



Universitat Autònoma
de Barcelona

Facultat de Ciències

-Projecte de fi de carrera-

Gestió dels Residus dels Telèfons Mòbils

Autora: Andrea Bastida Sanvisens

Estudis: Ciències Ambientals

Setembre 2012

Gestió dels Residus dels Telèfons Mòbils

Autora: Andrea Bastida Sanvisens

Directores: Gara Villalba Méndez

Laura Talens Peiró

Facultat de Ciències

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

ÍNDEX

AGRAÏMENTS.....	6
ACRÒNIMS.....	7
FIGURES I TAULES.....	9
1. INTRODUCCIÓ.....	12
1.1 RELLEVÀNCIA DE LA RECERCA.....	12
1.2 OBJECTIUS DEL PROJECTE	14
1.3 ESTAT ACTUAL DELS APARELLS ELÈCTRICS I ELECTRÒNICS I RESIDUS QUE GENEREN.....	14
1.3.1 LEGISLACIÓ EN VIGOR DELS AEE I RAEE	15
1.3.1.1 Directiva 2002/96/CE sobre la gestió de residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE).....	16
1.3.1.2 Directiva 2002/95/CE sobre restriccions en l'ús de determinades substàncies perilloses en els aparells elèctrics i electrònics (RUSC).....	20
1.3.1.3 Legislació Espanyola	22
1.3.1.3.1 Real Decret 208/2005 sobre aparells elèctrics i electrònics i la gestió dels seus residus	22
1.3.1.3.2 Pla nacional integrat de residus	24
1.3.2 FACTORS DE CREIXEMENT DELS APARELLS ELÈCTRICS I ELECTRÒNICS I DELS RESIDUS D'APARELLS ELÈCTRICS I ELECTRÒNICS	26
1.3.3 MATERIALS QUE UTILITZEN ELS AEE	31
1.4 CAS ESTUDI DE LA TELEFONIA MÒBIL	33
2. ELS TELÈFONS MÒBILS	34
2.1 COMPONENTS D'UN MÒBIL.....	35
2.1.1 PLÀSTICS.....	39
2.1.2 VIDRE	39
2.1.3 METALLS.....	39
2.2 LIMITACIONS EN LA DISPONIBILITAT DE RECURSOS: EL CAS DELS METALLS.....	41
2.2.1. METALLS CRÍTICS.....	44
2.2.2 METALLS HITCH-HICKERS	48
2.2.3 METALLS CRÍTICS UTILITZATS ALS TELÈFONS MÒBILS	51
2.3 IMPACTE AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓ DE TELÈFONS MÒBILS.....	57

2.4 RECICLATGE DELS TELÈFONS MÒBILS	61
3. SISTEMA DE GESTIÓ FINAL DELS TELÈFONS MÒBILS	65
3.1 RECERCA BIBLIOGRÀFICA I DE DADES	65
3.1.1 EUROSTAT	66
3.1.2 GARTNER	67
3.1.3. EUROMONITOR INTERNATIONAL.....	68
3.2 DEFINICIÓ DELS SISTEMA DE GESTIÓ FINAL DE TELÈFONS MÒBILS.....	69
3.2.1. FINAL DE VIDA ÚTIL DELS TELÈFONS MÒBILS	71
3.2.1.1 Recollida de telèfons mòbils fora d'ús	73
3.2.1.1.1 Percentatge de recollida de telèfons mòbils fora ús.....	74
3.2.1.1.2 Reciclatge	77
3.2.1.1.2.1 Situació del reciclatge de metalls crítics	83
3.2.1.1.3 Reutilització.....	85
3.2.1.1.3.1 Reutilització dels telèfons	86
3.2.1.1.3.2 Reutilització dels components	87
3.2.1.2 Telèfons no recollits	87
3.3 FACTORS QUE AFECTEN ALS SISTEMES DE RECOLLIDA I DISPOSICIÓ DE RAEE	89
3.4 SISTEMA DE RETORN DE TELÈFONS MÒBILS.....	95
3.5 SITUACIÓ A ESPANYA	97
3.5.1 RECOLLIDA.....	97
3.5.2 REUTILITZACIÓ.....	101
4. METODOLOGIA.....	103
4.1. METODOLOGIES DISPONIBLES	103
4.1.1. THE TIME STEP METHOD.....	103
4.1.2 THE MARKET SUPPLY METHOD.....	104
4.1.3 APROXIMACIONS DE LES FÓRMULES	106
4.2 METODOLOGIES PER L'ESTIMACIÓ DE RESIDUS DE TELÈFONS MÒBILS	108
4.2.1 EVOLUCIÓ DEL MERCAT DE TELEFONIA MÒBIL	108
4.2.2 METODOLOGIES PER L'ESTIMACIÓ DE TELÈFONS MÒBILS FORA D'ÚS.....	110
4.2.2.1 Metodologia 1	110
4.2.2.2 Metodologia 2	111
4.2.2.3 Metodologia 3	112

4.2.3 QUANTIFICACIÓ DE TELÈFONS MÒBILS FORA D'ÚS.....	114
4.4 ESTIMACIÓ DE TELÈFONS MÒBILS FORA D'ÚS.....	117
4.4.1 TELÈFONS MÒBILS FORA D'ÚS AL MÓN.....	118
4.4.2 TELÈFONS MÒBILS UTILITZATS A EUROPA.....	120
4.4.2.1 Països d'Europa de l'Oest.....	123
4.4.2.2 Països de l'Europa de l'Est.....	125
5. RESULTATS.....	128
5.1 POTENCIAL DE RECICLATGE DE TELÈFONS MÒBILS	128
5.2 POTENCIAL DE PRODUCCIÓ DE METALLS A PARTIR DE TELÈFONS MÒBILS.....	132
5.3 PROPOSTES DE MILLORA.....	137
5.3.1 RECOLLIDA DE TELÈFONS MÒBILS.....	137
5.3.1.1 Febleses de la legislació i dels sistemes	138
5.3.1.2 Millores necessàries en matèria.....	142
5.3.2 EXPORTACIONS DE RESIDUS ALS PAÏSOS EMERGENTS	144
6. CONCLUSIONS	145
BIBLIOGRAFIA.....	149
LLISTAT DE PÀGINES WEB	156
ANEXES	158
Anex 1 EXEMPLES DE SISTEMES DE RECOLLIDA DE TELÈFONS MÒBILS A EUROPA.....	158
A.1.1 Noruega.....	158
A.1.2 Finlàndia.....	160
A.1.3 Suïssa.....	162
A.1.4 Hongria.....	164

AGRAÏMENTS

Vull dedicar aquests agraïments en primer lloc a les dues tutores del projecte, la Gara Villalba i la Laura Talens. A la Gara per oferir-me l'oportunitat de realitzar aquest projecte i guiar-me en l'inici de la recerca. A la Laura, per la seva dedicació i consells al llarg del projecte. I a les dues per deixar-me col·laborar amb elles i animar-me en tot moment.

En segon lloc a la meva família per la seva paciència, ajuda i suport, sense els quals hagués estat més difícil. I als meus amics per respectar la meva absència i animar-me.

També al Professor d'Economia ambiental, Jesús Ramos, per escoltar les meves idees i posar-me en contacte amb la Gara Villalba.

Per últim a les organitzacions que molt amablement varen respondre personalment els meus correus sol·licitant informació: Milos Polak del REMA System (República Txeca), Paul Braendl de *Swico Recycling* (Suïssa) i Guru Husby de Elretur (Noruega)

ACRÒNIMS

AEE	Aparells Elèctrics i Electrònics
BGR	The biggest letters in tech
CC.AA	Comunitats Autònomes
CFC	Clorofluorocarbur
CO ₂	Diòxid de carboni
CWTA	Canadian Wireless Telecommunications Association
EPA	Environmental Protection Agency
GSID	Graduate school of international development
HCFC	Hidrafluorocarbur
OCDE	Organització per la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic
ONG	Organització No Governamental
PBB	Bifenils polibromats
PBBB	Polibromat bifenil
PBDEs	Èters difenílics polibromats
PCBs	Bifenils policlorats
PNRAEE	Pla Nacional de residus d'aparells elèctrics i electrònics
PNUMA	Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient
PROSUITE	Prospective Sustainability Assessment of Technologies
PWB	Plaques de circuit integrat
RAEE	Residus d'Aparells Elèctrics i Electrònics

RD	Real Decret
SO ₂	Diòxid de sofre
TIC	Tecnologies de la Informació y la Comunicació
UE	Unió Europea
UNEP	United Nations Environmental Programme

FIGURES I TAULES

Figura 1.a: Contenedor de brossa ratllat.	15
Taula 1.b: Quantitat de tones de residus de categoria TIC i totals a Europa anys 2007 i 2008.	26
Taula 1.c: Quantitat de kg/hab. de residus de categoria TIC i totals a Europa anys 2007 i 2008.	27
Taula 1.d: Quantitat de tones d'aparells de TIC posats a la venda els anys 2007 i 2008 a Europa.	28
Figura 1.e: Mapa de taxes de recollida de residus en kilograms per habitant per cada país d'Europa l'any 2008.	28
Taula 1.f: Composició dels residus elèctrics segons les categories de RAEE anys 2005 i 2008.	29
Figura 1.g: Fraccions típiques dels RAEE.	31
Figura 2.a: Evolució del pes i mida dels telèfons amb els anys.	35
Figura 2.b: Telèfon mòbil desmuntat.	36
Figura 2.c: Telèfon mòbil Smartphone.	36
Taula 2.d: Evolució de la composició de metalls dels telèfons mòbils.	40
Figura 2.e: Proporció de la producció mundial 2008.	41
Figura 2.f: Producció de metalls al món.	45
Taula 2.g: Demanda global de matèries primeres de les tecnologies emergents el 2006 i la predicció al 2030 en relació a la producció de la matèria al 2006.	45
Figura 2.h.: Classificació dels metalls crítics.	46
Taula 2.i: Metalls crítics segons la classificació de la UE.	47
Figura 2.j: Mostra els minerals i metalls tractors que actualment s'utilitzen per produir-los.	50
Taula 2.k: Emissions de CO ₂ de la producció primària de metalls.	58
Figura 2.l: Taula periòdica que mostra els percentatges globals de reciclatge de final de vida dels metalls.	62
Figura 2.m Reciclatge de metalls preciosos en els sectors principals.	63

Figura 3.a: Gestió dels telèfons mòbils a Europa.	70
Figura 3.b: Raons dels estudiants per canviar-se el telèfon mòbil en percentatge.	72
Taula 3.c: Recollida de Tecnologies de la informació i la comunicació.	76
Figura 3.d: Operacions integrades de fosa i refinament a la planta de Umicore.	82
Figura 3.e: Mètodes utilitzats per als estudiants per dipositar els telèfons mòbils.	88
Figura 4.a: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús al món	118
Figura 4.b: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús per continents	119
Figura 4.c: Percentatge telèfons mòbils fora d'ús per continents respecte la quantitat mundial de cada any.	120
Figura 4.d: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús a l'Est d'Europa.	121
Figura 4.e: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús a l'Oest d'Europa	122
Figura 4.f: Evolució dels telèfons mòbils fora d'ús a l'Est i Oest d'Europa respecte el total europeu en percentatge.	123
Figura 4.g: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús pels diferents països de l'Oest.	124
Figura 4.h: Evolució per països de l'Europa de l'Oest en unitats de telèfons mòbils fora d'ús en funció de la mida poblacional.	125
Figura 4.i: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús pels diferents països de l'Est.	126
Figura 4.j: Evolució per països de l'Europa de l'Est en percentatge de mòbils fora d'ús en funció de la mida poblacional	127
Figura 5.a: Evolució dels telèfons mòbils recollits i no recollits respecte els telèfons mòbils fora d'ús.	129
Taula 5.b: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús i recollits l'any 2010.	130
Taula Fig. 5.c: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús i recollits als països d'Europa de l'any 2010 (tones).	131
Taula 5.d: Potencial de reciclatge i producció de metalls especials dels telèfons mòbils l'any 2010.	134

Taula 5.f: Potencial de reciclatge i producció de metalls especials de menor pes en els telèfons mòbils l'any 2010.	135
Taula 5.g: Resum dels sistemes de gestió de telèfons mòbils dels països amb taxes de recollida de telèfons mòbils més elevades.	141

1. INTRODUCCIÓ

Aquest capítol està distribuït en quatre parts principals. La primera part comença explicant la necessitat i rellevància de la recerca que tractem al projecte, i com l'estudi contribueix a la literatura actual disponible sobre la gestió final dels telèfons mòbils. Tot seguit es defineixen els objectius generals i específics de l'estudi. En tercer lloc es descriu la legislació en vigor dels aparells elèctrics i electrònics, els factors de creixement de la generació dels residus d'aquests aparells; i finalment els materials que s'utilitzen per a la seva fabricació i que posteriorment poden ser recuperats. Per acabar s'explica com els aspectes descrits en els apartats anteriors es poden utilitzar per avaluar la gestió final dels telèfons mòbils.

1.1 RELLEVÀNCIA DE LA RECERCA

El progrés tecnològic ha fet que cada cop s'utilitzin més aparells elèctrics i electrònics a la vida quotidiana. Aquest fet junt amb l'expansió dels mercats i la tendència a escurçar la vida útil d'aquests productes ha derivat en un increment de la producció mundial. El resultat d'aquest increment es que els residus electrònics són el flux de residus més gran i que creix a més velocitat a nivell mundial, com es mostra en les xifres a continuació d'alguns països del món:

- Als Estats Units l'any 1999 es varen registrar 1,056 milions de tones d'aparells elèctrics i electrònics arribats al final del seu cicle de vida. L'any 2007 la xifra ascendia a 2,252 milions de tones. Els percentatges de reciclatge pels anys 1999 i 2007 van ser del 15% i 18% respectivament. El 85% i 82% d'aparells restants, en ambdós anys, varen ser llençats a abocadors (EPA, 2008).

Analitzant individualment els televisors i telèfons mòbils dels EEUU, l'any 1984 es varen vendre 21.3 milions de televisors i 0.04 milions de telèfons mòbils. L'any 2006, aquestes xifres havien ascendit a 33.4 milions i 165.1 milions respectivament. (EPA, 2008).

- A la Unió Europea s'estima que l'any 1990 (EU15) es varen posar a la venda 7 milions de tones d'aparells elèctrics i electrònics. L'any 2005, la quantitat d'AEE posada al mercat per l'EU27 va ser de 9.3-10.3 milions de tones. (*Step, 2009*) (*UNU et al. 2007*)
- L'increment d'aparells elèctrics i electrònics (AEE) a països emergents com la Xina i la Índia ha sigut espectacular. A la Xina, un estudi de l'Organització per la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE), indica que en el període 2000-2005, el mercat d'aparells electrònics d'Informació i Innovació Tecnològica (ICT) va augmentar un 22%. I l'any següent, la Xina era el sisè mercat més gran en ICT després de USA, Japó, Alemanya, Anglaterra i França. Només l'any 2005 es varen vendre al voltant de 14 milions d'ordinadors i més de 48 milions de televisors. Aquest fet contrasta enormement amb les xifres de 10 anys abans, que deien que només un 1% de la població tenia ordinador propi. (*Step-Initiative, 2012*)
A la Índia l'any 2006 es varen instal·lar 5 milions d'ordinadors, contribuint en un 25% de creixement anual de la indústria dels ordinadors del país (*Step, 2009*)
Un estudi del Programa de les Nacions Unides per al Media Ambient (PNUMA) mostra com els ordinadors a Sud Àfrica i a la Xina, varen augmentar d'un 200 a un 400 % des de l'any 2007 i un 500% a la Índia. L'estudi estima que per l'any 2020, la quantitat de residus de telèfons mòbils serà 7 vegades més gran a la Xina i fins a 18 vegades a la Índia, respecte la quantitat actual d'ambdós països. (*UNEP, 2010*)

Cada tipus d'aparell electrònic té una vida tècnica determinada. Una vegada finalitzat aquest període de vida, els aparells es converteixen en residus que haurien de ser gestionats separatament dels residus sòlids urbans. Un estudi de l'agència de protecció del medi ambient dels Estats Units (en anglès, *Environmental protection agency, EPA*) indica que la generació de residus d'aparells elèctrics i electrònics augmenta entre un 5-10% anual a escala mundial. I únicament el 5% dels residus són recuperats a tot el món. En els països desenvolupats, el percentatge de residus electrònics respecte el total de residus sòlids és d'un 1%. Tot i que aquesta xifra no sembli significativa, cal tenir en compte que la

mitjana de creixement anual de RAEE es tres vegades superior a la de la resta de residus. En els països subdesenvolupats el percentatge de residus electrònics és inferior a la unitat, 0,01%. (UNEP, 2007).

1.2 OBJECTIUS DEL PROJECTE

L'objectiu principal del projecte és estudiar la gestió dels residus de telèfons mòbils a Europa, i les quantitats de materials que s'hi poden recuperar del seu reciclatge. L'estudi és desenvolupa a través de dos objectius específics. En primer lloc descriure la gestió final dels telèfons mòbils als països d'Europa i estimar-ne el percentatge de reciclatge actual. En segon lloc, en base als resultats obtinguts, s'estimarà el potencial de reciclatge dels telèfons mòbils i tot seguit s'establiran propostes de millora al sistema actual.

1.3 ESTAT ACTUAL DELS APARELLS ELÈCTRICS I ELECTRÒNICS I RESIDUS QUE GENEREN

Segons la directiva 2002/96/CE, els aparells elèctrics i electrònics son aquells aparells que per funcionar degudament necessiten corrent elèctrica o camps electromagnètics, i els aparells necessaris per generar, transmetre i mesurar aquestes corrents i camps pertanyents a les categories indicades en l'annex I A i que estan destinats a utilitzar-se com una tensió nominal no superior a 1,000 volts en corrent altern i 1,500 volts en corrent continu. La mateixa directiva defineix els residus d'aparells elèctrics i electrònics RAEE com tots els aparells elèctrics i electrònics del qual el seu posseïdor es desprèn o del qual tingui la intenció o l'obligació de desprendre's. Les categories d'aparells elèctrics i electrònics definides per la Directiva 2002/96/CE a l'annex IA son:

1. Grans electrodomèstics
2. Petits electrodomèstics
3. Informació tecnològica i equips de telecomunicació (TIC)
4. Equips de consum

5. Equips d'il·luminació
6. Instruments elèctrics i electrònics
7. Jocs, oci i equips d'esports
8. Dispositius mèdics
9. Instruments de seguiment i control
10. Dispensadors automàtics

Els telèfons mòbils pertanyen a la categoria 3 de Informació tecnològica i equips de telecomunicació (TIC). (*Eur-lex, 2003*)

1.3.1 LEGISLACIÓ EN VIGOR DELS AEE I RAEE

“The sustainability threats (minimization of available landfills and natural resources) are the driving forces for the introduction of stringent Legislation.”

(Georgiadis P., Besiou M., 2009)

A causa dels problemes ambientals que sorgeixen amb l'eliminació incontrolada dels residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) , el Parlament Europeu va elaborar una legislació que preveu la creació de sistemes de recollida, on els consumidors tornin la brossa electrònica gratuïtament amb l'objectiu d'augmentar el reciclatge i/o la reutilització d'aquests productes. La directiva també requereix que els metalls pesats com el plom, mercuri, i altres substàncies com polibromats (PBB) o éters polibromats (PBDE) siguin substituïts per altres que tinguin un impacte ambiental i un risc per al salut humana menor.

Pel tal de complir amb aquest objectiu Hi ha dues directives publicades: la Directiva 2002/96/CE sobre la gestió d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) i la Directiva 2002/95/CE sobre restriccions en l'ús de determinades substàncies perilloses en els aparells elèctrics i electrònics (RUSC). Ambdues directives requerien ser transposades a llei Nacional per part dels Estats Membres abans del 13 d'agost del 2004. A Espanya, es va

formular el Real decret 208/2005 sobre aparells elèctrics i electrònics i la gestió dels seus residus.

1.3.1.1 Directiva 2002/96/CE sobre la gestió de residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE)

La política mediambiental de la Comunitat Europea té per objectius la conservació, la protecció i la millora de la qualitat del medi ambient, la protecció de la salut de les persones i l'ús prudent i racional dels recursos naturals. Aquesta política es basa en els principis de: cautela, acció preventiva, correcció de danys del medi ambient, i en el principi de "qui contamina paga".

La primera aparició d'una directiva reguladora de la gestió de residus en la Comunitat Europea es remunta a l'any 1975. Es tracta de la Directiva 75/442/CEE del Consell, de 15 de Juliol de 1975, que regula la gestió de determinades categories de residus. Però no serà fins l'any 1993 que els aparells elèctrics i electrònics entrin en escena amb. El Programa Comunitari d'Actuació en matèria de medi ambient resolt el 17 de Maig del 1993, (Cinquè programa de medi ambient) on es categoritzen els RAEE, com una de les àrees objectiu que s'han de regular.

El 30 de Juliol del 1996, la Comunicació de la Comissió en la revisió de l'estratègia de gestió de residus va establir que, quan no sigui possible evitar la producció de residus, aquests s'hauran d'utilitzar o valoritzar per aprofitar els materials o l'energia que continguin. L'any següent, el 1997, en la Resolució d'una estratègia comunitària de gestió de residus, el Consell va remarcar el valor dels residus i la seva eliminació, així com el dels recursos naturals d'on provenen. També va senyalar la importància de fomentar l'eliminació mitjançant els processos de reciclatge, la reutilització, el compostatge i l'ús energètic. (*Eur-lex, 2003*)¹

¹ *Eur-lex, 2003. Directiva 2002/96/CE sobre la gestió de residuos de aparatos electricos y electrónicos (RAEE). Diario oficial de la Unión Europea.*

L'Objectiu principal de la Directiva consisteix en prevenir la generació de RAEE; fomentar la reutilització, i el reciclatge; i millorar el comportament mediambiental dels agents que intervenen en el cicle de vida i dels agents que tracten els residus. *(Eur-lex, 2003)*

L'Àmbit d'Aplicació de la directiva en aparells elèctrics i electrònics s'indica en l'Annex I. L'annex inclou tots els tipus d'AEE classificats en deu categories. Els telèfons mòbils es troben en la categoria 3 d'equips d'informàtica i telecomunicacions. La directiva té en compte el disseny del producte. El producte ha de ser de fàcil desmuntatge, i en particular reutilitzable o reciclable. *(Eur-lex, 2003)*

Referent a la Recollida Selectiva, s'ha d'incrementar el grau, per tal d'evitar que els RAEE formin part dels residus urbans no seleccionats en la mesura del que sigui possible. Els Estats membres tenien fins el 13 d'Agost del 2005 per posar en vigor que:

- Per als RAEE provinents d'habitatges particulars, cal crear sistemes de retorn gratuïts pels propietaris finals i pels distribuïdors. I que cal que els distribuïdors, en el moment de subministrar el producte, informin i garanteixin que aquest se'ls podrà retornar.
- Per els RAEE que no vinguin d'habitatges particulars, els productors, o tercers, s'han d'encarregar pel seu compte de la recollida dels residus.
- Els fabricants poden crear sistemes de recollida individual o col·lectiva.
- Es pot prohibir la devolució dels residus que presentin un risc sanitari o de seguretat per les persones per estar contaminats.

La taxa de recollida per mitjans selectius ha de ser un mínim de 4 kg per habitant de RAEE procedents d'habitatges particulars des del desembre del 2006. Aquesta normativa és va ampliar l'any 2008 i des d'aleshores els productors (d'aparell elèctrics i electrònics) han d'assolir un índex mínim de recollida del 65% del pes d'AEE posats al mercat a l'any. Actualment, la taxa dels 4kg/hab. segueix en vigor. La Directiva també indica l'obligació dels Estats membres ha vetllar per que els processos seguits a la

recollida selectiva (transport a instal·lacions de tractament autoritzades, reutilització, reciclatge, eliminació), es duguin a terme correctament. (*Eur-lex, 2003*)

El Tractament dels AEE s'ha de realitzar aplicant les millors tècniques de tractament, valorització i reciclatge disponibles. El tractament inclou l'eliminació de tots els fluids i el tractament selectiu (descriu en l'Annex II de la directiva). Els establiments que realitzen operacions de tractament han d'obtenir permís de les autoritats competents (Sistema de gestió i auditoria mediambientals). El tractament es pot realitzar fora de l'Estat Membre o de la UE, sempre i quan es compleixin les disposicions del Reglament (CEE) n° 259/93 del Consell relatiu a la vigilància i al control dels trasllats de residus a l'interior, a l'entrada i a la sortida de la UE. (*Eur-lex, 2003*)

La Valorització regida per qualsevol de les operacions previstes en l'annex II B contempla que els Estats Membres adoptin les mesures necessàries per garantir que els residus es valorin o s'eliminin sense posar en perill la salut humana i sense utilitzar procediments ni mètodes que puguin perjudicar el medi ambient. També s'han d'adoptar les mesures necessàries per prohibir l'abandonament i l'eliminació incontrolada de residus.

Els fabricants han d'organitzar sistemes per la valorització dels residus d'AEE recollits de forma selectiva. El 2011, van entrar en vigor els nous objectiu mínims de valorització de RAEE, que han de complir els fabricants. Respecte els RAEE de la categoria 3 de tecnologies de la informació i les telecomunicacions, TIC (correspon a la categoria dels telèfons mòbils com s'especifica en l'àmbit d'aplicació), del 80% que s'ha de recuperar, la taxa de valorització ha d'augmentar com a mínim del 75% del pes mitjà de l'aparell. I el 70% s'ha de preparar per a la reutilització i reciclatge. (*WEEFORUM, 2011*)

Per els productes comercialitzats a partir del 13 d'agost del 2005, cada fabricant n'és responsable i ha de donar garanties del finançament de la gestió final dels seus productes. El finançament engloba els processos de recollida, tractament, valorització i eliminació no contaminant dels residus dels AEE provinents d'habitatges particulars.

La Informació que han de rebre els usuaris d'AEE d'habitatges particulars es la necessària per: evitar barrejar aquest tipus de residus amb els residus urbans no seleccionats; que els aparells compleixin amb les disposicions de recollida selectiva; conèixer els sistemes de devolució i de recollida disponibles per a contribuir a la valorització dels residus; i finalment per que coneguin el significat del símbol que haurà de figurar en l'envàs dels aparells, un contenidor de brossa ratllat (fig. 1.a). Aquest signe havia d'aparèixer des del 13 d'agost del 2005. (*Eur-lex, 2003*)



Fig. 1.a: Contenidor de brossa ratllat (*Font: Eur-lex, 2003*)¹

La directiva ha d'estar subjecte a l'Adaptació al Progrés Científic i Tècnic. Abans de procedir a qualsevol modificació dels articles o annexes, la Comissió consultarà als productors d'AEE, als responsables del reciclatge, i als agents encarregats del tractament, així com a les organitzacions de protecció del medi ambient, sindicats i associacions de consumidors. (*Eur-lex, 2003*)

La Unió Europea ha publicat enguany la revisió de la taxa de recollida selectiva i notifica que per aquells països que encara no han assolit els 4Kg/hab. de recollida, l'any 2016 hauran de recollir 45 tones de residus elèctrics per cada 100 tones d'aparells introduïts en el mercat prèviament. I a l'any 2019 els països podran escollir entre augmentar aquesta xifra fins el 65% o el 85% dels RAEE generats en el seu territori. Per ajudar als països més endarrerits en taxes de recollida, el Parlament ha aprovat que els consumidors puguin retornar els petits aparells elèctrics i electrònics (com telèfons mòbils) a qualsevol tenda

de grans aparells elèctrics, sense la necessitat de comprar un nou producte. (*European Parliament, 2012*)² (*European Commission, 2012*)³

1.3.1.2 Directiva 2002/95/CE sobre restriccions en l'ús de determinades substàncies perilloses en els aparells elèctrics i electrònics (RUSC)

La diferència entre les mesures legals o administratives adoptades pels Estats Membres referents al tractament de substàncies perilloses de residus, podrien ser un obstacle i distorsionar el comerç i la competència en la Comunitat Europea. Per tal d'evitar aquestes diferències sorgeix ja en l'any 1988, un programa d'acció comunitari. Aquest programa d'acció es va centrar en combatre la contaminació ambiental per cadmi, i consistia en formular una estratègia global per protegir la salut humana, limitant l'ús de cadmi i fomentant la investigació de substàncies substitutives. La Resolució remarcava que l'ús del cadmi només seria permès en els casos on no hi ha hagués altres alternatives adequades y més segures.

El juny de l'any 1996, la Comunicació de la Comissió encarregada de l'estratègia comunitària de gestió de residus, accentuava la necessitat de reduir la presència de substàncies perilloses en els residus limitant les substàncies en els productes i en els processos productius. (*Eur-lex, 2003*)⁴

L'Objectiu principal de la directiva 2002/95/CE és establir una legislació comunitària per l'ús de substàncies perilloses en aparells elèctrics i electrònics; protegir la salut humana; i protegir el medi ambient. (*Eur-lex, 2003*)⁴

² *European parliament, 2012. Better management of e-waste. PLENARY SESSION Environment Via: <http://www.europarl.europa.eu/news/en/pressroom/content/20120119IPR35666/html/Better-management-of-e-waste>.*

³ *European Commission, 2012. Recast of the WEEE Directive. Via: http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm*

⁴ *Eur-lex, 2003. Directiva 2002/95/ce sobre restriccioens en el uso de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos i electrónicos. (RUSC) Diario oficial de la Unión Europea.*

L'Àmbit d'Aplicació de la Directiva avarca tots els aparells elèctrics i electrònics corresponents a les categories 1,2,3,4,5,6,7 i 10 recollides en l'Annex IA de la Directiva 2002/96/CE (RAEE) i a les bombetes i lluminàries dels habitatges particulars. La Directiva que va entrar en vigor l'1 de Juliol del 2006, prohibeix l'entrada al mercat de nous AEE que continguin les següents substàncies perilloses: plom, mercuri, cadmi, crom hexà valent, polibromobifenils (PBB), polibromodifenilèters (PBDE). Es considera que el mètode més eficaç de reduir aquestes substàncies és substituint-les per d'altres més segures en els AEE. I d'aquesta manera s'incrementarien les possibilitats de reciclatge, i la rendibilitat econòmica. *(Eur-lex, 2003)*

La Comissió, mitjançant el procés de Comitologia, ha d'adaptar les restriccions de les substàncies perilloses de la Directiva al progrés científic i tècnic i realitzar revisions periòdiques de la normativa cada 4 anys. *(Eur-lex, 2003)*

El setembre del 2010, la Comissió va establir que a partir d'aleshores es toleraria un valor màxim de concentració del 0,1% en pes en materials homogenis respecte el plom, mercuri, crom hexà valent, polibromobifenils (PBB) i polibromodifenilèters (PBDE), i del 0,01% en pes en materials homogenis respecte al cadmi. També va indicar que es permetrien exempcions alhora de substituir les substàncies, en el cas que no sigui possible o que el resultat pugui causar efectes perjudicials pel medi ambient o la salut humana. (cap de les exempcions afecta als telèfons mòbils). Per últim suggereix que convindria disposar de peces de recanvi, facilitant així la reutilització, el rea-condicionament, i la prolongació de la vida útil. *(Eur-lex, 2010.)*

La directiva RUSC limita l'ús de metalls pesats en aparells elèctrics i electrònics, però no és aplicable a les bateries. Les bateries incorporades en aparells elèctrics i electrònics entren dins de l'àmbit de la Directiva RAEE una vegada aquests aparells elèctrics i electrònics es converteixen en residu. En aquest cas, han de ser recollides junt amb els aparells. Una vegada les bateries son extretes dels aparells elèctrics i electrònics, la responsabilitat de la

gestió final de les bateries recau en el fabricant. Per tant, les bateries recollides junt amb els RAEE, s'inclouen dins els objectius de recollida de la Directiva RAEE, i una vegada extretes, dins els objectius de recollida de la Directiva sobre piles i bateries⁵. (*Eur-lex, 2003*)

A més de les directives descrites anteriorment existeixen altres dues relacionades amb els RAEE. La Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu y del Consell de 19 de novembre de 2008 sobre residus i la Directiva 2006/1907/CE del Parlament Europeu i del Consell del 18 de desembre del 2006 sobre la avaluació, autorització, y restricció de preparats y substancies químiques (REACH). (*Europe, 2012*)⁶

1.3.1.3 Legislació Espanyola

La transposició de la Directiva europea de la gestió dels residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) a Espanya es realitza amb la formulació del Real Decret 208/2005 sobre aparells elèctrics y electrònics y la gestió dels seus residus.

1.3.1.3.1 Real Decret 208/2005 sobre aparells elèctrics i electrònics i la gestió dels seus residus

El Reial Decret està formulat en funció del que estableixen els Articles 1 i 7 de la Llei 10/1998, de 21 d'abril, de residus, que faculta el Govern per fixar disposicions particulars relatives a la producció i gestió de determinats tipus de residus de manera que es faciliti la seva reutilització, reciclatge i valorització. (*BOE, 2005*)

Els objectius del Real Decret 208/2005 sobre aparells elèctrics i electrònics i la gestió dels seus residus son:

- Reduir la quantitat d'aquests residus i la perillositat dels components

⁵ La Directiva 91/157/CEE del Consell, de 18 de març de 1991, relativa a les piles i als acumuladors que continguin determinades matèries perilloses.

⁶ Europe, 2012: Legislation summaries. Via:

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/index_es.htm

- Fomentar la reutilització dels aparells i el reciclatge dels seus residus.
- Determinar una gestió adequada per tal de millorar l'eficàcia de la protecció ambiental.

El decret inclou també una vessant social. Pretén millorar el comportament ambiental de tots els que intervenen en el cicle de vida dels aparells elèctrics i electrònics; els productors, distribuïdors, usuaris i els gestors de residus. (BOE, 2005)

En primer lloc, per reduir la quantitat d'aquests residus i la perillositat dels components, l'article 2 del Real Decret, estableix mesures de prevenció en la fase del disseny i fabricació dels aparells elèctrics i electrònics amb l'objectiu de limitar l'ús de substàncies perilloses. (Aquestes restriccions s'exigeixen al mercat des del Juliol del 2006). En concret les mesures són:

- Els aparells han d'estar dissenyats sense les següents substàncies: plom, mercuri, cadmi, crom hexà valent, polibromobifenils o polibromobifenilèters. (les excepcions s'inclouen en l'Annex II del decret).
- Els productors han de dissenyar i produir els aparells facilitant-ne el desmuntatge, la reparació, la reutilització i el reciclatge. A més proporcionar als gestors de residus, la informació necessària per el desmuntatge i separació de components reciclables o reutilitzables.
- Per últim, els productors han d'informar als usuaris sobre els criteris per una correcta gestió ambiental d'aquests residus, es a dir, sistemes de devolució gratuïts i la recollida selectiva.

A continuació, per fomentar la reutilització dels aparells i el reciclatge dels seus residus, el decret indica que les operacions de tractament dels RAEE han d'utilitzar les millors tècniques disponibles. I estableix la taxa de recollida imposada per la Directiva RAEE, on s'han de recollir selectivament de mitjana quatre quilograms per habitant i any de residus d'aparells elèctrics i electrònics provinents d'habitatges particulars. També indica els

objectius de reutilització i reciclatge a complir el desembre del 2006. (Els equips d'informàtica i telecomunicacions han d'arribar al 65% de recuperació). (BOE, 2005)

Finalment, per determinar una gestió adequada per tal de millorar la eficàcia de la protecció ambiental i aplicant el principi "qui contamina paga", s'estableix que el productor, de manera individual o adherit a un Sistema Integrat de Gestió (SIG), es farà càrrec dels costos de gestió dels residus a partir de l'agost de 2005. D'altra banda, s'obliga a tots els productors d'aparells elèctrics i electrònics, ha inscriure's a la Secció Especial del Registre d'Establiments Industrials creat per la Llei 21/1992, de 18 de Juliol. (s'entén per productor aquelles persones físiques o jurídiques que fabriquen i venen aparells elèctrics i electrònics amb marques pròpies, posen en el mercat amb marques pròpies els aparells fabricats per tercers i els que els importen de o exporten a tercers països. Els distribuïdors de productes amb el segell d'una altra marca, no són considerats productors). (BOE, 2005)

1.3.1.3.2 Pla nacional integrat de residus

Les normes jurídiques de la UE així com la Llei 10/1998 de residus (article 5) obliguen a la redacció i aprovació de plans per tots els tipus de residus. En el cas espanyol, s'exigeix a més que els plans nacionals es confeccionin per integració dels plans corresponents aprovats per les respectives Comunitats Autònomes (CC.AA).

Amb el primer Pla Nacional Integrat de Residus de RAEE (PNRAEE) es pretenia complir aquestes exigències jurídiques així com dissenyar un esquema o sistema tècnic-jurídic que permeti crear operacions tècniques i procediments administratius per la correcta gestió dels residus així com per l'estricta compliment del RD 208/2005, amb el que es transposen les directives al dret intern espanyol. En el Pla Nacional Integrat de Residus, s'especifiquen els objectius ecològics per als RAEE, es a dir, els percentatges a assolir en diferents períodes de recollida selectiva i de valorització:

- a) Recollida selectiva: la recollida selectiva dels percentatges de RAEE en els anys indicats

Any	2007	2011	2015
%	50	90	95

Els percentatges es calculen dividint la quantitat de RAEE recollida en un determinat any per la de AEE posat al mercat l'any anterior. L'any 2005 es van posar al mercat entre 14-20 kg d'AEE per habitant.

b) Valorització:

- Dels percentatges de RAEE de tots els components per totes les categories en els anys indicats.

Any	2008	2010	2012
%	60	90	95

- Dels percentatges de RAEE dels equips informàtics, telecomunicacions i electrònica de consum en els anys indicats.

Any	2008	2010	2013
%	50	80	90

Apart de les directives descrites anteriorment existeixen altres dos lleis i reials decrets relacionats amb els RAEE a l'estat:

- Llei 22/2011, de 28 de juliol, de Residus y sols contaminats (BOE núm.181, de 29 de juliol de 2011).
- Reial decret 106/2008, de 12 de febrer, sobre piles i acumuladors.
- Llei 10/1998, de 21 de abril, de Residus (BOE núm. 96, de 22 de abril de 1998)
- Reial decret 697/1995, de 28 d'abril de registre d'establiments industrials d'àmbit estatal.

(PNIR, 2008)

1.3.2 FACTORS DE CREIXEMENT DELS APARELLS ELÈCTRICS I ELECTRÒNICS I DELS RESIDUS D'APARELLS ELÈCTRICS I ELECTRÒNICS

A la Unió Europea l'any 1990 (EU15) es varen posar a la venda 7 milions de tones d'aparells elèctrics i electrònics (AEE). L'any 2005, la quantitat d'AEE posada al mercat per l'EU27 va ser de 10.3 milions de tones (*UNU et al., 2007*). La mateixa font informa de que si Europa segueix el ritme de consum d'AEE actual, al voltant d'un creixement del 2.5-2.7% anuals, es preveu que l'any 2020 registri 12.3 milions de tones de residus electrònics. Dades d'Eurostat indiquen que els anys 2007 i 2008 a Europa⁷ s'arribaven als 10 milions de tones d'AEE al mercat i se'n varen recollir únicament el 24 i 30% a l'any respectivament. El 18% dels aparells elèctrics pertanyen a la categoria 3 de residus, Tecnologies de la Informació i la Telecomunicació (TIC). Els percentatges de recollida de residus de la categoria 3 també s'aproximen al 30%. (veure taula 1.b)

	Any	Quantitat d'AEE posats a la venda ('000 tones)	Residus AEE recollits ('000 tones)	Proporció respecte el total de RAEE(%)	Residus recollits dels habitatges ('000 tones)	Residus recollits (%)
Residus de categoria TIC	2007	1,487.73	393.25	17.29	328.22	26.43
	2008	1,523.39	563.45	17.88	516	36.99
Residus RAEE totals	2007	9,573.94	2,274.72	100	2,085.46	23.76
	2008	10,188.90	3,150.59	100	2,726.96	30.92

Taula 1.b: Quantitat de tones de residus de categoria TIC i totals a Europa anys 2007 i 2008 (Font:

Elaboració pròpia amb dades d'Eurostat)

La taula 1.c mostra les quantitats de kg/hab. de residus de categoria TIC i totals a Europa els anys 2007 i 2008 (*Eurostat*). Els valors de kg/hab. de residus totals recollits a Europa

⁷ Les dades d'Eurostat inclouen els següents països d'Europa: Alemanya, Anglaterra, Àustria, Bèlgica, Bulgària, Dinamarca, Eslovàquia, Eslovènia, Espanya, Estònia, Finlàndia, França, Grècia, Hongria, Irlanda, Itàlia, Letònia, Liechtenstein, Lituània, Luxemburg, Noruega, Països Baixos, Polònia, Portugal, República Txeca, Romania, Suècia, Xipre.

són de 6 kg/hab. de manera que la mitjana europea respecta els 4kg/hab. establerts per la Directiva RAEE 2002/96/CE. La mitjana europea de recollida de les TIC és d'1,1 kg/hab. (Eurostat, 2008)

	Any	Quantitat d'AEE posats a la venda (Kg/hab.)	Residus AEE recollits (Kg/hab.)	Residus recollits dels habitatges (Kg/hab.)	Residus no recollits (Kg/hab.)
Residus de categoria TIC	2007	3.14	1.06	0.82	2.09
	2008	2.98	1.23	1.01	1.75
Residus RAEE totals	2007	19.26	6.02	5.36	13.25
	2008	19.12	6.71	5.78	12.41

Taula 1.c: Quantitat de kg/hab. de residus de categoria TIC i totals a Europa anys 2007 i 2008.

(Font: Elaboració pròpia amb dades d'Eurostat)

La taula 1.d i la figura 1.e, a continuació, indiquen per cadascun dels països d'Europa les xifres de residus de categoria TIC pels anys 2007 i 2008 en tones (taula 1.d) i de RAEE l'any 2008 en kg/hab. (fig.1.e).

En la taula 1.d els països s'han classificat en tres grups segons la quantitat de productes posats al mercat l'any 2008: menor de 10,000 tones (blau), entre 10,000-100,000 tones (groc) i més de 100,000 tones (vermell). Els països amb major quantitat de tecnologies de la informació i la telecomunicació (TIC) posades al mercat formen part de l'Europa de l'Oest i es corresponen amb els països amb major producte interior brut (PIB, és defineix pel valor de tots els béns i serveis finals dins d'una nació). En concret els que tenen el rang més alt són (les següents xifres de PIB són de l'any 2010 en bilions de dòlars): Alemanya (PIB=2,940), França (PIB=2,145), Itàlia (PIB=1,774) i Anglaterra (PIB=2,000). Els països que tenen menys quantitat de productes TIC al mercat formen part de l'Europa de l'Est, que a més tenen un valor de PIB molt més baix. Per exemple, Eslovàquia (PIB=120.2), Eslovènia

(PIB=56.58), Estònia (PIB=24.69), Hongria (PIB=187.6). (*Informe eEspanya, 2011*) (*Índex mundi, 2010*)

Països d'Europa	Quantitat d'AEE (TIC) posats a la venda ('000 tones)	Quantitat d'AEE (TIC) posats a la venda ('000 tones)	Països d'Europa	Quantitat d'AEE (TIC) posats a la venda ('000 tones)	Quantitat d'AEE (TIC) posats a la venda ('000 tones)
	2007	2008		2007	2008
Àustria	29.52	29.99	Itàlia	128.22	147.66
Bèlgica	62.28	77.54	Liechtenstein	:	:
Bulgària	1.47	0.69	Lituània	5.98	5.06
Xipre	1.19	1.26	Luxemburg	2.18	2.50
República Txeca	54.68	53.22	Letònia	4.28	3.56
Alemanya	301.78	319.98	Països Baixos	:	:
Dinamarca	29.76	26.04	Noruega	33.48	31.01
Estònia	2.97	4.52	Polònia	66.93	73.74
Grècia	19.47	19.44	Portugal	22.66	23.12
Espanya	123.65	91.05	Romania	31.75	19.72
Finlàndia	24.46	31.04	Suècia	112.24	43.78
França	231.18	219.13	Eslovènia	4.11	4.54
Hongria	11.91	16.73	Eslovàquia	5.71	6.53
Irlanda	24.80	20.26	Anglaterra	151.08	251.31

Taula 1.d: Quantitat de tones d'aparells de TIC posats a la venda els anys 2007 i 2008 a Europa.

(Font: elaboració pròpia amb dades d'Eurostat)

La figura (fig.1.e) mostra les taxes de recollida en Kg/hab. de tots els països d'Europa l'any 2008. El 63% del països tenen una taxa de recollida igual o superior als 4 kg/hab. establerts per la Directiva 2002/96/CE sobre gestió de RAEE, mentre que un 37% dels països no arriben a la taxa mínima.

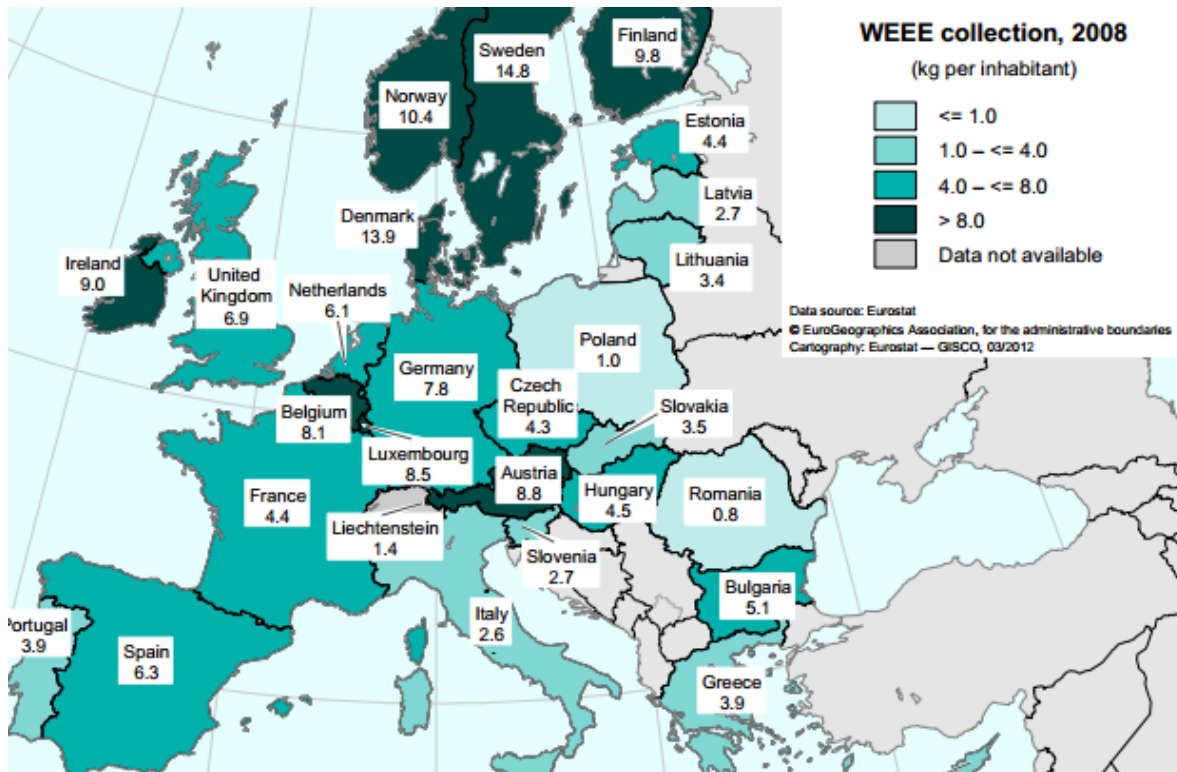


Fig.1.e: Mapa de taxes de recollida de residus en kilograms per habitant per cada país d'Europa l'any 2008. (Font: Eurostat, 2008)

A partir de les dades de la taula 1.d i la figura 1.e. és pot fer una comparació de la recollida de RAEE i TIC, tenint en compte que la categoria TIC representa un 18% dels AEE. (Eurostat, 2008)

Letònia, Lituània, Eslovàquia, Romania, Grècia, Polònia, Eslovènia, Itàlia, Liechtenstein i Portugal, no compleixen la Directiva RAEE i tenen valors de recollida per sota dels 4kg/hab. obligats. D'aquest grup de països, Polònia, Portugal i, a menor escala Grècia, tenen un alt consum de TIC, però en canvi no compleixen la Directiva RAEE dels kg de residus recollits. Cal destacar el cas d'Itàlia, que tot i tenir un fort mercat dels TIC, 9.7% del mercat europeu, només recull 2kg/hab. de residus. Els països de l'est, tampoc compleixen amb la Directiva RAEE, però té més lògica tenint en compte els fluxos de mercat de TIC que els caracteritzen, per exemple Eslovàquia representa el 0.43% del mercat europeu en

TIC. D'altra banda, Àustria, Bèlgica, Irlanda, Dinamarca, Noruega, Suècia i Finlàndia, tenen taxes de recollida superiors als 8 Kg/hab.

La taula 1.f mostra la contribució en percentatge de cada categoria d'AEE respecte el total d'AEE els anys 2005 i 2008 a Europa. Les categories de més pes en els dos períodes són amb una notable diferència els grans electrodomèstics, i en segon terme els equips de consum i els equips d'informàtica i telecomunicacions.

Categoria de RAEE (Annex I Directiva 2002/96/CE WEEE)	2005 (%)	2008 (%)
1. Grans electrodomèstics	49,00	57,11
2. Petits electrodomèstics	7,00	5,78
3. Equips d'informàtica i telecomunicacions	16,30	17,88
4. Equips de consum	21,10	13,61
5. Aparells d'enllumenat	2,40	2,37
6. Eines elèctriques i electròniques	3,50	2,12
7. Joguines, aparells esportius i de lleure	0,10	0,28
8. Dispositius mèdics	0,10	0,08
9. Aparells de vigilància i control	0,20	0,27
10. Màquines expendedores	0,20	0,49
Total RAEE generat (en milions de tones)	8,3-9,1	10,2

Taula 1.f: Composició dels residus elèctrics segons les categories de RAEE anys 2005 i 2008. (Font: elaboració pròpia amb dades UNU et al, 2007 i Eurostat 2008.

L'anàlisi realitzat de les quantitats d'AEE i RAEE a Europa mostra l'alt consum d'AEE i consegüentment l'augment de la generació de residus d'aparells elèctrics i electrònics.

Gran part del benestar social és el resultat de l'ús de AEE en àrees com la medicina, l'educació, la mobilitat, la salut, la comunicació, la seguretat, la protecció ambiental i la cultura. Els aparells inclouen dispositius des de neveres, rentadores, telèfons mòbils, ordinadors, impressores, jocs, televisors, entre altres.

La quantitat d'aparells elèctrics i electrònics al mercat s'ha incrementat en els darrers anys especialment pel desenvolupament de les tecnologies digitals com per exemple les càmeres fotogràfiques, els telèfons mòbils, els televisors, entre altres. Una prova del dinamisme del mercat és que al llarg d'un mateix any, poden sortir diverses versions millorades d'un mateix producte. La globalització de la producció d'aparells electrònics i la ferotge competència entre empreses d'un mateix sector fa que surti més car comprar la peça i pagar la reparació, que no pas adquirir el producte nou. D'altra banda, la incorporació de noves funcions fa que els usuaris donin al aparell una durada més curta que la seva vida tècnica⁸. En alguns casos fins i tot una nova versió de l'aparell és incompatible amb l'anterior. Per exemple, el cas de les cintes de VHS que han sigut substituïdes pels DVD degut a que aquests últims son incompatibles amb els lectors de DVD. A més els DVD ofereixen més funcions que les cintes de VHS, al permetre una imatge de més qualitat, seleccionar diversos idiomes i subtítols, entre d'altres. Un altre exemple són les migracions dels aparells analògics als digitals en les televisions. En ambdós casos l'única opció es canviar l'aparell per el nou avenç tecnològic. En el cas del VHS, per més que s'abstingui l'individu de fer el canvi, arriba un moment que si vol utilitzar una nova pel·lícula ja no la trobarà en suport VHS. I en el cas de la televisió, un cop feta la connexió satèl·lit, ja no funciona la televisió per cable. Finalment, les economies d'escala permeten preus baixos apropant els productes a classes socials més desfavorides de manera que la demanda augmenta a arreu i conseqüentment els residus.

1.3.3 MATERIALS QUE UTILITZEN ELS AEE

Els aparells elèctrics i electrònics estan formats per diversos components mecànics, electrònics i electromecànics. Aquests components estan formats de més de 1,000 substàncies diferents, moltes d'elles són substàncies tòxiques com el cadmi, el plom, l'arsènic, el mercuri, i els compostos orgànics retardants de flama. (*Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011*) Contenen quantitats considerables de metalls preciosos, caracteritzats

⁸ *Vida tècnica d'un aparell es el nombre d'anys que l'aparell pot funcionar estimat pel fabricant*

per ser materials valuosos. I també contenen metalls ordinaris, que també tenen un valor elevat: 1 tona de RAEE conté 0,2 tones de coure que és venia per 500 euros a preu de mercat l'any 2004. (Widmer et al.,2005)

La majoria d'estudis coincideixen en descriure 5 categories de materials en els RAEE: metalls fèrrics, no-fèrrics, vidre, plàstics i altres materials. (Ongondo F.O. et al., 2010). La figura 1.g mostra les fraccions de materials en els RAEE (en percentatge) a l'any 2010.

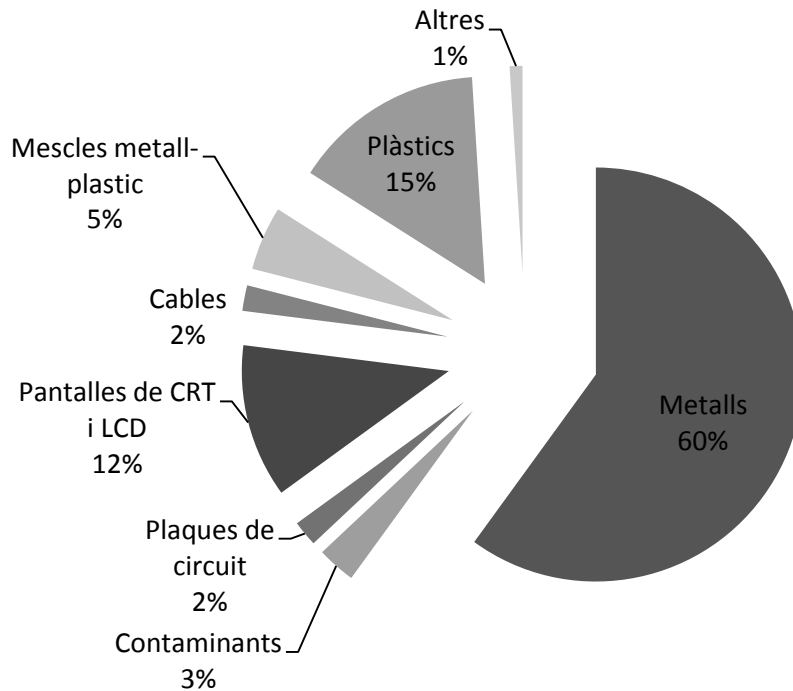


Fig.1.g: Fraccions típiques dels RAEE (Font: Ongondo F.O. et al., 2010)

Els percentatge d'alguns components han variat amb els anys ((Widmer et al.,2005, F.O.Ongondo et al., 2010). Els metalls s'han mantingut com la fracció dominant, superior al 50%, en comparació amb les substàncies contaminants i els compostos perillosos, que han disminuït un 2% lleument en quantitat. El ferro i l'acer (metalls) són els materials més comuns trobats en els aparells elèctrics i electrònics (en pes) i representen la meitat del pes total dels residus electrònics. Els plàstics són el segon component més gran en pes, l'any 2005 representaven al voltant del 21% dels RAEE, ara representen el 15%. Els metalls no fèrrics, incloent els metalls preciosos, representen el 1% del pes total de RAEE. (Widmer et al.,2005) (Ongondo F.O. et al., 2010)

El capítol 2 (Els telèfons mòbils) inclou un estudi més detallat dels materials i substàncies que utilitzen els telèfons mòbils. Aquest estudi ens ajudarà a estimar la quantitat de metalls que és poden recuperar dels telèfons mòbils fora d'ús i estimar el percentatge de reciclatge total.

1.4 CAS ESTUDI DE LA TELEFONIA MÒBIL

Una vegada definit i establert el context dels aparells elèctric i electrònics, d'aquí en endavant, l'estudi és centrarà en el cas de la telefonia mòbil. El següent capítol analitza les substàncies dels telèfons mòbils, les problemàtiques ambientals dels metalls que els formen i el seu reciclatge. En un tercer capítol és representa el sistema de gestió final dels telèfons mòbils. En el quart i cinquè apartats s'enfronta la part pràctica del projecte. En el quart capítol, s'estudiaran diverses metodologies amb l'objectiu de desenvolupar una metodologia pròpia per la quantificació dels telèfons mòbils fora d'ús. En el cinquè capítol és quantifica el potencial de reciclatge de telèfons mòbils i de metalls, i és presenten propostes de millora a la gestió dels telèfons mòbils fora d'ús. Finalment, en un sisè capítol s'exposen les conclusions del projecte.

2. ELS TELÈFONS MÒBILS

Conèixer la composició dels telèfons mòbils ens servirà per estudiar la quantitat de material susceptible de reciclar. A més els resultats poden servir per avaluar l'impacte ambiental de la mala gestió dels telèfons mòbils.

Els telèfons mòbils estan formats majoritàriament per plàstics i metalls. L'evolució de la tecnologia mòbil (reducció de mida i pes, introducció de noves funcions com càmera i radio, internet sense fil, etc.) s'ha realitzat gràcies a la incorporació de nous metalls, els anomenats metalls especials (per exemple: antimoni, liti, terres rares...). Aquests metalls són un recurs geològicament escàs que depèn de dos factors: el subministrament del recurs i la demanda d'aquest. L'elevat risc de subministrament de la majoria de metalls que requereixen els telèfons mòbils és degut a l'existència coneguda de poques fonts de recursos i a la concentració de la producció en només onze països del món. I a més a que és tracta d'un recurs no renovable. La demanda té un efecte molt important en l'escassetat del recurs. Bàsicament depèn de l'usuari final i de l'eficàcia de la cadena de subministrament. La demanda depèn de l'ús dels materials que faci la població i per tant de la mida de la població. La població mundial actual és més del doble de la població a l'any 1950 (*Faostat, 2012*). També depèn de la prosperitat de la societat, es a dir, l'augment de la qualitat de vida i el poder adquisitiu permet a les persones tenir més accés a les noves tecnologies. La producció en massa i el desenvolupament constant de noves tecnologies i tecnologies emergents incita a la població augmentar-ne el consum. Per últim, la demanda depèn de la substitució de materials. La substitució de materials disminueix la demanda d'un material quan l'aplicació per la que s'usava es deixa de fer. (*Wouters H., Bol D., 2009*). Es per aquestes raons que el risc en la disponibilitat dels metalls genera preocupació i la necessitat d'estudiar les possibilitats de reciclar-los. D'altra banda, l'impacte ambiental de la mala gestió dels telèfons mòbils requereix mesures preventives.

Tot i que en les diverses directives de substàncies (per exemple: Directiva 2002/95/CE RUSC) s'ha anat restringint l'ús de substàncies nocives per la salut humana i el medi ambient, com l'arseni o el mercuri, els telèfons mòbils encara contenen substàncies que requereixen de processos de tractament específics per tal de minimitzar el seu impacte en

la salut i el medi ambient. Un dels aspectes preocupants en la gestió descontrolada dels residus de telèfons mòbils són les exportacions a països en vies de desenvolupament en països asiàtics com Xina i la Índia, o Africans com Ghana i Somàlia, on les operacions de tractament utilitzades o la manca d'operacions de tractament condueixen a conseqüències adverses pel medi ambient i la salut humana (*Ongondo F.O. and Williams I.D.*). Per exemple, la crema a cel obert de plàstics; l'exposició oberta dels abocadors, l'inadequat desmuntatge de soldadures tòxiques i altres pràctiques il·lícites. Els residus de telèfons mòbils en abocadors oberts es troben en contacte amb el medi ambient i les substàncies són alterades degut als canvis climàtics (escalfament, humitat..). L'exposició dels humans directament a aquests residus per desmuntar-los i recuperar-ne peces, etc. pot resultar en conseqüències greus per la salut. (*Ongondo F.O., Williams I.D.*)

Els metalls pesants que es troben en els telèfons mòbils (com el plom) llençats a abocadors, poden contaminar l'aigua potable per lixiviació a les aigües subterrànies. (*Fishbein, B.K., 2002*). Per tant una bona gestió dels telèfons mòbils evitaria els impactes provocats per l'eliminació descontrolada al medi ambient i a la salut humana.

A continuació s'explica amb més detall quina és la composició dels telèfons mòbils i les limitacions en la disponibilitat d'alguns dels metalls que s'utilitzen. En aquest context es defineixen els metalls crítics i *hitch-hikers* (*metalls que apareixen agrupats*). També es descriu els impactes ambientals de la producció dels telèfons mòbils en els processos d'extracció de metalls, reutilització, disposició, incineració i l'ús de les tecnologies dels residus. I finalment del reciclatge de telèfons mòbils.

2.1 COMPONENTS D'UN MÒBIL

Les tecnologies d'avantguarda han evolucionat i incrementat la quantitat i diversitat de materials que es requereixen per la seva producció. Als anys 80, un mòbil pesava de mitjana 4,5 kg i estava constituït de 20 materials diferents. Ara un mòbil tan sols pesa 100 grams de mitja i el nombre de materials que el formen compren de 500 a 1000 tipus

diferents.

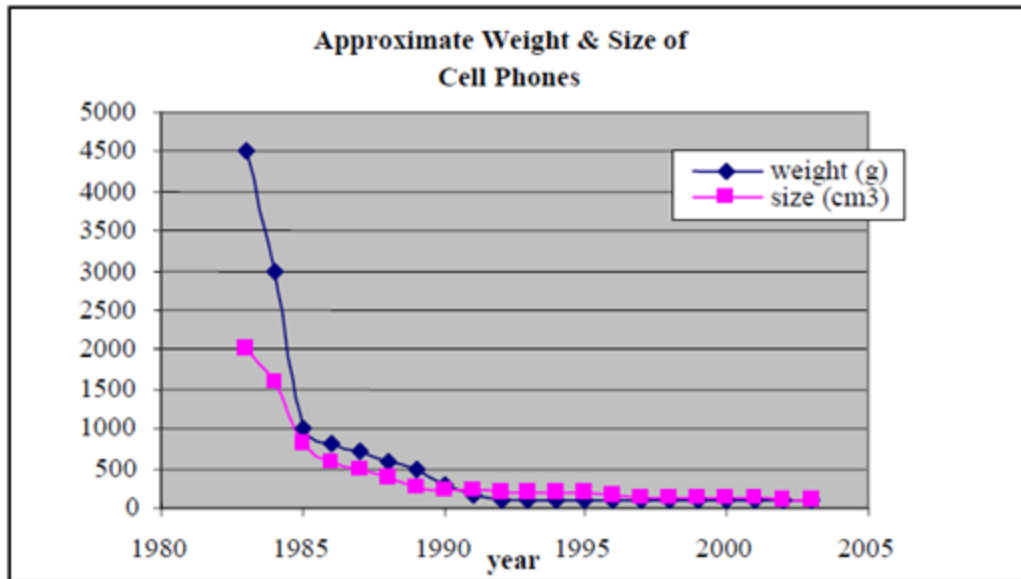


Fig.2.a: Evolució del pes i mida dels telèfons amb els anys. (Font: Neira, J. et al., 2006)

La següent imatge d'un telèfon mòbil desmuntat ens mostra les parts principals que el constitueixen: la carcassa, el teclat, la placa de circuit electrònic, la pantalla i la bateria. A continuació de la imatge s'expliquen en més detall les parts del telèfon. (Bollinger L.A. and Blass V., 2012) (IPMI, 2003)



Fig.2.b: Telèfon mòbil desmuntat



Fig. 2.c: Telèfon mòbil Smartphone.

- a) La carcassa de plàstic.
- b) El circuit electrònic (PWB): és la ment del telèfon. Controla totes les funcions i està format dels components electrònics, com ara els circuits integrats i els condensadors que connectats amb els circuits de coure es solden a la placa i es fixen amb adhesius i revestiments protectors.
- c) L'antena
- d) La pantalla (fig. 2.b): Proporciona la informació a l'usuari.
 - Pantalla LCD (fig. 2.c): Formada de cristall líquid encastat entre dues plaques de vidre; una llum posterior per la il·luminació; i transistors per proporcionar la càrrega elèctrica. (*Fishbein, B.K., 2002*). Un estudi de l'Agència de medi ambient d'Alemanya, indica que les pantalles de telèfons mòbils contenen una quantitat molt petita de cristall líquid, 5 mil·ligrams.
- e) El teclat (fig. 2.b.).
 - El teclat tàctil (fig. 2.c): Des de l'aparició de la telefonia mòbil 3G el 2002, (*Ballester, P. M., 2002*) el teclat pot ser una funció de la pantalla de LCD i deixar de ser una estructura física del telèfon.
- f) La bateria: tancada amb un tipus de tecnologia diferent segons el cas. Pot ser: níquel-cadmi; níquel-hidrur de metall; ió o polímer de liti.
- g) Connector: un petit transformador de baixa tensió de corrent continu, filferro, plàstic, amb punts de connexió de coure, que s'utilitza per recarregar la bateria.
- h) Accessoris: com uns auriculars o el cable per connectar al ordinador.

Els components que formen els telèfons mòbils es classifiquen en tres grups segons les funcions que exerceixen: mecànics, electrònics i electromecànics. Els mecànics són aquells que no desenvolupen funcions elèctriques: la carcassa i els recobriments (pintures i aïllants). Els electrònics, són aquells que desenvolupen les funcions elèctriques: el chip, els condensadors, els resistors, les plaques de circuit elèctric, les pantalles de cristall líquid (LCD), el vibrador, el MP3, la càmera, el micròfon i els auriculars. Els electromecànics són

les parts mecàniques integrades amb l'electrònica: el teclat, els aliatges i els imants. (Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011).

La imatge anterior del telèfon desmuntat (fig.2.b) també ens dona una idea dels tipus de materials utilitzats per la seva fabricació que divergeixen entre plàstics, vidres i metalls:

2.1.1 PLÀSTICS

Els plàstics constitueixen d'un 40% a 65% de la massa total del telèfon, són el material primari. La coberta està constituïda de neoprè, policarbonat i plom, mentre que la caixa està feta de plàstics resistents normalment acrilonitril butadiè estiren i policarbonat (ABS-PC). Tot i representar la meitat de l'aparell, generalment no són reciclats a diferència d'altres tipus de plàstics. Això és degut a l'adició o revestiment de retardants de flama, i/o a la presència d'elements de fixació que dificulten el desmuntatge.

Un altre factor és que avui dia, els plàstics utilitzats en telèfons no són compatibles amb els plàstics d'altres aparells elèctrics i electrònics. I tot i que els plàstics representin un alt percentatge del telèfon, un telèfon és molt petit i la quantitat de plàstics per unitat és baixa en relació als alts costos de desmuntatge. (Neira, J. et al. 2006)

2.1.2 VIDRE

El reciclatge dels vidres es troben en la mateixa situació que els plàstics. El profit esperat de reciclar-los és massa petit en relació als costos econòmics que comporta el procés. A més el material pot ser heterogeni i contaminant, per això sol ser incinerat. (Neira, J. et al. 2006)

2.1.3 METALLS

Els metalls constitueixen el 20-30% del pes del telèfon i s'arriben a utilitzar 40 metalls diferents de la taula periòdica (el nombre d'elements divergeix segons el fabricant, però el rang oscil·la entre 40-70 elements diferents (per exemple, Nokia diu que utilitzen 64

elements) (*Ongondo, F.O. and Williams I.D., 2011*) (*Neira, J. et al. 2006*). Els grups de metalls més comuns per la producció són els conductors (or, plata i coure); semiconductors (especialment gal·li i terres rares); fotodetectors i fotoemissors. (*Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., Ayres, R., 2011*) La majoria d'ells són metalls especials i preciosos de la classificació dels metalls crítics.

La mescla més complexa de substàncies és troba en les plaques de circuits impresos (PWBs). A les plaques de circuits és on és concentra l'electrònica de l'aparell i es construeixen a partir de metalls. L'augment de les aplicacions dels telèfons, comporta més complexitat electrònica, i per tant més metalls a utilitzar. En el reciclatge dels telèfons mòbils es poden recuperar el 90-95% dels metalls i aquests poden ser refinats fins un 99,9-99,99 % de puresa, i obtenint el mateix valor que si fossin productes primaris (*UNEP, 2009*)

Una de les raons per les quals els telèfons mòbils d'avui dia pesen menys i són més petits es per l'evolució en la composició de metalls. L'any 1999 estaven compostos de 18 metalls, l'any 2011 d'uns 40-60. A continuació es mostra l'evolució de la composició en tres períodes diferents 1999/2003; 2008 i 2011 (veure taula 2.c). Les dades de cada període provenen de diferents fonts, per això el contrast pot perdre una mica de fiabilitat.

	1999-2003	2008	2011
Metalls ferrosos	Cr, Fe, Ni,	Cr, Mo, Mn, Ni,	Cr, Fe, Mo, Mn, Nb, Ni, V
Metalls no ferrosos	Al, Cu, Pb, Sn	Al, Co, Cu, Mg, Pb, Sn, Ti, Zn	Al, Co, Cu, Mg, Pb, Sn, Ti, Zn
Metalls preciosos	Ag, Au, Pd, Pt,	Ag, Au, Pd, Pt, Ru,	Ag, Au, Pd, Pt, Rh, Ru
		Be, Li, Sr, Ba, Y, Zr, Ta, W, B,	Li, Be, sr, Ba, Y, Zr, Hf, Ta, W, Re, B, Ga, In, Tl, Ge, As, Sb, Bi, Se, Te, Terres rares (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho)
Metalls especials	As, Be, Bi, Cd, Sb, Ta	Ga, In, G, As, Sb, Bi,	
Altres elements	Br, Cl	H, K, C, Si, N, P, O, S, F, Cl, Br	H, Na, K, C, N, O, F, Si, P, S, Cl, Br, S, P, Si

Taula 2.d: Evolució de la composició de metalls dels telèfons mòbils. (Font: *Elaboració pròpia*)

1999-2003: El 1999 s'utilitzaven 18 metalls per als telèfons mòbils, al llarg de l'interval de temps no consta que s'introduís cap nou element. Però si que van augmentar els

percentatges d'ús al voltant dels 100% en la majoria dels metalls. També hi va haver un gran augment en la quantitat de vidre, plàstic i LCD utilitzats. *(Neira, J. et al. 2006)*

2008: Les dades de Umicore indiquen que ja s'utilitzaven 43 metalls per als telèfons mòbils l'any 2008, és a dir, 25 metalls més que cinc anys enrere. Apareixen els primers metalls preciosos (Ru, Pd, Ag, Pt, Au) i alguns especials (Li, Be, B, Ga, Ge, Sr, In, Sb, Ba). S'han torbat altres dades de Umicore on l'any 2007 s'utilitzaven 47 metalls. *(Step, 2009)*

2011. Avui dia els telèfons mòbils estan formats de 64 elements de la Taula Periòdica. Data on apareixen les terres rares i altres metalls especials (Sc, Se, Y, Zr, Te, Lu*, Hf, Ta, W, Re, Hg*, Tl, Bi), i un altre metall preciós (Rh) *(Santavaara, Ilona. Nokia 2011) (UNEP, 2011)*

La introducció progressiva de metalls especials i preciosos així com de les terres rares en la composició dels mòbils coincideix amb el desenvolupament de la generació 3G de la telefonia mòbil des de la seva arribada l'any 2002 i amb la creació d'aplicacions noves i sofisticades. *(The Mobile phone directory)*

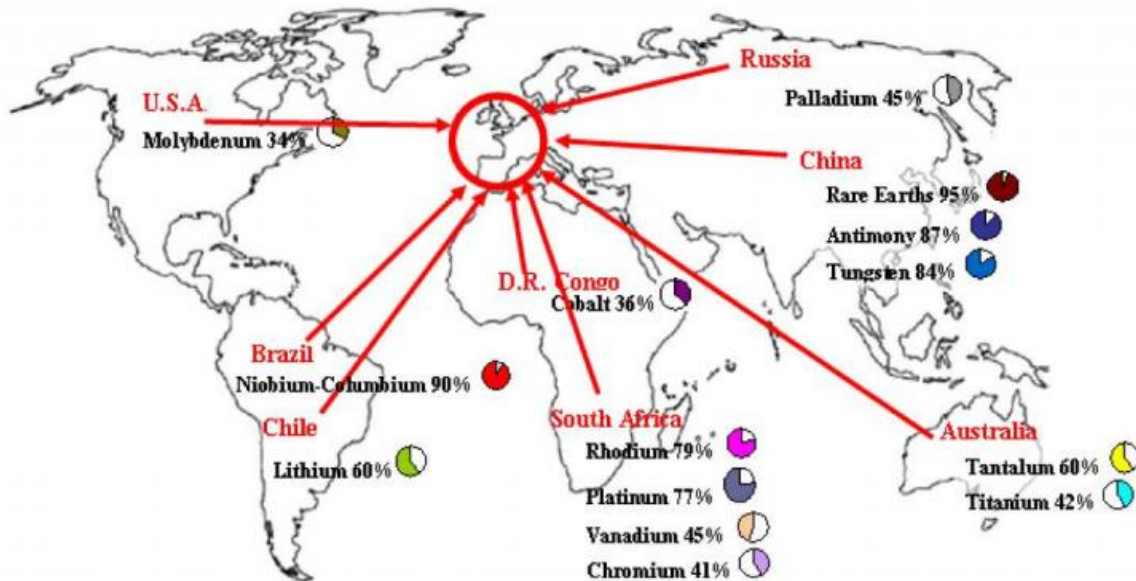
2.2 LIMITACIONS EN LA DISPONIBILITAT DE RECURSOS: EL CAS DELS METALLS

La producció mundial de metalls està dominada pels metalls ordinaris. Els metalls ordinaris són aquells geològicament abundants, i que normalment tenen varis substituïts i usos. Per contra els metalls especials, alguns d'ells classificats com a metalls crítics, són geològicament escassos, de difícil extracció, i amb usos molt específics que dificulten la substitució. Els metalls ordinaris són alumini, arsènic, beril·li, bor, cadmi, crom, coure, or, plom, magnesi, mercuri, molibdè, níquel, niobi, rubidi, silici, estany, titani, tungstè i zinc. *(Talens Peiro, L.; Ayres, R., 2012)*

Les reserves i la producció de metalls especials es concentren en pocs països de tot el món. Per exemple, més del 90% de terres rares i antimoni, i més del 75% de germani i

tungstè són produïdes a la Xina, o el 90% de niobi a Brasil i el 77% de platí a Sud-àfrica. A més, hi ha un conjunt de metalls especials que esdevenen més preocupants perquè són subproductes de la mineria dels metalls ordinaris: l'alumini, el coure, el ferro, el níquel, l'estany i el zinc. Això implica que la seva disponibilitat està condicionada en gran mesura per la disponibilitat del producte principal. Són els anomenats metalls *hitch-hickers* definits més endavant. (Talens Peiro, L.; Ayres, R., 2012)

La figura 2.e mostra els percentatges de producció dels diferents metalls especials a cada país i els països del món amb producció de metalls preciosos que subministraven metalls a Europa el 2008. (USGS, 2008).



Data source : World Mining Data (2008) **=USGS (2008)
The figures and pie graphs indicate the proportion of world production

Fig.2.e: Proporción de la producció mundial 2008 (Font: Wouters H., Bol D, 2009 amb dades del USGS 2008)

L'accés fiable als recursos s'ha convertit en una preocupació per països dependents. El funcionament del sistema econòmic Europeu, així com EEUU i Japó gira entorn les noves tecnologies. Per tal de conservar-lo, els governs de diversos països estan prenent mesures de mitigació de les restriccions de subministrament i accions específiques, com ara l'emmagatzematge.

Europa, però, es troba en una situació especialment complicada per diverses raons. Primerament, a causa de la baixa producció, només el 3% del subministrament mundial de metalls, té una alta dependència de les importacions de matèries primeres. La dependència de les importacions i els subministraments concentrats situen a la comunitat en una posició de desavantatge i submissió respecte els països rics en recursos. Europa no té el control dels preus i les seves indústries son vulnerables als canvis d'oferta. Els països rics en recursos proveeixen primer a les indústries locals, donant-les-hi avantatge en la producció (*Rademaker, M. and Kooroshy J., 2010*). Aquesta situació s'agreuja degut a que les noves tecnologies emergents requereixen cada vegada més metalls especials. A més, les importacions estan cada vegada més afectades per la pressió d'economies emergents i per les recurrents mesures de política nacional que pertorben el funcionament normal dels mercats globals.

En segon lloc, l'estricta legislació ambiental i minera de la comunitat europea, junt amb els diversos usos del sòl, marquen una forta competència per a l'explotació minera. Per això, tot i que Europa posseeix dipòsits sense explotar i es desconeix tot el potencial geològic del continent, pot haver-hi un marge de deu anys des de la troballa d'una mina fins a la seva explotació. (*Rademaker, M. and Kooroshy J., 2010*).

La difícil posició d'Europa en quant a l'obtenció de minerals es podria resoldre parcialment mitjançant el reciclatge dels metalls. El reciclatge esdevindria una forma d'obtenir els metalls escassos en un termini més curt. A llarg termini la inversió seria més baixa, i es tancaria el cicle de materials. (*Wouters H., Bol D, 2009*)

Per fer front a la necessitat d'aquestes matèries, la Comissió Europea va llançar una iniciativa estratègica el Novembre del 2008: “ La iniciativa Europea de les matèries primeres. Estableix mesures per evitar les polítiques restrictives dels proveïdors, millora de les condicions marc per a l'extracció de minerals dins d'Europa, i promoure el reciclatge i l'eficiència dels recursos d'aquests materials. (*EC, 2010*)

2.2.1. METALLS CRÍTICS

Un estudi de la Unió Europea va identificar 41 elements de la taula periòdica potencialment crítics. La UE defineix un metall crític segons la escassetat geològica, el risc de subministrament i el valor/demanda econòmica (EC, 2010). La UNEP pren la mateixa definició que la UE però amb més matisos. La definició de la UNEP classifica els metalls crítics segons el risc de subministrament, l'escassetat geològica i el valor/demanda econòmica i especifica que el risc de subministrament depèn de tres factors: 1) L'estabilitat politico-econòmica dels països de producció. Per conèixer el grau d'estabilitat mesura components que determinen si l'explotació del recurs serà abusiva o controlada. Aquests components són el poder polític i la rendició de comptes; l'estabilitat política i l'absència de violència/terrorisme; l'efectivitat del govern, el paper de la llei, i el control de la corrupció; 2) El nivell de concentració de la producció. Quan augmenta la producció d'un metall, es per que ja no té competència i ha guanyat poder en el mercat, per tant augmenta el risc de esdevenir crític. 3) El potencial de substitució i la mitjana de reciclatge. (UNEP 2009.) En un report posterior també de la UNEP realitzat per el Öko Institute d'Alemanya l'any 2011, es classifiquen els metalls crítics segons el risc de subministrament, el risc econòmic i les dificultats de reciclatge. (Schüler, D., et al, 2011)

En aquest projecte prenem la definició de la UE. La UE considera que el risc de subministrament dels metalls crítics, és degut a l'escassetat de recursos geològics i a la distribució de la producció mundial. El mapa a continuació mostra les mines més importants de producció de metalls crítics que hi ha a tot el món. Únicament hi ha producció minera a onze països diferents de tot el món i només a la Xina més de dues varietats diferents. És a dir, la majoria d'elements, tan sols és produeixen en un país concret, com per exemple el niobi a Brasil. Els principals països productors són la Xina (antimoni, fluorita, gal·li, germani, grafit, indi, magnesi, terres rares i tungstè), Rússia (PGM), la República Democràtica del Congo (cobalt i tàntal) i Brasil (niobi i tàntal) (veure fig. 2.f). La concentració de la producció es veu afectada per la baixa capacitat de substitució dels metalls. (UNEP, 2010).

Production concentration of critical raw mineral materials

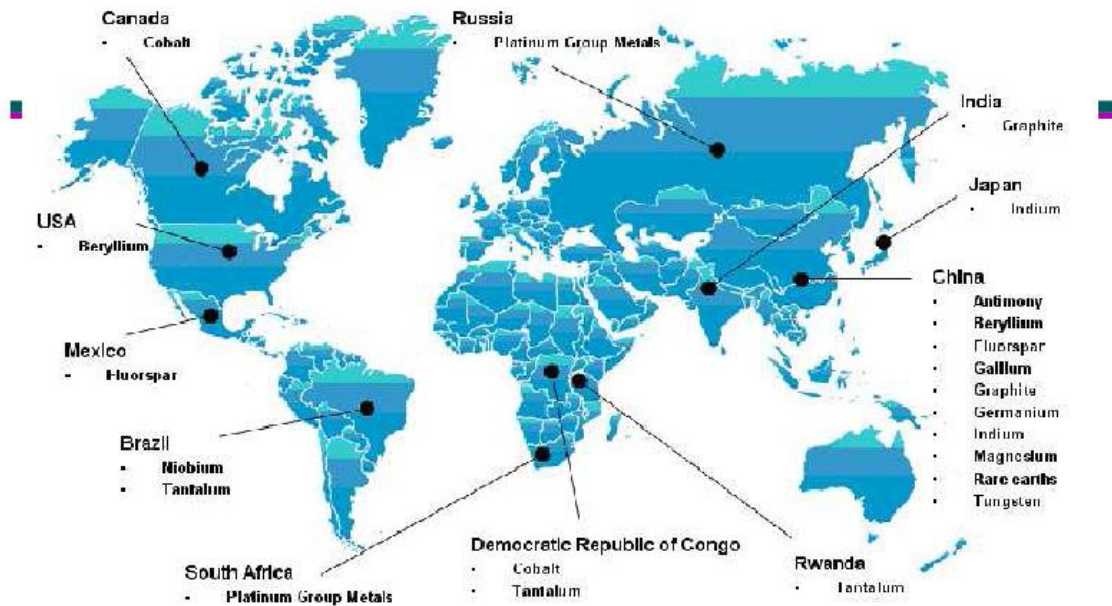


Fig. 2.f: Producció de metalls al món. (*Hydro WEEE 2011/2012*).

Un dels factors determinants en el factor de la importància econòmica alhora de definir els metalls crítics, són els canvis i avenços tecnològics. La ràpida difusió de les noves tecnologies fa que augmenti sobtadament la demanda d'un metall.

Un estudi del Ministeri d'Economia i Tecnologia d'Alemanya, fa prediccions per el creixement de les noves tecnologies i indica que se n'espera una evolució i ràpid creixement fins l'any 2030 (*Hagelüken. C., 2008.*) Seguidament, en una taula del informe *Critical Raw Materials for the EU* es quantifica a nivell global la producció a l'any 2006 en relació a la demanda a l'any 2006 i 2030 de certs metalls crítics. (*EC, 2010*)

Raw material	Production 2006 ¹⁾ (t)	ETRD 2006 (t)	ETRD 2030 (t)	Indicator 2006	Indicator 2030
Gallium	152 ⁶⁾	28	603	0,18 ¹⁾	3,97 ¹⁾
Indium	581	234	1.911	0,40 ¹⁾	3,29 ¹⁾
Germanium	100	28	220	0,28 ¹⁾	2,20 ¹⁾
Neodymium ⁷⁾	16.800	4.000	27.900	0,23 ¹⁾	1,66 ¹⁾
Platinum ⁸⁾	255	very small	345	0	1,35 ¹⁾
Tantalum	1.384	551	1.410	0,40 ¹⁾	1,02 ¹⁾
Silver	19.051	5.342	15.823	0,28 ¹⁾	0,83 ¹⁾
Cobalt	62.279	12.820	26.860	0,21 ¹⁾	0,43 ¹⁾
Palladium ⁸⁾	267	23	77	0,09 ¹⁾	0,29 ¹⁾
Titanium	7.211.000 ³⁾	15.397	58.148	0,08	0,29
Copper	15.093.000	1.410.000	3.696.070	0,09	0,24
Ruthenium ⁸⁾	29 ⁴⁾	0	1	0	0,03
Niobium	44.531	288	1.410	0,01	0,03
Antimony	172.223	28	71	<0,01	<0,01
Chromium	19.825.713 ²⁾	11.250	41.900	<0,01	<0,01

ETRD = Emerging Technologies Raw Material Demand

¹⁾ Data updated by the BGR based on new information ²⁾ Chromite ³⁾ Ore concentrate ⁴⁾ Consumption
⁶⁾ Estimation of full production in China and Russia ⁷⁾ rare earth ⁸⁾ platinum group metals

Taula 2.g: Demanda global de matèries primeres de les tecnologies emergents el 2006 i la predicció al 2030 en relació a la producció de la matèria al 2006.

(Font: EC, 2010. Publicat per BGR⁹ Abril 2010)

L'anàlisi de l'efecte de les noves tecnologies en la demanda de matèria prima revela la influència de la implementació de noves tecnologies sobre l'augment de la demanda de metalls crítics. Les xifres de la demanda de matèria primera de les tecnologies emergents en el 2006 (ETRD 2006) mostren la proporció de la producció mundial de la matèria prima destinada específicament a les tecnologies emergents. Les xifres del 2030 mostren respecte la demanda actual quina serà la proporció de la producció mundial de matèries primeres requerides l'any 2030. Les dues últimes columnes són un indicador de la demanda d'ampliació de la capacitat extractiva. La demanda de gal·li i indi l'any 2030 serà de 4 i 3.3 vegades, respectivament, superiors a la quantitat total produïda a l'any 2006.

⁹ BGR: The three biggest letters in Tech. www.bgr.com

Una situació semblant passarà pel germani. Per altres metalls com la plata, el cobalt, pal·ladi, titani i coure, la producció possiblement no superarà la demanda. (EC, 2010)

La figura 2.h. mostra un diagrama de la classificació dels metalls crítics segons els caràcters de la definició de la UE. L'eix de les X indica la posició de les substàncies en relació a la importància per l'economia de la UE. L'eix de les Y indica la posició de les substàncies en relació al risc de subministrament identificat. Els metalls s'han agrupat en 3 grups.

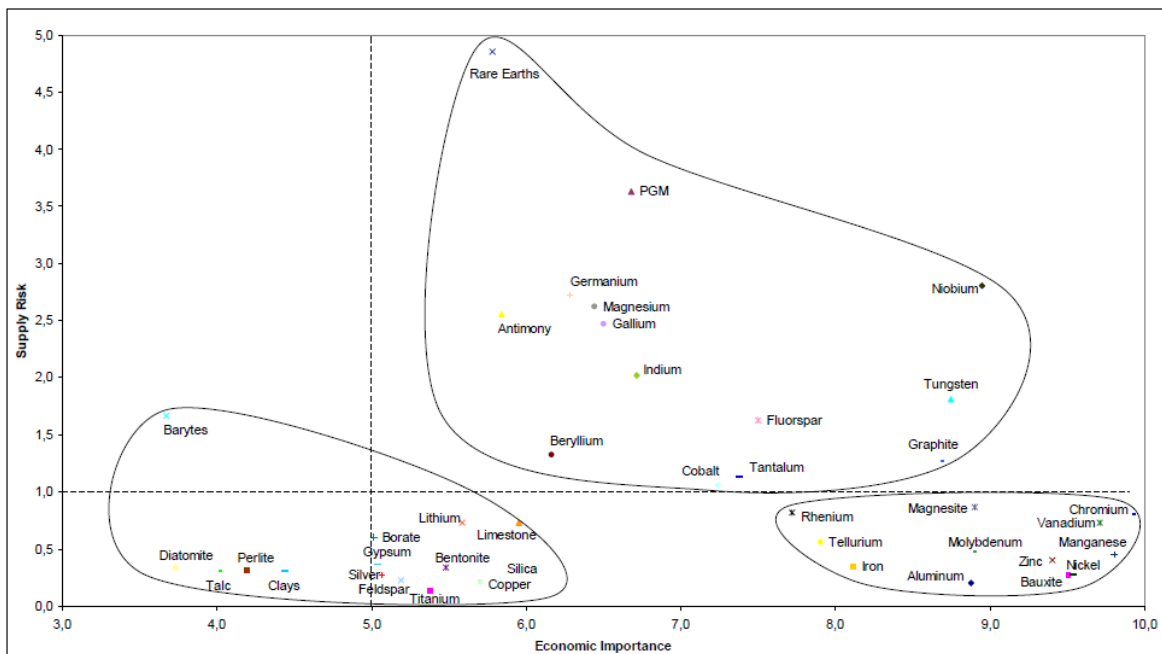


Fig.2.h.: Classificació dels metalls crítics. (Font: EC, 2010)

- El grup situat al requadre inferior de la dreta recull metalls que es troben al límit de ser crítics. Rh, magnesia, Te, Ir, Al, Mo, Zn, bauxita, Ni, Mn, V, Cr. Ocupen el màxim rang d'importància econòmica, un petit canvi en el factor del risc de subministrament, provocaria l'extensió del llistat dels metalls crítics per aquesta banda.
- El grup situat al requadre inferior esquerra conté metalls que hauran de ser reclassificats com a metalls crítics en un període de temps curt, segons prediccions de la UE. Són: baritina, diatomita, talc, argila, perlita, Li, borat, guix, Ag, feldspat, Ti, bentonita, pedra calcària, Si, Cu.

- El grup de metalls del requadre superior dreta inclou els metalls que ja es troben en el rang crític. És mostren en el quadre a continuació (fig. 2.i). La UNEP segueix les mateixes pautes que la UE, l'única diferència és que també inclou el liti en la classificació.

Antimoni	Indi
Beril·li	Magnesi
Cobalt	Niobi
Fluorita	PGMs (grups metàl·lics de platí) ¹⁰
Gal·li	Terres rares ¹¹
Germani	Tàntal
Grafit	Tungstè

Taula 2.i: Metalls crítics segons la classificació de la UE. (Font: EC, 2010)

2.2.2 METALLS HITCH-HICKERS

Alguns elements només estan disponibles en parts per milió a l'escorça terrestre. No obstant això, és troben en els dipòsits de minerals en grans concentracions, fet que els fa fàcilment recuperables. Compleixen aquesta qualitat el coure, or, plom, mercuri, metalls del grup del platí (PGM), plata, estany i zinc, en particular. Aquests metalls poden ser explotats per ells mateixos. Hi ha d'altres elements que geològicament són menys escassos, però el mapa de la seva distribució al sòl dificulta la seva obtenció. Són metalls que no és troben en altes concentracions, es troben en el medi com a contaminants o elements traça en les concentracions d'altres metalls als quals són químicament similars. Els metalls de baixa concentració, escassos, són anomenats *hitch-hickers*, ja que acompanyen al de major concentració, l'*atractor*. (Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G.; Ayres, R., 2011)

¹⁰ Grups de Metalls de Platí (PGM's): platí, pal·ladi, rodi, ruteni, osmi.

¹¹ Terres rares: itri, escandi, i el grup dels lantànids (lantani, ceri, praseodimi, neodimi, prometi, samari, europi, gadolini, terbi, disprosi, holmi, erbi, tuli, iterbi i luteci).

Aquests tipus de metalls són essencials tant per les noves tecnologies com també per altres usos com cotxes elèctrics que necessiten liti i neodimi, platí pels catalitzadors de cotxes, indi, gal·li, seleni i tel·luri pels panells solars, cobalt per maximitzar l'eficiència dels trens d'alta velocitat, etc. Les funcions dels metalls *hitch-hikers* són (Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G.; Ayres, R., 2011):

- Dopant pels semiconductors en: plaques de circuits; fibres òptiques, fòsfors; detectors, cèl·lules fotovoltaïques
- Catalitzadors en: automòbils; indústria petrolera; indústria química
- Emmagatzematge elèctric: bateries
- Aliatges: imants; aliatges metalls; carburats cementats
- Additius: pigments de vidre; pigments de ceràmica
- Abrasius
- Altres usos

El llistat de metalls *hitch-hikers* inclou gal·li (a partir de bauxita); molibdè, reni, seleni, tel·luri (a partir de mineral de coure), germani i indi (de zinc); cobalt (a partir de mineral de coure i mineral de níquel) i rodi i ruteni (de platí i pal·ladi). Les terres rares també es consideren *hitch-hikers* tot i que geològicament no són escassos. La raó es que el 50% de la producció mundial de les terres rares es genera com a subproductes de les menes de ferro a la Xina. A més, la majoria de terres rares també són subproductes d'altres metalls de terres rares que a la vegada són subproductes, en concret dels quatre subproductes més importants: ceri, lantani, neodimi i itri. (Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., Ayres, R. 2011). La figura 2.j. il·lustra el recursos minerals i metalls primaris, anomenats tractors, i la producció de metalls *hitch-hikers*.

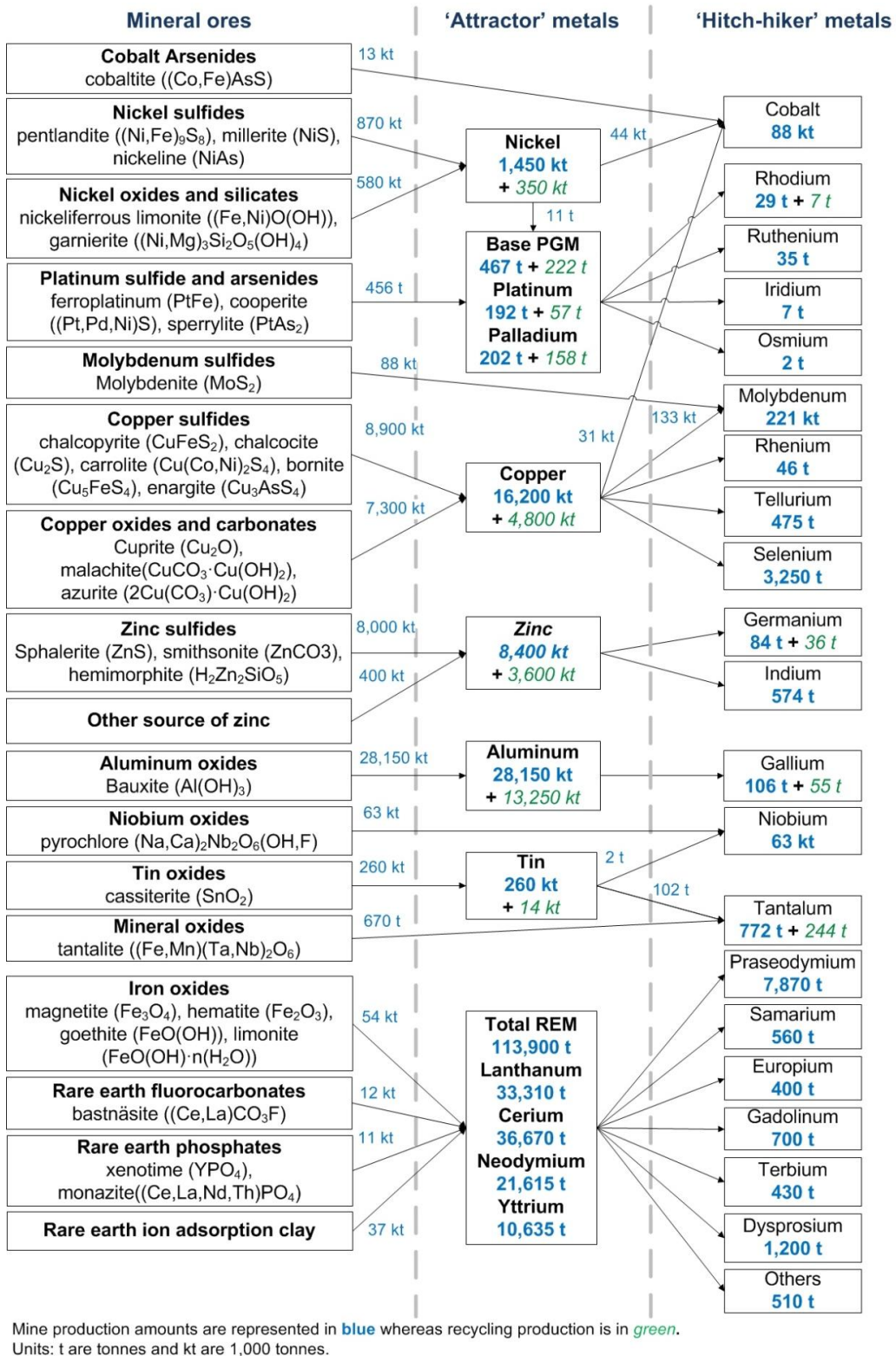


Fig.2.j: Mostra els minerals i metalls tractors que actualment s'utilitzen per produir-los.

(Font: Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., Ayres, R. 2011)

Hi ha certs metalls que s'obtenen parcialment de dipòsits miners com per exemple el cobalt, el molibdè, el niobi i el tàntal. El cobalt s'obté majoritàriament, el 85%, com a subproducte del níquel i el coure, i només un 15% prové dels propis dipòsits d'arsenits de cobalt. El 40% del molibdè prové de les mines de sílfid de molibdè i el 60% restant com a subproducte de les menes de coure. El niobi és produït bàsicament dels minerals d'òxid de niobi, excepte un 1% poc significatiu que prové de l'estany. El 87% del tàntal es produït de minerals d'òxid (tantalita) i el 13% restant com a subproducte de l'estany. Tots els altres minerals *hitch-hikers* actualment es produïxen com a subproductes dels metalls tractats.

Rodi, ruteni, iridi i osmi són subproductes de platí i el pal·ladi s'obté a partir de sulfurs de platí i arsenits. El processament de coure és la font més important de reni, tel·luri i seleni. El germani i l'indi són subproductes de zinc, i el gal·li és un subproducte de l'alumini. Praseodimi, samari, europi, gadolini, terbi i disprosi són subproductes de lantani, ceri, neodimi i itri, que s'obtenen parcialment de minerals de ferro a la Xina. En general, gairebé tots els principals metalls industrials tenen metalls *hitch-hikers* associats a ells. A part dels elements de terres rares, els minerals de coure tenen la major diversitat de subproductes de metalls. Els minerals de coure, a nivell mundial, estan associats amb 8 subproductes metalls (cobalt, germani, or, molibdè, reni, seleni, plata i tel·lur), a més d'alguns PGM's. En l'actualitat, els metalls crítics coproduïts activament de coure són el cobalt i el tel·luri. (*Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., Ayres, R. 2011*)

2.2.3 METALLS CRÍTICS UTILITZATS ALS TELÈFONS MÒBILS

El llistat de metalls que és presentat és resultat del taller de Prosuite que estudia els metalls especials utilitzats en la part elèctrica, electromecànica i mecànica dels telèfons mòbils i exclou els utilitzats en bateries, carregadors, recobriments com pintures, etc. definint critical raw materials for the EU i Mineral commodity summaries 2011 U.S.Geological Survey (*Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011*).

A continuació es descriu en quina part del telèfon mòbil podem trobar cadascun dels metalls del inventari i aspectes com producció i limitacions¹²:

Cobalt

- Part del telèfon mòbil: Es troba a la bateria, també a les plaques de circuit integrat
- Producció: La major part de la producció mundial la té la República Democràtica del Congo.
- Substitució: Opcions limitades per a la substitució.

Coure

- Part de telèfon mòbil: El coure té múltiples utilitats per als telèfons mòbils. En les funcions d'electrònica s'utilitza per el chip i la placa de circuit imprès. En l'electromecànica s'utilitza d'aliatge. I d'altra banda, s'utilitza pels cables del carregador.
- Producció: Hi ha diversos països amb reserves de coure, però el 24% és troben concentrades a Xile. Perú i Austràlia son els següents en tenir grans reserves de coure, el 125 cadascun. La producció mundial és del 2,8%. Els majors productors, són Xile, Xina, els Estats Units i Perú.
- Reciclatge: Es un metall relativament fàcil de reciclar perquè la tecnologia és molt semblant a la que s'utilitza per la producció primària.
- Substitució: L'alumini és l'únic substitut conegut possible per l'ús de coure en cables i aparells electrònics.

Gal·li

- Part de telèfon mòbil: Es un aliatge de la part electromecànica
- Producció: Xina és el principal productor (75%), tot i que a la UE també hi ha una certa producció en els països d'Hongria i Eslovàquia.

¹² Les referències de les característiques dels metalls són:

- *Funcions dels metalls: (Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011), (UNEP, 2009)*
- *Característiques de producció, reciclatge i substitució: (Hagelüken, C., 2008) (EC, 2010) (USGS, 2011)*

Sud-àfrica, la Xina i Rússia imposen restriccions comercials sobre aquest metall.

- Reciclatge: Actualment el gal·li de la ferralla vella no és recicla.
- Substitució: Existeixen substituïts per el gal·li, però només són vàlids en aplicacions concretes.

Germani

- Part de telèfon mòbil: És un imant de la part electromecànica
- Producció: La UE és molt dependent de les importacions procedents de la Xina, les quals van representar més del 71% de la producció mundial l'any 2009.
- Recuperació i reciclatge: No es recupera dins de la UE, tot i que els minerals importats són refinats i el germani en metall s'exporta. Només es recicla el 30%.

Indi

- Part de telèfon mòbil: És troba en la pantalla de cristall líquid en la part d'electrònica.
- Producció: Més del 81% de les importacions d'Indi a la UE tenen els seus orígens a la Xina.
- Reciclatge: Les possibilitats de reciclatge d'indi es limiten principalment als residus de fabricació.
- Substitució: La substitució només és possible en algunes aplicacions.

Liti

- Part de telèfon mòbil: És un aliatge de la part electromecànica, a més del seu ús en les bateries.
- Producció: No hi ha producció a la UE. El 95% de la producció mundial és concentra en primer lloc a Xile i Austràlia, i en segon lloc a Xina, Estats Units i Argentina. El 58% de les reserves es troben a Xile, i el 27% a Xina. La resta es troben repartides entre Estats Units, Argentina, Austràlia, Brasil, Portugal i Zimbabwe.
- Reciclatge: Al llarg de la història el reciclatge de liti ha estat insignificant. Darrerament està creixent el reciclatge de les bateries de liti.

- Substitució: Els aliatges de liti-alumini poden ser substituïts per bor.

Niobi

- Part de telèfon mòbil: no s'ha identificat la seva funció específica.
- Producció: No hi ha producció a la UE. Més del 92% de niobi es produeix a Brasil, i el 7% restant al Canadà.
- Reciclatge: La proporció estimada reciclada del consum total és del 20%.
- Substitució: Encara que la substitució de niobi és possible, pot implicar majors costos i/o pèrdua de rendiment.

Grup de metalls del platí (PGM): platí, pal·ladi, ruteni

- Part de telèfon mòbil: Es troben en l'electrònica de l'aparell, a la placa de circuit imprès i en la pantalla de cristall líquid.
- Producció: No hi ha producció primària a la UE. Les principals fonts de PGM de la UE són a Sud-àfrica (60%) i a la Federació de Rússia (més del 30%).
- Recuperació i reciclatge: A causa del caràcter obert dels seus cicles de vida, la recuperació de PGM de productes de consum és encara limitada. A Europa, el nivell de recuperació de PGM utilitzats en catalitzadors d'automoció es manté molt per sota del 50%, mentre que per a aplicacions d'electrònica es troba tan sols al voltant del 10%. El desafiament pels PGM en les aplicacions de consum és la recollida i la canalització a través de la cadena de reciclatge i dirigir-ho als processos de recuperació de metalls. Fins a cert punt, els PGM també s'utilitzen de forma força dissipativa, fet que comporta reptes econòmics i tècnics sobre el reciclatge.
- Substitució: Sovint els PGM són intercanviables, és poden substituir un per un altre, però no dóna cap avantatge, tenint en compte que la producció de platí i pal·ladi són de la mateixa magnitud.

Or

- Part de telèfon mòbil: L'or té múltiples utilitats en els telèfons mòbils. En l'electrònica de l'aparell s'utilitza en el chip i en la placa de circuit imprès. Serveix d'aliatge en la part d'electromecànica. I també s'utilitza en la part mecànica per la carcassa del telèfon.
- Producció: Les majors concentracions de reserves d'or es troben a Austràlia i Sud-àfrica. Però hi ha forces més països amb reserves d'aquest recurs: Estats Units, Brasil, Canadà, Xile, Xina, Ghana, Indonèsia, Mèxic, Papua nova Guinea, Perú, Rússia i Uzbekistan. La producció mundial és només del 4% respecte les reserves. El major productor es la Xina seguida d'estats Units i Austràlia.
- Reciclatge. El reciclatge d'Or provinent de residus vells o nous és recicla en quantitats importants. Per exemple, l'any 2010 als Estats Units es varen reciclar 205 tones d'or quan el consum d'aquell any era de 105 tones.
- Substitució: Normalment el pal·ladi, platí i la plata poden substituir l'or. En productes electrònics és pot substituir per metalls bàsics recoberts d'Or.

Plata

- Part de telèfon mòbil: La plata és troba en l'electrònica del telèfons, en el chip.
- Producció: Les reserves més grans és concentren a Perú, i representen el 24% del total mundial. Però la producció esta dividida en parts aproximades entre els països que tenen reserves, que són: Estats Units, Austràlia, Bolívia, Canadà, Xile, Xina, Mèxic, Perú, Polònia, Rússia i d'altres.
- Substitució. Hi ha substituïts, però no per a l'ús que se'n fa als telèfons mòbils.

Terres Rares: neodimi, disprosi, itri

- Part de telèfon mòbil: S'utilitzen en imants de la part electromecànica
- Producció: No es produeixen a la Unió Europea. Xina va subministrar el 97% de la producció mundial l'any 2009. D'altra banda, Xina aplica restriccions i taxes a l'exportació de terres rares.

Hi ha nous projectes miners en funcionament en altres països, però a més del llarg període de temps que requereix (re)obrir una mina per a la producció, s'hi afegeixen complexitats específiques per a l'extracció de terres rares.

- Recuperació: Malgrat els processos de recuperació desenvolupats, relacionats amb les terres rares, cap d'ells és, avui dia, comercialment viable.
- Substitució: Hi ha substituïts de terres rares disponibles per altres aplicacions, però comporten pèrdua de rendiment.

Tàntal

- Part de telèfon mòbil: S'utilitza com a component en els condensadors de les plaques de circuit integrat.
- Producció: Gran part de la producció es a la República Democràtica del Congo.
- Reciclatge: El reciclatge és limitat.
- Substitució: Difícil de substituir i on és possible, disminueix el rendiment.

Tungstè

- Part de telèfon mòbil: S'utilitza com a part dels vibradors
 - Producció: El subministrament de matèria primera està dominat per la Xina, que té les reserves més grans de mineral de tungstè de tot el món. Aquest domini comporta un alt risc de distorsió del preu, i en augment de l'actuació de la Xina com a "depredador" en el mercat de la ferralla de tungstè.
 - Substitució: Les possibilitats de substitució són limitades pel: cost dels materials alternatius i les tecnologies; baix rendiment; i les alternatives són menys sostenibles.
- * Pèrdua mundial *de know-how* si la cadena de valor de tungstè a nivell europeu es destrueix donat que és el líder en el desenvolupament de molts productes de tungstè (automotores, aeroespacials, mèdiques, aplicacions d'il·luminació). La desaparició de la indústria de tungstè de la UE es traduiria en la dependència completa d'importació de l'estranger de diverses indústries essencials .

Vanadi

- Part de telèfon mòbil: S'utilitza com a aliatge de la part electromecànica.
- Producció: La producció de vanadi és concentra a la Xina, Rússia i Sud-Àfrica, que són els únics països amb reserves del metall.
- Reciclatge: Degut a la baixa concentració de vanadi en els aliatges, quan aquests es reciclen, el vanadi és perd amb els fangs.
- Substitució: Es pot substituir per altres aliatges fets amb metalls com: manganès, molibdè, niobi, titani i tungstè.

Zirconi

- Part de telèfon mòbil: S'utilitza pels recobriments de la part mecànica.
- Producció: El 41% de les reserves és troben a Austràlia. A sud Àfrica s'hi troben un 20% i la resta a Australià, Xina, Brasil, Estats Units, Indonèsia, Índia i Ucraïna. La producció de Zirconi és només del 2% de les reserves mundials excloent la producció dels estats Units.
- Reciclatge: Actualment el zirconi és recicla.
- Substitució: és pot substituir però no per a l'ús que se'n fa als telèfons mòbils.

2.3 IMPACTE AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓ DE TELÈFONS MÒBILS

La producció de telèfons mòbils té repercussions sobre el medi ambient en tot el cicle de vida del telèfon. A continuació es descriuen les problemàtiques dels diferents passos: l'extracció de metalls, la reutilització, la disposició, la incineració, i de les tecnologies del reciclatge. També és fa referència a les substàncies perilloses que tenen els telèfons mòbils.

- **Extracció de metalls:** El subministrament de metalls per els aparells elèctrics i electrònics prové bàsica i principalment de la producció primària (minería), ja que la producció secundària (reciclatge) encara està molt lluny de ser una font de material (*Step, 2009*). L'impacte de la producció primària és rellevant, sobretot en el cas dels metalls preciosos o especials, ja que es troben en concentracions molt baixes en els dipòsits minerals. Els

efectes de l'activitat minera són la destrucció de paratges, i habitatges de la fauna, la formació de residus d'aigua i sulfur de diòxid (SO₂), un elevat consum d'energia i finalment altes emissions de CO₂. La taula 2.j indica els metalls més importants, la demanda anual l'any 2006, la producció primària específica de CO₂ per tona de metall, i les emissions totals de cada metall en milions de tones. Per exemple, la demanda de l'Au (or), és relativament baixa, 300 tones anuals. Però en canvi les emissions de CO₂ a l'any són 5.1 milions de tones. L'extracció d'una tona d'Au, emet 16,900 emissions de CO₂. En el cas del coure, les emissions primàries són 3.4 tones de CO₂ per tona de metall extret. Però la demanda total va ser de 4 milions de tones i mig, i les emissions varen resultar en 15.3 milions de tones. A la taula 2.k, a continuació, queda resumit. Els processos de reciclatge eviten els elevats valors d'emissions de CO₂ fruit de la producció primària, principalment perquè s'eviten les etapes d'explotació i extracció del metall de la mina. Per exemple, en el cas de l'alumini, la producció d'1kg mitjançant el reciclatge crea 1/10 de CO₂ del que se'n produeix de la producció primària, a més d'evitar la generació de residus com llots. (Step, 2009)

Metalls d'EEE	Demanda pels AEE (t/a) (2006)	Dades de producció primària [t CO ₂ /t metall]	Emissions de CO ₂ [Mt]
Coure	4,500,000	3.4	15.3
Cobalt	11,000	7.6	0.08
Estany	90,000	16.1	1.45
Indi	380	142	0.05
Plata	6,000	144	0.86
Or	300	16,991	5.1
Pal·ladi	32	9,380	0.3
Platí	13	13,954	0.18
Ruteni	6	13,954	0.08
CO2 total [t]			23.4

Taula 2.k: Emissions de CO₂ de la producció primària de metalls. (Font: Step, 2009)

- **Reciclatge:** els factors més determinants sobre si esdevé un factor positiu és la localització i la tecnologia que s'utilitza. Normalment els AEE de la categoria TIC de segona mà, són destinats a països en desenvolupament, on les normatives ambientals són més lleus o inexistents, i a més no disposen de tecnologies per assegurar un reciclatge correcte. Els telèfons, així com altres aparells són dipositats o incinerats sense prendre cura del medi ambient. *(Bollinger L.A. and Blass V., 2012)*

- **Disposició:** els residus dipositats en abocadors, entren en contacte amb altres substàncies, i poden reaccionar amb altres substàncies que s'hagin dipositat al mateix lloc. Amb el pas del temps, les substàncies solubles són lixiviades a través de la terra. Si no hi ha una bona capa impermeable, les substàncies arriben als aqüífers, contaminant les aigües subterrànies, i progressivament, afecten a llacs, pous, rius, etc. Part de les substàncies en qüestió son biomagnificades en animals. *(IPMI, 2003)*

- **Incineració:** la incineració a una temperatura no adequada pot tenir diverses conseqüències. En primer lloc, en el cas dels metalls, una temperatura inadequada, provoca la formació de cendres que es queden al fons i hi ha perill de lixiviació, com en el punt anterior. A més la lixiviació de cendres és més ràpida que la de les substàncies sòlides. En segon lloc, si la temperatura no és prou elevada i el període de temps insuficient, no es fa una oxidació completa dels plàstics i els hidra carbonis no es descomponen com a diòxid de carboni i aigua i es formaran nous hidra carbonis halogenats (dioxines i furans). *(IPMI, 2003)*

- **Tecnologies i mètodes apropiats:** Una incorrecta gestió dels residus o del reciclatge, generaria emissions de CO₂ (diòxid de carboni), SO₂ (diòxid de sofre), CFC (clorofluorocarburs), HCFC (hidra fluorocarburs) amb impactes al medi ambient i repercussions a la salut humana. El resultat en són tres tipus d'emissions diferents *(Step, 2009)*:

- Emissions primàries: són les substàncies perilloses que contenen els RAEE (ex. Plom, mercuri, arsènic, bifenils policlorats (PCBs), etc.)
- Emissions secundàries: productes de reacció perillosos de les substàncies dels residus d'AEE degut a un tractament inadequat (ex. dioxines o furans formats per la incineració inapropiada de plàstics amb retardants de flama halogenats).
- Emissions terciàries: substàncies perilloses o reactius utilitzats en el procés de reciclatge i que són alliberades per el maneig i tractament inadequats.

Les lleis que restringeixen l'ús de substàncies perilloses i restringeixen les emissions primàries i part de les secundàries (exemple: Directives europees RAEE o RUSC), no controlen l'ús de tecnologies inapropiades per al reciclatge (*Step, 2009*).

La majoria de les substàncies tòxiques es concentren a la placa de circuit elèctric i la pantalla de LCD, tot i que els plàstics també en contenen. Algunes de les toxines pertanyen al grup químic de les toxines persistents. Es tracta de substàncies caracteritzades per ser de llarga durada, inalterables, bio-acumulatives i bio-magnificades. Poden incidir en la cadena alimentària i s'associen amb patologies de càncer, reproductives, neurològiques i alteracions de desenvolupament. (*IPMI, 2003*)

Hi ha diverses classificacions sobre quines són les substàncies tòxiques dels telèfons mòbils. A continuació es posa la classificació del l'Agència de Protecció del Medi Ambient dels EUA (EPA) i la Directiva sobre restriccions en l'ús de determinades substàncies perilloses en els AEE de la Unió Europea (Directiva RUSC):

- EPA: plom; cadmi; beril·li; cobalt; níquel; mercuri; plata; arsènic; estany; zinc; coure; combustió de substàncies orgàniques (plàstics, cristall líquid, halògens); corrosives (hidròxid de potassi, ió de liti). (*IPMI, 2003*)

- Unió Europea: la directiva RUSC entrada en vigor l'1 de juliol del 2006 i modificada el 25 de setembre del 2010, prohibeix l'entrada al mercat de nous AEE que continguin les següents substàncies perilloses (*Eur-lex, 2012*):
 - a) 0,1 % en pes en materials homogenis respecte el plom, mercuri, crom hexà valent, polibromobifenils (PBB) i polibromodifenilèters (PBDE),
 - b) 0,01% en pes en materials homogenis respecte al cadmi

2.4 RECICLATGE DELS TELÈFONS MÒBILS

Considerant l'alt contingut en metalls en els telèfons mòbils i la recurrent presència dels metalls crítics, així com l'elevat valor econòmic i les quantitats limitades d'alguns dels metalls, és interessant estimar els metalls potencialment recuperables dels aparells. I per aquests motius, el reciclatge dels metalls en aparells fora d'ús esdevé una font alternativa de matèria prima.

S'estima que els telèfons mòbils juntament amb els ordinadors utilitzen el 3% del l'extracció minera mundial d'or i plata, el 13% del pal·ladi i el 15% del cobalt (*Bollinger L.A. and Blass V, 2012*). Particularment l'augment de la demanda dels metalls preciosos i especials es relaciona amb la multi-funcionalitat dels aparells d'avui dia. Les noves aplicacions requereixen grans quantitats de metalls amb propietats concretes. Per exemple el 80% de la demanda de indi s'utilitza per plaques conductives en els cristalls de LCD; el 80% del ruteni per les seves propietats magnètiques en discs durs; i el 50% del antimoni com a retardant de flama. Aquests només són tres exemples de tots els metalls que hi ha. Es calcula que si es recuperessin els metalls utilitzats només en electrònica més els metalls d'altres aparells de la societat, quan esdevenen al final de la seva vida s'obtidrien 40 milions de tones de metalls a l'any (*Schüler, D et al, 2011*).

Tot i l'elevat potencial de recuperació anual, el reciclatge de metalls es encara baix a nivell mundial. Les mitges de reciclatge dels metalls de la taula periòdica (veure fig. 2.1 i 2.m) mostra una estimació del percentatge de reciclatge. La informació utilitzada prové d'experts industrials i de literatura sobre reciclatge dels anys 2000-2005 (*UNEP, 2011*).

La figura 2.I mostra els metalls utilitzats en tots els sectors (automoció, electrònica, industrial, etc.) i en qualsevol forma (pur, aliatge, etc.) en que la substància es trobi en el moment del reciclatge. Per tenir en compte l'índex de certesa i les estimacions, les dades estan dividides en cinc grups segons quina sigui la proporció de reciclatge al final de la vida útil de cada substància: major del 50%, entre el 25% i 50%, entre el 10% i 25%, entre l'1% i 10% i menor a l'1%. Dels 60 metalls estudiats, només de 18 se'n recicla més d'un 50%. El Molibdè, Magnesi i Iridi es reciclen en un 25-50%. Wolfram, Ruteni i Cadmi, 10-25%. Entre un 1 %i 10% el mercuri i l'antimoni. Dels que manquen se'n recicla menys d'un 1% ja sigui perquè no es econòmicament rentable o perquè no existeixen les tecnologies adients pel seu reciclatge. Els metalls crítics (apartat 2.2.1) és troben en aquest rang.

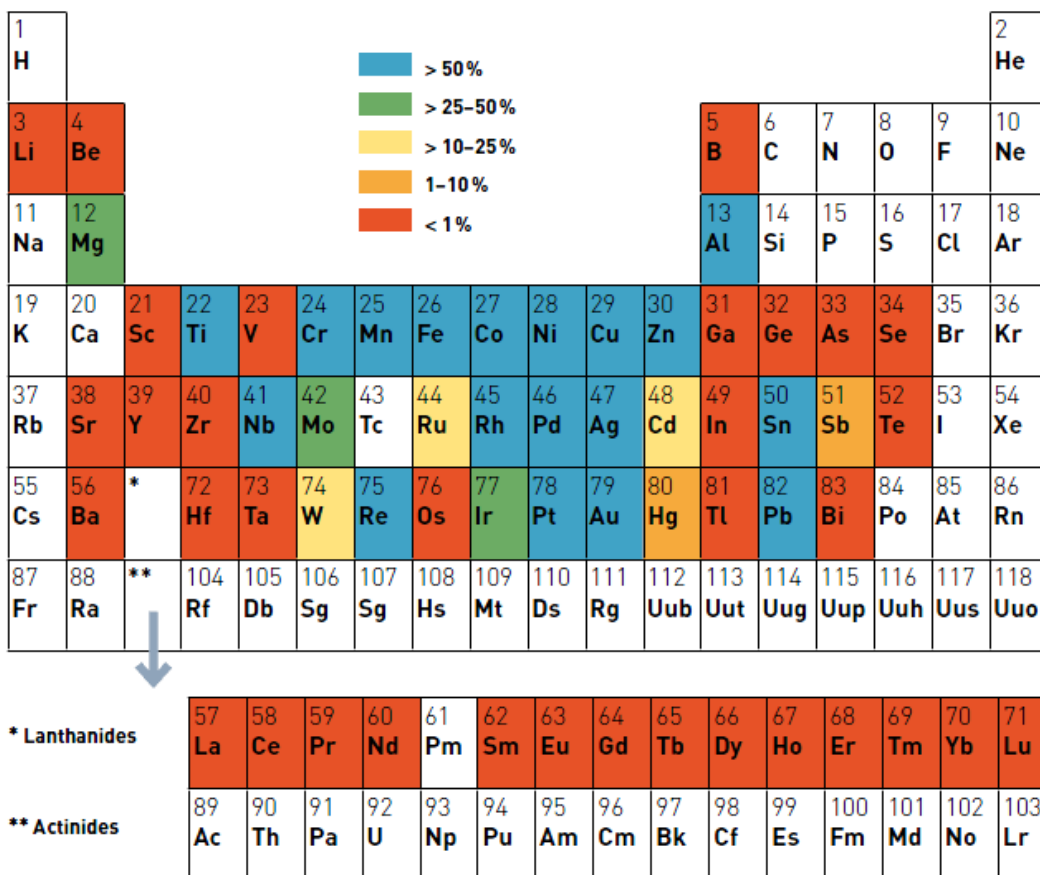


Fig. 2.I: Taula periòdica que mostra els percentatges globals de reciclatge de final de vida dels metalls. (Font: UNEP, 2011)

La figura 2.m mostra els percentatges de reciclatge de metalls preciosos. La primera columna ens mostra els percentatges totals de reciclatge dels sectors principals d'ús de metalls preciosos. En les columnes del mig s'especifiquen els percentatges de reciclatge d'aquests sectors: vehicles, electrònica, aplicacions industrials, dental i altres. L'última columna indica els percentatges de reciclatge de joieria i monedes, no inclosos a la primera columna.

EOL Recycling Rates	Sector-specific EOL recycling rates					Jewel-lery, coins	
	1)	Vehicles 2)	Electronics	Industrial applications 3)	Dental		Others 4)
Ru	5-15		0-5	40-50		0-5	
Rh	50-60	45-50	5-10	80-90		30-50	40-50
Pd	60-70	50-55	5-10	80-90	15-20	15-20	90-100
Ag	30-50	0-5	10-15	40-60		40-60	90-100
Os	no relevant end use sectors						
Ir	20-30	0	0	40-50		5-10	
Pt	60-70	50-55	0-5	80-90	15-20	10-20	90-100
Au	15-20	0-5	10-15	70-90	15-20	0-5	90-100

 > 50%
 very high
 > 25-50%
 high
 > 10-25%
 medium
 10%
 low
 nil (blank)

Fig. 2.m Reciclatge de metalls preciosos en els sectors principals¹³. (Font: UNEP, 2011)

¹³ 1) Total sense joieria i monedes (no hi ha una gestió de final de vida per aquests productes. 2) Autocatalitzadors, bugies, excloent electrònica de cotxes. 3) Inclou processos catalitzadors/electroquímics, vidre, miralls (Ag), bateries (Ag). 4) Inclou aparells mèdics decoratius, sensors, gresols fotogràfics (Ag), fotovoltaics (Ag). 5) Inclou medalles i objectes de plata

Els metalls que és reciclen més són els utilitzats en aplicacions industrials, però això no indica que és recicli molta quantitat de metall. Per saber la quantitat de reciclatge total de cada metall, caldria conèixer la quantitat que s'utilitza a cada sector. És posa el cas que s'utilitzen 15 tones de pal·ladi en aplicacions industrials, si el reciclatge és d'un 80%, és recuperaran 12 tones de pal·ladi. I se n'utilitzen 200 en electrònica. Tenint en compte que el reciclatge de pal·ladi en electrònica és d'un 5%, se'n recuperaran 10. S'han recuperat dues tones més en aplicacions industrials que en electrònica, però se n'han utilitzat 185 més en electrònica.

Per poder quantificar quin és el potencial de reciclatge dels telèfons mòbils necessitem fer un estudi exhaustiu del cicle de vida dels telèfons mòbils i del sistema de gestió actual a Europa. El capítol següent es centra en la realització d'aquest estudi.

3. SISTEMA DE GESTIÓ FINAL DELS TELÈFONS MÒBILS

L'estudi del cicle de vida dels telèfons mòbils i dels sistemes de gestió s'inicia amb una recerca bibliogràfica i de dades sobre la quantitat de telèfons mòbils disponibles per reciclar. Tot seguit és defineix el sistema de gestió final dels telèfons mòbils i què passa quan aquests arriben al final de la seva vida útil tan en el cas que son recollits com que no ho son. Aleshores s'estudien els factors que determinen el seu reciclatge. I per finalitzar, s'explica quina és la situació a Europa i Espanya.

3.1 RECERCA BIBLIOGRÀFICA I DE DADES.

Per estudiar la gestió finals dels telèfons mòbils, en primer lloc, ha estat necessari quantificar els aparells que s'incorporen al mercat cada anys. La recerca de dades sobre l'estoc de telèfons mòbils al mercat ha estat difícil ja que la informació estadística disponible es centra en indicadors econòmics; per exemple la facturació anual de telèfons de les empreses o el nombre de vendes i subscripcions. D'altra banda, les dades son facilitades per dues fonts diferents que molts cops no coincideixen, les productores d'aparells (fabricants) i les empreses que ofereixen el servei (operadors/distribuïdors). Aquests dos factors han estat decisius per emprendre una recerca de dades en altres fonts.

Per poder quantificar el nombre de telèfons mòbils disponibles per reciclar a Europa es requereixen dades sobre vendes, exportacions i importacions de telèfons mòbils en unitats físiques, és a dir nombre o tones d'aparells. L'estudi actual es realitza pels anys 2000 fins als 2010 amb dades de cada país de la Unió Europea i el total a Europa.

Les fonts principals d'informació consultades són: Eurostat, Gartner i Euromonitor. A continuació fem un breu resum del tipus de dades que cada font té disponible i la utilitat que tenen pel nostre estudi.

3.1.1 EUROSTAT

Eurostat és el portal estadístic de la Unió Europea. La funció d'Eurostat és proporcionar les dades estadístiques necessàries per poder definir, implementar i analitzar les polítiques comunitàries. La seva missió és proporcionar a la Unió Europea dades estadístiques sobre política, economia, desenvolupament, sostenibilitat i globalització a nivell europeu a les direccions generals de la Comissió Europea i altres institucions europees. Aquestes dades normalment s'utilitzen per obtenir indicadors econòmics i socials de cada país, que a més permeten fer comparacions entre els diversos països i regions que conformen la Unió Europea. Eurostat també inclou estadístiques de: població i condicions socials, economia i finances, mercat exterior, agricultura i pesca, indústria, mercats i serveis, transport, energia i medi ambient, ciència i tecnologia. Les dades estan disponibles per un ampli període temporal i per tots els Estats Membres. El portal i les dades son accessibles de forma gratuïta a tota la ciutadania.

Les estadístiques es troben classificades en el portal per categories i subcategories. El portal permet escollir els anys, els països, la magnitud (unitats) i la presentació de les dades. Dins la categoria d'indústria, mercat i serveis trobem la subcategoria de la societat de la informació on s'inclou la categoria de telecomunicacions i serveis de la Unió Europea. Aquí hi ha disponibles xifres de subscriptors de telèfons mòbils des de l'any 1998 fins el 2009 pels països de EU27. L'indicador mostra el nombre de subscripcions als sistemes públics de telecomunicacions mòbils utilitzant la tecnologia cel·lular en milers de subscripcions o per 100 habitants (*Eurostat*).

Una subscripció, segons la Unió Internacional de Telecomunicacions (Ginebra 2006), és tot resident o empresa, inclosos els abonats o titulars de targetes SIM de l'operador, que sigui:

- un abonat a la xarxa mòbil, és a dir un resident o una empresa que ha signat un contracte amb l'operador;
- un usuari de la xarxa mòbil en règim de previ pagament, és a dir tot resident o empresa que utilitza les targetes SIM de previ pagament de l'operador.

Una subscripció activa al servei mòbil és tot usuari de la xarxa mòbil (abonat o de previ pagament) que té la possibilitat d'utilitzar els seus serveis i és:

- un abonat actiu: tot abonat/usuari de la xarxa mòbil que hagi pagat el cànon de abonament almenys una vegada en els darrers 90 dies o hagi utilitzat qualsevol servei de la xarxa mòbil;
- un usuari actiu-servei de previ pagament: tot usuari de la xarxa mòbil en règim de previ pagament que ha usat almenys un servei pagador en els últims 90 dies amb la seva targeta SIM.

Segons aquestes definicions, una subscripció no té perquè estar associada a un sol dispositiu. Un usuari, per exemple, pot tenir dues targetes diferents en actiu i un únic aparell mòbil, o tenir més d'un telèfon mòbil i únicament una subscripció. Per aquesta raó, les dades proporcionades per Eurostat no són adients per l'estudi ja que no permeten quantificar de forma adequada l'estoc de telèfons mòbils.

3.1.2 GARTNER

Gartner és una consultora dedicada a la recerca de tecnologia d'informació a nivell mundial. Fundada el 1979, Gartner té les seves oficines centrals a Stamford, Connecticut, EUA. La companyia publica informes sobre les vendes de telèfons mòbils per quadrimestre i notes de premsa any rere any. Els informes contenen informació sobre vendes d'aparells per continents i principals companyies de telecomunicacions per quadrimestre. La majoria de les dades són proporcionades en unitats de percentatge de creixement. Les notes de premsa ofereixen detalls de forma més simplificada sobre vendes dels fabricants a nivell mundial, anàlisis regionals sobre vendes i percentatges d'augment/disminució de les vendes en cada continent. L'accés a les notes de premsa és gratuït, però els informes són de pagament. Per aquest motiu, sols hem pogut utilitzar la informació continguda en les notes de premsa. A les notes de premsa, les dades apareixen disgregades en diversos documents o de forma incompleta, així com en percentatges de variació respecte períodes anteriors enlloc de valors absoluts i conseqüentment en moltes ocasions no es possible obtenir la informació detallada. A més les dades estan disponibles a nivell Europeu i no

permeten fer un estudi detallat per cada país (*Gartner*). Així doncs després de realitzar un estudi detallat de les notes de premsa publicades per quadrimestre en el període 2000-2011, i organitzar les dades en una fulla Excel hem arribat a la conclusió que la font tot i ser fiable, és incompleta i aleshores no podem utilitzar-la per les estimacions del treball.

3.1.3. EUROMONITOR INTERNATIONAL

Euromonitor International és una empresa dedicada a la investigació d'estratègies dels mercats de consum amb cobertura mundial. Euromonitor fa una recerca completa a nivell mundial en la indústria de l'electrònica de consum, mitjançant el seguiment i l'anàlisi de les tendències de la indústria en l'electrònica de consum, incloses les dades sobre la quota i mida del mercat. Les categories de productes electrònics de consum que analitza són: videocàmeres, càmeres, ordinadors i perifèrics, àudio per a la llar i el cinema, l'entreteniment en l'automòbil, telèfons mòbils, reproductors multimèdia portàtils, televisors i projectors, reproductors de vídeo. En el seu portal és troben dades englobades en dues temàtiques: la primera sobre formes de vida i demografia, i la segona sobre indústria.

La seva recerca sobre el mercat de telèfons mòbils proporciona informació en relació a la mida del mercat, les principals marques, la taxa de creixement, la venda dels telèfons mòbils 3G i 4G i els impactes que tenen sobre el mercat de les telecomunicacions. Passport Euromonitor té una secció anomenada GSID (Escola de Postgrau de Desenvolupament Internacional) que realitza estudis de mercat i perfils d'empreses que cobreixen els mercats de consum mundials en 80 països. Inclou milers de mides de mercat, les accions de les companyies, les accions de les marques, així com dades de consum. (*Passport Euromonitor*)

GSID Passport Euromonitor disposa de dades sobre venda de telèfons mòbils per països i regions del món. Passport defineix un telèfon mòbil com qualsevol dispositiu que contacta amb una xarxa de telecomunicacions a través d'un cel·lular a una estació base. Els telèfons mòbils poden incloure funcions com càmera, vídeo i accés a internet. Les dades estan disponibles en xifres de valor econòmic i unitats, i provenen de fonts comercials i

estadístiques nacionals. Mitjançant aquesta base de dades podem aconseguir dades pels diferents països d'Europa, i per continents. Les dades estan disponibles des del 1998 i a més s'inclou una predicció a tres anys vista. (*GSID Euromonitor*)

Per tots aquests motius es decideix utilitzar les dades proporcionades per Passport Euromonitor per quantificar el nombre de telèfons mòbils que es posen a la venda al mercat, i estimar la quantitat de dispositius fora d'ús que es generen cada any.

3.2 DEFINICIÓ DELS SISTEMA DE GESTIÓ FINAL DE TELÈFONS MÒBILS

En aquest projecte ens centrem en la darrera etapa del cicle de vida dels telèfons mòbils, la gestió del final de la vida útil. La informació que utilitzem per definir el sistema de gestió està basada en els resultats d'un taller realitzat al febrer del 2010 en el marc del projecte europeu PROSUITE (Prospective Sustainability Assessment of Technologies). L'objectiu principal de PROSUITE és desenvolupar una metodologia per fer una avaluació prospectiva de noves tecnologies. Prosuite treballa en quatre casos: tecnologia de biorrefineria, tecnologia de la informació (aplicat a telèfons mòbils), nanotecnologia i, captació i emmagatzematge de carboni. En el cas estudi dels telèfons mòbils hi ha diverses tasques definides, entre elles avaluar el sistema de gestió final de telèfons mòbils i definir futurs escenaris de reciclatge. Per tal d'obtenir informació sobre quin és l'estat del reciclatge dels telèfons mòbils a Europa es va organitzar un taller per a alguns dels socis del projecte: empreses de telefonia mòbil, empreses de reciclatge i la comissió Europea. Finalment, els participants van ser: Nokia, Sony Ericsson, Apple, Hewlett Packard, PreCosultant, Universitat d'Utrecht, Universitat Radboud, Sony Computers-Playstation, Syke, Umicore i la secció d'aparells electrònics per un creixement sostenible de la Comissió Europea. El taller es va organitzar en dues seccions, una primera sobre la composició dels telèfons mòbils i les perspectives de futur, i una segona sessió sobre com poden afectar els mercats secundaris i l'exportació dels telèfons mòbils a països tercers en el sistema de gestió actual. Un dels resultats del taller va ser la descripció del sistema de gestió final de telèfons mòbils descrit a la figura 3.a. En aquesta figura s'observen els diversos camins que poden emprendre els telèfons mòbils una vegada estan fora d'ús.

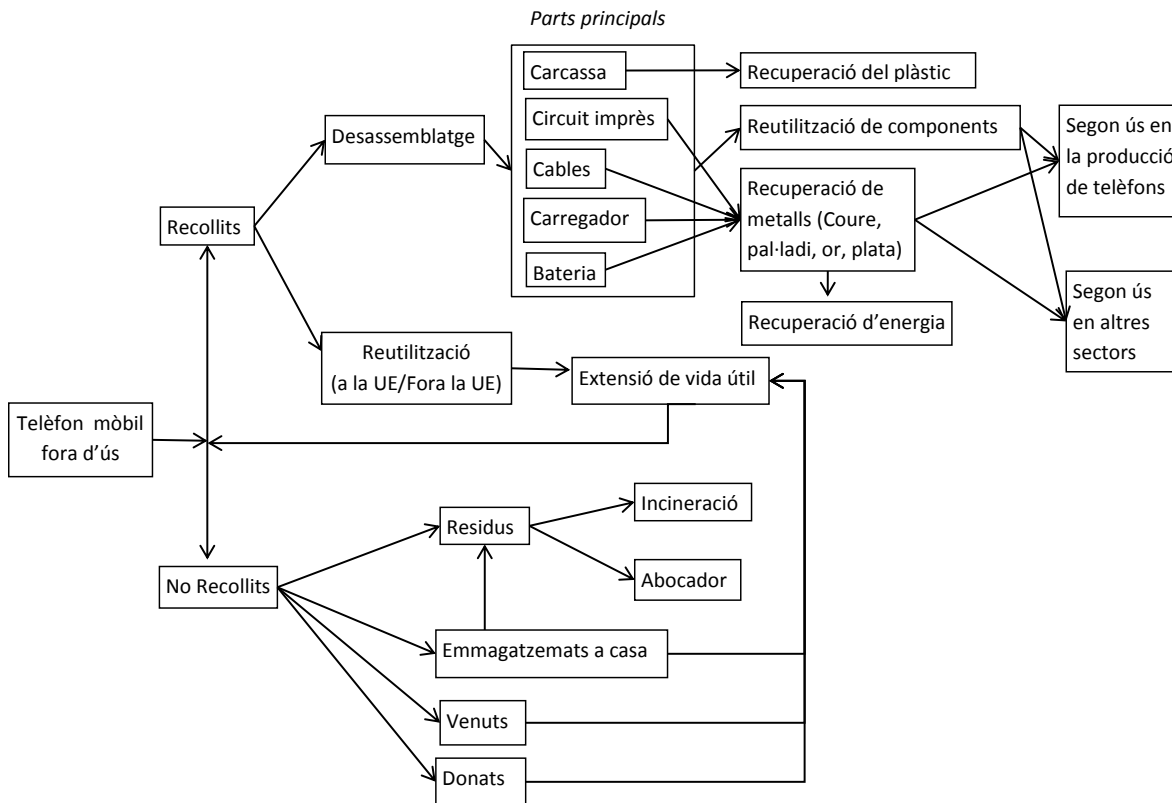


Fig.: 3.a. Gestió dels telèfons mòbils a Europa (Prosuite, 2011)

Tal i com recull la Directiva 2002/96/CE sobre la gestió de residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE), una vegada finalitzada la vida útil del telèfon mòbil, aquest haurà de ser gestionat com a residu. La realitat és que no tots els telèfons mòbils es recullen.

Els telèfons mòbils són recollits per associacions industrials, companyies telefòniques, organitzacions sense ànim de lucre (ONG)¹⁴ i empreses privades. La fracció de telèfons mòbils que són recollits poden ser reutilitzats (dins o fora de la UE) o reciclats. Si es reutilitzen en mercats de segona mà, s'allarga la vida del telèfon. Una desavantatge de la seva reutilització en països tercers és que és redueix la probabilitat de que siguin reciclats de forma segura i eficient. Els telèfons que van a les plantes de reciclatge poden ser desmuntats en 5 parts: carcassa, placa de circuit imprès, cables, carregador i bateria. Si aquestes parts es separen, es pot dur a terme una recuperació de components, tornar-los

¹⁴ ONG: organitzacions no governamentals

a utilitzar per la producció de telèfons o en altres sectors industrials. També es pot fer una recuperació energètica a partir dels plàstics que contenen els mòbils.

Els telèfons mòbils no recollits poden entrar en la cadena de residus urbans i ser incinerats o disposats en abocadors, es poden quedar a casa, ser revenuts o donats de manera que entraran en el cicle de reutilització i se'ls expandirà la vida útil.

A gran escala hi ha quatre factors que determinen el destí dels telèfons mòbils: el consum; el sistema de retorn; el producte i factors externs. Les característiques d'aquests factors influencien en la gestió i la taxa de recollida dels telèfons mòbils, i també en els RAEE. *(Ongondo F.O., Williams I.D.)*

3.2.1. FINAL DE VIDA ÚTIL DELS TELÈFONS MÒBILS

S'han trobat diverses publicacions sobre el temps de vida útil d'un telèfon, i totes coincideixen en què la vida útil d'un telèfon és de 18 mesos *(Ongondo, F.O. and Williams)*. Aquesta estimació va ser també consultada a les diferents empreses de telèfons mòbils que van participar al taller del projecte Prosuite. Nokia, tot i estar d'acord en aquesta estimació, va explicar que la vida tècnica dels seus telèfons mòbils es de 10 anys *(Nokia, 2009)*.

La vida útil ve determinada per l'ús que dona l'usuari mentre que la vida tècnica d'un aparell es el nombre d'anys que l'aparell pot funcionar estimat pel fabricant. Malauradament la freqüència de reemplaçament dels telèfons mòbils per la població ha anat augmentant , i consegüentment la vida útil dels aparells reduint-se. Un estudi entre estudiants a la Universitat de Southampton, va establir que un 66% canvien de terminal sovint (en un temps superior a l'any), el 28% una vegada a l'any, i el 6% restant entre dues, tres o més de tres vegades a l'any *(Ongondo, F.O. and Williams I.D., 2011)*. Les raons més importants per les quals els estudiants al·leguen canviar-se els telèfons són que el telèfon s'espantia i que milloren les condicions de la seva tarifa. La figura 3.b mostra en percentatges les raons més comunes entre els estudiants per canviar-se el telèfon.

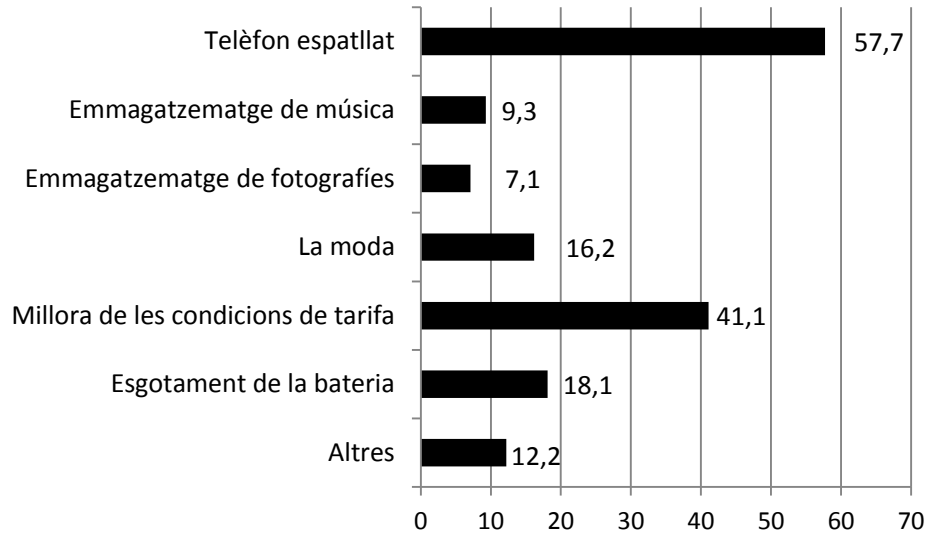


Fig. 3.b: Raons dels estudiants per canviar-se el telèfon mòbil en percentatge. (Font: Ongondo, F.O. and Williams I.D, 2011)

La influència de les companyies telefòniques en el reemplaçament dels telèfons és molt rellevant. Com mostra el gràfic, el 40% dels estudiants és canvien el telèfon per millorar condicions de la companyia. Les companyies telefòniques per captar usuaris ofereixen telèfons mòbils pels canvis de tarifa. D'altra banda, sembla una casualitat que els diferents temps de vigència dels contractes de permanència (6, 9, 12, 18, 24, 36 mesos) coincideixen en alguns casos amb la vida útil que els usuaris donen als telèfons, i amb la freqüència de canvis de telèfon dels estudiants de l'estudi anterior. Per exemple, en el marc legal de Orange s'han trobat 12 tarifes de parlar de telefonia mòbil. D'aquestes, tres no tenien permanència, una tenia permanència de 12 mesos i 8 tenien permanència de 18 mesos. (Orange)

Segurament els telèfons podrien durar més temps, fins i tot quasi fins al final de la seva vida tècnica, però ja sigui per la influència de les companyies telefòniques, l'alt cost de reparació dels aparells, per la baixada de les capacitats de l'aparell quan s'amortitzen al cent per cent totes les seves funcions, la falta de bateries de recanvi, les limitacions tecnològiques dels aparells antics amb les noves aplicacions entre altres, la mitjana de reemplaçament d'un telèfon mòbil és de 18 mesos.

3.2.1.1 Recollida de telèfons mòbils fora d'ús

En primer lloc els telèfons es recullen mitjançant diferents vies o programes amb l'objectiu de gestionar correctament el seu final de vida. Els telèfons recollits poden ser aleshores reutilitzats o reciclats. La recollida de telèfons mòbils és el primer pas per a la reutilització i el reciclatge, i conseqüentment és de gran importància per garantir la major eficàcia en la gestió final dels telèfons. Els sistemes de recollida de telèfons mòbils tenen com objectiu evitar que es barregin amb residus urbans i conseqüentment arribin a les plantes de tractament de residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE). A Europa, la recollida selectiva va prendre rellevància amb l'entrada en vigor de la Directiva RAEE 2002/96/CE l'any 2005. La directiva recull en un apartat, la reglamentació referent a la recollida selectiva que han d'aplicar tots els Estats Membres. Especifica que se n'ha d'incrementar el grau de recollida per tal de que els telèfons mòbils no formin part dels residus urbans no seleccionats. Delega responsabilitats tan als proveïdors com als fabricants a establir canals de recollida, facilitar la recollida e informar als usuaris de la recollida selectiva (veure apt. 1.3.1 Legislació).

Tot i així, anterior a la directiva, ja existien organitzacions de recollida, la més rellevant és el Fòrum europeu dels RAEE (*European association of electric and electronic take-back System*). El Fòrum dels RAEE és una associació sense ànim de lucre de 42 organitzacions de productors, fundada l'abril de 2002 anterior a l'entrada en vigor de la Directiva 2002/96/CE sobre RAEE. És va fundar per servir d'eina d'ajuda als productors amb la responsabilitat de gestionar els RAEE a Europa i als països per assumir els plans de compliment de la Directiva RAEE. L'objectiu del Fòrum dels RAEE és proporcionar una plataforma per promoure idees, compartir les millors pràctiques i optimitzar l'acompliment ambiental a través d'una gestió adequada dels residus d'aparells elèctrics i electrònics on es potenciïn els programes de retorn. (*Fòrum RAEEE*)

Els programes i canals de recollida de RAEE depenen de cada Estat Membre, ja que tenen les competències en Medi Ambient (*Eur-lex, 2003*). En general en cada Estat hi ha:

- Una organització de recollida, la qual impulsa campanyes, activitats de conscienciació, així com facilita programes gratuïts de recollida. Aquestes organitzacions son les que formen el Fòrum RAEE. També n'hi ha que no estan associades al Fòrum RAEE.
- D'altra banda, els fabricants i les xarxes distribuïdores de serveis (Nokia, Motorola, Samsung, entre d'altres...) han desenvolupat també diferents programes de recollida degut a la legislació vigent.
- Empreses privades dedicades a la recollida remunerada de telèfons mòbils per vendre'ls en mercats de segona mà que poden ser des de usuaris particulars fins a ONG's. La majoria treballen per via web i ofereixen servei de missatgeria gratuït per la recollida del telèfon a domicili.

Els programes es duen a terme a través de diferents canals de recollida. La forma més comuna de recollir mòbils és dipositar-los en un contenidor o enviar-los en un sobre prepagat.

Els telèfons recollits s'envien als centres de gestió de RAEE, altres s'exporten i es comercialitzen com a dispositius de segona mà.

3.2.1.1.1 Percentatge de recollida de telèfons mòbils fora ús

L'obtenció de dades sobre la recollida de telèfons mòbils fora d'ús no ha estat fàcil. La recerca es va enfocar en dues vessants: la recollida a través d'organitzacions i fundacions, i d'empreses productores de telèfons mòbils.

- a) Les organitzacions/fundacions principals de cada Estat Membre que participen del Fòrum de RAEE: Col·laboren amb el fòrum 42 organitzacions de 22 països de la UE. S'ha accedit a les pàgines web de cada organització, buscant els valors de recollida de telèfons mòbils sense obtenir resultat. Les organitzacions que exposen les seves xifres, ho fan de RAEE en general. Tot seguit es va contactar amb les organitzacions via e-mail, a través del servei de la web del Fòrum dels RAEE, demanant la informació. Vàrem rebre resposta satisfactòria de només dos Estats: de Suïssa i de la República Txeca.

- A Suïssa la companyia *Swico Recycling*, l'any 2011 va recol·lectar 457,000 telèfons mòbils, aproximadament un 13% de les vendes de l'any i un 26% d'increment respecte l'any anterior.
 - A la República Txeca l'any 2010, es varen posar al mercat 3.1 milions de telèfons mòbils. Estimen que en el mateix any es van generar aproximadament 1.5 milions de residus de telèfons. Tot i que aquesta quantitat de telèfons mòbils estava disponible per al seu reciclatge, s'estima que en realitat l'any 2010 només se'n varen recollir 50 - 100 mil unitats. Així, la taxa de recollida dels residus de telèfons mòbils generats el 2010 va ser d'aproximadament 3,4-6,7% i la taxa de recollida de la quantitat posada al mercat va ser de 1.6 – 3.2%.
- b) Les grans empreses productores d'aparells (fabricants): Nokia, Motorola, LG, Sony-Ericsson i Samsung.:
- Dels fabricants de telefonia mòbil, Nokia és la pionera en programes de recollida de telèfons. L'any 2003 va recollir un 3% (*Nokia Sustainability Report, 2009*), i el 2011 un 9% (*Koskinen Carita, 2011*). Dels onze països que cobreix l'estudi, els més actius a nivell de reciclatge són Alemanya, Finlàndia i Espanya. Nokia a més destaca que hi ha hagut un fort creixement en les economies emergents, especialment Índia i Xina, (*Koskinen Carita, 2011*).
 - De LG no s'han trobat les dades específiques per telèfons mòbils, però sí per la categoria 3 de Tecnologies de la Informació i la Telecomunicació (TIC) en tones. La taula 3.c mostra les quantitats recollides a nivell mundial. A Europa és registren els nivells més alts de recollida, propers als nivells mundials. S'observa que en totes les geografies hi ha un augment considerable de recollida l'any 2008, per el qual no s'ha trobat resposta.

Geografia	2007	2008	2009	2010
Mundial	3,432	15,374	1,858	2,584
Europa	2,554	14,017	1,088	1,785
Nord Amèrica	66	169	-	-
Àsia	812	1,188	770	799
Estats Units	-	-	-	-

Taula 3.c: Recollida de Tecnologies de la informació i la comunicació¹⁵. (Font: LG)

- Motorola va recollir l'any 2010 el 3% dels telèfons venuts al món l'any 2008. Per aquesta raó van intensificar els seus esforços i durant l'any 2010 van fer diverses campanyes i actes de sensibilització a: Europa, Brasil, Índia, Mèxic, Singapur i EUA. Consistia en posar contenidors de reciclatge, i participar en campanyes de sensibilització organitzades pel govern de l'estat corresponent. (*Motorola*)
- El informe de sostenibilitat de Samsung del 2009 explica que en un intent per millorar el reciclatge dels telèfons mòbils, *Samsung Electronics* va llançar conjuntament amb les autoritats governamentals locals d'àrees remotes una campanya de recuperació dels telèfons mòbils i van recuperar un total de 250,000 aparells que després varen donar a escoles. D'altra banda, l'any 2008 Samsung va recollir i reciclar 48,125 tones de productes electrònics a nivell mundial, que representaven el 15% de les vendes d'aquell any.
- Sony Ericsson va començar la iniciativa de recol·lecció l'any 2009 a 6 països del món i el 2011 ja s'estenia a 96 països. Des d'aleshores els volums processats de telèfons mòbils han crescut del voltant de 800,000 el 2009 a més d'un milió l'any

¹⁵ Matisos de la taula:

- 1) TIC: Personal/portàtils/Notebook ordinadors i monitors, telèfons mòbils, USB, ODD etc
- 2) La recollida i el reciclatge estan calculats a partir del pes total dels productes.
- 3) Àsia: només inclou la suma de les dades de Japó i Corea.

2011. Tot i així, la quantitat recollida només representa el 3% de les vendes del 2011.

En general, la mitjana europea de recollida de telèfons mòbils és troba al voltant d'un 3% de tots els telèfons mòbils utilitzats (*Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011*).

És important tenir en compte que no estem utilitzant quantitats actuals de recollida de telèfons mòbils, perquè no estan disponibles en cap estadística. S'està fent servir una estimació basada en un valor mitjà per tota la UE i per tant pot variar entre països. Aquesta xifra va ser discutida durant el taller de Prosuïte, principalment per Nokia, que es capdavantera en els sistemes de recollida de telèfons mòbils. La resta de participants al taller, Sony-Ericsson, Apple i LG van estar d'acord en aquesta estimació.

3.2.1.1.2 Reciclatge

El reciclatge és qualsevol reprocessament de residus en un procés de producció. (*UNSTATS*)

El procés de reciclatge de residus electrònics és centra en la separació de metalls fèrrics, metalls no fèrrics i metalls preciosos. Tot i que tots els materials provinents de telèfons mòbils es poden recuperar, en realitat només es recuperen aquells materials que apareixen en quantitats considerables i/o tenen un valor econòmic significatiu. En el cas dels telèfons mòbils aquests materials són els metalls ordinaris com el coure i la plata i els metalls preciosos. (*UNEP, 2009*) Des d'un punt de vista metal·lúrgic, no hi ha distinció substancial entre la recuperació de metalls de matèria primera (producció primària) i de residus que contenen metalls (producció secundària). En les extraccions mineres, s'extreuen menes on s'hi troben els diversos metalls. En les menes la concentració de metalls és baixa, però a través de les tècniques d'extracció, concentració, fosa i refinació la concentració del metall augmenta gradualment. El metall es purifica fins assolir la qualitat comercial de 99.999% o 99.9999%. De la mateixa manera, el processos de producció de metalls secundaris son molt semblants als del metall primari. Normalment s'observen canvis importants en les etapes de pre-tractament. (*Neira, J., 2011*)

La cadena del reciclatge de residus es divideix en tres etapes principals: la recollida, el desmuntatge i pre-tractament, el refinament i recuperació de metalls.

Quan els aparells electrònics arriben a les indústries, són desmuntats manualment en els diferents components dels aparells electrònics i classificats en diferents grups: cables i plaques de circuit, components metàl·lics grans separats dels petits, vidre, plàstics (els retardants de flama: polibromat bifenil (PBBB); polibromat difenil èter (PBDE), i mescles d'aquests components (UNEP, 2009). Tot seguit són emmagatzemats segons la classificació assignada. Els aparells elèctrics són tractats quan la quantitat acumulada ho permet. Una vegada els aparells han estat desmuntats, es du a terme el pre-tractament. El pre-tractament dels aparells de les Tecnologies de la Informació i la Telecomunicació (TIC) consisteix en eliminar les substàncies perilloses com els PCB (policarbonats) dels plàstics, recuperar components valuosos que és puguin reutilitzar, i realitzar una primera separació metàl·lica mitjançant l'operació de separació mecànica (UNEP, 2009).

- **Separació mecànica:** Es separen els diferents components i dispositius en diverses fraccions, com ara metalls (ferro, coure, alumini, etc.), plàstics, ceràmica, paper, fusta, condensadors, bateries, tubs d'imatge, LCD, plaques de circuit imprès, etc. A continuació és rebutgen els plàstics degut a l'alt contingut d'halogen. Els metalls ferrosos es separen dels no-ferrosos mitjançant característiques magnètiques. Els metalls no-ferrosos es separen en coure, alumini, i altres mitjançant característiques visuals, de densitat, etc. Les fraccions metàl·liques són tractades posteriorment en diferents processos metal·lúrgics. Les plaques de circuit elèctric poden causar problemes en la separació de substàncies perquè les fases metàl·liques i no metàl·liques formen una xarxa on les substàncies estan molt adherides i barrejades (Gramatyka, P., 2006). Les plaques de circuit poden ser tractades directament mitjançant operacions integrades de fosa i refinament de coure i metalls preciosos sense prèvia reducció de material (la planta de Umicore executa aquestes operacions, apartat 3.2.1). Després de l'eliminació de metalls ferrosos, les peces restants es transporten als últims recol·lectors per retirar els

trossos grans de materials com vidres o plàstics. Les fraccions romanents seran llençades.

Una vegada obtinguda una primera separació de les fraccions metàl·liques, s'inicia la tercera etapa on té lloc la recuperació i el refinament de metalls. El final del tractament dels metalls és pot dur a terme mitjançant diversos tractaments: tèrmic, hidrometal·lúrgia i electroquímic.

- Tractament tèrmic: Els processos de pirometal·lúrgia inclouen la incineració, la fosa en un alt forn (instal·lació industrial on és processa el mineral de ferro), l'aglomeració de escòria¹⁶ de metalls, la sinterització¹⁷, operacions de fusió i reaccions en fase gasosa a altes temperatures (*Elaine Y. L. Sum, 1991*)

La incineració és una forma comuna de desfer-se de material plàstic i altres compostos orgànics per concentrar encara més els metalls. La ferralla triturada es pot cremar en un forn per eliminar els plàstics, deixant un residu metàl·lic fos. El plàstic cremat i els òxids refractaris formen una fase d'escòria⁹. En les reaccions de fusió es pot utilitzar un metall base com el coure o plom. També es poden utilitzar aliatges impurs desfer el metall brut i concentrant-lo. La plata i l'or de la ferralla així com altres metalls nobles, poden ser tractats en una fosa de coure, durant un llarg període. La majoria del coure secundari i una part principal de ferralla electrònica es processa mitjançant un procés de pirometal·lúrgia en una fosa de coure, que inclou passos com la reducció i fosa del material, o la producció de coure en el convertidor, refinat electrolític i el processament del fang anòdic. En una fosa de coure secundària moderna, es reciclen molts tipus diferents de materials que contenen coure. A més de coure, els RAEE contenen materials com níquel, plom, estany, zinc, ferro, arsènic, antimoni i metalls preciosos, entre molts altres. La matèria prima (com la ferralla electrònica), s'introdueix en el procés en diferents passos depenent de la seva puresa i estat físic. Una altra possibilitat per recuperar els metalls base i nobles dels residus electrònics és

¹⁶ *Escòria: Substància vítria que sobreneda en el gresol dels forns de fondre metalls, i procedeix de la part menys pura d'aquests unida amb les gangues i fundents. (Diccionari Real Acadèmia Espanyola).*

¹⁷ *Sinterització: Aglomeració de pólvores metàl·liques per acció de la calor i de la pressió a fi d'obtenir una peça emmotllada. (Diccionari de la Llengua Catalana)*

la recuperació a través de processos de fosa del plom. La piròlisi és un procés on s'escalfa el material en una atmosfera de gas inert. A certes temperatures les fraccions orgàniques (plàstic, cautxú, paper, fusta, etc.) es descomponen i formen substàncies volàtils que poden ser utilitzades en la indústria química o per a la generació d'energia per combustió dels gasos o olis. (*Gramatyka, P., 2006*).

- Tractament hidrometal·lúrgic: En el tractament hidrometal·lúrgic els passos principals són la lixiviació àcida o càustica de la matèria prima sòlida. Aquest procés requereix una mida de partícula menor a 2mm per augmentar el rendiment de la separació del metall. En les dissolucions, els metalls d'interès s'aïllen i es concentren a través de processos com l'extracció de dissolvent, la precipitació, l'intercanvi iònic, la filtració i la destil·lació. Els solvents lixiviant són principalment àcid sulfúric (H_2SO_4) i peròxid d'hidrogen (H_2O_2), àcid nítric (HNO_3), hidròxid de sodi (NaOH), àcid clorhídric (HCl), entre d'altres (*Gramatyka, P., 2006*).
- Tractament electroquímic: La majoria dels mètodes de tractament electroquímics són generalment processos de refinament i es duen a terme en electròlits aquosos, i de vegades en sals foses. Hi ha pocs processos que utilitzin directament els residus triturats en l'electròlisi. Algun exemple n'és l'electròlisi de iodur on s'utilitza solució aquosa de iodur de potassi/hidròxid de potassi (KI/KOH) per recuperar l'or, plata i pal·ladi de residus de metall sense xapar ni revestir. Un altre procés és l'electròlisi de ferro on els residus de coure són lixiviat en una solució d'àcid sulfúric en presència de ferro III. La solució de lixiviació és l'electròlisi regenerat (*Gramatyka, P., 2006*).

Per explicar el procés de refinament dels metalls que contenen els telèfons mòbils i les plaques de circuit utilitzarem l'exemple de la planta de Umicore Hoboken/Antwerp a Bèlgica. El procés consisteix en una fosa de metalls integrada i una unitat de separació de metalls associada. L'objectiu de la planta és la recuperació de metalls de productes al final del cicle de vida i de sub-productes. Els productes que recicla són residus electrònics,

catalitzadors industrials, d'automoció i una gran varietat d'altres escòries procedents de diverses empreses de metal·lúrgia. La planta tracta més de 200 tipus de residus industrials i recupera 17 tipus de metalls diferents, la majoria d'ells de gran importància industrial i econòmica. Els metalls ordinaris que recupera són plom, coure, níquel, estany i antimoni. Els metalls especials i preciosos inclouen la plata, or, platí, pal·ladi, rodi, bismut, indi, tel·luri i seleni. *(UNEP, 2009)*

A Umicore, els telèfons mòbils que arriben sencers son separats en dues parts: bateries i la resta del dispositiu. Els dispositius son directament triturats per reduir la seva mida, i posteriorment barrejats amb altres escòries industrials per ser enviats a un forn de refinament. En el forn, la fracció de plàstics que contenen els telèfons mòbils s'utilitzen com a font addicional d'energia per disminuir el consum energètic durant la fosa dels metalls. En la figura 3.d s'hi representen els fluxos de materials i les unitats de procés principals que es realitzen en la fosa de metalls integrada de Umicore. *(Step, 2009)*

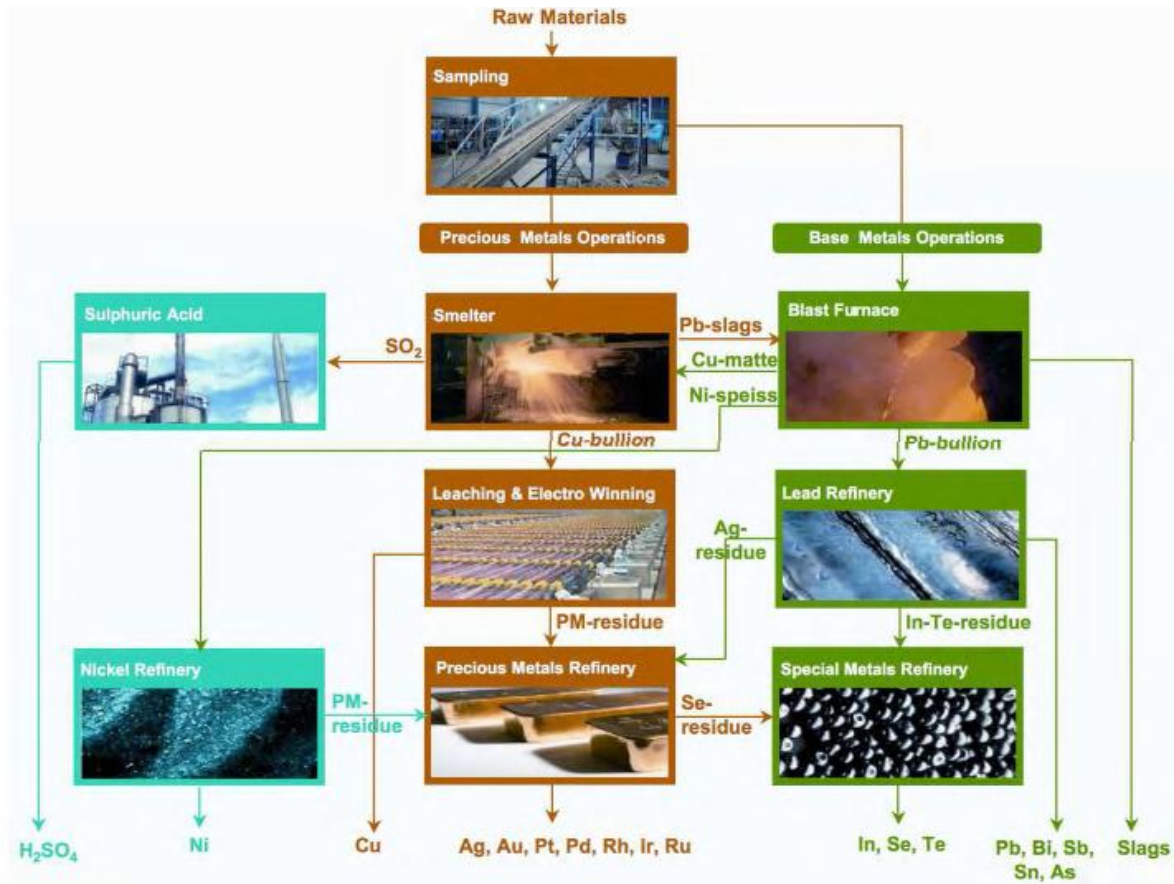


Fig. 3.d: Operacions integrades de fosa i refinament a la planta de Umicore. (Font: Step, 2009)

El forn integrat i refinament de metalls té dues rutes principals: les operacions dels metalls preciosos i les dels metalls ordinaris. Els materials d'entrada es transfereixen a la fosa. Els components de plàstic (de les plaques de circuit) s'utilitzen com a agents reductors i representen una font addicional d'energia. Els lingots de coure obtinguts (el coure té la funció de col·lector de metalls) es transfereixen a un procés de lixiviació per separar el coure dels metalls preciosos. Els metalls preciosos són separats mitjançant operacions d'hidrometal·lúrgia, principalment mitjançant processos de lixiviació. La plata, or, platí, pal·ladi, rodi, ruteni i iridi són recuperats en aquesta unitat d'operació i purificats per aconseguir les qualitats per diversos usos en joieria, catalitzadors d'automoció i industrials, la indústria electrònica, entre d'altres. (UNEP, 2009) (Step, 2009)

El plom en fase escòria (el plom actua com a col·lector de metalls especials) es transfereix a un forn especial per la seva fosa. En aquesta unitat de procés, el lingot de plom se separa del coure (el coure està de nou en la fosa integrada) i del níquel. El níquel és recupera en la refinaria de níquel (els metalls preciosos separats es transfereixen a la refinaria de metalls preciosos). El lingot de plom, que conté plata, indi, tel·luri, seleni, bismut, antimoni, arsènic i estany es purifica mitjançant diferents mètodes obtenint només metall de plom, i els altres vuit metalls se separen en metalls d'alta puresa. *(UNEP, 2009) (Step, 2009)*

Finalment comentar que la taxa de recuperació de metalls s'estima en 99% per el coure, el 98% d'or, i 90% per a la plata, pal·ladi i platí. *(Neira, J., 2006)*

3.2.1.1.2.1 Situació del reciclatge de metalls crítics

Entre les opcions disponibles de gestió de residus, la recuperació de metalls es la que requereix un major capital d'inversió, un procés més llarg i una major demanda energètica. Els processos de reciclatge per aquests tipus de metalls són complexos i energèticament intensius, i necessiten tractament químic-físic. En el cas dels productes electrònics és molt important el procés previ, un desmuntatge intensiu. *(Neira, J., 2006)*

Hi ha diverses barreres al desenvolupament tecnològic per al reciclatge de metalls crítics. Primerament els alts preus de la producció secundària de metalls i les lleis que restringeixen les exportacions/importacions internacionals de residus (incloent els RAEE). També la falta de regulació en la reutilització de residus en països en vies de desenvolupament (trasllats il·legals de residus) o en el reciclatge il·legal (per a la recuperació d'or ineficient). D'altra banda la carència d'un marc legal més exhaustiu en la responsabilitat dels productors i la falta d'incentius monetaris com els dipòsits retornables. Tot i així, la majoria d'ineficiències és troben en l'àmbit de recollida i pre-tractament. *(Talens Peiro, L.; Ayres, R., 2012)*

En el cas d'Europa, el subministrament escàs i l'increment dels preus dels metalls crítics, ofereixen per primera vegada l'oportunitat de construir una indústria del reciclatge de metalls, i reduir la dependència de recursos externs (*Neira, J., 2006*).

Fins ara a nivell mundial només hi ha unes 5-10 plantes que tractin metalls crítics com: indi, tel·luri, ruteni, etc. amb les tecnologies adequades per refinar-los a partir de materials arribats al final de cicle de vida. Aquestes plantes es concentren bàsicament a Europa i Japó. Per exemple la planta Norddeutsche Raffinerie AG a Alemanya per metalls preciosos i especials de residus electrònics mitjançant el procés de refinament del coure. Altres plantes són Boliden a Suècia i Finlàndia, Johnson Matthey als EUA i Regne Unit, i Dow a Japó. Cal destacar que la planta de Umicore a Bèlgica, junt amb la de Canadà, Alemanya, Japó i Suècia són les úniques plantes amb flexibilitat per permetre l'entrada de molts i diferents tipus de residus. (*UNEP, 2009*)

Els forns de coure primaris presents en els països emergents com Xina, Índia i Sud-Àfrica, podrien ser adaptats per tractar residus electrònics com les plaques de circuit integrat (PCB) i/o aparells elèctrics petits. Aquesta adaptació consistiria bàsicament en instal·lar un tractament adequat per l'escapament de gasos, però aquestes modificacions requereixen una alta inversió econòmica. Sense aquestes mesures, les operacions pirometal·lúrgies per als materials amb compostos orgànics halogenats no es poden dur a terme ja que no garanteixen un mínim d'emissions i un impacte ambiental baix (*UNEP, 2009*).

El reciclatge de metalls ordinaris, com ferro, acer, alumini i coure, requereix molta menys energia que l'explotació de la mina. L'or, la plata, el pal·ladi i el platí es reciclen pel seu alt valor econòmic. El reciclatge d'elements d'aliatges com el crom, cobalt, manganès, molibdè, níquel, tungstè i zinc, és menys clar degut als pocs guanys energètics del procés. La única raó que incita al reciclatge del zinc dels residus d'acer és l'alt grau contaminant

d'aquest metall. Però en canvi el crom, el manganès i el titani, utilitzats com a òxids, rarament són reciclats. *(Schüler, D.,2011)*

Per a alguns metalls com el tàntal amb aplicacions dissipatives (en telèfons mòbils), liti (per exemple, en bateries), terres rares (ampli espectre d'aplicacions), gal·li i germani (fins avui dia només quantitats molt petites i dissipatives en materials post-consum), no hi ha tecnologies de reciclatge a escales comercials en execució. Actualment únicament hi ha petites plantes pilot on es comencen a realitzar els primers passos del tractament. *(Schüler, D.,2011)*

El reciclatge de metalls crítics, sobretot els elements *hitch-hikers* que son elements que apareixen en els minerals agrupats degut a la gran similitud química, es complicat degut al seu ús en quantitats molt petites i disgregades en productes com per exemple les plaques de circuit imprès (PWB), de manera que el desmuntatge esdevé impossible. Tot i que la concentració de metalls crítics en els productes és molt baixa, la concentració es encara alta en comparació a la que es troba en els minerals de les mines. Per exemple, una PWB i un telèfon mòbil contenen 80-100 g/t de pal·ladi, 40 vegades més concentrat que el mineral original. *(Hagelueken,C., 2012)*. Per aquest motiu pensem que tot i que ara mateix les quantitats reciclades de molts metalls son baixes, s'incrementaran en un futur per diversos motius. Entre ells, que els RAEE contenen una major concentració de recursos minerals, i també per l'increment en el preu de certs metalls degut a la falta de disponibilitat.

3.2.1.1.3 Reutilització

Un gran nombre de telèfons mòbils arribats a l'etapa de gestió final de la seva vida útil, són enviats des dels països industrials on han estat recollits cap a països en desenvolupament i economies emergents com la Xina. Una vegada aquest telèfons arriben a la fi del seu cicle de vida son recollits i reciclats fent servir tècniques poc eficients i recuperant un grau molt baix de materials.

Tot i que hi ha diversos estudis on s'explica on van a parar part del telèfons mòbils fora d'ús, les quantitats no han sigut quantificades. Un informe de l'any 2003 explica que la majoria d'aquestes exportacions són realitzades per empreses dedicades a comprar els telèfons a les companyies encarregades de la recollida dels telèfons i els venen en grans blocs a països d'arreu del món. (Most, 2003). A Anglaterra, la majoria de telèfons són exportats a l'Àfrica, l'Est d'Orient, Orient Mitjà i l'Est d'Europa. Els Estats Units els exporten a Amèrica Llatina, Àfrica, Àsia i l'Est d'Europa (Neira, J., 2006). Els telèfons mòbils d'Espanya són exportats a la Xina, Sud-Àfrica i la Índia (Ponce.Cueto et al, 2010).

A l'UE, les exportacions de RAEE estan prohibides segons el Conveni de Basilea, però hi ha una excepció feta per productes i components reutilitzables, incloent els telèfons mòbils. En els països industrialitzats, el mercat de telèfons de segona mà té una incidència negligible, però de cara als països en vies de desenvolupament i economies emergents, els telèfons de segona mà són una alternativa barata per la majoria de la població. (Bollinger. A.L., Blass, V, 2012)

La reutilització permet allargar la vida útil del telèfon, i es pot realitzar a dos nivells: la reutilització del telèfon complet o la dels seus components.

3.2.1.1.3.1 Reutilització dels telèfons

Com s'ha esmentat anteriorment, hi ha dues possibilitats per a la reutilització del telèfon: la reutilització del telèfon en estat originari, o la reparació del telèfon. Alguns dels telèfons recollits per empreses de reciclatge poden funcionar correctament. Per tal de verificar-ho, se'ls realitza un test de viabilitat. El test de viabilitat consisteix en fer una trucada i veure si fa senyal o no. Si el telèfon funciona, es pot reutilitzar sense requerir cap tipus de canvi. Si pel contrari, no passa el test de viabilitat, requereix reparació. En aquest segon cas, serà arreglat sempre i quan sigui econòmicament rentable. Òbviament, la renovació només és viable si el valor de revenda és superior al cost del procés de condicionament. També hi ha aparells que són venuts sense ser testats (Neira, J., 2006).

Si el telèfon passa el test de viabilitat, només seran necessaris alguns ajustos estètics. El programa del telèfon serà actualitzat, és netejarà i condicionarà, i es registrarà a l'inventari per finalment ser venut al mercat. Si el telèfon està en bones condicions però no passa el test de trucada, significa que requereix certes reparacions per restaurar la seva funció. Si la reparació és econòmica, el telèfon s'envia per al desmuntatge (manual o semi-automàtic), la neteja, substitució de peces i muntatge. Llavors s'empaqueta, es posa en inventari per vendre's al mercat com un telèfon renovat.

És important notificar que el condicionament es du a terme a menys d'un 10% dels telèfons que penetren en el mercat de segona mà. En altres paraules, més del 90% dels telèfons es venen "com estan" en condicions diferents. (*Step, 2009*)

3.2.1.1.3.2 Reutilització dels components

Quan el telèfon no és troba en condicions de ser utilitzat de nou, o bé el fabricant desaprova la recuperació dels seus aparells en estat original (veure apt. 3.3) sorgeix l'opció de reutilitzar els components per separat. Per això serà necessari recuperar els components del aparell. En primer lloc es desmunten els telèfons, i es recuperen els components amb valor econòmic al mercat de segona mà. El desmuntatge pot ser automatitzat o manual. No obstant això, la majoria de les empreses realitzen el desmuntatge manual ja que és necessari un volum de telèfons molt gran per realitzar la operació automatitzada i aquesta sigui econòmicament rentable. El desmuntatge es realitza fins a cert punt: carcassa , bateria, i pantalla, perquè es complicat desmuntar els components. És molt important comprovar que cada component funcioni correctament ja que marcarà la garantia de qualitat (*Step, 2009*).

3.2.1.2 Telèfons no recollits

Els telèfons no recollits representen el major percentatge, el 97% (*Nokia Sustainability Report, 2009*). Ongondo i Williams van realitzar un estudi sobre l'ús i el destí dels telèfons

mòbils entre estudiants universitaris a 5 universitat d'Anglaterra durant l'any 2011. Els resultats, que es mostren a la figura 3.e indiquen que vora el 60% dels telèfons són guardats a casa i el 40% restant, tenen destins diversos, per exemple són regalats, llençats a residus urbans o venuts.

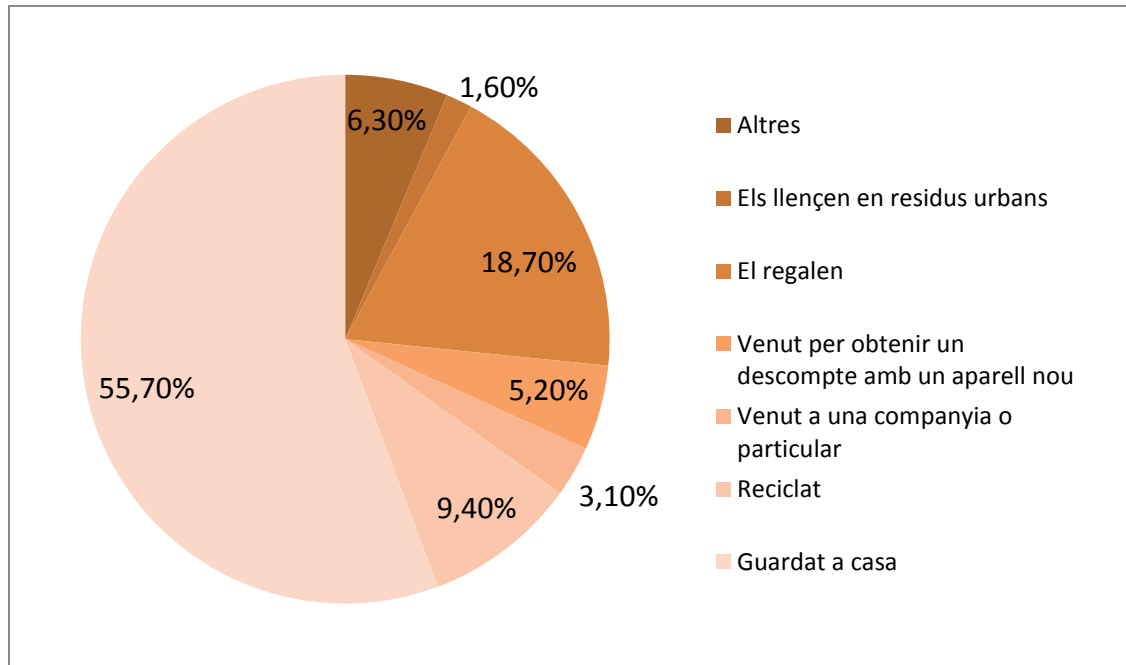


Fig. 3.e: Mètodes utilitzats per als estudiants per dipositar els telèfons mòbils¹⁸.

(Font: Ongondo, F.O. and Williams I.D, 2011)

Aquests telèfons mòbils son emmagatzemats a casa, regalats, venuts o llençats a l'escombraria i aleshores esdevenen residus urbans.

El 1,6% (Ongondo, F.O. and Williams I.D, 2011) dels telèfons es llencen junt amb els residus urbans. Aquests telèfons una vegada barrejats en altres residus son difícils de recuperar principalment per la seva dimensió. Si la brossa no té cap procés de triatge i no se'ls detecta són incinerats o disposats al sòl.

¹⁸ Altres: inclou 1,4% que són telèfons donats a organitzacions per a una correcta disposició i 4,9% d'altres destins.

Degut a la mida relativament petita, els telèfons poden ser fàcilment guardats i oblidats al fons d'un calaix a les llars. L'acte rutinari d'emmagatzematge d'AEE es referit a l'abandonament o emmagatzematge (*Wagner, 2009*). Segons Nokia, el 44% dels telèfons mòbils són emmagatzemats a casa (*Nokia, 2008*). La mateixa corporació va realitzar una enquesta a la població sobre el coneixement i la pràctica del reciclatge de telèfons mòbils. Els resultats rebel·len la manca de informació en la població respecte al reciclatge dels telèfons mòbils. El 48% de la població enquestada desconeixia que es puguin reciclar i el 66% no sabia com reciclar-los. (*Nokia Sustainability Report, 2009*). Els telèfons resten emmagatzemats al llarg d'un període de temps de 18 mesos a 10 anys (*Vered H. Doctor Blass, et al 2006*). El seu destí després del període d'emmagatzematge, serà la reutilització "in situ" o en països emergents, o bé acabaran barrejant-se amb els residus urbans.

En el taller de Prosuite és va estimar que el percentatge de telèfons mòbils venuts és del 30% anual.

Els telèfons mòbils donats a familiars o amics representen un 20,1% (*Ongondo, F.O. and Williams I.D*). D'on el 18,70% són regalats i el 1,4% són donats a organitzacions de cooperació.

3.3 FACTORS QUE AFECTEN ALS SISTEMES DE RECOLLIDA I DISPOSICIÓ DE RAEE

Existeixen una sèrie de factors que afecten als sistemes de recollida i disposició de RAEE els quals es poden agrupar en tres grans categories: (*Ongondo, F.O. and Williams I.D*)¹⁹. el consum, el sistema de retorn, i el producte. A més hi ha un seguit de factors externs als

¹⁹ Ongondo F.O., Williams I.D., *Are WEEE in Control? Rethinking Strategies for Managing Waste Electrical and Electronic Equipmen. Faculty of Engineering and the Environment, University of Southampton U.K.*

consumidors com són la presa de decisions, l'àmbit d'aplicació, la vida útil del producte, etc. que també influeixen en la gestió dels RAEE.

- Les variables de consum són aquelles determinades per actituds, comportament, percepció, nivells de consciència, edat, gènere, situació laboral, espai d'emmagatzematge, etc.. de la població d'un país. Les diferències culturals entre països fan que aquestes variables variïn en tot el continent europeu. A Europa hi ha una marcada diferència entre països nòrdics on la societat és caracteritzada per ser molt cuidadora i respectuosa amb el medi ambient i han desenvolupat una forta cultura del reciclatge; països mediterranis on la societat està menys conscienciada; i països de l'est on prima la cultura de la reutilització, reparació i mercats de segona mà pel diferent context històric i econòmic. (*Savage, M. 2006*). La mentalitat de l'est de que tot té un segon ús o es pot reparar, dificulta les possibilitats de recollida de grans volums de RAEE per al reciclatge.
- Les variables que afecten al sistema de retorn són la infraestructura, prestació de serveis, conveniència i facilitat d'ús del sistema, incentius/desmotivacions, promoció i publicitat de les opcions. Els sistemes de retorn a Europa són ja una part integral en la gestió de RAEE. Tot i així, l'existència del sistema no implica que els RAEE es recullin o disposin correctament. Per exemple a Anglaterra, on els fabricants paguen la taxa de reciclatge, però no habiliten cap sistema de recollida n'hi se n'ocupen (*Ongondo and Williams*).²⁰Alhora de formar un sistema de retorn cal tenir en compte la gran diferència de requeriments del sistema de recollida segons el tipus d'aparells elèctrics. Un sistema de recollida per aparells de la categoria 1 (grans aparells de les llars, ex: nevera) haurà d'oferir unes infraestructures i mètodes diferents que un sistema de recollida per aparells de la categoria 3 (TIC, ex: telèfons mòbils). A causa de les variacions en la interacció de les variables per la logística de dissenyar e implementar un sistema de retorn adaptat a tots els diferents tipus d'AEE i les dificultats i baixa eficiència que pot

²⁰ Ongondo F.O., Williams I.D., *Are WEEE in Control? Rethinking Strategies for Managing Waste Electrical and Electronic Equipmen. Faculty of Engineering and the Environment, University of Southampton U.K.*

comportar, és adequat fer un sistema per a cada categoria o per grups de categories semblants, com per exemple Suïssa té el sistema *Swico* encarregat exclusivament de les TIC. Un aspecte negatiu de la creació de diferents sistemes és que pot causar confusions entre els consumidors i conseqüentment reticència a la recollida provocant una disminució en l'eficiència de recollida. Per evitar aquest factor és molt important la informació al consumidor, la claredat amb la que s'explica el sistema de funcionament i la facilitat amb la que aquest pot interactuar amb la recollida. (*Savage, M. 2006*).

Referent als incentius del sistema de retorn, són un efecte comú sobre la voluntat del consumidor a retornar els productes. Els incentius varien segons les regions i el tipus de producte, però en general els de més èxit són les compensacions monetàries. Normalment els incentius monetaris són els oferts per productes amb valor residual com els telèfons mòbils (*Ongondo and Williams, 2011*).²¹ Que els consumidors tornin el seus productes sense necessitat d'un incentiu econòmic, sinó per voluntat pròpia i respecte al medi ambient, es un aspecte que depèn de la facilitat i conveniència del sistema així com de la educació i coneixença. Per això la informació, promoció i publicitat juga un paper molt important en el comportament del consumidor.

- Les variables del producte són el tipus de producte, mida, qualitat, quantitat, composició del material, valor residual (possibilitat de reutilització o de reciclatge). El tipus de producte així com la mida afecten a la infraestructura del sistema i als mètodes de retorn, com s'ha explicat en les variables de sistema. La mida dels telèfons mòbils obliga a que sigui necessària una gran quantitat de volum perquè el sistema de reciclatge sigui eficient. L'avantatge d'aquest aspecte és que motiva a les empreses a recollir grans volums de telèfons per fer el procés eficient i reduir costos i conseqüentment augmenten les taxes de reciclatge. (*Ongondo and Williams*).

²¹ *Ongondo, F.O. and Williams I.D. Greening academia: Use and disposal of Mobile phones among university students. School of civil Engineering and the Environment, University of Southampton, U.K. 2011*

D'altra banda els telèfons mòbils tenen valor residual, és a dir, quan arriben al final de la seva vida útil, encara se'n pot treure profit mitjançant la reutilització o el reciclatge. Això succeeix perquè a diferència de la majoria dels productes de línia blanca com refrigeradors o màquines de rentar, la disposició final dels telèfons mòbils no es deguda al final de la seva vida útil tècnica. Generalment, els grans electrodomèstics de la llar, arriben als centres de recollida una vegada han esgotat la vida tècnica definida pels fabricants, per això gairebé no tenen cap valor quan arriben a l'etapa de gestió final, a diferència dels telèfons mòbils. Per exemple, segons el National Institute for Environmental Studies de Japó²² la vida útil d'una nevera s'estima en 12.3 anys i la seva vida tècnica en 13-15 anys (any 2005-06). En canvi, com s'ha vist, els telèfons mòbils tenen una vida útil de 18 mesos, mentre que podrien ser utilitzats durant 10 anys. Quan es deixa d'utilitzar un telèfon mòbil, als 18 mesos, l'aparell encara funciona i conseqüentment encara té un valor econòmic. Aquest valor s'utilitza com a referència per entrar al mercat de segona mà. Els telèfons mòbils amb un possible valor residual són els que provenen de:

1. Els consumidors al final de la vida útil:

- Recollits en el moment de la substitució pel nou aparell (entorn de 18 mesos)
- Recollits dels "calaixos", després del període d'hibernació (18 mesos fins a 10 anys o més)

2. Dels fabricants d'equips electrònics o de les companyies operadores.

- Els telèfons sobrants d'un excés d'inventari.
- El telèfon està nou i encara pot entrar al mercat.
- El telèfon està nou però tecnològicament obsolet.
- Retornats pels consumidors (en diverses condicions).
- Altres mètodes de retorn.

²² National Institute for Environmental Studies de Japó <http://www.nies.go.jp/lifespan/index-e.html>

Els telèfons mòbils que tenen un major valor residual són els aparells més nous, els aparells de models popular i amb la tecnologia més avançada, i els aparells que funcionen. (*Neira, J., et al, 2006*) Per tan interessa que la recollida es faci en bones condicions. Però degut a la mida dels telèfons mòbils, és fàcil que es llencin amb els residus sòlids urbans. I encara és més comú que quedin emmagatzemats i oblidats al fons d'un calaix com a conseqüència de la sobrevaloració que els dóna l'usuari, ja sigui per la informació que contenen o per motius sentimentals. Fet que no succeeix amb una nevera o televisor, ja que ocupa espai i fa nosa, i no és pot llençar fàcilment en un contenidor.

- Factors externs: són polítics (regulacions i legislació); de mercat; canvis tecnològics (tecnologies emergents); costs (productes assequibles segons el preu); vida útil del producte; pressió social (marca la necessitat del producte).

L'anàlisi dels diferents sistemes denota com en la majoria dels casos l'existència d'un marc legislatiu és la causa perquè es gestionin els RAEE degudament i es creï un sistema de retorn. Europa és un bon exemple sobre la influència de la legislació en la recollida i tractament de residus. Abans de la instauració de la Directiva RAEE, només sis països europeus disposaven d'un sistema de recollida de residus per voluntat pròpia. L'impacte de la Directiva és notori ja que actualment tots els països de la Unió Europea tenen sistemes de recollida. Tot i així hi ha diferències molt grans en el desenvolupament d'aquests sistemes degut a l'antiguitat. És podrien classificar els països de la UE en tres grups segons el període d'establiment d'un sistema de recollida a través d'organitzacions de productors (*Wilkinson, S. and Duffy, N., 2003*). En primer lloc els iniciats a priori de la Directiva RAEE, com són Noruega, Suïssa, Països Baixos, Bèlgica i Suècia; en segon lloc els que incorporen i activen els sistemes de recollida entre els anys 2004-2005, països que ja tenien regulacions de RAEE anteriors i varen començar a treballar en un sistema de recollida immediatament de la publicació de la directiva RAEE o una mica abans hi tot (Espanya, França, Alemanya); tercerament, els països tardans en la

instauració d'un sistema de recollida de RAEE, com són per exemple, Romania que té dos sistemes de recollida: RoRa fundat l'any 2007 i Ecotic fundat el 2006 però no va operar fins el 2007; Eslovàquia on opera el sistema Asekol fundat també l'any 2007; i Polònia on opera Elektroeko fundat l'any 2006. Les diferències en el període d'instauració dels sistemes de recollida depenen en última instància de les autoritats i la legislació. Aquestes diferències es denoten en les taxes de reciclatge. *(Ongondo, F.O. and Williams I.D.)*

Qui també influeix en la presa de decisions són els mercats i els fabricants dels productes. Actualment, existeixen fabricants de telèfons mòbils que no aproven la reutilització dels seus terminals, ja que les possibles fallades que poden tenir els aparells reutilitzats les veuen com una amenaça per la marca. Mentre per altres empreses la reutilització és una oportunitat de negoci ampliada. Per tant, depenent del punt de vista, algunes empreses es centren en la reutilització, mentre que d'altres tracten d'ampliar el reciclatge o el mercat dels components secundaris. Telèfons que compleixen les condicions per ser reutilitzats podrien acabar sent reciclats, si l'empresa no vol que els seus productes es llencin al mercat secundari. Per la mateixa raó, si l'usuari final opta per bloquejar mecànicament el telèfon per netejar les dades emmagatzemades en la maquinaria, l'única opció disponible és el reciclatge, ja que el telèfon s'haurà espatllat. *(Neira, J., et al, 2006)*

D'altra banda si s'està imposant a nivell global la gestió adequada dels AEE, és degut al creixement del flux de les tecnologies emergents i als costos, cada cop més assequibles per als consumidors. Finalment, la vida útil dels productes, cada vegada més curta, i influïda per la pressió social que marca la necessitat dels nous productes abans que aquests deixin de funcionar, crea volums de RAEE majors i més difícils de gestionar. Per aquets motiu és important que el sistema de recollida sigui eficient i proper al consumidor.

3.4 SISTEMA DE RETORN DE TELÈFONS MÒBILS

L'èxit de la recollida dels telèfons mòbils depèn de quatre factors: els mètodes de recollida, els incentius, la facilitat d'ús del sistema de recollida, la conscienciació e informació i les responsabilitats dels interventors.

Hi ha diversos mètodes de recollida, majoritàriament gratuïts. Els serveis postal, són mètodes gratuïts, oferts pels fabricants i distribuïdors, mitjançant la repartició de sobres pre-pagats o la impressió de segells pre-pagats a nom de la companyia. Hi ha altres empreses que posen a l'abast de l'usuarí un sistema de missatgeria. El sistema de missatgeria és gratuït si la recollida és de més d'un telèfon. Aquests dos sistemes poden tenir algun incentiu monetari o descompte en la compra del pròxim producte en la tarifa. A vegades les empreses sol·liciten que el telèfon compleixi unes condicions mínimes com per exemple, què el dispositiu funcioni (és pugui encendre i apagar, estigui lliure de codi PIN, la pantalla LCD/pantalla tàctil estigui íntegra i funcioni completament, el panell frontal de vidre estigui íntacte, no li manqui cap part inclosa la bateria i la coberta del darrera) (*zonzoo.es*) Una altre forma de recollir telèfons fora d'ús és mitjançant punts de recollida a les botigues de telefonia mòbil. En aquest cas el retorn pot estar condicionat a la compra d'un nou producte. També existeixen punts de recollida municipals. Els punts de recollida municipals poden ser punts fixes, infraestructures especialitzades. Són els anomenats parcs municipals, on els consumidors i les empreses poden deixar els RAEE. En els parcs municipals, les empreses de reciclatge de RAEE proporcionen contenidors de classificació de residus. Els usuaris poden dipositar gratuïtament els RAEE. Els punts de recollida municipals també és poden localitzar en centres cívics com per exemple succeeix a Irlanda, (*Wilkinson, S. and Duffy, N., 2003*) o ser punts mòbils com els punts verds o deixalleries mòbils a Barcelona que cada dia cobreixen una zona en una ciutat. D'altre banda hi ha els mètodes de recollida puntuals, les campanyes/jornades de sensibilització, amb doble finalitat, la recollida de telèfons mòbils i la sensibilització del ciutadà. És poden realitzar al carrer, en empreses, escoles o universitats.

Els incentius pel retorn dels telèfons mòbils són molt importants sobretot en aquelles societats sense cultura de reciclatge. Algunes empreses es dediquen a la compra de telèfons que encara funcionin i que l'usuari vol revendre. En aquest cas, l'incentiu monetari depèn de l'estat del telèfon i de l'antiguitat. Per exemple, la companyia Zonzoo, compra un Iphone de 3G per 30 €, el servei inclou recollida a casa (*zonzoo.es*). Un altre mètode d'incentius econòmics, són els que ofereixen les companyies telefòniques o les botigues mitjançant descomptes en la compra del nou aparell, acumulació de punts, o descomptes de tarifa. D'altra banda altres usuaris poden trobar beneficis donar els telèfons a ONG. (*Ongondo, F.O. and Williams I.D.*)²³

La manera en com està organitzat i configurat el sistema de recollida repercuteix directament en l'acte de retornar el telèfon. El consumidor, ha de distingir clarament quin és el mètode de retorn del telèfon mòbil. Quan es crea un únic sistema de retorn per diferents tipus d'aparells elèctrics i electrònics, pot ser difícil identificar el mètode de retorn. Per evitar confusions i dificultats al consumidor, és important que cada gestor o empresa de recollida mostri clarament el mètode de recollida que ofereix. Per exemple, Canadà té un sistema nacional específic per a telèfons mòbils amb la seva pròpia pàgina web i 3,500 punts de recollida en tot el país. S'anomena *Recycle mycell*, i va ser fundat l'any 2009 per l'associació *Canadian Wireless Telecommunications (CWTA)*. Un altre exemple de sistema nacional de recollida exclusiu de telèfons mòbils *Mobilemuster* a Austràlia. Iniciat voluntàriament per la indústria australiana de telecomunicacions des del 1999. El sistema recull telèfons de distribuïdors, municipis, empreses, consumidors particulars, i agències governamentals.

Per conscienciar a la societat, i donar a conèixer els sistemes de recollida, és important la informació que es transmet i com se'n fa difusió. Els mitjans informatius han de transmetre, la importància i necessitat de reciclar, els mètodes de recollida, i els incentius.

²³ *Ongondo, F.O. and Williams I.D. Mobile Phone collection, reuse and recycling in the UK. University of Southampton, UK.*

Tot resumit en un missatge clar i concís a través de diversos mitjans de comunicació com internet, televisió, premsa, campanyes de sensibilització o anuncis a la via pública. *(Ongondo, F.O. and Williams I.D.)*

Per últim, les responsabilitats dels fabricants, importadors, distribuïdors, autoritats municipals i consumidors. A l'apartat 1.3.1 sobre legislació s'han especificat les obligacions que corresponen a cadascuna d'aquestes figures. A més d'aquestes obligacions perquè el sistema funcioni és imprescindible el compromís i participació de cadascuna d'aquestes figures en la mesura del que els correspon *(Ongondo, F.O. and Williams I.D.)*

3.5 SITUACIÓ A ESPANYA

A continuació és descriu el funcionament i les característiques dels sistemes de recollida de telèfons mòbils a Espanya i les opcions per la reutilització que hi ha. En l'apèndix s'inclou l'anàlisi d'altres sistemes europeus de recollida de telèfons mòbils.

3.5.1 RECOLLIDA

A Espanya, com succeeix amb els altres Estats Membres, hi ha diverses opcions per la recollida dels telèfons mòbils.

- Fabricants, distribuïdors i xarxes d'operadors de telefonia: de la mateixa manera que a nivell global, les empreses de telefonia, desenvolupen a Espanya els seus programes de recollida.
- Empreses privades: Espanya compta amb una gran varietat d'empreses privades, que treballen per via web, les quals recullen els telèfons mòbils per posar-los en mercats de segona mà. Per exemple: Zonzoo²⁴, Topdollarmobile²⁵, Donatumovil²⁶, Biotel²⁷, EurekaMovil²⁸, The Phone House²⁹.

²⁴ www.Zonzoo.es

²⁵ www.topdollarmobile.es

²⁶ www.donatumovil.org

²⁷ www.biotel.es

²⁸ www.eurekamovil.es

²⁹ www.thephonehouse.es

- Organitzacions/associacions: Espanya compta amb tot un ventall de fundacions per la recollida de RAEE: Fundació ECO-RAEEs; Fundació Ecolec; Fundació Ecotic; Fundació Recicla Canaries; Fundació Asimelec. D'aquestes, tenen empreses de telefonia mòbil adherides les tres últimes fundacions. Tot i que només Asimelec té un programa especial i concret pels telèfons mòbils anomenat Tragamovil.

Asimelec va néixer l'any 1998 com una fundació que vetlla pel medi ambient i els RAEE i està formada per quatre fundacions ambientals: Ecoasimelec, Tragamòvil, Ecopiles i Ecofimàtica. L'any 2005 va crear la Plataforma per la Gestió dels RAEE que vetlla per el reciclatge dels RAEE a través del control de diferents sistemes de gestió integrats coincidint amb l'entrada en vigor del RD 208/2005 sobre aparells elèctrics i electrònics i la gestió dels seus residus per incorporar al dret nacional les directives:

- Directiva 2003/96/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 27 de gener de 2003, sobre residus d'aparells elèctrics i electrònics.
- Directiva 2002/95/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 27 de gener de 2003, sobre restriccions a la utilització de determinades substàncies perilloses en aparells elèctrics i electrònics.

El RD 208/2005 obliga els productors d'aparells elèctrics i electrònics a adoptar les mesures necessàries perquè els residus d'aquests aparells, posats en el mercat, siguin recollits de forma selectiva i tinguin una correcta gestió mediambiental. Aquestes obligacions poden ser complertes de forma individual o bé a través d'un o diversos sistemes integrats de gestió (SIG).

Els sistemes integrats de gestió (SIG) són el conjunt de relacions, procediments, mecanismes i actuacions que, amb prèvia autorització i supervisió per les comunitats autònomes en l'àmbit territorial que s'implantin, garanteixin la recollida selectiva dels RAEE i el seu reciclatge o reutilització. (*Plataforma de Gestión de los RAEE*)³⁰

³⁰ *Plataforma de Gestión de los RAEE*: <https://www.raee-asimelec.es/>

La Plataforma de Gestió de RAEE constitueix una eina de gestió i informació comú per als diferents sistemes integrats de gestió (SIG) de residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) gestionats per ASIMELEC, que permet:

- A les empreses que no estan adherides, trobar el formulari per fer-ho.
- A les empreses adherides fer la declaració trimestral d'Aparells Elèctrics i Electrònics (AEE).
- Als usuaris de la plataforma, trobar informació sobre el funcionament dels diferents SIG's i respecte de la legislació que afecta els aparells elèctrics i electrònics (AEE) i els seus residus (RAEE), a més d'informació relativa als residus gestionats.
- Als agents que intervenen en el cicle de gestió dels Residus d'Aparells Elèctrics i Electrònics (RAEE), comptar amb una eina de comunicació entre els mateixos.

Els sistemes integrats de gestió que gestiona Asimelec són tres, cadascun especialitzat en una categoria de residus en particular: Tragamòvil en telèfons mòbils, Ecoplies en piles i bateries, Ecofimàtica en aparells d'ofimàtica.

La Fundació Tragamòvil es va constituir el 2003 com una organització sense ànim de lucre per a la gestió dels residus d'aparells de telefonia i comunicacions i els seus accessoris. Els seus objectius mediambientals són:

- Prevenir la contaminació de l'entorn a través de la recollida selectiva dels telèfons mòbils, evitant que alguns materials potencialment contaminants danyin el medi ambient.
- Fomentar el reciclatge i estalvi de matèries primeres i conscienciar els milions d'usuaris de la telefonia mòbil sobre la necessitat de dipositar aquest tipus d'aparells en llocs adequats.

La iniciativa d'àmbit estatal és promoguda per: Motorola, Nokia, Panasonic, Sharp, Sony Ericsson, Telefònica i Vodafone.

Tragamóvil recull els telèfons mòbils fora d'ús amb l'objectiu de reciclar-los. Una vegada els telèfons mòbils són recollits en els diferents punts de generació, aquests són traslladats fins als centres d'emmagatzematge temporal. Quan el volum de residus consolidat permet completar un vehicle de gran tonatge, és quan aquests residus són enviats a plantes de tractament autoritzades per a la gestió final dels mateixos. Una vegada que entren a les instal·lacions de tractament, la primera fase consisteix en la retirada dels elements potencialment contaminants, generalment metalls, establerts segons la directiva Directiva 2002/95/CE sobre restriccions a la utilització de determinades substàncies perilloses en aparells elèctrics i electrònics (veure apt. 1.3.1.2). En aquesta primera fase també es du a terme un procés de classificació dels residus en funció del seu destí final: recuperables, reciclatge, residus contaminants (en els RAEE en general les proporcions són: 25% de components recuperables; 72% materials reciclables: plàstics, metalls ferrosos, alumini, i coure, or, níquel estany de les plaques; 3% residus contaminants: plom, mercuri, beril·li, seleni, cadmi, cromo, substàncies halogenades, CFC clorofluorocarburs, PCB bifenils policlorats, PVC policlorur de vinil, ignífugs(arsènic i amiant) (EPA, 2008). Després de la classificació de les diferents tipologies de residus, les fraccions obtingudes pateixen un procés de mòlta i trituració. Un cop finalitzada aquesta fase s'envien a empreses metal·lúrgiques, i mitjançant diferents processos mecànic-físics s'aconsegueix obtenir matèries primeres secundàries que tornaran a ser introduïdes en el cicle productiu. (Step, 2009)

Dades dels gestors de Tragamóvil indiquen que fins el segon semestre del 2006, la fundació havia gestionat unes 400 tones de residus provinents de telèfons mòbils. D'aquests, 74,6 varen ser recollides a l'any 2004. D'aquesta quantitat, el 16% corresponen a telèfons, el 24% a carregadors i accessoris, el 17% a piles i acumuladors i el 37% a embalatges. També s'ha recollit aproximadament un 6%, en pes, d'altres residus diferents (impropis, també RAEE), fet que ha donat lloc a la creació del Sig Ecoasimelec. (Ministerio de Medio Ambiente, 2008)

*Actualment, el 2011, la fundació Asimelec s'ha convertit en la Fundació Recyclia. Amb els mateixos sistemes integrats de gestió, és la pionera d'Espanya en la recuperació de RAEE i piles.

3.5.2 REUTILITZACIÓ

A Espanya existeixen empreses i ONG's que ofereixen programes de reutilització des del boom dels telèfons mòbils a finals de la dècada dels 90 (UIT, 2006). L'any 2005 amb la directiva de residus, hi va haver una forta aparició d'empreses dedicades a aquest camp. Però d'ençà que la crisi econòmica és present, any 2010, hi ha una major ventall disponibilitat d'opcions per reutilitzar els telèfons i altes remuneracions econòmiques. Per exemple, la cadena The phone House, enguany ha implementat el "Pla Remòbil" amb venda a Espanya (Gamazo, A., 2012). El Pla Remòbil consisteix en la compra de terminals als usuaris per les operadores per revendre'ls. La novetat és que ara es vendran a Espanya, però segurament només els d'alt preu, de més de 400 euros, ja que en segona mà poden tenir una reducció del 30%. La casa revalora el telèfon mòbil de l'usuari, i si compleix les condicions adients, el remunera econòmicament. La remuneració econòmica és troba en un interval de 50€ pels terminals més bàsics fins a 250€ per smartphones com un Iphone. (The phone House, 2012)³¹

Telefònica Movistar també ha començat una iniciativa de vendre mòbils de segona mà, es coneix com "Terminals com nous". Forma part de la nova política de Movistar d'abandonar la subvenció de telèfons per captar nous clients. Al seu torn els clients de Movistar podran lliurar els seus mòbils i smartphones en punts de venda de Telefónica, on obtindran un bo descompte de fins 245 euros que podran canviar durant un període de fins a 60 dies. La quantitat dependrà del model, la seva antiguitat i estat. L'operadora admet qualsevol telèfon, fins i tot els que han subvencionat altres companyies. Posteriorment aquests models es condicionen i es venen a Espanya o altres mercats en què opera la companyia. S'inclouen en una caixa on s'especifica que el telèfon està "com

³¹ The phone House: <http://www.phonehouse.es/>

nou" i inclou 1 any de garantia de reparació, canvi de peces i telèfon de substitució en cas d'avaría.

La diferència entre les dues iniciatives és que The phonehouse, (Movilonia, 2012)³² així com altres empreses no faciliten informació sobre quina serà la gestió final dels telèfons mòbils.

³² Movilonia: <http://www.movilonia.com/the-phone-house-ya-ha-recogido-5-millones-de-moviles-usados-13072009-html/>

4. METODOLOGIA

L'estimació dels residus de telèfons mòbils generats a la UE s'ha desenvolupat seguint el model proposat del Volume Waste Inventory Assessment (UNEP, 2007) El *Volume Waste Inventory Assessment* és un programa de la UNEP amb el que a través de la Divisió de Tecnologia, Indústria i Economia del Centre Internacional de Tecnologia del Medi Ambient (IETC), vol implementar un mètode de Gestió Integral de Residus Sòlids (ISWM) basat en les 3R (reducció, reutilització i reciclatge) en Àrees urbanes de Àsia-Pacífic i Àfrica. El programa cobreix tots els residus sòlids, però es centra en els RAEE de fonts domèstics i industrials a nivell global i regional en una col·laboració entre la UNEP i el Secretariat del Conveni de Basilea (SBC). La feina és resumeix en la publicació de dos manuals: 1) E-waste Assessment Manual i 2) E-waste Management Manual. (UNEP, 2007)

4.1. METODOLOGIES DISPONIBLES

Per crear una metodologia en aquest projecte, s'ha utilitzat el primer manual, E-waste Assessment Manual, desenvolupat com una guia per fer un inventari de RAEE i implementar un mètode de gestió de RAEE a qualsevol ciutat, àrea geogràfica o país. El manual descriu tres metodologies diferents, basades en el flux de materials, per realitzar l'inventari de RAEE. D'aquestes metodologies s'expliquen a continuació els requisits, les restriccions i els avantatges.

4.1.1. THE TIME STEP METHOD

El càlcul de RAEE es fa en base a l'estoc privat i industrial i les dades de vendes. Els RAEE potencials durant la fase de recol·lecció a temps t es calculen de la diferència en els nivells d'estoc privat i industrial en la fase de consum durant dos períodes de temps t , més les vendes en aquest període menys els residus produïts en aquest període de temps t fins el temps $t-1$.

Generació RAEE (t)

$$= [\text{estoc}(t1) - \text{estoc}(t2)]_{\text{privat}} + [\text{estoc}(t1) - \text{estoc}(t2)]_{\text{industrial}} + \text{vendes}(t+1, t-1) - \text{RAEE}(t+1, t)$$

D'on $t < 1$

Requisits

1. La informació sobre les vendes es pot obtenir de la producció, importació i les estadístiques d'exportació.
2. Els valors d'aparells es poden determinar a partir dels nivells de saturació predeterminats a la llar.
3. L'estoc industrial es difícil d'obtenir requereix supòsits.

Restriccions

1. Els nivells de saturació de les llars es basen en els nivells d'existències predeterminades.
2. Els estocs industrials s'assumeix en els càlculs.
3. La suposició que tots els RAEE generats són recollits i traslladats a tractament i disposició final.

Avantatges

1. Els càlculs es poden realitzar fàcilment.
2. El mètode dona bons resultats en un mercat saturat.

En primer lloc s'ha analitzat quins són els factors que intervenen en la generació de residus i a partir d'aquí s'han formulat tres equacions i se n'han estudiat les limitacions i els avantatges, fins a trobar la més adient.

4.1.2 THE MARKET SUPPLY METHOD

Els RAEE es calculen a partir de les vendes, fase de recol·lecció a un temps t es calcula de les vendes i la informació dels patrons de consum.

$$\text{Generació de RAEE } (t) = \text{vendes } (t - dn) + \text{reutilització } (t - ds)$$

On, dn = mitjana de cicle de vida dels aparells nous

ds = mitjan de cicle de vida d'aparells de segona mà

Requisits

1. La informació sobre les vendes es pot obtenir de les estadístiques de producció i exportació.
2. La vida mitjana d'aparells nous i de segona mà és diferent.

Restriccions

1. La vida mitjana en gran mesura és subjectiva perquè la majoria dels equips elèctrics i electrònics dels països desenvolupats es substitueixen i eliminen abans que arribin al final de la seva vida.
2. Els RAEE sovint s'emmagatzemen durant anys.
3. Se suposa que tots els aparells produïts en el mateix any estaran preparats per ser dipositats exactament després de la vida mitjana.
4. S'assumeix que la variació mitjana en la vida dels AEE no canvia molt, mentre que, en realitat, el temps de vida pot arribar a ser més curt en el futur. Per tant, aquest mètode no és especialment útil en el càlcul dels RAEE per a una mercat dinàmic on la tecnologia i la vida estan canviant ràpidament.

Avantatges

1. Les dades necessàries no han de ser molt àmplies
2. Els càlculs es poden realitzar molt fàcilment utilitzant una fórmula simple
3. Les dades de vendes s'extreuen de les estadístiques oficials dels instituts d'investigació de mercat o organitzacions comercials i són de bona qualitat i disponibles per a un gran nombre de productes.

4.1.3 APROXIMACIONS DE LES FÓRMULES

A continuació el manual fa dues aproximacions de les metodologies per calcular la generació de RAEE:

Aproximació 1: El càlcul de RAEE es fa en base a l'estoc i la mitjana de vida. Aquest mètode també s'ha referit com el mètode del "Consum i Ús". Es va utilitzar als Països Baixos per calcular els residus d'AEE. Matemàticament, el mètode està representat per la següent equació:

$$\text{Generació de RAEE (t)} = [\text{estoc privat (t)} + \text{estoc indústria (t)}] / \text{vida mitjana}$$

- On l'estoc privat ve donat per l'equació:

$$\begin{aligned} \text{Estoc indústria} &= \frac{\text{Nombre de llars} * \text{nivell de saturació de les llars}}{100} \\ &= \left[\frac{\text{Població}}{\text{grandària mitjana de les llars}} * \text{nivell de saturació de les llars} \right] / 100 \end{aligned}$$

- On l'estoc privat ve donat per l'equació:

$$\begin{aligned} \text{Estoc indústria} &= \frac{\text{nombre de llocs de treball} * \text{nivell de saturació en la indústria}}{100} \\ &= \left[\frac{\text{nombre d'empleats}}{\text{nombre d'usuaris per dispositiu}} * \text{nivell de saturació en la indústria} \right] / 100 \end{aligned}$$

Per l'aplicació d'aquest mètode es necessiten dades d'estoc i de vida mitja dels aparells.

Restriccions

1. El mètode assumeix una vida útil constant del producte.

2. Aquest mètode és adequat per a l'estimació dels RAEE en mercats saturats i sense desviacions importants respecte a la mitjana de vida útil, que és una variable subjectiva.

Avantatges

Aquest mètode és especialment útil quan hi ha dades disponibles i fiables dels estocs d'aparells.

Aproximació 2: Pel càlcul de la generació de RAEE en un any concret s'utilitzen estadístiques de vendes considerant un mercat saturat. Aquest mètode es basa en la suposició que amb la venda d'un aparell nou, es llença un aparell vell.

Matemàticament, es pot representar com s'indica a continuació.

$$\text{Generació de RAEE } (t) = \text{vendes } (t)$$

Restriccions

1. Aquest mètode només és adequat en un mercat totalment saturat on la compra d'un producte produeix la mateixa quantitat de residus del producte vell. Per tant, aquest mètode té una aplicació limitada en els mercats dinàmics i en desenvolupament pel fet que en aquests mercats una major part de les vendes serveix per augmentar el estoc i no implica que generi residus.
2. Aquest mètode no és adequat si l'emmagatzematge temporal o la reutilització d'aparells té un paper important en el comportament del consumidor.

Avantatges

1. Aquest mètode és adequat per dur a terme una avaluació inicial.
2. Són necessàries poques dades per l'aplicació d'aquest mètode.
3. No calen dades històriques, només són necessàries les xifres de vendes per a un determinat període de temps.

Una vegada estudiada la metodologia del *Volume Waste Inventory Assessment* s'ha arribat a la conclusió que per calcular la generació de residus electrònics es requereixen dades de quantitat de telèfons (estoc i flux de mercat) i de durada del cicle de vida útil (temps).

4.2 METODOLOGIES PER L'ESTIMACIÓ DE RESIDUS DE TELÈFONS MÒBILS

En l'estudi de les metodologies disponibles hem observat que la quantitat de residus de telèfons mòbils depèn de les vendes de telèfons i de la saturació dels mercats. I que en funció de si els mercats estan saturats o no, s'haurà de formular una equació amb uns requisits o altres. Per aquesta raó s'ha considerat oportú fer una breu descripció de l'evolució dels telèfons mòbils. abans de crear una metodologia per l'estimació de residus de telèfons mòbils. Una vegada definides les metodologies necessàries s'exposa la metodologia definitiva per la quantificació dels telèfons mòbils utilitzats.

4.2.1 EVOLUCIÓ DEL MERCAT DE TELEFONIA MÒBIL

Els economistes i màrketing defineixen el cicle de vida d'un producte mitjançant una corba. (Yuste, P.A. 2002) Segons la corba del cicle de vida d'un producte, quan aquest es llençat al mercat, comença per una etapa introductòria d'adaptació on els ritmes de creixement i les vendes del producte no són gaire elevades. Segueix una fase ràpida i de forta expansió on les vendes creixen a ritmes molt elevats, i es passa a una etapa de maduració amb possible saturació del mercat i desacceleració de les vendes. Per tornar al inici de la corba i evitar el descens de les vendes cal innovar. (Yuste, P.A. 2002)

El desenvolupament de la telefonia mòbil està marcada per quatre etapes segons l'evolució de la tecnologia de xarxa sense fil (wireless) que s'anomenen generacions.

La *primera generació* (1G) de la telefonia mòbil va aparèixer el 1979 i es va caracteritzar per ser analògica, oferint bàsicament serveis de veu. (Ballester, M. P., 2003)

La *segona generació* (2G) de telefonia mòbil és caracteritzada per utilitzar circuits de transmissió digitals que permeten una ràpida connexió a les xarxes. Aquesta generació de tecnologia va introduir comunicació, via missatges (SMS). Els aparells es caracteritzaven

per ser més petits i portables. El llançament d'aquesta tecnologia va significar un boom d'usuaris mòbils, per exemple, a Espanya l'any 1997 hi havia 3.3 milions d'usuaris nacionals de 2G i l'any 2000 hi havia 9.2 milions (*Ballestero, M. P., 2003*).

Entre la generació 2G i 3G, hi va haver la generació 2.5G que incloïa alguns canvis de la 2G i apropiava l'evolució dels telèfons mòbils cap a la 3G.

A partir de l'any 2002 a Europa, va arribar la *tercera generació* (3G) de telefonia mòbil que utilitza major ample de banda. 3G neix de la necessitat d'augmentar la capacitat de transmissió de dades per poder oferir serveis com la connexió a Internet des del mòbil, la videoconferència, la televisió i la descàrrega d'arxius. Actualment el desenvolupament tecnològic d'Europa possibilita un sistema totalment nou: UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). L'any 2009, la generació 3G va portar l'arribada dels Smartphones, oferint ràpida navegació per web i múltiples aplicacions. (*Mobile phone directory*)³³

El futur proper prepara la quarta generació (4G) que és defineix com una xarxa de xarxes i un sistema de sistemes integrats, basats en el protocol IP (Internet Protocol), una nova xarxa sense fil (wireless) anomenada de llarga durada (Long Term Evolution) que treballa a 1Gbps. (*Mobile phone directory*)³⁴

Actualment els països industrialitzats es troben al punt de la saturació de mercats de la generació 3G. L'arribada de la quarta generació, podria ser la innovació tecnològica que reactivi el mercat. A Les economies dels països emergents, l'impacte dels productes encara es troba en la fase ràpida i de forta expansió del producte. (*Sanwon Lee, Ph. D. , 2009*)

Les diferències de desenvolupament de les tecnologies de la informació i la telecomunicació (TIC) entre zones desenvolupades i en vies de desenvolupament és poden mesurar amb el mètode de distància temporal, que mesura el nombre d'anys de retard que un país o regió té respecte a un país o regió de referència en termes dels indicadors de desenvolupament. Els resultats mostren que aquesta diferència és

³³ *Mobile phone directory*: <http://www.mobile-phone-directory.org>

relativament petita, sobretot en comparació amb els resultats que llancen altres indicadors de desenvolupament, com l'esperança de vida o la taxa de mortalitat infantil.

De fet, el 2008, la penetració de la telefonia mòbil i la penetració de banda ampla fixa en els països en desenvolupament havia assolit els nivells de Suècia (primer país en l'índex de desenvolupament i investigació, IDI) deu anys enrere, i el nombre d'usuaris d'Internet per cada 100 habitants era idèntic al de Suècia feia 11 anys. Per contra, l'esperança de vida en els països en desenvolupament l'any 2008 era la de Suècia feia 66 anys, i la taxa de mortalitat infantil el 2007 es trobava al mateix nivell que la de Suècia 72 anys abans. (ITU, 2010)

Per tant, la metodologia que és busca ha de ser per un mercat saturat, ja que l'estudi és fa per Europa que és una geografia industrialitzada.

4.2.2 METODOLOGIES PER L'ESTIMACIÓ DE TELÈFONS MÒBILS FORA D'ÚS

Basant-nos en les metodologies explicades a l'apartat anterior, hem desenvolupat una nova metodologia per poder quantificar els telèfons mòbils fora d'ús. En aquest apartat es presenten 3 equacions diverses. Per cadascuna d'aquestes equacions es detallen els avantatges i inconvenients. A l'últim apartat es presenta la metodologia que millor s'adapta per a realitzar l'estudi. Les metodologies s'han realitzat en base a la vida útil d'un telèfon mòbil, 18 mesos (veure apt. 3.2.1).

4.2.2.1 Metodologia 1

La quantitat de residus de telèfons mòbils es la suma de l'estoc privat i les vendes menys les importacions menys les exportacions. L'estoc privat es defineix com el nombre de telèfons mòbils per habitatge. Les vendes, les importacions i les exportacions són el flux de telèfons als mercats divuit mesos enrere.

En aquesta equació els residus de telèfons mòbils engloben els residus dels aparells nous i els de segona mà. Els residus d'aparells nous són els que després dels 18 mesos de vida,

són llençats o reciclats. Els de segona mà, son aquells que després dels 18 mesos de vida no es gestionen correctament (per exemple es recullen per gent que furga al fem peces o objectes amb un cert valor econòmic fenomen dels *Scavengers*, o són destinats a països en desenvolupament) per ser reutilitzats o emmagatzemats als habitatges. Són el sumand anomenat estoc privat.

Residus de telèfons mòbils =

$$= \text{estoc privat}(t) + (\text{vendes} + \text{importacions} - \text{exportacions})(t - 18)$$

(equació 1)

Requisits:

1. Obtenir les dades de vendes, importacions i exportacions d'estadístiques europees
2. Fer una cerca de dades del estoc privat en documents.

Limitacions:

1. Dificultat per obtenir les dades de l'estoc privat en tones específiques, per cada any. Només tenim una mitjana percentual per tot el període.
2. El període de temps en que l'estoc privat és converteix en residu. L'estoc privat és acumulatiu, un nou aparell en una casa cada 18 mesos no implica que el vell és llenci amb la mateixa freqüència (mercat no saturat). De la mateixa manera, és desconeix el temps de vida útil dels telèfons destinats a tercer món.
3. Les dades de flux d'importacions i exportacions són incompletes, només dels últims anys s'han trobat registres en les notes de premsa de Gartner.

Observant les limitacions de la equació 1, es desenvolupa una nova equació.

4.2.2.2 Metodologia 2

L'equació 2 calcula la generació de residus de telèfons mòbils en un any concret a partir de les vendes en el període t-18 mesos, es a dir a l'inici del cicle de vida. L'equació

assumeix un mercat saturat. Es defineix mercat saturat, quan la quantitat de producte subministrat en el mercat s'ha maximitzat en l'estat actual del mercat. En el punt de saturació, el creixement només es pot aconseguir a través de millores en els productes, els guanys de quota de mercat o un augment de la demanda dels consumidors en general (*investopedia*). En aquest tipus de mercat s'assumeix que la venda d'un producte nou implica la disposició final d'un producte vell.

$$\text{Residus de telèfons mòbils} = \text{vendes} (t - 18) \quad (\text{equació 2})$$

Requisits:

1. Es requereixen dades de vendes de telèfons mòbils de diferents anys.

Limitacions:

1. Aquest mètode és adequat únicament per mercats plenament saturats on la compra de productes implica el mateix nombre de disposició de productes. Per tant, el mètode no és vàlid per mercats dinàmics en desenvolupament. Ja que la compra de productes és per augmentar el estoc.
2. Aquest mètode no és adient si l'emmagatzematge de telèfons o la recuperació de telèfons té un rol important en el comportament de la societat.

Tenint en compte les limitacions de les dues equacions anteriors, s'enfoca l'equació des d'un nou punt de vista, diferent a les dues equacions anteriors.

4.2.2.3 Metodologia 3

Ara el resultat són els telèfons mòbils fora d'ús enlloc dels residus de telèfons mòbils.

Es parteix de la base de que els residus de telèfons mòbils són tots els produïts que s'haurien de reciclar. Assumint que l'estoc privat és residu no gestionat correctament com a residu, a l'equació es va un esglaió per davant i és busca obtenir els residus potencials per al reciclatge, que són els telèfons mòbils fora d'ús quan arriben al final del seu període

de vida (18 mesos). Amb els resultats obtinguts i coneixent els percentatges de recollida de telèfons (reciclatge i reutilització) i de no recollida de telèfons (residu urbà, emmagatzematge, venuts i donats), podem quantificar els diferents escenaris de gestió final.

L'equació quantifica els telèfons mòbils fora d'ús mitjançant les vendes, més les importacions, menys les exportacions en el període t-18 mesos, es a dir a l'inici del cicle de vida.

$$\text{Telèfons mòbils fora d'ús } (t) = (\text{vendes} + \text{importacions} - \text{exportacions})(t - 18)$$

(equació 3)

Requisits:

1. Obtenir les dades de vendes, importacions i exportacions d'estadístiques europees.

Limitacions:

1. Les dades de flux d'importacions i exportacions són incompletes, només dels últims anys s'han trobat registres a les notes de premsa de Gartner.

Aleshores es va trobar una nova font de dades de vendes a Europa que incloïa comptabilitzat el flux d'importacions i exportacions. La font és Euromonitor. La troballa va permetre desenvolupar una variació de l'equació 3.

Equació 3.1 l'equació calcula els telèfons mòbils fora d'ús en una any concret a través del flux de telèfons mòbils considerant el cicle de vida del telèfon (t-18). El flux de telèfons de mercat es defineix com les vendes més les importacions menys les exportacions. A l'equació en lloc de posar flux de telèfons, s'expressa amb vendes, ja que la font de dades, Euromonitor, inclou als valors de les vendes les importacions i exportacions. Per tant, es pot simplificar l'expressió "flux de telèfons de mercat de primera mà" per la paraula "vendes". El mètode considera un mercat saturat, on s'assumeix que la venda d'un producte nou implica el final d'ús d'un producte vell. L'expressió matemàtica és:

$$\text{Telèfons mòbils fora d'ús } (t) = \text{vendes } (t - 18) \quad (\text{equació 3.1})$$

Requisits:

1. Dades de vendes de la font Euromonitor

Avantatges:

1. El nou enfoc permet que, l'emmagatzematge de telèfons o la recuperació de telèfons encara que tinguin un rol important en el comportament de la societat, no afectin al resultat. I és puguin comptabilitzar per un altre procés *a posteriori*.
2. No cal obtenir les dades d'importacions/exportacions, ja que s'engloba tot en les vendes.
3. És una equació senzilla.

4.2.3 QUANTIFICACIÓ DE TELÈFONS MÒBILS FORA D'ÚS

Finalment, la quantificació dels telèfons mòbils utilitzats es realitza a partir de l'equació

3.1. amb base a la disponibilitat de dades de vendes de Euromonitor.

$$\text{Telèfons mòbils fora d'ús } (t) = \text{vendes } (t - 18) \quad (\text{equació 3.1})$$

L'equació comptabilitza els residus potencials (per al reciclatge) a l'any t després del final de la seva vida com a nou aparell (18 mesos), és el que en diem els telèfons mòbils fora d'ús, a partir del flux comercial de telèfons a l'any $t-18$ mesos de vida, les vendes, com ja s'ha explicat anteriorment.

Un cop es procedeix a substituir les dades a l'equació per fer els càlculs, sorgeix una nova problemàtica en els períodes temporals.

Posem per exemple que es vol calcular els telèfons mòbils fora d'ús a l'any $t = 2005$. El període de vendes corresponent substituint t és $t-18 = 2005-18$ mesos.

En el nostre cas, el cicle de vida és d'un any i mig, per tant les vendes que corresponen al resultat estaran a cavall de dos anys diferents. A més és important tenir en compte que el cas que s'estudia, és anual, per tant les vendes no són una cosa puntual on és pot partir de l'últim més de l'any i restar-ne 18. Sinó que a cada mes de l'any cal restar-li 18, per obtenir les dades un any sencer 18 mesos enrere. Per exemple, les vendes de l'any 2005 son iguals a les vendes del primer semestre de l'any 2004 mes les vendes segon semestre de l'any 2003. Tenint en compte que dividim els anys en parts iguals per tenir els dos semestres, obtenim que les vendes de l'any 2005 són la suma de la meitat de les vendes dels 2004 més la meitat de les vendes del 2003.

$$(t - 18) = \frac{1}{2}(t - 1) + \frac{1}{2}(t - 2)$$

Finalment l'equació és:

$$\mathbf{Telèfons\ mobils\ fora\ d'ús}(t) = \frac{1}{2}[\mathbf{vendes}(t - 1)] + \frac{1}{2}[\mathbf{vendes}(t - 2)]$$

(equació 3.2)

Limitacions:

1. Per fer els càlculs es divideixen les vendes de cada any en dos a parts iguals. Tenint en compte que les vendes no són regulars al llarg de l'any hi pot haver un petit error. En general el segon semestre és ven més, probablement en motiu de les festes de nadal (informació de les dades de Gartner que són quadrimestrals). L'error, però, és considera negligible ja que hi ha una equiparació entre el semestre d'un any i el de l'altre, ja que un correspon al període d'altres mitges de vendes i l'altre al de baixes.

4.4 ESTIMACIÓ DE TELÈFONS MÒBILS FORA D'ÚS

La quantificació de telèfons mòbils fora d'ús s'ha fet basant-nos amb les dades de vendes de *Passport Euromonitor*. Els telèfons mòbils fora d'ús s'han calculat mitjançant l'equació 3.2 formada al llarg de la metodologia. L'equació calcula els telèfons mòbils fora d'ús en una any concret considerant que el cicle de vida d'un telèfon mòbil és de 18 mesos.

$$\text{Telèfons mobils fora d'ús } (t) = \frac{1}{2} [\text{vendes } (t - 1)] + \frac{1}{2} [\text{vendes } (t - 2)]$$

(equació 3.2)

Les estimacions s'han calculat a diferents escales geogràfiques, per obtenir una idea global del significat de les xifres i poder fer comparacions entre diversos països. Les diferents escales geogràfiques són: a nivell mundial, per continents (la divisió, no és exactament per continents, són zones geogràfiques pròximes a la divisió continental), països de l'est d'Europa i països de l'oest d'Europa. Els resultats es presenten en format gràfic, en tones; percentatges i tones per càpita. El període temporal va des de l'any 2000 fins al 2012. A més s'inclou una predicció des del 2012 fins al 2015. Per interpretar els resultats de telèfons mòbils és considera que la quantitat de telèfons mòbils fora d'ús és directament proporcional a les vendes. Finalment recordar que quantificar els telèfons mòbils fora d'ús, servirà per quantificar el potencial de reciclatge dels telèfons mòbils.

A continuació es presenten 2 subapartats amb les gràfiques de l'evolució dels resultats de la quantitat de telèfons mòbils fora d'ús. El primer al món i el segon és centra a Europa. Els resultats ens mostren l'evolució dels telèfons mòbils fora d'ús en diverses regions.

4.4.1 TELÈFONS MÒBILS FORA D'ÚS AL MÓN

La figura 4.a mostra l'evolució en telèfons mòbils fora d'ús a tot el món des del 2000 fins al 2015. És pot observar que s'ha anat incrementant de forma progressiva des del any 2000.

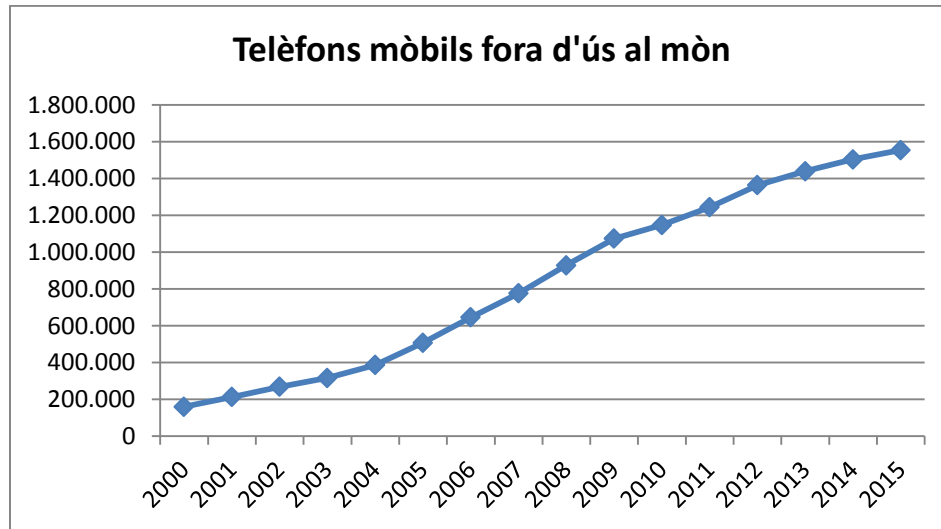


Fig. 4.a: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús al món (en 1,000 d'unitats)

(Font: elaboració pròpia.)

La figura 4.b il·lustra l'evolució de la quantitat de telèfons mòbils fora d'ús per regions en 1,000 d'unitats. Excepte per al cas d'Australasia, en les altres quatre regions es poden distingir dues etapes. La primera fins el 2002 que correspondria al final de la segona generació de telèfons mòbils, la segona dels 2002 fins al 2015, que mostraria l'impacte de l'entrada de la tecnologia 3G al mercat i la seva evolució. En el cas de Europa i Amèrica, a partir de l'any 2009, es rellenteix el creixement i l'evolució roman més constant, aquest efecte pot ser degut al procés de maduració i saturació de mercats de la tecnologia 3G. (ITU, 2011). En canvi en les regions d'economies emergents (Àsia Pacífic, l'est mitjà i Àfrica) la quantitat de telèfons mòbils fora d'ús segueix incrementant-se notòriament. Aquesta diferència en el creixement entre zones industrialitzades (Europa i Amèrica del Nord) i zones en desenvolupament, es pot explicar basant-nos en la taxa penetració de la telefonia mòbil als mercats. La taxa de penetració de telefonia mòbil indica la quantitat de població que té accés a telèfons mòbils per països, i serveix per conèixer-ne el

desenvolupament en telefonia mòbil (es calcula a partir de les subscripcions dels usuaris). Els mercats de telefonia mòbil de països industrialitzats van arribar al període de maduració i prop de la saturació al voltant de l'any 2009. L'any 2010 és registrava una taxa de penetració als països industrialitzats del 113% i un creixement del mercat de només el 1%, en canvi als països en desenvolupament, la taxa de creixement era del 70% (ITU, 2011).

*(*Els països que engloba Europa en les dades de Euromonitor són els següents: Alemanya, Anglaterra, Bèlgica, Bulgària, Dinamarca, Eslovàquia, Espanya, Hongria, Finlàndia, França, Grècia, Irlanda, Itàlia, Noruega, Països Baixos, Portugal, Polònia, Romania, República Checa, Suècia, Suïssa, Ucraïna, Rússia, Turquia.*

La selecció no correspon als països que engloba la EU27, ja que falten: Xipre, Estònia, Letònia, Lituània, Luxemburg, Malta i Eslovènia. I no en formen part: Rússia, Ucraïna, Noruega, Suècia i Turquia. La selecció tampoc correspon al continent europeu. Es dedueix que la tria dels països per part de Euromonitor és en funció de la disponibilitat de dades. Els gràfics a continuació s'han realitzat amb les dades dels països de Euromonitor, exceptuant Turquia i Rússia.)

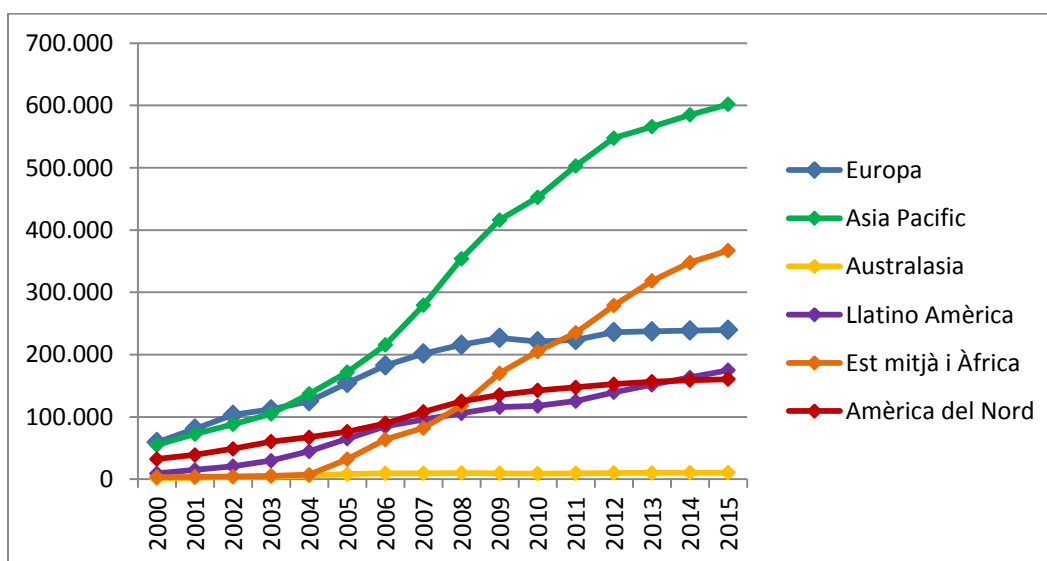


Fig. 4.b: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús per continents (en 1,000 d'unitats).

(Font: elaboració pròpia.)

La figura 4.c. mostra l'evolució dels telèfons mòbils fora d'ús d'aquests continents respecte el creixement mundial de cada any en percentatge. Curiosament, Europa i Amèrica del Nord, representen un decreixement en l'evolució de la quantitat de telèfons mòbils respecte el creixement mundial. D'altra banda, els països que mostraven un fort increment en el gràfic anterior, Àsia Pacífic és manté estable respecte el creixement mundial i l'Est mitjà i Àfrica incrementen l'ús de telèfons mòbils respecte l'evolució mundial. Una vegada més, s'observa com les zones menys desenvolupades o economies emergents són les que creixen més en telèfons fora d'ús, i per tant en vendes.

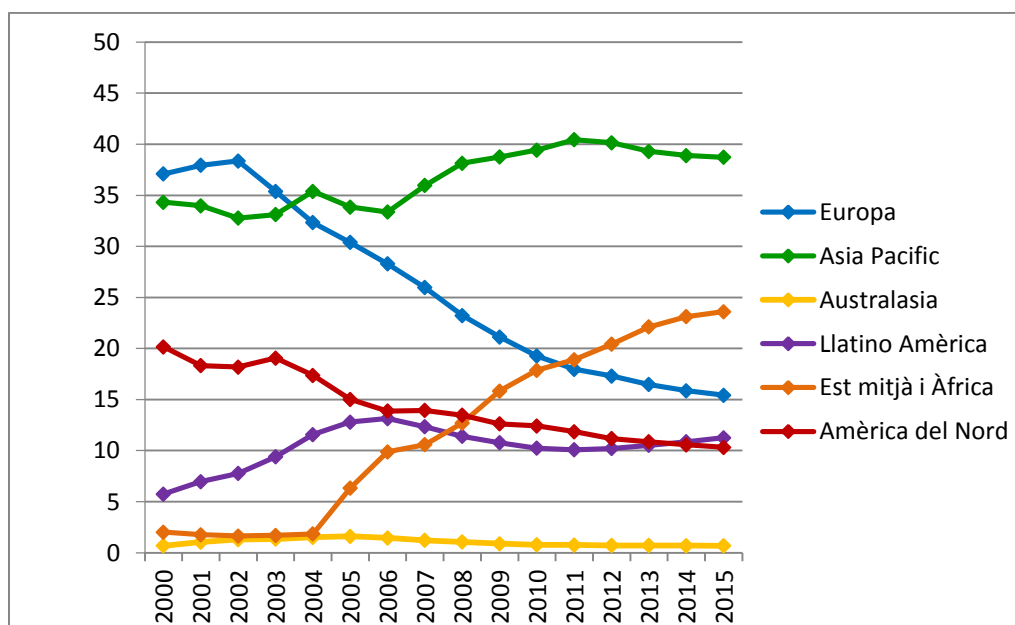


Fig. 4.c: Percentatge telèfons mòbils fora d'ús per continents respecte la quantitat mundial de cada any. (Font: elaboració pròpia.)

4.4.2 TELÈFONS MÒBILS UTILITZATS A EUROPA

A l'any 2000, a l'Est d'Europa només hi havia 5,000,000 unitats de telèfons mòbils fora d'ús, en canvi a l'Oest d'Europa ja hi havia 50,000,000 unitats. La diferència podria correspondre al nivell de desenvolupament de cada zona, però també a la diferència en la mida poblacional. El creixement des de l'any 2000 fins l'any actual, 2012, també es

superior a l'Europa de l'Oest amb un interval d'increment de 10,500,000 unitats, i a l'Europa de l'Est l'increment per al mateix interval de temps és de 7,000,000 unitats. En ambdós casos, el creixement al llarg del període temporal és irregular, però els anys de major creixement són del 2002 al 2006 coincidint amb la introducció de la generació 3G de telefonia mòbil. (Sanwon Lee, Ph. D. , 2009). Tenint en compte l'informe de la UIT de les Nacions Unides, la davallada en el creixement a partir de l'any 2009 és podria explicar amb l'arribada a la saturació dels mercats, sobretot en el cas de l'Europa de l'oest, zona més desenvolupada. La mida poblacional a l'Europa de l'Est és d'aproximadament 100,000 habitants inferior al llarg de tot el període (Euromonitor no inclou Estònia, Letònia, Lituània, Eslovènia). Si calculem els telèfons fora d'ús en funció de la mida poblacional, el resultat és que l'oest d'Europa utilitza de mitjana un 15% més de telèfons mòbils respecte l'Est.

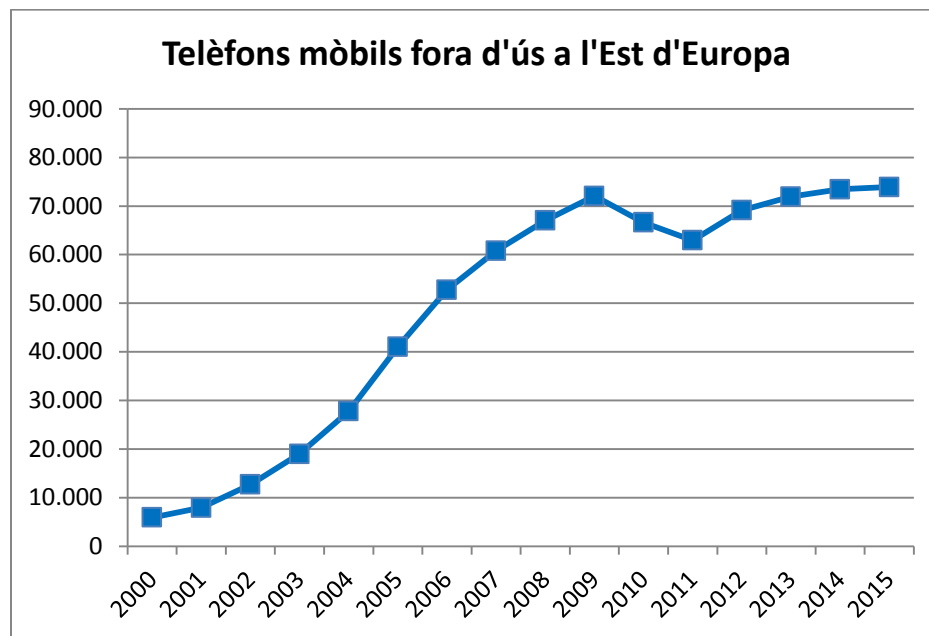


Fig. 4.d: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús a l'Est d'Europa (en 1,000 d'unitats).

(Font: elaboració pròpia.)

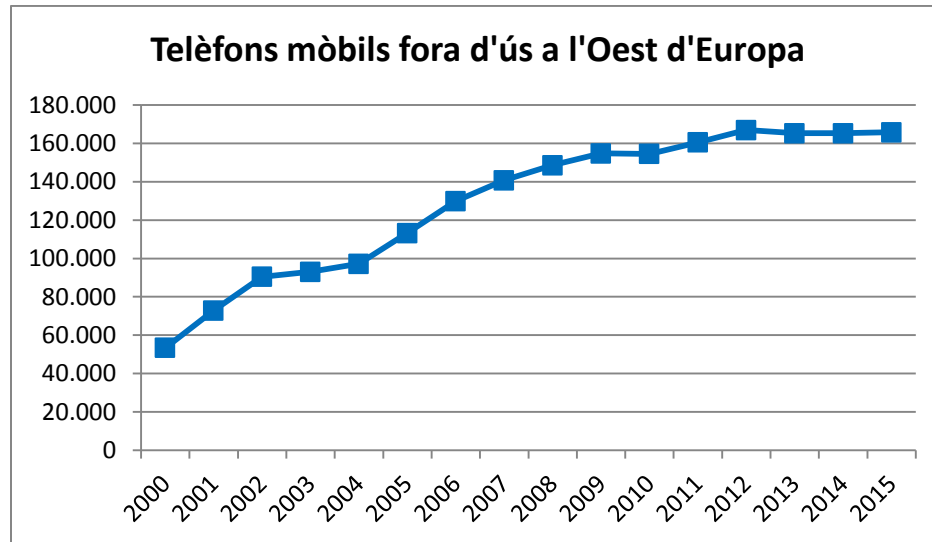


Fig. 4.e: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús a l'Oest d'Europa (en 1,000 d'unitats).

(Font: elaboració pròpia.)

La figura 4f compara els telèfons mòbils fora d'ús de l'Europa de l'est i oest respecte tot el continent. Clarament, Europa de l'Oest registra una quantitat superior de telèfons mòbils fora d'ús al llarg de tot el període. Però així com a l'any 2000 la diferència de telèfons mòbils fora d'ús entre ambdues regions era del 80%, a l'any 2012 és del 40%. Si ho relacionem amb els mercats de telefonia, és podria concloure que la contribució al mercat de l'Europa de l'Oest i Est a l'any 2000 era del 90% i el 10% respectivament, mentre que a l'any 2012 es del 70% i del 30% respectivament.

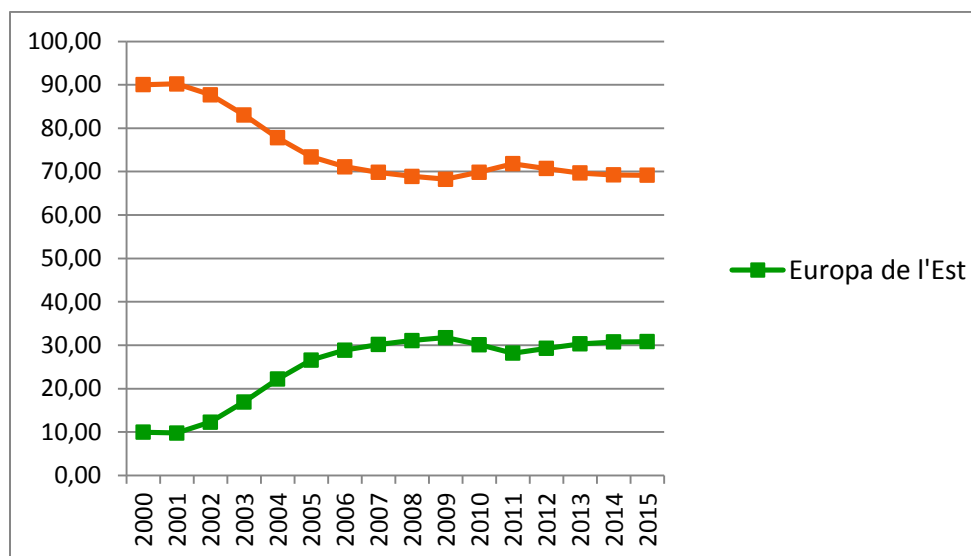


Fig. 4.f: Evolució dels telèfons mòbils fora d'ús a l'Est i Oest d'Europa respecte el total europeu en percentatge. (Font: elaboració pròpia.)

4.4.2.1 Països d'Europa de l'Oest

Les estimacions dels països de l'Europa de l'Oest s'han representat en dues gràfiques. La primera en milers d'unitats (fig. 4.g) i la segona en quantitat de telèfons mòbils fora d'ús en funció de la població (fig.:4.h).

La figura 4.g indica l'evolució dels telèfons mòbils fora d'ús pels diferents països de l'Oest. S'observa una notable diferència entre els resultats obtinguts dels diferents països. Anglaterra, França, Espanya, Itàlia i Alemanya son els països amb més unitats de telèfons mòbils fora d'ús, ordenats de major a menor grau (entre 20,000,-25,000 unitats) a l'any 2010. La resta de països és troben entre 0-5,000 unitats. Aquestes diferències no permeten trobar les semblances amb la corba de l'evolució dels mercats de telefonia mòbil. En canvi a la figura 4.g, on els resultats de telèfons mòbils utilitzats es presenten en unitats per habitant, si que s'hi pot trobar la tendència general. En aquest segon gràfic s'observa que Finlàndia, Suïssa, Espanya i Noruega són els que tenen valors més alts de telèfons utilitzats per habitant, entre 0,45-0,55. I els altres països es troben entre 0,25 i 0,45.

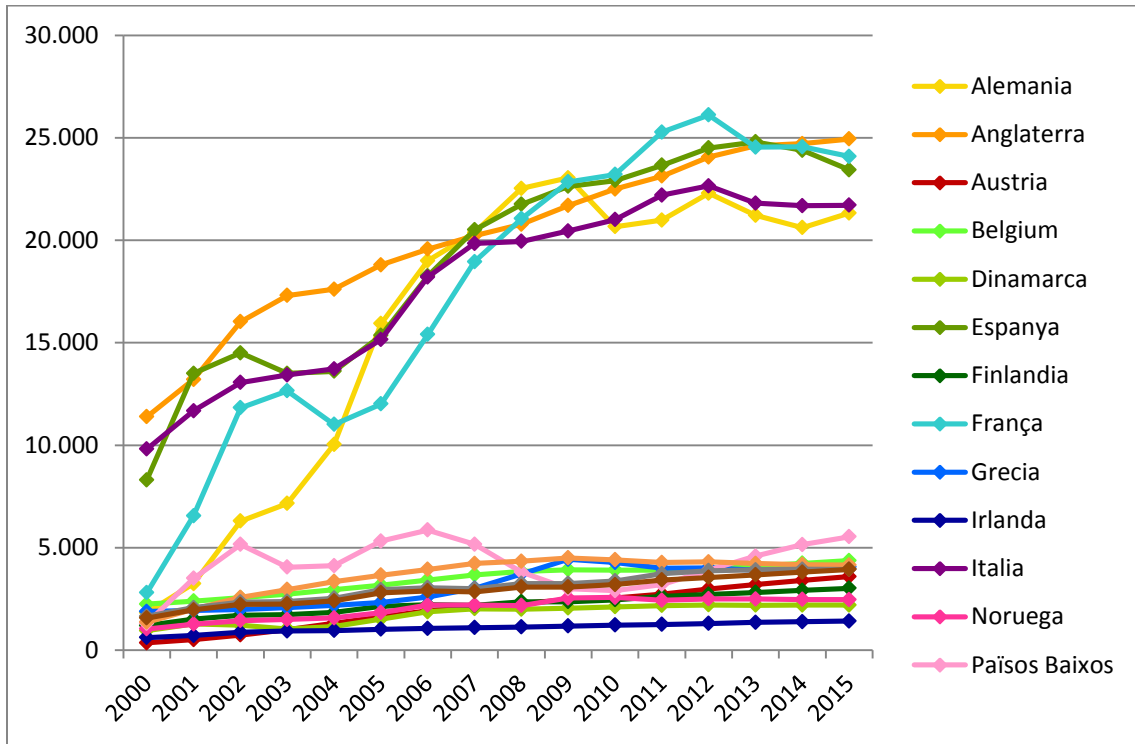


Fig. 4.g: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús pels diferents països de l'Oest (en 1,000 d'unitats). (Font: elaboració pròpia.)

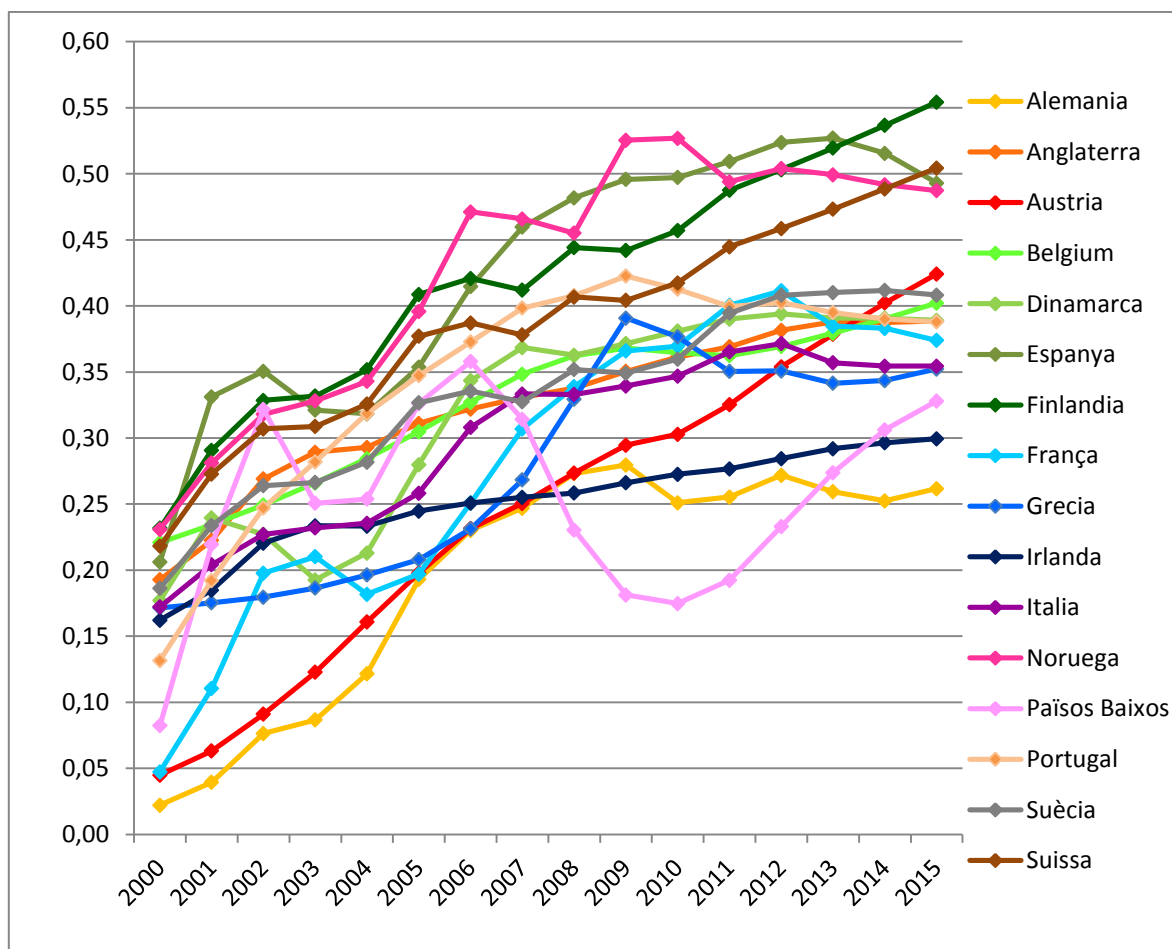


Fig. 4.h: Evolució per països de l'Europa de l'Oest en unitats de telèfons mòbils fora d'ús en funció de la mida poblacional. (Font: elaboració pròpia.)

4.4.2.2 Països de l'Europa de l'Est

Les estimacions dels països de l'Europa de l'Est s'han representat en dues gràfiques. La primera en milers d'unitats (fig.4.i) i la segona en quantitat de telèfons mòbils fora d'ús en funció de la població (fig. 4.j).

En aquest cas, les xifres de taxa de penetració de telefonia mòbil ens ajuden a interpretar els resultats de telèfons mòbils fora d'ús de la figura 4.j. En general els països de l'Europa de l'Est han experimentat un important creixement en l'última dècada. Per exemple a

Romania l'any 2004 la taxa de penetració de telefonia mòbil només era del 47%. L'any 2005 ja era del 61,8%. Entre el 2004-2005 el nombre d'usuaris va augmentar un 31%.

Un altre cas semblant succeïa a Polònia. En comparació amb altres països de la UE l'any 2003 (Itàlia 101.8%, República Txeca 96.5%, Grècia 78,5%), la taxa de penetració de la telefonia mòbil a Polònia era molt baixa, 42%. Al segon quart del 2004 va arribar al 48.2 per cent, però encara es trobava força per sota de la mitjana dels estats de la EU15, 80.9 per cent l'any 2003.

La taxa de penetració baixa és reflexa directament en la quantitat de telèfons mòbils fora d'ús de cada país. El baix índex de desenvolupament dels països de l'est respecte dels de l'oest afecta en el desenvolupament tecnològic de la societat. Si el 2003 va començar a haver-hi canvis més pronunciats en la quantitat de telèfons mòbils fora d'ús i per tant en les vendes, és podria explicar per la liberalització dels mercats de telefonia mòbil durant l'any 2003-2004 en els països de l'est. (ITU, 2005)

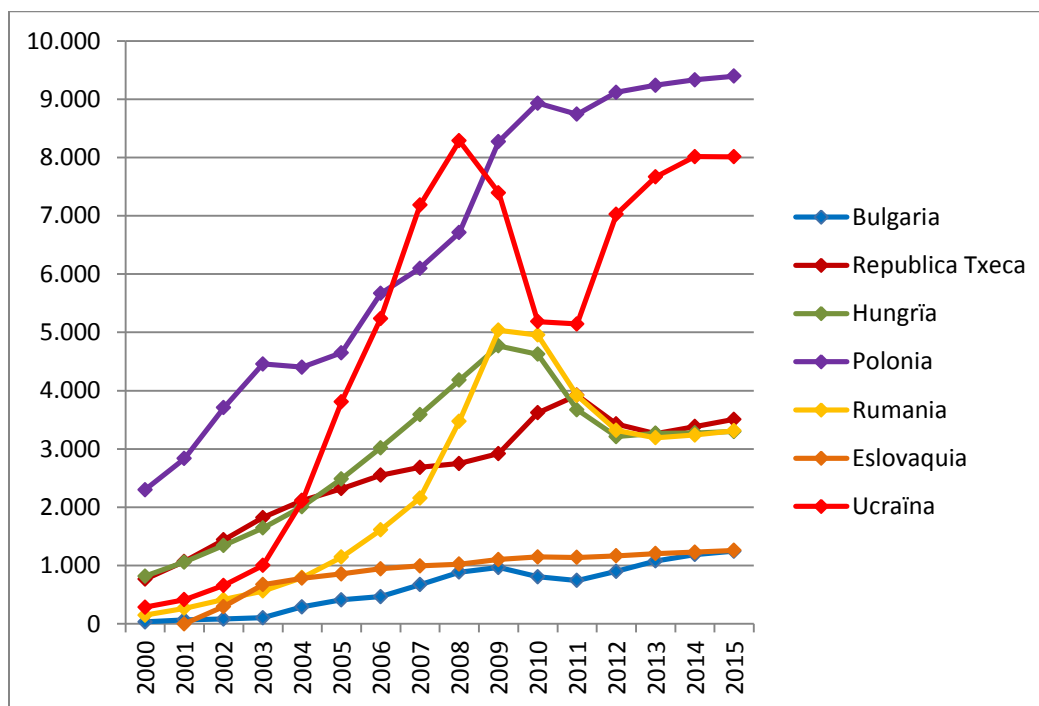


Fig. 4.i: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús pels diferents països de l'Est (en 1,000 d'unitats). (Font: elaboració pròpia.)

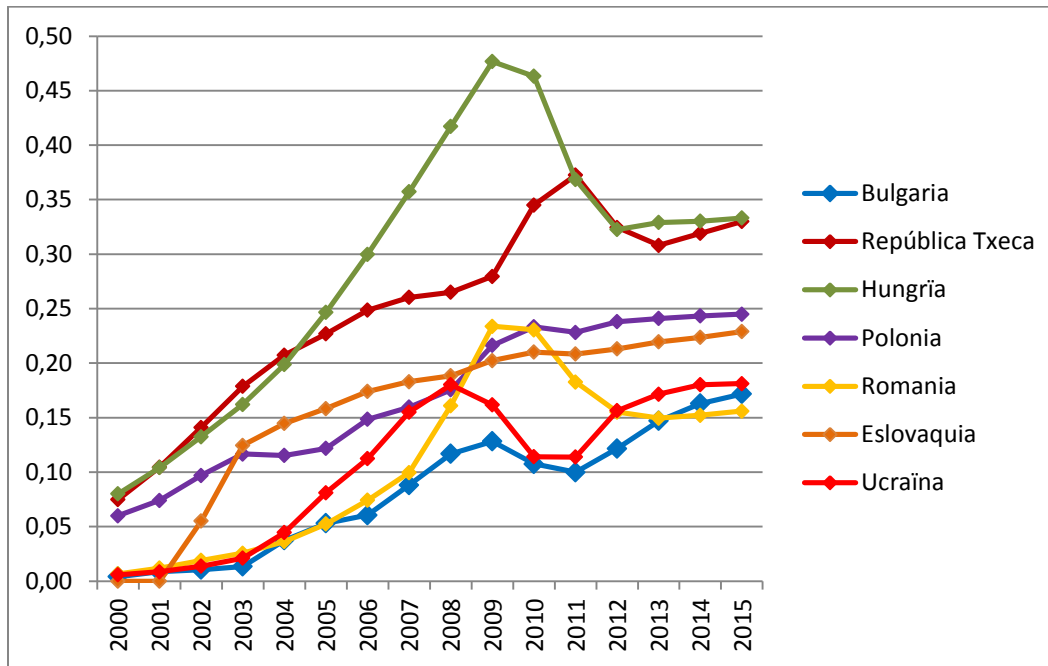


Fig. 4.j: Evolució per països de l'Europa de l'Est en percentatge de mòbils fora d'ús en funció de la mida poblacional. (Font: elaboració pròpia.)

La quantificació de telèfons mòbils fora d'ús serveix per estimar el potencial de reciclatge de telèfons mòbils i de metalls i discutir la gestió dels telèfons mòbils als diferents països d'Europa. Els resultats es presenten en el següent capítol (5. Resultats).

5. RESULTATS

A partir de les estimacions de telèfons mòbils utilitzats representades en les gràfiques (veure apt. 4.4) a continuació és debatrà la quantitat de telèfons mòbils gestionats, i els metalls crítics recuperables. Es plantejaran propostes de millora al sistemes actuals a partir dels sistemes de recollida dels països amb taxes més elevades.

5.1 POTENCIAL DE RECICLATGE DE TELÈFONS MÒBILS

Els telèfons mòbils utilitzats són aquells que han arribat al final de la seva vida útil, 18 mesos. Com ja s'ha explicat a l'apartat 4.2.3, aquesta quantitat pot ser estimada basant-nos amb les vendes de telèfons mòbils 18 mesos abans. Al final de la vida útil, els telèfons poden ser recollits per ser reutilitzats o reciclats (veure fig. 3.a). A continuació es presenten els resultats de la quantitat de telèfons mòbils utilitzats, calculats en l'apartat anterior, i es compara amb la quantitat que actualment es recull. L'estimació es realitza per tota la Unió Europea i per cada país membre per separat. El càlcul de la quantitat recollida de telèfons mòbils utilitzats es basa en la tasa de recollida del 3% pels anys 2000-2010.

Els països inclosos en els gràfics de telèfons mòbils utilitzats són: Alemanya, Anglaterra, Bèlgica, Bulgària, Dinamarca, Eslovàquia, Espanya, Hongria, Finlàndia, França, Grècia, Irlanda, Itàlia, Noruega, Països Baixos, Portugal, Polònia, Romania, República Checa, Suècia, Suïssa i Ucraïna.

La figura 5.a. mostra les quantitats de telèfons mòbils recollits (en vermell) i no recollits (en gris) en el període 2000-2010, i una estimació del que pot ocórrer en el període 2011-2015. La degradació en gris explica les quantitats de telèfons que s'emmagatzemen, es venen i es donen.

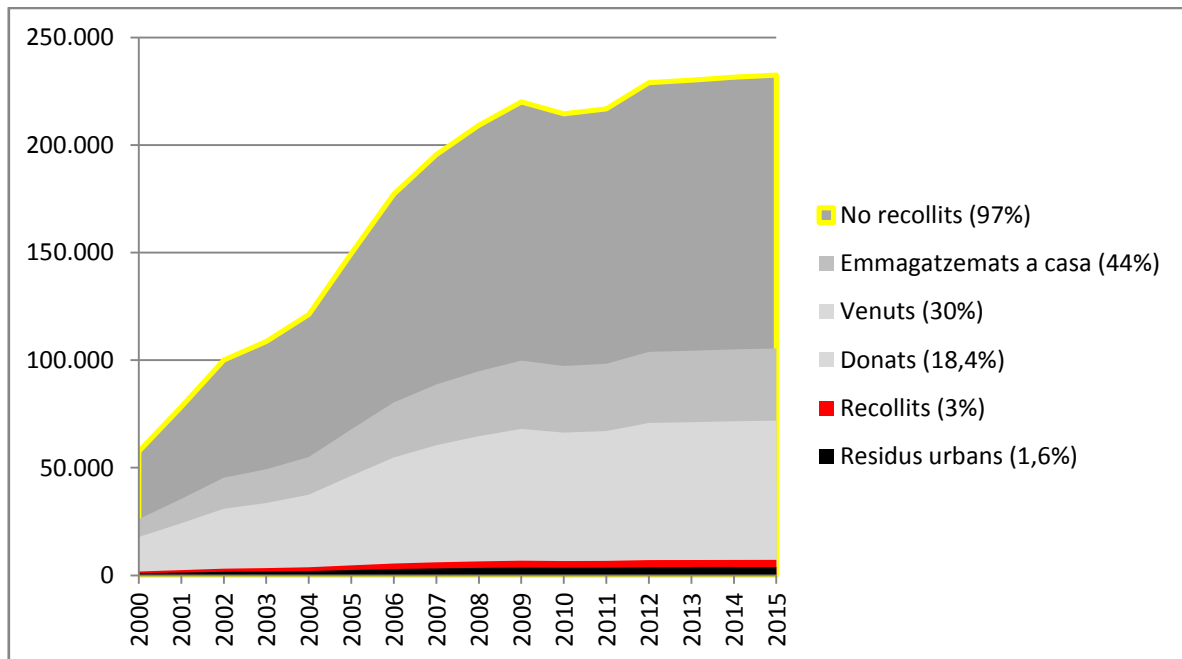


Fig.5.a: Evolució dels telèfons mòbils recollits i no recollits respecte els telèfons mòbils fora d'ús. (en 1,000 d'unitats).

Els resultats de la figura 5.a ens mostren que gairebé la meitat dels telèfons mòbils es queda emmagatzemat als domicilis. Aquest fet és un indicador de la manca d'informació sobre la importància de la gestió i el reciclatge dels dispositius així com del desconeixement per part dels usuaris dels canals de recollida.

Les taules 5b i 5c a continuació ens indiquen els telèfons mòbils fora d'ús i la quantitat de telèfons que és varen recollir teòricament l'any 2010 a Europa i als països d'Europa. Les xifres es donen en milions d'unitats.

Per exemple a Europa (taula 5.b) hi havia 221 milions de telèfons mòbils fora d'ús, i se'n varen recollir 6.6 milions. Tenint en compte que un telèfon mòbil pesa 64 grams, això vol dir que es van recollir un telèfon mòbil per cada 13 habitants.

Geografia	Tlf. Mòbils fora d'ús ('000 unitats)	Tlf. Mòbils recollits ('000 unitats)
Europa	221,120	6,635
Europa de l'Oest	154,500	4,635
Europa de l'Est	66,621	1,999

Taula 5.b: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús i recollits l'any 2010.

La taula 5c mostra les quantitats de telèfons recollits per cada país de la UE. El país amb una quantitat major es França amb 696,000 unitats de telèfons recollits, seguit d'Espanya. A Espanya l'any 2010 es varen generar 23 milions de telèfons mòbils fora d'ús i només se'n van recollir 687 mil unitats. La quantitat recollida és molt baixa si es té en compte que l'any 2008, ja feia cinc anys de la implementació de la Directiva RAEE europea i tres anys de la transposició a Espanya. I que a més a Espanya hi ha un sistema de gestió especialitzat en telèfons mòbils des de l'any 2003, Tragamòvil. Aquests resultats fan sospitar que els usuaris no són degudament informats sobre les eines creades per la gestió dels residus (legislació, fundacions/sistemes, responsabilitats dels agents).

Països	Tif. Mòbils fora d'ús ('000 unitats)	Tif. Mòbils recollits ('000 unitats)	Països	Tif. Mòbils fora d'ús ('000 unitats)	Tif. Mòbils recollits ('000 unitats)
Alemanya	20,657	620	Irlanda	1,218	37
Anglaterra	22,498	675	Itàlia	21,002	630
Àustria	2,543	76	Noruega	2,573	77
Bèlgica	3,906	117	Països Baixos	2,903	87
Bulgària	806	24	Polònia	8,931	268
Dinamarca	2,114	63	República Txeca	3,620	109
Eslovàquia	1,148	34	Portugal	4,406	132
Espanya	22,911	687	Romania	4,953	149
Finlàndia	2,452	74	Suècia	3,375	101
França	23,203	696	Suïssa	3,199	96
Grècia	4,277	128	Ucraïna	5,185	156
Hongria	4,624	139			

Taula Fig. 5.c: Quantitat de telèfons mòbils fora d'ús i recollits als països d'Europa de l'any 2010 (tones).

En general, les quantitats de telèfons recollits poden incrementar-se en cada país. Per poder fer-ho cal tenir en compte tots els factors que afecten al sistema de recollida i gestió de RAEE, especialment, els mètodes de recollida, els incentius, facilitat d'ús dels mètodes de retorn, la conscienciació e informació i les responsabilitats dels agents que intervenen en el cicle dels AEE (productors, distribuïdors, usuaris i gestors dels residus) (veure apt. 3.4 i 3.5). Partint d'aquesta base i dels sistemes estudiats, en l'apartat 5.3 és plantejaran propostes de millora als sistemes de recollida europeus.

Per últim, remarcar que les xifres de recollida de la taula 5.c, s'han calculat amb el 3% estimat en base a la mitjana europea, per tant, pot haver-hi països amb percentatges de recollida superiors, però no se sap precisament per la manca d'estadístiques disponibles (veure apt. 3.2.1.1.1.). Per exemple, Àustria (8,8 kg/hab.), Bèlgica (8,1 kg/hab.) i Irlanda (kg/hab.), tenen taxes de recollida de RAEE per habitant superiors a Espanya (6,3 kg/hab.) i

Hongria (4,5 kg/hab.), consegüentment, és probable que les taxes de recollida de telèfons mòbils sigui superior (figura 1.d) (*Eurostat, 2008*). Però mirant les taxes de recollida de telèfons mòbils d'aquests països: Àustria (0,6 gr/hab.), Bèlgica (0,7 gr/hab.), Espanya(0,9gr/hab.) i Hongria (0,8 gr/hab.), s'observa que els que les tenen superiors, Espanya i Hongria, són els que tenen inferiors taxes de recollida de RAEE. Per aquest motiu, la comparació realitzada entre països no és suficientment rellevant ja que pot ser susceptible de variació.

5.2 POTENCIAL DE PRODUCCIÓ DE METALLS A PARTIR DE TELÈFONS MÒBILS

Els telèfons mòbils estan compostos d'un 25% de metalls (*Ongondo F.O., Williams I.D.*) dels quals: cobalt, coure, gal·li, germani, indi, liti, niobi, platí, pal·ladi, ruteni, or, plata, neodimi, disprosi, itri, tàntal, tungstè i vanadi, són els metalls especials objectiu d'estudi (veure apt. 2.2.3). Aquests metalls s'utilitzen en la part elèctrica, electromecànica i mecànica dels telèfons mòbils (*Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011*). Basant-nos en les quantitats que hi contenen es pot estimar la quantitat de metalls crítics que es poden recuperar. En les estimacions, s'assumeix que la quantitat de metall que és pot recuperar dels telèfons mòbils és del 100%. És tracta d'un valor del potencial teòric sense tenir en compte les limitacions físiques que pot tenir el metall o les limitacions de la recuperació del metall en el procés de desassemblatge del telèfon mòbil.

En la taula 5.d s'estima la quantitat de metalls especials en telèfons mòbils fora d'ús que és podrien haver reciclat el 2010. Aquestes dades es comparen amb la quantitat que es va reciclar de cadascun d'ells i con que hi ha una sèrie de metalls amb concentracions molt baixes en els telèfons mòbils, per una millor interpretació dels resultats s'ha fet una taula addicional (taula 5.e), on s'expressen les quantitats d'aquests metalls en quilograms.

Per analitzar les taules (5.d i 5.e), es començarà explicant el significat de cada columna:

La primera columna mostra la quantitat de metalls utilitzats en telèfons mòbils i que és podria reciclar, assumint que el 100% dels telèfons mòbils fora d'ús es recullen i reciclen. En altres paraules, és el potencial de reciclatge de metalls en telèfons mòbils fora d'ús. Aquests valors s'han calculat a partir de les quantitats de cada metall en un telèfon mòbil i de la quantitat de telèfons mòbils fora d'ús a Europa l'any 2010 (taula 5.b). La quantitat de metalls en cada telèfon es va obtenir del projecte Prosuite (*Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011*). Per exemple, en el cas del coure, si la quantitat de telèfons mòbils utilitzats a Europa l'any 2010 va ser de 221,120,350 unitats i un telèfon mòbil conté 10 grams de coure, aleshores la quantitat de coure en els telèfons mòbils utilitzats és de 2,211 tones. Teòricament tota aquesta quantitat es podria recuperar.

La segona columna mostra la quantitat de metalls que es recicla actualment a partir dels telèfons fora d'ús que es recullen (3%). Aquesta estimació s'ha calculat fent servir els percentatges de reciclatge actual de cada metall (veure fig. 2.m) i la quantitat de metalls de telèfons mòbils recollits. En alguns casos es dona un rang de valors.

Els coeficients de reciclatge de cada metall venen donats a la taula 2.m. Del coure, cobalt, niobi i zirconi se'n va reciclar un 50%. De la plata, un 30-50%, del or un 15-20% del platí i pal·ladi un 60-70%, del ruteni un 5-15% i del tungstè un 10-25%. Dels metalls restants només se'n va reciclar un 1%. (*UNEP, 2011*)

Seguint amb l'exemple del coure, la quantitat que es recicla actualment es pot estimar basant-nos en el contingut als telèfons (10 grams) , el coeficient de reciclatge del coure (50%) i les unitats de telèfons que es recullen (6,633,610 unitats). El reciclatge actual de coure es de de 33.17 tones.

Les dades de producció mundial de metalls de l'any 2010 són extretes del USGS, (United States Geological Survey), Mineral commodity summaries 2011 recollits en la figura 2.j. (veure apt. 2.2.2).

Metalls	Quantitat de metalls utilitzats en telèfons mòbils (tones)	Reciclatge actual de metalls (tones)	Producció mundial (tones)
Coure	2,211.20	33.17	16,200 kt
Plata	13.27	0.12-0.2	22,200 t
Or	9.95	0,04-0.06	2,500 t
Platí	2.21E-02	3.98E-04 - 4.64E-04	192 t
Pal·ladi	1.55	0.03	202 t
Tàntal	13.56	4.07E-03	772 t
Liti	0.19	5.77E-05	670 t
Gal·li	0.33	9.95E-05	106 t
Itri	0.02	6.53E-06	10,635 t
Indi	332E-03	9.95E-07	574 t
Neodimi	17	0.01	21,615 t
Disprosi	0.66	1.99E-04	1,200 t
Tungstè	88.45	0.27-0.66	61,000 t
Cobalt	2.21	0.03	88 kt
Germani	1.55E-02	4.64E-06	84 t
Vanadi	0.06	1.72E-05	56,000 t
Niobi	0.83	0.01	63 kt
Ruteni	0.03	4.28E-05–1.28E-04	35 t
Zirconi	114.59	1.72	1,190,000 t
Total	2,473.29	35.4-35.9	17,718,785 kt

Taula 5.d: Potencial de reciclatge i producció de metalls especials dels telèfons mòbils l'any 2010.

Metalls de menor pes	Quantitat de metalls utilitzats (kg.)	Reciclatge actual de metalls (kg.)	Producció mundial (tones)
Platí	22.11	0.4 – 4.67E-07	192 t
Itri	21.76	0.007 – 6.53E-09	10,635 t
Indi	3.32	9.95E-04	574 t
Germani	15.48	4.64E-03	84 t
Vanadi	57.49	0.02 - 1.72E-08	56,000 t
Ruteni	28.55	0.04 – 1.29E-07	35 t

Taula 5.e: Potencial de reciclatge i producció de metalls especials de menor pes en els telèfons mòbils l'any 2010.

L'objectiu cercat en els càlculs de la taula 5.d i 5.e era en primer lloc comparar la quantitat de metalls en els telèfons mòbils fora d'ús l'any 2010 i la quantitat que se'n va reciclar. El rang de reciclatge total de metalls actual entre el mínim i màxim gairebé no varia, ara per alguns metalls en concret si que hi ha variació, com per exemple el tungstè varia un 40%.

En segon lloc comparar aquestes xifres amb la producció mundial per veure quina proporció en representen i treure conclusions. S'esperava que la quantitat de metalls utilitzada representaria un percentatge significatiu respecte la producció mundial de metalls, i d'aquesta manera és podria justificar la necessitat d'incrementar les baixes taxes de reciclatge. Per aquest motiu s'ha realitzat un estudi més exhaustiu calculant les proporcions de cada metall en concret per veure si hi havia algun on la proporció destaqués i marqués la importància del reciclatge. El resultat també ha estat negatiu, el percentatge més alt de quantitat de metalls en telèfons mòbils fora d'ús respecte la producció mundial és el del tàntal, un 2%. En part els resultats de potencial de reciclatge front a la producció de cadascú no són gaire positius pel fet d'estar comparant el potencial de reciclatge a Europa amb la producció mundial.

Els resultats obtinguts, no han de ser un precedent per no reciclar els telèfons mòbils i més a Europa que no és autosuficient en metalls. La producció dels metalls té unes limitacions i cada vegada hi ha més traves per al seu subministrament (veure apt. 2.2). A

més de les conseqüències pel medi ambient de la gestió inadequada dels telèfons mòbils (veure apt. 2.3).

A continuació s'ha mirat de fer una predicció al 2015 sobre el potencial de producció de metalls. Els casos que s'han estudiat són els següents:

El potencial de reciclatge a l'any 2015 en comparació amb el 2010. S'ha observat que així com a l'any 2010, el potencial de reciclatge (2,473 tones) era inferior a la demanda de metalls (2,631 tones). A l'any 2015 s'estima 18 tones superior respecte la demanda del mateix 2015. Això significa que si és reciclessin el 100% dels metalls continguts en telèfons mòbils fora d'ús, encara en sobrarien per abastar la demanda i deixar un marge per les possibles limitacions del procés. Aquesta inversió dels valors s'explica amb l'increment de la demanda de metalls en un 1%, en el període comprés, enfront el 8% d'increment de la quantitat de telèfons mòbils fora d'ús.

El potencial de reciclatge a l'any 2015 en comparació amb el 2010 assumint que la taxa de recollida mitjana europea, 3%, roman constant fins a l'any 2015. El potencial de reciclatge de l'any 2015 s'incrementa només en 6 tones. Aquest petit increment es degut a que el mercat de telèfons mòbils està força estabilitzat i les vendes del 2010 son molt semblants a les que s'esperen al 2015.

Finalment s'ha calculat el percentatge de reciclatge de metalls de telèfons mòbils en base al percentatge de reciclatge actual de cada metall (veure fig.2.m), i la quantitat de metalls que conté un telèfon mòbil. S'estima que el percentatge de reciclatge dels metalls d'un telèfon mòbil comprén un rang d'un 30-37%. Per obtenir un valor general del reciclatge del telèfon, és necessari conèixer el percentatge de reciclatge de cadascun dels altres materials: els plàstics i els vidres.

5.3 PROPOSTES DE MILLORA

Després de l'estudi de la legislació europea i dels diferents sistemes de gestió de residus dels països, és considera que a Europa en general hi ha un bon marc teòric establert per la gestió dels residus, però falta executar els objectius i regulacions establertes amb més èmfasi per poder incrementar la recollida de residus i progressar en la gestió d'aquests. Amb l'anàlisi del reciclatge i gestió final de RAEE i telèfons mòbils, s'ha vist que tot i que la majoria de països compleixen amb la taxa de recollida de residus d'aparells elèctrics i electrònics posada per la Directiva RAEE, la mitjana europea de recollida de telèfons mòbils en concret, és molt baixa. S'han detectat dos punts febles interrelacionats que afecten a la recollida de telèfons mòbils: la manca d'una legislació concreta per telèfons mòbils i la manca d'informació clara que ajudi a conscienciar a la població sobre el reciclatge dels telèfons mòbils. Aquests dos aspectes és desenvolupen en els següents subapartats.

Un altre problema que s'ha detectat són les exportacions de telèfons mòbils a tercers països que bé son emergents o estan en vies de desenvolupament. Aquest aspecte s'exposarà breument al final en un apartat ja que no és objectiu d'estudi del projecte.

5.3.1 RECOLLIDA DE TELÈFONS MÒBILS

Com s'explica en el punt 3.4, l'èxit de la recollida dels telèfons mòbils depèn de quatre factors: els mètodes de recollida, els incentius, la facilitat d'ús dels mètodes de retorn, la conscienciació e informació i les responsabilitats dels diversos agents que intervenen en el cicle dels AEE (productors, distribuïdors, usuaris i gestors de residus) (*Ongondo, F.O. and Williams I.D.*) L'anàlisi del funcionament i organització dels diferents sistemes de gestió de telèfons mòbils de la UE permet entreveure: la falta de compromís dels agents del sistema i la desinformació dels usuaris. Millorar aquests dos aspectes pot fer que el sistema de recollida funcioni més eficientment.

5.3.1.1 Febleses de la legislació i dels sistemes

Con que hi ha aspectes generals de la legislació que afecten a totes les categories de residus d'aparells elèctrics i electrònics, primer s'enfocaran aquests aspectes, i tot seguit és parlarà només de telèfons mòbils.

En primer lloc, l'aplicació d'una directiva comuna de RAEE que estableix unes pautes de gestió de residus però alhora dóna llibertat als Estats Membres en el mètode d'aplicació té punts a favor però també en té en contra.

Un punt a favor és l'anomenada taxa visible de reciclatge (*en anglés, visible fee*), és fa visible el cost del reciclatge indicant-lo separat del preu del producte. D'aquesta manera s'evita la competència en els mercats a costa del reciclatge. Un altre punt a favor és que la responsabilitat del residu recaigui sobre el fabricant, ja que és una manera d'incentivar als fabricants a crear sistemes per la recollida i reciclatge de residus. Altre aspecte positiu és que el mateix fabricant tingui la opció d'actuar individualment (Individual Producer Responsibility, IPR) o conjuntament amb d'altres fabricants (Extended Producer Responsibility, EPR). I per últim la imposició de la garantia financera als productes abans d'entrar al mercat per assegurar-ne el reciclatge. (*Wilkinson, S. and Duffy, N. 2003*)

L'objectiu de recollir 4 kg per habitant que planteja la Directiva RAEE crea complicacions per les cultures amb hàbits de reutilització, com són els països de l'Est (*Savage, M., 2006*). En segon lloc la definició a nivell nacional de la legislació, comporta que la Directiva s'apliqui molt diferent a cada país. Això implica més feina als productors que s'han d'adaptar als sistemes de cada país i més costos.

Per la taxa de recollida es proposa que la taxa sigui en funció dels productes posats al mercat en lloc d'una taxa de recollida per habitant, que no té en compte el consum d'aquella població de forma que no desfavoreixi la reutilització envers al reciclatge. La Unió Europea ha publicat enguany la revisió de la taxa de recollida selectiva i notifica que per aquells països que encara no han assolit els 4Kg/hab. de recollida, l'any 2016 hauran de recollir 45 tones de residus elèctrics per cada 100 tones d'aparells introduïts en el mercat prèviament.

Pels telèfons mòbils seria convenient que a banda de la definició a nivell nacional de la legislació, és creesr un òrgan central, com el Fòrum dels RAEE, però amb més poder executiu, i exclusiu per la telefonia mòbil. Un òrgan que a més de ser un nexe dels sistemes dels països europeus per assessorar i bescanviar informació, fes de nexe amb les companyies de telefonia mòbil i les legislacions estatals. Amb l'objectiu d'intentar apropar les necessitats dels països a les companyies amb la finalitat de fer un sistema europeu més comú i facilitar i estalviar recursos.

Referent a les regulacions estatals i als sistemes de gestió, tots els països europeus ja tenen un marc legislatiu establert per la recollida dels telèfons mòbils i un sistema o més de gestió de telefonia mòbil creats, alguns d'ells molt vàlids. Pels països més endarrerits en la recollida de telèfons mòbils, és recomana que adoptin mesures com les dels sistemes explicats a la (fig. 5.g) que resumeix les característiques dels diferents mètodes i característiques de cadascun dels 5 països capdavanters en la recollida de telèfons mòbils: Espanya, Finlàndia, Hongria, Noruega i Suïssa (veure annex I). Gairebé tots tenen taxes de recollida semblants i expliquen formules diferents per implementar els sistemes de gestió amb èxit. (UNEP, 2007)

Entre els cinc països, les úniques diferències notables són primerament l'antiguitat dels sistemes de gestió de residus noruecs i suïssos i la manca d'una associació coordinadora de sistemes en aquests dos països, respecte Espanya, Finlàndia i Hongria. En segon lloc, Espanya és l'únic dels cinc països que té un sistema de retorn exclusiu per telèfons mòbils. A Europa hi ha dues categories generals d'organització nacional: els sistema nacional de recollida i el sistema d'intercanvi d'informació (Clearing House System) . El primer és un sistema col·lectiu i el segon és un sistema competitiu. El sistema nacional de recollida, és un sistema encarregat de la recollida, reciclatge i finançament de tots els RAEE sense fronteres nacionals. És tracta d'organitzacions no-governamentals sense ànim de lucre. Les condicions jurídiques divergeixen segons el país i els propietaris són associacions comercials. Són un exemple, els països nòrdics i Suïssa. El sistema d'intercanvi d'informació engloba un marc nacional on poden haver-hi diversos participants proveint

serveis (productors, recicladors i organitzacions de residus). És el mètode escollit per la majoria d'Estats Membres que no tenien sistema n'hi legislació de residus anterior a la Directiva RAEE, per exemple Anglaterra, França i Espanya. El govern crea un registre de productors i defineix el mecanisme d'assignació i presentació d'informes i el sistema de monitorització. *(Wilkinson, S. and Duffy, N. 2003)*

Només Suïssa no requereix que els productors és registrin al registre de productors. A Hongria, el registre només és obligat per als productors que no formen part de cap sistema de recollida. El model de finançament és diferent per cadascun dels països. Per Espanya i Finlàndia no hem obtingut dades del model. El model d'Hongria és diferència de tots els demés en que només els productors que no formen part d'un sistema col·lectiu han de pagar.

País	Espanya	Finlàndia	Hongria	Noruega	Suïssa
Transposició de la directiva	feb-05	sep-04	ene-05	ene-05	no
Associació coordinadora de sistemes	si, Recyclia (Asimelec)	Serty	si	no	no
Sistema (ITC/mòbils)	Tragamòvil	ICT Cooperativa de productors	Electro-waste	El Retur	SWICO
Any d'inici del sistema	2003	2000	-	1999	1994
Model de sistema	Clearing house system	Clearing house system	Sistema col·lectiu	Sistema col·lectiu	Sistema col·lectiu
Responsabilitat	del productor	del productor (des del 2005)	del productor	del productor	del productor
Registre de productors	Registre d'establiments industrials (obligatori)	Registre per ORP i per productors que no formen part de cap sistema (obligatori)	Registre de productors, revisat per la inspecció nacional de M.A. (obligatori)	si	no
Model de finançament			taxa només pels productors que no formen part d'un sistema col·lectiu	Model de les TIC	Model de quota fixa 2
Quota de reciclatge visible	si (obligatòria fins el 2011)	si (permesa 2011/2013)	si (permesa 2011/2013)	si	si
Garantia financera	no	si	si	no	si
Punts de recollida	si	si	si	si	si
Recollida per part dels distribuïdors	si	si	si	si	si
RAEE recollits kg/hab. (2008)	6,3	9,8	4,5	10,4	> 8
Telèfons mòbils recollits Kg/hab. (2010)	9,16E-04	8,42E-04	8,53E-04	9,70E-04	7,69E-04

Fig. 5.g: Resum dels sistemes de gestió de telèfons mòbils dels països amb taxes de recollida de telèfons mòbils més elevades. (Font: Elaboració pròpia)

Per tant, si les taxes de recollida de telèfons mòbils són baixes, no és degut a la legislació vigent o a la manca de models de sistemes de recollida, com s'acaba d'explicar, sinó al incompliment de les responsabilitats dels agents (productors, distribuïdors, usuaris i gestors de residus). I en primera instància a la manca de responsabilitats dels productors, ja que són els que tracten directament amb l'usuari i fan la publicitat dels telèfons. Per solucionar aquest aspecte, seria convenient una legislació més estricta. Una opció seria

penalitzar als productors (exemple: legislació hongaresa), per que considerin la recollida com una necessitat, i es motivin a conscienciar e informar a la població per augmentar les taxes de recollida. Una altre opció seria crear una taxa de recollida específica pels telèfons mòbils o pels residus de la categoria 3 (tecnologies de la informació i la telecomunicació) de mida petita, com ara, telèfons mòbils, Mp3, llapis de memòria, etc. Així s'evitaria que es confonguessin les altes taxes de recollida de RAEE amb les taxes de recollida d'aparells electrònics petits.

5.3.1.2 Millores necessàries en matèria

Un estudi de Nokia el 2011 indica que de mitja cada persona ha tingut 5 telèfons mòbils. De la població enquestada, el 74% no pensava en reciclar . Les raons eren: el volien guardar com una còpia de seguretat, un 33%,; no se'ls havia acudit, un 20%; no saben on reciclar-los, 17%; no tenen punts de reciclatge a prop de la seva residència, 15%; desconeixen el reciclatge dels telèfons, 12%; i per últim, per por a la seguretat de les dades personals registrades als telèfons, 10%. Una vegada informats els enquestats sobre la importància del reciclatge i les possibilitats de reciclatge, i resolts els seus dubtes se'ls va preguntar què n'opinaven del reciclatge i si hi estarien disposats, el 72% va estar d'acord en que era important pel medi ambient i es predisposaven al reciclatge dels telèfons mòbils (*Santaavara, Ilona 2011*).

Els resultats del estudi mostren, l'alt percentatge de desinformació que tenen els usuaris de telefonia mòbil. És fa palesa la importància de facilitar informació als usuaris, sobretot tenint en compte la predisposició que mostren els resultats de l'estudi dels usuaris a reciclar. Una possible forma de proveir informació es a través dels fabricants dels telèfons. Hi ha altres possibilitats que és proposen per difondre la recollida de telèfons mòbils i conscienciar, son:

- Organitzar una campanya estatal (per exemple la campanya de no als accidents), per conscienciar a la població e informar sobre els mètodes de recollida i incentius.

- Crear punts de recollida mòbils (com el punt verd de Barcelona) destinats a espais d'aglomeracions de població diaris (les universitats, hospitals, centres comercials, empreses...). Que s'hi estiguin durant una setmana al més de manera que els usuaris habituals d'aquests recintes, vegin el punt, rebin informació, i tinguin l'oportunitat de retornar el telèfon el dia següent a allà mateix. La intenció és crear un sistema semblant al banc de sang mòbil, durant un període d'un-dos anys, per conscienciar a la població i oferir-li les eines per la recollida dels telèfons in situ, i perquè coneguin els llocs oficials de recollida a llarg termini.
- Penjar anuncis publicitaris a les tendes de telèfons mòbil, carrer, autobusos, etc. amb informació de recollida de telèfons i dels incentius.
- Els distribuïdors de telèfons mòbils (ja siguin venedors en botigues, per internet...) haurien d'informar al comprador de la recollida del telèfon i dels incentius si n'hi ha. Inclús, el govern hauria d'impulsar la repartició de pamflets informatius sobre: recollida, incentius, valor dels telèfons e impactes ambientals. A més en les revistes de preus de les companyies de telèfons, s'hauria d'afegir un apartat que informés dels canals de recollida i dels incentius.
- Durant la recerca s'ha observat que a les pàgines web de les grans companyies de telefonia mòbil (Nokia, Vodafone, Samsung, etc.), l'accés a la informació referent a la recollida de telèfons no és fàcil. Hauria d'aparèixer en un pestanya en la pàgina principal, així com apareixen els serveis de compra, els tipus de telèfons, etc. I d'altre banda, haurien de tenir adherit el link del sistema de gestió de residus del país.

Segons l'establert per la Directiva RAEEE, el productor ha d'assumir els costos relacionats amb la recollida i el reciclatge dels residus dipositats en els punts de recollida. Les despeses en la gestió dels telèfons són traspassades al llarg de la cadena del producte, és a dir, del fabricant al distribuïdor i finalment al consumidor. Per tant, segons aquest procés tots els agents del cicle de vida del producte, paguen per les accions necessàries relacionades amb la recollida i reciclatge. La Directiva RAEE permet que la quota de

reciclatge sigui visible en el preu del producte, tot i així hi ha països que no ho permeten, com per exemple Espanya des del 2011. (AMBILAMP)³⁵ (Eur-lex, 2003)

5.3.2 EXPORTACIONS DE RESIDUS ALS PAÏSOS EMERGENTS

El Conveni de Basilea restringeix el mercat transfronterer de residus fora dels països de la OCDE (Organització per la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic). (Böni, H. Et al, 2005) La Legislació Europea també inclou un article on diu que el tractament es pot realitzar fora de l'Estat Membre o de la UE, sempre i quan es compleixin les disposicions del Reglament (CEE) n° 259/93 del Consell relatiu a la vigilància i al control dels trasllats de residus a l'interior, a l'entrada i a la sortida de la UE. (Eurlex, 2003) Tot i l'existència d'ambdues regulacions el flux de telèfons mòbils a països emergents és molt gran. Aquest factor planteja tres problemes, primerament, que no hi hagi cap garantia sobre el funcionament dels telèfons mòbils de segona mà. En segon lloc, la pèrdua de potencial de reciclatge. I tercerament, la gestió descontrolada dels telèfons mòbils de segona mà en els països emergents que causa impactes en el medi ambient. (Wilkinson, S. and Duffy, N., 2003)

Les avantatges pels productors de la Unió Europea són la reducció dels costos de les despeses de gestió dels residus de telèfons mòbils en comparació a la gestió in situ. (Wilkinson, S. and Duffy, N., 2003)

Una manera d'evitar el flux de telèfons mòbils a països emergents és mitjançant un organisme de control dedicat al compliment d'aquest aspecte de la Directiva RAEE.

³⁵ AMBILAMP: <http://www.ambilamp.es/>

6. CONCLUSIONS

Aquest capítol exposa les conclusions realitzades al llarg de l'elaboració del projecte.

Des de l'any 2000 el desenvolupament de les tecnologies digitals, l'expansió dels mercats, les economies d'escala i la tendència a escurçar el cicle de vida dels productes electrònics, ha incrementat la producció mundial d'aparells elèctrics i electrònics (AEE), provocant que els residus electrònics, sigui el flux de residus més gran i que creix a més velocitat en els països desenvolupats i en els països amb economies emergents (UNEP, 2007). Per aquest motiu a Europa l'any 2002 va entrar en vigor la Directiva 2002/96/CE sobre la gestió dels residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE). La Directiva estableix les pautes generals per la gestió dels RAEE. Una de les impositcions és que cada país ha d'assolir una mitja de recollida de RAEE de 4Kg/hab. (Eur-lex, 2003). A l'any 2008 s'havien posat al mercat europeu 10 milions de tones d'AEE i la mitjana de recollida era de 6 kg/hab.. El mateix any, el sector de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) representava el 18% del total d'AEE que significa, 1,5 milions de tones de TIC posades al mercat. D'aquestes se'n varen recollir el 35% (Eurostat, 2008). En l'anàlisi dels mercats de les tecnologies de la informació i la comunicació per països a l'any 2008, s'observa que els que registraven mercats més forts de TIC tenen el producte interior brut més alt, en concret: Alemanya, França, Itàlia i Anglaterra. I els països amb mercats més fluïxos corresponien als països de l'est (Index mundi, 2010). De l'anàlisi de la recollida d'aparells elèctrics i electrònics per països a l'any 2008, en resulta que el 63% superava la taxa de recollida de 4Kg/hab. imposada per la Directiva RAEE, i un 37% encara no els havia assolit. Alguns dels països que no els havien assolit tenen forts mercats de TIC, com per exemple Itàlia que contribuïa en un 9,7% del mercat europeu i només va recollir 2kg/hab. de residus d'AEE (Eursotat, 2008).

Els telèfons mòbils estan formats de plàstics, vidres i metalls. Els metalls constitueixen el 20-30% en pes del telèfon, i han experimentat una gran evolució des de l'any 2000. Aquell any els telèfons mòbils estaven constituïts per només 18 metalls (Neira, J. et al. 2006), el 2008 la xifra augmentava a 43 metalls diferents, per primera vegada s'utilitzaven metalls

especials i preciosos (*Step, 2009*). L'any 2011, es varen començar a utilitzar les terres rares en telèfons mòbils, de manera que el nombre de metalls utilitzats ascendia a 64 tipus diferents. (*Santavaara, Ilona. Nokia 2011*) (*UNEP, 2011*). La introducció dels metalls especials coincideix amb el desenvolupament de la tercera generació de telefonia mòbil (3G) des de l'any 2002 fins avui dia (producció dels Smartphones i aplicacions noves i sofisticades) (*Sanwon Lee, Ph. D. 2009*)

Els metalls especials i preciosos dels telèfons mòbils s'han classificat com a metalls crítics per varis motius. En primer lloc presenten risc de subministrament per la concentració de la producció en certs països del món, per exemple Xina té més d'un 90% de la producció de terres rares (*EC, 2010*). Alguns d'aquests metalls com els anomenats *hitch-hikers* són de difícil separació (*Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G.; Ayres, R., 2011*). També hi ha limitacions en la substitució d'aquests metalls que tenen propietats molt específiques.

Europa, especialment es troba en una situació complicada, ja que només subministra el 3% de la producció mundial de metalls, i depèn totalment de les importacions veient-se afectada pels augments dels preus dels metalls. Per aquest motiu, la solució més adient és el reciclatge dels metalls. (*Rademaker, M. and Kooroshy J., 2010*).

La gestió dels telèfons mòbils a Europa s'inicia una vegada el telèfon ha arribat al final de la seva vida útil, 18 mesos (*Ongondo, F.O. and Williams*). A partir d'aquí, el telèfon mòbil fora d'ús pot emprendre diversos camins en funció de si és recollit o no ho és. De la recollida de telèfons se n'encarreguen organitzacions i fundacions, els fabricants i distribuïdors, o empreses privades. La mitjana europea de recollida era d'un 3% l'any 2010 (*Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011*). La taxa de recollida pels països d'Europa oscil·la entre 0.1-1.0 gr./hab. Els telèfons que són recollits poden ser reciclats o bé reutilitzats. El 97% restant dels telèfons, no són recollits i poden tenir quatre destins diferents: el 1,6% és llencen amb els residus urbans, el 44% és queden emmagatzemats a casa, el 30% és ven i el 20% restant són donats a organitzacions o regalats. La recollida dels telèfons és veu afectada pel comportament del consumidor, les característiques del producte (per la seva mida, són necessaris volums molt grans de telèfons perquè el

tractament sigui eficient, fet que incentiva als fabricants a augmentar-ne la recollida), la configuració del sistema de retorn i per factors externs com la legislació, l'evolució tecnològica, la vida útil i els mercats. D'altra banda el funcionament del sistema de retorn depèn dels mètodes de recollida, els incentius, la facilitat d'ús, la conscienciació e informació i les responsabilitats dels agents que intervenen en el cicle dels AEE (productors, distribuïdors, usuaris i gestors de residus). (*Ongondo F.O., Williams I.D.*)

La quantitat de telèfons mòbils recollits a Europa i als diferents països és molt baixa. El potencial de reciclatge de telèfons mòbils de l'any 2010 era de 221 milions d'unitats en comparació a 6.6 milions d'unitats. Els països amb una taxa per habitant de recollida més elevada són: Espanya, Hongria, Finlàndia, Noruega i Suïssa. Els cinc països tenen sistemes diferents, que poden ser referents, però en realitat l'eficiència de la recollida de telèfons mòbils en última instància és el resultat dels esforços dels agents que intervenen en el cicle dels AEE ja que si es comparen les taxes de recollida de telèfons mòbils amb les taxes de recollida de residus d'aparells elèctrics i electrònics, Espanya i Hongria ja no tenen taxes tan altes, s'aproximen als 5 kg/hab. i els països nòrdics superen els 8 kg/hab.

El potencial de reciclatge de metalls d'Europa l'any 2010 va ser de 2,473 tones, i només se'n varen reciclar 35.5. Comparant el potencial de reciclatge de cada metall amb la seva producció mundial és veu que representen percentatges molt baixos. El percentatge més alt és el del tàntal (2%). Tot i els percentatges ser tan baixos, cal tenir en compte que Europa no és una regió exportadora de metalls i per aquest motiu, reciclar els metalls continguts a telèfons mòbils sembla una bona estratègia per reduir molt parcialment la dependència d'aquests metalls en altres països.

L'estimació del potencial de reciclatge de metalls pel 2015 d'Europa (2,631 tones), indica que superarà a la demanda de metalls en 18 tones, a diferència de l'any 2010. De manera que si se'n reciclessin el 100%, Europa podria ser autosuficient en metalls per telèfons mòbils.

El percentatge de reciclatge de metalls dels telèfons mòbils oscil·la entre un mínim del 30% i un màxim del 37%. L'estimació del reciclatge total de telèfons mòbils, no s'ha pogut

realitzar, ja que manquen els percentatges de reciclatge dels plàstics i vidres que contenen els mòbils.

Per millorar el percentatge de reciclatge cal incrementar la recollida de telèfons mòbils. A Europa hi ha establert un bon marc legal per la recollida de les tecnologies de la informació i la comunicació, però manca que els fabricants, distribuïdors i consumidors compleixin amb les seves responsabilitats a més d'informar i conscienciar a la població. S'ha vist que la població està interessada en el reciclatge de telèfons mòbils, però no disposa d'informació. Finalment, per millorar la gestió dels residus i incrementar el potencial de reciclatge és recomana crear un organisme de control de les exportacions de residus a països emergents.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballesteros P. M. 2002. *Evolución de la telefonía móvil en el mercado de las telecomunicaciones*. Centro de predicción económica. Madrid
- BOE, Boletín oficial del estado, 2005. *REAL DECRETO 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos*. Madrid, España
- Bollinger L.A. and Blass V. 2012. *Export, metal, recovery and the mobile phone end-of-life ecosystem*, Third International Engineering Systems Symposium CESUN 2012, Delft University of Technology. Netherlands.
- Böni, H.; Oswald-Krapf, H.; Schenellmann, M.; Shina, Khetriwal, D.; Widmer, R., 2005. *Global Perspectives on e-waste*. Switzerland
- Elaine Y. L. Sum, 2005, *The recovery of metals from electronic scrap* JOM JOURNAL OF THE MINERALS, METALS AND MATERIALS SOCIETY 1991 REVIEW OF EXTRACTIVE METALLURGY .
- EPA, Environmental Protection Agency, 2008. *Electronic waste management in the U.S. Office of solid waste.*, Washington D.C.
- European Commission: Enterprise and Industry, 2010. *Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials*.
- European Commission, 2012. *Recast of the WEEE Directive*.
- European parliament, 2012. *Better management of e-waste*. PLENARY SESSION

- Eur-lex, 2003. *Directiva 2002/95/CE sobre restriccioens en el uso de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos i electrónicos. (RUSC)* Diario oficial de la Unión Europea.
- Eur-lex, 2003. *Directiva 2002/96/CE sobre la gestion de residuos de aparatos electrios y electrónicos (RAEE).* Diario oficial de la Unión Europea.
- Eur-lex, 2010. *Directiva 2002/95/CE sobre restricciones en el uso de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos i electrónicos. (RUSC).*
- Eur-lex, 2012. *Regulation on chemicals and their safe use, EC/1907/2006. REACH Review.*
- Fishbein, B.K., 2002. *KWaste in the Wireless World: the challene of Cell Phones.* INFORMA, ISBN 0-918780-78-0, USA.
- Gamazo, A., 2012, *El economista*
- Georgiadis P., Besiou M., 2009. *Environmental and economical sustainability of WEEE closed-loop supply chains with recycling: a system dynamics analysis.* Springer-Verlag, London, UK
- Hagelüken, C., 2008 *Mining our computers-opportunities and challenges to recover scarce and valuable metals from electronic devices.* Umicore Precious Metals Refining. Electronic Goes Green 2008. Berlin, Germany
- Hagelüken, C. 2012. *Recycling and substitution. Oportunities and límites to reduce the net use of critical materials in hi-tech Applications.* Brussels.
- Hydro WEEE, 2011/2012. *Austrian Society for Systems Engineering and Automation.*

- Informe eEspaña, 2011. *Informe anual sobre el desarrollo de la sociedad de la información en España*. Fundación Orange. Pozuelo de Alcorcón, Madrid.
- ITU, 2005. *Market liberalization reports for CEE and Bàltic States*
- ITU, 2010. *Romanian electronic communications market*. Status and regulatory proceedings. National Regulatory Authority for Communications. Romania
- IPMI, International Precious Metals Institute. 2003. *Environment Sound Management Used Mobile Telephones*. USA
- MINETUR, *Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Legislación*.
- Ministerio de Medio Ambiente, 2007. *Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (PNIR). Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA)*. Madrid, España.
- Ministerio de Medio Ambiente, *PROGRAMA DE RECICLADO DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS*. Primera Etapa.
- Neira, J., Favret, L., Fuji, M., Miller, R., Mahdavi, S., Blass V. D., 2006. *End-of-Life Management of Cell Phones in the United States*. University of California, Santa Barbara, USA.
- Ongondo, F.O. and Williams I.D., 2011. *Greening academia: Use and disposal of Mobile phones among university students*. School of civil Engineering and the Environment, University of Southampton, U.K.
- Ongondo F.O., Williams I.D., Cherrett T.J. 2010, *How are we doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes*. School of Civil Engineering and the Environment, University of Southampton, UK.

- Ongondo, F.O. and Williams I.D. *What's your phone worth? Estimating the resource value of stockpiled Mobile phones*. University of Southampton, UK.
- Ongondo, F.O. and Williams I.D. *Mobile Phone collection, reuse and recycling in the UK*. University of Southampton, UK.
- Ongondo F.O., Williams I.D., *Are WEEE in Control? Rethinking Strategies for Managing Waste Electrical and Electronic Equipmen*. Faculty of Engineering and the Environment, University of Southampton U.K.
- P. Gramatyka, R. Nowosielski, P. Sakiewicz, 2006 *Recycling of waste electrical and electronic equipment*. Journal of achievements in material and manufacturing engineering. Vol. 20. Poland
- Rademaker, M. and Kooroshy, J. 2010. *The Global Challenge of Mineral Scarcity*. The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS)
- Santavaara, Ilona. 2011 *Resource Efficiency at Nokia*. Nokia.
- Sanwon Lee, Ph. D. 2009, *The deployment of Third generation Mobile Services: A Multinational Analysys of Contributing*. University of Florida. USA.
- Schüler, D., Buchert M., Liu R., Dittrich G., Merz C., 2011. *Study on rare earths and their recycling*. Final report for the Greens EFA group in the European Parliament. Öko-Institut e.V. Darmstadt.
- Step-Initiative, 2012 *What is e-waste?*
- Step-solving the e-waste problema, Report 2009. *Recycling from e-waste to resources*. Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies.

- Talens Peiro, L.; Ayres, R., 2012. *Material efficiency: rare and critical metals*. INSEAD. Fontainebleau, France
- Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., 2011. Results from the workshop "Preliminary assessment of multifunctional mobile phones"; Brussels, Belgium.
- Talens Peiro, L.; Villalba Méndez, G., Ayres, R. 2011, *Material flow analysis of scarce by-product metals: sources, end-uses and aspects for future demand*. INSEAD - Europe Campus, Boulevard de Constance, 77305 Fontainebleau, France.
- UIT, 1999, *Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones*. Telefonía móvil.
- UIT, Unión Internacional de Telecomunicaciones. 2006. *5a reunión sobre los indicadores de las telecomunicaciones/TIC mundiales*. Ginebra.
- UNEP, 2007. *E-waste Volume I: Inventory Assessment Manual*. Division of Technology, Industry and Economics. International Environmental Technology Centre. Osaka/Shiga, Japó.
- UNEP, 2007. *E-waste Volume II: Inventory Assessment Manual*. Division of Technology, Industry and Economics. International Environmental Technology Centre. Osaka/Shiga, Japó.
- UNEP, 2009. *Critical Metals for future Sustainable Technologies and their Recycling Potential*. Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies. Buchert, M.; Schüler, D; Bleher D.
- UNEP 2010, *Metal Stocks in Society*. Scientific Synthesis. International Panel for Sustainable Resource Management. Working Group on the Global Metal flows.

Graedel, T. E.; Dubreuil, A.; Gerst, M.; Hashimoto; S.; Moriguchi, Y.; Müller, D.; Pena C.; Rauc, J.; Sinkala, T.; Sonnemann, G.

- UNEP, 2010. *Urgent Need to Prepare Developing Countries for Surge in E-Wastes*. Rocketing sales of cell phones, gadgets, appliances in China, India, elsewhere forecast. Proper e-waste collection, recycling key to recovering valuable materials, protecting health, building new green economy. Bali, Índia.
- UNEP, 2011. *Recycling Rates of Metal-A Status Report*, A Report of the Working Group on the Global Metal flows to the International Resource Panel. Graedel, T.E.; Allwood, J.; Birat, J. P.; Reck, B.K.; Sibley, S.F.; Sonnemann, G.; Buchert, M.; Hagelüken, C.
- United Nations University, AEA Technology, Gaiker, Regional environmental Centre for Central and Eastern Europe, Delft University of Technology (TUD), 2007. *2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)*.
- USGS, United States Geological Survey. 2011. *Mineral commodity summaries*.
- WEEFORUM, 2011. *Documento normativo WEELABEX sobre tratamiento V9. 0*.
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha.Khetriwal, D., Schnellmann, M., Böni, H., 2005. *Global perspectives on e-waste*. Environmental Impact Assessment Review 25 (5), 463-458.
- Wilkinson, S. and Duffy, N., 2003. *Waste electrical and electronic equipment (WEEE) collection trials in Ireland*. Environmental Agency, Clean technology Center, EnviroCrok institute of Technology. Wexford, Ireland.

- Yuste, P.A., 2002. *El proceso de implantación de la telefonía móvil en España*. Revista del COITT, Madrid, España.

- Wouters H., Bol D., 2009 *Material Scarcity*. Materials innovation institute (An M2i study). Netherlands, November.

LLISTAT DE PÀGINES WEB

- Ambilamp: <http://www.ambilamp.es/faq/page/3>

- Euromonitor: <http://www.euromonitor.com/>

- Europe, 2012: Legislation summaries. Via:
http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/121210_es.htm

- Eurostat, Portal d'Estadístiques de la Unió Eruopea. *Dades sobre fluxes de residus d'aparells elèctrics i electrònics.*
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/wastestreams/weee>

- Faostat: <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>

- Gartner: <http://www.gartner.com/technology/home.jsp>

- *Índex mundi*, 2010. Via: <http://www.indexmundi.com/es/>

- LG: <http://www.lg.com/es>

- Mobile phone directory: <http://www.mobile-phone-directory.org>

- Motorola: www.motorola.com/

- Movilonia: <http://www.movilonia.com/the-phone-house-ya-ha-recogido-5-millones-de-moviles-usados-13072009-html/>

- Movistar: <http://www.movistar.es>

- National Institute for Environmental Studies de Japó
<http://www.nies.go.jp/lifespan/index-e.html>
- Nokia: <http://www.nokia.com/es>
- Plataforma de Gestión de los RAEE. Madria, Espanya. Via: <http://www.raee-asimelec.es/principalesopg.asp>
- Portal d'Eurostat:
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/wastestreams/weee>
- Samsung: www.samsung.com/
- The phone House: <http://www.phonehouse.es/>
- UNSTATS, United nations Statistics Divisions. Environmental Indicators.
<http://unstats.un.org/unsd/environment/wastetreatment.htm>

ANEXES

Anex 1 EXEMPLES DE SISTEMES DE RECOLLIDA DE TELÈFONS MÒBILS A EUROPA

A continuació s'explicarà el funcionament dels sistemes de retorn amb taxes de recollida de telèfons mòbils a Europa: Noruega, Finlàndia, Suïssa i Hongria, junta amb Espanya que s'ha explicat al apartat 3.5. entre elles

A.1.1 Noruega

El sistema de retorn de Noruega ha estat un referent per l'elaboració de la directiva europea 2002/96/CE de RAEE. L'èxit del sistema de retorn noruec, iniciat l'any 1999, és deu a l'actuació del govern junt amb les empreses. Les empreses veuen els residus com un recurs enlloc d'una deixalla, què conté materials i energia recuperables eficientment en els processos de reciclatge. Els materials és recuperen per produir nous béns materials, i s'estalvia energia en no utilitzar matèries primeres.

El sistema de retorn està basat en el principi de la responsabilitat estesa del productor (REP), pel qual totes les empreses estan obligades a assegurar que tots els productes/embalatges del seu àmbit són retornats i reciclats, reutilitzats o utilitzats per produir energia, i els costos del sistema s'incorporen en els productes. Sota aquest principi es va crear una associació de productors que va posar en funcionament companyies de retorn per gestionar els RAEE d'acord amb les regulacions (el Retur, Renas). A partir del 2007 les companyies de retorn havien de ser aprovades per l'Agència de Clima i Contaminació Noruega segons la regulació de residus on és va introduir la directiva. A més els productors van firmar un acord amb el Ministeri de Medi Ambient, en el qual es comprometen a recollir el 80% dels productes AEE posats al mercat. S'han establert altres empreses de retorn independentment de l'acord amb les autoritats (Ragn As i ven Elektronikkjenvinning AS)

Els instruments més destacats de la legislació de gestió de Residus són: en primer lloc l'actuació del govern central que a través de l'Agència de Clima i Contaminació Noruega va establir un marc general de gestió de residus i les autoritats locals e indústries havien de

dissenyar solucions de recollida i tractament a nivell local. També la delegació als municipis de la responsabilitat en la recollida de residus de les llars, així com als empresaris a recollir i tractar adequadament els residus generats. En segon lloc, l'aplicació d'una taxa en la disposició final (en abocador i incineració) i la regulacions que estableix la Directiva RAEE en aquesta acció.

Les empreses El retur i Renas són les empreses de retorn encarregades del sistema de recollida de RAEE a Noruega. Ambdues funcionen en base a les regulacions de RAEE de la legislació de residus noruega. Les regulacions estableixen les obligacions de cada membre/localitat que participa de la cadena del producte, des del fabricant fins a la mateixa empresa de recollida.

- El distribuïdor ha de rebre els RAEE de la mateixa categoria que ven, gratuïtament a les botigues o llocs propers. En el cas que el producte sigui lliurat a través d'un canal de fora les instal·lacions de la botiga, incloent internet o correus, ha de facilitar un mètode pel retornament del residu, on només es cobren les despeses del servei.
- Els municipis han de rebre els RAEE de les llars gratuïtament. En el cas que recullin RAEE de indústries, poden demanar una quota.
- El productor ha de pertànyer ha una empresa de devolució i finançar la recollida, classificació, reutilització, reciclatge i tractament dels residus. Si distribueix fora del país ha d'entregar un certificat de tipus i quantitats d'AEE i assegurar-se que hi ha un sistema de recollida vigent o oferir-lo.
- En les empreses de finançament col·lectiu els productors/importadors financen el tractament de residus en proporció a la quota de mercat d'AEE i a la quantitat de RAEE generat en el mateix any per ells mateixos. Les empreses de recollida col·lectiva han de controlar que els distribuïdors i municipis recullen els residus gratuïtament. També han de recollir els residus de les empreses que recullen residus. La recollida és independent de les marques dels productes. Han de controlar que la proporció de residus recollits respon al percentatge que toca per

localitat. Per últim s'han d'assegurar que és realitza una correcta recollida, classificació, transport, reutilització, reciclatge i tractament d'AEE.

- Distribuïdors, municipis, productors i empreses de recollida tenen l'obligació d'informar i promoure la recollida de RAEE, fer publicitat, per conscienciar al consumidor i donar a conèixer la recollida de residus.

A.1.2 Finlàndia

A Finlàndia l'any 2000 és va crear el grup Serty basat en el decret nacional de residus elèctrics. A partir de l'any 2005, amb la imposició de la Directiva RAEE al dret nacional, la responsabilitat dels municipis en la gestió dels residus d'AEE és va traspasar als fabricants, distribuïdors i altres operadors que venen els equips electrònics. A partir d'aquesta data, totes les organitzacions de productors així com els productors no pertanyents a cap organització, se'ls obliga a adherir-se al registre nacional del centre de Medi Ambient que supervisa el compliment de la legislació. L'any 2003 l'associació d'indústries tecnològiques de Finlàndia va crear el projecte AWERENESS amb l'objectiu de donar suport a les companyies a establir la Directiva RAEE, iniciar la cooperació entre empreses i processos òptims de reciclatge i desenvolupar una base d'intercanvi d'informació. Aquest projecte també és va dur a terme a Noruega i Suècia.

La legislació finlandesa a partir de la Directiva RAEE, estableix les responsabilitats dels participants al llarg del cicle de vida dels AEE:

- Les autoritats ambientals i els centres regionals ambientals són les encarregades de supervisar i desenvolupar la legislació, política i pràctiques en relació a medi ambient.
- Els productors tenen l'obligació d'assegurar-se que els seus productes són recollits, classificats, reciclats, i tractats correctament, i que hi ha una xarxa nacional de recollida de residus amb diversos centres. Han d'assumir els costos de la gestió dels residus. Han de registrar tots els aparells posats al mercat cada any. I han d'informar i difondre els mètodes de recollida i la seva importància. Els productors

poden traspasar les seves responsabilitats de gestió de RAEE associant-se a una organització de productors.

- Els distribuïdors d'aparells elèctrics i electrònics han de recollir els residus d'AEE de les llars, i han de formar part de les organitzacions que ofereixen els serveis de recollida.
- Els consumidors a través del sistema de recollida han de retornar els AEE utilitzats a un centre de recollida gratuïtament.

A Finlàndia hi ha diverses organitzacions de productors de RAEE, associades entre elles: Serty Oy (comunitat de productors de RAEE), ICT-Tuottajaosuuskunta (Cooperativa de productors), SELT (organització de productors d'AEE), FLIP (Importadors i productors finesos de làmpades), ELKER Oy (organització paraigües).

Serty es una associació oficial sense ànim de lucre que treballa amb diverses organitzacions de serveis de gestió de residus (ICT, SELT, FLIP). Com s'ha referit al inici, es va establir l'any 2000 en base al decret nacional de residus i l'any 2005 és va adaptar a la nova legislació. L'objectiu de Serty és la gestió de la recollida i el transport de residus elèctrics i electrònics dels membres adherits a l'associació (fabricants i importadors). Les operacions de recollida i reciclatge es financen mitjançant una quota de reciclatge inclosa en el preu del producte. Això implica que el consumidor torna el producte al punt de recollida gratuïtament. El consumidor pot cercar el punt de recollida més proper a la pàgina web que Serty posa a disposició de l'usuari (www.kierratys.info). La pàgina web ofereix un servei senzill i eficient, organitzant el buscador en funció del tipus de producte/material (AEE, plàstics, metalls, tèxtil, làmpades, etc.) i de la localitat (adreça i municipi).

ICT Cooperativa de productors, l'Associació SELT i l'Associació FLIP, gestionen el reciclatge, la difusió d'informació, els registres i altres obligacions dels seus membres. Cadascuna s'encarrega d'una o varies categories de RAEE. Les tres organitzacions de productors varen establir Elker Ltd. L'any 2004, com una companyia que proporciona els serveis per

gestionar els afers pràctics de les organitzacions de productors. Elker organitza la recollida i el reciclatge de RAEE.

ICT Cooperativa productora, és l'encarregada dels RAEE de la categoria 3, tecnologies de la Informació i la telecomunicació (TIC), i del a categoria 4, equips de consum. SELT s'encarrega de material mèdic i FLIP de làmpades.

D'altra banda Finlàndia està adherida a la Plataforma Europea del Reciclatge (ERP). Aquesta plataforma va ser creada l'any 2002 com el primer sistema de recollida pan-europeu per implementar la directiva RAEE als països de Europa. La ERP a Finlàndia es va establir l'any 2005 i està registrada com una Organització de responsabilitat de productors per RAEE i bateries. Funciona mitjançant una xarxa nacional de recollida i assegura la recollida, transport, tractament, reciclatge i reutilització dels productes. L'organització contracta companyies regionals de gestió de residus sòlids, transport privat de recollida i operadors de tractament. Tot i així ERP coopera junt amb les organitzacions nacionals d'AEE de Finlàndia (SERTY, SELT, ICT cooperativa, FLIP, ELKER).

A.1.3 Suïssa

Suïssa no és un membre de la Unió Europea, i per tant no està subjecte a complir amb les Directives RAEE i RUSC. Tot i així, ha desenvolupat el seu propi sistema nacional de recollida des de la dècada dels 90.

A Suïssa operen tres sistemes paral·lels fundats, per fabricants, importadors i distribuïdors que comparteixen les responsabilitats per la gestió de RAEE: Swiss Association for Information, Communication and Organisational Technology (SWICO), Swiss Foundation for Waste Management (S.EN.S) and the Swiss Association for Illumination (SLG). El sistema SWICO s'especialitza en equips de TIC i va ser fundat l'any 1994 per l'Associació Suïssa de la Informació, Comunicació i Organització tecnològica (SWICO) en nom dels fabricants. El sistema Swico disposa en mà dels consumidors un mètode senzill de retorn dels productes arribats al final de la seva vida útil. El mètode de retorn és gratuït, i pot requerir la col·laboració dels fabricants, distribuïdors o centres de recollida municipals.

Els costos del sistema operatiu és financen a través d'una quota de reciclatge imposada per avançat als aparells nous. Fabricants i importadors encarreguen als distribuïdors la taxa de reciclatge avançada. La taxa és un percentatge fix del preu de cada nou producte. Després el distribuïdor transmet el cost al client alhora de vendre el producte. Els ingressos de les taxes avançades de reciclatge són transferits a un banc de finançament, utilitzat per cobrir tot els costos de logística, processament, control, promoció i administració.

Les companyies especialistes han emès llicències pel processament de RAEE. Aquestes companyies tenen l'obligació de complir amb unes normes de processament, aquestes normes són contínuament monitoritzades per desenvolupar una indústria de reciclatge.

Degut a la manca d'un marc legislatiu a Suïssa, el sistema és va formar en base a un acord voluntari entre companyies. La garantia de reciclatge del sistema SWICO és va establir inicialment per 36 membres, és va ampliar fins a 150. Tot seguit, l'any 1998, és va implementar la Ordenança de retorn, recollida i disposició d'aparells elèctrics i electrònics (ORDEA). Aquesta ordenança estableix una base legal pels consumidors a retornar els equips i per a tots els fabricants a recollir i disposar els equips correctament. Aquesta ordenança s'ha anat revisant periòdicament i avui dia segueix vigent.

Swico està revisada per la Junta de Control Tècnic de EMPA. Empa supervisa els acords de llicència amb empreses de reciclatge i suggereix nous recicladors que entrin al sistema. Comprova els comptes dels béns, la verificació dels fluxos de valors, el seu compliment dels requisits, l'eliminació de substàncies nocives ambientalment segura, i la eliminació dels productes finals. Actualment el sistema de devolució i reciclatge SWICO s'estén al llarg de Suïssa i el Principat de Liechtenstein. L'any 2011 SWICO contava amb 640 membres adherits. També està adherida al Forum WEEE.

La seva pàgina web, té una secció de fàcil accés especialitzada en els punts de recollida de telèfons mòbils.

En la figura 3.h és veu que les quantitats recollides per el sistema SWICO han augmentat progressivament des de l'any 1994. L'any 2001, la taxa de recollida de la organització en ITIC era de 1,96 kg/hab. La figura també ens mostra que des de el 1994, la recollida estava

dominada pels fabricants. Tot i així, és denota un canvi a partir del 1998, associat a la imposició de la ordenança (ORDEA), de manera que s'incrementa la recollida mitjançant distribuïdors i a través dels punts de recollida.

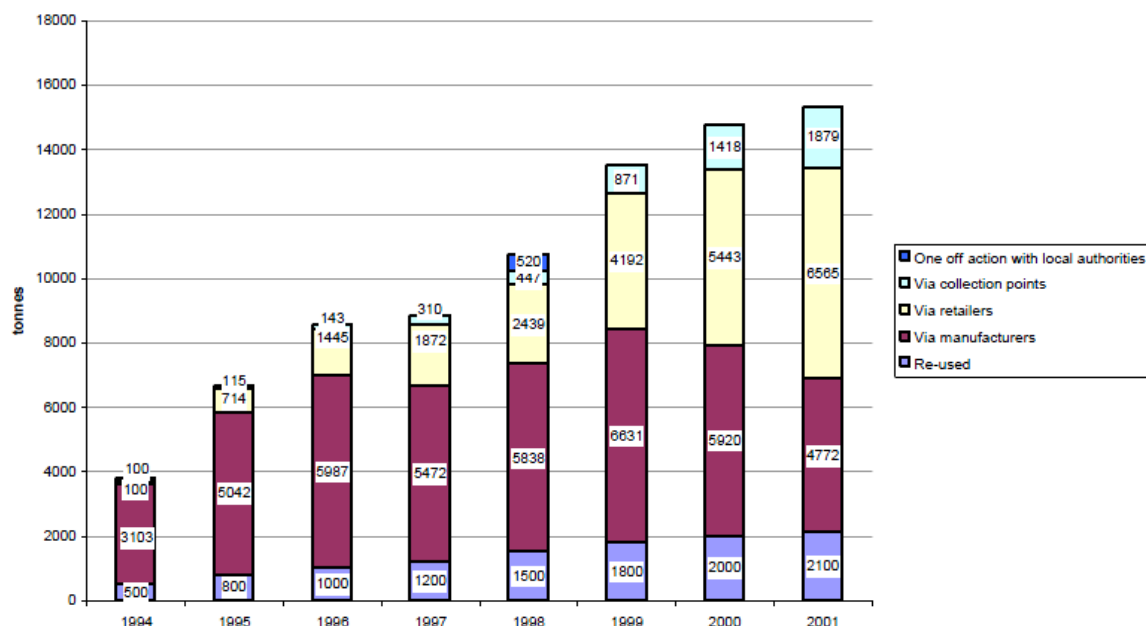


Fig.3.h: Quantitats i fonts de RAEE recollits pel sistema SWICO (SWICO, 2002)

A.1.4 Hongria

La Directiva RAEE es va adaptar a la legislació d'Hongria a través de tres legislacions: el Decret del Govern 264/2004 sobre la devolució dels RAEE, de 23 de setembre de 2004; l'Ordre ministerial 15/2004 de 8 octubre de 2004 la transposició de les disposicions sobre el tracte de la Directiva RAEE, i l'esmena 103/2004 sobre la garantia de producte. Els decrets hongaresos sobre els RAEE varen entrar en vigor l'any 2005 i es va començar a funcionar el registre de productors i el finançament dels productors dels RAEE.

Els organismes competents en la legislació de RAEE són el Ministeri de Medi Ambient encarregat de la transposició de la legislació. La Direcció Nacional de la Natura i Aigua és responsable de fer complir la normativa RAEE a Hongria i del registre nacional de fabricants.

Els requisits principals de la legislació hongaresa en els productors es l'obligació d'inscriure's al registre i informar a la Direcció Nacional de la Natura i l'Aigua. Els productors estan obligats a finançar la recollida de RAEE a través d'un impost sobre els productes en els productes elèctrics de l'àmbit d'aplicació de la Directiva RAEE. No obstant això, els productors poden obtenir una exempció d'aquests càrrecs en proporció al seu compliment de la normativa RAEE hongaresa. Els productors també estan obligats a marcar els AEE fabricats des de l'agost de 2005 amb conformitat amb la Directiva RAEE.

Hongria que registra una alta taxa de recollida de telèfons mòbils, i que per l'any 2008, just va assolir els 4 kg/hab. recollits, requisit establert per la Directiva RAEE, va haver de demanar una pròrroga de 24 mesos per assolir aquesta taxa, la qual li va ser concedida.

La responsabilitat dels sistemes de recollida de RAEEE recau en els productors. Els productors poden traspasar responsabilitats a les autoritats locals si aquests proporcionen la recollida selectiva dels RAEE procedents de llars particulars, poden obtenir un permís de les autoritats de protecció del medi ambient i establir centres de recollida o poden unir-se a un sistema col·lectiu per tal de complir les seves obligacions. Els sistemes de RAEE són: Electro-Coord Kht (béns blancs, i lluminària)(CECED); Okomat Kht i Elektro-Waste Kht(IT).

La legislació hongaresa imposa sancions per incompliment o complir incorrectament amb les obligacions de: devolució, distribució, la recol·lecció, recepció, disposició dels. Si és viola la legislació RUSC hongaresa és posa una sanció de gestió de residus.