

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITA' DI BOLOGNA

FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E
NATURALI

Corso di laurea triennale in SCIENZE AMBIENTALI

**Valutazione degli impatti
ambientali di sorgenti
luminose tramite
metodologia LCA: lampadina
ad incandescenza e
lampadina fluorescente
compatta**

Tesi di laurea in:

Sviluppo Ecocompatibile: principi e metodi (C.I.)

Relatore

Dott.ssa Serena Righi

Presentata da

Raffaella Pittiglio

Anno Accademico 2015/2016

*Con l'augurio che tutte le esperienze della vita vi possono essere utili per
arrivare ad accendere la vostra stella.*

*Proprio come una stella ogni sogno sembra lontano, ma è molto più
vicino di quanto immaginate.*

Tu non devi fare altro che crederci veramente!!!

Io penserò alle stelle..non le lascerò mai spente.

Lo stelliere

INDICE

INDICE.	1
ACRONIMI.	4
PREMESSA.	8
INTRODUZIONE.	10
CAPITOLO 1	
Lampadine E Sistemi Di Illuminazione	15
1.1 Il Mondo Dell'illuminazione	15
1.2. Caratteristiche Generali Delle Sorgenti Luminose	16
1.3 L'evoluzione Tecnologica Del Settore Lighting	19
1.3.1 <i>La Lampadina Di Edison: Lampadina Ad Incandescenza</i>	21
1.3.2 <i>Le Lampade A Scarica</i>	23
1.3.3 <i>Le Sorgenti Luminose Dichiarate Sostitutive Alla Tecnologia Tradizionale</i>	24
CAPITOLO 2	
Da AEE a RAEE: Classificazione E Gestione.	32
2.1 Le Apparecchiature Elettriche Ed Elettroniche	32
2.2 I Rifiuti Derivanti Da Apparecchiature Elettriche Ed Elettroniche (RAEE)	33
2.2.1 <i>I Raggruppamenti Dei RAEE Domestici</i>	34
2.2.2 <i>Gli Attori Del Sistema Raee In Italia</i>	34
2.2.3 <i>Ecolamp: Sistema Collettivo Per La Gestione Degli R5</i>	42
2.3 Approfondimento Sull'andamento Del Settore A Livello Nazionale	47
2.4 Gestione Dei RAEE Tra Legalita' E Illegalita'	49

CAPITOLO 3

Stato Dell'arte Di Studi LCA Riguardanti

Le Lampadine Ad Incandescenza E Fluorescenti. 50

3.1 La Metodologia LCA	50
3.2 Studio Comparativo Sul Consumo Energetico Realizzato Dal Dipartimento Americano Per L'energia	53
3.2.1 <i>L'unità Funzionale E Le Performance Delle Lampadine Scelte</i>	55
3.2.2 <i>I Consumi Energetici Delle Fasi Nel Life Cycle</i>	57
3.2.3 <i>Risultati</i>	63
3.3 Il DOE: Valutazione Degli Impatti Ambientali Prodotti Durante L'intero Ciclo Di Vita Delle Sorgenti Luminose	63
3.3.2 <i>Analisi Lca Della Lampadina Fluorescente Compatta</i>	65
3.3.3 <i>Stima Degli Impatti Ambientali Associati Alle Sorgenti Luminose (LCIA) Durante Il Loro Ciclo Di Vita</i>	66
3.3.4 <i>Risultati</i>	69
3.5 UE: Valutazione Degli Impatti Ambientali Prodotti Durante L'intero Ciclo Di Vita Delle Sorgenti Luminose	70
3.5.1 <i>Esiti Di Valutazione Degli Impatti Ambientali</i>	75

CAPITOLO 4

Il Trattamento Delle Lampadine Fluorescenti Compatte

E Gli Sviluppi Sul Recupero Delle Terre Rare. 79

4.1 Introduzione Al Trattamento	79
4.2 "Il Sistema Dismeco" Nella Realta' Italiana	80
4.2.1 <i>I Passi Del "Fine Vita" Delle Lampadine Fluorescenti (R5): Il "Sistema In Dismeco"</i>	81
4.2.2 <i>Il Processo Di Trattamento Delle Sorgenti Fluorescenti</i>	83
4.3 I Risultati In Dismeco	86
4.4 Le Polveri Fluorescenti E Le PCB: Due Frazioni Provenienti Dal Trattamento Dei RAEE E I Loro Destini	89

CONCLUSIONI. 104

BIBLIOGRAFIA. 108

APPENDICE A

L' Evoluzione Del Quadro Normativo Sui RAEE. 1

A.1 L'origine Della Disciplina	1
A.2 Il Sistema RAEE: Dalla Normativa Europea A Quella Italiana	4
A.2.1 <i>Direttive RAEE: 2002/96/CE E 2003/108/CE</i>	4
A.2.2 <i>Direttiva RoHS: 2002/95/CE</i>	6
A.2.3 <i>Decreto Legislativo N. 151/2005 Ed I Suoi Decreti Attuativi</i>	7
A.2.4 <i>Decreto Attuativo: DM 25 Settembre 2007 N. 185</i>	15
A.2.5 <i>Decreto Attuativo: DM 25 Settembre 2007</i>	17
A.2.6 <i>Il 2008 Con I Suoi Accordi Di Programma</i>	17
A.2.7 <i>Anno 2009: Via Al Finanziamento Per La Gestione Dei Rifiuti Derivanti Dalle Apparecchiature Di Illuminazione</i>	18
A.2.8 <i>"Il Decreto Uno Contro Uno"</i>	19
A.2.9 <i>Lo Stato Dell'arte Del Ritiro "Uno Contro Uno"</i>	23
A.3 La Nuova Veste Delle Direttive Europee	25
A.3.1 <i>Da RoHS A RoHS 2</i>	25
A.3.2 <i>Dalla 2002/96/CE Alla 2012/19/UE</i>	27
A.4 La Nuova Veste Del Sistema RAEE In Italia	33
A.4.1 <i>Il 2012 Con I Suoi Accordi Di Programma</i>	33
A.4.2 <i>La Legge 6 Agosto 2013 N. 97</i>	34
A.4.3 <i>L'accordo ANCI-CdC RAEE Nel 2013</i>	36
A.4.4 <i>Il Nuovo Decreto Legislativo Di Recepimento Della Direttiva "RAEE 2": DLgs N. 49 Del 2014</i>	37
A.5 Stato Dell'arte Dell'attuazione DLgs N. 49/2014	49
A.6 L'entrata in Vigore dell' "Uno Contro Zero"	50

APPENDICE B. 53

BIBLIOGRAFIA NORMATIVA. 60

ACRONIMI

AEE – Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche

ANCI – Agenzia Nazionale dei Comuni Italiani

APAT – Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e del Territorio

AP - Acidification Potential (potenziale di acidificazione)

ARD – Abiotic Resource Depletion (depauperamento delle risorse abiotiche)

Bat - migliori tecniche di trattamento, recupero e riciclaggio disponibili

BOM – Bill of Materials (conteggio dei materiali costituenti)

Cat – Centri di assistenza tecnica

CCS - accesso anteriore

Cd - Candela

CdC RAEE – Centro di Coordinamento RAEE

CdP – Centro di Raccolta Privata

CdR – Centri di Raccolta

CE – Comunità Europea

CER - Catalogo Europeo dei Rifiuti

CFC - clorofluorocarburi

CFL – Compact Fluorescent Lamp (lampadina a fluorescenza compatta)

CFL_i - Compact Fluorescent Lamp integrated (lampadina a fluorescenza compatta integrata)

CFL_{ni} - Compact Fluorescent Lamp no-integrated (lampadina a fluorescenza compatta non integrata)

CRI – Color Rendering Index (indice della resa di colore)

CRM- Critical Raw Material (materia prime critica)

CRT - Cathode Ray Tube (schermo a tubo catodico)

CS - ingresso anteriore

Cvc – Comitato di vigilanza e controllo

CWIT - Countering WEEE Illegal Trade

DLgs – Decreto Legislativo

DL – Decreto Legge

DLS- Directional Lamp Source (lampadina direzionale)

DM – Decreto Ministeriale

DOE U.S. – Department of Energy (Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti d'America)

Dpcm – Decreto della presidenza del Consiglio dei Ministri

EcR – Eco-contributo RAEE

EDP – Ecosystem Damage Potential (potenziale di danno agli ecosistemi)

EEE – Electric and Electronic Equipment (apparecchiature elettriche ed elettroniche)

EIA – Energy International Agency (Agenzia Internazionale per l'Energia)

EISA – Energy Independence and Security Act (Legge sulla sicurezza e l'indipendenza energetica)

EOl – End of Life (fine vita)

EP- Eutrophication Potential (potenziale di eutrofizzazione)

ErP - Energy-related-Products (prodotti connessi all'energia)

EuP - Energy Using Products (prodotti che consumano energia)

FAETP – Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential (potenziale di ecotossicità acquatica)

FIR – Formulario di Identificazione Rifiuti

FL– Fluorescent Lamp (lampadina fluorescente)

FME - Federazione Nazionale Grossisti e Distributori di Materiale Elettrico

GER – Gross Energy Requirement

GLS – General Lighting Service

GLS-R - sorgenti ad incandescenza reflector

GLS-X - lampadina ad incandescenza tradizionali non direzionali

G.U. - Gazzetta Ufficiale

G.U.U.E.- Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea

GWP – Global Warming Potential (potenziale di riscaldamento globale)

HCFC - idroclorofluorocarburi

HID - High-Intensity Discharge lamp (lampadina ad alta scarica)

HL - Halogen Lamp (lampadina alogena)

HTP – Human Toxicity Potential (potenziale di tossicità umana)

HWL - Hazardous Waste Landfilled (potenziale legato allo smaltimento in discarica di rifiuti pericolosi)

Hz - Hertz

IEA - Independent Energy Agency (Agenzia per l'indipendenza energetica)

IND – Incandescent lamp (lampadina ad incandescenza)

IT – Information Technology (tecnologia informatica)

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione

IYT – International Year of Light (anno internazionale della luce e delle tecnologie basate sulla luce)

K - Kelvin

L.A. - Los Angeles

LCA - Life Cycle Assessment (analisi del ciclo di vita)

LCE – Low Carbon Economy

LCIA – Life Cycle Impact Assessment (analisi dell'inventario sul ciclo di vita)

LCI – Life Cycle Inventory (analisi d'inventario)

LdR - Luogo di Raggruppamento

LED – Lighting Emitted Diode (diodo a emissione luminosa)

LFFE – Low Fossil Fuel Economy

LFL – Linear Fluorescent Lamp (lampada fluorescente lineare)

Lm – Lumen

LU – Land Use (potenziale di utilizzo del suolo)

Lx – Lux

MAETP – Marine Aquatic Ecotoxicity Potential (potenziale di ecotossicità acquatica marina)

MATTM – Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare

MEErp – Methodology for the Ecodesign of Energy-related Products

MELISA - Model for European Light Sources Analysis

MIUR - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

MJ – Mega Joule

MP – Materie Prime

MPS - Materie prime seconde

MUD – Modello Unico di Dichiarazione ambientale

MYYP – Solid State Lighting multi Year Program Plan

NDLS – Non Directional Lamp Source (lampadina non direzionali)

NHWL – Non- Hazardous Waste Landfilled (potenziale legato allo smaltimento in discarica di rifiuti non-pericolosi)

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico)

PREMESSA

“E’ davvero una bella prova dell’effettiva conoscenza di qualcosa l’essere in grado di farla imparare ad un altro”

Platone nell’Alcibiade maggiore

L’Obbiettivo di questo lavoro di tesi è l’analisi del ciclo di vita di una sorgente luminosa fluorescente compatta (CFL in inglese, Compact Fluorescent Lamp), anche conosciuta come “lampadina a risparmio energetico”, al fine di valutare gli impatti ambientali derivanti dalle diverse fasi comprese nel ciclo di vita, rispetto alle sorgenti luminose tradizionali ad incandescenza.

La lampadina selezionata è stata scelta come esempio rappresentativo dell’odierna sorgente luminosa utilizzata principalmente nei luoghi domestici, aree dove l’illuminazione era fornita dalle tradizionali lampadine ad incandescenza di stesso flusso luminoso, ossia una lampadina compatta a forma di spirale, a tubi scoperti, lineare e circolare attualmente presente nel mercato nazionale ed internazionale, prodotta dalle più importanti case produttrici mondiali:



Dall’indagine bibliografica preliminare condotta per verificare le conoscenze riguardanti il trattamento di entrambe le sorgenti luminose, è emerso come le lampadine fluorescenti compatte siano più complesse in termine di componenti e ciò avrà una ripercussione anche nella fase del fine vita della stessa.

I materiali altamente pericolosi di cui sono costituite, porranno anche il problema di come esse dovranno essere maneggiate e trattate dalle aziende dedite al trattamento di questa tipologia di rifiuto.

La presenza di componenti ad alto valore economico come le terre rare presenti nella polvere fluorescenti di cui sono assolutamente dipendenti

per il loro funzionamento e la presenza di una componente elettronica anch'essa essenziale per la produzione di luce fa sì che lo studio di questa tipologia di sorgente sia divenuta estremamente utile e necessaria al fine di chiudere il ciclo delle risorse, privilegiando un approccio circolare rispetto a quello lineare, nel quale le componenti di una lampadina esausta diventano materie prime seconde per altri cicli produttivi.

Il lavoro di tesi qui presentato è strutturato come illustrato di seguito.

Prima parte: panoramica di quelle che sono le diverse tipologie di lampadine ed il loro principio di funzionamento; vengono qui delineati i diversi parametri che definiscono i sistemi di illuminazione.

Seconda parte: classificazione dei Rifiuti derivanti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche e descrizione dei sistemi di gestione di RAEE in Italia. Verrà specificatamente posta l'attenzione sulla fase di trattamento delle sorgenti luminose fluorescenti compatta integrate, considerate rifiuto pericoloso e quindi trattate separatamente rispetto a quelli rientranti nel circuito dei generici RSU.

Terza parte: presentazione di una review sugli studi di LCA presenti in letteratura nei quali vengono comparati gli impatti ambientali legati alle diverse fasi del ciclo di vita delle sorgenti luminose.

Quarta parte: descrizione del processo di trattamento delle sorgenti fluorescenti in particolare, quello svolto presso l'azienda Dismeco S.r.l di Marzabotto (Bologna) e presentazione delle attuali metodologie utilizzate per il recupero di due frazioni come le polveri fluorescenti e le schede elettroniche, che ad oggi sono ancora oggetto di studio da parte di importanti gruppi di ricerca.

Segue l'**appendice normativa:** risultato di una ricerca ampia e puntuale su quella che è la normativa nazionale ed europea relativa ai RAEE a partire dal 1997 con l'emanazione del Decreto Ronchi fino all'ultimo DLgs 49/2014, ossia il Decreto con il quale lo stato italiano recepisce l'ultima Direttiva 2012/19/UE del 4 luglio 2012, che ha definito nuove regole per il miglioramento della raccolta, riutilizzo e riciclaggio di apparecchi elettrici ed elettronici a fine vita, al fine di contribuire alla riduzione dei rifiuti e al riuso delle materie prime seconde.

INTRODUZIONE

A partire dal 1 settembre 2009, entrata in vigore della direttiva dell'Unione Europea riguardo i prodotti di illuminazione (anche noti come apparecchiature elettriche ed elettroniche AEE), si è dato inizio alla progressiva fuoriuscita dal mercato delle tradizionali lampadine in nome del risparmio energetico e della sostenibilità ambientale, con termine previsto nel settembre 2016, ma poi posticipato al 2018.

Il contenimento dei consumi energetici o risparmio energetico, dal 2005 è stato un problema molto sentito sia in ambito europeo, che in ambito internazionale, anche perché ad esso sono collegati i livelli di emissioni di gas serra. Questa riduzione in termine di consumi energetici è stata attuata tramite una serie di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica, uno tra i quali è il progressivo addio delle forniture ai negozi di tutte le sorgenti luminose più energivore e quindi l'istallazione di lampade a basso consumo.

Il nostro Paese infatti approvando il pacchetto "Clima ed Energia" nel 2008, si è impegnato a conseguire gli obiettivi che l'UE ha previsto per il 2020, ossia quello di ridurre del 20% le emissioni di gas a effetto serra, di portare al 20% il risparmio energetico ed infine di aumentare al 20% il consumo di fonti rinnovabili, target che entro il 2030 dovranno arrivare rispettivamente al 40% (e all'80% entro il 2050) e al 27% sia per la quota di energia rinnovabile che per l'efficienza energetica.

In una costante crescita demografica (si conta che la popolazione planetaria sia passata da 1 miliardo nei primi dell'800 a 7,3 miliardi nella prima metà del 2015, proiettandosi verso i previsti 9,3 miliardi nel 2050) [1] si è reso necessario rivedere, i modelli di sviluppo sociali ed economici e i corrispondenti stili di vita riferiti all'uso e consumo delle risorse e alla produzione di scarti e di rifiuti, tutti concetti che attualmente sono divenuti centrali nelle strategie ambientali europee e italiane.

Le misure propuginate per compiere il cambiamento di rotta si basano su visioni tra loro differenti (seppure con elementi o approcci simili) che ruotano su concetti quali, sviluppo sostenibile, eco-innovazione, green economy e Low Carbon Economy.

La Low Carbon Economy (LCE), detta anche Low-Fossil-Fuel Economy (LFFE), consiste in una economia a bassa emissione di carbonio, cioè

un'economia che punta a ridurre al massimo le emissioni di gas ad effetto serra nella biosfera (con particolare riferimento alle emissioni di CO₂), al fine di contrastare il cambiamento climatico.

Nel giugno 2012 a Rio de Janeiro, si è tenuta la Conferenza delle Nazioni Unite denominata RIO+20 sullo sviluppo sostenibile, il cui il tema centrale è stato proprio la green economy come strumento principale per uscire dalla crisi climatica ed economica degli ultimi anni e di lotta alla povertà. In questa sede il materiale fornito dall'UNEP, il Programma Ambiente delle Nazioni Unite, ha evidenziato come sia necessario puntare sulle potenzialità della green economy, ossia su un modello economico basato su un uso sostenibile delle risorse ed una riduzione drastica degli impatti ambientali e sociali ai fini di un miglioramento generalizzato della qualità della vita. La green economy è applicabile anche alla produzione di beni e servizi quindi non è altro che uno strumento di sviluppo sostenibile basato sulla valorizzazione del capitale economico, del capitale naturale e sociale così come lo sviluppo sostenibile è basato sulle tre dimensioni, economia, società e ambiente.

Il passaggio alla green economy può avvenire tramite l'eco-innovazione, concetto che può essere definito come lo sviluppo e l'implementazione di prodotti, processi, sistemi gestionali, servizi e procedure nuovi, o ripresi dalle buone pratiche della cultura e della tradizione industriale, attraverso cui si consegue, lungo tutto il ciclo di vita, una riduzione dei flussi di materiali, del consumo di energia, dell'inquinamento e degli altri fattori di pressione sull'ambiente e sulla società rispetto alle pratiche correnti, nonché la capacità di creare ancora valore e assicurare il benessere dei cittadini migliorandone la qualità della vita e gli standard sociali e ambientali. [2]

L'eco-innovazione non è altro che uno strumento prioritario per guidare la transizione da "economia lineare" a "economia circolare".

Con il termine "economia circolare", si intende una economia basata su un modello circolare in cui le risorse vengono impiegate in modo più efficiente possibile, un sistema in cui tutte le attività, a cominciare dall'estrazione e dalla produzione, sono organizzate affinché i rifiuti di qualcuno diventino risorse per qualcun altro, facendo così girare le risorse il più lungo possibile nel ciclo economico grazie al riuso e al riciclo.

Quest'ultima nozione si contrappone al tradizionale modello di "economia lineare", nel quale le risorse vengono utilizzate seguendo un percorso unidirezionale in cui il ciclo del prodotto parte dalla materia, e una volta concluso, vede trasformarsi il prodotto in rifiuto, costringendo la catena economica a riprendere daccapo, secondo il continuo susseguirsi della fase di estrazione – produzione – consumo - smaltimento.

Spezzare il modello lineare e farlo diventare circolare vuol dire far diventare centrale la sostenibilità del sistema, senza prodotti di scarto, in un ciclo continuo di riutilizzo delle materie. (Fig. 1)

Dalla seconda metà del 2014 la Commissione europea ha adottato questa nuova visione di economia tramite iniziative volte a promuovere l'uso efficiente delle risorse e a ridurre la produzione dei rifiuti seguendo linee di indirizzo per accrescere il riciclo e usare in modo più efficiente le risorse limitando la dipendenza dalle fonti di approvvigionamento incerte, ridurre i rifiuti e prevenire la perdita di materiali pregiati, con l'effetto di creare posti di lavoro e un minor impatto ambientale. [3]



Fig. 1: l'economia lineare vs l'economia circolare [4]

In un'economia quindi non lineare, quando un prodotto raggiunge la fine del ciclo di vita, le risorse restano all'interno del sistema economico, in modo da poter essere riciclate a fini produttivi e creare così un nuovo valore.

Il prodotto considerato in questo studio è un AEE che diventa RAEE, ossia un rifiuto derivante da apparecchiatura elettrica ed elettronica che nel corso degli ultimi anni e a oggi è oggetto di grande attenzione nell'ambito delle politiche europee e nazionali.

Gli ultimi decenni sono stati caratterizzati da un rapido sviluppo tecnologico che ha contribuito a migliorare la qualità del nostro vivere quotidiano, ma ha avuto come conseguenza non solo un incremento dei consumi di materie prime strategiche necessarie alla realizzazione delle Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche, ma anche un aumento della produzione di rifiuti tecnologici. Secondo alcune recenti stime, nei primi 9 mesi dell'anno corrente in Italia si sono raccolte 210.930 tonnellate di RAEE, dove il Raggruppamento R5 ha registrato una delle performance migliore in assoluto dopo il raggruppamento dei grandi bianchi; da 1.115 tonnellate di sorgenti luminose esauste collezionate nel 2013, 1.449 tonnellate nel 2014, 1.450 tonnellate nel 2015 si passa ad un valore pari a 1.269 tonnellate nei mesi tra gennaio e settembre 2016 con un incremento di circa 22% in termini di R5 raccolti in ambito nazionale. [5]

A livello mondiale, è stato stimato che ogni anno si producono al mondo dai 20 ai 50 milioni di tonnellate di Hi-tech che contengono 320 tonnellate di oro e 7.200 tonnellate di argento per un valore di 21 miliardi di dollari: solo il 15% di questi tesori viene recuperato. [6]

Le lampadine fluorescenti compatte, come altre AEE contengono, schede elettroniche, circuiti elettrici ed elettronici, che a loro volta includono svariati materiali, anche pregiati, quali oro, argento, rame e terre rare, che possono essere recuperati con ottime percentuali di resa, preservando le risorse naturali e recuperando le risorse economiche.

L'approvvigionamento di tali risorse è risultato fondamentale non solo per l'economia nazionale ed europea, ma anche per le città, le quali possono essere considerate come "Urban Mining", ossia delle vere e proprie "miniere urbane" di materie prime: essa rappresenta una vera e propria strategia per l'approvvigionamento di materie prime, presenti e disponibili nei luoghi in cui si vive.

Quindi in generale tutti i rifiuti hi-tech comprese le sorgenti luminose impiegate in ambito domestico, professionale e pubblico rappresentano un'opportunità per la crescita sostenibile del nostro continente.

Per questo l'UE con la nuova Direttiva RAEE 2012/19/UE promuove, attraverso obiettivi e vincoli, la chiusura virtuosa del ciclo delle risorse.

Lo sviluppo di tecnologie innovative dedicate al recupero di materie prime seconde, ricopre un ruolo fondamentale nella chiusura delle catene di valore, rispondendo alla criticità dei approvvigionamento di Raw Materials e alla contestuale necessità di ridurre le quantità dei rifiuti smaltiti in discarica, salvaguardando le risorse naturali. Nello specifico il rifiuto derivante dalle sorgenti luminose fluorescenti compatte, considerate più efficienti rispetto alle tradizionali, oltre alle componenti già menzionate precedentemente, contiene mercurio, che una volta disperso, risulta essere bio accumulabile rientrando così nelle catene alimentari, una componente fosforica dannosa per la salute umana e altri metalli pesanti anch'essi tossici e/o nocivi.

La preoccupazione legata allo stato di salute della Terra in cui viviamo e dell'ambiente giustifica l'attenzione che viene posta nei confronti di questa tipologia di rifiuti.

CAPITOLO 1

LAMPADINE E SISTEMI DI ILLUMINAZIONE

“La luce crede di viaggiare più veloce di tutto, ma si sbaglia. Per quanto sia veloce, la luce scopre sempre che il buio è arrivato prima di lei, e l'aspetta.

”Sir Terry Pratchett”

1.1 IL MONDO DELL'ILLUMINAZIONE

Dal 21 ottobre 1879, anno in cui Thomas Edison accese la prima lampadina fino al 2009, il mercato dell'illuminazione era fortemente legato alla vendita di lampadine costituite da un bulbo di vetro contenente un filamento metallico attraversato da corrente elettrica.

La scomparsa delle lampadine tradizionali è la conseguenza dell'applicazione di una Direttiva europea del 2009, la cosiddetta direttiva sull'Ecodesign o direttiva EUP (Energy Using Products) 2005/32/CE, con la quale vengono messe al bando i modelli tradizionali in nome del risparmio energetico, ossia il contenimento dei consumi energetici problema molto sentito sia a livello europeo, che in ambito internazionale. In quell'anno, la Commissione europea dà il via ad un piano di incremento dell'efficienza luminosa suddiviso in varie tappe.

Le prime lampadine ad incandescenza a scomparire sono quelle da 100 watt nel settembre 2009, seguite da quelle da 75 watt e da 60 watt, sino ad arrivare alle lampadine da 25 a 40 watt, le quali rappresentavano le ultime rimaste in commercio fino al 1° settembre 2011. Dopo questa data con la loro uscita dal mercato, escono di scena tutti i modelli ad incandescenza, si chiude così il processo di eliminazione delle vecchie lampadine che lasciano il posto a quelle fluorescenti compatte (CFL, denominate anche lampadine a risparmio energetico), a quelle alogene, ai LED.

L'applicazione definitiva della Direttiva europea dovrebbe portare, entro il 2020, ad un risparmio energetico di 40 TWh equivalente al consumo di 11 milioni di famiglie all'anno, e ad una riduzione annua delle emissioni di CO₂ di 15 milioni di tonnellate, secondo i dati forniti dalla stessa Commissione Europea.

Da uno studio pubblicato nel 2009, si evince che la sostituzione di lampadine incandescenti con le lampadine fluorescenti compatte, ossia

l'adozione di tecnologie di illuminazione più efficienti, comporterebbe un risparmio energetico fino al 27% nel settore residenziale e del 30% nel settore commerciale.[7]

1.2. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE SORGENTI LUMINOSE

I prodotti rientranti nell'illuminazione domestica possono essere considerati come "dispositivi di illuminazione" secondo quanto definito dagli standard europei EN 12665:2002, nei quali rientrano i termini base e le definizioni utilizzabili nel campo di applicazione della luce in ambito domestico; vengono in questa sede definite le "lampadine" come risorse progettate per la produzione di una radiazione luminosa, di solito nelle lunghezze d'onda del visibile, differenziandole da quelli che sono gli "apparecchi d'illuminazione", ossia i sistemi che distribuiscono, filtrano o trasformano la luce emessa da una o più lampade; in essi sono compresi tutti i componenti necessari al sostegno, al fissaggio e alla protezione delle lampade, ma non le lampade stesse, gli eventuali circuiti ausiliari ed i relativi dispositivi per il loro collegamento al circuito di alimentazione.

Dal punto di vista fisico la luce viene definita come un fenomeno di natura energetica. L'Illuminotecnica si occupa operativamente della luce, essendo un settore che ha la necessità di racchiudere i due principali aspetti caratteristici della radiazione luminosa: quello geometrico e quello energetico. L'aspetto geometrico si riferisce alla propagazione nello spazio secondo le leggi dell'ottica geometrica, quello energetico si riferisce invece al tipo ed alla quantità di energia veicolata dalle onde elettromagnetiche.

Sul mercato esistono molteplici tipi di lampadine, ognuna delle quali ha delle caratteristiche che vengono definite secondo dei parametri specifici ossia:

-Potenza della lampadina [W]: è la quantità dell'energia consumata dalla lampadina;

-Potenza nominale della lampadina [W]: è la quantità adattata dell'energia consumata dalla lampadina in determinate condizioni operative;

-Flusso luminoso [lm]: è la quantità di energia luminosa emessa da una sorgente nell'unità di tempo in tutte le direzioni, rappresenta quindi la sensazione spettrale dell'occhio;

-Intensità luminosa [cd]: è la quantità di energia luminosa emessa in una specifica direzione;

-Illuminamento [lx]: è il rapporto tra il flusso luminoso irradiato e la superficie illuminata;

-Efficienza luminosa [lm/W]: rappresenta l'efficienza di una lampada attraverso il rapporto tra il flusso emesso da una sorgente luminosa e la potenza elettrica assorbita;

-Tonalità della luce: viene descritta tramite la temperatura della luce e si possono distinguere tre gruppi principali:

tono caldo < 3300 K

neutro 3300 – 5000 K

tono freddo > 5000 K;

-Temperatura del colore [TC, K]: è un parametro che individua in modo oggettivo il colore della luce di una sorgente luminosa confrontata con la sorgente campione (il corpo nero). Essa viene rappresentata dalla "curva di Plank" (Fig. 2): se la temperatura del corpo nero aumenta, nello spettro aumenta la parte blu mentre diminuisce la rossa;

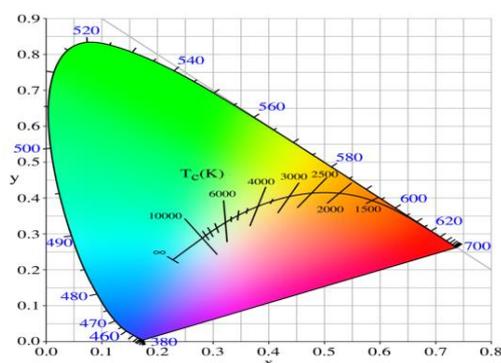


Fig. 2: curva di Plank e le temperature di colore

-Resa del colore [Ra o CRI]: viene misurata tramite un indice che quantifica come un oggetto illuminato appare in relazione al modo in cui apparirebbe alla luce della sorgente luminosa di riferimento; quindi misura di quanto una sorgente luminosa è capace di rendere i colori. L'indice ha valore pari a 100 se la sorgente produce lo stesso effetto della sorgente luminosa di riferimento. Maggiore è la differenza di resa del colore rispetto a quella della sorgente di riferimento, minore sarà il valore dell'indice Ra;

-Il tempo di vita media della sorgente luminosa;

-Tempo di accensione: è il tempo necessario alla lampadina per accendersi e rimanere operativa dopo l'accensione o switch-on;

Molti di questi parametri sono impiegati come termini di confronto tra le varie sorgenti luminose che differiscono tra loro non solo per la potenza, durata ed efficienza luminosa, ma anche per la qualità della luce che può condizionare il processo di percezione visiva e quindi il comfort ed il benessere.

Diverse indagini hanno dimostrato come l'illuminazione, con le sue varie tipologie di sorgenti luminose in commercio, costituiscono una porzione significativa rispetto al consumo totale di elettricità di un paese.

Globalmente il consumo di energia primaria legata all'illuminazione è pari a 650 milioni di tonnellate (Mt), producendo emissioni di CO₂ pari a circa 1.900 Mt; esso rappresenta il 70% delle emissioni mondiali prodotti dall'uso di automezzi. Attualmente si contano più di 33 miliardi di sorgenti luminose usate nel mondo, con un consumo annuale di più di 2.651 TWh, ossia il 19% del consumo mondiale di elettricità.[8] Un quinto dell'energia elettrica totale mondiale generata alimenta il settore dell'illuminazione; dove il 14% rappresenta lo share stimato per il settore residenziale dei Paesi EIA, ossia quelli facenti parte dell'Agenzia Internazionale per l'Energia (Australia, Austria, Belgio, Canada, Corea (Repubblica), Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Giappone, Lussemburgo, Nuova Zelanda, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Slovacchia, Spagna, Stati Uniti, Svezia, Svizzera, Turchia, Ungheria). [9] L'illuminazione europea rappresenta il 14% del consumo totale di elettricità dei 28 Paesi facenti parte dell'UE): il settore maggiormente energivoro è quello terziario (40,2%), seguito dal settore industriale (24,5%), da quello residenziale di nostro interesse per il 20,6% e in ultimo quello legato all'illuminazione esterna, nel quale rientra principalmente l'illuminazione pubblica stradale per un 14,7%. [10] (Fig. 3)

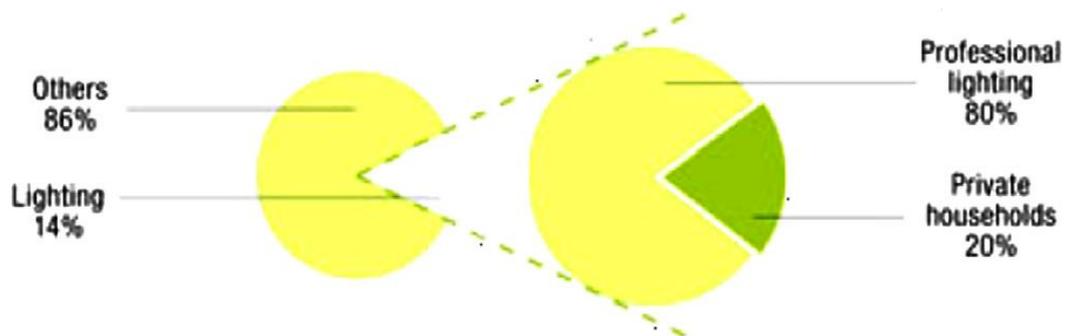


Fig.3: consumo europeo di elettricità nell'illuminazione [11]

In Europa le sorgenti luminose installate attualmente sono circa 11 miliardi di unità, valore che continua ad incrementarsi di anno in anno (Fig. 4).

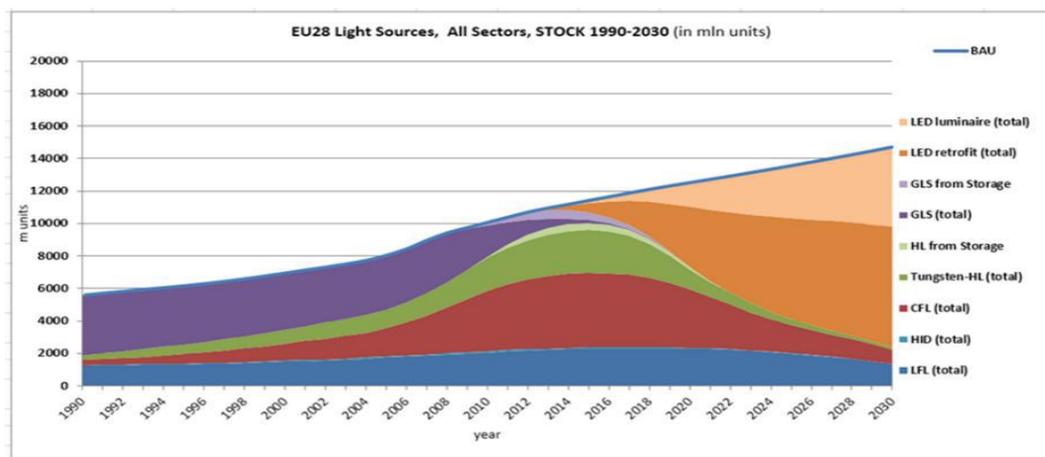


Fig. 4: lampadine installate in EU, secondo il metodo MELISA Model for European Light Sources Analysis [10]

1.3 L'EVOLUZIONE TECNOLOGICA DEL SETTORE LIGHTING

L'illuminazione consuma un significativo ammontare di risorse energetiche, proprio a causa della grande quantità di energia usata ed elevate emissioni di carbonio, l'efficienza nell'illuminazione dovrebbe essere migliorata. In molti paesi come gli Stati Uniti, la Cina e l'India la produzione di energia è ancora legata alle centrali elettriche alimentate da carbone, quindi l'uso di dispositivi che risultino essere più efficienti, ossia

a parità di luce emessa assorbono minor quantità di energia è preferibile in nome della sostenibilità ambientale.

Esattamente mille anni fa, Ibn Al-Haytham scrive quello che venne considerato “il primo trattato sull’ottica”, un ponderoso trattato che viene oggi considerato una delle pietre miliari nella storia della scienza della luce [12]; il 2015, anno da poco terminato, viene definito come “l’anno internazionale della luce e delle tecnologie basate sulla luce (IYL)”[13], ossia un periodo lungo dodici mesi voluto dalle Nazioni Unite con lo scopo di aumentare la consapevolezza globale di come le tecnologie basate sulla luce possano promuovere lo sviluppo sostenibile, in quanto forniscono risposte concrete alle sfide sull’energia, comunicazione, medicina, educazione e agricoltura. [14]

La luce, è da sempre stata la protagonista delle rivoluzioni scientifiche e tecnologiche.

Negli anni, il settore dell’illuminazione ci ha resi partecipi di una vera e propria rivoluzione tecnologica, che si può riassumere in tre momenti fondamentali che vanno dalla lampadina ad incandescenza, ai tubi fluorescenti, alle lampadine a scarica fino ad arrivare alla tecnologia LED. (Fig. 5)

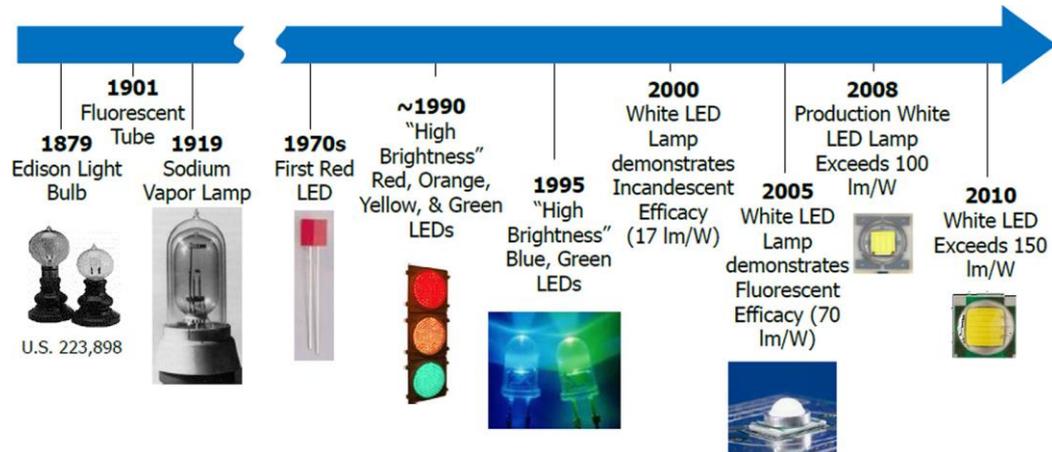


Fig. 5: l’evoluzione del settore lighting [9]

La transizione verso le attuali sorgenti luminose, presenti sia in ambito residenziale che non, (Fig. 6) è essenzialmente guidata dal rapporto esistente tra performance della sorgente luminosa rispetto alla sua efficienza, al tempo di vita e al costo della stessa apparecchiatura.

Le sorgenti luminose disponibili in ambito domestico e professionale sono:



Fig. 6: sorgenti luminose domestiche e professionali [15]

1.3.1 LA LAMPADINA DI EDISON: LAMPADINA AD INCANDESCENZA

Durante il periodo della seconda rivoluzione industriale, Thomas Edison crea il primo modello di lampadina elettrica utilizzata come fonte di illuminazione, inventata nel 1854 da Heinrich Goebel, un orologiaio tedesco immigrato in America. Questa è senza dubbio una invenzione molto importante che rivoluzionò molte cose. Il 21 ottobre 1879 si accese la prima lampadina a filamento di carbone, dopo svariati tentativi in cerca di un filamento che divenisse incandescente senza bruciare all'interno del bulbo di vetro. Negli anni successivi fin ai nostri giorni, viene introdotto l'uso del filamento in tungsteno (Fig. 7).

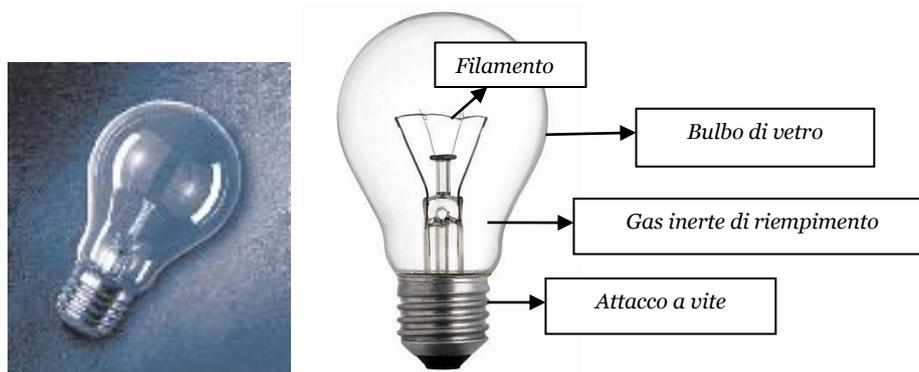


Fig.7: la lampadina ad incandescenza [15]

Le lampadine tradizionali ad incandescenza prodotte fino al 2009, erano composte di un bulbo di vetro, al cui interno vi era alloggiato un

filamento in tungsteno, metallo avente un punto di fusione elevato e tasso di evaporazione basso alle temperature alte, sorretto da due sostegni conduttori, in cui la luce era prodotta per riscaldamento dello stesso elemento metallico ad elevate temperature (2.000 – 3.000 K), attraverso il quale passava corrente elettrica: maggiore è la temperatura del stesso filamento, maggiore è l'efficienza della luminosa della sorgente stessa.

Il filamento di una lampadina ad incandescenza può essere assimilato ad un corpo nero; all'aumentare della temperatura, lo spettro di emissione del corpo nero si impoverisce delle radiazioni emesse alle lunghezze d'onda λ più elevate (giallo - rosso) e si arricchisce di piccole quote di radiazioni emesse alle λ più basse (blu - verde).

Se il filamento viene portato a temperature superiori ai 2.700 K, assume rilevanza il fenomeno di sublimazione, ossia il passaggio diretto del tungsteno dallo stato solido allo stato aeriforme, provocando due importanti effetti:

1. la sezione trasversale del filamento metallico si assottiglia fino alla rottura, con conseguente diminuzione della durata della lampada;
2. il vapore del metallo tende a condensarsi a contatto con le superfici più fredde, in particolare alle pareti interne del bulbo, con conseguente annerimento del bulbo e diminuzione dell'efficienza luminosa della sorgente.

Per rallentare questo effetto il bulbo viene riempito con gas inerte, usualmente argon e il filamento viene avvolto in una spirale molto stretta al fine di mantenere basso il valore del coefficiente di scambio termico tra filamento e gas inerte.

La luce prodotta dalla lampadina tradizionale GLS (General Lighting Service) viene generata sfruttando l'effetto Joule. Con questa tecnologia il 95% dell'energia è dissipata sotto forma di calore, risultando così molto bassa la percentuale dell'energia elettrica convertita in luce, per questo motivo è stata definita sorgente luminosa poco efficiente ed energivora.

Il bulbo in diverse forme può presentare superfici chiare, colorate, specchiate, opaline o satinare, chiuso da un attacco necessario per collegare la sorgente luminosa alla linea di alimentazione elettrica, che a differenza di altre lampade non necessita di un regolatore di corrente ballast per aggiustare il voltaggio al momento della sua accensione.

Le principali caratteristiche tecniche delle lampade incandescenti, definite come lampade omnidirezionali, ossia di sorgenti che distribuiscono la luce in ogni direzione nell'ambiente circostante e con intensità pressoché uguale, sono:

- La temperatura di funzionamento varia da 2.700 a 2.900 K;
- La quantità di luce emessa dal filamento della lampada è proporzionale alla temperatura di funzionamento;
- Sorgente di luce ha una efficienza luminosa ridotta, essa varia da 10 a 20 lm/W [16], con elevati costi d'esercizio proprio a causa dell'elevato consumo di energia elettrica;
- Elevati tassi di invecchiamento e sostituzione, dovuto ad una durata di vita media ridotta e pari circa a 1.000 ore;
- La temperatura di colore varia tra 2.750 fino a 2.850 K, producendo una luce di tonalità bianca-calda, la quale è grossolanamente simile alla luce del giorno prodotta tra l'alba e un ora dopo il tramonto;
- La resa cromatica è ottima [Ra=100];
- Il facile utilizzo, l'accensione a freddo e la riaccensione a caldo sono istantanee, non occorrono apparecchiature ausiliare per lo switch-on;
- La lampadina è poco costosa e di ridotto ingombro.

E' stata utilizzata principalmente in locali ad uso civile e in abitazioni fino alla sostituzione di sorgenti luminose.

Un'altra particolare lampada ad incandescenza è la lampadina alogena, sviluppata nel 1950 e non commercializzata prima del 1980, che differisce dalla tradizionale per alcune caratteristiche, tra cui il gas inerte di riempimento.

1.3.2 LE LAMPADE A SCARICA

Il fenomeno dell'emissione di luce da parte di una scarica è stato oggetto di studio dalla seconda metà dell'800 da scienziati, i quali riprodussero un simile fenomeno accostando due elementi metallici o barrette di grafite in aria atmosferica. Il primo esempio di questa lampada fu proposto da Antoine Henri Becquerel nel 1867.

Le lampade a scarica sono quelle sorgenti nelle quali la luce viene creata da un plasma di gas ionizzato e dove la ionizzazione è ottenuta per mezzo di una scarica elettrica attraverso il gas stesso.

Queste sorgenti luminose sono costituite da un'ampolla e/o bulbo di vetro contenente gas a pressione inferiore a quella atmosferica e di almeno due elettrodi tra cui avviene la scarica.

L'emissione luminosa è monocromatica e dipende dal tipo di gas utilizzato; si hanno i diversi tipi di lampade a scarica come evidenziato in (Fig. 6)

Le lampade appartenenti alla grande famiglia della tecnologia a scarica si suddivise in "lampade a bassa intensità" e "lampade ad alta intensità".

1.3.3 LE SORGENTI LUMINOSE DICHIARATE SOSTITUTIVE ALLA TECNOLOGIA TRADIZIONALE

Nella categoria "lampade a scarica a bassa intensità" rientrano le sorgenti luminose definite alternative a quelle tradizionali, le quali secondo i valori dei parametri che le caratterizzano, dovrebbero garantire non solo un tempo di vita lungo, ma anche un notevole risparmio energetico, sopperendo così alle esigenze di ottenere livelli di efficienza elevati definiti sostenibili per l'ambiente.

Rientrano in questa famiglia le Lampadine Fluorescenti Lineari e le Lampade Fluorescenti Compatte, anche conosciute rispettivamente con gli acronimi LFL (Fig. 8) e CFL.

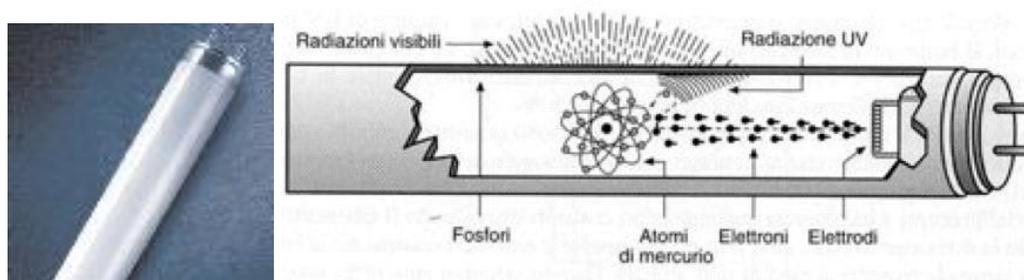


Fig. 8: lampada Fluorescente Lineare [17]

Lampade fluorescenti lineari LFL o "neon" sono lampade fluorescenti tubolari costituite da un tubo di vetro lineare, sigillato e rivestito internamente da una componente fosforica, dall'aspetto di polvere bianca, materiale fluorescente da cui prende il nome la stessa sorgente luminosa. All'interno del tubo è racchiuso un gas nobile a bassa

pressione (normalmente argon) e un certo quantitativo di mercurio liquido. La quantità di mercurio presente all'interno delle lampade è un dato variabile a seconda della tipologia di lampada, nonché del produttore della stessa. I due elettrodi, presenti all'estremità del tubo, generano un flusso di elettroni: gli elettroni, scontrandosi con gli atomi di mercurio, li eccitano provocando l'emissione di radiazione ultravioletta.

Il materiale fluorescente del rivestimento interno, a contatto con le radiazioni ultraviolette, produce l'emissione di luce visibile che in tal caso risulta essere indiretta, ovvero non emessa direttamente dal gas ionizzato.

Esse vengono comunemente denominate "lampade al neon" anche se nella realtà contengono mercurio e non neon.

La qualità della luce emessa (in termini di tonalità di colore e di resa cromatica) dipende soprattutto dalla polvere fluorescente con cui è rivestita la parte interna del tubo. I rivestimenti maggiormente utilizzati sono:

- Polveri "trifosforo", ideali in tutti quegli ambienti in cui occorre avere un alto indice di resa cromatica (superiore a 80), come ad esempio negli uffici.
- Polveri "pentafosforo", che danno altissimi valori di resa cromatica (vicini a 100), adatte nei casi in cui è indispensabile un ottimo riconoscimento dei colori (ad esempio negli ospedali).

Le LFL si caratterizzano in base al diverso diametro dei tubi, al quale corrisponde una sigla identificativa:

- T12 (diametro 38 mm), sono i vecchi tubi fluorescenti, di grandi dimensioni e ormai scarsamente utilizzati;
- T8 (diametro 26 mm), che rappresentano il "classico" tubo al neon, il più diffuso negli ambienti interni;
- T5 (diametro 16 mm), sono le fluorescenti tubolari di nuova generazione, con dimensioni ridotte e ottime prestazioni energetiche (consumano 45% e 12% in meno rispettivamente ai preesistenti T12 e T8. [18] Esse necessitano per il loro funzionamento di alimentatori elettronici e questo contribuisce alla loro elevata efficienza, consentendo risparmi molto consistenti rispetto alle T8 e alle T12.

Le principali caratteristiche tecniche delle lampade fluorescenti tubulari sono:

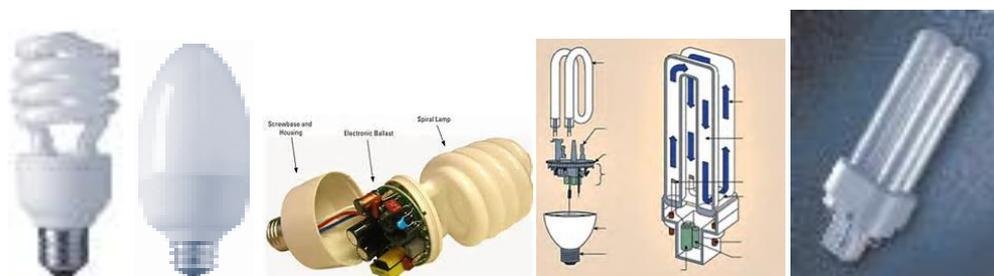
- Un elevato livello di efficienza luminosa, essa varia da 60 a 104 lm/W, ottenendo un notevole risparmio energetico nella fase di utilizzo rispetto alle GLS (mediamente del 75% rispetto alle lampade a incandescenza); l'efficienza dipenderà dalla lunghezza del tubo, dal wattaggio e dalla temperatura di colore;
- La temperatura di colore varia da 2.700 – 6.500 K, esse producono normalmente una luce più bianca e “fredda”, quindi di minore resa cromatica. Si tratta di un limite superato: negli ultimi anni sono stati sviluppati modelli di lampade con tonalità di colore più “calde”, utilizzabili nei contesti e nelle applicazioni più diverse;
- Bassa luminanza, con conseguenti annullamenti degli effetti di abbagliamento;
- La resa cromatica è pari a 70/50 - 95/98 [Ra], quindi inferiore a quella delle lampadine tradizionali e dipendente dai modelli;
- Il flusso luminoso è dipendente dalla temperatura-ambiente, dove la situazione ottimale risulta essere tra 20 e 25°C per i T8 e a 35°C per i T5. Durante il funzionamento di questa sorgente artificiale si registra una forte diminuzione della quantità di radiazione emessa; tale fenomeno noto come decadimento del flusso luminoso porta ad una variazione dell'efficienza luminosa col passare del tempo. Per le T8 e T5 che vengono utilizzate per 20000 h, il decadimento è calcolato essere pari al 5% rispetto ai lumen inizialmente prodotti da tali sorgenti. [18]
- I tempi di accensione a freddo e a caldo non sono istantanei come per le lampadine ad incandescenza ma sono rispettivamente pari a 1 - 3 sec e 1 - 2 sec;
- Vita media è pari a 7.500h – 30.000 h; essa risulta essere fortemente influenzata dal numero di accensioni e spegnimenti (più è elevata la frequenza degli switch-on/off minore sarà il tempo di vita), dalla temperatura dell'ambiente in cui viene installata: la situazione ottimale risulta essere tra 20 e 25°C;
- Necessitano di un alimentatore o di tipo elettromagnetico o elettronico, in quanto non possono essere collegate direttamente alla rete elettrica. Esso è costituito di un reattore e starter e la loro fondamentale funzione

è quella di innescare la scarica iniziale aggiustando il voltaggio e di limitare la corrente nel tubo. L'alimentatore assorbirà una importante quantità di energia per il suo funzionamento.

- La lampadina è una sorgente costosa, a parità di luce emessa essa ha un costo doppio rispetto alla versione compatta e alle lampadine alogene;

I costi legati allo smaltimento e trattamento sono maggiori in quanto considerate rifiuti pericolosi a causa delle sostanze contenute all'interno da trattare opportunamente per la salvaguardia della salute dell'ambiente e dell'uomo.

Le sorgenti fluorescenti tubulari sono ampiamente utilizzate nell'ambito dell'illuminazione degli interni, uffici, aule scolastiche, camere ospedaliere, ecc..



*Fig. 9
CFL_i a
spirale*

*Fig. 9 CFL_i a
candela*

*Fig. 9 Componenti di una
CFL_i a spirale [19]*

*Fig.10 CFL_{ni} a
tubi scoperti*

Le Lampadine Fluorescenti Compatte CFL, o “a risparmio energetico”, appartengono alla tecnologia delle lampade a scarica e rappresentano una versione in miniatura delle fluorescenti tubolari, con cui condividono il medesimo principio di funzionamento, ma diversamente dalla versioni tubolari, le fluorescenti compatte hanno dimensioni più contenute e sono formate da uno o più tubi corti e ricurvi. Anch'essa come i tubi “al neon” sono definite come l'alternativa all'illuminazione tradizionale ad incandescenza.

La loro produzione è stata resa possibile grazie allo sviluppo della componente fosforica arricchita di terre rare verso la fine degli anni '70, mentre la loro commercializzazione risale ai primi anni '80 e consisteva di due modelli: il modello di lampada con regolatore di corrente integrato, anche nota con l'acronimo CFL_i (Fig. 9), previsto per la sostituzione diretta delle lampadine tradizionali ad incandescenza adattandosi agli apparecchi

di illuminazione preesistenti e l'altro modello senza ballast incorporato all'interno ma è all'esterno, la CFL_{ni} (Fig. 10) più adatta ai settori commerciali come alternativa all'illuminazione presente negli impianti. L'alimentatore esterno ha il principale vantaggio di poter essere riutilizzato al termine del ciclo di vita della lampada.

Le lampade fluorescenti compatte sono costituite di 2, 4 o 6 tubi fluorescenti che sono posizionati su una base collegata al regolatore di corrente se sono integrati, oppure sono tubi plug-in per le sorgenti non integrate. Le CFL hanno attacchi a vite (E 27 ed E 14) oppure a baionetta di diversi diametri, quindi adattabili facilmente ad una grande varietà di sistemi di illuminazione compresi quelli di nuova generazione. Esse sono tra le più comuni tecnologie di illuminazione efficiente, diffuse soprattutto in ambito domestico.

Il funzionamento delle fluocompatte è il medesimo di quello dei tubi fluorescenti, come spiegato precedentemente mentre i parametri che caratterizzano hanno valori diversi:

- Il livello di efficienza luminosa varia da 50 a 70 lm/W[18], inferiore rispetto al modello tubulare;
- La temperatura di colore varia da 2.700 – 6.500 K come per i tubi;
- La resa cromatica è fortemente dipendente dalla componente fluorescente, le CFL contenenti componente trifosforica ha una resa cromatica che varia tra 82 - 85 [Ra], mentre quelle che contengono un rivestimento multi-fosforico raggiungono rese cromatiche più elevate di 85, ma comunque sempre inferiori a quella della lampadina ad incandescenza). [18] Il decadimento del flusso luminoso per una CFL con un tempo di vita pari a 10000 h è calcolato non essere oltre il 20% della luce emessa inizialmente.
- Vita media è pari a 8.000 h – 10.000 h [18]; come per i tubi fluorescenti la frequenza delle accensioni e spegnimenti possono andare a ridurre questi valori, in quanto queste due semplici operazioni comporteranno, ogni volta, un consumo degli elettrodi e del rivestimento interno che porteranno alla rottura della lampadina stessa;

Appartenendo alla categoria delle lampade a scarica, necessitano di un alimentatore solo di tipo elettronico, e non elettromagnetico in quanto

troppo pesante per la tipologia di sorgente luminosa a differenza dei tubi fluorescenti; in un ballast elettronico il peso può essere variato cambiando la frequenza del sistema da 50 Hz a 50 kHz tramite l'utilizzo di circuiti elettronici; i circuiti elettronici delle CFL è una delle più importanti sorgenti di generazione armonica e di interferenze elettromagnetiche nel sistema di alimentazione. [18]

La lampadina è una sorgente costosa, ma nella fase d'uso è considerata una sorgente più efficiente rispetto alla tradizionale: le CFL infatti consumano meno energia, esse sono 75% più efficienti rispetto alle GLS, ciò significa che esse consumano da 1/4 a 1/5 di energia per produrre la medesima quantità di luce). [18].

Le CFL, come pure i tubi fluorescenti, soffrono del problema riguardante i materiali tossici di cui sono costituite; a causa della presenza di mercurio al loro interno, esse vengono definite come sorgenti luminose pericolose e quindi dovranno essere maneggiate con cura e trattate adeguatamente. Il contenuto di mercurio nelle CFL varia da 4 - 5 mg, che è 1/100 di quello contenuto in un termometro. Considerando questa quantità di mercurio e moltiplicandola per le quantità di CFL esauste che devono essere gettate, risulta necessario lo sviluppo di un sistema che possa evitare il rilascio non captato di quantità importanti di questo mercurio responsabile del bioaccumulo in caso si disperda in acqua rientrando così nelle catene alimentari.[18] Gioca un ruolo essenziale la corretta raccolta, la gestione del rifiuto e il trattamento con elevati tassi di riciclaggio.

L'utilizzo delle fluorescenti compatte è particolarmente conveniente per gli ambienti interni. Esse si collocano nello stesso mercato delle sorgenti ad incandescenza: l'elevata miniaturizzazione, la tonalità bianca - calda e la buona resa cromatica, le rendono adatte per l'illuminazione di locali ad uso civile, in ambienti in cui luce rimane accesa per diverse ore al giorno e in maniera quanto più continuata.



Fig.11 lampade LED. [20]



Fig 12 lampade LED integrate con attacchi a vite E2 e E14 (Philips). [20]

Un nuovo modo di generare la luce, senza la presenza di filamenti, mercurio, gas o miscele di gas a diverse pressioni, sviluppati per la prima volta nel 1962 da Nik Holonyak Jr è rappresentato dall'utilizzo di un diodo ad emissione luminosa che viene identificato con l'acronimo LED (Light Emitting Diode). (Fig. 11, Fig. 12)

L'avvento della tecnologia LED ha comportato una profonda e diffusa trasformazione del settore lighting, includendo non solo l'illuminazione di ambienti interni ma anche di quelli esterni. La nuova generazione dei diodi luminosi sta gradualmente subentrando alle sorgenti luminose convenzionali, a filamento incandescente e a scarica, in tutti i possibili ambiti della progettazione illuminotecnica.

Recenti studi [21] prevedono che nel 2016 la penetrazione dei LED nel mercato del general lighting arriverà al 43%, per raggiungere il 74% dello share entro il 2030, con un risultante risparmio energetico pari al 46% secondo il Dipartimento per l'energia americano. [22].

Nel 2012, a livello mondiale, gli impianti a tecnologia LED coprivano già circa il 7% di tutto il mercato. [23]

Nonostante la tecnologia LED si sia sviluppata più di 40 anni fa, il loro utilizzo si è incrementato principalmente negli ultimi 10 - 15 anni: i primi erano disponibili solo nel colore rosso e venivano usati come indicatori nei circuiti elettronici e nei display a sette segmenti; si sono poi sviluppati negli anni '90 LED capaci di ottenere colori diversi quali verde, giallo e arancio, fino ad arrivare alla realizzazione del LED a luce blu, grazie al quale fu possibile sviluppare dispositivi che integrando i tre LED, uno rosso, uno verde e un blu potevano produrre qualsiasi combinazione cromatica.

Essi hanno la possibilità di generare luce di vari colori non solo in base alla loro costruzione ma anche dai loro valori di tensione e di corrente di alimentazione.

L'installazione dei LED, come per le lampade considerate alternative alla vecchia lampadina ad incandescenza è influenzato non solo dalle condizioni di alimentazione ma anche quelle del contorno; essi emettono una luce fredda, non nel senso della tonalità di colore (che può essere sia "calda" che "fredda") ma del calore emesso. Questo è indicativo della loro elevata efficienza, poiché dimostra che l'energia spesa si converte quasi

interamente in luce utile invece di trasformarsi in calore; essi hanno un livello di efficienza pari al 75% come per le CFL.

Come per le sorgenti fluorescenti, i LED sono soggetti alle regole di trattamento, recupero e smaltimento adoperati per la gestione delle Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche, essendo considerati anch'essi rifiuti pericolosi.

È difficile prevedere oggi che cosa cambierà nell'illuminazione di ambienti interni ed esterni quando i LED troveranno maggiore diffusione e miglioreranno ulteriormente le loro caratteristiche tecniche e funzionali. Considerando gli ingombri minimi e l'aggregazione modulare in infinite composizioni, si è indotti a immaginare nuove forme di integrazione tra la fonte luminosa e gli elementi costruttivi o di arredo, aprendo nuovi orizzonti all'industrial design.

CAPITOLO 2

DA AEE A RAEE: CLASSIFICAZIONE E GESTIONE

*“CaRIssimo ambiente,
quando RICicliamo, RIsparmiamo, RIspettiamo, RIpensiamo,
RICarichiamo, RIordiniamo, RISaniamo, Ricordiamo, RIusiamo,
RIDuciamo, Ricerchiamo, RIusciamo a RISognarti RInnovato e RIPulito e
allora, finalmente, RIDiamo!”*

Scuola Anna Frank (TV) Classe 4[^] e 5[^]

2.1 LE APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

Diverse sono state le Direttive emanate dall'UE fino ai nostri giorni nelle quali il problema ambientale, inteso anche come corretta gestione dei rifiuti, veniva maggiormente preso in considerazione.

La nuova Direttiva europea 2012/19/UE, recepita nell'ordinamento nazionale mediante Decreto Legislativo 14 marzo 2014, n.49, confermando le finalità della precedente Direttiva 2002/96/CE, è fondamentale diretta a prevenire la formazione dei RAEE, ossia di rifiuti derivanti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche e a incrementare il quantitativo delle stesse apparecchiature reimpiegate, riciclate o, nel caso in cui il recupero non sia possibile, smaltite con modalità tali da ridurre al minimo gli effetti negativi sull'ambiente.

La limitazione degli impatti ambientali causati dai rifiuti tecnologici è infatti, una sfida importante, tutt'altro che facile con la quale i produttori, gli importatori e i distributori di AEE sono tenute a confrontarsi.

Prima di spiegare nel dettaglio quello che è il sistema RAEE in Italia, è necessario un esame preliminare della nozione di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche, le cosiddette AEE, legalmente individuate come

“le apparecchiature che dipendono, per un corretto funzionamento, da correnti elettriche o campi elettromagnetici e le apparecchiature di generazione, trasferimento e misura di queste correnti e campi e

progettate per essere usate con una tensione non superiore a 1000 Volt per la corrente alternata e a 1500 Volt per la corrente continua”.

Esse si possono identificare fino al 14 agosto 2018 principalmente in 10 categorie come riportate nell'allegato I del DLgs 49/2014, che poi verranno raggruppate in 6 macro categorie presenti nell'allegato III (e meglio specificate nell'allegato IV), ossia: le apparecchiature per lo scambio di temperatura, gli schermi, monitor ed apparecchiature dotate di sistemi di superficie superiore a 100 cm², **le lampade**, le apparecchiature di grandi e di piccole dimensioni (rispettivamente con dimensione-esterna superiore e inferiore a 50 cm) ed infine le piccole apparecchiature informatiche e per telecomunicazioni.

2.2 I RIFIUTI DERIVANTI DA APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE (RAEE)

Con la continua espansione del mercato e l'accorciarsi dei cicli di innovazione, le AEE vengono sostituite sempre più rapidamente contribuendo ad accrescere maggiormente il flusso di queste tipologie di rifiuti, meglio note con l'acronimo RAEE (in inglese WEEE, ossia Waste of Electric and Electronic Equipments).

I RAEE costituiscono una piccola parte del complesso dei rifiuti, ma sono tra i più inquinanti e pericolosi, a causa della presenza di sostanze tossiche (CFC, HCFC, cadmio, mercurio, piombo, ftalati, etc.) che ne rendono inopportuno lo smaltimento in discarica o tramite inceneritori per il conseguente impatto ambientale (inquinamento del suolo, dell'aria e dell'acqua, con ripercussioni sulla salute umana). A fine vita i RAEE necessitano quindi di una raccolta e un trattamento separato, sia per recuperare e reimpiegare nei processi produttivi i materiali riciclabili (metalli, plastiche, vetro, ecc.), che per smaltire in modo sicuro le componenti inquinanti.

Essi rientrano nelle definizioni non solo delle Direttive europee ma sono presenti anche nella legislazione nazionale, la quale li riconosce all'art 4 comma 1 lettera d) del DLgs 49/2014, come:

“le apparecchiature elettriche ed elettroniche che sono rifiuti ai sensi dell'articolo 18, comma 1, lettera a) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, inclusi tutti i componenti, sottoinsiemi e materiali di consumo che sono parte integrante del prodotto al momento in cui il detentore si disfi, abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsene”.

Nei RAEE, come più in generale in tutto il sistema rifiuti, viene innanzitutto stabilita una distinzione in base alla provenienza del rifiuto, sulla base dell'utilizzo che è stato fatto del prodotto e dell'identificazione del soggetto che intende disfarsene.

Il legislatore italiano ha disciplinato la responsabilità in ordine alla loro corretta gestione in modo diverso sia in base alla loro provenienza, ovvero sia alla tipologia del detentore finale (RAEE domestico e professionale) al momento della loro immissione sul mercato, (RAEE storici e nuovi) e infine secondo un "criterio di analogia".

2.2.1 I RAGGRUPPAMENTI DEI RAEE DOMESTICI

I RAEE domestici conferiti presso i Centri di Raccolta o CdR, ex isole ecologiche, che a norma possono essere pubblici o privati, vengono raccolti separatamente in base a diversi Raggruppamenti definiti dall'allegato I del DM 185/2007; in esso il legislatore accorpa le 10 categorie presenti nel DLgs 49/2014 in 5 Raggruppamenti (Fig. 13), in base ai quali vengono calcolate le quote di raccolta di competenza di ciascun produttore:



Fig. 13: i cinque Raggruppamenti RAEE [19]

Il Raggruppamento oggetto della mia ricerca è l'R5, nel quale rientrano non solo i tubi fluorescenti e lampade fluorescenti compatte, ma anche lampade a scarica ad alta intensità, comprese lampade a vapori di sodio ad alta pressione e lampade ad alogenuri metallici, lampade a vapori di sodio a bassa pressione ed infine lampade a LED.

2.2.2 GLI ATTORI DEL SISTEMA RAEE IN ITALIA

La gestione dei rifiuti in Italia costituisce un'attività di pubblico interesse, nella quale si cerca di assicurare un elevato grado di protezione dell'ambiente e controlli efficaci, tenendo conto della specificità dei rifiuti

pericolosi. Essa avviene nel rispetto di una gerarchia che stabilisce un ordine di priorità di ciò che costituisce la migliore opzione ambientale effettuata conformemente ai principi di precauzione, prevenzione, sostenibilità, proporzionalità, responsabilizzazione e cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo da cui si originano i rifiuti.

Il modello organizzativo dell'intero sistema RAEE si basa sull'applicazione del principio innovativo della responsabilità estesa e condivisa (Fig. 14).

L'attuale sistema nazionale di gestione, non è altro che il risultato dei cambiamenti intercorsi tra il 2008, anno in cui il sistema RAEE in Italia è stato avviato, ad oggi nel quale vengono recepiti i principi espressi dal legislatore europeo nella Direttiva 2012/19/UE.

Le suddette modifiche hanno impattato considerevolmente sull'attuale assetto gestionale, pur mantenendo i capisaldi che hanno consentito al sistema di crescere e svilupparsi negli anni.

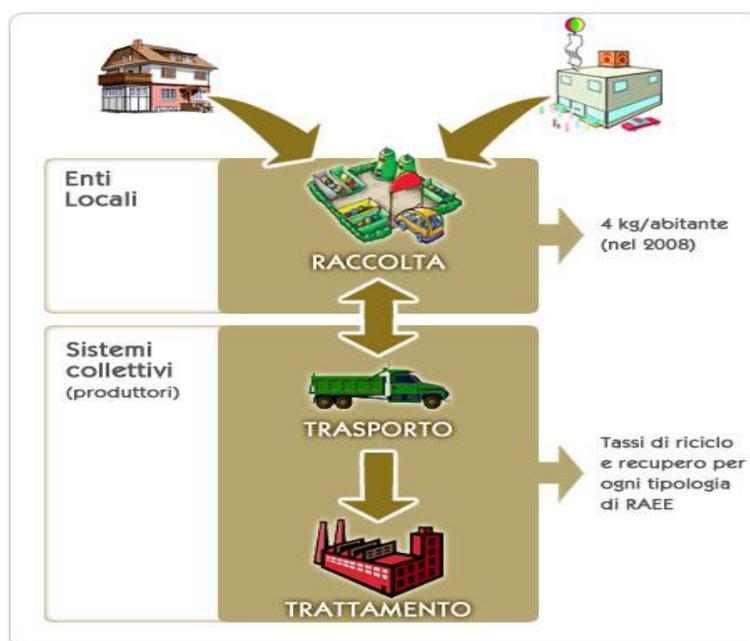


Fig. 14: il sistema RAEE [24]

Il "mondo dei RAEE" ha inizio nel momento in cui le Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche vengono prodotte e poi consumate; da questo istante l'intera gestione del fine vita dell'AEE prende il via.

Il legislatore europeo stabilisce che già al momento della loro produzione, **il produttore e/o importatori di AEE** devono avviare tutte le

procedure necessarie affinché i loro prodotti siano correttamente gestiti. Una progettazione che crei prodotti ecocompatibili ma senza limitare la loro efficienza e facili da riciclare, è il primo passo per poter assicurare la quasi totalità del riciclo dell'apparecchiatura e dei suoi componenti.

Ai produttori vengono imposti degli obiettivi minimi di recupero e di riciclaggio delle apparecchiature che immettono sul mercato, in modo scaglionato nel tempo e che vanno progressivamente ad incrementarsi man mano che ci si sposta lungo la linea temporale.

Per far ciò essi dovranno sostenere gli oneri relativi non solo al trattamento, recupero e smaltimento ambientalmente compatibile dell'immesso al mercato che avverrà in maniera proporzionale in base alle AEE prodotte, ma anche a quelli legati alle operazioni di ritiro, di trasporto dai centri di raccolta per i RAEE domestici e dalle sedi dei produttori di RAEE professionali tramite l'adesione a sistemi individuali o collettivi, di gestione operanti in maniera uniforme su tutto il territorio nazionale.

Attraverso questi sistemi di gestione, opportunamente finanziati dagli stessi produttori, vengono ad essere effettuate tutte le operazioni necessarie ad assicurare la corretta gestione dei RAEE a valle dei CdR, garantendo in questo modo il raggiungimento degli obiettivi di reimpiego, recupero e riciclaggio a monte.

Il finanziamento del sistema di gestione RAEE viene garantito dalla sottoscrizione da parte dei produttori ad un Registro Nazionale, istituito per la raccolta e la tenuta di informazioni necessarie a verificare il rispetto della norma sui RAEE e sul loro corretto trattamento, oltre che a definire le loro quote di mercato.

I Produttori di AEE adempiono ai propri obblighi di cui al DLgs 49/2014, in forma individuale o mediante Sistemi Collettivi.

I Sistemi Collettivi (SC) hanno il compito primario di gestire il trasporto, il trattamento ed il recupero dei RAEE su tutto il territorio nazionale. Quelli attualmente attivi in Italia nel settore dei RAEE domestici sono 17 alcuni dei quali specializzati su singoli Raggruppamenti, altri invece si occupano di gestire trasversalmente più categorie di apparecchiature, noti come Sistemi Collettivi multifiliera.

Entrambi sono soggetti organizzati in forma consortile, aventi personalità giuridica di diritto privato, senza finalità di lucro che operano in libera

concorrenza, sotto la supervisione del CdC RAEE e vigilati dal MATTM.

I produttori possono scegliere di aderire al Sistema Collettivo più efficiente; a tali sistemi possono inoltre aderire anche i distributori, i raccoglitori, i trasportatori ed i recuperatori previo un accordo con i produttori delle AEE stesse.

Quindi il compito dei Sistemi Collettivi sul territorio nazionale in nome dei produttori loro associati, partirà dal ritiro dei RAEE dai CdR comunali e dai Luoghi di Raggruppamento (LdR), dove il cittadino ed i distributori di AEE conferiranno l'apparecchiatura a fine vita, seguendo poi un percorso che li conduce fino all'impianto di trattamento qualificati che operano nel pieno rispetto delle normative ambientali, massimizzando il recupero ed il riciclo dei materiali.

Questi impianti di trattamento possono essere di proprietà dei Sistemi Collettivi oppure possono operare da semplici intermediari, ricorrendo a impianti di proprietà di terzi.

I Sistemi Collettivi presenti sul territorio che sono iscritti attualmente al Registro Nazionale sono così rappresentati (Fig. 15) :



Fig. 15: i 17 Sistemi Collettivi [19]

La raccolta dei RAEE derivanti dai nuclei domestici e dalla distribuzione assieme a quelli derivanti da nuclei professionali assimilabili ai RAEE domestici, vengono raggruppati presso i Centri di Raccolta comunali secondo un raggruppamento differenziato, delle diverse tipologie di RAEE.

Agli **Enti Locali** è affidata non solo la responsabilità della gestione dei CdR, ma essi devono anche curare le “relazioni” con i cittadini.

Snodo fondamentale del processo di gestione, “nato” in Italia con il DLgs 151/2005 e rimodellato dal DLgs 49/2014 è il Centro di Raccolta, ove tutti gli attori del sistema si incontrano e dove la responsabilità tecnica e finanziaria della fase di gestione dei RAEE in capo ai Comuni o loro soggetti delegati termina, dando inizio a quella dei produttori di AEE tramite l’operato dei Sistemi Collettivi.

A vigilare sulla trasparenza, correttezza, efficienza ed efficacia dell’intero sistema per la gestione di questa tipologia di rifiuti, il legislatore italiano stabilisce una serie di organismi di indirizzo e controllo:

Registro Nazionale dei Produttori (istituito presso il MATTM, gestito e aggiornato dal Comitato di vigilanza e controllo con supporto di ISPRA), costituisce il censimento degli operatori economici che rispondendo alla definizione di “produttore, sono tenuti a garantire il finanziamento della raccolta e del recupero dei RAEE, essenzialmente con lo scopo di definire le quote di mercato necessarie ad assicurare la ripartizione della gestione dei RAEE storici domestici tra le imprese produttrici ed i Sistemi Collettivi. Sono tenute all’iscrizione anche le imprese che esportano AEE ed i rivenditori.

Comitato di vigilanza e controllo (Cvc) (istituito presso il MATTM), ha il compito di predisporre ed aggiornare il Registro, raccoglie esclusivamente in formato elettronico i dati relativi ai prodotti immessi sul mercato, alle garanzie finanziarie che i produttori sono tenuti a comunicare al Registro Nazionale ed elabora anche gli obiettivi di recupero. Esso ha la funzione principale di vigilare sul buon funzionamento del sistema anche tramite ispezioni.

Comitato di Indirizzo, svolge il compito di supporto del Comitato di vigilanza e controllo; in particolare esso monitora l’operatività, la funzionalità logistica e l’economicità del sistema di gestione RAEE, inoltrando al Cvc le proprie valutazioni e le proprie proposte di miglioramento; inoltre trasmette annualmente al MATTM una relazione sull’andamento del sistema di raccolta, recupero e riciclaggio dei RAEE.

Centro di Coordinamento RAEE (CdC RAEE), disciplinato dal DM 185/07, è l’organo costituito, finanziato e amministrato dai Sistemi

Collettivi, incaricati dai produttori di AEE nella gestione dei fine vita dei loro prodotti e supervisionato dal Cvc. Dal punto di vista giuridico esso è un consorzio di natura privata il cui statuto è approvato dal MATTM, che ha un ruolo di centralità nel sistema RAEE definito dall'art. 33 del DLgs 49/2014; il suo compito primario è quello di garantire che tutto il Paese venga servito e che tutti i Sistemi Collettivi lavorino con modalità ed in condizioni operative omogenee, evitando così che si concentrino solo su aree geografiche "comode".

Esso stabilisce come devono essere suddivisi i CdR RAEE e i Luoghi di Raggruppamento, ossia luoghi nei quali gli operatori della distribuzione raggruppano i RAEE ritirati; collocati presso il loro punto vendita o in un altro luogo avente determinati requisiti, presenti nel territorio nazionale tra i Sistemi Collettivi che si occuperanno del loro ritiro.

Il CdC RAEE monitora i flussi secondo le modalità d'intesa definite da ISPRA e Cvc, così da consentire la predisposizione della redazione annuale.

Al CdC RAEE possono partecipare i sistemi individuali di gestione dei RAEE provenienti dai nuclei domestici, nonché i sistemi individuali e collettivi di gestione dei RAEE professionali, che non hanno l'obbligo di iscrizione allo stesso.

Il Centro di Coordinamento RAEE raccoglie richieste di ritiro dai CdR provenienti da tutto il territorio italiano, sia tramite un sistema informatico che telefonico, provvedendo poi a smistarle tempestivamente ai Sistemi Collettivi competenti. Inoltre attraverso il numero verde messo a disposizione dal Centro stesso vengono date indicazioni ai cittadini e ai negozianti riguardanti gli indirizzi dei CdR più vicini a cui potersi presentare.

Il CdC ha accreditato le aziende di trattamento che riciclano e recuperano i RAEE per conto dei sistemi collettivi. L'accreditamento è un processo di selezione cui possono esclusivamente pervenire le aziende che sono in grado di garantire il rispetto del capitolato tecnico di trattamento che il CdC RAEE ha stabilito, assieme alle organizzazioni rappresentanti le aziende di trattamento. Queste aziende devono quindi rispettare elevati standard ambientali e di sicurezza lungo tutta la filiera di trattamento dei RAEE.

Quindi ricapitolando nello svolgimento del suo ruolo principale nel sistema RAEE, il CdC RAEE si relaziona con cinque soggetti (Fig. 16):

- gli organismi istituzionali preposti al controllo e monitoraggio;
- i sistemi collettivi;
- i Centri di Raccolta;
- i distributori;
- i recuperatori.

I distributori coinvolti, oltre ad avere uno spazio fisico all'interno del quale vendono apparecchiature, sono anche coloro che effettuano televendite e vendite elettroniche. Essi devono iscriversi all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali per le attività di raccolta e trasporto di RAEE domestici, inoltre sono tenuti in ragione dell' "uno contro uno" a ritirare e gestire l'AEE consegnata dall'utente che decide di acquistarne una nuova, equivalente per funzioni e "dell'uno contro zero" secondo le nuove disposizioni, solo per la distribuzione aventi negozi con superficie di vendita di almeno 400 mq ed in caso si tratti di RAEE domestiche di piccole dimensioni.

L'obbligo del ritiro gratuito in ragione dell'uno contro uno è valido anche per i RAEE professionali con la sola differenza che solo per questi ultimi, è strettamente necessario che il produttore dia formale mandato ai propri distributori di procedere al ritiro e di conferirli in un determinato impianto di trattamento RAEE. La distribuzione è inoltre obbligata a registrarsi presso il Centro di Coordinamento RAEE per fornire le informazioni sull'azienda necessarie all'efficiente conferimento dei RAEE presso i Centri di Raccolta, che dovrà avvenire dopo il raggiungimento di un certo quantitativo e nelle tempistiche definite dal legislatore italiano.

I trasportatori, ossia operatori logistici autorizzati al trasporto dei codici CER assegnati ai RAEE anch'essi obbligati all'iscrizione all'Albo dei Gestori Ambientali, in ogni viaggio sono tenuti a rispettare la salvaguardia dell'integrità dei rifiuti, che non dovranno subire disassemblaggio, sottrazione di componenti ed inoltre dovranno rispettare dei percorsi prestabiliti.

Gli installatori e i Centri di Assistenza Tecnica (Cat), sono soggetti responsabili del trasporto e dello stoccaggio dei RAEE raccolti separatamente, i quali assicurano che dette operazioni siano eseguite in maniera da ottimizzare il reimpiego e il riciclaggio delle apparecchiature o dei relativi componenti che possono essere reimpiegati o riciclati,

garantendo l'integrità degli stessi RAEE al fine di consentirne la messa in sicurezza.

I Centri di Raccolta Privata (CrP) e i Grandi utilizzatori, ossia soggetti pubblici o privati (aeroporti, ospedali, aziende, ecc.) che producono quantitativi significativi di R4 e R5, sono altre realtà consolidate nel corso del 2015 che hanno consentito di aumentare la raccolta di RAEE.

Infine rientrano tra i soggetti facenti parte della filiera RAEE anche gli impianti di trattamento, luoghi adibiti al recupero e al riciclo dei RAEE secondo un trattamento adeguato in base alle specifiche caratteristiche del rifiuto. I titolari degli impianti dovranno annotare su apposita sezione del registro il peso dei RAEE, i loro componenti, i materiali e le sostanze in entrata (input) e il peso dei RAEE, i loro componenti, i materiali e le sostanze, ovvero il peso dei prodotti e dei materiali effettivamente recuperati in uscita (output) dagli impianti.

Anche gli impianti di trattamento sono sottoposti ad ispezioni e monitoraggi delle autorità competenti che ne verificano il corretto lavoro. Essi sono inoltre obbligati all'iscrizione presso il registro predisposto da CdC RAEE e la loro mancata registrazione comporterà l'applicazione di una sanzione amministrativa pecuniaria e in alcuni casi la revoca dell'autorizzazione.

All'interno del sistema RAEE rientra l'Istituto Superiore per la Protezione e la ricerca Ambientale (ISPRA), il quale ricopre specifiche cariche.

In particolare esso assicura il monitoraggio degli obiettivi di reimpiego, recupero e riciclaggio per le diverse categorie di RAEE, trasmettendo ogni anno al MATTM una relazione sui dati relativi ai RAEE trattati ed ai materiali avviati a recupero sulla base dei dati del Modello Unico di Dichiarazione ambientale (MUD), comunicati dai produttori e dagli impianti di trattamento.

L'ISPRA poi definisce con il CdC RAEE e il Cvc le modalità per il monitoraggio dei flussi smistati ai Sistemi Collettivi, distinti per categorie. Inoltre assiste il Cvc nell'espletamento delle sue funzioni, tramite compiti di segreteria.

E' stato costituito nell'ottobre 2004, per volontà delle principali aziende del comparto dell'illuminotecnica nazionale ed internazionale operanti nel mercato italiano.

I Soci fondatori sono i grandi produttori del settore: *General Electric, Osram, Philips, Leuci, Filometallica, Havells Sylvaniae*; i produttori di apparecchi di illuminazione aderenti ad Ecolamp sono complessivamente circa 150. Tutte le aziende consorziate sono accumulate dall'obiettivo fondamentale di salvaguardare l'ambiente evitando dispersione di sostanze inquinanti, cercando soluzioni tecnologicamente innovative, economicamente sostenibili e operativamente efficaci, per l'impostazione e la gestione di un corretto sistema di raccolta e trattamento di rifiuti di apparecchiature di illuminazione.

In Italia sono presenti 13 Sistemi Collettivi che si occupano del Raggruppamento delle sorgenti luminose esauste (R5), dove Ecolamp rappresenta il Sistema di riferimento, con il 55,5 % delle quote assegnate nella gestione di questa tipologia di RAEE. [26] (Fig. 18)

Quota dei sistemi collettivi nel R5

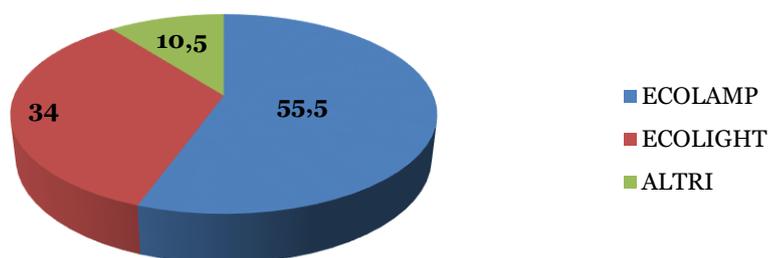


Fig. 18: quote assegnate ai due principali Sistemi collettivi [26]

L'attività di Ecolamp a partire dal 2008, anno di inizio della sua attività, ha sempre avuto un trend in crescita: il 2015 segna l'anno in cui il consorzio raggiunge le 10.000 tonnellate raccolte dall'inizio della sua attività.

Nel 2015, l'Italia ha registrato oltre 2.680 tonnellate di lampadine avviate a corretto trattamento, di cui 2.152 tonnellate raccolte da Ecolamp (con un incremento del 4% rispetto al valore del raccolto dal consorzio nel 2014), ossia poco più dell'80% del peso degli R5 complessivamente gestiti. [28] Già nel primo semestre del 2016 il consorzio ha raggiunto le 900 tonnellate di lampadine esauste captate, [29] arrivando poi a circa 1.590 tonnellate a fine novembre di quest'anno.[27]

A livello Europeo, il nostro Paese ha qualche criticità sul tasso di raccolta rispetto alle Nazioni a noi più vicine (in termini di popolazione) come

Francia, Germania e Inghilterra; comparando la raccolta pro-capite calcolata al 31 dicembre 2014, l'Italia risulta essere notevolmente al di sotto della media degli altri 3 Paesi. Inoltre rispetto al target europeo fissato per il 2016 (il 45% di AEE immesse nei 3 anni precedenti) con il 34,98% l'Italia è ancora lontana dall'obiettivo.

Queste quantità di rifiuti pericolosi captati dalla filiera RAEE, se non venissero raccolti e trattati opportunamente, finirebbero per riempire le discariche insieme ad altri rifiuti solidi urbani.

Per la gestione di simili quantitativi, Ecolamp perciò si è dotato di uno specifico modello logistico e di trattamento, collaborando con diversi soggetti ognuno dei quali ha una specifica mansione all'interno dell'intero sistema RAEE.(Fig. 19)



Fig. 19: il sistema di raccolta previsto dalla normativa [30]

Il Consorzio dal 2008 mette a disposizione servizi, che prima erano a carico ai soli Enti Locali, riguardanti il ritiro dai CdR dei rifiuti di apparecchiature di illuminazione prodotte sia da utenze domestiche (consumatori), che da operatori professionali (elettricisti/ installatori), per poi avviarli al processo di riciclo, tramite accordi con aziende qualificate nel settore della logistica e del trattamento.

Operando capillarmente su tutto il territorio nazionale Ecolamp interagisce con i CdR censiti dal CdC RAEE, fornendo loro in comodato gratuito, i contenitori o Unità di Carico (UdC) di proprietà del Consorzio appositamente progettati per il conferimento, con un format conforme agli standard europei (Fig. 20). Le UdC, identificate da codici a barre per gestire la tracciabilità dei quantitativi raccolti, sono stati studiati con misure standard, insieme ad un sistema di ganci, per garantire la facilità di

movimentazione, riducendo in questo modo anche i tempi e i costi impiegati dagli addetti ai lavori. Le due tipologie sono:



Fig. 20: contenitore per il conferimento di Lampade lineari: 80 x 200 x 120 [27]



Fig. 20: contenitore per il conferimento di lampade compatte di varie forme: 80 x 80 x 120 [27]

Grazie alla collaborazione con i trasportatori, esso si occupa sia del trasporto delle sorgenti esauste raccolte presso i CdR comunali verso centri di stoccaggio intermedi, che del loro successivo trasferimento presso gli impianti di trattamento e riciclo, tramite mezzi di gran capacità dopo aver ottenuto un carico ottimizzato; Ecolamp collabora con più di una decina di impianti per il trattamento presenti nel territorio nazionale.

I consumatori possono inoltre restituire le lampade esauste anche presso i punti vendita della distribuzione sia **in rapporto di uno contro uno** (al momento dell'acquisto di un prodotto nuovo equivalente), che **in rapporto di uno contro zero**, (senza perciò alcun obbligo d'acquisto, in caso di RAEE di dimensioni inferiori ai 25 centimetri e nei punti vendita di dimensioni maggiori di 400 mq). Da qui è nata l'esigenza di implementare ai sistemi di captazione tradizionali delle sorgenti luminose esauste, anche canali per la raccolta e il trattamento pensati appositamente per i professionisti che operano nel settore illuminotecnico. I due servizi a supporto della raccolta differenziata lanciati nel 2009 sono:

ExtraLamp, è il servizio gratuito di ritiro a domicilio, effettuato dai propri operatori presso le sedi degli installatori con quantitativi superiori a 150 kg di sorgenti luminose esauste; il tutto avviene tramite la fornitura a titolo gratuito, di imballaggi di cartone ad hoc per confezionare sia le lampade compatte che i tubi fluorescenti lineari che verranno poi avviate al trattamento. Previa richiesta di ritiro da parte del professionista, la quale potrà avvenire solo una volta al mese, sarà il consorzio ad inoltrare la richiesta all'operatore locale, il quale entro 20 giorni lavorativi effettuerà il ritiro dei bancali di sorgenti luminose esauste confezionate dall'installatore

stesso. I rifiuti ritirati saranno di norma stoccati presso un deposito autorizzato e successivamente destinati all'impianto di trattamento.

Collection Point, è la rete dei CdR convenzionati con il Consorzio e riservati a tutti gli installatori e i professionisti del settore che vogliono conferire direttamente e gratuitamente un qualsiasi quantitativo di lampade a fine vita. Esso è gratuito in quanto già pagato dall'eco-contributo, ossia un contributo ambientale previsto dalla normativa europea e nazionale per finanziare il processo di riciclo delle apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita, versato all'acquisto delle sorgenti luminose; il produttore, infatti applica al prezzo di vendita una maggiorazione corrispondente al costo di cui si dovrà far carico per le attività di gestione del rifiuto. Qualora non si disponga di un'autorizzazione al trasporto, Ecolamp provvede a mettere in contatto il professionista ed installatore con il partner logistico di zona.

Il 7 gennaio del 2011 grazie all'accordo tra il Consorzio e la FME, ossia Federazione Nazionale Grossisti e Distributori di Materiale Elettrico, parte un altro servizio chiamato Ecopoint dedicato ai grossisti di materiale elettrico, ai distributori e negozianti di AEE. Per i grossisti che aderiranno all'iniziativa, è prevista la fornitura di un kit di comunicazione per sensibilizzare i propri clienti alla raccolta delle lampade esauste e per promuovere il servizio di ritiro offerto dal punto vendita, tramite appositi contenitori per accogliere in totale sicurezza le sorgenti esauste che i clienti porteranno con sé all'acquisto di quelle nuove, in ragione dell'uno contro uno.

Inoltre si è sviluppato a fine del 2012 l'iniziativa Grandi Centri, che consistono in punti autorizzati convenzionati al ritiro e allo stoccaggio delle sorgenti luminose, e più recentemente il servizio Waste-in, con il quale Ecolamp provvede al ritiro e al trasporto delle lampade sorgenti esauste stoccate invece presso impianti di trattamento.

Oltre ai servizi ideati e realizzati, Ecolamp ha rapporti con gli organismi governativi dediti al monitoraggio e supervisione del sistema RAEE, esempio dà comunicazioni riguardanti i quantitativi di raccolta e di riciclo agli organismi competenti e si pone come obiettivo anche la sensibilizzazione degli operatori del settore illuminotecnico, degli altri soggetti della filiera del riciclo e dell'opinione pubblica in generale circa i

vantaggi della corretta gestione dei rifiuti delle sorgenti luminose a fine vita; tutto questo ha come fine il raggiungimento degli obiettivi nazionali previsti dal DLgs 49/2014 pari a 7,5 kg/ab richiesti entro il 2016 e dei 10 kg/ab nel 2019.

L'impegno di Ecolamp non è solo in ambito nazionale, ma anche in ambito europeo dove ha istituito nel 2015, insieme ad altri Sistemi Collettivi provenienti da 16 Stati Membri dell'UE, un'associazione europea dedicata ai RAEE del settore lighting; Eucolight con sede a Bruxelles. Questa lavorerà per migliorare il sistema normativo garantendo condizioni eque nel sistema gestionale e supportando lo sviluppo di adeguati standard internazionali tramite un supporto ai propri membri.

2.3 APPROFONDIMENTO SULL'ANDAMENTO DEL SETTORE A LIVELLO NAZIONALE

Nel corso del 2015 sono state raccolte 249.254 tonnellate di RAEE domestici dove il Raggruppamento R5 ha raggiunto un totale pari a 1.449 tonnellate, grazie alla raccolta dei privati presso i CdR a cui si aggiungono i servizi volontari messe a disposizione dai Sistemi Collettivi presso gli installatori ed i professionisti. (Fig.21 - Fig.22)

La raccolta dei 5 Raggruppamenti nel 2015

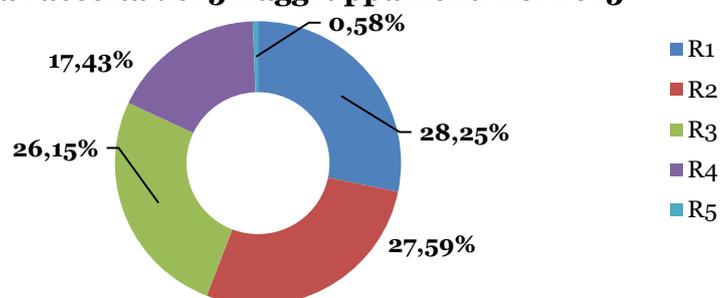


Fig. 21: i risultati della raccolta RAEE (in percentuale)[26]

Pur rimanendo il meno raccolto in termini assoluti, anche per la natura dell'apparecchiatura stessa, l'R5 ha registrato una delle performance migliori, dopo il Raggruppamento dei "grandi bianchi", con un incremento della raccolta del 13,74% rispetto al 2014 (Fig. 22), che equivale a 4,13 kg/ab, valore comunque inferiore al target europeo fissato al 45% della media dell'immesso del triennio precedente a partire proprio da quest'anno, pari a 350.000 tonnellate entro il 2016 (e che dovrà risultare pari a 564.000 tonnellate nel 2019) (Fig. 23)

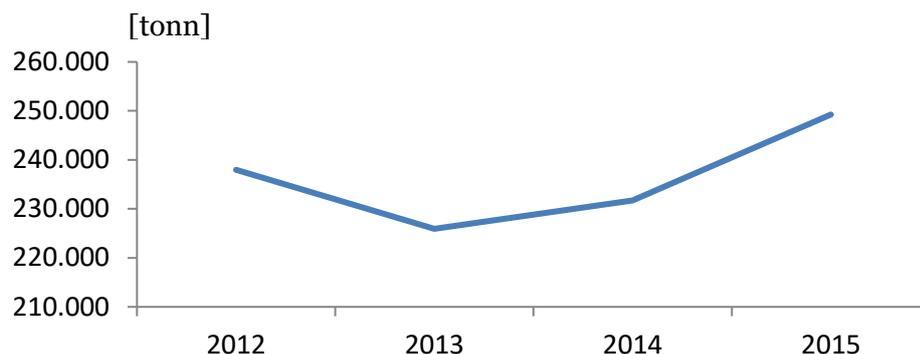


Fig. 22: andamento della raccolta degli RAEE l tra il 2012 al 2015 [26]

Tra i compiti svolti dal CdC RAEE annualmente c'è anche la richiesta ai propri consorziati, ovvero ai Sistemi Collettivi, di fornire annualmente, dati relativi all'immesso sul mercato dell'anno precedente, necessarie al calcolo delle ripartizioni delle nuove quote di raccolta e procedere quindi all'assegnazione dei CdR.

L'andamento del mercato delle AEE che generano rifiuti appartenenti all'R5 ottenuti dall'elaborazione dei dati ha dato risultati stabili con 10.121 tonnellate immesse sul mercato nel 2012, 10.200 per il 2013 e 10.010 tonnellate sia per il 2014 che per il 2015, con un rapporto tra sorgenti luminose esauste raccolte e immesse nel 2015 pari al 14,48% (Fig. 23), indice che sottolinea l'efficienza svolta dal sistema RAEE nella gestione di questa tipologia di rifiuti. Quest'ultimo valore percentuale raggiunge il 27% circa grazie alle raccolte volontarie messe in atto. [27]

Tassi di Ritorno Raccolto 2015 vs Immesso 2014



Fig. 23: I tassi di ritorno per definire l'efficienza del sistema RAEE nell'anno 2015 [31]

2.4 GESTIONE DEI RAEE TRA LEGALITA' E ILLEGALITA'

Uno dei problemi di maggior rilievo nella gestione RAEE in generale è proprio legata a quella percentuale di rifiuti derivanti da AEE che non viene captata dal sistema legale, il quale costituisce il sistema “virtuoso” del riciclo RAEE, ma che prende strade diverse, illegali, ossia quelle del “mercato parallelo” nazionale, e quelle legate ad esportazioni in quei Paesi poveri dove il trattamento viene effettuato senza rispetto né per l’ambiente, né per le persone. Dall’indagine sul funzionamento del mercato dei RAEE a livello europeo iniziata nel 2013, “Countering WEEE Illegal Trade (CWIT), è emerso che in Europa, la gestione non corretta dei rifiuti elettrici ed elettronici coinvolge 2/3 dei quantitativi generati; nel 2012, solo il 35% dei RAEE dismessi da aziende o da privati sono stati trattati con sistemi ufficiali di raccolta e riciclo, mentre il 65% di RAEE viene invece esportato o riciclato scorrettamente sotto il profilo ambientale e abbandonato tra i rifiuti indifferenziati. Lo studio ha rilevato che oltre 750.000 tonnellate di RAEE finiscono nella raccolta indifferenziata e 1,3 milioni di tonnellate vanno al di fuori dell’Europa senza essere accompagnati dai corretti documenti di esportazione: di queste, circa il 30% (400.000 tonnellate) sono realmente RAEE, mentre il restante 70% sono apparecchiature ancora funzionanti. Una quantità 10 volte superiore a quella dei RAEE esportati – circa 4,7 milioni di tonnellate – è smaltita in modo ambientalmente scorretto, ma è anche commercializzata illegalmente in ambito europeo. La diffusa sottrazione dai RAEE di componenti con un significativo valore economico, comporta una seria perdita per l’industria legale del riciclo in Europa, che è stimata tra gli 800 e 1.700 milioni di euro all’anno, mentre sono minori i costi derivanti dal mancato rispetto delle regole comunitarie relativi all’eliminazione delle sostanze inquinanti., sono quantificati tra i 150 e i 600 milioni di euro all’anno.[32] Dalle analisi svolte in questi anni si evince come una corretta gestione dei rifiuti derivanti da AEE, espressa anche in corrette azioni di riciclo degli stessi, darà la possibilità non solo ai produttori di queste apparecchiature, ma a tutta la filiera RAEE di assumere il vero e proprio approccio del “fare economia circolare”; la perdita di questi rifiuti infatti comporterebbe la perdita di materiale contenuto in essi, rendendo così difficile la reale chiusura del cerchio delle risorse.

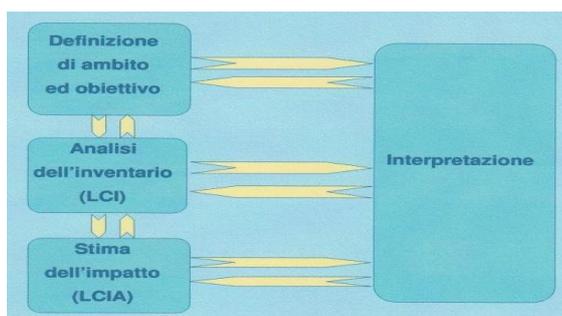
CAPITOLO 3

STATO DELL'ARTE DI STUDI LCA RIGUARDANTI LE LAMPADINE AD INCANDESCENZA E FLUORESCENTI

3.1 LA METODOLOGIA LCA

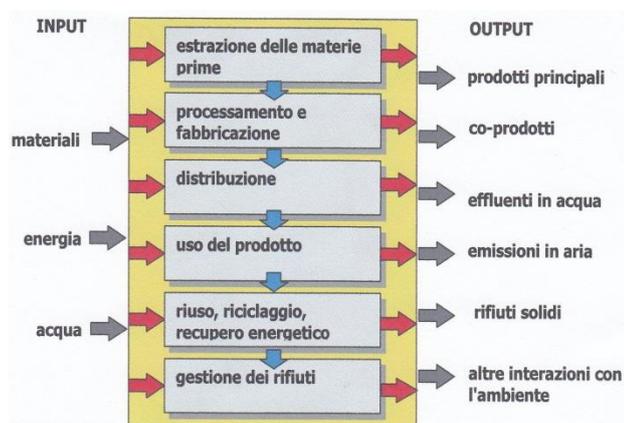
La Life Cycle Assessment (LCA), conosciuta in Italia come la metodologia scientifica dell'analisi del ciclo di vita, consiste in una procedura standardizzata che permette di identificare, quantificare ed interpretare gli impatti ambientali potenziali di un prodotto, una funzione o un servizio. La sua caratteristica principale è l'approccio sistemico definito "dalla culla alla tomba" ("from cradle to grave") dove il prodotto, o servizio, viene seguito e analizzato in ogni fase della sua vita, dall'estrazione e trasformazione delle materie prime, attraverso la produzione, il trasporto, l'utilizzo, fino allo smaltimento; oppure "dalla culla alla cancello" ("from cradle to gate") dove nel caso di studio analizzato, la culla è l'ingresso dei rifiuti in azienda di trattamento ed il cancello rappresenta le frazioni che escono dall'azienda stessa.

L'LCA permette di determinare i fattori di ingresso (materie prime, uso di risorse, energia) e di uscita (rifiuti, emissioni inquinanti in aria, acqua e suolo) del ciclo di vita di ciascuno prodotto, valutandone i conseguenti impatti ambientali anche su scala globale, come ad esempio l'effetto serra, assottigliamento della fascia d'ozono, l'acidificazione o altri. Con questa metodologia è possibile selezionare gli indicatori rilevanti di performance ambientali, per paragonare tra loro prodotti della medesima funzione, comparare gli impatti ambientali di un prodotto, identificare le opportunità di miglioramento degli aspetti ambientali di un prodotto individuando gli stadi del ciclo di vita che presentano un impatto ambientale rilevante. La struttura dell'LCA è sintetizzabile in quattro momenti distinti e consecutivi riportati all'interno del documento UNI ISO 14040 e collegati:



1 - Definizione degli scopi e degli obiettivi (*Goal definition and Scoping*): è la fase preliminare in cui vengono definite le finalità dello studio, un passaggio cruciale, in quanto è il momento in cui vengono prese le decisioni più importanti. In questa sede si scelgono *l'unità funzionale* (U.F.), l'unità di riferimento dello studio necessaria per poter trattare i dati a cui si correlano i flussi in entrata e uscita, *i confini del sistema*, ossia i confini spaziali e temporali del sistema in base agli obiettivi di LCA, che permetteranno di capire quali procedure vadano incluse e quali escluse dall'indagine, i dati necessari, le assunzioni ed i limiti.

2 – Analisi di inventario (*Life Cycle Inventory - LCI*): è l'analisi più impegnativa dello studio, nel quale si riscontrano criticità legate alla disponibilità e qualità dei dati (provenienti da fonti primarie secondarie o dalla letteratura) e delle informazioni necessarie per lo sviluppo dei calcoli. Essa consiste nella preparazione di una check-list per ottenere dati, nell'annotazione minuziosa di materiali ed energia prendendo in considerazione l'intera vita del prodotto e nell'utilizzo di un procedimento di calcolo che consentono di quantificarli. Questi flussi vengono determinati sulla base delle entrate e delle uscite di ciascun processo parziale e riferiti all'unità funzionale, in relazione ai confini del sistema, connettendo poi i vari passaggi ed analizzandoli si riusciranno a tracciare bilanci di massa ed energia che diventano l'inventario vero e proprio del sistema complessivo:



3 – Valutazione degli impatti (*Life Cycle Impact Assessment, LCIA*): è la valutazione dell'impatto ambientale secondo precisi parametri ambientali, dei flussi di materiale ed energia calcolati durante la fase di inventario: essa servirà per riconoscere riassumere e quantificare i possibili effetti ambientali dei sistemi esaminati, e anche per fornire informazioni essenziali intese alla loro valutazione. Questa fase si suddivide in altre fasi:

- scelta e definizione delle categorie d'impatto, nel quale vengono selezionate le categorie più impiegate di impatto (temi ambientali), ossia il riscaldamento globale (GWP), la riduzione fotochimica dell'ozono nella troposfera (POCP), l'eutrofizzazione (NP), l'acidificazione (AP), la tossicità per l'uomo (HTP), l'ecotossicità (ETP) e l' utilizzo del territorio (LU), depauperamento delle risorse abiotiche (ARD). Le categorie d'impatto descrivono i potenziali effetti sull'uomo e sull'ambiente e si differiscono in relazione alla loro collocazione spaziale (effetti globali, regionali e locali).

- classificazione, è la fase quantitativa di assegnazione di una o più categorie d'impatto ai flussi di materiali ed energia raccolti nell'inventario, ossia verranno aggregate le informazioni raccolte nella fase LCI in una serie di fattori di stress, ossia una serie di condizioni che possono causare danni alla salute umana, all'ambiente o portare impoverimento alle risorse. Ogni fattore di stress può influire su una o più categorie (es. i CFC contribuiscono sia al problema del buco dell'ozono, che al riscaldamento globale). In questa fase verranno attribuite le categorie d'impatto scelte ad ogni fattore di stress.

- caratterizzazione, non viene solo quantificato l'impatto attraverso dei fattori di equivalenza o di caratterizzazione, ma vengono anche aggregati gli effetti ambientali all'interno delle categorie d'impatto prescelte e rapportati ad una sostanza presa come riferimento (es. per il riscaldamento globale il fattore di caratterizzazione sono i kg di anidride carbonica equivalente). I fattori di caratterizzazione dipendono dalla categoria d'impatto considerata.

I flussi registrati nell'LCI vengono quindi moltiplicati per i rispettivi fattori di equivalenza e sommati tra loro in modo da ottenere il potenziale d'impatto, che rappresenta la misura di un possibile danno ambientale (es. le emissioni di gas serra, quantificate sull'intero ciclo di vita, vengono convertite in "CO₂ equivalenti", calcolati moltiplicando la quantità emessa per il "potenziale di riscaldamento globale della sostanza"). I valori dei differenti potenziali d'impatto non sono però direttamente confrontabili tra loro. Quindi il risultato di questa fase è il profilo ambientale costituito da una serie di punteggi d'impatto per ogni categoria, che è rappresentato mediante un istogramma a barre.

- normalizzazione, è una fase non obbligatoria dalla normativa che serve a

contestualizzare gli impatti. Il potenziale d'impatto viene messo in relazione con un valore di riferimento all'interno della stessa area.

- valutazione, anch'essa facoltativa, consiste nell'assegnazione di un peso relativo alle varie categorie d'impatto e nella stima finale dei risultati.

4 – **Interpretazione dei risultati (*Life Cycle Inventory*)**: è la fase conclusiva di una LCA, che ha lo scopo di ottenere un'analisi completa per quanto riguarda gli impatti relativi al prodotto o servizio, interpretando e traducendo i risultati, dando così una spiegazione al significato che essi assumono e alle restrizioni che essi pongono. Le assunzioni fatte nella fase di definizione dell'obiettivo e dell'ambito dell'analisi, devono essere richiamate proprio in questo passaggio: solo sulla base di questi presupposti, infatti, è possibile trarre delle conclusioni e fornire delle raccomandazioni. Grazie anche all'analisi di sensitività, con la quale si verificano il raggiungimento degli obiettivi, la qualità dei dati, i limiti del sistema e il confronto con scenari diversi da quello preso in considerazione, si otterrà un'interpretazione completa e corretta dei risultati.

3.2 STUDIO COMPARATIVO SUL CONSUMO ENERGETICO REALIZZATO DAL DIPARTIMENTO AMERICANO PER L'ENERGIA

Il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti d'America (US DOE) ha effettuato una review di 10 studi di LCA presenti in letteratura svolti tra il 1991 e il 2010 riguardanti le sorgenti luminose, concentrando la sua attenzione soprattutto sui prodotti di illuminazione a LED. [33] L'interesse ambientale per questi prodotti è legato non solo ai materiali di cui sono costituiti e alla loro fabbricazione, ma è anche focalizzato a comparare questa nuova tecnologia rispetto ad altre sorgenti luminose, quali ad esempio lampadine ad incandescenza (IND), lampade fluorescenti compatte (CFL) e alogene (HL). Più nello specifico vengono qui paragonati i consumi totali di energia durante l'intero ciclo di vita tra i LED, CFL e IND presenti in commercio tramite l'analisi di studi di Life Cycle Assessment (LCA).

Secondo la stima del Navigant Consulting, Inc. del gennaio 2012, negli USA del 2010 erano installate oltre 3 milioni di lampadine, di cui 72% erano lampadine ad incandescenza tradizionali, seguite dal 27% lampadine

fluorescenti compatte, 1% lampadine alogene ed infine lo 0,01% rappresentava la quota dei LED installati [16], valori che si prevede cambieranno nel prossimo futuro proprio a causa di nuove leggi sul miglioramento dell'efficienza energetica.

La review del DOE è il risultato di uno studio che si focalizza sul valutazione dei consumi di energia e delle risorse usate durante l'intero ciclo di vita di tre tipologie di sorgenti luminose, ossia la lampadina ad incandescenza tradizionale, la lampadina fluorescente compatta e il Diodo ad Emissione Luminosa meglio conosciuto come LED. La review è basata sulle analisi dei risultati di studi eseguiti negli anni precedenti (v. Appendice B, Tab B-1); in essi vengono calcolati in primis i consumi energetici di un LED durante la sua vita, per poi essere paragonati con quelli delle lampadine tradizionali e delle CFL, con lo scopo di mettere in luce possibili miglioramenti della tecnologia LED, in termini di consumi.

Rientrano nell'analisi di confronto le fasi di produzione, trasporto e la fase d'uso, ma non la fase del fine vita a causa della mancanza di dati e delle grosse differenze sulle modalità riscontrate nello smaltimento/trattamento.

La fase di produzione, consiste nell'estrazione e lavorazione delle materie prime, nella produzione delle componenti costituenti la sorgente luminosa e nel loro assemblaggio.

La fase di trasporto, è intesa come il trasferimento dalla sede di produzione della lampadina imballata, alla vendita all'ingrosso.

La fase d'uso è calcolata in base al wattaggio e alla luce fornita dalle 3 tipologie di lampadine analizzate.

Già nel 2007 l'Energy Independence and Security Act (EISA) definì, proprio nella valutazione della fase d'uso delle lampadine ad incandescenza medie, i requisiti di massimo wattaggio delle future lampadine che dovranno essere usate tra il 2012 e il 2014. Essendo poco probabile che le sorgenti tradizionali potessero raggiungere simili standard, l'EISA affermò nel 2009 che nel mercato tutto questo avrebbe causato una vera e propria transizione verso lampadine più efficienti come lampadine alogene, CFL e LED.

In questo report viene sottolineata la potenzialità del LED, in termini di efficienza, durata di vita, versatilità, qualità del colore e si definisce come

la tecnologia del lighting in grado di sorpassare le altre utilizzate fino ad allora, ossia fino al 2011.

Si esprime anche la necessità di identificare i potenziali benefici e danni della tecnologia LED, in termini di impatti ambientali ed energetici, durante tutte le fasi, considerando anche quelle a monte della fase di utilizzo, prima di un'adozione di massa di questo tipo di sorgente luminosa.

A causa della diversità e variabilità degli studi trattati, le fasi di inventario delle tre lampadine vengono qui considerate, ma non rientrano invece le fasi della LCIA, ossia la fase di analisi dell'inventario, cosicché è risultato impossibile dare un'interpretazione dettagliata di studi molto diversi tra loro; inoltre il DOE ha definito la fase del manufacturing come una stima approssimativa delle fasi di estrazione della materie prime, la loro lavorazione, la fase di produzione e di assemblaggio dei componenti per ogni singola lampadine procedendo nell'analisi tramite diverse assunzioni. La stesso vale per le differenze riscontrate negli obiettivi degli studi, i campi di applicazione e i confini del sistema.

Il report del DOE ha così standardizzato i dati come segue:

- Definire le performance tipiche del prodotto preso in esame, definendo l'U.F. necessaria per eseguire la comparazione degli impatti energetici delle tre lampadine;
- Identificare le fasi dell'intero ciclo di vita, così da poter valutare il consumo energetico totale equivalente alla somma dei singoli consumi, ed estrarre i dati da ogni studio di LCA
- Aggregare i risultati ottenendo così un valore massimo, minimo e medio dei consumi energetici.

Le analisi della fasi di trasporto non sono incluse in tutti gli studi, e in quelli in cui sono presenti, sono state fatte delle assunzioni per via della disponibilità limitata di dati. Come per la fase della produzione, anche per il trasporto vengono presentati secondo valori minimi, massimi e medi.

3.2.1 L'UNITÀ FUNZIONALE E LE PERFORMANCE DELLE LAMPADINE SCELTE

Questo studio si basa su 3 sorgenti luminose, che non sono perfettamente equivalenti in termini di luce prodotta (lm) e di tempo di vita (anni), perciò per fare un valido confronto sui consumi energetici viene definita un'unità

funzionale (U.F.), valore che rappresenta la luce fornita da un LED di 12,5 W, prodotto nel 2011 nell'arco della sua intera vita e vengono inoltre calcolate il numero di lampadine necessarie al raggiungimento di tale valore di riferimento, cosicché i consumi del LED analizzato potranno essere comparati correttamente con i consumi di 3 CFL da 15 W e di 22 IND da 60 W (Fig. 24):

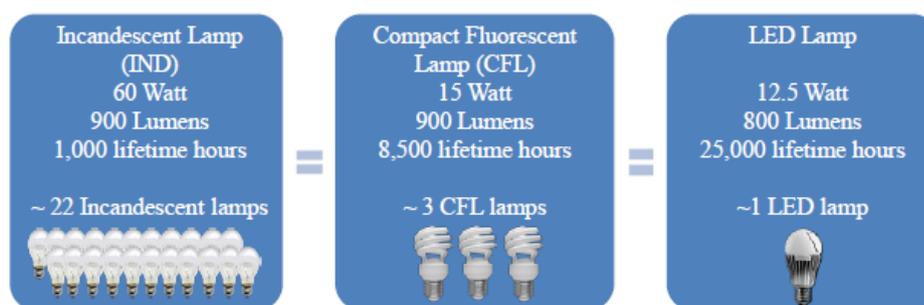


Fig. 24: paragone tra le tre tipologie di sorgenti luminose rispetto all' U.F. scelta [33]

Le performance delle sorgenti ad incandescenza e a fluorescenza compatta, si riferiscono a studi riguardanti le singole sorgenti luminose, mentre per il LED viene considerata la performance definita dal Solid State Lighting Multi Year Program Plan (MYPP), presente nello studio svolto dallo stesso DOE [34]

Lo studio considera anche un possibile sviluppo della tecnologia LED per il 2015, ossia una sorgente di 5,8 W che produce 800 lm e ha un tempo di vita pari 40.000 h, con lo scopo di mostrare come sia possibile raggiungere miglioramenti in termini di tempo di vita e efficienza, quindi di consumi energetici legati all'utilizzo di una simile sorgente luminosa.

L'utilizzo nel report di una U.F. comune a tutti gli studi e misurata in $\text{lm} \cdot \text{h}$, risalta la funzione principale della sorgente luminosa, ossia quella di fornire luce.

Poiché la luce fornita dalle sorgenti IND e CFL sono inferiori al valore dell'U.F, le stime energetiche dell'intero ciclo di vita sono state moltiplicate al fine del raggiungimento di questo valore di riferimento, ossia pari a $20 \times 10^6 \text{lm} \cdot \text{h}$.

3.2.2 I CONSUMI ENERGETICI DELLE FASI NEL LIFE CYCLE

Fase di produzione

Nella fase di produzione rientrano tre delle cinque fasi considerate nell'intero life - cycle, ossia le fasi di approvvigionamento delle materie prime, la loro lavorazione quindi la produzione delle componenti delle singole sorgenti e il loro assemblaggio. Anche in questa fase vengono usati dati approssimativi.

Gli autori hanno sviluppato un vero e proprio metodo, (v. per maggiori dettagli nel report del DOE), per riuscire a calcolare i consumi energetici provenienti dai vari studi di LCA rispetto a questa fase. Tutte le stime qui presentate vengono convertite in MJ di energia primaria consumata.

Oltre a ciò tutte le assunzioni riguardanti l'unità funzionale adottate in ognuno di questi studi sono state rimosse, per riportare tutte le stime energetiche della fase produzione alla singola sorgente luminosa. A questo punto tutti i parametri considerati per tipo di sorgente luminosa studiata nel report, vengono riferite all'unità funzionale scelta.

Questi studi che forniscono stime sui consumi di energia primaria nel manufacturing, includono diverse assunzioni riguardanti l'origine di produzione. Perciò, tutti i valori di energia primaria vengono convertiti in energia secondaria usando il mix energetico corrispondente al Paese nel quale è svolta la fase di produzione e tutte le stime energetiche vengono trasformate in energia primaria usando i fattori di conversione calcolati in base a dove si svolge la produzione stessa.

Determinare il consumo energetico della fase di produzione di una lampadina ad incandescenza e di una fluorescente compatta è risultato più immediato rispetto a quella dei LED, per via della maggiore disponibilità di studi di LCA che si focalizzavano su questi due tipi di sorgenti. Gli autori in questa sede sottolineano la difficoltà di reperire dati sulla produzione di questa tecnologia lighting in via di sviluppo, legata anche alla loro complessità rispetto alle sorgenti tradizionali.

E' spiegata dettagliatamente la fase di produzione del singolo LED, i processi coinvolti, i materiali usati e vengono anche riportati i valori riferiti all'energia consumata durante questa fase in base a 6 studi di LCA presenti in letteratura (v. Appendice B, Tab. B-1), nei quali anche i LED vengono analizzati.

Viene riportata in modo dettagliato anche la problematica riguardante il consumo energetico associato alla fase di produzione di un insieme di moduli LED.

Dalle fonti in letteratura si sono poi estrapolate non solo informazioni sulle varie componenti e i loro materiali rispetto alle tre sorgenti luminose, ma si sono dedotti anche gli intervalli sulle masse totali delle stesse (Tab. 25):

Componente	Materiale		
	Incandescenza	CFL	LED
Attacco Edison	Lamiera di acciaio stagnato, banda stagnata	Lamiera di acciaio stagnato, banda stagnata	Lamiera di acciaio stagnato, banda stagnata
Base	Rame, lega per stagnatura, isolante	Rame, lega per stagnatura, isolante	Rame, lega per saldatura, isolante, porcellana
Ballast/driver	N/A	Circuito stampato, resistenze, transistor, condensatori, induttori, diodi, filo di rame.	Circuito stampato, resistenze, transistor, condensatori, induttori, diodi, filo di rame, Teflon.
Dissipatore	N/A	N/A	Alluminio, rame, plastica
Modulo LED	N/A	N/A	LED die, alluminio, plastica, filo di rame.
Custodia	N/A	Plastica, vetro, filo di rame	Plastica, vetro, filo di rame
Filamento	Tungsteno	Elettrodi	N/A
Gas	N/A	Mercurio	N/A
Ottica	Vetro	Vetro	Vetro, plastica
Massa totale [intervallo](g)	30 - 32	91 - 110	83 - 290

Tab. 25: i materiali delle lampadine (N/A indica che negli studi esaminati non è stato possibile identificare il materiale costituente la componente oggetto di studio) [33]

I valori medi riferiti al consumo totale di energia primaria nella fase di produzione, secondo i calcoli svolti dagli autori è risultata pari a 42,2 MJ per le IND, 170 MJ per le CFL e 343 MJ per i LED.

Perciò mediamente le fasi di produzione delle CFL e dei LED risultano rispettivamente più di 4 e 8 volte maggiormente energivore rispetto a quella della lampadina ad incandescenza. E' stato anche definito che il valore medio di consumo 343 MJ nella produzione di un LED è la somma di due contributi: uno dovuto ai materiali necessari per la produzione della lampadina stessa pari al 25% e l'altro legato alla fabbricazione del modulo LED pari al restante 75% rispetto alla stima del consumo totale di energia primaria in questa fase del life - cycle (Fig. 26).

Gli autori sottolineano come l'energia totale necessaria alla produzione di un LED, nel 2011 sia circa 3 volte in più rispetto a quella necessaria per la fabbricazione di una comparabile CFL.

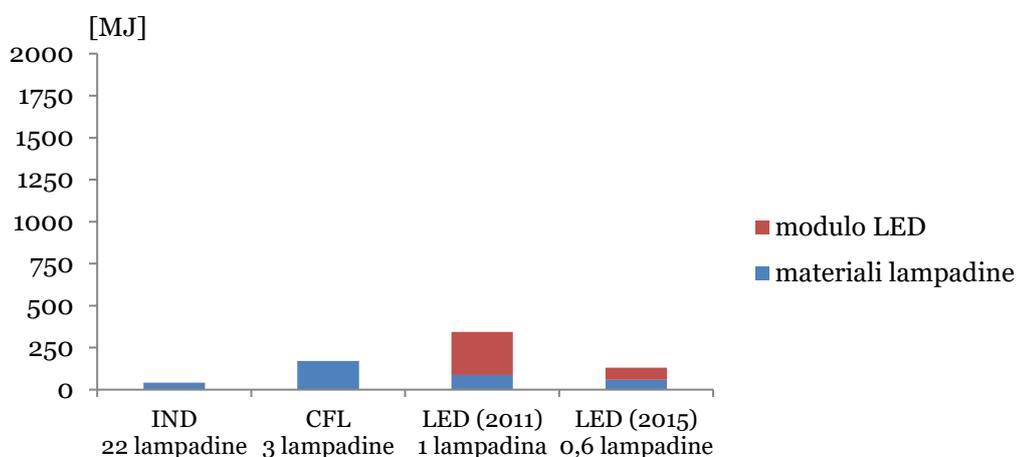


Fig. 26: consumo totale di energia primaria (MJ) nella fase di produzione delle sorgenti luminose esaminate.[33]

Fase di trasporto

Questa fase nel life - cycle è legata agli impatti energetici associati al trasporto del prodotto finito e imballato, dalla sede di produzione delle sorgenti stesse fino al punto vendita.

Non tutti gli studi analizzati per la stesura di questo report includono valori energetici sul trasporto, comunque sia per la maggioranza di essi il contributo di questa fase risulta insignificante rispetto all'intero consumo energetico nel life - cycle, e meno dell'1%.

A causa della limitazione di dati utili a descrivere come siano dedotte le stime sui consumi energetici in questa fase, non è stato possibile sviluppare un metodo standardizzato utilizzabile; perciò vengono definiti i singoli profili sul trasporto per ogni tipo di lampadina.

Le IND sono prodotte in tutto il mondo, ma solo in questa analisi vengono fissati due Paesi di produzione, ossia Nord-est dell'America e Cina (Shanghai); perciò i consumi energetici delle sorgenti tradizionali legati a questa fase saranno rappresentati dalla loro combinazione.

Si considera quindi che le lampadine ad incandescenza imballate nella sede del produttore nel N-E degli USA vengano trasportate su strada tramite camion fino alla vendita all'ingrosso a Washington DC e che le stesse prodotte in Cina siano trasportate tramite nave container dal porto di Shanghai fino a quello di Los Angeles e da qui tramite camion arrivino alla distribuzione a Washington DC. Mentre per le CFL, si considera la Cina come il maggiore produttore di questa tipologia di sorgenti luminose al mondo [34], quindi da Shanghai, sede di produzione, le CFL vengono trasportate tramite nave container al porto di L.A. e da qui tramite camion fino al punto vendita in Washington DC.

Come per le incandescenti il profilo del consumo energetico nella fase di trasporto per un LED viene assunto essere una combinazione di due luoghi di origine, Taiwan e America; viene infatti assunto che il modulo LED completo venga prodotto in Taiwan e assemblato per produrre una lampada a LED completa in Taiwan o in America.

Il consumo medio di energia primaria nella fase di trasporto per le sorgenti ad incandescenza risultano essere i più bassi, ossia pari a circa $0,27 \text{ MJ}/20 \times 10^6$, seguiti dalle CFL per un valore di $1,57 \text{ MJ}/20 \times 10^6$ e di $2,71 \text{ MJ}/20 \times 10^6$ per il LED del 2011, valore che si prevede diminuisca con l'utilizzo dei futuri LED (2015), grazie all'incremento dell'efficienza energetica prevista.

Fase D'uso

La fase d'uso delle sorgenti luminose è associata al consumo dell'elettricità per produrre luce.

Quasi tutti gli studi di LCA utilizzati includono stime riguardanti il consumo energetico delle lampadine analizzate. Il calcolo dell'energia consumata durante la fase d'uso nell'intero life - cycle non è altro che l'energia richiesta dalla singola sorgente luminosa per fornire $20 \times 10^6 \text{ lm} \cdot \text{h}$, che rappresenta il servizio svolto da un LED nell'arco della sua vita. Nel caso di una lampadina ad incandescenza la fase d'uso coincide con l'energia consumata durante la vita di funzionamento di 22 lampadine,

mentre per le sorgenti fluorescenti compatte coinciderà con il consumo energetico di circa 3 CFL.(Fig. 24)

L'efficienza bassa delle IND comporterà quindi un valore del consumo energetico nella fase d'uso molto più elevato rispetto a quello delle CFL e LED.

Inoltre in questa fase del report rientrano anche i consumi energetici legati all'uso delle lampadine alogene (sorgenti più efficienti rispetto alle tradizionali ad incandescenza), che non rientravano nello studio della fase di produzione a causa della mancanza di dati (Tab. 27).

Tipo di lampadina	Watts	Lumens	Moduli LED per lampadina	Tempo di vita (h)	Energia primaria usata (MJ/20x10⁶ lm*h)
Incandescente	60	900	N/A	1.000	15.100
Alogene	43	750	N/A	1.000	13.000
CFL	15	900	N/A	8.500	3.780
LED (2011)	12,5	800	16	25.000	3.540
LED - future (2015)	5,8	800	5	40.000	1.630

Tab.27: il consumo di energia primaria nella fase d'uso delle sorgenti oggetto di indagine [33]

Alla luce dei risultati ottenuti analizzando le diverse fasi, si è notato come le fasi di utilizzo siano le più energivore nell'intero life – cycle, per le tre tipologie di lampadine, incandescenti, fluorescenti compatte e LED. L'importanza della fase di produzione varia; mentre la fase di trasporto è risultata essere inferiore all'1% rispetto ai consumi totali. Secondo quanto dichiarato dal DOE, la fase d'uso della lampadina ad incandescenza rappresenta il 99% dell'energia consumata nell'intero ciclo di vita e il restante 1% può essere ripartito tra la fase di produzione e trasporto.

Inoltre sottolinea che sebbene le fasi di utilizzo sia per le CFL che per i LED siano dominanti in termini di consumo energetico nell'intero life – cycle, le loro fasi di produzione risulteranno essere più significative rispetto alle IND, proprio a causa della loro complessità rispetto alla tecnologia tradizionale.

Per una CFL l'energia legata alla fase di produzione varia tra 0,3% e il 12% avendo una media pari a 4,3%, rispetto all'intero consumo energetico stimato.

Considerando invece la tecnologia LED, è stato evidenziato che oltre ad essere una forma del lighting in continua evoluzione, è soggetta alla mancanza di dati relativi ai consumi energetici sui processi industriali di produzione forniti dalle case produttrici, cosicché il contributo di questa fase nel ciclo di vita risulta essere altamente incerto; inoltre gli studi trovati ed esaminati risultano essere maggiormente concentrati sulla fase di produzione del modulo LED, piuttosto che sui materiali costituenti l'intera lampadina.

La media di tutte le stime provenienti dagli studi analizzati, indica come il contributo legato al consumo energetico per produrre il modulo LED sia circa il 6,6%, mentre quello legato a tutti i materiali che vengono utilizzati per la fabbricazione dell'intera lampadina LED (escluso il modulo LED) si attestino al 2,2% dell'energia totale dell'intero ciclo di vita.

Nonostante la grande incertezza sull'energia richiesta nella fase di produzione di una lampadina LED, il consumo energetico medio nel suo intero life - cycle per una sorgente LED e per una CFL risulta essere simile e pari a circa 3.900 MJ, rispetto all'unità funzionale considerata di 20×10^6 lm*h. Questo valore di consumo energetico medio rappresenta il 25% rispetto a quello calcolato per la lampadina tradizionale ad incandescenza che risulta invece pari a 15.100 MJ per unità funzionale.

Riassumendo le stime sui consumi energetici medi durante l'intero ciclo di vita in un grafico (Fig. 28), otterremo questi andamenti:

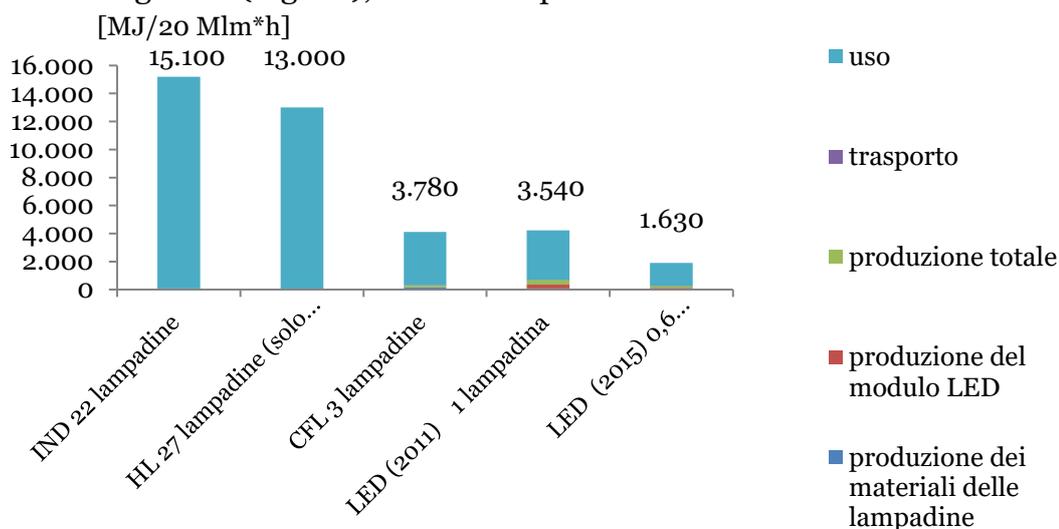


Fig. 28: consumi energetici (MJ) sull'intero ciclo di vita delle sorgenti oggetto di indagine [33]

3.2.3 RISULTATI

Il Dipartimento dell'energia americano ha dichiarato come il potenziale dell'illuminazione a LED possa non solo risparmiare energia, ma anche migliorare le qualità e le performance del settore lighting rispetto alle tecnologie di illuminazione tradizionali. Per sviluppare quindi un paragone sull'uso energetico delle lampadine ad incandescenza, a fluorescenza compatta e LED occorre stimare il loro consumo energetico rispetto all'intero ciclo di vita.

I risultati chiave ottenuti da questo studio sono che il consumo energetico medio dell'intero ciclo di vita di una lampadina LED è simile a quello di una lampadina fluorescente compatta (circa 3.900 MJ) e risulta essere $\frac{1}{4}$ rispetto a quello di una lampadina ad incandescenza. Viene messo in evidenza che questo valore potrà essere dimezzato se entro il 2015 la tecnologia LED raggiungerà le aspettative di performance messe in luce in queste analisi.

Inoltre, è stato evidenziato come la fase d'uso per le tre sorgenti luminose sia quella più energivora; essa rappresenta in media il 90% rispetto ai consumi energetici dell'intero ciclo di vita, mentre la fase di produzione e di trasporto risultano essere meno dell'1% rispetto ai consumi totali delle tre sorgenti luminose. In ultimo si è notato che la maggiore incertezza legata al consumo energetico del ciclo di vita di un LED, si concentra sull'energia consumata nella fase di produzione del modulo LED.

3.3 IL DOE: VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI PRODOTTI DURANTE L'INTERO CICLO DI VITA DELLE SORGENTI LUMINOSE

Partendo dalle conclusioni tratte dallo studio precedente il DOE si è focalizzato su due principali obiettivi, la valutazione dei processi di produzione riguardanti le 3 sorgenti luminose precedentemente considerate e un LED (2017) e l'analisi comparativa tramite metodologia LCA delle stesse considerando il range degli impatti ambientali a loro associate [36].

3.3.1 ANALISI LCA DELLA LAMPADINA AD INCANDESCENZA



PARAMETRI	LAMPADINA INCANDESCENTE
Wattaggio	60 Watt
Luce prodotta	900 lumen
Efficienza	15 lm /W
Tempo di vita	1.500 h
Luce prodotta durante la sua vita	1,35 Mlm*h

La lampadina tradizionale analizzata è una 60W A-19 che pesa 38,2 g, se si considera semplicemente il bulbo della sorgente, oppure 78,2 g se al peso del bulbo si aggiunge quello della scatola in cartoncino utilizzata per l'imballaggio.

Il DOE, ha schematizzato quelli che sono i materiali costituenti la sorgente luminosa con le relative quantità e l'energia coinvolta in ogni singolo step rientranti nella fase di produzione. Inoltre vengono considerati i trasporti che avvengono via mare (nave) tra la Cina e l'America a cui vengono sommati 1.000 km su strada, tramite camion raggiunti per la distribuzione della sorgente all'interno degli USA. Come nel precedente studio, anche in questo caso, è utilizzato il database di Ecoinvent.

Il consumo energetico di una IND 60 W nell'arco della sua vita è pari a 90 kWh, risultato ottenuto considerando il funzionamento della sorgente per 1.500 h; esso rappresenta il consumo legato al mix energetico americano utilizzato per produrre elettricità, che si differenzia dal consumo energetico calcolato nella fase del manufacturing, che avviene in Cina, dove si utilizza invece il mix energetico cinese.

La fase d'uso rappresenta in media il 93% degli impatti associati alla lampadina ad incandescenza oggetto di studio.

Il fine vita viene calcolato tenendo in considerazione diverse percentuali stimate di riciclaggio tipicamente adottate in USA ossia, il 10% per la sorgente luminosa IND (il 90 % delle IND esauste vengono quindi smaltite in discarica) e il 30% per il suo imballaggio.

Considerando la medesima U.F. di 20 Mlm*h di servizio di illuminazione, il consumo di energia primaria risulta essere pari a 14.960 MJ per questa sorgente.

3.3.2 ANALISI LCA DELLA LAMPADINA FLUORESCENTE COMPATTA



PARAMETRI	LAMPADINA A FLUORESCENZA COMPATTA
Wattaggio	15 Watt
Luce prodotta	825 lumen
Efficienza	55 lm /W
Tempo di vita	8.000 h
Luce prodotta durante la sua vita	6,6 Mlm*h

La lampadina fluorescente compatta integrata analizzata, considerata come una tra le sorgenti più efficienti maggiormente utilizzate in America oggi, è una 15 W a spirale che pesa 153 g, se si considera il tubo di vetro fissato alla base della sorgente dove è contenuto la componente ballast (regolatore di corrente), oppure 234 g se al peso del tubo e base si aggiunge quello della scatola in cartoncino utilizzata per l'imballaggio.

Inoltre viene definito il valore pari a 8.000 h come ore di funzionamento della sorgente stessa, dopo le quali l'intera sorgente verrà smaltita in discarica o riciclata.

Anche per questa lampadina si presenta l'analisi di inventario che include materiali usati sia nella produzione della sorgente CFL_i che nel regolatore di corrente con i processi coinvolti e anche il consumo di energia associata all'intera fase del manufacturing.

La fase di trasporto considerata è la medesima di quella considerata per la sorgente tradizionale.

Il consumo energetico di una CFL_i 15 W nell'arco della sua vita è pari a 120 kWh, risultato ottenuto considerando il funzionamento della sorgente nell'arco della sua vita. Esso rappresenta il consumo legato al mix energetico americano utilizzato per produrre elettricità, (diverso dal mix

energetico cinese utilizzato nei calcoli sul consumo energetico della fase manufacturing, che avviene in Cina).

La fase d'uso rappresenta in media il 78% degli impatti associati alla lampadina fluorescenza compatta oggetto di studio.

Per il calcolo del fine vita della CFL_i vengono assunte diverse percentuali di riciclaggio tipicamente adottate in America ossia, il 20% per la sorgente luminosa fluorescente compatta (l'80 % delle CFL_i esauste vengono quindi smaltite in discarica), valore lievemente più alto rispetto al quello delle lampadine tradizionali per via del mercurio contenuto nel tubo di vetro e il 30% per il suo imballaggio.

Considerando la medesima U.F. di 20 Mlm*h di servizio di illuminazione, il consumo di energia primaria risulta essere pari a 4.079 MJ per questa sorgente.

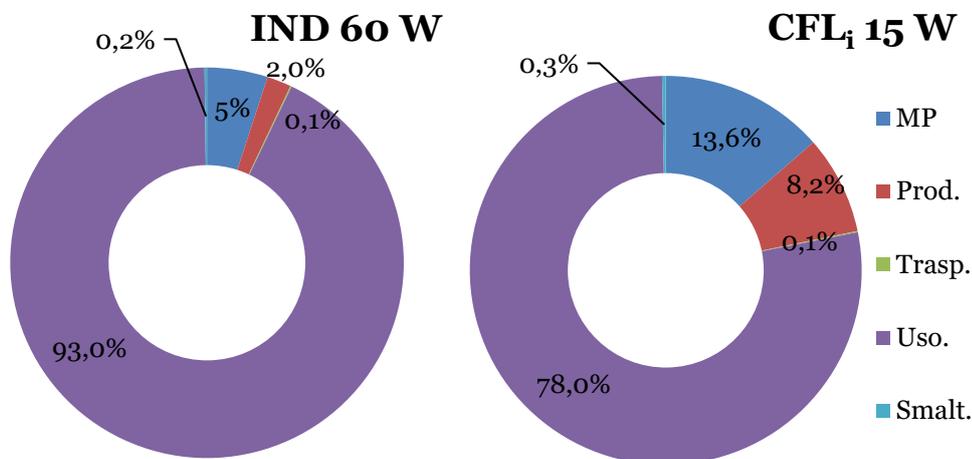
3.3.3 STIMA DEGLI IMPATTI AMBIENTALI ASSOCIATI ALLE SORGENTI LUMINOSE (LCIA) DURANTE IL LORO CICLO DI VITA

Dopo l'identificazione dei materiali e processi coinvolti nel ciclo di vita delle lampadine oggetto di indagine, sono stati selezionati i 15 indicatori ambientali (GWP, AP, POCP, ODP, HTP, FAETP, MAETP, EP, LU, EDP, TAETP, ARD, NHWL, RWL e HWL). Come è possibile notare dai grafici in Appendice B (Fig. B-2, B-3, B-4, B-5) vengono quindi calcolati separatamente i singoli impatti per ogni fase del ciclo di vita delle sorgenti ossia, acquisizione delle materie prime, la produzione, il trasporto (sia su strada che tramite navi), l'energia consumata durante la loro vita operativa e il fine vita, normalizzandoli al valore dell'U.F. al fine di poter rappresentare i valori degli impatti associati a 20×10^6 lm*h, che è il servizio di illuminazione svolto da una sorgente LED di 12,5 W nell'arco della sua vita.

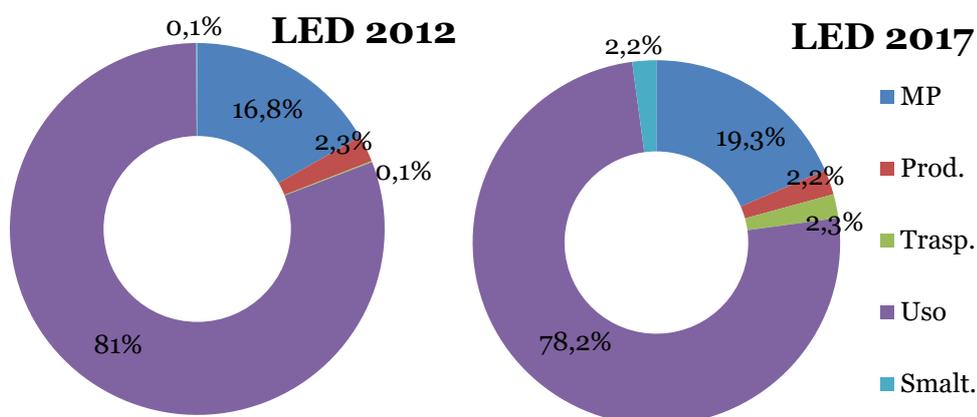
I valori ottenuti per tutte le 4 lampadine mostrano chiaramente che la fase dove gli indicatori d'impatto sono maggiormente elevati è quella d'uso.

Per le lampadine IND 60 W e la CFL_i 15 W, dopo la fase d'uso, le fasi più impattanti risultano essere quindi la fase dell'approvvigionamento delle MP, seguita dalla fase di produzione della sorgente stessa e la fase di smaltimento. Il trasporto risulta trascurabile.

I valori percentuali medi delle 15 categorie di impatto ambientale considerate, relative alle singole fasi per queste due lampadine sono così distribuiti:



Mentre per le sorgenti a diodi luminosi del 2012 e quelli futuri del 2017 gli impatti percentuali medi nell'arco della loro vita risulteranno essere così ripartiti:



In questo caso è interessante notare che le due sorgenti luminose LED presentano profili simili: i contributi maggiori sono legati alla fase d'uso, al secondo posto tra le fasi più impattanti vi sono quelle di approvvigionamento delle materie prime, a causa della complessità di questa tecnologia lighting, dove sono presenti una grande varietà di componenti oltre al dissipatore di calore necessario al loro funzionamento. Come ultimo vi sono le fasi di smaltimento ed il trasporto che è considerato trascurabile solo nel profilo del LED 2012 anche se loro come le IND e le CFLi imballate vengono trasportate per 1.000 km dalla sede di produzione al consumatore finale.

Oltre ad analizzare le fasi del ciclo di vita che contribuiscono maggiormente agli impatti per ogni sorgente luminosa, il DOE ha voluto paragonare le quattro lampadine rispetto alle singole categorie di impatto ambientale, al fine di determinare quali di loro potessero contribuire all'inquinamento in misura minore o maggiore, rispetto ai 4 comparti considerati, ossia aria, acqua, suolo e risorse. Per svolgere il paragone gli autori hanno normalizzato i valori degli indicatori degli impatti rispetto all'U.F. che rappresenta il servizio di illuminazione di 20×10^6 lm*h. (v. Appendice B, Fig. B-6, B-7)

Si può notare come la categoria GWP sia la più elevata sia tra le categorie d'impatto, che rispetto alle altre sorgenti luminose, con più di un migliaio di kg CO₂-eq associata all'U.F. scelta dagli autori di 20×10^6 lm*h. La CFL_i rappresenta una riduzione del 70%, il LED 2012 del 76% mentre il LED 2017 del 88% rispetto alla lampadina tradizionale. Anche per la categoria HTP, la IND 60 W è la più impattante, mentre la CFL_i, il LED 2012 e il LED 2017 offrono rispettivamente riduzioni pari a 67%, 71% e 85% rispetto all'IND. Per le categorie d'impatto associate al comparto_acqua la categoria FAETP è quello con il più elevato impatto, la IND è tre volte l'impatto delle CFL_i e 10 volte l'impatto del LED 2017; il LED 2012 offre una riduzione (di questo impatto) del 78% paragonato alla IND. Nel raggruppamento delle categorie degli impatti relativi al terreno, la categoria 'land use' che misura gli impatti sull'area coinvolta e il numero degli anni durante i quali l'impatto avviene ha un valore per le IND triplo rispetto alle CFL_i e quadruplo rispetto al LED 2012.

Infine nel raggruppamento delle categorie degli impatti ambientali relativi alle risorse la categoria ARD è quella che ha il valore più basso rispetto alle altre 14 categorie oggetto d'indagine. Nella categoria NHWL, le IND hanno valori come sempre più elevati mentre per la categoria d'impatto associato ai rifiuti pericoli HWL il trend è diverso ossia, le IND hanno valori più elevati seguiti dal LED 2012 e poi dalle CFL_i rispettivamente con riduzioni di 65% e 67% rispetto alle lampadine tradizionali. Questo è stato giustificato dagli autori come legato al fatto che i LED 2012 contengono un dissipatore di calore in alluminio.

Il DOE ha voluto anche sottolineare che si sarebbero ottenuti risultati diversi da quelli ottenuti se fossero stati presi in considerazione gli input

delle materie prime piuttosto che i 20×10^6 lm*h di luce prodotta, come unità di riferimento; ottenendo quindi valori delle categorie d'impatto più elevati per le sorgenti luminose più efficienti, CFL_i e LED, in quanto rappresentano sistemi di illuminazione più complessi.

3.3.4 RISULTATI

In base agli studi eseguiti sulle 4 sorgenti luminose analizzate, il Dipartimento dell'energia americano ha dichiarato come la lampadina tradizionale ad incandescenza, abbia l'impatto più elevato nel servizio di illuminazione rispetto alle altre tecnologie lighting considerate, nonostante sia la sorgente più semplice costituita da un ridotto quantitativo di materiali. Questa affermazione è dovuta alla bassa efficienza delle IND, ma è anche legata all'importanza, in termini di contributo significativo agli impatti, che la fase di utilizzo ha, rispetto agli impatti ambientali totali nel loro life - cycle.

A seguire la lampadina fluorescente compatta integrata è la seconda sorgente più impattante rispetto alla incandescenza, ma solo leggermente più dannosa rispetto al LED 2012 (questo vale per tutte le categorie di impatto tranne per la categoria HWL, (v. Appendice B, B-7) dove il LED risulta essere più impattante).

La performance migliore è quella del LED 2017 che prende in considerazione alcuni miglioramenti in progetto sia nella produzione, sia nella performance, che nella componente elettronica per questa futura sorgente luminosa.

Con l'implementazione dei LED 2017 nei sistemi di illuminazione, gli autori hanno calcolato riduzioni degli impatti di circa 70% rispetto all'utilizzo delle CFL_i e di circa 50% rispetto ai LED 2012. Quindi se il mercato andasse nella direzione di sorgenti luminose più efficienti, il DOE stima che si otterrebbero delle riduzioni degli impatti dalle 3 alle 10 volte rispetto all'utilizzo delle lampadine ad incandescenza.

Vengono inoltre presentati i risultati sui consumi energetici delle quattro sorgenti luminose oggetto di studio (Fig. 29) ottenendo un andamento simile ai risultati presentati precedentemente in figura 28 che rientrava nella prima parte dello studio del DOE, 2012 ottenuti dall'analisi di 10 studi di LCA pubblicati e presenti in letteratura.

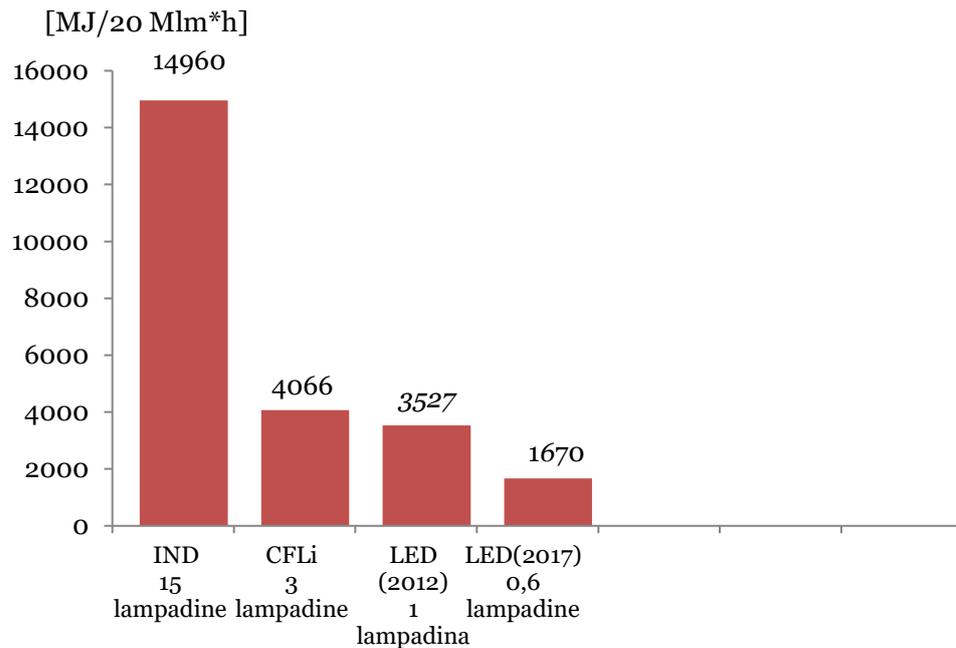


Fig. 29: consumo di energia primaria (MJ) per la produzione di 20 Mlm*h [36]

In generale i risultati ottenuti da questo studio avvalorano largamente quelli ottenuti dall'analisi precedente, ma solo con lievi differenze. I consumi energetici delle sorgenti ad incandescenza e a fluorescenza compatta risultano essere sottostimate rispettivamente di un valore inferiore dell'1% e del 4,3%. Lo stesso vale per i LED, dove il risultato viene considerato prevedibile dagli autori in quanto lo studio presentato in questa seconda parte risulta essere il primo nel suo genere; esso infatti tratta dettagliatamente sorgenti luminose di nuova generazione come i diodi ad emissioni luminosa a differenza dello studio precedente nel quale venivano analizzate lampadine presenti in studi di LCA già pubblicati.

3.5 UE: VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI PRODOTTI DURANTE L'INTERO CICLO DI VITA DELLE SORGENTI LUMINOSE

Altri sono gli studi di LCA riguardanti le sorgenti luminose pubblicati negli anni successivi a quelli del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti d'America (US DOE). A livello europeo ad esempio la Commissione Europea (CE) nel report finale pubblicato a fine ottobre 2015 intitolato "Preparatory Study on Light Sources for Ecodesign and/or Energy

Labelling Requirements (Lot 8/9/19) - Final Report”, riporta un’analisi di diverse sorgenti luminose definite con l’acronimo ErP (prima EuP, Energy-Using-Products) ossia “Energy-related-Products”, cioè prodotti connessi all’energia a cui è imputabile una quota consistente dei consumi di risorse naturali e di energia nella Comunità e anche numerosi importanti impatti ambientali di altro tipo.

Secondo la Comunità Europea (CE) agire in nome dello sviluppo sostenibile, significa incoraggiare l’alleggerimento in maniera continuativa dell’impatto ambientale complessivo di tutti i prodotti connessi all’energia, in particolare identificando le principali fonti di impatto ambientale.

I dati riportati si riferiscono all’anno 2013, ossia quello nel quale i dati sono maggiormente disponibili e grazie alla metodologia MEErP 2011 (Methodology for Ecodesign of Energy-related-Energy) vengono valutati gli impatti ambientali e i costi durante tutti i cicli di vita delle sorgenti luminose.

Questa review prende in considerazione 19 casi studio di base (base cases), ossia 19 tipi di sorgenti luminose che risultano essere rappresentative per la categoria di prodotto considerato nell’intera UE-28; questa suddivisione deriva da quella usata negli studi statistici europei e nei dati sulle vendite elaborate dal gruppo Lighting Europe.

Tra le descrizioni si riportano solo quelle oggetto di indagine della tesi.

Le CFL_i, sono espressamente considerate come sorgenti sostitutive a quelle incandescenti, dovuta alla loro “phase-out” con l’entrata in vigore del regolamento 244/2009. I valori caratteristici medi nell’EU-28 per il caso base CFL_i sono un wattaggio di 9,5 W, un flusso luminoso prodotto di 523 lm e un tempo di vita pari a 12 anni con l’utilizzo della sorgente in tutti i settori, residenziali e non, di 500 ore annuali.

Nella determinazione del BOM (Bill-Of- Materials ossia nel conteggio dei materiali costituenti), per questa categoria di sorgenti luminose si fa riferimento ad una CFL_i il cui wattaggio varia tra 8 e 14 W, con diametro medio di 45 mm e di lunghezza di 130 mm, a cui è associato un volume del packaging pari a 0,26 dm³ pari ad un peso approssimativo di 60 g di cui il 90% è composto da cartone ed il restante 10% da PET. Il peso della CFL_i varia da 48 g per la forma a candela fino a 75 g per la sorgente con un bulbo protettivo, perciò la CFL_i considerata nel caso base è di 60 g (peso senza imballaggio).

Inoltre per quel che riguarda la concentrazione di mercurio considerato nel BOM, è stato assunto essere pari a 2 mg, valore che si riferisce a lampadine sottoposte a ROHS2, mentre per lampadine più vecchie la concentrazione viene assunta essere pari a 3,5 mg.

La BOM per questa tipologia di sorgente luminosa non solo si basa su diversi studi pubblicati, ma parte da ciò che è stata l'indagine svolta da Tähkämö nel 2013 [37]; il conteggio dei materiali in questo studio risulterà essere la seguente (Tab. 30):

BOM di una CFLi (con alimentatore integrato)		
Materiale	Peso(g)	Riciclaggio
Tubo di vetro (borosilicato)	27	
Base in plastica (PET o PVC)	12	
Ballast elettronico	14,60	
Ballast elettromagnetico	0	
Colla a base di resina	1,7	
Lega per saldatura	0,2	
Attacco, elettrodi e altri parti metalliche	2,2	
Attacco, elettrodi e altri parti metalliche	0,4	
Fosfori (ossido di ittrio, alluminato di bario e terre rare)	1,50	
Gas	0,4	
Mercurio	0,003	
Imballaggio cartone/carta	54	
Imballaggio plastica	6	si
PESO TOTALE CFLi	119	

Tab. 30: materiali costituenti una lampadina CFLi [38]

Per quel che concerne l'EoL delle lampade a scarica (CFLi, LFL e HID) gli autori affermano che solo il 30% di queste lampadine esauste viene captato; il riciclaggio rappresenta però l'80% di questo share. La percentuale destinata al riciclaggio di questa categoria di prodotti risulta perciò essere pari al 24%; il rimanente 76% verrà quindi incenerito oppure andrà in discarica insieme agli altri rifiuti solidi urbani (Tab. 31). Non si esclude la possibilità che una parte di quest'ultimo share possa essere riciclato, perciò verranno considerati nel computo delle percentuali relative all'EoL delle CFLi (Tab. 31), i valori di default presenti nell'Ecoreport in Tabella 32.

EoL mass fraction (in %) to:	Bulk Plastics	TecPlastics	Ferro	Non-ferro	Coating	Electronics	Misc. , excluding refrigant & Hg	Hg (mercury), in mg/unit
re-use						0%		0%
(materials) recycling		46%		95%		62%	73%	24%
(heat) recovery		11%		0%		0%	1%	0%
non-recovery incineration		17%		0%		23%	4%	6%
landfill/missing/fugitive		26%		5%		15%	23%	70%

Tab. 31: valori di default relativi al fine vita delle CFLi [39]

Per il mercurio invece, non vengono considerate ulteriori azioni di riciclaggio rispetto allo share del 76% relativo al flusso dei rifiuti destinati allo smaltimento indifferenziato in discarica. Nello studio si considerano impianti di trattamento nel quale è disponibile il processo di trattamento delle polveri fluorescenti (terre rare), mercurio, vetro della lampadina e altri metalli. Per il packaging delle sorgenti luminose, in accordo con le statistiche Eurostat 2012, viene associata il valore del 64,6% come percentuale di riciclaggio degli stessi imballaggi.

EoL mass fraction (in %) to:	Bulk Plastics	TecPlastics	Ferro	Non-ferro	Coating	Electronics	Misc. , excluding refrigant & Hg
re-use						0%	
(materials) recycling		29%		95%		50%	64%
(heat) recovery		15%		0%		0%	1%
non-recovery incineration		22%		0%		30%	5%
landfill/missing/fugitive		34%		5%		20%	30%

Tab. 32: valori di default presenti nell'Ecoreport e considerati in questo studio.(il riutilizzo viene definito pari a 0% e aggiunto alla voce landfill e le percentuali legate al riciclo sono invece valori medi riferite a tutte le categorie di sorgenti).[39]

Oltre alle CFLi, vengono considerate anche la categoria delle sorgenti luminose GLS incandescenti denominate in questo studio GLS-X (differenziandole dalle GLS-R, che sono sorgenti ad incandescenza direzionali, con virola Edison o a baionetta), ossia lampadine non alogene con filamento, chiare, a candela, colorate e decorative, sottoposte al regolamento 2009/244 quindi ritirate dal commercio entro il settembre 2012, in quanto rientranti nella categoria delle sorgenti non direzionali (NDLS) sottoposte a tale regolamento da parte dell'UE. I valori

caratteristici medi nell'EU-28 per il caso base GLS-X sono un wattaggio di 54 W, un flusso luminoso prodotto di 513 lm e un tempo di vita pari a 2,2 anni con l'utilizzo della sorgente in tutti i settori, residenziali e non, di 450 ore annuali.

Nella determinazione del BOM per questa categoria di sorgenti luminose si fa riferimento ad una GLS di 60W di forma A, a cui è associato un volume del packaging pari a 0,24 dm³ pari ad un peso approssimativo di 60 g di cui il 90% è composto da cartone ed il restante 10% da PET. Il peso della GLS-X scelto risulta essere pari a 25 g di cui l'89% è vetro.

Altri dettagli sulla BOM possono essere dedotti dagli studi svolti dal DOE U.S 2012. [36] Il conteggio dei materiali risulterà essere (Tab. 33):

BOM di una GLS		
Materiale	Peso(g)	Riciclaggio
Gas Argon	0,137	
Bulbo di vetro (borosilicato)	18,783	
Alluminio	0,958	
Ottone	0,050	
Colla a base di resina	1,292	
Lega per saldatura	0,150	
Getter (acido fosforico)	0,002	
Glass flare	1,748	
Tubo di vetro	1,804	
Fili di piombo	0,150	
Tungsteno	0,010	
Fili di supporto in Molibdeno	0,013	
Imballaggio cartone/carta	54	
Imballaggio plastica	6	si
PESO TOTALE GLS	85	

Tab 33: materiali costituenti una lampadina GLS-X [38]

In questo report l'UE afferma come questa categoria di sorgenti considerate "fuori commercio", possano essere sostituite da modelli migliorati; vengono qui identificate le opzioni di sostituzione delle GLS ossia: CFL_i, sorgenti non direzionali alogene ed infine lampadine LED.

Il fine vita delle suddette GLS-X viene considerato l'incenerimento e lo smaltimento in discarica come rifiuto solido urbano senza comunque escludere che una frazione di essi possa essere riciclata (vedi valori di default presenti in Tab. 32).

La percentuale per il riciclaggio del packaging è pari al 64,6% (EuroStat, 2012) (Tab 32).

3.5.1 ESITI DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

Per valutare gli impatti ambientali sia della fase di produzione, distribuzione, uso e fine vita dei 19 base-cases, la Commissione Europea si è basata sull' EcoReport che è stato sviluppato a tal proposito all'interno della metodologia MEErp. [40], [41] L'EcoReport non differenzia le sorgenti ad uso domestico e non domestico; esso presenta un prodotto generico per ciascuna categoria.

Nel calcolo degli impatti non rientrano quelli prodotti dall'1,5% del peso totale delle lampadine vendute nel 2013, in quanto non disponibili.

Inoltre alcuni materiali costituenti le sorgenti luminose vengono escluse nel calcolo degli impatti, in quanto è risultato impossibile stabilirne gli indicatori degli impatti ambientali; come i fosfori, i gas di riempimento, il tungsteno per il filamento e quello utilizzato negli elettrodi, il rivestimento degli elettrodi, i fili di supporto, i fili di piombo, alcuni materiali adesivi, il mercurio ed il getter vengono considerati "extra" all'interno dell'Ecoreport.

Secondo gli autori alcuni di questi materiali potrebbero avere comunque significativi impatti ambientali, nonostante abbiano un peso ridotto. I contributi ambientali durante il ciclo di vita della CFLi oggetto di analisi, rispetto ai 15 indicatori degli impatti considerati dall'EU, sono mostrati nel seguente grafico (Fig. 34):

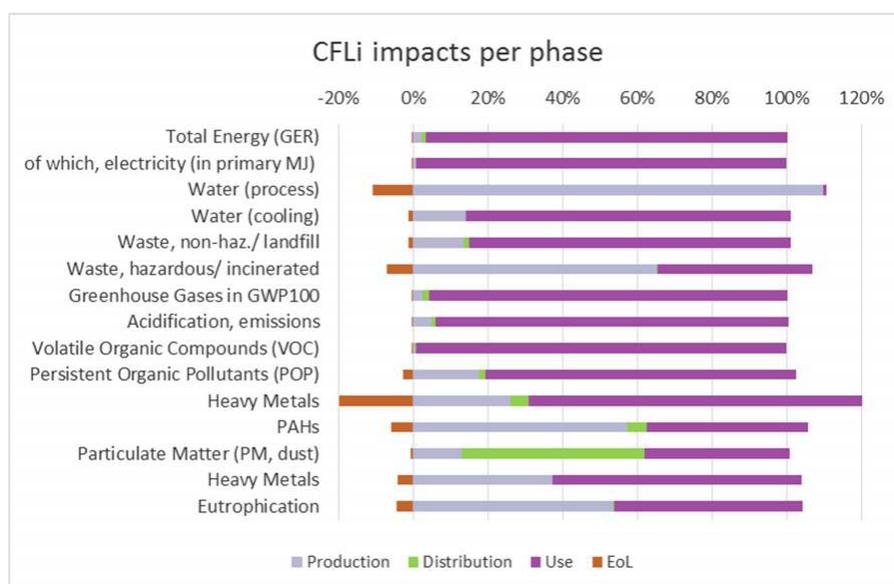


Fig 34: gli impatti rispetto al ciclo di vita di una CFLi [39]

Mentre i risultati della LCIA per il caso GLS-X risulteranno essere (Fig. 35):

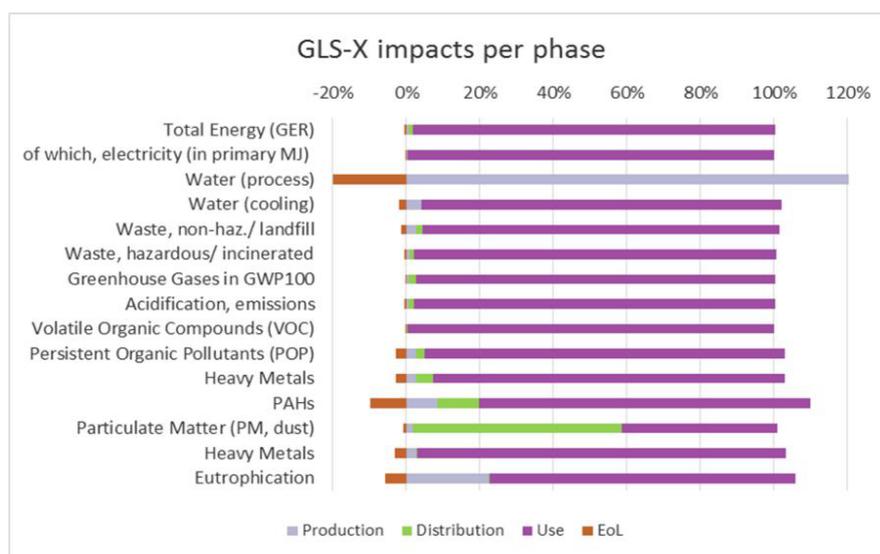


Fig 35: gli impatti rispetto al ciclo di vita di una GLS-X [39]

Si può chiaramente notare dai grafici come la fase più impattante per entrambe le lampadine risulta essere la fase d'uso legata principalmente all'utilizzo dell'elettricità, in cui la percentuale più elevata è associata all'utilizzo delle sorgenti GLS-X (99%), più energivore rispetto alle CFL_i (97%).

A seguire, l'altra fase maggiormente impattante rispetto ai diversi parametri considerati in questo report è quella della produzione. Rispetto a questa fase del ciclo di vita la lampadina fluorescente compatta integrata supera la sorgente GLS-X, a causa degli impatti legati alla produzione della componente elettronica e alla sua elevata efficienza che si traduce in bassi consumi di elettricità e quindi minor impatti nell'uso della stessa nell'arco della sua vita.

La distribuzione risulta essere trascurabile solo rispetto ad alcuni degli indicatori degli impatti considerati; i contributi maggiori sono legati alla categoria "particulate matter (PM, dust)" per entrambe le sorgenti luminose.

Altri aspetti osservabili dai grafici sono: 1) Il consumo dell'acqua di processo risulta essere trascurabile rispetto a quello dell'acqua di processo; quest'ultima è particolarmente utilizzata nella fase di produzione. Nella fase di EoL, essa risulterà avere un contributo negativo grazie alle azioni di riciclaggio; essi infatti rappresentano lo share degli impatti evitati.

2) La produzione di PM e polvere non è solo causata dalla generazione di elettricità per l'utilizzo delle sorgenti (CFLi 39%, GLS-X 42%), ma è anche legata alla fase di distribuzione (gas di scarico dai mezzi di trasporto): lo share è pari a 49% per le CFLi e 57% per le GLS-X.

3) Gli idrocarburi policiclici aromatici (PAH's) vengono rilasciati principalmente durante la produzione di energia elettrica, quindi nella fase d'uso (CFLi 43% e GLS-X 90%), ma esistono anche importanti contributi degli stessi nella fase di distribuzione (CFLi 5% e GLS-X 11%) e nella fase di produzione (CFLi 157% e GLS-X 8%). Anche in questo caso grazie al riciclaggio potranno essere evitati una percentuale pari al 10% per le GLS-X ed un 6% per le sorgenti fluorescenti compatte.

4) Gli impatti legati al rilascio dei metalli pesanti, sono causati maggiormente dalla fase d'uso, mentre nella fase di fine vita si hanno valori percentuali negativi che rappresentano gli impatti evitati.

Mettendo poi a confronto il contributo di alcuni dei principali impatti ambientali durante il ciclo di vita per entrambe le sorgenti, rispetto al Mlm*h prodotto, si otterranno i seguenti valori (Fig. 36):

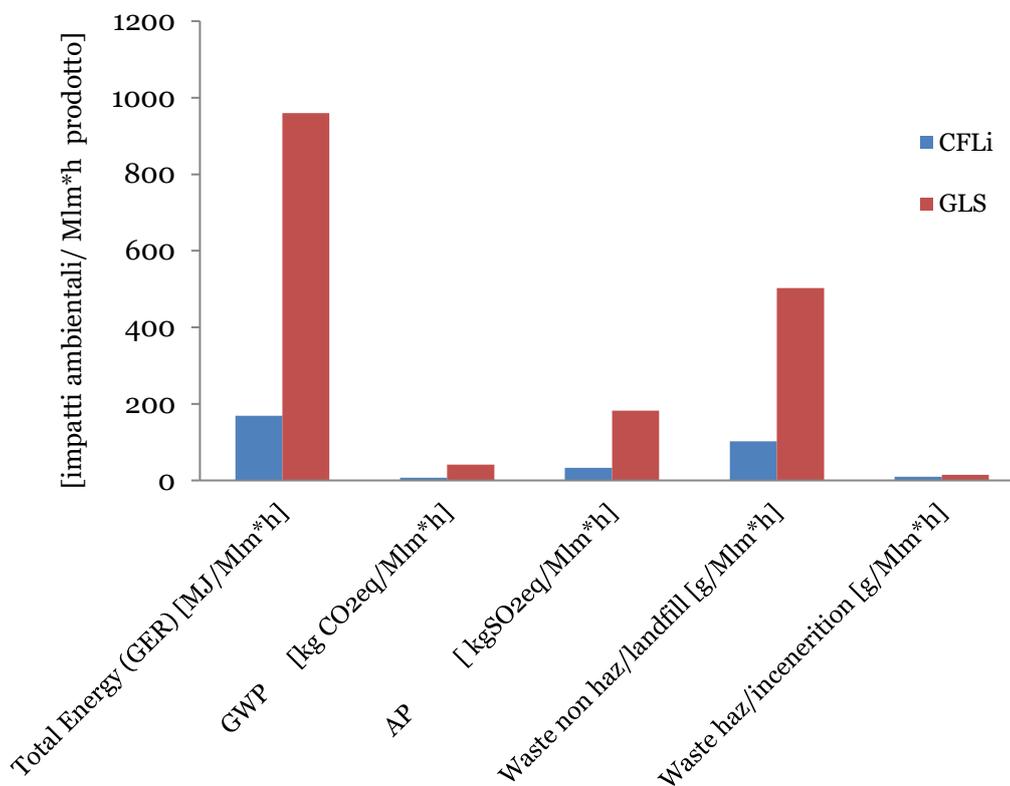


Fig 36: gli impatti ambientali delle due sorgenti luminose a confronto, rispetto al Mlm*h prodotto[39]

Concludendo gli autori sottolineano che sia per l'indicatore degli impatti legati al consumo totale di energia primaria (MJ/Mlm*h) che per il GWP, l'AP e il contributo legato ai rifiuti non pericolosi smaltiti in discarica, i valori riferiti alla GLS-X sono circa 5 volte maggiori rispetto a quelli relativi alla sorgente fluorescente compatta.

Il valore del GER per la GLS-X riflette una delle caratteristiche che contraddistingue questa tipologia di sorgente luminosa ossia la minor efficienza rispetto ad altre lampadine definite sostitutive dall'UE alla lampadina tradizionale.

CAPITOLO 4

IL TRATTAMENTO DELLE LAMPADINE FLUORESCENTI COMPATTE E GLI SVILUPPI SUL RECUPERO DELLE TERRE RARE

*“Consuma o muori. Questo è il dettato della cultura.
E finisce tutto nella pattumiera. Noi creiamo quantità stupefacenti di
spazzatura, poi reagiamo a questa creazione,
non solo tecnologicamente ma anche con il cuore e con la mente.
Lasciamo che ci plasmi. Lasciamo che controlli il nostro pensiero.
Prima creiamo la spazzatura e dopo costruiamo un
sistema per riuscire a fronteggiarla.”*

Don De Lillo, Underworld, 1997

4.1 INTRODUZIONE AL TRATTAMENTO

In Italia nell'intero anno 2015 sono stati captati dal sistema RAEE un quantitativo di R5 pari a 1.449 tonnellate, un valore che equivale al 14,48% dell'immesso sul mercato riferito sempre allo stesso anno.[26]

I 957 impianti di trattamento presenti in Italia rappresentano l'anello finale della catena RAEE che va a chiudere il circuito virtuoso della gestione legata a questa tipologia di rifiuti nel nostro Paese.[31]

Essi non sono solo luoghi abilitati al recupero e al riciclo, nei quali viene svolto un trattamento specifico in base alle caratteristiche del RAEE, ma risultano essere anche aree in cui vengono condotte attività di stoccaggio.

Esistono tre fattori strettamente legati al costo di trattamento dei RAEE ossia i costi legati alla logistica, quelli degli impianti di trattamento ed in ultimo, ma non meno importanti, le quotazioni dei materiali recuperati. Quest'ultimo rappresenta la causa principale delle variazioni dei prezzi di trattamento, che negli ultimi anni hanno subito notevoli oscillazioni diminuendo notevolmente a causa della crisi.

4.2 "IL SISTEMA DISMECO" NELLA REALTA' ITALIANA

L'Unione Europea con l'attuale Decisione 2014/955/UE entrata in vigore il 1° giugno 2015 che sostituisce la Decisione 2000/532/CE, ha riconfermato le sorgenti a scarica rientranti nel raggruppamento R5 nel comparto dei "rifiuti speciali pericolosi" attribuendo loro un apposito codice CER (Codice Europeo del Rifiuto) 200121* che ne impedisce lo smaltimento come rifiuto solido urbano.

Il processo di trattamento della lampadina fluorescente compatta oggetto di studio è quello svolto presso l'azienda DISMECO S.r.l ubicata nel Comune di Marzabotto (Bologna) (Fig.37).

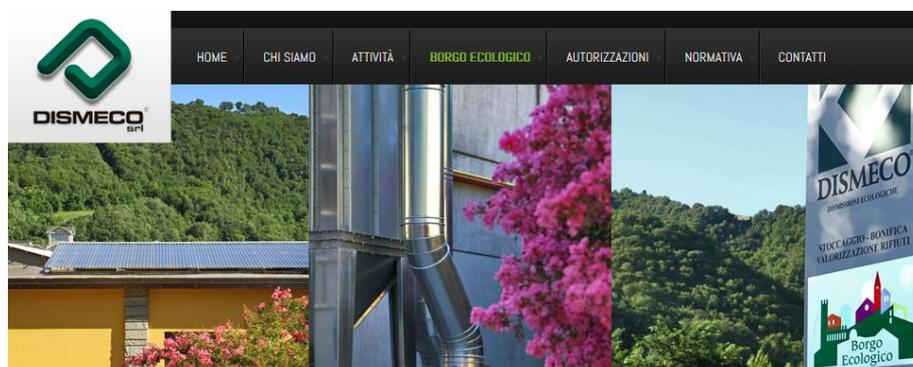


Fig.37:sito internet dell'azienda [42]

L'Azienda DISMECO, nome che deriva da "DISMissioniECologiche" è operativa a Bologna dalla fine degli anni '70, come attività a gestione familiare specializzata nella gestione, trattamento e recupero dei materiali elettrici ed elettronici, gli AEE giunti a fine vita. Essa svolge la sua vera e propria attività all'interno di un'area di 42.000 mq chiamata "Borgo Ecologico"®, nata sulle "ceneri" della sede dell'ex cartiera "Burgo" di Lama di Reno (nata dopo la già esistente "cartiera del Lama") nella quale grazie all'ausilio di strutture e macchinari, vengono recuperati sia RAEE Non Pericolosi che Pericolosi rientranti nei 5 Raggruppamenti.

L'azienda inoltre collabora non solo con l'Università di Bologna e con quella svedese di Göteborg per quel che concerne lo studio sull'estrazione delle "terre rare" dalle polveri fluorescenti delle lampade neon, ma partecipa al progetto europeo "Relight project – Sustainable Recycling of Lighting Products", per incrementare la depurazione da mercurio dei materiali risultanti dal trattamento delle lampade fluorescenti, al fine di perfezionare la tecnologia degli attuali macchinari utilizzati nella fase di fine vita. Per la gestione dei RAEE, Dismeco è autorizzata ad effettuare la

raccolta, trasporto, stoccaggio, demolizione, trattamento, bonifica e avvio allo smaltimento finale.

Nel febbraio 2012 sono stati attivate due nuove linee di lavorazione, ossia quella dei monitor e TV a "tubo catodico" e quella delle lampade fluorescenti.

Le operazioni di recupero a cui sono sottoposte le sorgenti fluorescenti (tubi e lampadine di varia forma) esauste, sono: R5 riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche (frantumazione di inerti e selezione/recupero vetro), R12 scambio di rifiuti per sottoporli ad una delle operazioni indicate da R1 a R11 ed infine R13 messa in riserva di rifiuti per sottoporli ad una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 .

L'Azienda tratta RAEE provenienti non solo dal singolo cittadino, Aziende private, Pubbliche Amministrazioni, ma anche capta flussi provenienti dai CdR, CrP, Collection Point, Installatori che arrivano in sede Dismeco, grazie all'attività svolta dai Sistemi Collettivi per la fase di stoccaggio e successivo trattamento. Esso collabora con i Sistemi collettivi quali APIRAEE, Ecodom, ECOEM, Ecolamp, Ecolight, Ecoped, ecoR'it, ERP, EsaGerAEE, PVCycle, RAecycle, ReMedia che nel 2015 in Regione Emilia-Romagna hanno raccolto 23.706.537 kg di RAEE (con una variazione di raccolta rispetto al 2014 di 8,16%).[26]

4.2.1 I PASSI DEL "FINE VITA" DELLE LAMPADINE FLUORESCENTI (R5):IL "SISTEMA IN DISMECO"

Il "sistema Dismeco" gestisce la sua attività secondo specifiche fasi.

Dopo la fase di ingresso e scarico dei rifiuti con FIR accompagnati da automezzi che entrano nello stabilimento, avviene il trasporto delle UdC grazie all'ausilio di muletti elettrici in un'area di deposito e in un secondo tempo nell'area di pre-lavorazione.

La fase di pretrattamento dei rifiuti destinati alla lavorazione si svolge all'interno del capannone (il cosiddetto capannone C), dove avviene il vero e proprio trattamento basato su rigorosi standard qualitativi e ambientali, mediante il macchinario MRT in uso.

La fase di pre-lavorazione manuale svolta dagli operatori consiste nell'eliminazione di imballaggi di carta e cartone ecc, in una differenziazione del rifiuto in base alla forma, suddividendoli in due flussi distinti (sorgenti compatte e tubi) e valutando inoltre il loro stato di conservazione (nel caso in cui ci sia la presenza di sorgenti esauste

bagnate, esse saranno sottoposte al processo di asciugatura e stoccate in un luogo coperto prima della lavorazione) e quindi di destinazione. La macchina MRT per come è stata progettata lavora per 8 ore giornaliere a ciclo continuo e in maniera non simultanea rispetto a due linee di trattamento. Le sorgenti compatte, le lampadine e i tubi rotti saranno immessi nella macchina dall'accesso anteriore CCS, mentre i tubi integri saranno posizionati nell'ingresso posteriore del macchinario, CS.

Il "sistema Dismeco" può essere così schematizzato (Fig. 38):

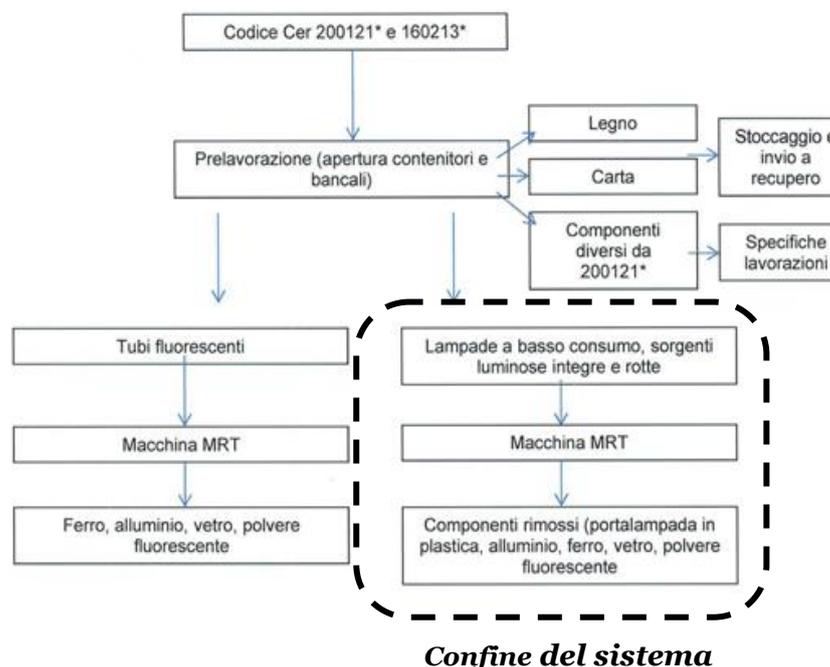


Fig. 38: schema di processo sul trattamento della linea di lavorazione delle lampade fluorescenti (elaborazione Dismeco) e il confine del sistema considerato nella fase LCI

Le frazioni che la macchina MRT è in grado di ottenere dal trattamento di lampadine esauste sono cinque: il vetro, la frazione metallica e non, provenienti dal portalampada, formata dalla componente ballast (alimentatore) contenuta in una base in plastica provvisto di virola e dagli avvolgimenti interni delle schede elettroniche contenute in essa ed infine le polveri fluorescenti e il mercurio. Quasi tutte le frazioni escono da Dismeco con FIR, ossia come rifiuti in quanto verranno inviate ad altre aziende che le dovranno trattare e lavorare per farle poi rientrare in altri loop produttivi. L'unica frazione che esce come MPS è il vetro, che

sottoforma di pezzi di piccola dimensione, verranno impiegati direttamente nei processi di vetrificazione e smaltatura delle piastrelle.

Dunque l'attività di Dismeco finisce dove iniziano quelle delle aziende che riutilizzano le frazioni ottenute dal trattamento, che essendo divenute materie prime seconde (MPS) possono rientrare in nuovi cicli produttivi.

4.2.2 IL PROCESSO DI TRATTAMENTO DELLE SORGENTI FLUORESCENTI

La tecnologia di trattamento utilizzata in Dismeco per tubi fluorescenti e lampade di altra forma, è la frantumazione o **Crush and Sieve**, che consiste nella triturazione delle sorgenti luminose, nella conseguente separazione delle singole componenti e nella captazione, sempre tramite processi di aspirazione e filtrazione, del mercurio e delle polveri fluorescenti.

Il trattamento meccanico dei rifiuti costituiti da lampade e tubi fluorescenti può essere schematizzato in diverse fasi (Fig. 39):

1) **alimentazione (Feeding)**: per le sorgenti compatte integre e/o rotte, questa fase precede una pretriturazione, con il successivo invio di frammenti derivanti dalle lampadine triturate verso l'unità principale dell'impianto in corrispondenza dell'ingresso posteriore CCS tramite una coclea e un alimentatore vibrante; per i tubi fluorescenti invece l'alimentazione all'ingresso CS avviene tramite un nastro trasportatore;

2) **triturazione (Crushing)**: i "tubi neon" e lampadine "a basso consumo" sono immessi in un impianto di triturazione operante in ambiente stagno e filtrato, per evitare la dispersione in atmosfera di inquinanti e per garantire condizioni di sicurezza per gli operatori.

A differenza delle sorgenti che vengono pretriturate, i tubi fluorescenti intatti, subiscono una frantumazione all'ingresso CS dell'unità principale di trattamento mediante un mulino a martelli (frantumatore) e con il nastro trasportatore vengono inviati all'unità di separazione;

3) **separazione (Sieving)**: il rifiuto frantumato entra in un vaglio a tamburo e in una prima torre di separazione per mezzo di un sistema di aspirazione; qui le frazioni più grosse, ossia il vetro e i metalli, vengono separate dal flusso d'aria stesso, mentre le polveri, composte da particelle di peso trascurabile caratterizzate dalla presenza di polveri fluorescenti e mercurio, seguono il flusso d'aria.

Mediante una rotocella, il vetro ed i metalli sono scaricati e separati per mezzo della presenza di un dispositivo vibrante di vagliatura posto sotto la rotocella stessa. Dopo questo passaggio, i terminali metallici vengono caricati in un frantoio al fine di ridurre ulteriormente le loro dimensioni e sempre tramite un flusso d'aria, essi vanno nella direzione di una seconda torre di separazione quindi scaricati grazie all'azione di una seconda rotocella.

La separazione tra il vetro e le parti metalliche avviene mediante un separatore magnetico su cui sono convogliati le due frazioni, tramite convogliatore.

Il percorso delle parti non metalliche termina a questo punto; esse infatti vengono scaricate in appositi contenitori per andare poi a recupero.

La frazione vetrosa viene quindi caricata in un frantoio allo scopo di ridurre il volume e il flusso d'aria ricco di vetro frantumato va in direzione della terza torre di separazione; da qui tramite una terza rotocella si dirige al convogliatore e viene inserito in un alimentatore a tamburo rotante e indirizzato verso lo scarico che lo convoglia all'esterno dell'unità di trattamento e raccolto in contenitori "big bag".

Le polveri generate dall'attività di trattamento (in cui ci può essere la presenza non solo di polvere fluorescente ma anche di vapori di mercurio), si abbattano tramite un sistema di controllo che si compone fondamentalmente di quattro parti: una ventola, un ciclone, i filtri per polveri PH5 e quelli a carboni attivi.

La polvere generata durante la fase di frantumazione in entrambe le postazioni (CCS e CS), viene trasportata dalla corrente d'aria che circola attraverso le varie componenti dell'impianto allo scopo di suddividere le frazioni costituenti le sorgenti luminose fluorescenti. Il flusso d'aria d'aspirazione è generato da una ventola di potenza di 7,5 kW e in grado di movimentare circa 2.000m³/h.

La polvere fluorescente trasportata dalla corrente d'aria è separata da quella di ventilazione in tre fasi:

- 1) Passaggio dell'aria attraverso un ciclone, (altezza di circa 85 cm e di diametro pari a 500 mm) dove la frazione della polvere più grossolana viene intrappolata e raccolta in contenitori per la distillazione presso aziende specializzate.

2) Il flusso di ventilazione passa attraverso due filtri per polveri autopulenti (filtri in poliestere/ feltro con potere di abbattimento superiore al 99,9%), che si trovano all'interno di contenitori metallici, dove le particelle sono catturate e scaricate in appositi contenitori da 30 litri per la distillazione posti sotto ad ognuno di essi; la distillazione non viene svolta in sede Dismeco, ma in aziende presenti nel territorio nazionale che ne effettuano il trattamento per estrapolare le preziose terre rare contenute. Grazie a questo sistema di filtraggio, l'aria in uscita viene purificata dalle polveri.

3) L'aria purificata dalla polvere viene poi filtrata nuovamente da una serie di quattro filtri a carboni attivi e zolfo (filtro BPL a carboni attivi impregnati di zolfo), disposti in parallelo che avranno lo scopo di eliminare gli ultimi residui di vapori di mercurio evitando che vengano scaricati in atmosfera.

I filtri usati, dopo l'inevitabile perdita di efficienza, vengono smaltiti da aziende specializzate con codice CER 150202*.

In sede Dismeco si effettuano controlli semestrali previsti dall'autorizzazione sulle emissioni in atmosfera in suo possesso (Delibera n.53- I.P 828/2012- Tit/ Fasc/ Anno 11.8.3.2.0.0/2011) [42] e viene inoltre stilato un registro sulle emissioni controllabile dagli organi competenti.

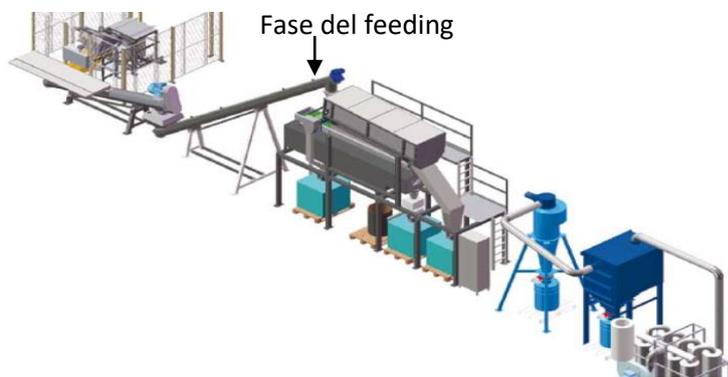


Fig. 39: schema riassuntivo del processo di trattamento mediante apposito macchinario MRT [43]

Al termine del trattamento le varie frazioni sono riposte negli appositi container in aree riservate in sede Dismeco in attesa di uscire per proseguire il loro "cammino" rientrando in altri cicli di lavorazione e/o produzione.

4.3 I RISULTATI IN DISMECO

Il “sistema Dismeco” sopra descritto comporta il raggiungimento di percentuali di recupero molto vicini al 100%.

Secondo i risultati presentati dall’azienda nell’anno 2014, relativi all’anno 2013, si può notare come siano riusciti a raggiungere una quota di recupero pari al 98,2% dei materiali costituenti le lampadine fluorescenti compatte trattate e come solo l’1,80% dei rifiuti misti derivanti dal trattamento meccanico (rifiuti identificabili col codice CER 191212) vadano a smaltimento. (Fig. 40).

DISMECO		BILANCIO DI MASSA R5		Mod. BMAS Rev 0 del 7/1/13		
tipo report	report annuale					
data	21/02/2014					
raggruppamento	R5					
descrizione tecnologia	Triburazione tubi fluorescenti e lampade a basso consumo					
Quantità tot. IN	Peso (kg)	peso medio				
		/				
Codice cer	descrizione	%	destinazione	recupero di materia	smaltimento	Destinazione
19 12 12	altri rifiuti misti, prodotti dal trattamento meccanico	1,80%	smaltimento	0,00%	1,80%	
19 12 07	legno	2,20%	recupero	2,20%	0,00%	
19 12 03	alluminio	3,50%	recupero	3,50%	0,00%	
19 12 02	ferro	1,50%	recupero	1,50%	0,00%	
16 02 16	Comp.rimossi	3,50%	recupero	3,50%	0,00%	
19 12 05	vetro	85,50%	recupero	85,50%	0,00%	
15 01 01	carta	2,00%	recupero	2,00%	0,00%	
		100,00%		98,20%	1,80%	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Dati riservati Dismeco S.r.l. </div>						

Fig. 40: gli output del processo di trattamento delle lampadine fluorescenti compatte (elaborazione Dismeco)

Tenendo presente che:

1) 360.000 kg è la quantità totale di sorgenti trattate in Dismeco nell’anno 2013, di cui circa il 65% sono assunti essere i tubi fluorescenti (in ingresso nella linea anteriore CS della macchina MRT) e il restante 35% sono le sorgenti di altre forme sia integre che rotte (in ingresso nella linea posteriore CSS);



2) i risultati (Fig 41) ottenuti dalla campionatura eseguita dal consorzio Ecolamp nel 2012, svolta su una serie di 60 contenitori provenienti da 4 diversi impianti di trattamento selezionati, nei quali confluiscono RAEE provenienti non solo dai CdR ma anche dagli installatori (Extralamp) e dalla distribuzione (Collection Point) sono i seguenti:

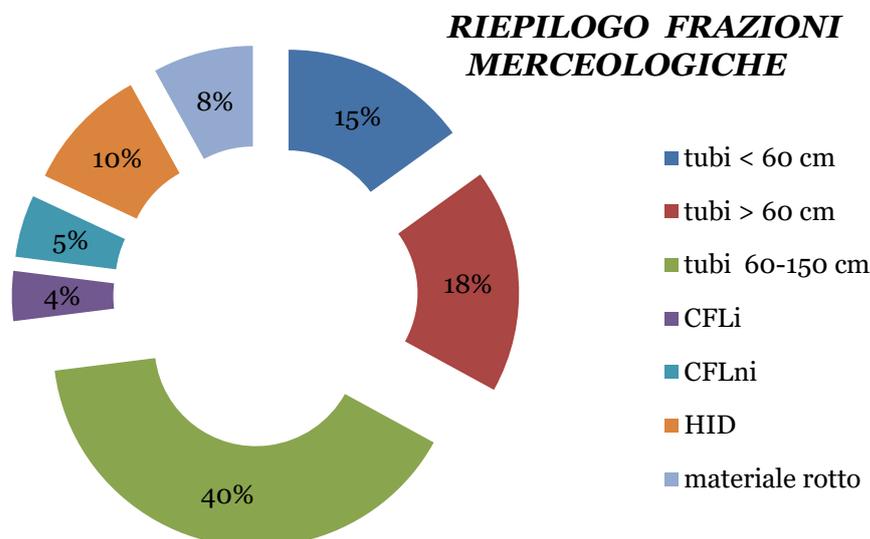


Fig. 41: i risultati della campionatura svolta da Ecolamp nel 2012 (elaborazione Ecolamp)

3) l'energia elettrica totale consumata dalla macchina MRT misurata risulta essere uguale a 12.010 kWh nel 2013, considerando un ciclo di lavorazione di 8 ore giornaliere per 5 giorni settimanali;

4) il lavoro esercitato dalla linea posteriore CCS per le sorgenti di varie forme integre e rotte è stato stimato essere il 30% delle ore complessivamente lavorate;

è stato possibile stilare una tabella che può rappresentare uno degli step iniziali dello studio del ciclo di vita relativo alla fase di trattamento delle sorgenti fluorescenti svolto in Dismeco.

Dopo aver stabilito l'unità funzionale rappresentata da una lampadina fluorescente compatta integrata CFLi generica di peso medio di 80 g e i confini del sistema che sono mostrati in Figura 38, è stato possibile annotare quelli che sono i flussi che andranno a comporre la "tabella d'inventario". rientrante nella cosiddetta fase d'inventario LCI, necessaria ad impostare il modello del progetto di studio di LCA sul "fine vita" delle sorgenti fluorescenti compatte esauste. (Tab. 42) La fase del Life Cycle Inventory comprende la raccolta di dati e i procedimenti di calcolo che consentono di quantificare i flussi di entrata e in uscita del sistema

”Dismeco”. I flussi in ingresso (input) e uscita (output) in questo caso comprendono i consumi energetici e di materiali e la produzione delle cinque frazioni che andranno a recupero e smaltimento.

Per descrivere questi flussi, l’LCA utilizza i due principi fondamentali della fisica, ossia il principio di conservazione della massa e dell’energia; il risultato è quindi un bilancio di massa nel quale le risorse utilizzate e le emissioni prodotte verranno associate all’U.F.

I dati presenti nella fase di LCI sono sia primari, forniti direttamente dall’azienda di trattamento stessa, che dati terziari cioè dati ottenuti da uno studio di campionamento svolto da uno dei sistemi collettivi che recupera maggiormente R5 a livello nazionale, il consorzio Ecolamp.

La combinazione di entrambi ha portato ad assumere che il 70% delle sorgenti totali saranno lavorate dalla parte anteriore, mentre il 30%, nella quale rientrano le CFL_i su cui si focalizza lo studio, saranno introdotte dall’ingresso posteriore CCS nella macchina MRT. I valori andranno poi riferiti alla quota percentuale di CFL_i che effettivamente è stata trattata in quell’intervallo di tempo, ossia il 4%, mentre il valore del consumo di energia elettrica per il trattamento di 1 kg di CFL_i dipenderà dalle ore lavorate dalla linea posteriore rispetto al peso medio della lampadina oggetto di indagine.

Viene inoltre assunto trascurabile il consumo dell’elettricità legata all’illuminazione all’interno del capannone, in quanto molto basso rispetto al consumo legato al trattamento da parte della macchina MRT.

<i>INPUT CCS</i>	<i>Quantità</i>	<i>Unità di misura</i>
<i>CFL_i esauste</i>	4138	kg
<i>Energia elettrica consumata</i>	144,12	kWh
OUTPUT		
<i>Quantità</i>	<i>Unità di misura</i>	
<i>Vetro</i>	3693,6	kg
<i>Plastica (portalampada con alimentatore elettronico)</i>	151,2	kg
<i>Metalli ferrosi</i>	64,8	kg
<i>Metalli non ferrosi</i>	151,2	kg
<i>Polveri fluorescenti e mercurio</i>	77,76	kg

Tab. 42: i dati che vanno a comporre la LCI dello studio

Per quel che riguarda il destino delle frazioni separate, il prodotto vetroso ottenuto è impiegato come MPS in aziende dell’industria della ceramica,

che si trovano sia in Emilia Romagna (Reggio Emilia) che in Lombardia (Mantova), in sostituzione parziale della fritta utilizzata per gli smalti senza richiedere alcun trattamento preventivo. E' importante sottolineare come nella produzione dello smalto ceramico il vetro separato dalla lavorazione delle lampade fluorescenti non può sostituire l'intero quantitativo della fritta ma solo una percentuale che si aggira intorno al 40%.[44]

Le materie ferrose e non, verranno invece inviate inizialmente ad Italmetalli S.R.L per poi andare in acciaierie/fonderie, mentre il portalampada con all'interno la componente elettronica, ossia le schede elettroniche anche conosciute con l'acronimo PCBs (Printed Circuit Boards) verranno stoccate ed inviate ad aziende nel veronese specializzate nel lavorazione, triturazione e trattamento di queste tipologie di rifiuti.

Lo stesso vale per le polveri fluorescenti; non essendo presente uno specifico impianto di trattamento polveri in Dismeco in questi ultimi anni, essa sta intrattenendo rapporti con l'estero al fine di poter effettuare un'adeguata fase di fine vita di questa frazione altamente inquinante se non captata.

4.4 LE POLVERI FLUORESCENTI E LE PCB: DUE FRAZIONI PROVENIENTI DAL TRATTAMENTO DEI RAEE E I LORO DESTINI

Il trattamento degli R5 è finalizzato non solo al recupero delle frazioni metalliche e non metalliche, plastiche e vetrose che li compongono, ma anche allo smaltimento in sicurezza delle sostanze pericolose che essi possono contenere. La de-produzione di prodotti elettronici in generale può rappresentare una soluzione non solo al problema ambientale, evitando l'estrazione di nuove materie prime e lo smaltimento in discarica e l'incenerimento, ma offre anche la possibilità di poter avere nuovamente a disposizione componenti e materiali recuperabili ad alto valore economico e di difficile approvvigionamento.(Fig 43 e Fig 44)

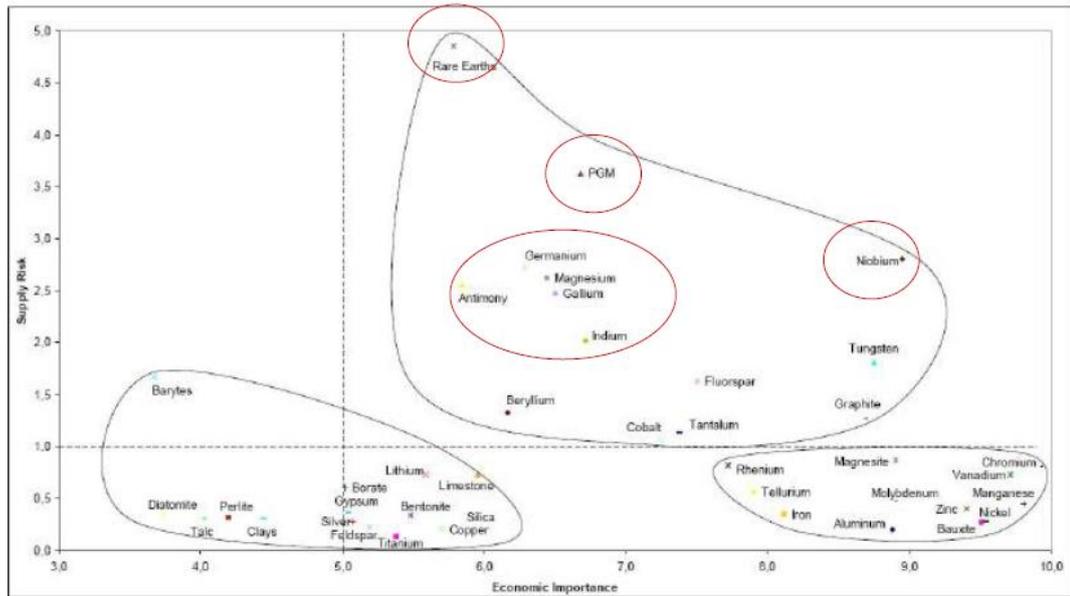


Fig. 43: l'importanza strategica del recupero dei Critical Raw Materials (CRM) [45]

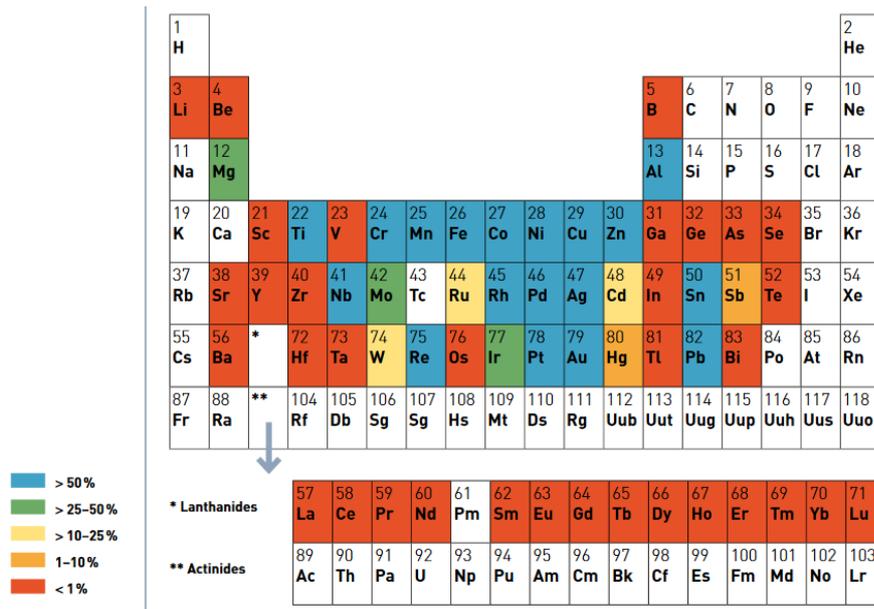


Fig 44: i tassi di riciclaggio dei metalli [46]

Le lampadine fluorescenti compatte si caratterizzano per la presenza di “minerali critici” il cui recupero negli ultimi anni sta assumendo notevole interesse da parte della comunità scientifica.

Quelli utilizzati in questa tecnologia, definita pulita, sono le terre rare e i metalli preziosi, entrambi parte della lista dei 14 materiali critici o critical

raw materials (CRM) in EU, stilata nel giugno del 2010 dalla Comunità Europea e aggiornata nel maggio 2014, nella quale viene escluso il tantalio, grazie alla diminuzione del rischio di approvvigionamento e ne vengono aggiunte altri 6, ossia: borati, cromo, carbone da coke, magnesite, fosforite e silicio metallico)

I CRM giocano un ruolo chiave nello sviluppo delle tecnologie sostenibili future; esse sono considerate necessarie per il raggiungimento di target sempre più elevati di sostenibilità, mediante l'utilizzo di prodotti con profili energetici sempre più green.

Le terre rare o anche conosciute con l'acronimo REE (Rare Earth Elements) sono 17 elementi chimici della tavola periodica, le cui fonti sono i minerali di bastnasite, monazite, loparite e le argille lateritiche.

Le loro riserve sono dislocate in 34 paesi nel mondo e nonostante siano abbondanti nella crosta terrestre, sono presenti in debolissime concentrazioni (Fig. 45), eccetto nella Repubblica Popolare Cinese che produce il 97% del consumo mondiale (secondo quanto stimato dal US Department of the Interior). Nel 2010 la produzione mondiale di ossidi di terre rare era pari a 134.000 tonnellate, di cui 130.000 erano prodotte dalla Cina, [47] a seguire negli USA, nel Sud Africa, il Canada, il Brasile, la Russia e l'India e l'Australia.



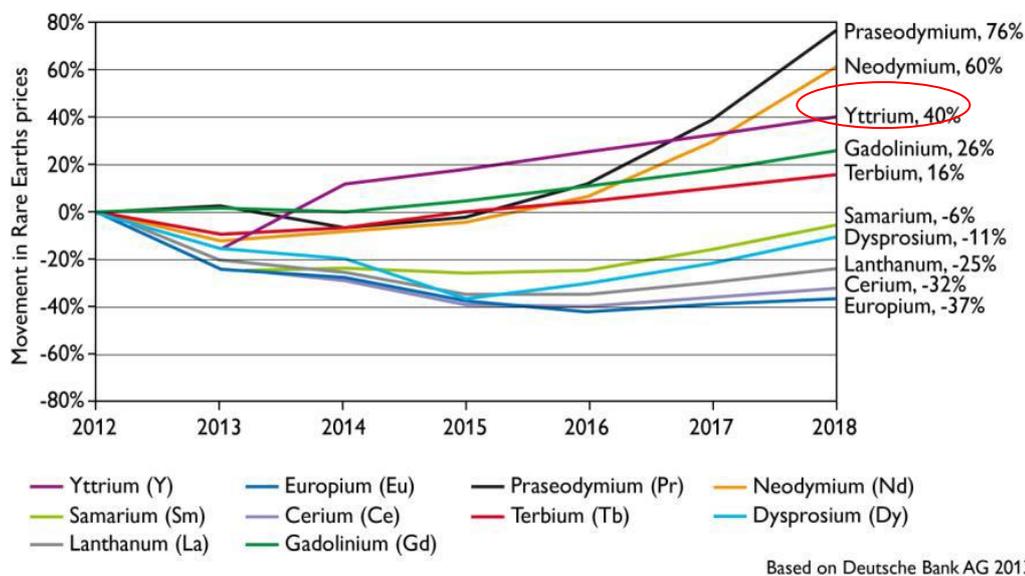
Fig 44: le riserve mondiali di REE [48]

A livello nazionale nel 2012 si stimava un consumo di REE pari a circa 3.750 tonnellate, ossia il 3% del consumo mondiale, che secondo i prezzi del mese di maggio 2012 equivalevano a circa 230 milioni di dollari [49]

Negli ultimi anni la Cina ha ridotto le esportazioni di terre rare, anche verso l'Unione Europea, da circa 50.150 tonnellate esportate nel 2009 a poco più di 30.250 tonnellate nel 2010, con un decremento pari a circa 40% [47] sia al fine di favorire i propri settori manifatturieri, sia per mantenere alti i prezzi delle terre rare, comportando così le riattivazioni di investimenti verso miniere marginali negli USA e in Australia ed esplorazioni di nuove miniere (come ad esempio in Tanzania, Kazakistan, Sri Lanka e Thailandia), ma soprattutto si sono registrati aumenti dei prezzi delle terre rare.

Le restrizioni dell'export e le politiche protezionistiche che la Cina ha attuato a partire dal 2009, hanno causato in questi anni un andamento dei prezzi fortemente altalenanti con picchi registrati nel 2011; secondo quanto scritto nel Report 2012 dell'U.S. Geological Survey il prezzo dell'ittrio si è triplicato dal 2010 al 2011 passando da 480 USD/kg a 1.600 USD/kg.

A partire dal 2012 l'andamento dei prezzi di mercato è stato previsto essere il seguente:



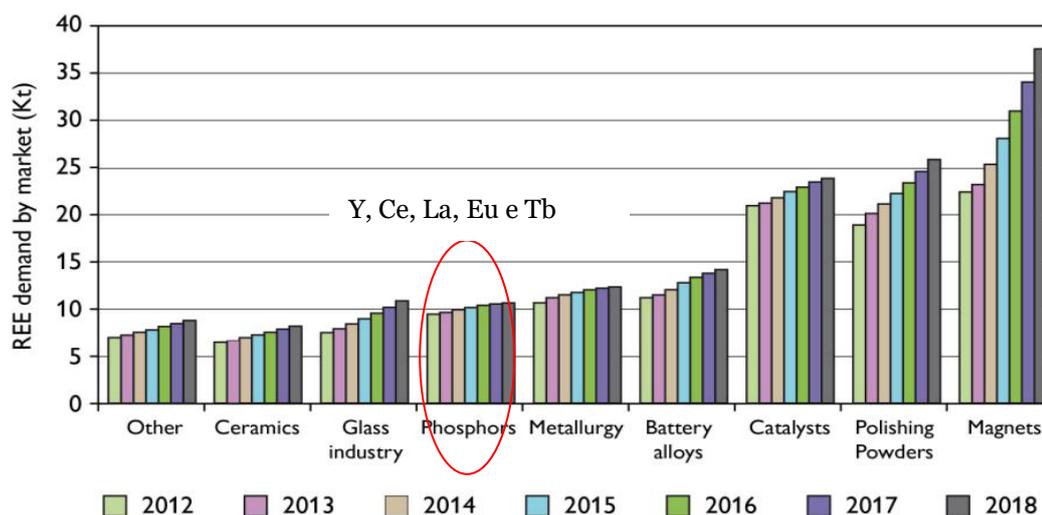
A causa della loro importanza strategica, il recupero delle terre rare viene quindi incoraggiato e preferito rispetto all'estrazione in miniera.

Questa problematica è tanto più vera per l'Italia in quanto non dispone di importanti giacimenti minerari.

Le ultime stime sulla produzione mondiale cinese del 2014 pubblicate da Roskill information Services nel report Rare Earths: Global Industry,

Markets & Outlook [50] affermano come la Cina abbia raggiunto uno share maggiore dell'80% nel 2014, prevedendo poi un decremento al 70% entro il 2018.

Le terre rare trovano applicazione in molti settori tecnologici e l'andamento della domanda di mercato è stata prevista essere in crescita anche nei prossimi anni:



Based on Deutsche Bank AG 2013

Le sorgenti luminose a risparmio energetico moderne utilizzano diverse componenti fosforiche che possono contenere una e più terre rare (dove l'ittrio e l'eurobio sono quegli elementi maggiormente presenti nelle diverse componenti fosforiche); la miscela dei fosfori rappresenta il 2% del peso di una tipica sorgente da 40 W che equivale al peso di 4 - 6 g di polvere fluorescente.

In Figura 46 vengono riportati i quantitativi in g/lampadina di ossidi di terre rare (REO) tipici delle sorgenti fluorescenti e dei LED:

Range of content	Y ₂ O ₃ (g)	Eu ₂ O ₃ (g)	Tb ₄ O ₇ (g)
	46.9-51.2%	3.9-4.4%	2.2-2.6%
LFL	1.0975-1.1981	0.0913-0.103	0.0515-0.06084
CFL	0.7035-0.768	0.0585-0.066	0.033-0.039
LED	0.0047-0.0051	0.0004-0.0004	0-0

Fig. 46: gli ossidi di terre rare contenute nelle lampade fluorescenti [51]

Come per gli altri RAEE, anche per le lampadine fluorescenti esauste la fase di fine vita può raggiungere diversi livelli di complessità in base alle efficienze di recupero che si vogliono raggiungere e alle tipologie di materiali che si vogliono recuperare.

Tra le cinque frazioni ottenute dal trattamento delle sorgenti luminose a risparmio energetico esauste quelle che destano attualmente maggiore interesse sia per la loro complessità che per il loro valore economico strategico, sono le polveri fluorescenti e le schede elettroniche identificate con l'acronimo PCB (Printed Circuit Boards) che vengono trattate mediante processi pirometallurgici e idrometallurgici (Fig. 47).

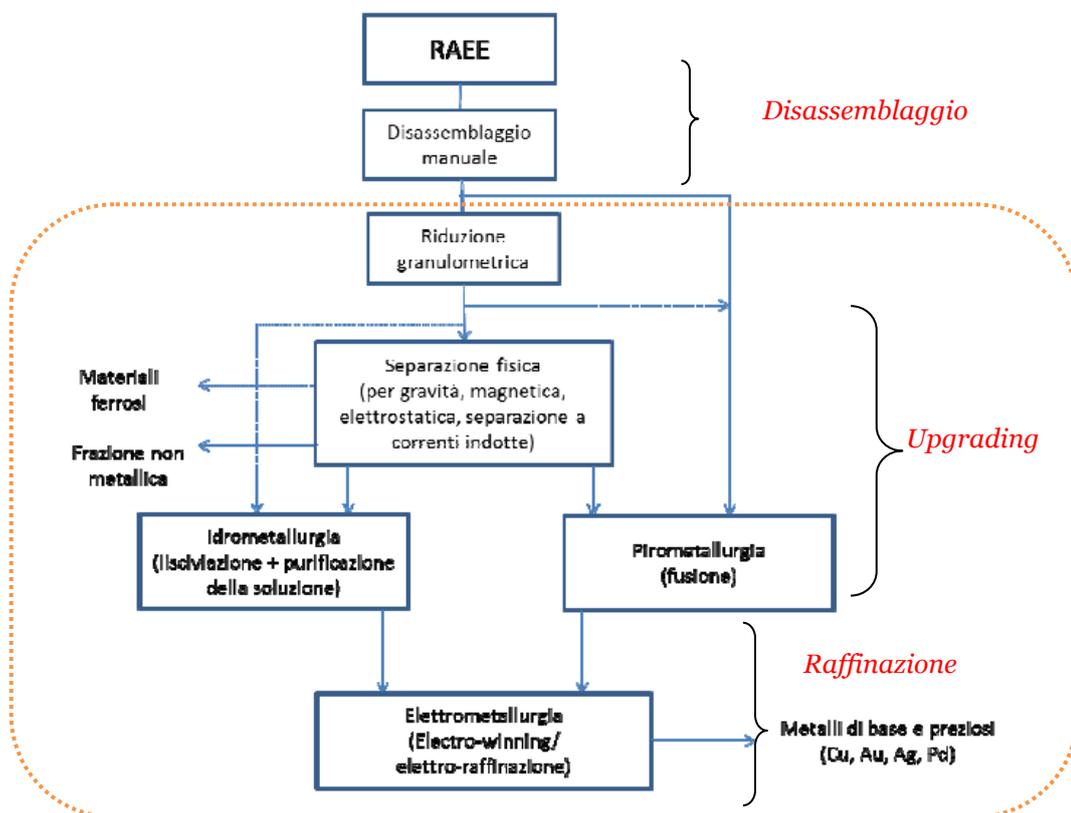


Fig. 47: generico trattamento dei RAEE con le tre macro fasi fondamentali di cui è costituito un processo di recupero [44]

La composizione tipica della PCB è (Tab. 48):

Materiali	Contenuto (% peso)
Frazione non metallica (plastica, vetro, resine etc.)	>70
Rame	~16
Leghe di rame	~4
Ferro e ferrite	~3
Nichel	~2
Argento	~0,05
Oro	~0,03
Palladio	~0,01

Tab. 48: la composizione tipica di una scheda elettronica [52]

Il loro trattamento prevede generalmente due fasi: la prima consiste nella triturazione meccanica, non necessariamente presente e spesso condotta in impianti italiani che permette una prima separazione della plastica e un successivo trattamento pirometallurgico (metodo tradizionale) per il recupero delle frazioni metalliche e metalli preziosi generalmente condotto all'estero (i principali si trovano in Svezia, impianto Kaldo dell'azienda Boliden e in Belgio, impianto dell'azienda UMICORE con sede a Hoboken nel distretto di Anversa), dove si trattano mediante un processo integrato sia materie vergini che prodotti secondari.

Il loro processo di recupero è molto complesso e le tecnologie attuali lo rendono poco sostenibile economicamente, ad eccezione dei casi in cui siano trattati volumi molto elevati, come ad esempio nell'impianto belga.

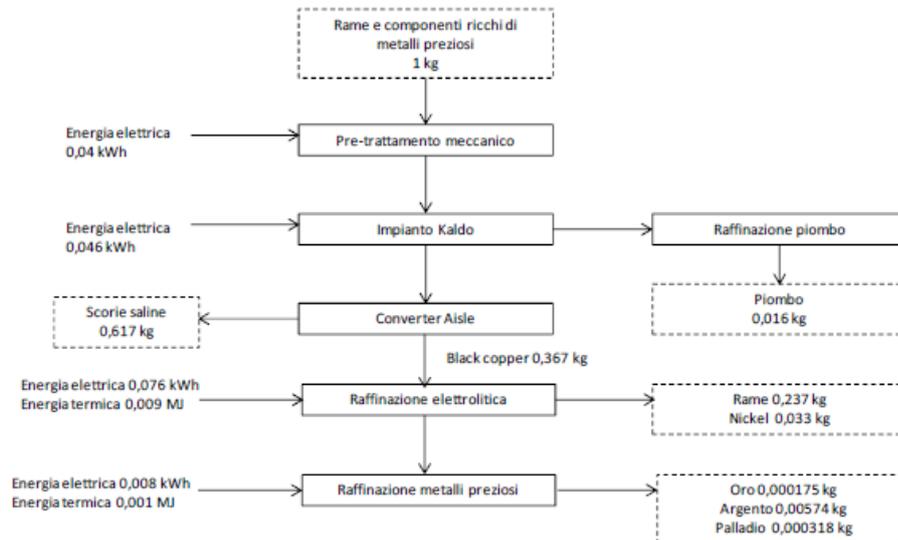
Esso in generale include la fusione in forni ad arco di plasma o in altoforni, la fusione in scoria salina, la sinterizzazione e le reazioni in fase gassosa ad alta temperatura. I rottami triturati alimentano un forno fusorio, nel quale le plastiche e gli ossidi vengono rimossi e separati nella fase scoriacea, mentre i metalli vengono recuperati fusi.

Oggigiorno più del 70% del PCBs a fine vita vengono trattati nel forno fusorio rispetto ai processi di recupero meccanici. [53]

Questa metodologia di trattamento è comunemente usata per il riciclaggio di alluminio, rame e zinco e anche i metalli preziosi quali oro e argento; questi ultimi vengono recuperati a partire dai residui del processo di elettrorefinazione del rame.

Un vantaggio di questo metodo è quello di poter lavorare diversi tipi di frammenti ("scraps") provenienti dagli impianti di pre-trattamenti.

Un esempio di processo di recupero di rame e metalli preziosi, applicato mediante metodo pirometallurgico è effettuato presso l'impianto Kaldo



della Boliden può essere schematizzato in questo modo (Fig. 49):

Fig. 49: schematizzazione del processo di recupero di rame e metalli preziosi presso l'impianto Boliden [44]

Dopo la fase di triturazione e separazione meccanica segue il recupero metallurgico delle frazioni metalliche.

Il rame e i metalli preziosi presenti nelle schede sono alimentati all'impianto "Kaldo plant", che è l'impianto di fusione. Il piombo fuso è poi avviato a raffinazione, mentre i metalli contenuti nelle schede (black copper) sono trasferiti alla converter aisle e successivamente alla fase di raffinazione elettrolitica ("anode refinery") dalla quale si recuperano rame e nichel e si ottiene un concentrato ricco di oro, palladio e argento che è avviato ad ulteriore raffinazione (precious metal refinery).

La fase meccanica di triturazione e separazione delle schede richiede un consumo di energia elettrica pari a 40 kWh/t, mentre il trattamento metallurgico principale ("Kaldo plant" e "Converter Aisle") presenta un consumo elettrico pari a 46 kWh/t. [44]

In Europa esistono tre grandi impianti che trattano le schede elettroniche separate dai RAEE per il recupero dei metalli: l'impianto Boliden qui schematizzato, l'UMICORE in Belgio e il Norddeutsche Affinerie in Germania.

Il flusso del black copper avviato a raffinazione elettrolitica per il recupero di nickel e rame rappresenta il 37% in peso del materiale in ingresso ottenendo piombo come co-prodotto pari all'1,6% del materiale in ingresso. Il processo metallurgico genera inoltre delle scorie che rappresentano il 62% rispetto al flusso in ingresso all'impianto che vengono poi smaltite in discarica.

Ci sono altri metodi pirometallurgici, come il "processo UMICORE" svolto a Hoboken in Belgio grazie al quale non solo vengono recuperati metalli preziosi, ma anche quelli del gruppo del platino, selenio, tellurio, indio e i metalli di base tramite l'utilizzo di l'altoforno IsaSmelt, lisciviazione del rame, elettrowinning e raffinazione dei metalli preziosi; la frazione plastica sostituisce in maniera parziale il carbone come combustibile e agente riducente del processo IsaSmelt.

Nonostante il processo pirometallurgico sia molto diffuso esso presenta diversi limiti : [44]

- I. Le fonderie integrate non sono in grado di recuperare l'alluminio e il ferro, i quali vengono trasferiti nella scoria salina. L'alluminio altera inoltre, in modo indesiderato, la qualità della scoria.
- II. La presenza di ritardanti di fiamma nelle plastiche presenti nei RAEE può condurre alla formazione di diossine durante il processo di fusione.
- III. I componenti ceramici e il vetro presenti nei RAEE aumentano la produzione delle scorie degli altiforni, e perciò la perdita di metalli base e preziosi.
- IV. Il recupero energetico dalle sostanze organiche presenti nei RAEE (plastiche e solventi) e la loro funzione di agenti riducenti è limitata ai primi momenti del processo metallurgico.
- V. I processi pirometallurgici permettono solamente una parziale separazione dei metalli e spesso recuperati assieme.
- VI. I metalli preziosi si recuperano solo al termine del processo metallurgico.
- VII. Vi è un grosso dispendio energetico e problematiche di emissione di gas pericolosi in atmosfera tipiche di tutti i processi che si svolgono ad elevate temperature (spesso più alte di 1000°C).

Un processo alternativo a quello tradizionale per il recupero di metalli provenienti dai rifiuti hi-tech è di tipo idrometallurgico; le due tipologie di

processo possono essere utilizzate singolarmente o in modo complementare.

Con il termine “idrometallurgico” si intende l’insieme di diverse tecnologie chimiche e chimico-fisiche di trattamento in fase liquida come la lisciviazione, estrazione con solvente, estrazione con liquidi supercritici, osmosi inversa, nanofiltrazione, scambio ionico, adsorbimento su carboni e altri materiali, metodi elettrochimici ecc., che mirano al recupero selettivo di materiali critici ad elevato valore aggiunto quali le terre rare, rame, metalli preziosi, ecc.

Il processo idrometallurgico presenta diversi vantaggi rispetto al trattamento tradizionale:[44]

- I. l’elevata selettività, intesa come elevata purezza dei prodotti finali e quindi maggiore valore aggiunto;
- II. la possibilità di trattare matrici contenenti basse concentrazioni di metalli in maniera efficiente;
- III. operazioni condotte principalmente a temperatura ambiente e in circuiti chiusi comportando così costi energetici e di servizio contenuti;
- IV. limitazioni nelle emissioni in atmosfera;
- V. applicabilità ad impianti di natura modulare, quindi di taglia ridotta.

In generale esso consiste in una prima lisciviazione del materiale da trattare, solitamente con acidi o basi in soluzione acquosa, con lo scopo di estrarre in soluzione i metalli da recuperare.

Gli agenti liscivianti sono di solito applicati insieme ad un altro agente complessante come il cianuro, gli alogenuri metallici (fluoruri, bromuri, cloruri), la tiourea, il tiosolfato, l’acido formico, l’acqua regia, l’acido nitrico e l’acido solforico. In un secondo tempo si procede alla purificazione della liscivia e all’estrazione delle specie metalliche di interesse mediante processi di precipitazione, estrazione con solventi, adsorbimento e scambio ionico. La soluzione così ottenuta viene quindi sottoposta a elettrorefinazione, riduzione chimica o cristallizzazione per il recupero dei metalli [44].

Un esempio di processo innovativo di recupero di metalli preziosi da schede elettroniche applicato mediante metodo idrometallurgico, è stato

presentato nell'ambito del progetto "Eco-innovazione Sicilia" avviato dall'ENEA nel maggio 2011 e finanziato dal MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca) nell'ambito della legge finanziaria 2010, che prevedeva una serie di attività di ricerca, sviluppo e realizzazione di strumenti tecnologici focalizzati su diversi settori come quello riguardante i RAEE, il recupero dei metalli ad alto valore aggiunto (quali oro, argento, stagno e rame) dalle PCBs (Fig. 50), nel quale le schede non necessitano di essere frantumate e dove vengono recuperate ossido di stagno e rame nella prima fase del processo e oro metallico.

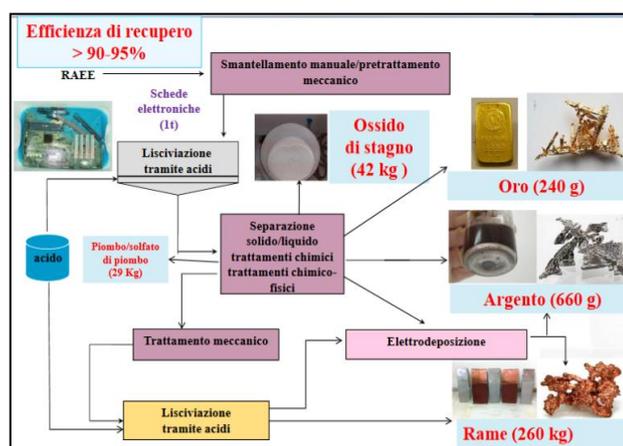


Fig. 50: processo idrometallurgico del progetto "Eco-innovazione Sicilia" [54]

Secondo le stime di ENEA nel settembre 2013, tenendo conto del valore commerciale e della quantità di metalli potenzialmente recuperabili da 1 tonnellata di PCBs è stato possibile stimare il valore di una tonnellata di schede elettroniche pari a circa 6.500 euro. [55]

Sempre nell'ambito delle attività più rilevanti per quel che concerne la fase di fine vita di una lampadina fluorescente compatta che hanno visto protagoniste alcune realtà italiane, vi sono i progetti come HydroWEEE (costruzione dell'impianto pilota tra il 2009 e il 2012) e HYdroWEEE DEMO (la fase industriale dell'impianto pilota che prevede la costruzione di un impianto mobile e di uno fisso presso la sede di impianto di trattamento RAEE Relight Srl, in Lombardia tra il 2012 ed il 2016) Fig 51 a, b. Entrambi si sono sviluppati nell'ambito del Settimo programma quadro per la ricerca e lo sviluppo tecnologico, strumento finanziato dall'Unione Europea per la promozione della ricerca in Europa tra il 2007 ed il 2013 e che erano mirati a sviluppare processi di recupero di oro, rame ed argento dalle PCBs, così pure delle terre rare come l'ittrio dalle polveri fluorescenti presenti nelle lampadine, dell'ittrio e zinco dai monitor CRT (cathode ray tube o schermo a tubo catodico) e cobalto dalle batterie. A tale studio hanno partecipato l'Università dell'Aquila, l'Università La Sapienza

di Roma e l'Università Politecnica delle Marche che hanno operato in parallelo costituendo un Centro Interuniversitario denominato Hi-Tech Recycling (HTR) e uno spin-off denominato Ecorecycling Srl e con la partecipazione dell'azienda Relight di Rho (Milano) che opera nel settore del riciclaggio dei rifiuti e altri partner europei.

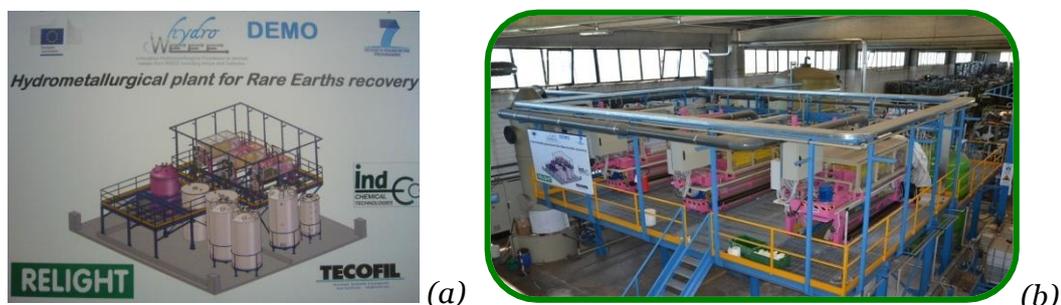


Fig 51 (a): Progetto Relight [56]

Fig 51 (b): impianto hydroWEEE inaugurato il 15 ottobre 2014 presso Relight [57]

Il processo idrometallurgico svolto nell'impianto mobile per il recupero dei metalli dalle PCBs, in questo caso può essere così schematizzato (Fig. 52):

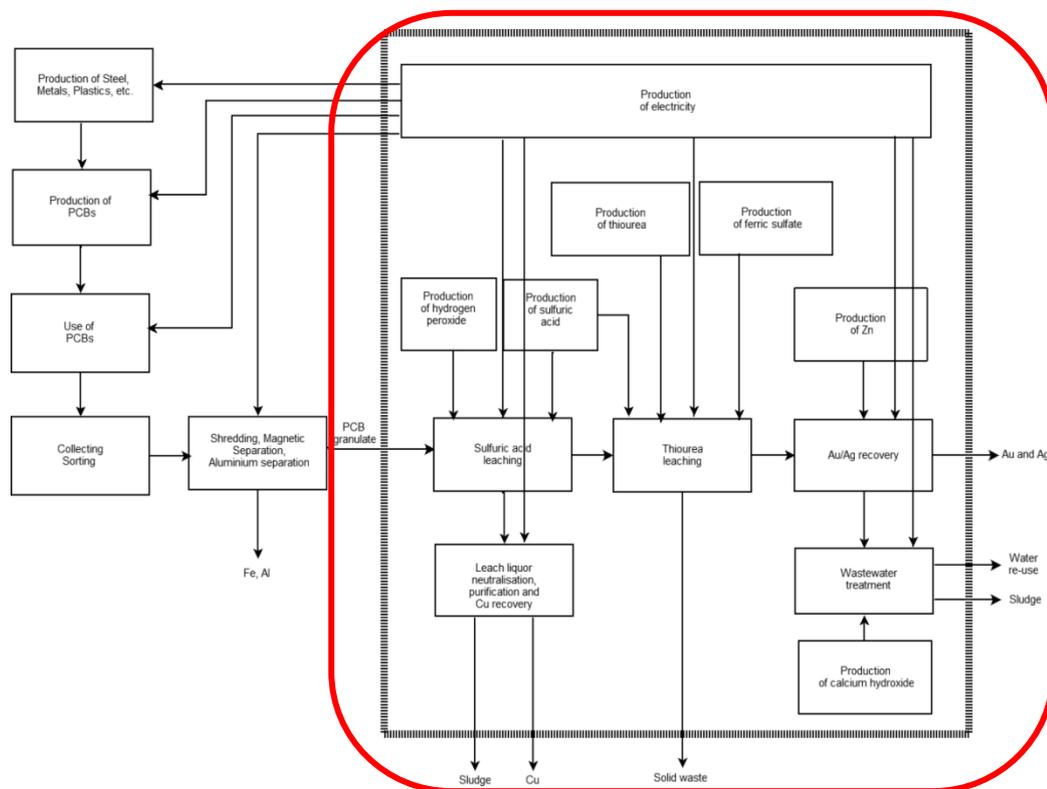


Fig. 52: processo idrometallurgico per il recupero di metalli dalle schede elettroniche a fine vita [58]

Le schede elettroniche triturate provenienti dalla fase di pretrattamento entrano nell'impianto (Fig 25 - evidenziata in rosso) dopo una prima fase di lisciviazione con acido solforico e l'aggiunta di perossido di idrogeno, che rappresenta l'agente riducente, si ha così l'estrazione del rame dai residui delle PCBs che devono essere trattate. Successivamente per ottenere la dissoluzione di oro e argento è stata effettuata una seconda fase di lisciviazione con l'aggiunta di tiourea. Il recupero dei metalli dalla soluzione lisciviante avviene quindi tramite precipitazione in base al metallo che deve essere recuperato.

Le efficienze delle estrazioni in questi processi di recupero sono pari al 90% per ittrio, rame, argento e oro con livelli di purezza rispettivamente del 95%, 99,5% ed infine dell'80% per oro e argento.

La fase finale riguardante il trattamento delle acque di processo viene effettuata tramite l'utilizzo di calce per i processi di precipitazione e neutralizzazione.

L'altra frazione che ha destato notevole interesse in quanto ricca anch'essa di terre rare, è la polvere fluorescente contenuta nelle lampadine fluorescenti compatte. Sempre tramite processi idrometallurgici e nell'ambito dei progetti europei descritti sopra, si è sviluppato un processo con la finalità di recuperare CRM.

Dopo la fase di pretrattamento che consiste nella fase del crushing, sieving e rimozione di mercurio tramite distillazione (processo molto energivoro che necessita di diverse ore ad alta temperatura, di circa 800 gradi centigradi e se necessario con l'ausilio di soluzioni acide al fine di rimuovere completamente il mercurio legato alle particelle di vetro), le polveri vengono avviate allo "stationary plant", operativo dall'inizio del 2014 presso l'azienda Relight di Rho (Fig 24b).

I risultati (Tab. 53) delle analisi spettrofotometriche svolte su un campione solido di polvere fluorescente di circa 0,2 g proveniente dalla fase di pretrattamento che viene trattato inizialmente con acqua regia ($\text{HNO}_3:\text{HCl}$ in rapporto 1:3) a 90 gradi centigradi per 3 ore, filtrato e infine diluito fino a 50 ml, mostrano come esso sia composto principalmente composto da calcio, silicio, ittrio, manganese e bario, sottoforma di ossidi (Y_2O_3 , $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2(\text{SiO}_4)_6$, BaSi_2O_5 , $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$). E' importante sottolineare anche la presenza di altri ossidi di terre rare come quelli dell'eurobio, del terbio, cesio e lantanio .[59]

acido ossalico in uno specifico reattore. L'impianto pilota è anche dotato di un sistema di abbattimento delle arie esauste mediante scrubber. Lo step finale dell'intero processo consiste nell'aggiunta di idrossido di calcio (lime) per i processi di precipitazione e neutralizzazione della soluzione di scarto che potrà essere così smaltita o riutilizzata all'interno del processo.

La tecnologia sviluppata in *HydroWEEE* è in grado di ottenere un prodotto con elevate concentrazioni di terre rare in forma di ossalato (circa il 96%); non si ottengono singolarmente i diversi elementi, ma solo gli ossalati principalmente di ittrio ~ 85%, europio ~6% e gadolinio ~ 3% [57].

L'efficienza di estrazione dell'ittrio è di circa 90% con un livello di purezza pari al 95%.

Il concentrato di terre rare viene poi venduto ad aziende chimiche specializzate nella separazione delle singole terre rare per raggiungere purezze elevate. L'ossalato di terre rare può trovare applicazione nell'industria ceramica in sostituzione di materie prime utilizzate con purezze inferiori.

Dalla dichiarazione di uno dei partners dei progetti *HydroWEEE* e *HydroWEEE DEMO*, la sommatoria dei processi e della tecnologia utilizzata per il loro svolgimento può essere considerata sostenibile, anche dal punto di vista economico.

Con questo approccio quindi, il rifiuto diventa risorsa, si recuperano MPS, diminuiscono le quantità di materiale da inviare in discarica, rendendole comunque meno inquinanti e pericolose, si risparmiano risorse naturali e diminuisce il rischio di approvvigionamento dei materiali definiti critici con il conseguente vantaggio in termini ambientali ed economici che tutto ciò comporta.

CONCLUSIONI

Dall'analisi del complesso sistema che ruota attorno alla gestione e al trattamento dei rifiuti derivanti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), si possono mettere in luce aspetti interessanti su questa tipologia di rifiuto. Coscienti e certi del fatto che qualsiasi apparecchiatura elettrica ed elettronica diventerà un RAEE in un tempo variabile e che dovrà essere trattato con adeguate tecnologie, l'aspetto che ha convinto l'Europa ad interessarsi attivamente di questi rifiuti non è solo quello economico, ma anche quello ambientale. L'adozione da parte dell'UE di un'economia che si discosta dal tradizionale approccio "prendere – trasformare – consumare - buttare" nel sistema RAEE, si traduce sostanzialmente nel trasformare il rifiuto in risorsa, con un vero e proprio cambiamento nella considerazione dello status delle apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE) a fine vita e con l'estensione della vita del prodotto obsoleto, contribuendo a preservare le risorse naturali ed evitando la dispersione di sostanze nocive. Si è visto innanzitutto come la raccolta differenziata dei RAEE non sia un fine, ma uno strumento volto a migliorare la gestione dei rifiuti tecnologici nelle fasi successive.

Tramite un approfondimento a livello normativo e la trattazione del sistema gestionale di questo "rifiuto-risorsa" derivante da sorgente luminosa, definita come Raggruppamento R5, sono stati delineati tutti gli attori e i loro compiti. Pur rimanendo il meno raccolto in termini assoluti a livello nazionale, questa categoria ha registrato sempre un andamento in crescita, grazie appunto al sistema capillare che si è sviluppato in questi anni.

Si è poi messo in luce l'attività svolta in un'azienda di trattamento presente nella nostra Regione, (Dismeco S.r.l), grazie la quale il 98,2% del rifiuto in ingresso può ritornare a diventare risorsa per un altro ciclo produttivo.

La ricerca è poi proseguita nel trattare quelli che sono le attuali tecniche di recupero di due frazioni che hanno destato notevole interesse negli ultimi anni per il loro valore strategico intrinseco, ossia le polveri fluorescenti e il regolatore di corrente, due componenti necessarie al funzionamento delle cosiddette "lampadine a risparmio energetico".

Inoltre, in questo lavoro di tesi sono stati ricercati e analizzati diversi studi scientifici reperiti in letteratura, relativi alla valutazione, attraverso la metodologia LCA, degli impatti ambientali delle sorgenti luminose. L'attenzione è stata posta in particolare al passaggio dalla tecnologia ad incandescenza a quella a fluorescenza, senza dimenticare che in tutto questo l'illuminazione a diodi luminosi viene considerata come la tecnologia futura.

Lo stato dell'arte degli studi di Life Cycle Assessment mette in evidenza come in generale vi siano lacune nella valutazione degli impatti legati alla fase di fine vita delle sorgenti luminose, in quanto essa è una delle fasi in cui si riscontra un livello di difficoltà considerevole per la raccolta dati. La comparazione tra sorgenti con modalità diverse di trattamento di fine vita e la mancanza di dati portano molto spesso a trascurare questa fase nel computo degli impatti legati all'intero ciclo di vita della sorgente, con ovvie alterazioni di giudizio.

Altro aspetto non meno importante che va tenuto in considerazione, è la continua evoluzione nel campo delle tecnologie di trattamento che negli studi disponibili in letteratura, ha portato spesso a considerare percentuali di recupero molto basse, o talvolta inserendo la discarica, quindi il "non riciclo" ancora come potenziale opzione di fine vita per questa tipologia di rifiuti ricchi di sostanze non solo pericolose per l'uomo e per l'ambiente, ma anche di alto valore economico e di difficile approvvigionamento come le terre rare, in quanto concentrate solo in alcune parti del mondo e dove l'Europa ne detiene solo piccolissime percentuali rispetto a ciò che necessita. Sottovalutare il corretto EoL negli studi di LCA di tutti i rifiuti, compresi i piccoli RAEE oggetto di studio, significa quindi sottovalutare i benefici che si possono trarre in termini di impatti evitati e mettere la circolarità delle materie prime seconde (MPS) all'interno di un ciclo di vita in secondo piano, ricalcando così la solita strada lineare che ha caratterizzato la gestione di questi rifiuti fino al 2008, anno nel quale il sistema RAEE ha avuto inizio.

Gli studi analizzati sono quelli del Dipartimento americano per l'energia e quelli condotti dall'UE. Essi si concentrano non solo sul bilancio energetico delle sorgenti, ma anche sulle emissioni delle sostanze inquinanti relative ai comparti aria, acqua, suolo nelle diverse fasi della vita della sorgente analizzata.

Si evince come per entrambe le tipologie di lampadine la fase più impattante a parità di ore di funzionamento sia la fase d'uso rispetto all'intero ciclo di vita, dove l'utilizzo della sorgente fluorescente compatta, considerata la più efficiente, comporta un risparmio in termini energetici del 75% rispetto la lampadina tradizionale, cosicché la categoria d'impatto relativa al potenziale del riscaldamento globale (GWP) per la lampadina con il filamento in tungsteno è quindi risultata essere la più elevata in termini assoluti. Tale risultato era prevedibile visto le performance che distinguono le due tipologie di sorgenti prese in esame.

La complessità legata alla fase di approvvigionamento delle materie prime e al manufacturing delle sorgenti a risparmio energetico porta ad avere valori in generale più elevati rispetto alle categorie di impatto considerate nelle analisi. La sua conformazione, fa sì che essa risulti essere più impattante nella fase di produzione rispetto alle lampadine ad incandescenza. La fase di trasporto viene considerata trascurabile e a seguire la fase dell'EoL è definita la meno impattante. Per quel che concerne gli impatti legati all'importante fase di fine vita, il contributo maggiore è legato alla categoria dei rifiuti pericolosi smaltiti in discarica che per entrambi gli studi risulta essere maggiore per le lampadine ad incandescenza rispetto quelle a risparmio energetico, se analizzate a parità di luce fornita nell'arco della loro vita.

E' emersa l'esistenza di un sistema di gestione di tali rifiuti non molto differente tra i due Paesi, negli USA infatti la CFL esauste per l'80% vengono ancora conferite in discarica, mentre in Europa il 76% è destinato agli impianti di incenerimento o discarica, avendo un tasso di riciclo pari al 24%, valore ottenuto tenendo conto dell'effettivo tasso di captazione relativo a questo raggruppamento RAEE. Non si esclude la possibilità che una parte di quest'ultimo share possa essere riciclato. Gli autori europei hanno espresso come nel nostro Paese, inteso come EU-28, esiste la problematica legata alla "non captazione" di sorgenti che dovrebbero rientrare nel circuito RAEE e che invece prendono altre strade più o meno legali. Per quel che concerne invece le sorgenti ad incandescenza si considera un fine vita legato prettamente allo smaltimento in discarica come RSU, senza però escludere, in ambito europeo, che possano esistere percentuali di riciclaggio relative alle diverse frazioni.

A fronte di quello che è stato letto e riportato sul mondo dei RAEE e sulle analisi relative alle sorgenti luminose, è perciò auspicabile iniziare effettivamente a pensare in modo circolare, non solo a causa del degrado ambientale e delle risorse che iniziano a scarseggiare, ma è assolutamente necessario se si vuole preservare il pianeta in cui noi viviamo. E' auspicabile accompagnare un cambiamento dello stile di vita che coinvolga la società nel modo più ampio possibile, con la collaborazione di tutti gli attori operanti nella gestione del prodotto e del rifiuto, derivante, secondo il principio degli "All actors".

BIBLIOGRAFIA

- [1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision. New York: United Nations. Disponibile su: <http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key Findings WPP 2015.pdf>, <http://www.unfpa.org/world-population-trends> [Visitato: 17 novembre 2016].
- [2] E. Ronchi, R. Morabito, 2012. Rapporto della Green Economy 2012, “green economy: per uscire dalle due crisi”. Edizioni Ambiente, Milano. ISBN: 978-88-6627-053-9.
- [3] Commissione Europea, 2015. Comunicazione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale europeo e al Comitato delle Regioni - Verso un’economia circolare: Programma per un’Europa a zero rifiuti. Bruxelles. Disponibile su: <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy> [visitato: 10 Dicembre 2015].
- [4] <http://blog.zonageografia.deascuola.it/articoli/europa-conomia-circolare>
- [5] Centro di Coordinamento RAEE, 2016. Il monitoraggio dei flussi e lo sviluppo della rete di impianti per il trattamento adeguato. A cura di Dezio G.. Circolarità delle risorse nel settore delle apparecchiature elettriche ed elettroniche: mito o realtà?. Ecomondo, 2011. Rimini, 8-11 novembre 2016.
- [6] ENEA, 2014. Il recupero di materiali di elevato valore da rifiuti attraverso tecniche idrometallurgiche. A cura di Brunori C. AIRI tutorial Meeting Tecnologie di recupero di metalli preziosi da RAEE. Roma, 18 Giugno 2014. Disponibile su: www.enea.it/it/comunicare-la-ricerca/events/airi_18giu14/Brunori_18giu14.pdf [visitato: 13 settembre 2016].
- [7] Djurisc Z., Djuric M., Mikulovi J., Kostic M., Trifunovic J., 2009. Reductions in electricity consumption and power demand in case of the mass use of compact fluorescent lamps. Journal Energy; 34 (9), pp. 1355 – 1363.
- [8] EIA, 2006. Light’s Labour’s lost policies for energy-efficient lighting, In support of the G8 Plan of Action. Disponibile su: <http://www.iea.org> [visitato 21 Dicembre 2015].

- [9] Bertoldi P., De Almeida A., Quicheron M., Santos B., 2014. Solid state lighting review – Potential and challenges in Europe. *Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews* 34, pp. 30 – 48.
- [10] Commissione Europea, 2015. Preparatory Study on Light Sources for Ecodesign and/or Energy Labelling Requirements('Lot 8/9/19'). Final report Project Summary.
- [11] CELMA & ELC. The importance of lighting. The quality of light. Enhancing life; 2011
- [12] SPIE, the European Physical Society (EPS), The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), 2016. Inspired by light reflections from the International Year of Light 2015. Disponibile su: <http://light2015.org> [visitato: 2 ottobre 2016].
- [13] <http://www.light2015.org/Home/About/Resources.html>
- [14] Carobene A., 2015. Le rivoluzioni dell'illuminazione. *Nòva24- il Sole 24Ore*, n.456 del 11 gennaio 2015.
- [15] Lo Giudice G.M., Vollaro A. L., 2007. *Illuminotecnica*, terza edizione. Casa edizione ambrosiana, Milano.
- [16] DOE, 2012. 2010 U.S. Lighting market Charateritaton. Solid-State Lighting Program: U.S. Department of Energy. Disponibile su: <http://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/2010-lmc-final-jan-2012.pdf> [visitato il 27 dicembre 2015].
- [17] <http://www.elcfed.org>
- [18] Aman M.M., Bakar A.H.A., Jasmon G.B., Mokhlis H., 2013. Analysis of the performance of domestic lighting lamps. *Journal Energy Policy* 52, pp. 482 - 500.
- [19] www.cdcaee.it
- [20] Forcolini G., 2010. *Illuminazione LED*. Hoepli, Milano ISBN: 9788820347789
- [21] McKinsey & Company, 2011. *Lighting the way: perspectives on the global lighting market – second edition*. Disponibile su: <https://www.led-professional.com/business/reports/lighting-the-way-perspectives-on-the-global-lighting-market-second-edition-2012-executive-summary-mckinsey> [visitato il 10 novembre 2015].

[22] DOE, 2012. Energy potential of State-Solid Lighting in general illumination applications. Solid-State Lighting Program: U.S. Department of Energy. Disponibile su: http://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/ssl_energy-savings-report_jan-2012.pdf [visitato il 10 novembre 2015].

[23] Forcolini G., 2012. Nuovi LED per illuminare ambienti interni ed esterni”. SPECIALE TECNICO. Disponibile su: <http://www.qualenergia.it> [visitato il 7 gennaio 2016].

[24] CdC RAEE, 2013. Centro di Coordinamento RAEE, costituito in ottemperanza al Decreto Legislativo 25 luglio 2005, 151. FORUM RAEE - Recepimento della Direttiva RAEE: il sistema italiano si confronta con i nuovi target”. Ecomondo, 2013. Rimini, 6 - 9 novembre 2013.

[25] UNU-ISP, Politecnico di Milano, Ispos, 2012. I RAEE domestici generati in Italia. Analisi su volumi, tipologie e abitudini di dismissione dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche. Disponibile su: www.ecodom.it [visitato il 9 settembre 2016].

[26] CdC RAEE, 2016. Rapporto annuale 2015. Ritiro e trattamento dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche in Italia.

[27] www.ecolamp.it

[28] Ecolamp, 2016. La raccolta di sorgenti luminose (R5) nel 2015. Newsletter Ecolamp, 2016 n.1 – aprile. Disponibile su: www.ecolamp.it [visitato: 17 ottobre 2016].

[29] Ecolamp, 2016. Un bilancio che soddisfa. Attualità elettrotecnica news; settembre 2015 n.7, pp. 41. Disponibile su: <http://www.maestri.it/category/illuminotecnica/> [visitato 20 novembre 2016].

[30] Ecolamp, 2010. Il sistema di gestione dei RAEE in Italia e Ecolamp. A cura di D'Amico F. 4° Workshop Internazionale T.A.C.E.C. - Federchimica, 2010. Milano, 19 ottobre 2010.

[31] CdC RAEE, 2016. 8° Rapporto Annuale sul sistema di ritiro e trattamento dei Raee. Milano, 17 marzo 2016. Disponibile su: https://www.cd craee.it/GetPage.pub_do?id=2ca98095562657ad015626b07a7f0039 [Visitato:17 ottobre 2016].

[32] Ecodom e Remedia, 2015. I RAEE tra ambiente e business”: solo 1/3 dei rifiuti elettrici ed elettronici e' gestito in modo corretto in Europa.

Workshop sul progetto “Countering WEEE Illegal Trade (CWIT)”. Roma, 25 novembre 2015.

[33] DOE, 2012. Life – Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of Led Lighting Products. Part 1: Review of the Life - Cycle Energy Consumption of Incandescent, Compact Fluorescent, and LED Lamps. Solid-State Lighting Program:U.S. Department of Energy. *Disponibile su:* http://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/2012_LED_Lifecycle_Report.pdf [visitato il 29 gennaio 2016].

[34] DOE, 2011. Solid-State Lighting Research and Development: Multi Year Program Plan. *Disponibile su:* http://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/ssl_mypp2011_web.pdf [visitato il 29 gennaio 2016].

[35] USAID ASIA, 2008. Quality control and market supervision of CFLs in China.

[36] DOE, 2012. Life – Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of Led Lighting Products. Part 2: Led manufacturing and performance. Solid-State Lighting Program:U.S. Department of Energy. *Disponibile su:* http://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/2012_LED_Lifecycle_Report.pdf [visitato il 6 febbraio 2016].

[37] Tähkämö L., 2013. Life cycle assessment of light sources – Case studies and review of the analyses. Department of Electronics, Lighting Unit. *Disponibile su:* <http://lib.tkk.fi/Diss/2013/isbn9789526052502/isbn9789526052502.pdf> [visitato: 18 aprile 2016].

[38] Commissione Europea, 2015. Preparatory Study on Light Sources for Ecodesign and/or Energy Labelling Requirements (‘Lot 8/9/19’). Final report, task 4 – Technologies.

[39] Commissione Europea, 2015. Preparatory Study on Light Sources for Ecodesign and/or Energy Labelling Requirements(‘Lot 8/9/19’). Final report, task 5 –Environment & Economics (base case LCA e LCC).

[40] René Kemna (VHK), 2011. Metodology for Ecodesign and Energy-related-Products, part. 1: “Methods” e part 2: “Enviromental policies and data”, (MEErP 2011). *Disponibile su:* http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/ecodesign/methodology/index_en.htm).

- [41] Commissione europea, 2014. EcoReport. Disponibile su: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/5308/attachments/1/translations>.
- [42] www.dismeco.it
- [43] www.mrtsystem.com
- [44] Grosso M., Rigamonti L., 2014. Valutazione di sostenibilità ambientale della gestione di una particolare categoria di rifiuto speciale in Lombardia: il caso dei RAEE. DICA, Politecnico di Milano
- [45] Vegliò F., 2012. The Recovery of Rare earth and Critical Metals from WEEE and batteries: the HydroWEEE project. 14th Workshop T.A.C.E.C-Federchimica. From the Economics of Rare Earths, new opportunities for recycling and replacement. Ecomondo, 2012. Rimini, 7 - 10 novembre 2012.
- [46] UNEP, 2011. Recycling Rates of Metals - A status Report. Disponibile su: www.unep.org [visitato il 7 ottobre 2016]
- [47] Massari S., Ruberti M., 2013. Rare earth elements as critical raw materials: Focus on International markets and future strategies. Journal Resources Policy 38, pp. 36 – 43.
- [48] Zhanheng C., 2011. Global rare earth resources and scenarios of future rare earth industry. Journal of Rare Earths 29, pp. 1 - 6.
- [49] Federchimica, 2012. Terre rare: un'analisi e alcune proposte sull'attuale problematica della reperibilità delle terre rare, anche in Italia. Position paper n. 1.
- [50] <https://roskill.com/product/rare-earths-market-outlook-2020>.
- [51] Habibd K., Klosseke P., Machaceka E., Richterc J.L., 2015. Recycling of rare earths from fluorescent lamps: Value analysis of closing – the - loop under demand and supply uncertainties. Journal Resources, Conservation and Recycling 104, pp. 76 – 93.
- [52] Qiu K., Zhou Y., 2010. A new technology for recycling materials from waste printed circuit board. Journal of Hazardous Materials, 175, pp. 823 - 828.
- [53] Cui J., Zhang L., 2008. Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. Journal of Hazardous Materials, 158, pp. 228 – 256.

[54] ENEA, 2013. Tecnologie di recupero di metalli ad alto valore aggiunto da RAEE. A cura di Fontana D. I recycling – una fonte preziosa di materiali. Ecomondo, 2013. Rimini, 6 - 9 novembre 2013.

[55] Brunori C., De Carolis R., FontanaD., 2013. Tecnologie innovative per il recupero/riciclo di materie prime da RAEE: il progetto Eco-innovazione Sicilia. Disponibile su: www.enea.it [visitato: 8 settembre 2016].

[56] Modini G., 2014. Recupero di Critical Raw Materials. Terre rare dai rifiuti elettronici. Disponibile su: www.icpmagazine.it [visitato: 11 settembre 2016].

[57] ENEA, Ferrari B., 2014. HYDROWEE DEMO: processo innovativo per le Terre Rare da rifiuti elettrici ed elettronici, incluse lampade e batterie. A cura di Relight. Industria del riciclo: tecnologie e approcci per il recupero di raw materials da prodotti complessi a fine vita. Ecomondo, 2014. Rimini, 5 - 8 novembre 2014.

[58] Beolchini F., Rocchetti L., Kopacek B., Veglio` F., 2013. Environmental Impact Assessment of Hydrometallurgical Processes for Metal Recovery from WEEE Residues Using a Portable Prototype Plant. Journal Environmental Science & Technology, 47, pp. 1581 – 1588.

[59] Relight, 2013. How can an italian SME can recover rare earths from e-waste. 18th Workshop T.A.C.E.C – Federchimica. Milano, 20 novembre 2013.

[60] De Michelis I., Ferella F., Varelli E.F., Vegliò F., 2011. Treatment of exhaust fluorescent lamps to recover yttrium: experimental and process analyses. Journal Waste Management 31, pp. 2559 – 2568.

APPENDICE A - L' EVOLUZIONE DEL QUADRO NORMATIVO SUI RAEE

Italo Calvino nella "strada di San Giovanni" pubblicato 1962 scriveva:

"Cosicchè io nel momento in cui io svuoto la pattumiera piccola nella grande e trasporto questa sollevandola per i manici fuori dal nostro ingresso di casa, pur ancora agendo come umile rotella del meccanismo domestico, già m'investo di un ruolo sociale, mi costruisco primo ingranaggio d'una catena di operazioni decisive per la convivenza collettiva, sancisco la mia dipendenza da istituzioni senza le quali morirei sepolto dai miei stessi rifiuti nel mio guscio di individuo singolo [..]"

A.1 L'ORIGINE DELLA DISCIPLINA

I rifiuti e i materiali che vengono incessantemente prodotti ogni giorno dalle attività umane in quantità colossali, hanno dato vita ad una disciplina normativa espressamente dedicata alla gestione dei rifiuti spesso complessa e ricca di adempimenti.

Considerando ciò e anche alla luce del delicato momento di crisi economica e sociale globale che si sta attraversando, appare importantissimo che vengano rispettate le norme dettate per disciplinare tale materia senza però far sì che esse comportino oneri eccessivi e passaggi burocratici "inutili" che complichino gli adempimenti richieste ad aziende ed operatori di settore.

Nel nostro Paese per quasi dieci anni il principale punto di riferimento normativo per i soggetti del settore è rappresentato dal "Decreto Ronchi", ossia dal DLgs 5 febbraio 1997, che fu "mandato in pensione" dall'entrata in vigore il 29 aprile del 2006 della Quarta Parte del DLgs 152/2006 recante "norme in materia ambientale (cd "Testo Unico Ambientale, o TUA) nella quale gran parte è stato "trasfuso".

Il Decreto Ronchi ossia il Decreto Legislativo del 5 febbraio 1997 n.22, formalmente in vigore dal 2 marzo 1997, ha recepito tre Direttive comunitarie: 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio e ha ridettato nuove regole sui rifiuti. Composto di 58 articoli divisi in 5 Titoli e di 9 Allegati,

esso si poneva come un vero e proprio testo unico con l'obiettivo di ridisegnare l'intero quadro normativo.

Il DLgs 22/1997 di fronte all'emergenza rifiuti e alla necessità di proteggere maggiormente l'ambiente, innovò profondamente tutto ciò che erano le norme sui rifiuti solidi introducendo principi di gestione dei rifiuti che comportassero il superamento dell'uso esclusivo della discarica quale forma di smaltimento, per promuovere politiche di riuso, riciclaggio e recupero energetico con l'utilizzo di apposite tecnologie.

Al "decreto Ronchi" deve essere certamente riconosciuto il merito di aver dato origine ad un sistema normativo che precedentemente risultava frammentato e disomogeneo.

Una delle novità principale del "Ronchi" era stata proprio quella di trattare la materia dei rifiuti quale elemento di gestione complesso e quindi di regolamentare con un unico provvedimento gli obblighi previsti per tutti i soggetti coinvolti, cioè i produttori, i trasportatori, gli smaltitori e i recuperatori di rifiuti.

Anche la nozione di rifiuto era cambiata; essa non si riferiva solo alle sostanze destinate allo smaltimento, ma anche a quelle destinate al recupero.

Pertanto rientrarono nella definizione di rifiuto anche "i rifiuti recuperabili": "qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'obbligo di disfarsi".

A tale criterio soggettivo che si concretizza nell'azione, nell'intenzione o nell'obbligo di disfarsi della sostanza da parte del detentore, se ne aggiunge uno oggettivo che consiste nell'appartenenza del materiale ad una delle categorie riportate nell'Allegato A del Decreto stesso.

Il DLgs n.22/1997 presenta alcune importanti novità nella classificazione dei rifiuti.

Resta confermato il criterio di classificazione in base alla loro provenienza, in rifiuti urbani e speciali ed inoltre viene introdotta una nuova categoria, ossia quella dei rifiuti pericolosi, al posto della categoria dei rifiuti tossico-nocivi.

Nel dettaglio l'art.7 riportava la nuova classificazione dei rifiuti in urbani e speciali (secondo l'origine) e in pericolosi e non pericolosi (da tabella D allegata al decreto).

Nell'elenco dei rifiuti pericolosi presenti nell'Allegato D rientrano pure i cosiddetti RAEE, ossia i Rifiuti derivanti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche, in quanto considerati rifiuti meritevoli di attenzione sia per la loro diffusione che per la loro entità.

Il "Ronchi" li inserì infatti nel III Titolo del Decreto che riguardava la gestione di particolari categorie di rifiuti, specificatamente nell'articolo 44, nel quale venivano definiti come beni durevoli per uso domestico che hanno esaurito la loro durata operativa.

Essi vennero identificati in prima fase di applicazione, in 5 classi di elettrodomestici, ovvero: frigoriferi, surgelatori e congelatori; televisori; computer; lavatrici e lavastoviglie e condizionatori d'aria.

L'art. 44 del Decreto Ronchi sostanzialmente decreta che tali apparecchi al termine della loro vita operativa dovessero essere consegnati ad un rivenditore (all'atto dell'acquisto di un nuovo apparecchio) o conferiti ad imprese pubbliche e private dedite alla raccolta e smaltimento dei rifiuti urbani o agli appositi centri di raccolta dal detentore stesso.

La norma promuoveva la stipulazione di accordi e contratti di programma tra i Ministeri competenti, a partire dai produttori e dagli importatori, al fine di favorire una gestione ottimizzata di tali rifiuti.

In questo quadro venne considerata la possibilità di inserire l'imposizione di una cauzione quale strumento economico per la sensibilizzazione dei consumatori. Il regime proposto dalla norma doveva essere transitorio, decorsi tre anni dalla data di entrata in vigore del DLgs 22, all'esito di una valutazione circa l'esistenza di particolari necessità di tutela della salute pubblica e dell'ambiente, poteva essere introdotto un sistema più rigoroso impostato sul cauzionamento obbligatorio.

L'Attuazione dell'art. 44 è il risultato di lunghi ed articolati lavori delle parti interessate riunitesi intorno ad un tavolo di lavoro promosso dal Ministero dell'ambiente e coordinato dall'ex Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, oggi confluito nell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Vennero affrontate diverse problematiche per la definizione di un sistema gestionale che doveva di fatto anticipare alcune delle condizioni e prescrizioni previste dalla direttiva RAEE, riguardanti in particolar modo la responsabilità finanziaria del produttore delle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Inoltre in tale sede emerse la questione inerente l'applicazione della disciplina al ritiro del bene durevole domestico dismesso: nella corretta interpretazione della normativa comunitaria in materia era stata individuata una procedura semplificata che riconosceva al rivenditore agevolazioni amministrative per la raccolta ed il trasporto, mediante la sottoscrizione di accordi di programma.

Di fatto l'articolo novellato non fu mai attuato venendo superato dal DLgs 151/2005 che ha recepito la direttiva RAEE. Fu poi il DLgs 152/2006, (il cosiddetto "testo ambientale") che lo abrogò definitivamente, tranne che per le categorie di beni durevoli non rientranti nel campo di applicazione del DLgs 151/2005, per le quali rimane ancora vigente, anche se non attuato.

A.2 IL SISTEMA RAEE: DALLA NORMATIVA EUROPEA A QUELLA ITALIANA

L'Unione Europea, a partire dal 2002, iniziò a concentrare l'attenzione sul corretto trattamento e smaltimento dei Rifiuti derivanti dalle Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE), in considerazione del consistente aumento di questa tipologia di rifiuti. Le autorità europee oltre a far capo alla norme sui rifiuti, introdussero nuove normative finalizzate alla riduzione dell'impatto ambientale e del potenziale pericolo costituito dai rifiuti derivanti dai prodotti elettronici. E' il caso della Direttiva 2002/96/CE, la cosiddetta Direttiva RAEE, della Direttiva 2003/108/CE, di modifica della precedente, ed infine della 2002/96/CE, chiamata anche Direttiva "RoHS (Restriction of Hazardous Substances)".

A.2.1 DIRETTIVE RAEE: 2002/96/CE E 2003/108/CE

Esse stabilirono i principi fondamentali della disciplina sui RAEE offrendo linee guida volte, a prevenire la produzione di rifiuti di AEE, ponendo anche l'attenzione sul loro reimpiego, riciclaggio e altre forme di recupero in modo da ridurre i volumi da smaltire a livello comunitario.

Al loro interno vengono definite le Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche, intendendo con AEE

“quelle apparecchiature che dipendono per un corretto funzionamento da correnti elettriche o campi elettromagnetici e le apparecchiature di generazione, trasferimento e misura di correnti e campi appartenenti alle categorie dell'allegato 1A e progettate per essere usate con una tensione

non superiore a 1000 Volt per la corrente alternata e a 1500 Volt per la corrente continua”.

Dieci sono le categorie di AEE presenti nell'allegato 1A, esplicitate singolarmente nell'allegato 1B dove si trovano elencati i diversi prodotti rientranti nelle categorie sopracitate.

Le Direttive inoltre definiscono i RAEE come:

“quelle apparecchiature elettriche ed elettroniche che sono rifiuti [..], inclusi tutti i componenti, sottoinsiemi e materiali di consumo che sono parte integrante del prodotto nel momento in cui si deve eliminarlo”;

Tra gli attori del sistema di gestione il produttore viene inteso come *“chi[..]*

- fabbrica e vende AEE recanti il suo marchio;*
- rivende sotto il suo marchio apparecchiature prodotte da altri fornitori;*
- importa o esporta AEE in uno Stato membro nell'ambito dell'attività professionale”.*

Una importante innovazione della direttiva RAEE è il principio del “vuoto a rendere”, ossia della disposizione secondo il quale il distributore, inteso come *“colui che fornisce l'apparecchiatura nell'ambito di un'attività commerciale ad una parte che lo userà”*, è tenuto a ritirare gratuitamente le vecchie AEE a fronte dell'acquisto di nuove apparecchiature dello stesso tipo.

Inoltre altri erano i concetti degni di nota che venivano espressi in queste Direttive, ossia:

- I. Aumento dei livelli di raccolta separata, al fine di ridurre al minimo lo smaltimento di questi rifiuti ed ottenere entro il 31 dicembre 2008 un tasso di raccolta separata di RAEE proveniente di nuclei famigliari pari ad almeno 4 kg in media per abitante all'anno;
- II. Riduzione della produzione di RAEE
- III. Incoraggiamento di una fase di progettazione e quindi di successiva produzione di beni, che tenessero conto dell'esigenza di trattamento di fine vita il più possibile semplificato e quindi economicamente fattibile;
- IV. Responsabilità a carico del produttore o di terzi che agiscono a loro nome, nell'istituzione di sistemi di trattamento e di recupero di

RAEE sia a titolo individuale e/o collettivo ricorrendo alle migliori tecniche disponibili;

- V. Finanziamento dei RAEE immessi sul mercato dopo il 13 agosto 2005, derivanti da utenza domestica e non, a carico del produttore, il quale dovrà provvedere al finanziamento delle operazioni relative ai rifiuti derivanti dai suoi prodotti (costi di raccolta, trattamento, recupero e smaltimento).

Scopo della Direttiva non era solo quella a prevenire la produzione di rifiuti di AEE, ma anche quello di promuovere il reimpiego, il riciclaggio e le altre forme di recupero, in modo da ridurre la quantità da avviare allo smaltimento, nonché a migliorare, sotto il profilo ambientale, l'intervento dei soggetti che partecipano al ciclo di vita di queste apparecchiature, quali produttori, distributori, consumatori e, in particolare, gli operatori direttamente coinvolti nel trattamento dei RAEE.

A.2.2 DIRETTIVA ROHS: 2002/95/CE

Con l'acronimo "RoHS" si intende Restriction of Hazardous Substances, ossia restrizione di determinate sostanze pericolose nelle Apparecchiature elettriche ed elettroniche.

La Direttiva 2002/95/CE adottata dall'unione europea nel febbraio 2003, aveva scopo di armonizzare le leggi degli Stati Membri sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose quali: piombo, cromo esavalente, mercurio, bifenil polibromurato (PBB), cadmio, etere di difenil polibromurato (PBDE), contribuendo alla protezione della salute umana e ad un recupero e smaltimento delle AEE ambientalmente compatibile.

I valori massimi tollerati di concentrazione per peso di queste sostanze nei materiali omogenei era previsto dello 0,1% o 1000 ppm, eccetto il cadmio per il quale la concentrazione era limitata allo 0,01% ossia di 100 ppm.

Va sottolineato che questi limiti non riguardavano il prodotto finito o le diverse componenti, ma piuttosto i singoli materiali costituenti il prodotto finito.

Alcune applicazioni di piombo, mercurio, cadmio, cromo esavalente vennero esentate dalla Direttiva.

In Italia la normativa europea sulla gestione dei RAEE entrò in vigore nel 2007 e trovò attuazione nel Decreto Legislativo del 25 luglio 2005 n.151 e nel Decreto Ministeriale attuativo 185/2007.

I provvedimenti definirono il sistema di raccolta e riciclo facendo ricadere sui produttori la responsabilità della gestione dei RAEE provenienti di utenza domestica, lasciando quindi ai Comuni la competenza della fase di raccolta presso i cittadini.

A.2.3 DECRETO LEGISLATIVO N. 151/2005 ED I SUOI DECRETI ATTUATIVI

Pubblicato sul Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale del 29 luglio 2005 n.175 ed entrato in vigore il 13 agosto 2005, il DLgs 151/2005 rappresentò la norma quadro nazionale sui RAEE, di recepimento delle Direttive RAEE e RoHS.

La norma, costituita da 20 articoli e 5 allegati, in linea con quanto già disciplinato per i veicoli a fine vita e per gli imballaggi e i rifiuti di imballaggio, detta specifiche disposizioni finalizzate a ridurre l'impatto ambientale generato sia dalla presenza di sostanze pericolose nelle AEE sia dalla gestione non sempre corretta dei rifiuti da esse generate. In particolare, sono state introdotte misure miranti a prevenire, in via prioritaria, la produzione dei RAEE e a promuovere il loro reimpiego, riciclaggio e le altre forme di recupero, in modo da ridurre il volume dei rifiuti da smaltire.

Obiettivo primario è quello di migliorare il funzionamento dal punto di vista ambientale di tutti gli operatori che intervengono nel ciclo di vita delle AEE, quali produttori, distributori, consumatori e operatori direttamente collegati al trattamento derivanti dalle stesse.

Le nuove disposizioni si applicano tassativamente ai rifiuti derivanti dalle dieci categorie elencate nell'allegato A che traspone l'Allegato 1A della Direttiva 2002/96/CE ossia:

1. Grandi elettrodomestici (con esclusione di quelli fissi di grandi dimensioni);
2. Piccoli elettrodomestici;
3. Apparecchiature informatiche e per le telecomunicazioni;
4. Apparecchiature di consumo;
5. Apparecchiature di illuminazione;
6. Utensili elettrici ed elettronici (ad eccezione degli utensili industriali fissi di grandi dimensioni);

7. Giocattoli e apparecchiature per il tempo libero e lo sport;
8. Dispositivi medici (ad eccezione di tutti i prodotti impiantati e infettati);
9. Strutture di monitoraggio e di controllo;
10. Distributori automatici.

L'Allegato 1A è da considerarsi esaustivo: pertanto, un prodotto che non ricada in nessuna delle categorie è escluso dal campo di applicazione del decreto.

L'Allegato B invece contiene un elenco esemplificativo e non esaustivo di prodotti che devono essere presi in considerazione ai fini dell'applicazione delle nuove disposizioni e che rientrano nell'Allegato 1A sopracitato.

Definite nell'art.2 le apparecchiature espressamente escluse dal campo di applicazione di tale Decreto, l'art.5, seppur in modo indiretto e difficilmente comprensibile, stabilisce inoltre l'esclusione dal campo di applicazione di lampadine ad incandescenza (quindi anche quelle alogene in quanto anch'esse lampade ad incandescenza).

L'articolo sopraindicato disciplinando il divieto di utilizzo di determinate sostanze a partire dal 1° luglio 2006, affianca alle categorie individuate nell'allegato 1A le sorgenti luminose ad incandescenza, affermando così in modo indiretto che tali sorgenti luminose non risultano rientranti nella categorie dell'allegato 1A e quindi da considerarsi escluse dal campo di applicazione di tale provvedimento.

Al fine di assicurare una gestione ambientalmente corretta di tali rifiuti, sono state introdotte specifiche disposizioni riguardanti la loro raccolta, trattamento e recupero.

Il legislatore infatti oltre ad aver definito tutti gli attori facente capo all'intero sistema RAEE, ha disciplinato la responsabilità in ordine alla corretta gestione di questa tipologia di rifiuti in modo diverso sia in base alla loro provenienza sia in base al momento della loro immissione sul mercato.

L'art. 3 definisce: “<<RAEE provenienti da nuclei domestici>>: i RAEE originati dai nuclei domestici e i RAEE di origine commerciale, industriale, istituzionale, e di altro tipo analoghi, per natura e per quantità, a quelli originati dai nuclei domestici;

<<RAEE professionali>>: i RAEE prodotti dalle attività amministrative ed economiche, diversi da quelli domestici”;

<<RAEE storici>>: i RAEE derivanti da apparecchiature elettriche e elettroniche immesse sul mercati prima del 13 agosto 2005”.

La distinzione dei RAEE in base al carattere temporale permette quindi di differenziare gli “storici” dai ”nuovi” rispetto alla data sopra indicata, ossia rispettivamente prima e dopo il 13 agosto 2005.

Di fatto però l’art.20, comma 5, ha posticipato di un anno (al 13 agosto 2006) gli obblighi in capo al produttore circa la responsabilità gestionale e finanziaria dei RAEE (compresi quelli storici) e successivamente, a seguito di alcune proroghe è ulteriormente slittato il termine per l’avvio del “sistema RAEE” e per il passaggio di responsabilità in capo ai produttori. In particolare il differimento (che, grazie alle proroghe , si era attestato sul 1° gennaio 2008) è stato agganciato all’emanazione dei provvedimenti che sono alla base del sistema.

E’ importante notare come alla lettera c) dell’art. 3 del DLgs 151/2005, rispetto alla Direttiva 2002/96/CE, vengano esplicitamente distinti i RAEE dalle AEE usate, definite come:

“Apparecchiature di cui alla lettera a) che il detentore consegna al distributore al momento della fornitura di una di tipo equivalente, affinché quest’ultimo possa valutare, prima di disfarsene, il possibile reimpiego ai sensi dell’art.1, comma 1, lettere a) e b)”

Tra le altre definizioni presenti in questo articolo alla lettera m) del comma 1, va segnalata la definizione che il legislatore italiano dà al produttore; essa si differenzia dalla Direttiva comunitaria 2002/96/CE per il punto 3), che introduce il concetto secondo il quale il “soggetto produttore” può essere individuato essenzialmente in colui che appone per primo sull’apparecchiatura il proprio marchio, a prescindere da chi ne sia il fabbricante, se si tratta di AEE provenienti dal territorio nazionale, ovvero, nel caso di AEE provenienti dall’estero, dal *primo soggetto* che le importa o le immette in commercio in Italia, a prescindere dal marchio.

Ricalcando perfettamente quanto designato dalle direttive europee, al produttore spetta il compito di istituire, su base individuale o collettiva, i sistemi di raccolta/collezione di RAEE provenienti da nuclei domestici

conformi agli obiettivi del decreto 151 e i sistemi di trattamento dei rifiuti generati dalle AEE immesse sul mercato, tramite l'utilizzo delle migliori tecniche.

I produttori previa convenzione con i Comuni, potranno avvalersi dei sistemi di raccolta dei RAEE provenienti dai nuclei domestici istituiti dagli stessi Enti locali. Il ciclo dei RAEE prevede che i produttori siano responsabili del ritiro dei RAEE dai centri di raccolta, conosciuti anche come CdR, (pubblici o privati), del loro trasporto verso i centri di trattamento idonei e delle successive attività di trattamento delle stesse, nel pieno rispetto delle normative ambientali e massimizzando il recupero dei materiali.

Per assolvere agli obblighi loro attribuiti, nascono quindi i Sistemi Collettivi ossia consorzi o società senza finalità di lucro a cui i produttori dovranno associarsi liberamente in virtù della loro efficienza. Essi operando in libera concorrenza, tendono al contenimento dei costi e ad un miglioramento continuo dei livelli dei propri servizi.

Per i RAEE di natura professionale (cioè non provenienti dai nuclei domestici), i produttori delle AEE o i terzi che agiscono a loro nome dovranno sempre, su base individuale o collettiva, organizzare e gestire sistemi adeguati di raccolta separata; si potranno anche avvalere delle strutture allestite dai Comuni, previa convenzione con l'amministrazione comunale stessa.

Il DLgs n. 151/2005 art.6 comma 1, introduce specifiche disposizioni riguardanti la raccolta, fissando, a tal proposito, un apposito obiettivo relativo ai rifiuti provenienti dai nuclei domestici, pari ad almeno 4 kg in media per abitante all'anno (che in Italia equivale a circa 240 mila tonnellate), da raggiungersi in conformità a quanto disposto dalla Direttiva 2002/96/CE, entro il 31 dicembre 2008.

L'art. 8 prevede che siano gli stessi produttori ad istituire su base individuale o collettiva sistemi di trattamento dei RAEE, utilizzando le migliori tecniche (di trattamento, di recupero e di riciclaggio) disponibili, avvalendosi di centri di trattamento che dovranno essere iscritti in una specifica sottocategoria dell'Albo nazionale di cui l'art. 30 del DLgs 22/1997.

Nell'art. 9 invece il legislatore puntualizza, in riferimento alle categorie presenti nell'allegato 1A, gli obiettivi di recupero dei RAEE avviati al trattamento, che i produttori dovranno raggiungere entro il 31 dicembre 2006; ad esempio per tutti i rifiuti di sorgenti luminose fluorescenti, la percentuale di reimpiego e di riciclaggio di componenti e materiali e di sostanze che dovrà essere raggiunto è calcolato essere almeno dell'80% in peso delle sorgenti luminose, mentre per i RAEE di cui alle categorie 5 (ossia gli apparecchi di illuminazione) insieme alle categorie 2, 6, 7 e 9 è calcolato essere almeno del 70% di recupero e del 50% di reimpiego e di riciclaggio in peso medio per apparecchio.

Tutti gli oneri finanziari attribuiti alla gestione del sistema integrato che include le operazioni di trasporto dai CdR, ossia dai centri di raccolta/ex isole ecologiche, di trattamento, di recupero e di smaltimento dei RAEE, dovranno in sintesi, essere sostenuti dai produttori e/o importatori di AEE, sia che si trattino di RAEE domestici storici, che nuovi: la responsabilità finanziaria sarà "collettiva" per i primi e "individuale" per i RAEE prodotti dopo il 13 agosto 2005.

Per "responsabilità finanziaria collettiva" si intende che i costi saranno suddivisi tra i produttori a prescindere dalla "paternità" dei RAEE generati; quindi ciascun produttore presente sul mercato nell'anno solare in cui si riferiscono i costi di gestione attribuibili ai citati rifiuti, sarà chiamato a farsi carico di una quota di RAEE pari alla sua quota di mercato, calcolata in base al numero dei pezzi ovvero al peso per tipo di apparecchiatura, nell'anno solare di riferimento.

Essi faranno fronte a tale responsabilità istituendo o aderendo ad uno o più Sistemi Collettivi e scegliendo tra due differenti soluzioni di finanziamento, ossia:

- a. l'internalizzazione nel prezzo di vendita del nuovo prodotto dei costi di gestione dei RAEE storici;
- b. l'applicazione di una "*visible fee*" o Eco-contributo RAEE (EcR) sulla vendita di nuovi prodotti (evidenziato in fattura per tutta la catena distributiva) in cui siano conteggiate le spese effettivamente sostenute per la gestione di tali rifiuti RAEE storici.

Per "responsabilità finanziaria individuale" si intende invece che ogni produttore sarà considerato direttamente responsabile finanziariamente degli oneri derivanti dai propri rifiuti generati.

In tal caso l'applicazione del visible-fee non è ammessa, per cui la soluzione per finanziare la gestione dei RAEE domestici nuovi sarà l'internalizzazione con un'adeguata garanzia finanziaria al momento dell'immissione di una nuova apparecchiatura sul mercato.

Per le operazioni di gestione del “fine vita” dei RAEE professionali nuovi, il finanziamento sarà sempre a carico del produttore tramite adesione ai sistemi individuali, collettivi o misti e dietro costituzione di un'adeguata garanzia finanziaria al momento dell'immissione di un'apparecchiatura sul mercato; inoltre vengono ammesse modalità alternative di finanziamento tramite accordi volontari.

Per quel che riguarda i RAEE professionali storici il finanziamento sarà a carico del produttore solo nel caso di fornitura di una nuova apparecchiatura sostitutiva alla precedente, diversamente l'onere sarà a carico del detentore; il sistema di gestione e finanziamento potrà essere di tipo individuale, collettivo o misto.

Nella trattazione delle responsabilità di gestione e finanziamento in ordine alle diverse categorie di RAEE è importante sottolineare che esiste un'eccezione degna di nota riguardante i rifiuti derivanti dalle apparecchiature di illuminazione.

Per la gestione di questa tipologia di rifiuti gli oneri saranno sempre a capo dei produttori; indipendentemente dalla loro origine e dalla data di immissione sul mercato, essi verranno disciplinati con un apposito decreto che dovrà essere adottato entro sei mesi dalla data di entrata in vigore del DLgs 151/2005.

Altri adempimenti per le case produttrici di AEE, che prevedono una responsabilità dei produttori nella corretta gestione lungo tutto il ciclo di vita, sono:

- ☛ oltre al divieto espresso dall'art.5 sull'utilizzo di determinate sostanze essi devono adottare modalità di progettazione e di fabbricazione delle apparecchiature che agevolino lo smontaggio, il recupero ed in particolare il reimpiego e il riciclaggio dei RAEE e dei loro componenti e materiali. Lo scopo è quello di rendere questi prodotti il più possibile eco-compatibili non modificando il loro livello di efficienza;

- ☛ apporre l'apposita marcatura sulle AEE immesse sul mercato in modo da informare correttamente i consumatori sulla gestione del fine vita, anche tramite istruzioni specifiche;
- ☛ fornire informazioni ai centri di trattamento sulla gestione dei RAEE e sui materiali e sostanze in essi contenuti, in modo da agevolarne il reimpiego ed il trattamento;
- ☛ iscriversi individualmente al Registro dei produttori di AEE e dichiarare le quantità immesse sul mercato annualmente; in mancanza di tale iscrizione, un produttore non potrà più vendere i propri prodotti: il numero di iscrizione al Registro dovrà essere riportato su tutte le fatture.

L'altra "gamba" su cui poggia il sistema di raccolta dei RAEE domestici sono i distributori.

I compiti dei distributori di AEE consistono essenzialmente nel ritiro gratuito dell'apparecchiatura dismessa, nella ragione di "uno contro uno" nel momento dell'acquisto di una nuova AEE per uso domestico, a condizione che sia di tipo equivalente e con le stesse funzioni.

Da notare che una volta presa in consegna l'apparecchiatura dismessa dall'utente, la distribuzione deve altresì provvedere a verificare il possibile reimpiego delle apparecchiature ritirate e al trasporto, presso i centri di raccolta organizzati dai Comuni o produttori, di quelle valutate non suscettibili di reimpiego. Inoltre il ritiro gratuito, anche da parte dei CdR, può essere rifiutato ove vi siano rischi di contaminazione del personale incaricato al ritiro e nel caso in cui l'apparecchiatura usata non contenga i suoi componenti essenziali o contenga rifiuti diversi dai RAEE.

Il distributore che, come disposto nell'art.16 comma 1, non ritira a titolo gratuito l'AEE è punibile con una sanzione amministrativa pecuniaria, per ciascuna apparecchiatura non ritirata o ritirata a titolo oneroso.

Tra i soggetti obbligati nella gerarchia del sistema di gestione RAEE vi sono anche i Comuni, i quali sono i responsabili dell'ottimizzazione e del raggiungimento dell'obiettivo di raccolta separata dei RAEE domestici pari a 4 kg in media per abitante all'anno, come previsto dal DLgs 151/2005.

Il loro compito dunque risiede nell'assicurare la funzionalità, l'accessibilità e l'adeguatezza dei sistemi di raccolta differenziata dei RAEE di natura domestica, istituiti ai sensi delle disposizioni vigenti in materia di raccolta separata dei rifiuti urbani, in modo da permettere ai detentori finali e ai distributori di conferire gratuitamente al CdR i rifiuti prodotti nel loro territorio.

Il conferimento di rifiuti prodotti in altri Comuni è consentito solo con apposita convenzione con il Comune di destinazione.

I produttori come già esplicitato precedentemente, possono organizzare e gestire la raccolta dei RAEE domestici, su base individuale o collettiva.

I CdR possono altresì essere utilizzati dietro accordo con il Comune interessato, per intercettare i RAEE professionali su onere però degli stessi produttori.

Inoltre nel contesto domestico, anche se menzionati per ultimo, vi sono i singoli individui; essi sono il primo anello della catena del sistema RAEE nella duplice veste di cittadini e consumatori.

Una corretta gestione dei RAEE parte proprio dalla consapevolezza del ruolo svolto in qualità di "produttori di rifiuti", consapevolezza che deve declinarsi in diverse forme di impegno civico.

La prima di tutte, è la scelta attenta nell'acquisto di un'apparecchiatura: il principio di prevenzione e riduzione di rifiuti, è infatti l'elemento cardine per una politica di gestione dei rifiuti efficace.

La raccolta differenziata dei RAEE, intesa anche come corretto conferimento da parte del consumatore dei rifiuti dismessi ai centri di raccolta, al gestore del servizio pubblico, ai distributori nell'atto dell'acquisto di un nuovo apparecchio, deve essere considerata solo l'ultimo gradino di una serie di decisioni consapevoli che investono i singoli individui quali primo e fondamentale motore per una nuova e corretta gestione delle risorse sempre più scarse e delle merci con queste prodotte.

Il DLgs 151/2005 trattato finora, aveva previsto che i dettagli operativi fossero determinati da decreti attuativi e più in dettaglio, da 14 Decreti Ministeriali e da 1 della Presidenza del Consiglio dei Ministri (Dpcm), che in parte vennero adottati, mentre altri sono ancora in attesa di essere emanati.

Tra i decreti attuativi, i primi ad essere attuati furono i due decreti che rappresentano il cardine di tutto il nuovo sistema di gestione dei RAEE in Italia: il DM 25 settembre 2007, n. 185 istitutivo del Registro nazionale dei soggetti obbligati al finanziamento dei sistemi di gestione dei RAEE, del Comitato di indirizzo ed del Centro di Coordinamento e il DM 25 settembre 2007, che invece istituisce il Comitato di vigilanza e controllo .

A.2.4 DECRETO ATTUATIVO: DM 25 SETTEMBRE 2007 N. 185

Il DM 25 settembre 2007 n.185 entrato in vigore il 20 novembre 2007 rappresenta quella norma che ha posto le condizioni perché la normativa RAEE potesse divenire operativa; si tratta infatti di un tassello normativo fondamentale che ha consentito l'entrata in vigore del sistema delineato dal DLgs 151/2005.

Esso disciplina l'istituzione e le modalità di funzionamento del **Registro nazionale dei soggetti obbligati al finanziamento dei sistemi di gestione dei RAEE (ossia i produttori di AEE e i sistemi collettivi o misti a cui essi aderiscono)**, le modalità di iscrizione allo stesso, di comunicazione al Registro delle informazioni relative alle AEE immesse sul mercato e a quelle gestite nell'anno, (sempre da parte degli stessi soggetti), quindi vengono qui calcolate le quote di mercato di ciascun produttore/sistema collettivo necessarie per il finanziamento della gestione dei RAEE storici di natura domestica. Esso fornisce anche indicazioni relative alla garanzia finanziaria che i soggetti coinvolti obbligatoriamente devono prestare nei casi previsti dal decreto (ex art. 14 del DLgs 151/2005).

Il Registro istituito presso il Ministero dell'ambiente viene predisposto, gestito e aggiornato dal Comitato di vigilanza e controllo (Cvc), che si avvale del supporto dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi tecnici APAT (oggi ISPRA), sulla base dei dati raccolti attraverso le Camere di commercio.

Il DM 185/2007 disciplina anche un altro organo gestionale rientrante nel sistema RAEE, ossia **il Centro di Coordinamento, conosciuto con l'acronimo CdC RAEE**, un organismo in forma di consorzio avente personalità giuridica di diritto privato, finanziato e gestito dai produttori (ex art.13 comma 8 del DLgs 151/2005) che svolge il compito primario di ottimizzare le attività di competenza dei Sistemi Collettivi, stabilendo

omogenee ed uniformi condizioni operative, garantendo che tutto il territorio nazionale venga servito.

Esso si occupa anche di monitorare il flusso dei RAEE fornendo annualmente i dati a tale riguardo agli organi di controllo.

Un'altra funzione di rilievo del CdC RAEE come previsto dall'art.10 comma 2, è quella di sottoscrivere accordi di programma: un Accordo tra ANCI e CdC RAEE del 18 luglio 2008 e un sulla qualità del trattamento del 12 maggio 2008.

Viene sempre in questa "sede" definito **il Comitato d'Indirizzo sulla gestione dei RAEE**, come organo di supporto del Cvc (ex art. 15 comma 4 del DLgs 151/2005); esso svolge il suo compito tramite il monitoraggio dell'operatività, della funzionalità logistica e dell'economicità del sistema di gestione di questa tipologia di rifiuti.

E' inoltre importante notare come nel DM 185/2007 vengano definiti i Raggruppamenti di RAEE domestici che dovranno essere conferiti nei Centri di raccolta e in base ai quali verranno poi calcolate le quote di mercato di competenza di ciascun produttore.

Nell'Allegato I il legislatore ha accorpato le 10 categorie dell'allegato 1A del DLgs 151/2005, per facilitare la fase di raccolta separata dei RAEE domestici storici e quindi ridurre presso i CdR, la superficie necessaria per effettuare questa importante fase nella gestione di questi rifiuti.

Vengono così definiti i 5 Raggruppamenti :

- R1: freddo e clima (categorie 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.17, allegato 1B, DLgs 151/2005);
- R2: altri grandi bianchi (categorie da 1.5 a 1.16 e 1.18, allegato 1B);
- R3: TV e monitor;
- R4: IT e Consumer electronics, apparecchi di illuminazione privati delle sorgenti luminose (categorie 3 e 4, allegato 1B, tranne quelle rientranti nel raggruppamento 3, 5, 1, e tutte le categorie non menzionate negli altri Raggruppamenti);
- **R5: sorgenti luminose (categorie da 5.2 a 5.5, allegato 1B).**

A.2.5 DECRETO ATTUATIVO: DM 25 SETTEMBRE 2007

Questo secondo decreto attuativo prevede l'istituzione, presso la sede del Ministero dell'Ambiente di un organo pubblico di vigilanza, ossia del **Comitato di Vigilanza e controllo (Cvc)** sulla gestione dei RAEE (ex art.15 comma 1 del DLgs 151/2005).

Esso rappresenta il vertice dell'intero sistema RAEE svolgendo un'azione di vigilanza e monitoraggio sull'attuazione del DLgs 151/2005, fungendo anche da punto di riferimento per le risoluzioni di diverse problematiche da parte delle categorie interessate e del Centro di Coordinamento .

Compito primario del Comitato è quello di tenere e aggiornare il Registro dei produttori di AEE, di raccogliere di dati sui prodotti immessi sul mercato e sulle quote di ciascun produttore ed anche di eseguire ispezioni.

Per svolgere i propri incarichi, il Cvc si avvale del supporto del Comitato di indirizzo sulla gestione dei RAEE, che può essere convocato ogniqualvolta sia ritenuto necessario.

A.2.6 IL 2008 CON I SUOI ACCORDI DI PROGRAMMA

Come già anticipato precedentemente il 2008 è stato segnato da importanti Accordi di Programma firmati dal Cdc RAEE e altri stakeholder del sistema di gestione RAEE.

L'accordo più rilevante che ha decretato la piena operatività del sistema multi - consortile, è stato siglato il 18 luglio 2008 dall'Associazione Nazionale dei Comuni Italiani, meglio conosciuta come ANCI ed il Centro di Coordinamento RAEE.

L'Accordo di Programma, che si è raggiunto dopo 6 mesi di trattative, ha consentito un ampio confronto tra le parti presenti e una chiara distinzione delle attività da svolgere e delle responsabilità di ciascun attore coinvolto nel processo.

Il 2008 è stato un periodo di transizione in cui i Comuni hanno gestito in proprio, per gran parte dell'anno, i rifiuti RAEE.

Grazie a questo Accordo, la gestione dei RAEE è definitivamente una responsabilità dei produttori a partire dal 1° gennaio 2008 e non più degli Enti locali; per i Comuni iscritti al CdC RAEE entro il 31 luglio 2009 viene riconosciuto il "corrispettivo 2008" definito forfettariamente sulla base delle quantità di RAEE effettivamente gestite da gennaio documentate con

i dati dei FIR (Formulario di Identificazione Rifiuti) all'attivazione del servizio da parte dei Sistemi Collettivi.

In aggiunta, nell'Accordo viene previsto un "Premio di Efficienza", riconosciuto a quei Comuni/Sottoscrittori che, gestendo consistenti bacini di popolazione, si dimostrano capaci di raggiungere la "soglia minima di buon operatività"(espressa in tonn/ritiro) la cui entità è determinata dallo stesso Accordo.

Con l'obiettivo di assicurare adeguati ed omogenei livelli di trattamento e standard comuni di qualità delle aziende che operano nel settore del trattamento dei rifiuti RAEE, il CdC RAEE e le principali associazioni italiane di Recuperatori (AssoRae, Assofermet, Ancoraee, Cna, Assoqualit ed UnoRae), nel rispetto di quanto previsto dal DM 185/2007 all'art.10 comma 2, hanno sottoscritto un fondamentale Accordo il 12 maggio 2008.

Esso stabilisce che le aziende che intendono operare nel settore del trattamento dei rifiuti di AEE debbano ottenere l'accreditamento presso il CdC RAEE conformemente alla Specifica Tecnica allegata all'Accordo, in particolare, sulla base dell'audit specifico condotto da certificatori terzi selezionati e convenzionati dal CdC RAEE. Nella specifica Tecnica vengono definiti i requisiti minimi per il trattamento dei RAEE predisposti per essere applicabili a tutti gli impianti di trattamento, indipendentemente dal tipo e dimensione.

L'esito positivo dell'audit ed il rispetto di tutti gli obblighi normativi previsti per le Aziende sono prerequisiti essenziali per gli operatori e gli impianti di recupero dei RAEE ai fini dell'accreditamento da parte del CdC RAEE e perché i singoli Sistemi Collettivi possano avvalersene.

A.2.7 ANNO 2009: VIA AL FINANZIAMENTO PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI DERIVANTI DALLE APPARECCHIATURE DI ILLUMINAZIONE

Con la pubblicazione del Decreto del Ministero dell'Ambiente il 12 maggio 2009 sono state definite le modalità di finanziamento della gestione dei rifiuti delle apparecchiature di illuminazione di cui all'Allegato 1A, punto 5 e dell'Allegato 1B, punto 5, al DLgs 151/2005.

A tal proposito il legislatore ha indicato due diverse tipologie di modalità di finanziamento per la gestione dei summenzionati rifiuti:

una per i rifiuti derivanti da apparecchi di illuminazione necessitanti di valutazione del peso ai fini della determinazione delle quote di mercato;

una per i rifiuti derivanti da tubi fluorescenti e altre sorgenti luminose indicate nell'Allegato 1B, punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 del medesimo decreto.

In merito a quest'ultimo caso, che considera non solo i tubi fluorescenti, ma anche le sorgenti luminose compatte, sorgenti a scarica ad alta intensità (comprese quelle a vapori di sodio ad alta pressione e ad alogenuri metallici) e sorgenti luminose a vapori di sodio a bassa pressione, i produttori adempiono all'obbligo di finanziamento tramite l'adesione ad un sistema collettivo con contributo proporzionale alla propria quota di mercato, stabilito dal Cvc, in base al numero dei pezzi immessi sul mercato (e non congiuntamente al peso dell'apparecchio) e comunicati al Registro nazionale, prendendo come riferimento l'anno solare, come stabilito dall'art.4 comma 2 del DM 12 maggio 2009.

Nel primo caso la quota contributiva di ciascun produttore viene calcolata sulla base del numero e del peso degli apparecchi di illuminazione immessi sul mercato nazionale, comunicati al Registro nazionale dei soggetti obbligati al trattamento dei RAEE che viene predisposto e aggiornato dal Cvc suddetto.

Secondo il parametro peso, gli apparecchi di illuminazione vengono suddivisi in tre fasce come stabilito dall'art.3 comma 3 del DM 12 maggio 2009.

Fino al 13 gennaio 2011, il produttore potrà inoltre avvalersi della facoltà di indicare esplicitamente e separatamente all'acquirente, al momento della vendita di una nuova apparecchiatura luminosa, i costi sostenuti per l'intera gestione del RAEE storico dalla raccolta allo smaltimento.

A.2.8 “IL DECRETO UNO CONTRO UNO”

Con il nome di Decreto “uno contro uno” o Semplificazioni, si intende il Decreto Ministeriale n. 65 dell' 8 marzo 2010, grazie al quale sono state delineate le nuove modalità di gestione “semplificate” dei rifiuti di AEE sia domestici che professionali; viene così dato il via al processo di snellimento degli adempimenti amministrativi in merito alla gestione dei RAEE per distributori, installatori, e gestori dei Centri di assistenza tecnica (Cat).

Il DM 65/2010, la cui emanazione era già prevista all'art.6 comma 1-bis del DLgs 151/2005 entro il 28 febbraio 2008, è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 4 maggio 2010 n. 102, è entrato in vigore il 19 maggio 2010.

Il Decreto articolato in tre Capi e tre Allegati, individua modalità cd. "semplificate", ma ciò non significa che i soggetti interessati non possano scegliere di gestire i RAEE con le modalità ordinarie previste dalla disciplina dei rifiuti contenuta nella IV Parte al DLgs 152/2006; esso rappresenta una possibilità offerta agli operatori del settore.

Un aspetto importante da sottolineare è quello dell'obbligo dei soli distributori a partire dal 18 giugno 2010, di provvedere al ritiro gratuito, al momento della fornitura di una nuova AEE destinata ad un nucleo domestico dell'apparecchiatura usata, a condizione che quest'ultima sia di tipo equivalente e abbia svolto le stesse funzioni della nuova apparecchiatura fornita; per i medesimi soggetti il legislatore prevede anche l'obbligo del trasporto di tali rifiuti presso i centri di raccolta comunali organizzati dai produttori. E' inoltre responsabilità del distributore assicurarsi che vengano adottate tutte le misure necessarie per conservare l'integrità dei RAEE fino al conferimento ai CdR; i RAEE durante tutto il processo di filiera, non dovranno essere "cannibalizzati", ossia non dovranno subire né processi di disassemblaggio, né sottrazione di alcune loro componenti, essendo queste due attività di gestione dei rifiuti non autorizzate.

Il provvedimento considera il ritiro dei RAEE da parte del distributore come una "fase della raccolta" e lo definisce come "raggruppamento dei RAEE", stabilendo che, la possibilità di effettuare sia il raggruppamento che l'attività di trasporto siano condizionati dalla preventiva iscrizione a una nuova sezione dell'Albo dei Gestori Ambientali; fissa inoltre la tempistica sull'asportazione dei rifiuti, che dovrà essere almeno mensile e comunque, dovrà avvenire al raggiungimento del quantitativo di rifiuti raggruppati pari a 3,5 tonnellate.

In questa sede vengono definiti, inoltre, i requisiti dei locali e le modalità di stoccaggio di RAEE di natura domestica disciplinati dal DLgs 151/2005: il raggruppamento può essere effettuato presso il punto vendita del distributore o presso un altro sito, ossia realizzato in un luogo idoneo, non accessibile a terzi e pavimentato, nel quale i RAEE devono essere protetti

dalle acque meteoriche e dall'azione del vento a mezzo di appositi sistemi di copertura anche mobili. L'integrità delle apparecchiature nella fase di deposito deve essere garantita, in modo da evitare che vi sia un deterioramento e una fuoriuscita di sostanze pericolose.

Inoltre la norma prescrive la separazione dei RAEE pericolosi da quelli non pericolosi.

Ai sensi dell'art.1 comma 1 del DM 65/2010 sempre i distributori dovranno informare i consumatori sulla gratuità del ritiro, con modalità chiare e di immediata percezione, anche tramite avvisi posti nei locali commerciali con caratteri facilmente leggibili.

Per il commerciante, il raggruppamento dei RAEE dismessi dagli utilizzatori non comporta la tenuta del registro di carico e scarico, perché questo adempimento viene sostituito da uno schedario contenente i dati anagrafici dei clienti che consegna l'apparecchio e il codice che identifica il rifiuto (conforme al modello previsto dall'allegato I al DM 65/2010).

La disposizione, inoltre, prevede che allo schedario sopra menzionato, debba essere integrato anche un nuovo documento per il trasporto di RAEE conforme al modello di cui all'Allegato II del DM 65/2010, che sostituirà il formulario in fase di trasporto del rifiuto. Esso sarà predisposto in triplice copia al momento del ritiro dell'apparecchiatura sostituita, non richiederà preventiva vidimazione e dovrà essere conservato per tre anni. Questo documento consente al trasportatore terzo di adempiere all'obbligo della tenuta del registro di carico e scarico previsto dall'art 190 del DLgs 152/2006.

Il raggruppamento e il trasporto dei RAEE potranno essere effettuati non solo dal distributore di AEE, ma anche da soggetti diversi da esso incaricati, come dai trasportatori e dai gestori dei Centri di assistenza tecnica (Cat).

Per la prima volta in Italia, in ragione del DM 65/2010, i distributori, gli installatori e i centri di assistenza tecnica diventano quindi a tutti gli effetti attori del processo dei rifiuti urbani, fino ad oggi in capo ai Comuni e ai soggetti gestori da essi delegati.

Il DM 65/2010 stabilisce che per lo svolgimento di tali attività secondo modalità semplificate, essi dovranno iscriversi ad un'apposita sezione dell'Albo Nazionale Gestori Ambientali e che le iscrizioni dovranno essere rinnovate ogni cinque anni.

Sebbene il DLgs 151/2005 non prevedeva nessun obbligo di ritiro dei RAEE professionali per i distributori (l'obbligo esisteva solo per i produttori), con la nuova norma viene riconosciuta la possibilità che i distributori di AEE vengano "formalmente incaricati dai produttori di provvedere al ritiro".

Anche per i RAEE professionali vige la regola del ritiro "uno contro uno". Le AEE professionali non sono considerate equivalenti nel caso in cui il peso dell'apparecchiatura consegnata sia superiore al doppio di quella acquistata. In questo caso i costi di raccolta, trasporto, trattamento, recupero e smaltimento di questi rifiuti sussistono in capo al detentore del rifiuto.

Per le utenze professionali, ai sensi dell'articolo 6, il trasporto dei RAEE è effettuato dai distributori o da terzi che agiscono per loro in nome e secondo le modalità e le condizioni previste dall'art.2 e 3 del DM 65/2010, ossia secondo quelle semplificazioni e limiti quantitativi precedentemente fissate per le utenze domestiche.

Per il trasporto dei RAEE professionali, il legislatore parlerà non più del tragitto dal domicilio del consumatore presso il quale viene effettuato il ritiro al Centro di Raccolta o il luogo nel quale viene effettuato il raggruppamento, ma rispettivamente dell'impianto di trattamento autorizzato e indicato dal produttore di AEE professionali/ sistemi collettivi e dal domicilio dell'utente non domestico.

Le disposizioni di semplificazione riguardanti le attività di raggruppamento, la tenuta dello schedario (Allegato I), il documento di trasporto (Allegato II) e l'iscrizione all'Albo si applicano anche al ritiro dei RAEE professionali effettuati dagli installatori e dai gestori di Cat di AEE formalmente incaricati dai produttori di tali apparecchiature nello svolgimento delle loro attività.

A.2.9 LO STATO DELL'ARTE DEL RITIRO “UNO CONTRO UNO”

A seguito dell’emanazione del DM 65/2010, l’ANCI, il CdC RAEE e le organizzazioni di categoria della distribuzione hanno sottoscritto:

1. In data 24 giugno 2010 un “Protocollo d’intesa per la regolazione dei rapporti fra i distributori ed i gestori dei centri di raccolta dei RAEE domestici”;
2. In data 7 luglio 2010 un “Accordo di programma tra ANCI, le Organizzazioni Nazionali di Categoria della Distribuzione e il CdC RAEE per la raccolta e la gestione dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche come previsto dall’art. 10 comma 2 lettera b del decreto ministeriale del 25 settembre 2007 n.185 e nel rispetto del DM 8 marzo 2010 n. 65.

Il Protocollo d’Intesa ha la finalità di regolamentare, attraverso apposite linee guida, i rapporti fra i distributori ed i gestori dei Centri di Raccolta dei RAEE *“unicamente provenienti dai nuclei domestici”*, e di conseguenza, dare un ulteriore impulso alla raccolta differenziata di questi rifiuti , incrementando così il loro recupero. Esso quindi non è altro che un documento di base utile ad un “avvio ordinato” di quanto previsto dal DM 65/2010.

Le attività dei CdR comunali vengono, infatti opportunamente supportate e regolamentate tramite questo protocollo non solo dal punto vista tecnico, ma anche dal punto di vista logistico e amministrativo, secondo le modalità atte a soddisfare sia le necessità di conferimento dei cittadini/ consumatori e degli operatori della distribuzione (o terzi che agiscono in loro nome), sia le esigenze organizzative e gestionali dei CdR stessi.

I distributori sono distinti in base al quantitativo di RAEE conferito ad ogni CdR, nella modalità di singolo conferimento giornaliero, ovvero in “piccolo” e “grande conferitore”: per “piccolo conferitore” si intende un conferimento fino a 200 kg o non oltre 4 pezzi se di peso superiore a 200 kg complessivi senza necessità di prenotazione; per “grande conferitore” si hanno valori superiori a quanto previsto per il “piccolo”, ed inoltre l’accesso ai CdR deve avvenire previa prenotazione.

Essi dovranno accreditarsi al portale CdC RAEE all’indirizzo www.cdcaee.it.

I Comuni o i Soggetti da essi delegati alla gestione dei CdR comunali che dispongono di strutture idonee e che scelgono di “accogliere la distribuzione” devono indicare al CdC RAEE, tramite l’apposito portale web (www.cdcaee.it), quale Centro di Raccolta, per idonea potenzialità e organizzazione logistica in relazione ai diversi Raggruppamenti previsti dal DM 185/2007, risulta sufficientemente strutturato e attrezzato per ricevere i RAEE domestici conferiti dai distributori.

Sempre attraverso il portale del CdCRAEE il soggetto gestore del CdR deve indicare le modalità di accesso e conferimento della distribuzione (piccolo/grande conferitore); quali ambiti territoriali intendono ricevere i RAEE; i Raggruppamenti di RAEE conferibili, i giorni, e gli orari in cui sia possibile tale conferimento; il volume o la superficie massima disponibile per i rifiuti conferiti dai distributori.

Nel Protocollo d’Intesa viene anche specificata la necessità che gli stessi conferiscano i RAEE ai CdR in maniera ordinata e secondo le modalità indicate dal soggetto Gestore del Centro di Raccolta stesso.

Come previsto dal DM 185/2007 art.10 comma 2, per ovviare all’assenza o insufficienza territoriale, strutturale, amministrativa dei CdR comunali in particolare in alcune zone d’Italia, è stato sottoscritto il 7 luglio 2010, un Accordo di programma tra ANCI, CdC RAEE e Organizzazioni Nazionali di Categorie della Distribuzione, al fine di individuare una rete di punti di raccolta intermedi (Luoghi di Raggruppamento, i cd. LdR) per il conferimento diretto da parte della distribuzione alle organizzazioni gestite dai produttori. Esso funge da anello che congiunge due importanti sistemi facenti parte del “grande sistema” di gestione RAEE ossia i sistemi distributivi ed il sistema dei produttori (Sistemi Collettivi).

Tale accordo in sintesi contempla:

- a. Che il CdCRAEE assicuri, attraverso i Sistemi collettivi, il ritiro diretto gratuito dei RAEE “provenienti dall’uno contro uno” presso i luoghi del raggruppamento che, se conformi ai requisiti tecnici previsti dal DM 65/2010 ed iscritti all’apposita sezione del sito del CdC RAEE rispondano dei requisiti di idoneità e presenza di personale per ogni luogo di raggruppamento; di corretto utilizzo del servizio web del CdC RAEE per le richieste di servizio; di accessibilità dei luoghi di raggruppamento e di spazio idoneo al

posizionamento e movimentazione delle Unità di carico standard previste, nonché relativa suddivisione dei RAEE nei 5 Raggruppamenti previsti dal DM 185/2007; del rispetto della norma ambientale sulla sicurezza; del rispetto dei quantitativi minimi per effettuare la richiesta di ritiro (nel caso in cui non viene rispettata questa condizione, il distributore dovrà versare al Sistema Collettivo un contributo per l'erogazione del servizio);

- b. Un servizio di ritiro, collegato a specifici Tempi Massimi di Intervento (TMI) per l'evasione della medesima;
- c. La gestione delle anomalie così come delle eventuali premialità (nel caso in cui all'interno del Luogo del Raggruppamento vengano superate determinate soglie annuali di raccolta e deposito);
- d. Le attività di comunicazione e informazione.

Questo accordo di programma ha validità di due anni ed è previsto che le parti in causa si incontrino almeno una volta ogni anno per valutare i risultati e le anomalie derivanti dall'attuazione dell'Accordo stesso.

A.3 LA NUOVA VESTE DELLE DIRETTIVE EUROPEE

A.3.1 DA RoHS A RoHS 2

Dopo dieci anni di vigenza, la Direttiva 2002/95/CE, ossia la Direttiva sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle AEE, o meglio conosciuta come Direttiva RoHS, necessitava di diverse modifiche sostanziali e perciò si è reso opportuno, per motivi di chiarezza, provvedere alla rifusione della stessa.

La revisione della Direttiva, avviata nel 2008, dopo il raggiungimento di un accordo tra Parlamento Europeo e il Consiglio raggiunto nel 2010, è entrata in vigore il 21 luglio 2011 ed ha ufficialmente abrogato la Direttiva 2002/95/CE.

La direttiva 2011/65/CE denominata comunemente "nuova Direttiva RoHS" o "RoHS 2", ha esteso il suo ambito di applicazione a nuove categorie di prodotti rispetto alla Direttiva precedente con diverse scadenze temporali:

- 22 luglio 2014 - Dispositivi medici, strumenti di controllo e monitoraggio;
- 22 luglio 2016 - Dispositivi medici di diagnosi in vitro;

- 22 luglio 2017- Strumento di monitoraggio e controllo industriali;
- 22 luglio 2019 - Altre apparecchiature elettriche ed elettroniche non comprese nelle categorie sopra elencate.

Queste categorie si vanno ad aggiungere a:

- Grandi elettrodomestici;
- Piccoli elettrodomestici;
- Apparecchiature informatiche e per le telecomunicazioni;
- Apparecchiature di consumo;
- Apparecchiature di illuminazione;
- Strumenti elettrici e elettronici;
- Giocattoli e apparecchiature per il tempo libero e per lo sport;
- Distributori automatici.

Viene introdotto l'obbligo della marcatura CE ed i requisiti per la dichiarazione di conformità: prima di immettere sul mercato nuove AEE, un produttore, distributore, importatore deve assicurare che sia stata applicata l'adeguata procedura di valutazione della conformità in linea con il modulo A dell'allegato II della decisione n. 768/2008/CE e apporre il marchio CE sul prodotto finito.

Da gennaio 2013 i prodotti elettronici che portano il marchio CE dovranno soddisfare i requisiti di questa nuova direttiva.

Altri cambiamenti introdotti dalla Direttiva RoHS 2 sono l'introduzione di nuovi termini e definizioni, in modo da semplificare l'applicazione, una procedura chiara per le deroghe e l'introduzione di una metodologia per il futuro inserimento di nuove restrizioni e per la revisione delle sostanze considerate pericolose.

Gli Stati Membri oltre ad aver la facoltà di stabilire le norme sulle sanzioni applicabili nel caso di infrazioni della Direttiva, devono adottare e pubblicare, entro il 2 gennaio 2013, le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi (art.25 comma 1 della Direttiva 2011/65/CE).

A.3.2 DALLA 2002/96/CE ALLA 2012/19/UE

Costi di raccolta e recupero a carico dei produttori e degli importatori. Ritiro gratuito delle apparecchiature dismesse dai consumatori. Obiettivi di raccolta differenziata e di recupero degli apparecchi, dei componenti e dei materiali. Questi i principali obblighi introdotti dalla Direttiva 2002/96/CE sui RAEE (cd. Direttiva RAEE).

A dieci anni dalla definizione della norma sopracitata e a seguito della valutazione dei risultati raggiunti, la materia è stata nuovamente disciplinata dalla Direttiva 2012/19/UE del 4 luglio 2012, disposizione emanata in considerazione della necessità di apportare diverse modifiche sostanziali alla legislazione precedente.

Entrata in vigore ufficialmente il 13 agosto 2012, con la Direttiva 2012/19/UE il Parlamento Europeo ed il Consiglio oltre a modificare in maniera sostanziale la Direttiva RAEE, integra anche la normativa dell'UE in materia di gestione dei rifiuti come la Direttiva 2008/98/CE, comprese le definizioni di rifiuto e di operazioni generali di gestione, la Direttiva 2009/125/CE relativa alla progettazione ecocompatibile ed il regolamento CE n.1005/2009 relativo alle sostanze che riducono l'ozono atmosferico.

Mantenendo saldi i principi di base della responsabilità di “chi inquina paga”, il nuovo testo introduce consistenti cambiamenti rispetto allo scenario finora osservato e fissa obiettivi di raccolta e riciclo ambiziosi.

La Direttiva 2012/19/UE ha definito nuove regole per il miglioramento della raccolta, riutilizzo e riciclaggio di apparecchi elettrici ed elettronici a fine vita, così da contribuire alla riduzione dei rifiuti e al riuso delle materie prime seconde.

Il provvedimento incentiva ulteriormente gli Stati Membri a dotarsi di idonei sistemi per effettuare la raccolta differenziata, permettendo l'accesso agli utilizzatori, al fine di raggiungere gli obiettivi minimi di raccolta differenziata di questa tipologia di rifiuti.

Vengono in questa sede promossi tutti i sistemi, che gli Stati Membri riterranno opportuni per il conferimento presso i Centri di Raccolta e presso i distributori dei RAEE da parte degli utilizzatori finali, con l'unica condizione che non si renda in questo modo il conferimento dei RAEE più difficoltoso e che quest'ultimo resti gratuito.

Le disposizioni della Direttiva prevedono inoltre che agli utilizzatori vengano fornite tutte le informazioni necessarie per una corretta raccolta differenziata dei RAEE.

Nell'intento di contribuire alla riduzione dei rifiuti e l'uso efficiente delle risorse sono state introdotte alcune importanti novità.

Le principali novità introdotte dalla Direttiva 2012/19/UE possono essere così riassunte:

- Ampliamento del campo di applicazione

Tra le novità più rilevanti vi è sicuramente la progressiva, non immediata, transizione al cosiddetto “*open scope*” ossia l'ambito di applicazione aperto; esso consiste in una prima fase, dal 13 agosto 2012 al 14 agosto 2018, nella quale la nuova Direttiva RAEE viene applicata alle AEE rientranti nelle categorie dell'allegato I.

L'allegato I si limita a riconfermare il tradizionale ambito di applicazione della Direttiva 2002/96/CE, inserendo come unico elemento di novità la categoria “pannelli fotovoltaici” nella categoria delle apparecchiature al consumo.

L'allegato II contiene invece un elenco indicativo delle AEE che rientrano nelle categorie dell'allegato I, esattamente come il precedente allegato 1B specificava meglio le tipologie di AEE elencate nell'allegato 1A.

Nell'ampliamento del campo di applicazione sempre nell'allegato II, rientrano anche “**le altre apparecchiature di illuminazione per diffondere la luce ad eccezione delle lampade a incandescenza**”, tutte le “**lampade fluorescenti contenenti mercurio**”, i “test di fecondazione” (ed anche le apparecchiature contenenti sostanze che impoveriscono lo strato di ozono.)

Il legislatore nell'articolo 5 paragrafo 1, afferma la necessità del raggiungimento di elevati tassi di raccolta separata in via prioritaria per “*le apparecchiature per lo scambio di temperatura contenenti sostanze che riducono lo strato di ozono e gas fluorurati ad effetto serra, **lampade fluorescenti contenenti mercurio**, pannelli fotovoltaici e apparecchiature di piccole dimensioni di cui alle categorie 5 e 6 dell'allegato III*”; essi dovranno essere trattati in maniera adeguata sei anni dopo l'entrata in vigore della legislazione, ossia nel 2018.

Vengono definite invece nell'articolo 2 paragrafo 3 e 4 le esclusioni dall'ambito di applicazione della nuova Direttiva RAEE durante il periodo di transizione, ossia fino al 14 agosto 2018 le seguenti AEE:

- *“le apparecchiature necessarie alla tutela degli interessi essenziali della sicurezza degli Stati membri compresi le armi, le munizioni e il materiale bellico, destinate a fini specificatamente militari”;*
- *“le apparecchiature progettate e installate specificatamente come parti di un'apparecchiatura, che è esclusa e non rientra nell'ambito di applicazione della direttiva, che possono svolgere la propria funzione solo in quanto parti di tali apparecchiatura;*
- *“lampade ad incandescenza”.*

Al termine del periodo transitorio, dal 15 agosto 2018, la Direttiva si applicherà a tutte le AEE, in quanto *“tutte le AEE sono classificate nella categorie III”.*

- Impulso alla progettazione ecocompatibile

La progettazione ecocompatibile (definita anche come “design for disassembling”) non è altro che l'integrazione degli aspetti ambientali nella progettazione del prodotto nell'intento di migliorarne le prestazioni ambientali nel corso dell'intero ciclo di vita, come introdotto dalla Direttiva 2009/125/CE.

La progettazione ecologica dei prodotti costituisce un fattore essenziale della strategia comunitaria sulla politica integrata dei prodotti.

La corretta gestione delle AEE dunque nasce già in fase di progettazione. Al fine di ottimizzare il riutilizzo e il recupero attraverso la progettazione dei prodotti, si deve tener conto dell'intero ciclo di vita degli stessi.

L'introduzione della responsabilità del produttore è uno degli strumenti per incoraggiare la progettazione e la produzione di AEE che tengano pienamente in considerazione e ne facilitino la riparazione, l'eventuale adeguamento al progresso tecnico, il riutilizzo, lo smontaggio e il riciclaggio.

- Raccolta differenziata

Sugli Stati Membri dell'Unione grava, sempre, l'obbligo di adottare misure adeguate per ridurre al minimo lo smaltimento dei RAEE sottoforma di

rifiuti urbani misti, perché venga assicurato il trattamento corretto e raggiunto un elevato livello di raccolta differenziata dei medesimi.

L'articolo 4 paragrafo 2 stabilisce che per i RAEE provenienti dai nuclei domestici, ogni Stato provveda affinché:

1) *"siano istituiti sistemi che consentano ai detentori finali e ai distributori di rendere almeno gratuitamente tali rifiuti";*

2) *"quando forniscono un nuovo prodotto, i distributori si assumano la responsabilità di assicurare che questa tipologia di rifiuti possano essere resi almeno gratuitamente al distributore, in ragione di uno per uno, a condizione che le apparecchiature siano di tipo equivalente e abbiano svolto le stesse le stesse funzioni dell'apparecchiatura fornita";*

3) *"i distributori effettuano la raccolta nei negozi al dettaglio con superficie di vendita di AEE di almeno 400 m² o in prossimità immediata di RAEE di piccolissime dimensioni (dimensioni esterne inferiori a 25 cm) gratuitamente per gli utilizzatori finali e senza obbligo di acquistare AEE di tipo equivalente, salvo ove una valutazione dimostri che regimi di raccolta alternativa esistenti non siano almeno altrettanto efficaci";*

La nuova Direttiva RAEE 2012/19/UE quindi introduce l'obbligo "uno contro zero" per i RAEE di piccole dimensioni solamente per la grande distribuzione specializzata, la quale sarà tenuta a ritirare gratuitamente le piccole AEE anche senza l'acquisto di un prodotto nuovo (come già avveniva con il ritiro "uno contro uno" applicato a tutte le AEE introdotto dal DM 65/2010).

4) *"i produttori siano autorizzati a organizzare e a gestire sistemi individuali e/o collettivi , di resa dei RAEE provenienti da nuclei domestici";*

5) *"tenendo conto delle norme nazionali e dell'Unione in materia di salute e sicurezza, possa essere rifiutata la resa dei RAEE che presentano un rischio per la salute e la sicurezza del personale per motivi di contaminazione";*

Inoltre *"ogni Stato può richiedere che i RAEE depositati nei CdR siano consegnati gratuitamente ai produttori, o ai terzi che agiscono a loro nome ovvero ad enti o imprese designati , ai fini della preparazione per il riutilizzo";* mentre per i RAEE professionali siano i produttori e/o terzi a provvedere alla loro raccolta .

- Finanziamento della raccolta di RAEE domestici

Nell'articolo 12 paragrafo 2 la norma introduce la possibilità, non l'obbligo, che gli Stati Membri attribuiscono ai produttori di AEE l'onere di *“finanziare anche i costi legati alla raccolta dei RAEE dai nuclei domestici agli impianti di raccolta”*, quindi vengono qui considerati gli oneri dalla raccolta di RAEE domestici dal domicilio del cliente al Centro di Raccolta.

- Tassi di raccolta annuali ambiziosi

Tenendo conto l'applicazione del principio della responsabilità del produttore da parte degli Stati Membri, tra le novità previste dal testo normativo vi è l'innalzamento del target di raccolta annuale.

Gli obiettivi per la raccolta entreranno in vigore dal 2016, quindi fino al 31 dicembre 2015 si continuerà ad applicare il tasso medio di raccolta differenziata di almeno 4 kg l'anno per abitante di RAEE di natura domestica oppure lo stesso volume di peso di RAEE quale raccolto in media nello Stato Membro in questione nei tre anni precedenti considerando il valore più alto.

Dal 2016, il tasso minimo di raccolta dovrà essere del *“45% calcolato sulla base del peso totale di RAEE raccolti in un dato anno dallo Stato Membro interessato come percentuale del peso medio delle AEE immesse sul mercato in tale Stato nei tre anni precedenti”*.

Entro la data sopracitata, secondo i calcoli del CdC RAEE allora si dovranno raccogliere 45 tonnellate di RAEE ogni 100 tonnellate di nuove AEE immesse sul mercato.

Dal 2019, il tasso minimo di raccolta da conseguire dovrà essere del *“65% calcolato sulla base del peso totale di RAEE raccolti in un dato anno dallo Stato Membro interessato nei tre anni precedenti o in alternativa, all'85% del peso dei RAEE prodotti dal territorio di tale Stato Membro”*.

Secondo i calcoli del CdC RAEE dunque, la quantità da 45 tonnellate di RAEE ogni 100 tonnellate di nuove AEE immesse sul mercato arriverà a 65 tonnellate nel 2019.

- Innalzamento degli obiettivi di recupero dei RAEE

Secondo l'articolo 11 paragrafo 1 e 2 *“gli Stati Membri devono provvedere affinché i produttori raggiungano gli obiettivi minimi indicati nell'Allegato V della nuova Direttiva” ed inoltre si considera che “Il raggiungimento degli obiettivi è calcolato, per ciascuna categoria,*

dividendo il peso dei RAEE che entrano nell'impianto di recupero o riciclaggio/preparazione per il riutilizzo, dopo il trattamento appropriato, con riguardo al recupero o al riciclaggio, per il peso di tutti i RAEE raccolti separatamente per ciascuna categoria, espresso come percentuale; le attività preliminari tra cui la cernita e il deposito che precedono il recupero non sono presi in conto per il raggiungimento di questi obiettivi”.

L'allegato V definisce nelle parti 1) e 2) e 3) ai punti c, gli **obiettivi minimi applicabili alle categoria 5 dell'allegato I, ossia alla categoria delle apparecchiature di illuminazione.**

Dal 13 agosto 2012 al 14 agosto 2015, la percentuale di recupero dovrà essere del 70% e quella di riciclaggio del 50%, mentre nel periodo tra il 15 agosto 2015 fino al 14 agosto 2018 la percentuale di recupero e di preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio dovranno incrementarsi rispettivamente di 5 punti percentuali, ossia diventare 75% e 55% (dopo il 15 agosto 2018 le percentuali minime calcolate non dovranno subire ulteriori incrementi).

Per le lampade a scarica al punto d invece, la percentuale minima di riciclaggio da raggiungere dovrà essere dell'80%, in entrambi i periodi sopra citati.

- Limitazione delle esportazioni illegali di RAEE

Un elemento fondamentale sul quale la nuova Direttiva interviene, ed al quale tenta di porre rimedio, è la piaga delle esportazioni illegali di RAEE: al fine di evitare spedizioni indesiderate di AEE non funzionanti nei Paesi in via di sviluppo, l'Allegato VI, di nuova introduzione, pone dei requisiti minimi, costituiti da documenti ed azioni, per le spedizioni al fine di distinguere le AEE usate dai RAEE. Qualora il detentore dell'apparecchiatura dichiara di voler spedire, o di spedire, AEE usate e non RAEE, gli Stati Membri esigono che costui abbia a disposizione a sostegno della dichiarazione con una serie di documentazioni.

L'esportazione illegale, peraltro, consegue la perdita di materie prime seconde di valore, mentre si rende necessario la loro preservazione, ecco che qui interviene la Direttiva 2012/19/CE.

A.4 LA NUOVA VESTE DEL SISTEMA RAEE IN ITALIA

Il 2012 e gli anni a seguire sono stati protagonisti di nuove ed importanti sfide per il sistema italiano di gestione dei Rifiuti derivanti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche: il recepimento della Direttiva 2012/19/UE nell'impianto normativo nazionale, i due importanti Accordi di programma nel 2012 che sono alla base del lavoro del CdC RAEE e dei Sistemi Collettivi, le modifiche delle norme sul ritiro "uno contro uno" introdotte dalla cosiddetta "legge europea 2013" ed infine il nuovo Decreto legislativo 14 marzo 2014 n.49.

A.4.1 IL 2012 CON I SUOI ACCORDI DI PROGRAMMA

Il 13 settembre 2012 l'ANCI ed il Centro di Coordinamento RAEE hanno siglato un nuovo Accordo di Programma sulle condizioni generali di raccolta e gestione dei RAEE presso i CdR che dovranno essere operative a partire dal 1° ottobre 2012.

Questo Accordo non è altro che una modifica di quello precedentemente siglato il 28 marzo 2012 avente per oggetto le nuove condizioni per il ritiro dei RAEE domestici raccolti presso i CdR comunali da parte degli operatori incaricati dai Sistemi Collettivi aderenti al CdC RAEE, che costituiva l'aggiornamento del precedente Accordo datato il 18 luglio 2008.

I motivi principali della revisione riguardavano le difficoltà riscontrate in fase dell'applicazione dell'Accordo stesso, ed in particolare le modifiche avevano lo scopo di:

- Arginare il problema della sottrazione di flussi RAEE da parte degli operatori "border line", ossia esterni al sistema, che rappresentano un elemento di preoccupazione in relazione all'impatto negativo sull'ambiente;
- Semplificare le regole gestionali, per eliminare quelle di difficile interpretazione e rendere più facilmente comprensibile e applicabile l'accordo;
- Rimodulare i premi di efficienza con l'obiettivo di assicurare la consegna di tutti i RAEE al sistema "ufficiale".

La novità di maggior rilievo dell'intesa è rappresentata dalla revisione e innalzamento dei premi di efficienza, ossia quei premi finalizzati a favorire processi di gestione efficiente da parte dei CdR, in funzione di un

auspicabile incremento della raccolta stessa. Essi non vengono più calcolati in base alle soglie minime annue di raccolta, bensì in base alla quantità di RAEE effettivamente raccolta in ogni singolo ritiro.

La condizione necessaria all'accesso di questi premi è rappresentata dalla gestione di tutti e cinque i Raggruppamenti. Saranno premiati esclusivamente i CdR presenti in un Comune che effettuano la gestione dei cinque Raggruppamenti regolarmente iscritti al CdC RAEE e che siano operativi. Sarà valutata mensilmente la presenza dei ritiri per ogni singolo Raggruppamento, in base ai dati delle missioni eseguite negli ultimi 12 mesi. Rimangono ferme le altre condizioni di accesso al premio, ovvero la presenza di un calendario valido, raggiungimento della soglia di "buona operatività" (che è stata abbassata per i Raggruppamenti R1,R2,R3 e R4) e disponibilità a ricevere i conferimenti della distribuzione (senza distinzione tra accoglimento dei RAEE dalla distribuzione all'interno o al di fuori del proprio territorio).

Al punto 9.3 e specificatamente per il **Raggruppamento 5 delle sorgenti luminose**, viene disposto che i Sistemi Collettivi riconoscano ai Sottoscrittori che soddisfano i requisiti di premialità, **un premio di efficienza annuale per la loro raccolta, variabile, in funzione del quantitativo totale di tale raggruppamento ritirato durante l'anno secondo quattro fasce (da quantità > 1500 kg fino a quantità > 5000 kg).**

A.4.2 LA LEGGE 6 AGOSTO 2013 N. 97

Rendere più efficace la gestione dei RAEE e alleggerire gli oneri delle imprese di distribuzione. Questo è lo scopo delle semplificazioni alla disciplina di riferimento (DLgs 151/2005 e DM 65/2010) introdotte dalla legge 6 agosto 2013 n.97 la cosiddetta "legge europea 2013", in vigore dal 4 settembre 2013.

E' nell'Articolo 22 della sopracitata legge l'intervento "correttivo", che il legislatore intende attuare alla disciplina nazionale sui RAEE, al fine di agevolare la raccolta differenziata degli stessi da parte dei distributori.

La "legge europea" è uno dei strumenti legislativi, (in sostituzione alla ormai inadeguata "legge comunitaria"), che consente in modo sistematico ed organico l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione Europea. Essa può intervenire direttamente

sull'ordinamento interno per "correggere" le norme non in linea con il diritto europeo, in modo da evitare le sanzioni derivanti da procedure di infrazione aperte a carico dell'Italia per il mancato o incompleto recepimento delle direttive UE.

Le semplificazioni della legge 97/2013 possono essere così riassunte:

- Nuove AEE in elenco

L'articolo 22 comma 1 modifica l'allegato 1B del DLgs 151/2005 per rendere l'elenco dei prodotti maggiormente aderente a quello previsto dal corrispondente allegato 1B della Direttiva 2002/96/CE.

Nella categoria 1 dei "Grandi elettrodomestici" sono ora inclusi anche quelli "fissi di grandi dimensioni" ed inoltre tra i prodotti inclusi nella suddetta categoria alla voce 1.18, che contempla le "Altre apparecchiature per la ventilazione e l'estrazione dell'aria", sono state aggiunte le "altre apparecchiature per il condizionamento".

Mentre nella categoria 8 dei "Dispositivi medici" vengono integrati i "test di fecondazione" presenti nella Direttiva UE ed assenti nel recepimento italiano;

- Lo stoccaggio dei RAEE domestici

L'articolo 22 comma 2 implementa e sostituisce quanto previsto dall'articolo 1 comma 2 del DM 65/2010, che è stato di conseguenza abrogato. Esso dà una mano alla logistica delle imprese di distribuzione con una importante novità relativa al riferimento del "quantitativo complessivo" dei 3500 kg, che rispetto a quanto previsto dal DM 65/2010, si riferisce ai singoli Raggruppamenti 1, 2, 3; nel caso invece degli R4 e R5, i 3500 kg previsti sono relativi all'insieme di questi due Raggruppamenti;

- Il trasporto dei RAEE

La legge 97/2013 dispone che la disciplina del raggruppamento dei RAEE, prima contenuta nel DM 65/2010, sia trasferita nel DLgs 151/2005, mantenendo la prescrizione secondo la quale i rifiuti dovranno essere trasportati ai CdR mensilmente e previo raggiungimento dei 3500 kg complessivi.

Inoltre la norma abolisce il limite di portata dei mezzi di trasporto e di massa complessiva non superiore rispettivamente ai 3500 kg e 6000 kg;

- I Centri di Raccolta

Una importante novità viene espressa dal legislatore nel comma 4.

La disposizione prevede che la realizzazione dei Centri di Raccolta dei RAEE si svolga o secondo le modalità previste dal DM 8 aprile 2008 che disciplina i Centri di Raccolta dei rifiuti urbani raccolti in modo differenziato, oppure in alternativa con le modalità previste dagli articoli 208, 213, 216 del Codice ambientale.

Poiché la legge 97/2013 dà la possibilità di ricorso a modalità alternative per la realizzazione e gestione dei CdR, l'articolo 8 del DM 65/2010 viene qui abrogato.

A.4.3 L'ACCORDO ANCI-CDC RAEE NEL 2013

Il 30 maggio 2013 il CdC RAEE e l'ANCI hanno approvato un'ulteriore modifica dell'Accordo di Programma sulle condizioni generali del ritiro di RAEE che sarà operativa dal 1 luglio 2013.

L'Obiettivo principale è quello di incrementare i quantitativi di RAEE raccolti (in particolare quelli dei Raggruppamenti 2 e 4) tramite la rimodulazione e rivalutazione del valore dei premi di efficienza.

I premi di efficienza vengono ricalcolati anche in modo da poter essere estesi ad un numero più elevato di percettori.

Alla base dei motivi che hanno portato alla modifica dell'Accordo vi è il calo della raccolta riscontrato nel 2012, per tutti i Raggruppamenti eccetto per gli R5.

La diminuzione dei tassi di raccolta è imputabile non solo alla crisi economica, ma anche alla fuoriuscita di RAEE del canale "ufficiale" gestito dal CdC RAEE e dai Sistemi Collettivi che ad esso fanno capo, in quanto rifiuti ricchi di metalli preziosi e leghe metalliche di valore nel mercato mondiale.

Tra gli altri obiettivi della modifica ci sono anche il favoreggiamento dei piccoli CdR, che non raggiungono la soglia di buona operatività e che non possono accedere ad un premio di efficienza ed anche il riconoscimento della premialità per i ritiri degli R5 con criteri analoghi a quelli di tutti gli altri Raggruppamenti.

A.4.4 IL NUOVO DECRETO LEGISLATIVO DI RECEPIMENTO DELLA DIRETTIVA “RAEE 2”: DLgs N. 49 DEL 2014

Il 14 marzo , il Consiglio dei Ministri ha approvato il testo definitivo del decreto di recepimento della normativa comunitaria 2012/19/UE. Il Decreto Legislativo n.49 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 29 marzo ed è entrato in vigore il 12 aprile 2014.

Con il DLgs 49/2014 l'Italia è tra i primi Paesi europei, insieme all'Inghilterra e Olanda, a recepire la Direttiva 2012/19/UE sui Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche, rifusione comunitaria della precedente Direttiva 2002/96/CE, attuata a livello nazionale con il noto DLgs 151/2005. Il legislatore in questa sede, a differenza del precedente DLgs 151/2005, recepisce nell'ordinamento nazionale esclusivamente la Direttiva 2012/19/UE, poiché la nuova Direttiva RoHS (2011/65/UE), viene trasposta con un altro Decreto Legislativo.

Il DLgs 49/2014 sostituisce molte norme di cui al precedente DLgs 151/2005, disciplinando con nuove regole la gestione di questi rifiuti. Tuttavia, continuano ad applicarsi le regole di cui ai seguenti provvedimenti: DM 185/2007 (organi gestionali del sistema RAEE e introduzione dei raggruppamenti, DM 8 aprile 2008 (sui centri di raccolta comunali), DM 12 maggio 2009 (finanziamento della gestione dei RAEE di illuminazione da parte dei produttori delle relative apparecchiature) e DM 65/2010 (modalità semplificate per la gestione dei RAEE raccolti dalla distribuzione in regime di uno contro uno).

Lo schema del Decreto, che abroga integralmente il DLgs 151/2005, detta *misure e procedure finalizzate a proteggere l'ambiente e la salute umana: a) prevenendo e riducendo gli impatti negativi derivanti dalla progettazione e dalla produzione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dalla gestione dei rifiuti da esse generate;*

b) riducendo gli impatti negativi e migliorando l'efficacia degli usi delle risorse per conseguire obiettivi di sviluppi sostenibili.

Diverse sono le novità introdotte dal Decreto Legislativo sul sistema RAEE nazionale; esse non sono altro che la prova delle principali innovazioni dettate dalla Direttiva europea.

Nell'articolo 2 comma 1 lettera a) e b) del DLgs 49/2014 è presente uno dei temi fondamentali trattati dal Decreto stesso, ossia l'ampliamento del campo di applicazione.

Viene qui affermato che fino al 14 agosto 2018, il sistema RAEE si applicherà esclusivamente alle preesistenti 10 categorie di AEE, come riportate nell'allegato I al Decreto, con l'unica novità dell'inclusione dei pannelli fotovoltaici in categoria 4, insieme alle apparecchiature di consumo.

Mentre dal 15 agosto 2018 le categorie saranno compatte in 6 macrogruppi, come da allegato III del DLgs 49/2014 (elencate a titolo esemplificativo nell'allegato IV):

1. Apparecchiature per lo scambio della temperatura;
2. Schermi e monitor ed apparecchiature dotate di schermi di superficie di superiore a 100 cm²;
3. Lampade;
4. Apparecchiature di grandi dimensioni (con almeno una dimensione esterna superiore a 50 cm);
5. Apparecchiature di piccole dimensioni (con nessuna dimensione esterna superiore a 50 cm);
6. Piccole apparecchiature informatiche e per le telecomunicazioni (con nessuna dimensione esterna superiore a 50 cm).

I veri cambiamenti quindi, avranno luogo da questa data, con l'introduzione dell'ambito di applicazione "aperto", anche conosciuto come "open scope", in cui tutte le apparecchiature dovranno essere considerate AEE, tranne quelle espressamente previste dall'articolo 3 del decreto stesso.

L'inclusione di pannelli fotovoltaici nella Direttiva 2012/19/UE prima e poi nel DLgs 49/2014, ha comportato l'introduzione nella legislazione italiana di una specifica definizione, non presente però nel testo comunitario; nel capitolo 4 comma 1 al punto qq) vengono definiti come *"RAEE provenienti dai nuclei domestici :i rifiuti originati da pannelli fotovoltaici, installati in impianti di potenza nominale inferiore a 10 kW,[...],mentre "tutti i rifiuti derivanti da pannelli fotovoltaici installati in impianti di potenza nominale uguale o superiore a 10 kW sono considerati RAEE professionali"*.

La definizione innovativa introdotta dal legislatore in Italia nel DLgs 49/2014, è quella di considerare le "AEE dual use" come AEE di natura domestica, nonostante la Direttiva europea non preveda la possibilità per

un AEE di essere contemporaneamente in parte domestica ed in parte professionale.

Il termine “dual use” si riferisce ad un concetto collegato alla definizione di Rifiuto derivante da Apparecchiatura Elettrica ed Elettronica proveniente dal nucleo domestico, presente in tale Decreto.

Nell’articolo 4 vengono ampliate notevolmente il novero delle definizioni, ad esempio vengono inserite le definizioni di utensili fissi di grandi dimensioni, RAEE di piccolissime dimensioni, distributore al dettaglio, RAEE equivalenti, deposito preliminare alla raccolta, rimozione, raggruppamento, luogo di raggruppamento, marchio.

Non variano, le definizioni di “AEE” e neppure quella dei “Rifiuti di Apparecchiature elettriche ed Elettroniche”, mentre quella di “Produttore” viene modificata per conformarsi alla Direttiva; la variazione di quest’ultima avviene sostanzialmente annoverando in modo più esplicito tra i produttori i soggetti che vendono a distanza le AEE ai nuclei domestici, o agli utilizzatori professionali in Italia pur non essendo stabiliti nel nostro Paese.

E’ importante notare come la nozione di AEE usate prevista dal DLgs 151/2005 (art 3 comma 1 al punto c)) non sia più contemplata tra quelle presenti nelle Direttive RAEE, in quanto ritenuta in forte contrasto con lo spirito della Direttiva 2002/96/CE dalla Commissione Europea.

Il testo di legge italiano recepisce correttamente anche i nuovi ambiziosi obiettivi di raccolta dei RAEE destinati progressivamente a salire nel tempo. L’articolo 14 comma 1 alla lettera a), b) e c) vengono stabiliti quelli che dovranno essere i target di raccolta:

- Fino al 31 dicembre 2015, la raccolta differenziata prevede il raggiungimento di almeno i 4 kg per abitante di RAEE di natura domestica;
- Dal 1° gennaio 2016, andrebbe raggiunto il tasso minimo di raccolta pari al 45% del peso medio annuale delle AEE immesse nel mercato nei tre anni precedenti;
- Al 1° gennaio 2019, dovrà essere conseguito un tasso minimo di raccolta pari al 65% dell’impresso sul mercato nei tre anni precedenti o in alternativa, all’85% dei RAEE prodotti nel territorio annualmente.

Quindi in altri termini, il traguardo da raggiungere nei prossimi 5 anni sarà di 12 kg/abitante all'anno: un grosso impegno che richiede un coinvolgimento attivo di tutti gli attori che gestiscono i RAEE.

Per raggiungere, e registrare gli ambiziosi obiettivi di raccolta fissati dalla direttiva europea, lo schema del Decreto prefigura un sistema "all actors", in cui tutti i soggetti muniti di autorizzazione al trattamento possono ricevere RAEE da qualsiasi soggetto che legittimamente lo detenga o raccolga gli stessi, comunicando i quantitativi trattati. Quindi per la gestione dei RAEE domestici i Sistemi Collettivi dei produttori verranno "affiancati" dagli operatori privati indipendenti (riciclatori, recuperatori, operatori logistici) che, muniti delle autorizzazioni e requisiti tecnici, potranno offrire i propri servizi di ritiro e riciclo ai soggetti che effettueranno la raccolta (Comuni e distributori).

Il modello organizzativo del sistema RAEE si basa sull'applicazione del principio della "responsabilità del produttore e responsabilità condivisa". Il ragionamento è divenuto uno dei cardini delle politiche ambientali europee che considera:

- 1) il produttore come colui che è obbligato, per legge, a farsi carico dei costi di raccolta, recupero e smaltimento dei rifiuti generati dai beni immessi sul mercato e che sarà stimolato a introdurre tutti gli accorgimenti a partire dalla fase di progettazione, in grado di limitare il volume, il peso e la pericolosità, al fine di ridurre gli oneri da sostenere;
- 2) tutti gli altri soggetti coinvolti come i servizi pubblici di raccolta, la distribuzione ed i consumatori sono invece i principali responsabili della raccolta selettiva dei RAEE.

Il nuovo Decreto RAEE chiarisce il ruolo e gli obblighi dei diversi protagonisti della filiera, dai produttori, ai distributori, ai Comuni e agli operatori che effettuano il trattamento.

Sostanzialmente l'Articolo 8 del DLgs 49/2014 conferma ciò che spetta ai produttori di AEE; essi sono i responsabili degli obiettivi minimi di recupero e riciclaggio come stabiliti dall'allegato V del testo di legge per i RAEE generati dal consumo delle proprie AEE. Essi risultano essere i medesimi obiettivi presenti nell'allegato V della Direttiva 2012/19/UE.

Lo schema delle responsabilità dei produttori rispetto alla gestione dei RAEE (domestici/professionali, storici/nuovi), e le relative modalità di finanziamento, rimangono formalmente immutate rispetto alla precedente Direttiva RAEE e al suo Decreto di recepimento, il DLgs 151/2005.

I produttori adempiono agli obblighi previsti dal DLgs 49/2014 attraverso sistemi individuali o collettivi da essi finanziati, operanti su tutto il territorio nazionale.

I sistemi individuali devono ottenere il riconoscimento dal parte del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) sulla base di determinate condizioni piuttosto stringenti, tra cui quella all'articolo 9 comma 2 la quale definisce la necessità di redigere un piano di raccolta su tutto il territorio nazionale, al fine di attestare che il sistema proposto, sia in grado di intercettare tutti i RAEE generati dalle proprie AEE. Inoltre per operare con i Centri di Raccolta o i Luoghi di Raggruppamento, i sistemi individuali devono concludere apposite convenzioni con i soggetti responsabili della raccolta, su tutto il territorio italiano.

Nel DLgs 49/2014, nello specifico all'articolo 10, il legislatore italiano definisce anche nuove prescrizioni in materia di Sistemi Collettivi, ossia quei sistemi creati dai produttori per adempiere in modo collegiale agli obblighi di raccolta e recupero dei RAEE.

I Sistemi Collettivi vengono dotati di una nuova disciplina e sono posti sotto vigilanza ministeriale. Possono parteciparvi oltre ai produttori, anche i distributori, i raccoglitori, i trasportatori, i riciclatori e i recuperatori, in accordo con essi.

Tra i cambiamenti più significativi ad essi relativi vi sono la forma giuridica (obbligo a configurarsi come consorzi no profit), l'introduzione di uno "statuto tipo" (l'adeguamento da parte dei sistemi collettivi dovrà avvenire entro 90 giorni dall'approvazione dello stesso e dovrà essere trasmesso entro 15 giorni al Ministero dell'Ambiente per l'approvazione), il possesso delle certificazioni ISO 9001 e 14001, EMAS o altro sistema equivalente di gestione della qualità e anche la trasmissione al MATTM di una relazione annuale del bilancio di esercizio e del quadro delle risorse economiche utilizzate.

Altri obblighi che gravano sulla categoria dei produttori sono legati al ritiro su tutto il territorio nazionale di RAEE depositati nei CdR comunali mediante convenzioni, nel caso di sistemi individuali, o dal CdC RAEE, nel caso di Sistemi Collettivi.

L'articolo 15 comma 2 e 3 del DLgs 49/2014, prevede per i produttori l'obbligo di stipulare con l'ANCI, un Accordo di Programma con validità triennale, entro sei mesi dall'entrata in vigore della norma nel quale vengono definite le condizioni generali e le modalità di ritiro dei sistemi collettivi presso i CdR ed anche i premi di efficienza.

Il Decreto di recepimento non prevede quindi per i produttori alcun obbligo di finanziare la raccolta dei RAEE provenienti dai nuclei domestici nella fase precedente al conferimento dei rifiuti nei CdR, ma attraverso i premi di efficienza vengono incentivati i Comuni a migliorare la gestione dei servizi di raccolta differenziata dei RAEE.

Analogamente l'articolo 16 comma 2 prevede l'obbligo di stipulare anche un Accordo con le associazioni dei distributori per definire le modalità di ritiro e raccolta dei RAEE conferiti alla distribuzione.

Resta sempre in vigore il “modello generazionale” per la gestione dei RAEE domestici, dove la responsabilità del produttore (anche rispetto all'ammontare delle spese che la singola impresa produttrice è chiamata a sostenere), è determinata dal Registro in proporzione alla quota delle AEE immesse sul mercato; l'applicazione di tale modello con l'entrata in vigore del DLgs 49/2014, risulterà quindi essere riferita non solo ai RAEE storici ma anche a quelli “nuovi” di origine domestica.

La norma europea enfatizza l'aspetto della responsabilità di ogni produttore in merito al finanziamento dei costi di gestione dei rifiuti specificatamente derivanti dalla dismissione dei suoi prodotti, in quanto essenziale per implementare tale principio e quindi far in modo che ogni impresa scelga di minimizzare gli oneri legati alla gestione dei rifiuti, introducendo criteri di progettazione dei beni orientati ad una maggiore compatibilità ambientale.

All'articolo 23 vengono confermate le modalità di finanziamento dei RAEE provenienti dai nuclei domestici definite dal DLgs 151/2005, ma con qualche cambiamento:

- eliminando il riferimento all'eventualità che la quota di mercato sia calcolata sulla base dei numeri di pezzi;

- introducendo la possibilità che tale computo sia realizzato considerando ciascun raggruppamento.

Nella trattazione della responsabilità di gestione e finanziamento in ordine alle diverse categorie di RAEE è importante sottolineare che per le apparecchiature di illuminazione, i produttori adempiono all'obbligo di finanziamento di gestione di tali rifiuti, attraverso l'adesione ad un Sistema Collettivo adeguato e che il contributo dovuto è determinato in proporzione alla quota di mercato di ciascun produttore nell'anno solare di riferimento, calcolata dal Comitato di vigilanza in base al numero e al peso degli apparecchi di illuminazione immessi sul mercato nazionale comunicati al Registro nazionale.

Per la gestione dei rifiuti di tubi fluorescenti e sorgenti luminose, invece il contributo come per le apparecchiature di illuminazione viene calcolato dal Comitato di vigilanza solo in base ai pezzi immessi sul mercato nazionale.

Anche l'eco-contributo RAEE viene ribadito, ma resta facoltativo sia per i produttori che per i distributori. Esso può essere reso noto dal produttore nella fattura di vendita ai distributori e a sua volta nell'indicazione del prezzo del prodotto all'utilizzatore finale.

Nell'articolo 25 del DLgs 49/2014 il legislatore prescrive che: “il produttore, nel momento in cui immette un'AEE sul mercato, presta adeguata garanzia finanziaria. La garanzia è prestata dal singolo produttore, nel caso in cui adempia ai propri obblighi individualmente, oppure dal sistema collettivo cui il produttore aderisce [...], secondo modalità definite entro sei mesi dalla entrata in vigore del presente decreto legislativo [...]”.

L'introduzione della garanzia finanziaria nella legislazione europea e in quella italiana ha lo scopo di evitare di appesantire ulteriormente la collettività di oneri riguardanti la gestione di beni detti “orfani”, ossia di beni a fine vita dei quali non esiste più il produttore/importatore.

Il Dlgs 49/2014 dedica l'intero articolo 28, al tema “marchio”; esso sancisce l'obbligo per un produttore che immette sul mercato un nuova apparecchiatura, dell'esibizione di un marchio conforme a quanto sancito

nella norma CEI EN 50419:2006-05, il quale deve contenere almeno una delle seguenti indicazioni: nome del produttore, logo del produttore (se registrato), numero di registrazione al registro nazionale (articolo 29). Oltre al marchio, per assicurare che i RAEE non vengano smaltiti come rifiuti urbani misti e che sia facilitata la raccolta differenziata, il produttore appone sulle AEE il simbolo del cassonetto sbarrato come in allegato IX.

Un aspetto da tenere in considerazione nella trattazione degli obblighi facenti capo ai produttori è quello del ritiro, “uno contro uno” dei RAEE professionali. Tali obblighi sono diversamente articolati in ragione del fatto che i rifiuti siano qualificati come “storici”, derivanti da AEE immesse sul mercato prima del 31 dicembre 2010 (questa data si riferisce a quanto legiferato all’articolo 40 comma 5 del DLgs 49/2014) o “nuovi” ossia derivanti da AEE immesse sul mercato a partire dal 1 gennaio 2011). La nuova norma a differenza del DLgs 151/2005 non prevede alcun limite riguardante il peso dell’apparecchiatura ritirata, quindi con il DLgs 49/2014 il ritiro sarà dovuto anche nel caso in cui, il peso del RAEE professionale ritirato sia superiore al doppio del peso dell’apparecchiatura consegnata. Quindi il produttore è tenuto ad assicurare ritiro, raccolta, trasporto, trattamento adeguato, recupero e smaltimento ambientalmente compatibile dei seguenti:

- *RAEE professionali storici*, derivanti dalla dismissione di apparecchiature di tipo equivalente immesse sul mercato da qualsiasi impresa, esclusivamente nel caso di vendita contestuale di un nuovo prodotto;
- *RAEE professionali “nuovi”*, indipendentemente dalla vendita contestuale di un nuovo prodotto, ma limitatamente ai RAEE derivanti dalla dismissione di prodotti immessi sul mercato da quella specifica impresa.

In altri termini, oggi l’utente professionale ha la possibilità di richiedere che il produttore di un AEE si faccia carico della raccolta e della corretta gestione del RAEE professionale storico solo all’atto dell’acquisto di un nuovo, mentre nel caso del RAEE professionale “nuovo”, rivolgendosi al produttore dell’AEE dismessa, è in ogni caso liberato dagli oneri di gestione del rifiuto.

Il DLgs 49/2014 ha introdotto la possibilità che i produttori di AEE professionali garantiscano la raccolta dei RAEE anche servendosi dei CdR comunale, previa stipula di convenzioni con i Comuni assumendosi gli oneri del servizio.

Il ritiro dei RAEE professionali può essere svolto anche dai distributori al dettaglio, secondo le previsioni dell'articolo 5 del DM 65/2010, dopo iscrizione degli stessi all'Albo gestori ambientali.

Oltre alle novità elencate finora, la data del 12 aprile 2014 (data di entrata in vigore della nuova disciplina sui RAEE), segna l'inizio di un restyling anche per le regole sulla gestione semplificata dei tecno-rifiuti ritirati in ragione dell'"uno contro uno" in Italia.

Il DLgs 49/2014 rivede infatti le particolari norme che tradizionalmente permettevano ai rivenditori di AEE, installatori e relativi centri di assistenza, di effettuare il ritiro, raggruppamento e trasporto dei rifiuti conferiti dall'utenza all'atto dell'acquisto di nuove AEE, in deroga alle ordinarie regole previste dalla IV Parte del DLgs 152/2006 (il cd. "Codice Ambientale").

La rivisitazione della disciplina da parte del legislatore con il DLgs 49/2014 viene operata, da un lato, disponendo direttamente nuove regole in materia e dall'altro mantenendo in vita lo storico DM 65/2010, attraverso la conferma delle norme vigenti con il DLgs 151/2005 epurato, per motivi di chiarezza interpretativa, da tutte le modifiche apportate dalla legge 97/2013.

L'entrata in vigore del nuovo Decreto, ha portato ad un arricchimento della normativa sulla gestione RAEE riconoscendo un nuovo sistema di raccolta ("uno contro zero") connessa ad un'altra modalità di raggruppamento (deposito preliminare alla raccolta).

Il legislatore italiano, conformandosi alle prescrizioni della Direttiva 2012/19/UE ha introdotto l'obbligo dell'"*uno contro zero*", ossia il ritiro gratuito dei RAEE senza l'obbligo dell'acquisto di una nuova AEE.

I RAEE per essere raccolti secondo queste modalità, devono possedere alcune caratteristiche:

- ☛ essere di piccolissime dimensioni (con dimensioni esterne inferiori a 25 cm);
- ☛ essere conferiti ai distributori dagli utilizzatori finali;

- ☛ provenire dai nuclei domestici;
- ☛ essere raccolti gratuitamente dai distributori all'interno oppure in prossimità immediata dei locali del proprio punto vendita;
- ☛ essere esentati dall'obbligo di acquisto di AEE di tipo equivalente .

Tale attività è obbligatoria per i distributori con superficie di vendita di AEE al dettaglio di almeno 400m², mentre per gli altri distributori è facoltativa.

Quindi per tutti i RAEE non rientranti nelle dimensioni definite piccolissime (ossia maggiori di 25 cm), resterà in vigore “l'uno contro uno” con un “deposito preliminare alla raccolta” e con una sostanziale conferma dell'attuale assetto operativo e normativo.

Il “deposito preliminare alla raccolta” (precedentemente qualificato come “*raggruppamento dei RAEE finalizzato al loro trasporto presso i centri di raccolta*”), nella sua qualità di deposito temporaneo svolto dal detentore e non dal produttore, viene qui considerato come “fase di raccolta”, al fine di poterne autorizzare l'esercizio mediante l'iscrizione ad una specifica categoria dell'Albo Nazionale dei gestori ambientali.

Il deposito preliminare alla raccolta può essere effettuato dai distributori presso i “*locali del proprio punto vendita o presso altro luogo risultante dalla comunicazione*”(articolo 11 comma 2) risultanti dalla comunicazione effettuata all'Albo Nazionale gestori ambientali

La nuova norma modifica la disciplina del raggruppamento, ora “*deposito preliminare alla raccolta*”, *prescrivendo che i RAEE debbano essere asportati “secondo una delle seguenti modalità alternativa scelta del distributore: ogni tre mesi o quando il quantitativo ritirato e depositato raggiunge complessivamente i 3500 kg. In ogni caso , anche qualora non siano stati raggiunti i 3500 kg, la durata del deposito non deve superare un anno”(articolo 11 comma 2 punto a)).*

“Le modalità semplificate” per l'attuazione dell'“uno contro zero” verranno disciplinate con un decreto ministeriale di futura emanazione; in attesa di questa disposizione i distributori sono tenuti ad assicurare, secondo l'articolo 11 comma 3:

“la raccolta separata dei RAEE provenienti dall’illuminazione dalle altre categorie di RAEE tramite appositi contenitori, idonei alla raccolta in sicurezza dei RAEE conferiti, allo scopo di preservarne l’integrità anche in fase di trasporto fino al loro conferimento presso gli impianti di trattamento”.

Il DLgs 49/2014 ha anche introdotto una più organica disciplina degli obblighi che incombono sui soggetti che commercializzano AEE mediante tecniche di vendite a distanza, fundamentalmente al fine di evitare l’elusione dell’obbligo di ritiro “uno contro uno” dei RAEE. In particolare all’articolo 22 comma 2 al punto a) e b) vengono definiti ciò che i distributori devono indicare in modo chiaro, pena nullità del contratto di vendita stesso: *“i propri luoghi di raggruppamento o i luoghi convenzionati presso i quali l’utente finale può conferire gratuitamente i RAEE di tipo equivalente [..]”* e *“le modalità di ritiro presso lo stesso luogo di consegna dei prodotti nuovi [..]”*.

Destinatari degli obblighi previsti dal DLgs 49/2014 non sono soltanto i produttori e i distributori delle AEE, ma anche i consumatori, oltre alle Amministrazioni comunali e ai gestori agli impianti di recupero e smaltimento.

Per quel che riguarda gli obblighi dei Comuni, la nuova norma è molto più articolata della precedente e mira ad arginare le difficoltà che si sono manifestate nel periodo di vigenza del DLgs 151/2005.

Con il nuovo decreto legislativo e la sua formulazione di non facile comprensione, il legislatore sembra voler assicurare che i soggetti tenuti a garantire il ritiro dei RAEE dai nuclei domestici e quelli che hanno tale facoltà, come gli installatori ed i Centri di assistenza tecnica, debbano disporre di un CdR sul territorio del Comune, e che in assenza del medesimo, l’amministrazione comunale priva del Centro, garantisca loro, tramite convenzione con altra amministrazione, la possibilità di utilizzare un CdR ubicato in un altro Comune.

Per quel che riguarda il trattamento all’articolo 18 comma 1 *“tutti i RAEE raccolti separatamente devono essere sottoposti a trattamento adeguato”*.

L'autorizzazione al trattamento deve garantire l'utilizzo delle Bat (migliori tecniche di trattamento, recupero e riciclaggio disponibili) ed il rispetto dei requisiti di cui l'articolo 18 , nonché il conseguimento degli obiettivi di riciclo e recupero.

Gli impianti di trattamento sono tenuti ad iscriversi, (pena la revoca dell'autorizzazione) ad un apposito elenco al CdC e comunicare annualmente i RAEE trattati.

Il trattamento adeguato include almeno l'eliminazione di tutti i liquidi e un trattamento selettivo. Devono anche essere rispettati i requisiti tecnici e le modalità operative di cui gli allegati VII e VIII del medesimo Decreto.

Come ultima e non meno importante è la disposizione presente nel DLgs 49/2014 che riconosce, non solo un'integrazione delle funzioni del Comitato di vigilanza, ma anche novità per quel che riguarda il Centro di Coordinamento, istituito e disciplinato ai sensi del regolamento 25 settembre 2007, n. 185. Esso è stato "battezzato" con la forma di consorzio avente personalità giuridica di diritto privato, al quale spettano specifici compiti nel nuovo sistema RAEE. Il decreto prescrive, tra l'altro che:

1. tutti i Sistemi Collettivi di gestione dei RAEE domestici sono tenuti ad aderire al CdC RAEE;
2. al CdC RAEE possono partecipare i sistemi individuali di gestione dei RAEE domestici e i sistemi individuali e collettivi di gestione dei RAEE professionali;
3. i Ministeri dell'Ambiente e dello Sviluppo Economico nominano due componenti, anche se non viene precisato di quale organo del Consorzio;
4. il CdC RAEE ha il compito di tenere un elenco al quale i gestori degli impianti di trattamento dei RAEE sono tenuti ad iscriversi;
5. i gestori devono comunicare annualmente al CdC le quantità di RAEE trattate entro 30 aprile di ogni anno.

Il sistema sanzionatorio previsto dal DLgs n. 49/2014 è piuttosto articolato e in alcuni casi prevede sanzioni commisurate al numero di AEE immesse sul mercato in violazione di una delle disposizioni previste.

Diverse saranno le sanzioni che riguarderanno i vari soggetti della filiera RAEE, coinvolgendo in tal modo non solo il produttore, ma anche i sistemi individuali e collettivi, il distributore ed infine ai gestori degli impianti di trattamento.

A.5 STATO DELL'ARTE DELL'ATTUAZIONE DLgs N.49/2014

A distanza di pochi mesi dall'approvazione del DLgs 49/2014, con cui è stata attuata la Direttiva 2012/19/UE, il legislatore italiano con la Legge 11 agosto 2014 n. 116, di conversione del DL 24 giugno 2014 n. 91, il cosiddetto Decreto Legge "competitività", è intervenuto sulla disciplina dei Sistemi Collettivi per la gestione dei RAEE contenuta nell'art. 10 del DLgs 49/2014, apportando importanti modifiche.

In particolare il DL competitività, all'art.13, ha introdotto alcune disposizioni che arricchiscono la disciplina delineata dall'art.10 con ulteriori precisazioni ed integrazioni.

Viene introdotto l'obbligo per ciascun Sistema Collettivo di rappresentare una quota superiore al 3% delle AEE immesse sul mercato nell'anno solare precedente dai produttori che lo costituiscono, in almeno un raggruppamento. In questo modo viene introdotta la "soglia sbarramento" per evitare l'eccessiva proliferazione dei Sistemi Collettivi che dovrà essere raggiunta entro il 31 dicembre dell'anno solare successivo a quello dell'approvazione dello statuto-tipo.

Nel caso in cui un Sistema Collettivo scenda al di sotto della soglia del 3%, la prima volta sarà tenuto a comunicarlo immediatamente al Cvc, potendo in tal caso proseguire fino al 31 dicembre dell'anno successivo, mentre per le volte successive, fermo restando l'obbligo di comunicazione, esso sarà sottoposto a valutazione dello stesso Comitato.

Viene poi specificato che *"l'adesione ai sistemi collettivi è libera e parimenti non può essere ostacolata la fuoriuscita dei produttori da un consorzio per l'adesione a un altro, nel rispetto del principio di libera concorrenza"*. Ciò implica che nelle condizioni di adesione ad un consorzio non possano essere inserite clausole che limitino la libertà del produttore stesso di uscire dal consorzio stesso.

Un'altra importante precisazione riguarda i contratti grazie ai quali i consorzi affidano il servizio di gestione dei RAEE (logistica e trattamento); essi d'ora in poi dovranno essere stipulati in forma scritta, pena nullità dell'atto.

Infine, saranno a carico dei Sistemi Collettivi nuovi e stringenti obblighi, sia in materia fiscale, contabile e di pubblicità:

- Ogni Sistema Collettivo, prima di iniziare la propria attività o entro 90 giorni per quelli già esistenti, dovrà dimostrare una capacità finanziaria minima proporzionale alla quantità di RAEE da gestire, al Comitato di vigilanza e controllo;
- Dovranno possedere organi di controllo che sarà loro attribuito il compito di verificare periodicamente la regolarità contabile e fiscale della gestione;
- Ciascun Sistema Collettivo dovrà trasmettere al Comitato di vigilanza e controllo un'autocertificazione annuale attestante la regolarità fiscale e contributiva che saranno poi resi pubblici sotto la responsabilità del Ministero dell'Ambiente.

Per quel che concerne invece lo stato di attuazione vero e proprio del DLgs 49/2014 nell'ordinamento italiano, si può notare come questo non abbia trovato ancora una piena attuazione; esso prevede una serie di Decreti attuativi grazie ai quali sarà possibile regolare l'organizzazione della raccolta e del trattamento promuovendo l'ecoinnovazione del settore, elemento cardine su cui si fonda questo Decreto Legislativo.

Scopo principale di questi decreti attuativi è il raggiungimento degli obiettivi che l'Europa richiede al nostro Paese, obiettivi di raccolta e recupero definiti ambiziosi sia dal Ministero dell'Ambiente che da tutti i soggetti della filiera, in quanto ancora lontani rispetto ai risultati ottenuti finora dal sistema di gestione RAEE nazionale.

A.6 L'ENTRATA IN VIGORE DELL' "UNO CONTRO ZERO"

Il 2016 è stato un anno testimone di un importante "passo" in avanti nella corretta gestione dei RAEE, con l'entrata in vigore il 22 luglio 2016 del DM 31 maggio n. 121, ossia del "Regolamento recante modalità semplificate per lo svolgimento delle attività di ritiro gratuito da parte dei distributori di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) di piccolissime dimensioni, nonché requisiti tecnici per lo svolgimento del deposito preliminare alla raccolta presso i distributori e per il trasporto", il cosiddetto "uno contro zero".

Tale obbligo, che discende dall'articolo 11, comma 4, del DLgs 49/2014, trova applicazione nei confronti di tre distinte categorie di soggetti:

- a. distributori con superficie di vendita di AEE al dettaglio di almeno 400 mq, obbligati ad effettuare il ritiro dei RAEE di piccolissime dimensioni (RAEE fino a 25 cm) provenienti dai nuclei domestici secondo il criterio dell'uno contro zero;
- b. distributori con superficie di vendita di AEE al dettaglio inferiore a 400 mq che, pur non essendo obbligati, intendano effettuare il ritiro dei RAEE di piccolissime dimensioni provenienti dai nuclei domestici secondo il criterio dell'uno contro zero;
- c. distributori che effettuano vendite mediante tecniche di comunicazione a distanza (on-line) che, pur non essendo obbligati, intendano effettuare il ritiro dei RAEE di piccolissime dimensioni provenienti dai nuclei domestici secondo il criterio dell'uno contro zero.

Il decreto impone alla distribuzione, compresa quella effettuata on-line o mediante televendite, l'obbligo di informazione verso i cittadini in merito all'opportunità di lasciare in negozio gratuitamente i propri micro RAEE, tramite avvisi posti nei locali commerciali e con indicazione nel proprio sito internet

Il ritiro gratuito dei RAEE di piccolissime dimensioni di natura domestica deve essere effettuato all'interno dei punti vendita del distributore, ovvero in un luogo in prossimità immediata dello stesso, purché di pertinenza del punto vendita.

Sono esclusi dall'ambito di applicazione del Decreto i RAEE professionali, ovvero i RAEE diversi da quelli provenienti dai nuclei domestici e da quelli di origine commerciale, industriale, istituzionale e di altro tipo, analoghi, per natura e quantità, a quelli originati dai nuclei domestici.

Altra eccezione all'obbligo di ritiro è il caso in cui essi rappresentino un rischio per la salute umana e la sicurezza del personale per motivi di contaminazione o qualora il rifiuto in questione risulti essere privo, in maniera evidente, dei suoi componenti essenziali e se contenga rifiuti diversi dai RAEE. In tal caso il conferimento è effettuato ai sensi dell'articolo 12, comma 4, del DLgs 49/2014 che prevede la consegna dal detentore finale ai CdR, che provvedono alla gestione dei RAEE

Il provvedimento definisce:

- a) le procedure per il conferimento dei RAEE di dimensioni esterne inferiori a 25 cm da parte degli utilizzatori finali;

b) i requisiti tecnici per allestire il luogo di ritiro all'interno dei locali del punto vendita del distributore o in prossimità immediata di essi;

c) i requisiti tecnici e le modalità per lo svolgimento del deposito preliminare alla raccolta dei RAEE;

d) i requisiti tecnici per il trasporto dei RAEE di piccolissime dimensioni (inferiori a 25 cm) dal deposito preliminare alla raccolta fino ad un centro di raccolta oppure ad un impianto di trattamento.

I distributori adempiono all'obbligo di tenuta del registro di carico e scarico mediante la compilazione, al momento dello svuotamento dei contenitori posizionati nel luogo di ritiro nel luogo in cui è allestito il deposito preliminare alla raccolta, di un modulo semplificato che, una volta compilato, sottoscritto, è conservato a cura del distributore per tre anni e allegato in copia al documento di trasporto.

I RAEE di piccolissime dimensioni, una volta ritirati, sono raggruppati presso il deposito allestito in attesa della loro raccolta. Il trasporto dal luogo di raggruppamento ai CdR deve essere accompagnato da un documento di trasporto semplificato, datato e firmato dal distributore o dal trasportatore che agisce in suo nome, e reca in allegato il modulo di annotazione dei RAEE di piccolissime dimensioni trasportati dal luogo di ritiro al deposito preliminare.

Il trasportatore, se diverso dal distributore, provvede a restituire al distributore una copia del documento di trasporto sottoscritta dall'addetto al centro o all'impianto destinatario dei RAEE, trattenendo per sé un'altra copia, anch'essa sottoscritta dal medesimo addetto.

Il distributore o il trasportatore, se diverso dal distributore, adempie all'obbligo di tenuta del registro di carico e scarico, conservando per tre anni le copie dei documenti di trasporto relativi ai trasporti effettuati. La terza copia del documento di trasporto rimane al centro o all'impianto destinatario dei RAEE.

Il trasporto dei RAEE di piccolissime dimensioni effettuate dal distributore o dai terzi che agiscono in nome dei distributori è subordinato alla preventiva iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Ambientali; iscrizione che non richiede prestazioni di garanzie finanziarie.

APPENDICE B

Tab. B-1: studi analizzati dal DOE [33]

	Titolo della pubblicazione	Organizzazione/Autore	Anno	Tipi di lampadine		
				IND	CFL	LED
1	Life-cycle analyses of integrated compact fluorescent lamps versus incandescent lamps	Technical University of Denmark	1991	X	X	
2	Comparison between filament lamps and compact fluorescent lamps	Rolf P. Pfeifer	1996	X	X	
3	The environmental impact of compact fluorescent lamps and incandescent lamps for australin conditions	University of Southern Queensland-RMIT	2006	X	X	
4	Comparison of life-cycle analyses of compact fluorescent and incandescent lamps bases on rated life of compact fluorescent lamps	Rocky Mountain Institute	2008	X	X	
5	Energy consumption in the production of high-brightness light-emitting diodes	Carnegie Mellon University	2009			X
6	Life-cycle assessment and policy implications of energy efficient lighting technologies	Ian Quirk	2009	X	X	X
7	Life-cycle assessment of illuminants – a comparison of light bulbs, compact fluorescent lamps and LED lamps	OSRAM, Siemens Corporate Technology	2009	X	X	X
8	Life-cycle assessment of ultra-efficient lamps	Navigant Consulting Europe, Ltd.	2009	X	X	X
9	Reducing environmental burdens of solid-state lighting through end-of-life desing	Carnegie Mellon University	2010			X
10	Life-cycle energy consumption of solid-state lighting	Carnegie Mellon University, Booz Allen Hamilton	2010			X

Fig. B-3: stima degli impatti ambientali della CFL 15 W rispetto ai quattro comparti, in funzione dell'U.F. [33]

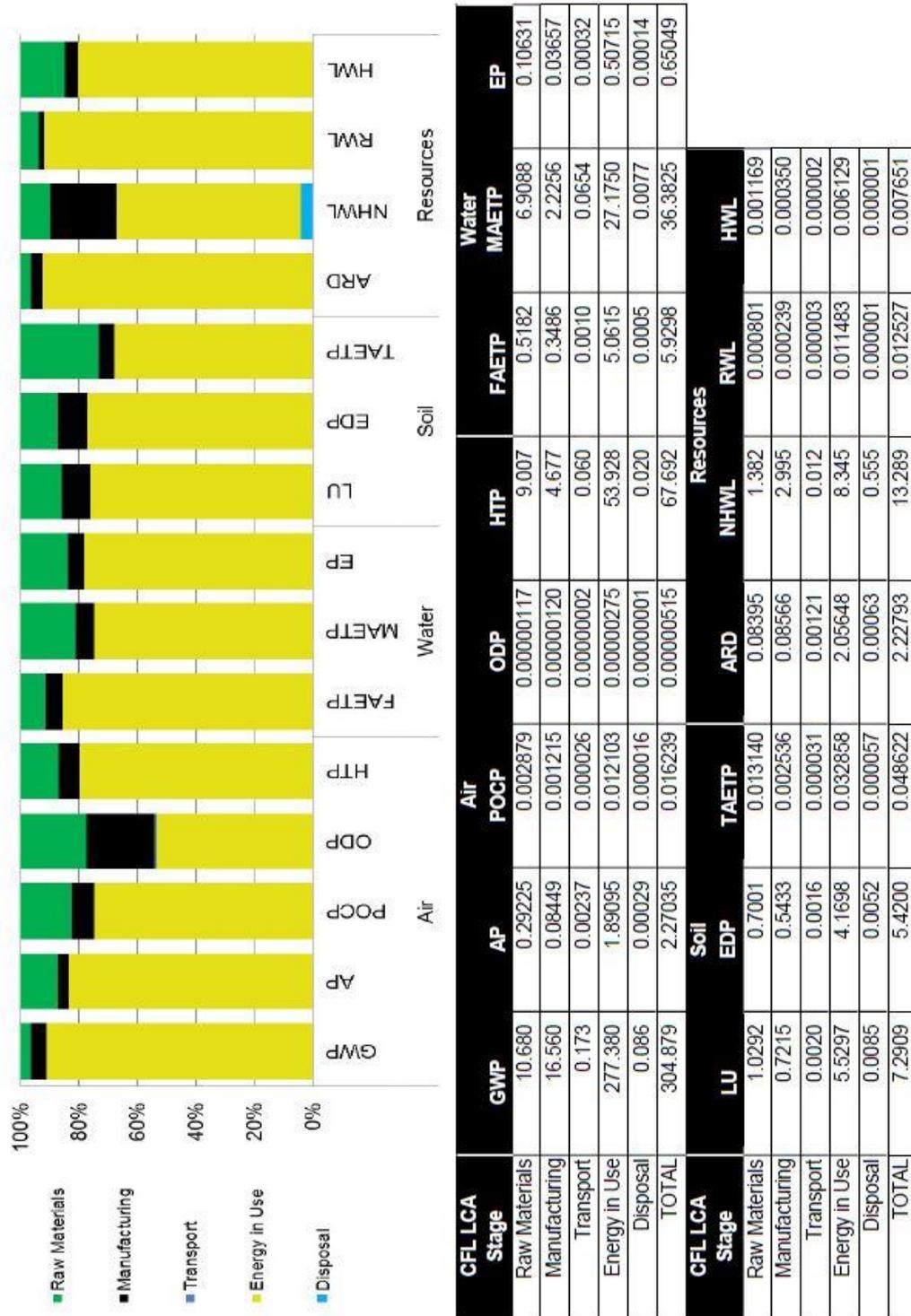
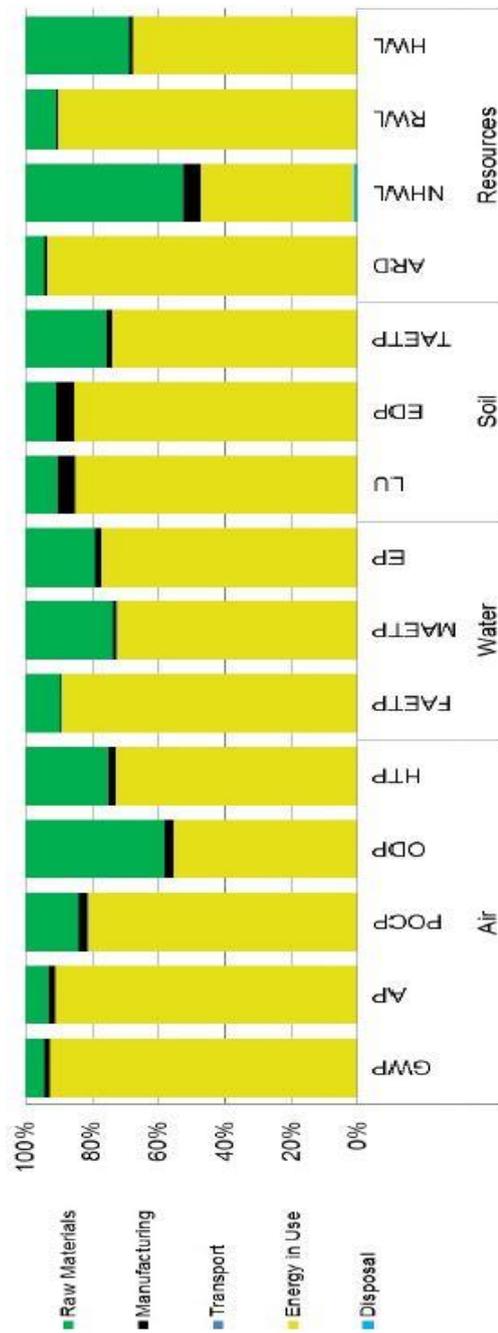


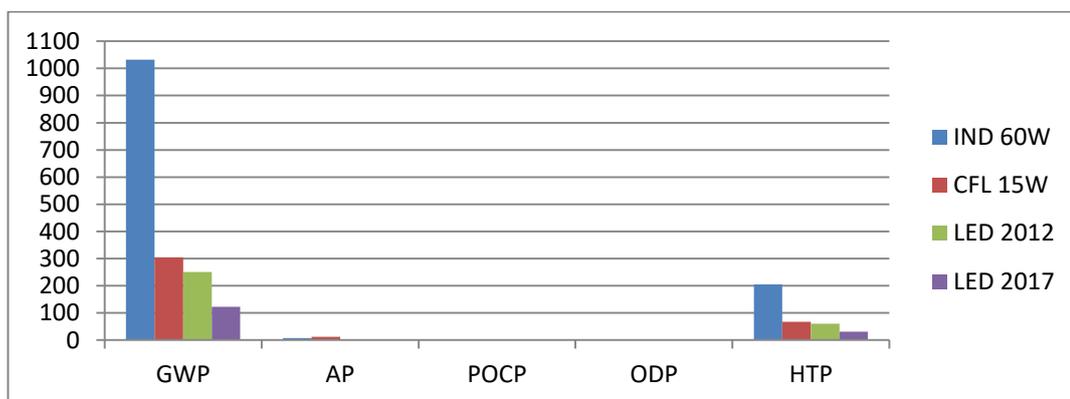
Fig. B-5: stima degli impatti ambientali della LED 2017 rispetto ai quattro LED comparti, in funzione dell'U.F. [33]



LED-2017 LCA Stage	Air				Water				Soil				Resources			
	GWP	AP	POCP	ODP	HTP	FAETP	MAETP	EP	LU	EDP	NHWL	ARD	TAETP	RWL	HWL	
Raw Materials	6.995	0.059638	0.000980	0.00000856	7.5722	0.24578	4.0410	0.056669								
Manufacturing	1.900	0.017255	0.000167	0.00000050	0.7461	0.00794	0.1658	0.004804								
Transport	0.027	0.000365	0.000004	0.00000003	0.0093	0.00016	0.0101	0.000050								
Energy in Use	113.837	0.776046	0.004967	0.000001128	22.1318	2.07726	11.1526	0.208135								
Disposal	0.013	0.000046	0.000002	0.00000002	0.0031	0.00008	0.0012	0.000022								
TOTAL	122.772	0.853350	0.006120	0.000002039	30.4625	2.33122	15.3707	0.269580								
LED-2017 LCA Stage	Air				Water				Soil				Resources			
LU	GWP	AP	POCP	ODP	HTP	FAETP	MAETP	EP	LU	EDP	NHWL	ARD	TAETP	RWL	HWL	
Raw Materials	0.2547	0.18857	0.004386	0.04949	3.5353	0.0004879	0.0011664									
Manufacturing	0.1404	0.10642	0.000306	0.01106	0.4023	0.0000144	0.0000327									
Transport	0.0003	0.00025	0.000005	0.00019	0.0018	0.0000004	0.0000004									
Energy in Use	2.2694	1.71130	0.013485	0.84398	3.4249	0.0047128	0.0025155									
Disposal	0.0013	0.00080	0.000009	0.00010	0.0826	0.0000002	0.0000002									
TOTAL	2.6661	2.00734	0.018191	0.90482	7.4469	0.0052157	0.0037152									

Fig. B-6: impatti ambientali relativi al comparto aria e acqua, calcolati rispetto all'U.F. [33]

Lamp Type	Global Warming Potential (GWP)	Acidification Potential (AP)	Photochemical Oxidation (POCP)	Stratospheric O ₃ depletion (ODP)	Human Toxicity Potential (HTP)
	<i>kg CO₂-Eq</i>	<i>kg SO₂-Eq</i>	<i>kg formed O₃</i>	<i>kg CFC-11-Eq</i>	<i>kg 1,4-DCB-Eq</i>
Incandescent	1031.640	7.90790	0.0458570	0.0000111	205.4860
CFL	304.879	2.27035	0.0162390	0.0000052	67.6920
LED-2012	251.025	1.75115	0.0125682	0.0000038	60.4102
LED-2017	122.772	0.85335	0.0061200	0.0000020	30.4625



Lamp Type	Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential (FAETP)	Marine Aquatic Ecotoxicity Potential (MAETP)	Eutrophication Potential (EP)
	<i>kg 1,4-DCB-Eq</i>	<i>kg 1,4-DCB-Eq</i>	<i>kg PO₄-Eq</i>
Incandescent	21.5907	111.6980	1.9465
CFL	5.9298	36.3825	0.6505
LED-2012	4.6758	29.7654	0.5292
LED-2017	2.3312	15.3707	0.2696

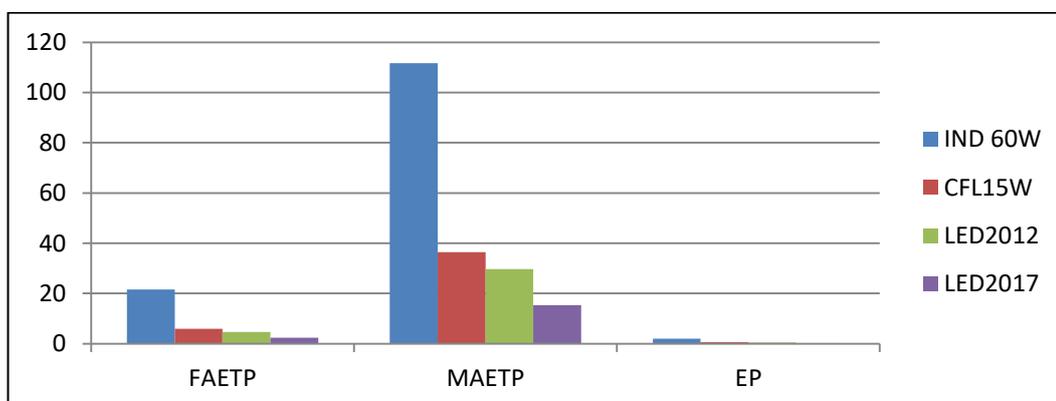
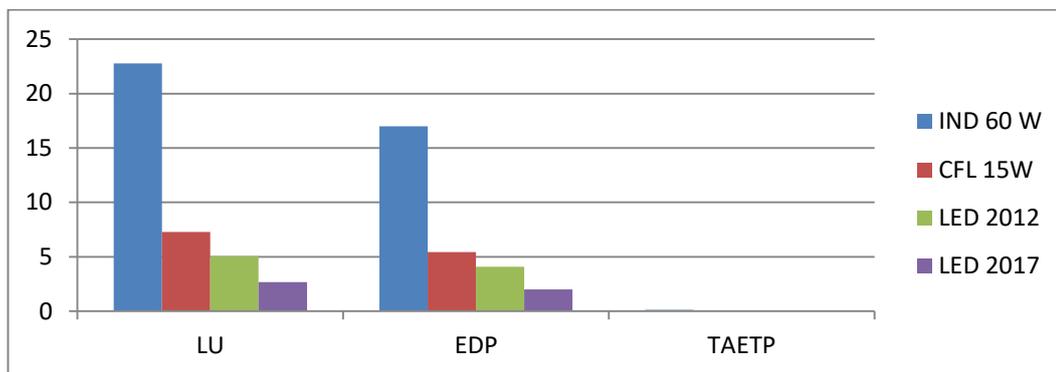
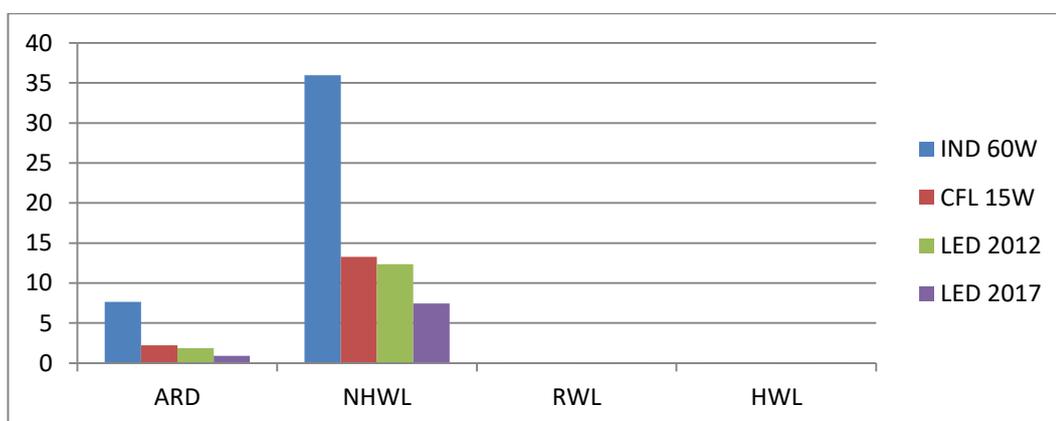


Fig. B-7: impatti ambientali relativi al comparto suolo e risorse, calcolati rispetto all'U.F. [33]

Lamp Type	Land Use (LU)	Ecosystem Damage Potential (EDP)	Terrestrial Ecotoxicity (TAETP)
	<i>m²a</i>	<i>points</i>	<i>kg 1,4-DCB-Eq</i>
Incandescent	22.7878	16.9970	0.1244
CFL	7.2909	5.4200	0.0486
LED-2012	5.4011	4.0701	0.0354
LED-2017	2.6661	2.0073	0.0182



Lamp Type	Abiotic Resource Depletion (ARD)	Non-Hazardous Waste Landfill (NHWL)	Radioactive Waste Landfill (RWL)	Hazardous Waste Landfill (HWL)
	<i>kg antimony-Eq</i>	<i>kg waste</i>	<i>kg waste</i>	<i>kg waste</i>
Incandescent	7.6389	35.9500	0.0426	0.0234
CFL	2.2279	13.2890	0.0125	0.0077
LED-2012	1.8502	12.3668	0.0106	0.0081
LED-2017	0.9048	7.4469	0.0052	0.0037



BIBLIOGRAFIA NORMATIVA

DECRETO LEGISLATIVO 5 febbraio 1997, n. 22

Attuazione delle Direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.

DIRETTIVA 2002/96/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 gennaio 2003, sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).

DIRETTIVA 2002/95/CE PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 gennaio 2003

Restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche (in G.U.U.E. 13 febbraio 2003).

DIRETTIVA 2003/108/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO dell'8 dicembre 2003

Modifica la direttiva 2002/96/CE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).

DECRETO LEGISLATIVO 25 luglio 2005, n.151

Attuazione delle direttive 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti(in Gazzetta Ufficiale del 29 luglio 2005, n.175).

DM 25 settembre 2007, n. 185

Istituzione e modalità di funzionamento del registro nazionale dei soggetti obbligati al finanziamento dei sistemi di gestione dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), costituzione e funzionamento del centro di coordinamento per l'ottimizzazione delle attività di competenza dei sistemi collettivi e istituzione del comitato di indirizzo sulla gestione dei RAEE, ai sensi degli articoli 13, comma 8 e 15, comma 4, del decreto legislativo 25 luglio 2005, n. 151 (in Gazzetta Ufficiale 5 novembre 2007, n. 257).

DM 25 settembre 2007, n. 185

Istituzione del Comitato di vigilanza e di controllo sulla gestione dei RAEE, ai sensi dell'articolo 15, comma 1, del decreto legislativo 25 luglio 2005, n. 151 (in Gazzetta Ufficiale 6 ottobre 2007, n. 233).

ACCORDO DI PROGRAMMA 12 maggio 2008 TRA ANCI-ASSORAE

Accordo relativo al trattamento dei RAEE e alla qualificazione delle aziende di recupero dei RAEE.

ACCORDO DI PROGRAMMA 18 luglio 2008 TRA ANCI-CDC RAEE

Accordo di programma per la definizione delle condizioni generali di raccolta e gestione dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

DM 12 maggio 2009

Modalità di finanziamento della gestione dei rifiuti di apparecchiature di illuminazione da parte dei produttori delle stesse (09A07403) (G.U.U.E del 2 luglio 2009, n. 151).

DM 8 marzo 2010, n. 65

Regolamento recante modalità semplificate di gestione dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) da parte dei distributori e degli installatori di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), nonché dei gestori dei centri di assistenza tecnica di tali apparecchiature. (G.U.U.E 4 maggio 2010, n. 102)

PROTOCOLLO D'INTESA 24 giugno 2010 TRA ANCI, CDC-RAEE, ORGANIZZAZIONI DI CATEGORIA DELLA DISTRIBUZIONE *Protocollo d'intesa per la regolazione dei rapporti fra i distributori ed i gestori dei centri di raccolta dei RAEE domestici.*

ACCORDO DI PROGRAMMA 7 luglio 2010

Accordo di programma tra ANCI, le organizzazioni nazionali di categoria della distribuzione e il Centro di Coordinamento RAEE per la raccolta e la gestione dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche come previsto dall'art.10 comma 2 lettera b del decreto ministeriale del 25 settembre 2007 n. 185 e nel rispetto del decreto ministeriale 8 marzo 2010 n.65.

DIRETTIVA 2011/65/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO dell'8 giugno 2011

Restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche (rifusione) (G.U.U.E. L. 174/88 del 1 luglio 2011).

DIRETTIVA 2012/19/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 4 luglio 2012, sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) (rifusione). (G.U.U.E. L.197/38 del 24 luglio 2012).

ACCORDO DI PROGRAMMA 28 marzo 2012 TRA ANCI-CDC RAEE

Accordo di programma per la definizione delle condizioni generali della raccolta e gestione dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche.

ACCORDO DI PROGRAMMA TRA ANCI-CDC RAEE, (modificato dal Comitato Guida ANCI - CdC RAEE il 13 settembre 2012)

Accordo di programma per la definizione delle condizioni generali della raccolta e gestione dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche.

LEGGE 6 agosto 2013, n. 97

Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione europea - Legge Europea 2013.

ACCORDO DI PROGRAMMA 30 maggio 2013 TRA ANCI, CDC-RAEE, ORGANIZZAZIONI DI CATEGORIA DELLA DISTRIBUZIONE,

Accordo di programma tra ANCI e il Centro di Coordinamento RAEE per la definizione delle condizioni generali di raccolta e gestione di rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche.

DECRETO LEGISLATIVO 14 marzo 2014, n. 49

Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE). (in S.O. n. 30 alla Gazzetta Ufficiale del 28 marzo 2014, n. 73).

DM 31 maggio 2016, N.121

Regolamento recante modalità semplificate per lo svolgimento delle attività di ritiro gratuito da parte dei distributori di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) di piccolissime dimensioni, nonché requisiti tecnici per lo svolgimento del deposito preliminare alla raccolta presso i distributori e per il trasporto, ai sensi dell'articolo 11., commi 3 e 4, del Dlgs 14 marzo, n. 49. (in Gazzetta Ufficiale 7 luglio 2016, n. 157)