggiungere questi obiettivi passa attraverso un maggiore coinvolgimento di tutte le parti che partecipano al ciclo di vita degli apparecchi elettrici ed elettronici (dal produttore alle amministrazioni pubbliche, dai rivenditori ai consumatori). Il decreto non si occupa soltanto dei limiti, ma prevede anche politiche di sostegno e incentivazione alla ricerca di materiali e sostanze ecocompatibili e meno nocive per la salute, e volte a premiare il riciclo e il riutilizzo dei componenti dei RAEE.

Nello schema previsto, i produttori sono responsabili, su base individuale, del finanziamento relativo ai "rifiuti nuovi", per quanto riguarda i rifiuti provenienti sia da nuclei domestici che da utenti diversi da nuclei domestici

Da notare come il finanziamento del trattamento dei cosiddetti "beni orfani", ovvero immessi sul mercato prima del 13 agosto 2006, e per i quali i produttori non sono più attualmente sul mercato, sarà a carico delle aziende ancora presenti, secondo il principio della market share, ovvero attraverso l'istituzione di un sistema di garanzie finanziarie a carico dei fabbricanti; in pratica con i sistemi collettivi i produttori di nuove apparecchiature finanziano i prodotti

vecchi, fino alla definizione di un sistema europeo di identificazione dei produttori, e comunque non oltre il 13 agosto 2007, i produttori dovranno quindi farsi carico, attraverso l'istituzione di sistemi collettivi di gestione dei RAEE, del finanziamento delle operazioni di trasporto dai centri di raccolta e delle operazioni di trattamento, di recupero e di smaltimento dei RAEE provenienti da nuclei domestici derivanti da apparecchiature immesse sul mercato entro un anno dalla data di entrata in vigore della nuova normativa.

Il decreto attuativo del 25 settembre 2007, n. 185, istituisce il Registro nazionale dei soggetti obbligati al finanziamento dei sistemi di gestione dei RAEE al quale sono tenuti ad iscriversi i produttori di AEE. Questo decreto quindi ha segnato un importante passo per identificare nei produttori di AEE coloro che si fanno carico della gestione dei RAEE.

Il Decreto istituisce inoltre il *Comitato di Vigilanza e Controllo*, che gestisce il Registro Nazionale dei Produttori di AEE, con l'obiettivo di monitorare quantitativi e volumi dei RAEE in circolazione e definire le quote di mercato dei Sistemi Collettivi. Il Comitato vigila, inoltre, sulla corretta applicazione della normativa in materia di gestione dei RAEE ed elabora i dati relativi agli obiettivi di recupero. Supervisiona anche il Centro di Coordinamento.

Il DM 185/2007 ha istituito gli organi gestionali del sistema di gestione dei RAEE, cioè il "Comitato di Indirizzo" ed il "Centro di Coordinamento dei Sistemi Collettivi" (organi gestionali del sistema).

Il *Centro di Coordinamento (CdC)*: è l'organismo che regola e controlla a livello nazionale le attività di recupero e smaltimento dei RAEE. È direttamente finanziato e gestito dai Produttori, ed è l'ente di riferimento per tutti i Sistemi Collettivi responsabili per la gestione dei RAEE. Il CdC ha il compito di assicurare la tempestività nella raccolta delle richieste di ritiro da parte dei Centri di Raccolta e di uniformare le modalità e le condizioni di ritiro di tutti i Sistemi Collettivi sul territorio nazionale.

Assegna, inoltre, i punti di raccolta ai singoli Consorzi, e li rappresenta nei confronti degli interlocutori di riferimento.

Il *Comitato di Indirizzo* supporta il Comitato di Vigilanza e Controllo elaborando valutazioni e proposte di miglioramento, con particolare riferimento all'operatività e all'economicità del sistema RAEE.

Il decreto ministeriale 8 marzo 2010, n.65, introduce un regime di gestione semplificato per i RAEE ritirati da:

- distributori
- centri di assistenza tecnica
- installatori

per il completamento del sistema di raccolta e recupero dei rifiuti tecnologici e per l'incremento delle quantità raccolte, riutilizzate e recuperate.

Il decreto distingue tra la gestione dei RAEE domestici e professionali. I distributori, oltre che al ritiro *uno-contro-uno* dei RAEE domestici a fine vita, saranno tenuti al raggruppamento caratterizzato al trasporto presso i centri di raccolta e alla tenuta del registro di carico e scarico, con le modalità previste dal decreto stesso. A tali obblighi sono tenuti, entro certi limiti, anche gli installatori ed i centri di assistenza tecnica.

Per quanto riguarda i RAEE professionali, l'obbligo di ritiro è previsto per i produttori di AEE. Tuttavia è previsto che i distributori di AEE possano essere incaricati dai produttori per il ritiro dei RAEE. Le nuove disposizioni si configurano come norme speciali che disciplinano compiutamente la gestione di una particolare tipologia di rifiuti, e, per questo motivo, non saranno sostituite dalle nuove modalità telematiche di documentazione previste dal SISTRI.

6.3 I Sistemi collettivi e il Centro di Coordinamento RAEE

Affinché possano adempiere alle suddette mansioni, i produttori si devono, come sancito dalla normativa, organizzare in Sistemi Collettivi, ovvero in quei soggetti come i consorzi o le società che non hanno finalità di lucro e che sono fondati e finanziati dai produttori di AEE.

I Sistemi Collettivi sono di due tipi:

1. Specializzati sui singoli raggruppamenti di RAEE, che quindi si occupano in primo luogo della gestione di determinate categorie di prodotti
2. Multi-filiera, che si occupano di tutti i raggruppamenti

Attualmente in Italia operano 15 Sistemi Collettivi per i RAEE domestici:

- Apirae Associazione PMI RAEE
- CCR Reweee RAEE domestici e professionali
- Dataserv apparecchiature informatiche, batterie, toner, cartucce
- Ecodom Consorzio italiano recupero e riciclaggio elettrodomestici
- Ecoelit Consorzio nazionale volontario accumulatori ed elettrodomestici
- Ecoem Consorzio per il riciclo e la gestione dei RAEE
- Ecolamp Consorzio per il recupero e lo smaltimento di apparecchiature di illuminazione
- Ecolight Consorzio di Produttori per la gestione dei RAEE domestici e professionali
- Ecoped Consorzio nazionale riciclo piccoli elettrodomestici
- ecoR'it Sistema Collettivo per la gestione dei RAEE di nuclei domestici e di utenti professionali
- Ecosol Consorzio di produttori di AEE per la gestione dei RAEE domestici

- ERP European Recycling Platform, Sistema Collettivo pan-Europeo per la gestione di qualsiasi RAEE, domestico e/o professionale
- Raecycle Sistema Collettivo gestione apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse
- Re.Media Sistema Collettivo per la gestione dei RAEE domestici e professionali
- Ridomus Consorzio riciclo condizionatori per uso domestico

Il Centro di Coordinamento RAEE, primo tra gli Organismi previsti dalla Normativa ad essere istituito, è direttamente finanziato e gestito dai Produttori, ed è l'ente di riferimento per tutti i Sistemi Collettivi responsabili per la gestione dei rifiuti elettrici ed elettronici. Il Centro ha il fondamentale compito di garantire omogenee condizioni operative tra i diversi Sistemi Collettivi, monitorandone le attività e interfacciandosi con gli Organismi di Controllo competenti.

6.4 Il recupero e riciclo dei RAEE

Nei RAEE sono presenti ritardanti di fiamma bromurati, sostanze alogenate, etc. pericolose per l'ambiente se non trattate e smaltite in modo adeguato.

Lo smaltimento di questi rifiuti assieme ai rifiuti indifferenziati non costituisce solo un rischio per la salute e l'ambiente, ma rappresenta anche un grande spreco di risorse. Infatti molti materiali costituenti i RAEE, come il ferro, l'acciaio, l'alluminio, il rame, il vetro, alcune materie plastiche, ecc. possono essere, in seguito a specifici processi di recupero e riciclaggio, riavviate di nuovo alla catena di produzione e impiegate nella produzione di nuovi beni⁶⁹.

Il Dlgs 151/2005 all'art. 9 indica, a fronte della dismissione di un AEE tre possibili alternative:

- 1) il riutilizzo del AEE. Questo è però possibile solo per quei prodotti che non contengono sostanze pericolose come mercurio o sostanze ozono lesive. Tale alternativa fa sì che il ciclo di vita del prodotto possa essere ulteriormente esteso e quindi posticipa il processo di trattamento vero e proprio.
- 2) Il riutilizzo dei componenti. È possibile riutilizzare alcune componenti di un RAEE direttamente su un nuovo AEE o come componente di ricambio.
- 3) Il recupero e il riciclaggio dei materiali. È possibile riutilizzare i materiali contenuti nei RAEE come Materia Prima Seconda (MPS) nel ciclo produttivo di altri beni.

Anche grandi catene di distribuzione delle AEE si sono organizzate provvedendo a far gestire i propri RAEE da aziende che provvedono a organizzare mer-

catini per rivendere RAEE dismessi ma funzionanti, nonché circuiti di distribuzione di componenti ancora funzionanti a centri di assistenza ed installazione. Questo è possibile anche grazie al fatto che a livello nazionale si è creata una estesa rete amatoriale di hobbisti con interessi nell'elettronica, che utilizzano molto le possibilità offerte dal commercio via web.

Una parte dei RAEE non è però riutilizzabile e deve essere smontato per recuperare le diverse parti. Gli impianti preposti a recuperare le diverse parti ed i materiali che possono derivarne sono classificati sulla base del tipo di RAEE che vanno a trattare.

6.4.1 La classificazione dei RAEE

A seconda dell'ambito di utilizzo dei prodotti di origine, i RAEE vengono suddivisi in due grandi macro-aree: i *RAEE domestici* e i *RAEE professionali*.

Sono dieci le categorie merceologiche di prodotti rientranti nel campo di applicazione del D.Lgs 151/2005 sui RAEE:

- Grandi elettrodomestici;
- Piccoli elettrodomestici;
- Apparecchiature informatiche e per telecomunicazioni;
- Apparecchiature di consumo (elettronica di consumo);
- Apparecchiature di illuminazione;
- Strumenti elettrici ed elettronici (ad eccezione degli utensili industriali fissi di grandi dimensioni);
- Giocattoli e apparecchiature per il tempo libero e lo sport;
- Dispositivi medici (ad eccezione di tutti i prodotti impiantati ed infettati);
- Strumenti di monitoraggio e di controllo;
- Distributori automatici.

Successivamente il DM 185/2007, al fine di facilitare e migliorare il sistema di gestione delle varie tipologie di RAEE, ha effettuato una classificazione in cinque gruppi, individuati in base alle tecnologie necessarie al loro trattamento:

- Raggruppamento R1: freddo e clima (frigoriferi, congelatori, condizionatori e scaldacqua);
- Raggruppamento R2: grandi bianchi (lavatrici, lavastoviglie, forni, piani cottura...);
- Raggruppamento R3: tv e monitor;
- Raggruppamento R4: piccoli elettrodomestici, elettronica di consumo, apparecchi di illuminazione altro;
- Raggruppamento R5: sorgenti luminose.

Per i grandi elettrodomestici abbiamo dunque 2 categorie:

- R1 Grande bianco freddo (frigoriferi, congelatori e condizionatori)
- R2 Grande bianco non freddo (lavatrice)

I grandi bianchi rappresentano circa il 70% in peso di tutti i RAEE.

A fine vita il prodotto, viene raccolto e smistato presso i Centri di Raccolta, secondo questi gruppi, così che ogni tipologia di rifiuti sia avviata agli opportuni impianti di trattamento.

6.4.2 Le fasi della gestione del riciclo dei RAEE

Una volta raccolti frigoriferi, congelatori, condizionatori e altri grandi elettrodomestici vengono inviati agli impianti di trattamento dove verranno effettuate tutte le operazioni preliminari di messa in sicurezza dei R1 e R2.

In questa fase è previsto, per i grandi elettrodomestici per la refrigerazione (frigoriferi e congelatori) la rimozione delle sostanze ozono lesive presenti nelle serpentine di raffreddamento, come CFC e HCFC presenti nei prodotti di vecchia generazione.

Sempre nei grandi bianchi è poi prevista la rimozione di zavorre ed eventuali componenti contenenti mercurio e PCB. Questa fase richiede particolari accortezze ed un elevato livello di manualità con l'ausilio di personale altamente specializzato. I fluidi di raffreddamento, siano essi allo stato liquido che allo stato gassoso vengono aspirati e stoccati in appositi contenitori che ne assicurano il completo isolamento.

Per tutte queste sostanze, troppo pericolose per un eventuale riutilizzo, la normativa europea prevede la sola termodistruzione.

Nella schema che segue vengono indicati tutti i passaggi per la messa in sicurezza delle sostanze pericolose e per il recupero di diversi materiali. Infatti ogni elettrodomestico può esser considerato una vera e propria miniera di materie prime.

Ad esempio le tecnologie adottate dal Consorzio italiano recupero e riciclaggio elettrodomestici (Ecodom) consentono di recuperare oltre l'80% dei materiali che costituiscono un elettrodomestico, con un grado di purezza tale da permettere il loro riutilizzo nei processi produttivi.

Parliamo principalmente di ferro, rame, alluminio e plastiche varie, opportunamente separati, mediante procedimenti fisici e meccanici, al termine della triturazione e stoccati per essere riciclati.

Ogni elettrodomestico diventa così una "miniera" di materie prime. Basti pensare che da un solo frigorifero si possono recuperare circa 28 kg di ferro, 6 kg di plastica e oltre 3 kg tra rame e alluminio. Tutto ciò che non può essere riutilizzato, viene avviato allo smaltimento.



Figura 6.2. Diverse fasi del recupero di materiali da RAEE

Nella tabella che segue vengono riportati in percentuale i tipi dei principali materiali che si recuperano dagli R1 e R2. Le plastiche che si recuperano da questa frazione sono costituite in larga parte da HIPS (polistirene ad alto impatto).

Tabella 6.1. Percentuale in peso nei RAEE R1 e R2 dei diversi materiali

Tipo di materiale	Percentuale in peso nei RAEE (R1 e R2)
Ferro ed acciaio	60
Plastiche	18
Schiume poliuretatiche	10
Alluminio	3
Rame	3
Vetro	2
Altri materiali	2
CFC ed HCFC	1
Olio	1

Il trattamento dei RAEE R3 (tv e monitor) è fatto in appositi impianti in cui operai specializzati provvedono allo smontaggio per recuperare le diverse componenti. La frazione plastica è in larga parte costituita da ABS, ma anche HIPS e PC possono essere presenti nei materiali usati in queste applicazioni ⁷⁰.

È importante ricordare anche i PAED, i piccoli apparecchi elettronici domestici.

Per piccoli elettrodomestici domestici intendiamo quelli per la casa, per la cucina, per la cura della persona, ma anche pc fissi e portatili, agende elettro-

niche, stampanti, copiatrici, fax, telefoni, segreterie telefoniche, apparecchi radio, videocamere, fotocamere, lettori dvd, strumenti musicali, apparecchi per la riproduzione video e musica, utensili elettrici ed elettronici ad uso domestico, tutti i giochi alimentati da corrente elettrica, piccoli dispositivi per la cura della persona. Si tratta di oggetti normalmente in uso e presenti, anche in quantità, nelle case di ciascuno di noi.

I dati che emergono dalla ricerca realizzata all'inizio del 2011 da Remedia e GfK Eurisko non sono confortanti, soprattutto se si pensa che ogni anno vengono acquistati circa 240 milioni di apparecchi, di questi solo una piccolissima parte vengono gestiti correttamente nel momento del fine vita. Ciò significa che, mentre la media di raccolta differenziata di questa tipologia di rifiuti in UE è di 1 kg ogni 4 kg acquistati, in Italia il rapporto diventa 1 kg ogni 6 kg acquistati.

La ricerca parte analizzando i dati dei principali paesi europei, l'Italia fa registrare uno dei tassi più bassi di raccolta dei PAED (16,8%) al di sotto della media continentale (26%). In Europa le migliori performances risultano quelle dei paesi scandinavi, del Belgio e dell'Austria. La Francia, la Germania e la Gran Bretagna si posizionano nella media mentre chiudono la classifica i paesi del Mediterraneo, in particolare Italia e Spagna.

6.4.3 Le plastiche da RAEE

La composizione dei Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche varia molto in relazione al prodotto considerato e alla categoria a cui appartiene.

Infatti, si conoscono più di 1.000 sostanze di diversa natura (pericolose e non pericolose) tra le quali: metalli ferrosi e non ferrosi, plastiche, vetro, legno e compensato, circuiti stampati, cemento, ceramica, gomma e altri componenti.

Tra questi, i più abbondanti risultano il ferro e l'acciaio per circa il 50%, seguiti dalle plastiche, che costituiscono il 21% dei RAEE e altri metalli ferrosi per circa il 13%.

I metalli non ferrosi, ovvero, rame, alluminio, argento, oro, platino, palladio, etc., se pur presenti in minori quantità, risultano nel complesso un'interessante risorsa.

Invece, elementi come piombo, mercurio, selenio, arsenico, cromo esavalente e ritardanti di fiamma, che possono spesso presentarsi in quantitativi al di sopra dei limiti previsti dalla normativa vigente e perciò essere causa di effetti nocivi sulla salute dell'uomo e dell'ambiente, costituiscono un serio problema e fanno sì che i RAEE molte volte vengano classificati come rifiuti pericolosi.

Riportiamo nella tabella seguente peso e contenuto medio dei principali componenti in alcune categorie di RAEE.

Tabella 6.2. Peso e contenuto medio dei principali componenti in alcune categorie di RAEE

Categoria	Peso medio (kg)	Metalli ferrosi (wt.%)	Metalli non ferrosi (wt.%)	Vetro (wt.%)	Plastica (wt.%)	Altro (wt.%)
Frigoriferi e congelatori	48	64,4	6	1,4	13	15,1
Personal computers	29,6	35,3	8,4	15	23,3	18
Televisori	36,2	5,3	5,4	62	22,9	4,4
Fotocopiatrici	-	58	8	7	9	18
Lampade fluorescenti	0,2	0,6	4,4	93,9	-	4,1

Le plastiche, che sono impiegate per la produzione di prodotti Hi-Tech, risultano più costose di quelle usate, per esempio, negli imballaggi, in quanto, considerata la loro destinazione d'uso, devono rispondere ad elevati standard prestazionali (resistenza agli urti, autoestinguenza, proprietà estetiche) ed hanno tempi di vita molto più lunghi delle plastiche da imballaggio.

Per questo motivo vengono recuperati anche gli scarti di lavorazione di queste plastiche, nonostante la diminuzione e la migrazione degli stabilizzanti rendano difficoltoso il loro riutilizzo.⁶²

Due sono le ragioni principali che rendono il riciclo delle plastiche da RAEE un difficile lavoro; in primo luogo è necessario considerare che tali rifiuti sono costituiti da numerosi tipi di polimeri in secondo luogo tali plastiche possono contenere alti contenuti di composti organici ed inorganici pericolosi. Studi precedenti hanno identificato nelle plastiche derivanti dal RAEE metalli pesanti, ritardanti di fiamma bromurati⁶³, tra cui bifenili ed eteri difenilici polibromurati (PBB e PBDE) il cui utilizzo viene regolato da direttive europee che ne limitano la quantità nei prodotti commerciabili e che formano diossine bromurate altamente tossiche quando sottoposti ad alte temperatura. È comunque prevedibile che il contenuto di questi contaminanti pericolosi diminuisca nelle frazioni di RAEE nel prossimo futuro in seguito all'utilizzo delle industrie produttrici di additivi antinfiamma diversi.

Conseguentemente all'elevata varietà di composizione e dal momento che i processi di separazione dei prodotti plastici di recupero possono essere estremamente complessi e costosi può essere interessante considerare la possibilità di un riciclo diretto di questi materiali di recupero o tramite l'utilizzo di diversi tipi di rinforzi per il miglioramento delle proprietà meccaniche del materiale o tramite la miscelazione, fisica o reattiva tramite l'utilizzo di opportuni compatibilizzanti, con diversi e opportuni materiali polimerici, siano essi vergini o di riciclo.

I polimeri che sono presenti in maggiori quantità nelle plastiche da RAEE sono: ABS, policarbonato (PC), polibutiltereftalato (PBT), polistirene ad alto impatto (HIPS) e loro miscele.

L'acrilonitrile butadiene stirene (ABS) è in genere ottenuto polimerizzando il copolimero stirene-co-acrilonitrile (SAN) in presenza di Polibutadiene (BR).

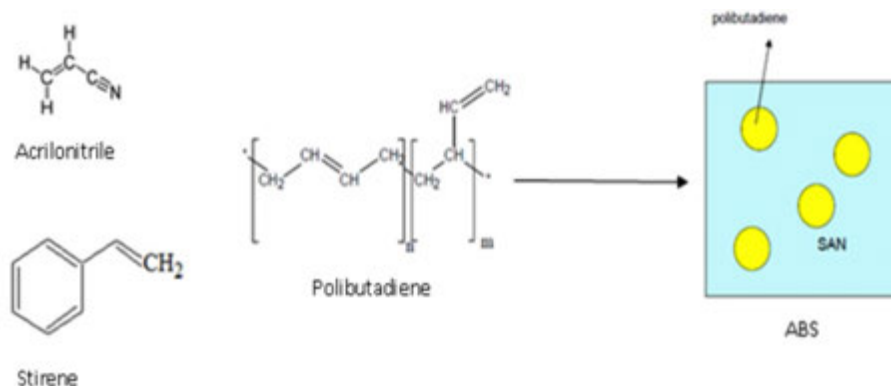


Figura 6.3. Schema della sintesi di ABS

Questa metodologia di sintesi permette di ottenere un sistema bifasico in cui la matrice è costituita da SAN e la fase dispersa da gomma BR. La fase dispersa risulta chimicamente legata al SAN, in quanto i doppi legami del BR possono prender parte alla polimerizzazione.

Per la sua particolare durezza, la buona stabilità chimica e strutturale, e la possibilità di ottenere proprietà modulate grazie ad esempio alla possibilità di variare la percentuale in peso dei diversi reagenti, il copolimero ABS è un materiale polimerico⁶⁴ utilizzato per svariate applicazioni, quali le scocche di prodotti elettrici/elettronici (chassis di televisori, case di computer, tastiere, etc..), piccoli elettrodomestici, mobili, tubi di scarico per edilizia nonché componenti per l'industria 2 e 4 ruote.

L'ABS recuperato da computer può essere riutilizzato in toto o in parte per rifare nuove carcasse per computer (Bayer in Germania). La multinazionale HP utilizza 25 % in peso di prodotto riciclato mescolato con ABS vergine per le sue cartucce a getto di inchiostro. Bayer produce griglie di radiatori per Volkswagen con 30% in peso di riciclato. In Australia l'ABS recuperato da cartucce, computer ecc. è utilizzato per fare arredi da giardino impiegando fino al 75% di prodotto riciclato.

L'ABS è molto utilizzato anche in miscela con altri polimeri.

Le miscele con il PVC contenenti circa il 20-25% di ABS, di solito con un alta percentuale di componente gommosa, hanno un aumento di resistenza ad impatto di circa 20 volte con solo una minima riduzione di durezza e di sforzo tensile. Ci sono esempi di miscelazione di ABS con PVC per il riciclo di plastica post-consumo dal settore elettrico/elettronico e carte di credito dismesse. Si osserva una parziale compatibilità dei due polimeri che migliora utilizzando ABS vergine. Questo è attribuito alla minore adesione tra polibutadiene e SAN nell'ABS da riciclo.

Le miscele ABS/PC⁵⁷⁻⁶⁵ hanno proprietà fisiche intermedie tra il policarbo-

nato e l'ABS. Quindi il modulo elastico, il valore di HDT (temperatura di distorsione termica) e resistenza all'impatto sono tutte superiori all'ABS.

Grandi incrementi della rigidità e di resistenza alla rottura possono essere impartiti dall'incorporazione nell'ABS di fibre di vetro, in genere tra 20 e 40%. In questo caso il modulo in genere sale di un fattore di circa 2-3. Sono state incorporate nell'ABS anche sfere di vetro, ed è riportato un incremento della resistenza all'abrasione di circa il 750%.

Le possibilità per il recupero e riciclo di materiali plastici sono quindi molteplici. Ad ogni modo anche in questo caso, come in quello degli ELV, una razionalizzazione nell'uso dei materiali per le diverse categorie di prodotti ed una corretta etichettatura, nonché idonee tecnologie di assemblaggio e smontaggio dei prodotti già in fase di produzione degli stessi, potrebbero portare ad un più facile recupero dei diversi materiali (metalli, plastiche, etc.) che compongono i RAEE.