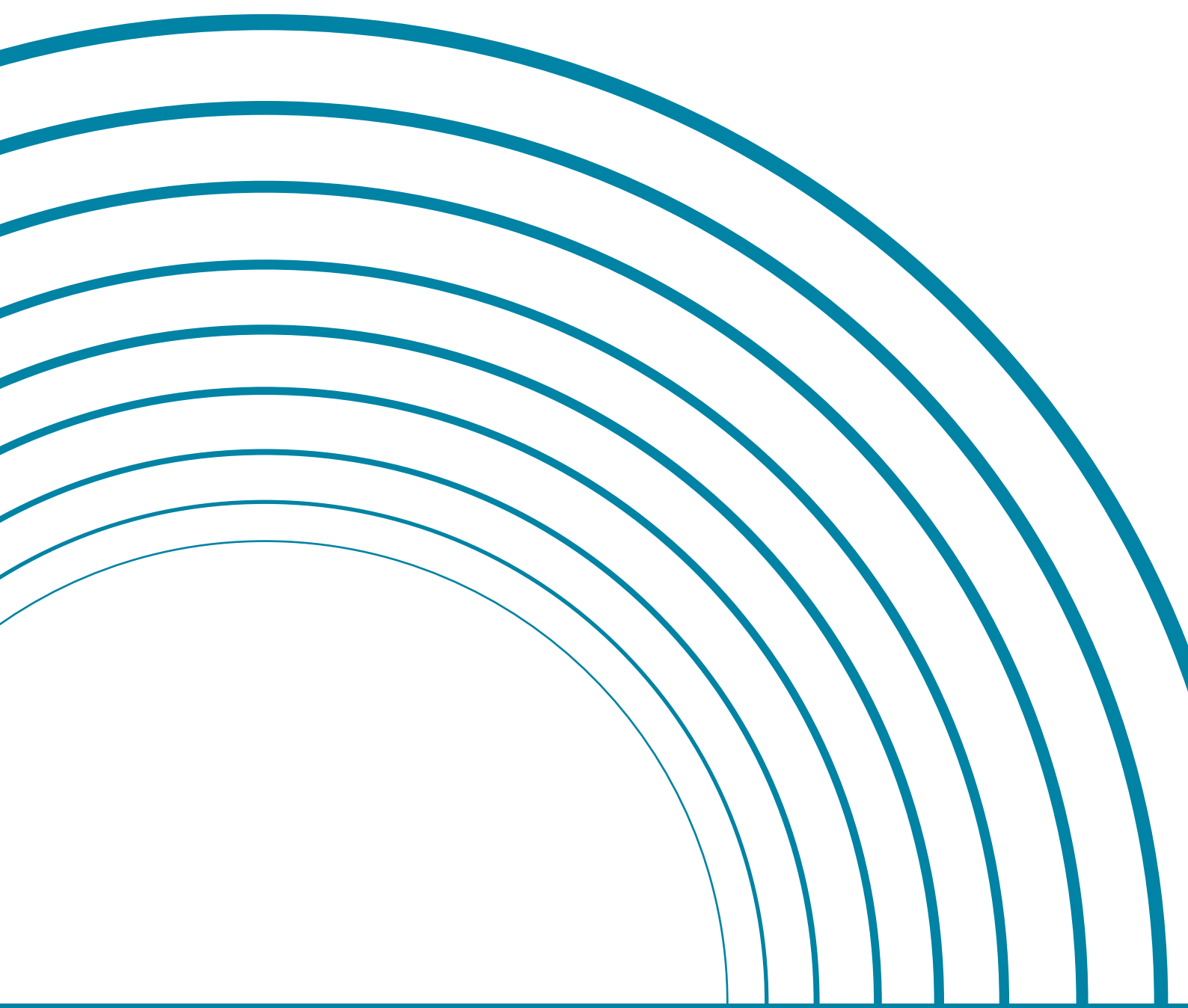


# WeAll, da rifiuto a risorsa

Progettazione della filiera dell'alluminio in ottica sistemica,  
la sostenibilità ambientale nel panorama della miniera urbana



POLITECNICO  
DI TORINO

Tesi di Laurea Magistrale in Design Sistemico  
Anno Accademico 2018-2019

Candidati:  
Tommaso Dell'Edera, Danilo Sabatino

Relatore:  
Silvia Barbero



# WeAll, da rifiuto a risorsa

Progettazione della filiera dell'alluminio in ottica sistemica,  
la sostenibilità ambientale nel panorama della miniera urbana



**POLITECNICO  
DI TORINO**

Tesi di Laurea Magistrale in Design Sistemico  
Anno Accademico 2018-2019

Candidati:  
Tommaso Dell'Edera, Danilo Sabatino

Relatore:  
Silvia Barbero



**Danilo**  
Alla mia famiglia ed ai miei nonni,  
fonti d'ispirazione

**Tommaso**  
A chi non si arrende, a chi vuole  
cambiare

# INDICE

## 01. IL PERCORSO DELL'ALLUMINIO

1.1 Estrazione.....	19
1.1.1 Andamento e dimensione economica.....	23
1.1.2 Casi studio.....	25
1.2 Raffinazione.....	35
1.2.1 Andamento e dimensione economica.....	39
1.2.2 Casi studio.....	41
1.3 Produzione.....	47
1.3.1 Andamento e dimensione economica.....	49
1.3.2 Laminazione.....	50
1.3.3 Estrusione.....	50
1.3.4 Caso virtuoso.....	51
1.4 Prodotti e leghe.....	55
1.4.1 Settore edilizio.....	57
1.4.2 Settore autoveicolo.....	58
1.4.3 Settore autoarticolati.....	60
1.4.4 Settore ferroviario.....	61
1.4.5 Settore navale.....	62
1.4.6 Settore aeronautico.....	63
1.4.7 Settore impiantistica.....	64
1.4.8 Settore packaging.....	65
1.5 Flussi globali.....	71

## 02. LA SECONDA VITA DELL'ALLUMINIO

2.1 Flussi italiani per la produzione di alluminio secondario.....	81
2.2 Categorie rifiuti.....	83
2.2.1 Rifiuti urbani.....	83
2.2.2 Trasporti.....	86
2.2.3 Edilizia.....	88
2.2.4 Linee elettriche e macchinari.....	89
2.3 Refiners e Remelters.....	91
2.4 Importazioni ed esportazioni di alluminio e leghe ed avanzi.....	93

## 03. LA MINIERA URBANA

3.1 Disciplina sulla gestione dei rifiuti.....	103
3.1.1 Modifiche degli obiettivi minimi.....	103
3.1.2 Tipologie raccolta differenziata.....	104
3.1.3 Trattamento meccanico dei rifiuti urbani.....	104
3.1.4 Recupero di alluminio dalla scorie di incenerimento.....	105
3.1.5 Recupero energetico.....	106

3.2 Comportamenti e soddisfazione dei cittadini.....	109
3.2.1 Rifiuti urbani prodotti e raccolta differenziata suddivisi per regione.....	109
3.2.2 Comportamenti Famiglie.....	110
3.2.3 Giudizio sul costo del servizio di raccolta.....	111
3.2.4 Azioni che aumenterebbero il tasso di partecipazione.....	112
3.3 L'area Metropolitana di Torino.....	115
3.3.1 Inquadramento fasce altimetriche ed utenze.....	115
3.4 Territorio e utenze - Comune di Torino.....	119
3.4.1 Analisi del territorio.....	119
3.4.2 Analisi demografica.....	119
3.4.3 Rifiuti urbani: produzione e raccolta differenziata.....	126
3.4.4 Risultati raccolta differenziata quartieri.....	128
3.4.5 Rifiuti urbani residui (RUR).....	128
<b>04. WEALL, DA RIFIUTO A RISORSA</b>	
4.1 Inquadramento cooperativa sociale.....	137
4.2 WeAll.....	139
4.3 Valore offerto.....	141
4.4 Attività e target.....	143
4.5 Comunicazione.....	145
4.5.1 Nome logo.....	145
4.6 Ottimizzazione ed integrazione della filiera del recupero.....	147
4.6.1 Inquadramento e zonizzazione delle aree urbane di intervento.....	147
4.6.2 Individuazione delle criticità e soluzioni attuabili.....	148
4.6.3 Costi di gestione dei rifiuti urbani - CGIND, CGID, Costo complessivo.....	151
4.6.4 Tariffe di smaltimento in discarica.....	153
4.6.5 Caso studio Svizzera.....	157
4.6.6 Progetto Fermate mezzi di trasporto pubblico.....	158
4.6.7 Progetto Parchi Urbani.....	164
4.6.8 Progetto Uffici, Istituzioni scolastiche ed esercizi commerciali.....	165
4.6.9 Progetto Residenze Domestiche.....	166
4.7 Quadro economico.....	169
4.7.1 Costi del personale e relativo fabbisogno.....	170
4.7.2 Costi delle attrezzature.....	170
4.7.3 Analisi costi/ricavi e previsioni.....	171
<b>05. RESOCONTO DEGLI OUTPUT AMBIENTALI E SOCIALI.....</b>	<b>175</b>

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

# PREMESSA

Oggi è un buon giorno per pensare. L'informazione è a portata di dito, vasta e variegata. Il confronto e il dibattito sono agevolati dai potenti mezzi odierni, lo scambio di conoscenze genera nuovo sapere ed opportunità. Ma siamo solo all'inizio di questo nuovo paradigma. Viviamo lo shift tra due ere in realtà lontanissime fra loro.

Da un lato troviamo società ed economie basate su visioni individualiste e a breve termine, sviluppatasi da valori antropocentrici, lasciati di ere più remote dove il potere è determinato da ciò che si possiede; dall'altro società ed economie connesse, generate da una fitta rete di relazioni, dove la condivisione genera crescita, quindi saranno la qualità e la quantità di relazioni a determinare centri di potere comunitari.

Oggi viviamo nel mezzo, un'epoca dove le tecnologie del futuro sono sfruttate da ideologie del passato, portando alla crescita esponenziale modelli obsoleti di economie e produzioni, scalate globalmente senza la lungimiranza necessaria a comprendere gli effetti a lungo termine delle scelte quotidiane. Il sistema capitalistico è competizione, quindi spinge implicitamente le aziende al sovrasfruttamento delle risorse e alla deresponsabilizzazione riguardo al ciclo vita dei prodotti, dimenticando che un prodotto continua ad esistere dopo la vendita, e che avrà bisogno di attenzioni adeguate per un corretto reinserimento nel ciclo della materia.

Nulla si crea e nulla si distrugge, ma le trasformazioni che applichiamo stanno seriamente mettendo a rischio l'equilibrio di un delicato ecosistema formatosi in miliardi di anni, considerando l'estrema velocità dei sistemi produttivi odierni, insostenibili dai ritmi naturali.

Oggi nasce una nuova sensibilità, soprattutto nel mondo accademico, e gradualmente in quello industriale, forse più mosso da considerazioni di immagine e marketing, finalizzate a massimizzare i profitti. Infatti il potenziale della trasformazione di output in input, per la stessa o diverse aree semantiche di produzione, genera valore dove prima non c'era. Quindi tendere allo scarto zero per ora significa ridurre i costi, piuttosto che avere attenzione nei confronti dell'ecosistema. Ma è pur sempre un inizio. Ed è qui che entra in gioco la figura del designer sistemico che, con occhio attento ai sistemi complessi, deve preoccuparsi di guidare e favorire il cambiamento,



generando soluzioni che apportino benefici non solo all'azienda committente, ma siano capaci di innescare nuove possibilità, così che si guardi al nostro millennio non come l'era dello spreco, ma come all'era del cambiamento, a tutto tondo, non solo tecnologico, tendenzialmente semplice, derivante dalle crescenti possibilità tecnologiche, ma soprattutto culturale, ideologico, molto più complesso, dove virtù e valori dimenticati vengono posti alla base di nuovi paradigmi sociali più ecocentrici, o addirittura cosmocentrici, realizzando che siamo tasselli di un sistema complesso ancora sconosciuto, parte integrante della rete della vita.

Oggi è un buon giorno per agire.

# INTRODUZIONE

Tendenzialmente l'approccio sistemico ben si sposa con la materia organica, poiché risulta grosso modo semplice da reintrodurre nel ciclo naturale. Difatti ragionare secondo i paradigmi naturali su prodotti di per sé biodegradabili, semplifica la generazione di nuove connessioni tra sistemi. La sfida nasce nel momento in cui si applica l'approccio sistemico nel campo della materia inorganica, la quale trasformazione richiede solitamente un considerevole dispendio energetico, sia nella fase di produzione che in quella di dismissione. Da qui segue la scelta di analizzare un materiale inorganico largamente utilizzato in vari contesti produttivi, quindi vicino l'utente in grandi quantità e sotto diverse configurazioni, così da ottenere un feedback totale, sia della maggior parte dei cicli produttivi e sia dei differenti ruoli assunti dal consumatore nella fase di dismissione. Concorde ai criteri suddetti, e considerando le caratteristiche successivamente analizzate, il materiale che offre le maggiori possibilità di analisi e di azione è l'alluminio, materiale altamente performante, dalle svariate possibilità produttive e dai versatili impieghi. Oggi, nel contesto industriale, ha assunto un ruolo fondamentale per le sue proprietà tecniche, dal settore automobilistico ai beni di consumo, dal campo aerospaziale fino al packaging alimentare. Inoltre è fondamentale sottolineare che non solo è la terza risorsa più diffusa sulla terra (8,3% in peso, dopo ossigeno 45,5% e silicio 6,2%), ma detiene anche una percentuale di riciclabilità del 100%, con un risparmio energetico del 95% rispetto alla quantità

necessaria per la produzione primaria. Per via di tutte queste caratteristiche è considerato il metallo del futuro; sta a noi adesso individuare le criticità per ottimizzare i flussi, affinché il sistema risulti sostenibile.

Lo scopo è quello di fornire le basi per la progettazione di un sistema capace di ottimizzare la raccolta del rifiuto alluminio, più specificatamente nel contesto urbano, secondo profili ambientali, sociali ed economici. Difatti la "miniera urbana" cela svariate opportunità, che possono essere colte con processi di innovazione semplici, ma efficaci. Tutte le proposte progettuali sono legate da un'impronta prettamente sostenibile, volte a favorire le attività di riciclosia per l'utenza e sia per chi opera nel settore. Per il primo target si parlerà per lo più di educazione e implementazione del servizio, tale che diventi facile e consueto riciclare, ma soprattutto che si sviluppi consapevolezza dietro tale atto. Per gli operatori del settore, già orientati verso il cambiamento in ottica sostenibile, si individueranno possibilità di azione economicamente vantaggiose, sulla base dei mezzi già in loro possesso, evitando il più possibile grossi investimenti. L'intrecciarsi di queste soluzioni determinerà il processo di cambiamento utile alla città per diventare una smart city dal punto di vista della gestione dei rifiuti.





# 01.

**IL PERCORSO DELL'ALLUMINIO**

## Metodologia

La figura 1 mostra i flussi di alluminio tenendo conto delle diverse fasi del processo produttivo nonché delle fasi di raccolta post-consumo con conseguente riciclo. In particolare, ogni fase del processo viene visualizzata come una linea verticale che determina la quantità di materia in entrata ed in uscita. Il metallo utile continua a fluire nelle fasi successive di processo, mentre gli scarti di lavorazione vengono destinati alle fasi di riciclo.

## Estrazione

La bauxite è il minerale dal quale attualmente viene ricavato l'alluminio. In questa fase vengono impiegati diversi mezzi motorizzati per la rimozione degli strati di copertura con frantumazione successiva del minerale per la riduzione granulometrica. Il minerale in eccesso viene reintrodotta in cava.

## Raffinazione

In questa fase attraverso il processo Bayer si procede all'estrazione dell'allumina dalla bauxite. Il problema principale è rappresentato dalla produzione dei fanghi rossi, circa 2 tonnellate rispetto alle 4 tonnellate di bauxite immessa a monte del processo.

## Elettrolisi

Il processo Hall-Héroult è l'unico processo industriale utilizzato per riduzione dell'allumina in alluminio attraverso il processo elettrolitico. Permette di ottenere 1 tonnellata di alluminio da 2 tonnellate di allumina.

## Casting

Il metallo fuso viene gettato in lingotti in stampo aperto (tipicamente per il lingotto di rifusione) e stampi di raffreddamento diretto (per varie forme di fabbricazione). La colata di metallo genera degli scarti interni che vengono indirizzati ai Refiner ed ai Remelters o riutilizzati in loco per la produzione successiva di lingotti.

## Manifattura

Attraverso processi quali estrusione, laminazione, trafilatura e fusione vengono realizzati prodotti intermedi (semilavorati) da destinare alle industrie di produzione. In questo caso, gli scarti di lavorazione vengono destinati ai Refiner per la produzione di nuovi lingotti.

## Fabbricazione

In questa fase vengono realizzati prodotti finiti da destinare al mercato. Tali prodotti sono stati ripartiti in diverse categorie:

**Trasporti:** In questa categoria sono stati presi in considerazione autoveicoli, tram, treni, bus, navi, autoarticolati e velivoli. Su un totale del 100% di prodotti realizzati, il 28% è destinato a tale settore con una vita media utile stimata di 15 anni.

**Beni di consumo:** Fanno parte di questa categoria i beni durevoli (elementi di arredo, pentolame, ecc.). La percentuale di prodotti destinata a tale settore è del 4%, con una vita media utile stimata di 7 anni.

**Packaging:** Appartengono a questa categoria imballaggi primari, secondari e terziari. La vita media utile stimata è inferiore all'anno solare, con una percentuale del 2% dei prodotti ad esso destinati.

**Edilizia:** Rappresenta il settore con la maggiore quantità di prodotti in alluminio, 33%, aventi una vita media utile stimata di 50 anni.

**Linee elettriche:** I prodotti appartenenti a tale categoria sono per lo più fili conduttori. La percentuale di prodotti destinati a tale settore è del 18% con una vita media utile stimata di 35 anni.

**Macchinari:** Parti meccaniche, ingranaggi o macchinari di produzione sono alcuni dei prodotti che appartengono a questa categoria. La vita media utile stimata è di 20 anni con una percentuale del 10% per

quanto riguarda la destinazione dei prodotti a tale settore.

### **Raccolta**

I prodotti a fine vita vengono recuperati attraverso diversi metodi di raccolta e selezione, al fine di recuperare materia da destinare ai Refiner e Remelter per la produzione di alluminio secondario. In generale il 33% dei rottami è destinato in discarica o al recupero energetico, mentre il restante 77% viene inviato all'industria di produzione secondaria.

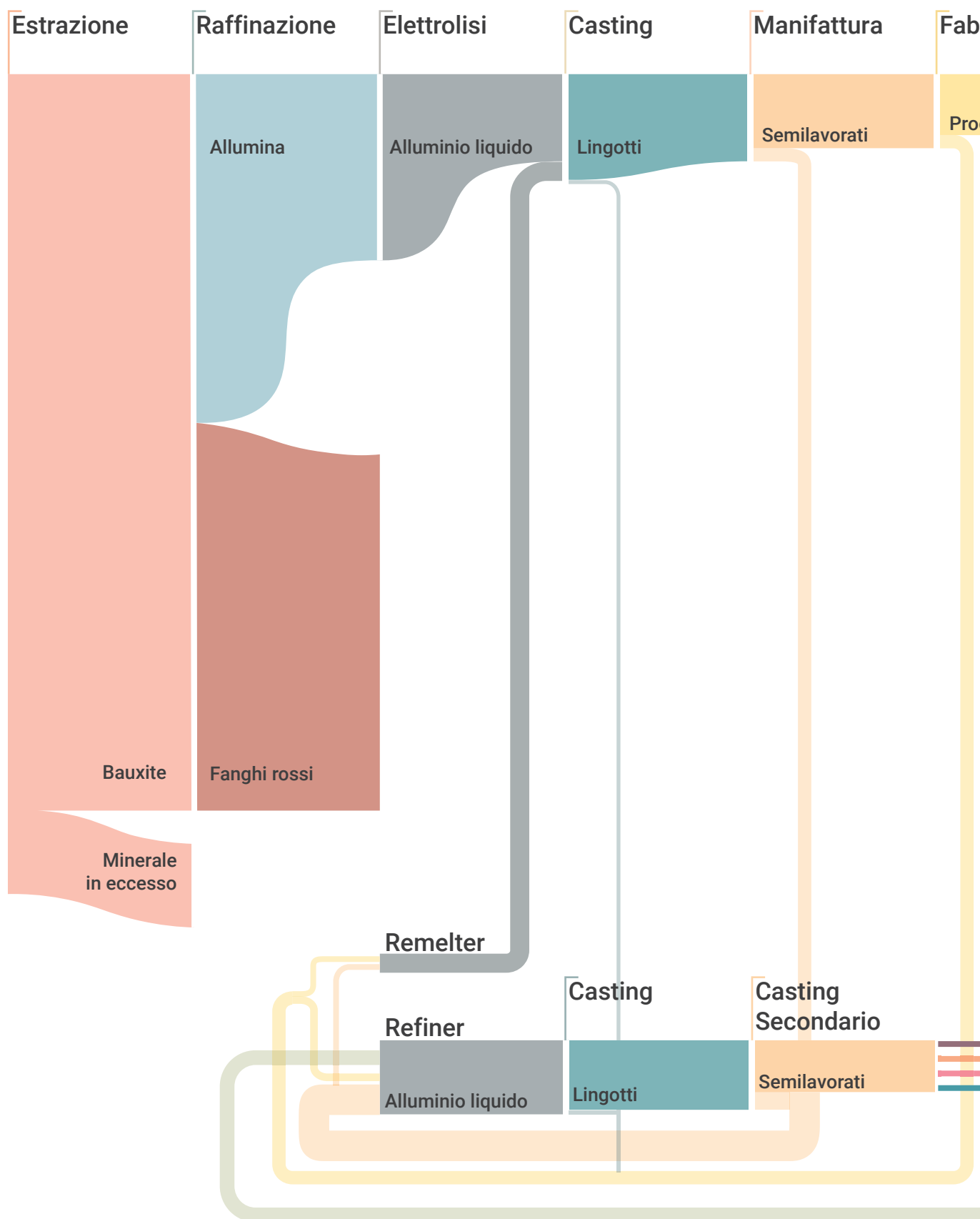
### **Refiners**

Lavorano essenzialmente rottami pre e post consumo per la produzione di leghe da fonderia.

### **Remelters**

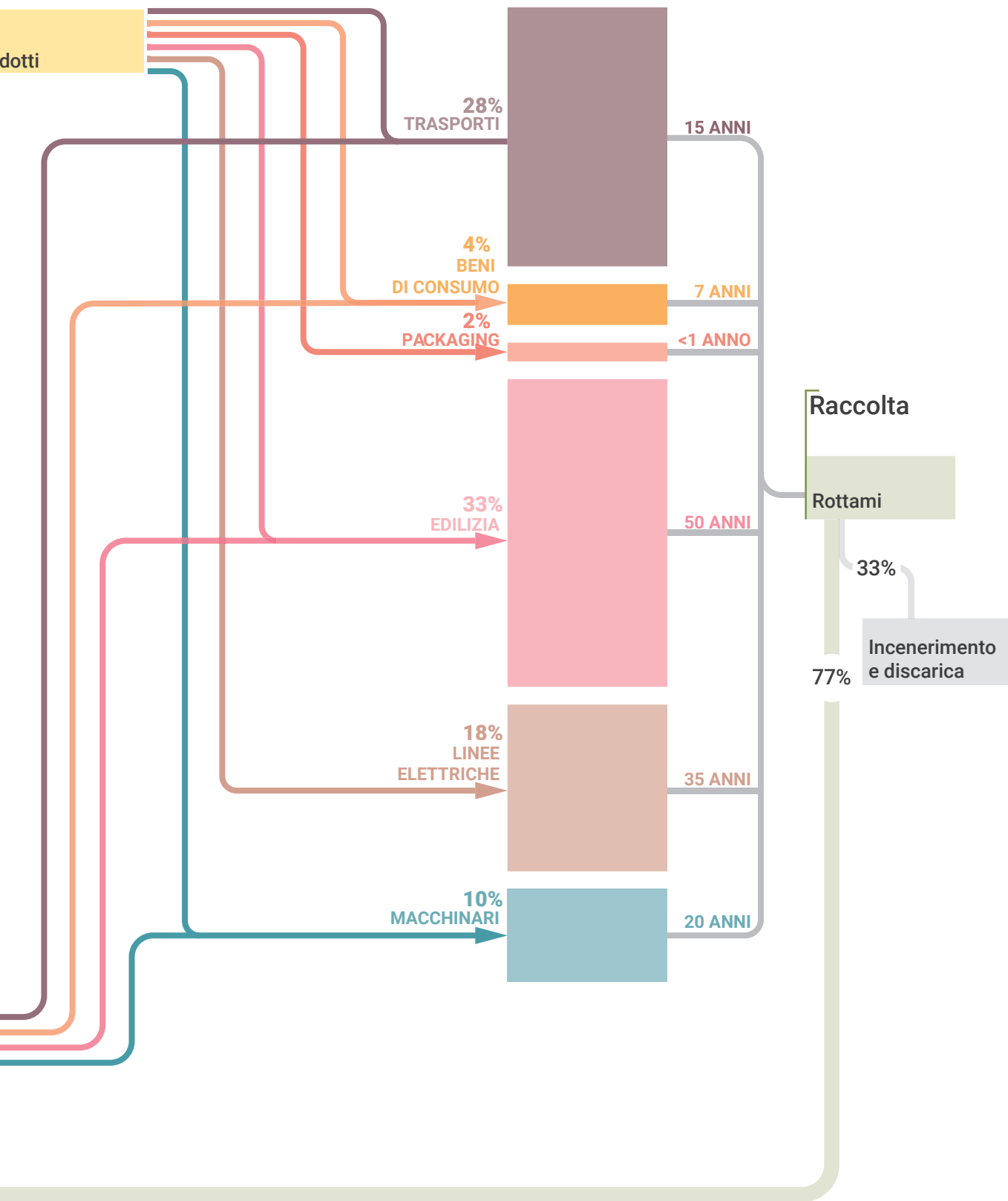
Lavorano principalmente rottami di leghe da lavorazione plastica al fine di ottenere nuove leghe da lavorazione plastica.

Fig. 1: Mappatura del percorso dell'alluminio





# Produzione





## 1.1 ESTRAZIONE

Nel mercato attuale, l'unico minerale utilizzato per l'estrazione dell'alluminio (terzo elemento maggiormente presente nella crosta terrestre) è la bauxite, contenente circa il 15-25% di alluminio. La maggior parte proviene da miniere di superficie in aree tropicali e subtropicali, come l'Africa, le Indie occidentali, il Sud America e l'Australia, dove la bauxite si presenta tipicamente in strati estesi e relativamente sottili, mescolati con vari minerali argillosi, ossidi di ferro (che conferiscono il classico colore rosso intenso) e biossido di titanio.

A seconda del suo stato, sono necessarie **4-6 tonnellate di bauxite** per estrarre **2 tonnellate di allumina**, che a loro volta vengono fuse per produrre circa **1 tonnellata di alluminio**.<sup>1</sup> Esistono tre principali tipi di minerale di bauxite, il triidrato, costituito principalmente da gibbsite ( $\text{Al}_2\text{O}_3 - 3\text{H}_2\text{O}$ ); monoidrato, costituito principalmente da boehmite ( $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ ); e la bauxite mista, costituita sia da boehmite che da gibbsite.<sup>2</sup> Le operazioni di estrazione, nella maggior parte dei casi eseguita con metodi open-cut, richiedono generalmente una grande rete di supporto, che spesso richiede ingenti costi di capitale, necessari per la produzione e distribuzione di energia, acqua dolce, sistemi di comunicazione, forniture, servizi ferroviari e portuali, veicoli di supporto, riparazione di macchinari o strutture, mezzi per il trasporto di carburante etc.. La quantità e le dimensioni delle apparecchiature sono dettate in gran parte dall'ambiente minerario, dalla scala di produzione e dalla distanza tra la cava ed il punto di spedizione. Alcuni

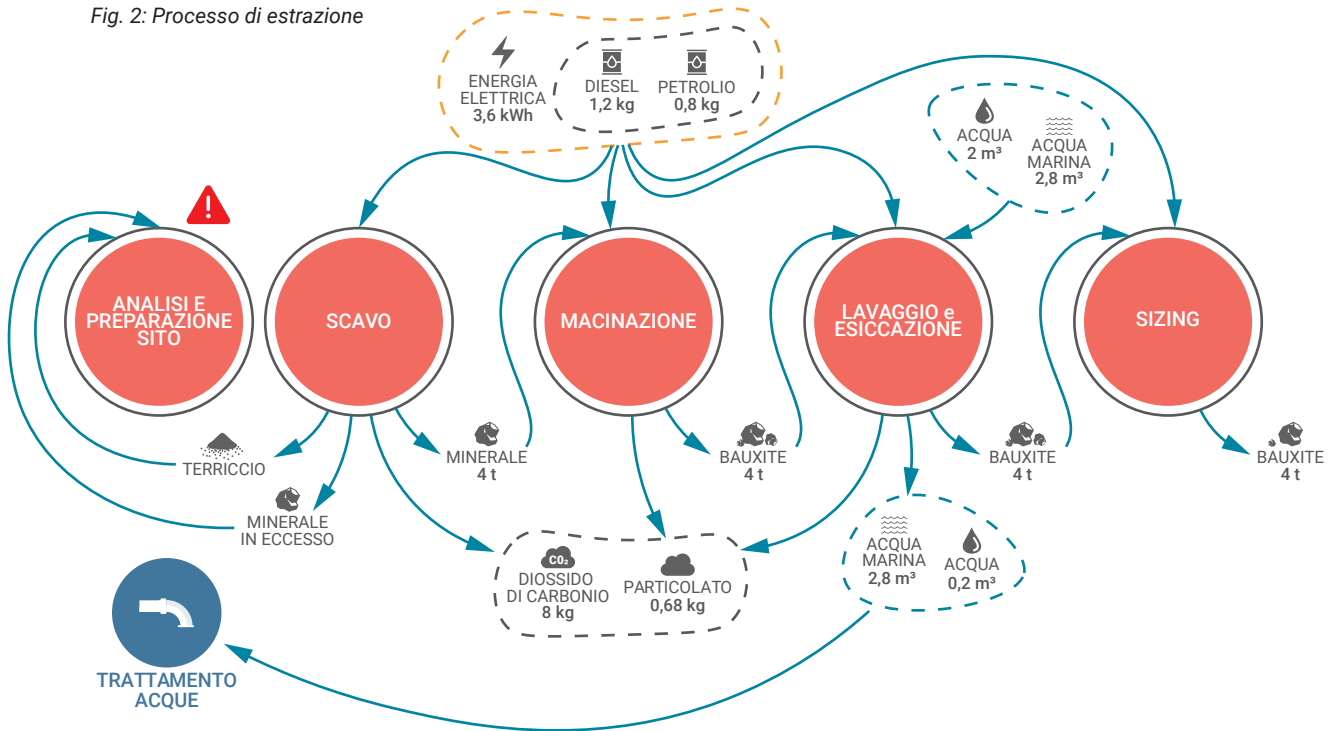
minerali però, prima di essere spediti necessitano di ulteriori trattamenti, atti alla riduzione delle dimensioni (generalmente variabili tra i 2-20 m) e del contenuto di umidità. La qualità della bauxite può essere aumentata attraverso la rimozione dell'argilla (trasportata e immagazzinata in bacini di decantazione) e/o altre impurità, mediante il lavaggio, lo screening, le correnti d'aria e/o lo smistamento.<sup>3</sup> In alcuni casi la bauxite può essere essiccata, diminuendone così il peso, per ridurre i costi di spedizione.

L'estrazione, generalmente avviene in cinque diverse fasi:<sup>4</sup>

**Preparazione dell'area mineraria:** vengono condotti sondaggi e sopralluoghi al fine di fornire informazioni riguardanti la flora e la fauna, per mappare siti significativi che contraddistinguono le comunità locali e per sviluppare piani di gestione per minimizzare l'impatto dell'estrazione. Un'altra azione significativa, riguarda l'analisi del profilo del suolo, dove lo strato superficiale (di circa 15 cm, contenente elementi quali semi e sostanze nutritive vitali per la successiva riabilitazione del sito) e lo strato sottostante, di materiale ghiaioso (20-80 cm) definito "caprok", vengono rimossi separatamente prima dell'estrazione.

**Estrazione della Bauxite:** Ruspe e piccoli escavatori vengono impiegati per la rimozione degli ultimi strati di copertura. La bauxite viene quindi estratta attraverso l'uso di escavatori ed avviata alla frantumazione.

Fig. 2: Processo di estrazione



Fonte: International Aluminium Institute

**Frantumazione:** La bauxite subisce un processo di frantumazione a più step, in maniera tale da ridurre le dimensioni iniziali. La dimensione finale della bauxite frantumata è di circa 7,5 cm di diametro.

**Trasporto della bauxite:** la bauxite dopo esser stata frantumata viene inviata alle raffinerie o ad i punti di spedizione, tramite dei nastri trasportatori nel caso in cui il sito sia nelle vicinanze e/o sistemi ferroviari nel caso in cui siano presenti grandi distanze chilometriche.

**Riabilitazione del sito:** Ad estrazione completata il sito subisce un processo di levigazione e riempimento, dove il terriccio prelevato nella fase di preparazione dell'area mineraria viene restituito al sito, in maniera tale da prevenire l'erosione del suolo.

In sintesi, i principi chiave che emergono si concentrano principalmente sulla ridu-

zione dell'impatto sulla biodiversità e sul territorio, tenendo sempre presente le esigenze ed i bisogni delle comunità locali. Purtroppo non sempre questo si verifica, per via di politiche nazionali o di interessi economici, causando delle ripercussioni negative sul territorio, come un cambiamento paesaggistico con conseguente impatto sulla biodiversità, erosioni causate dalla deforestazione e dall'apertura di nuove reti stradali, perturbazioni idrologiche ed un peggioramento della qualità dell'aria causato dalla presenza di polveri sottili e non. È proprio quest'ultimo punto a destare una delle maggiori preoccupazioni, poiché il particolato aerodisperso oltre a penetrare nella vegetazione (a seconda delle dimensioni delle particelle) può dissolversi nell'acqua, contaminando la catena alimentare a causa della presenza di metalli pesanti, come il ferro, il piombo, l'arsenico ed il cadmio, che non si degradano, ma si depositano nei sedimenti, venendo così prelevati da piante o

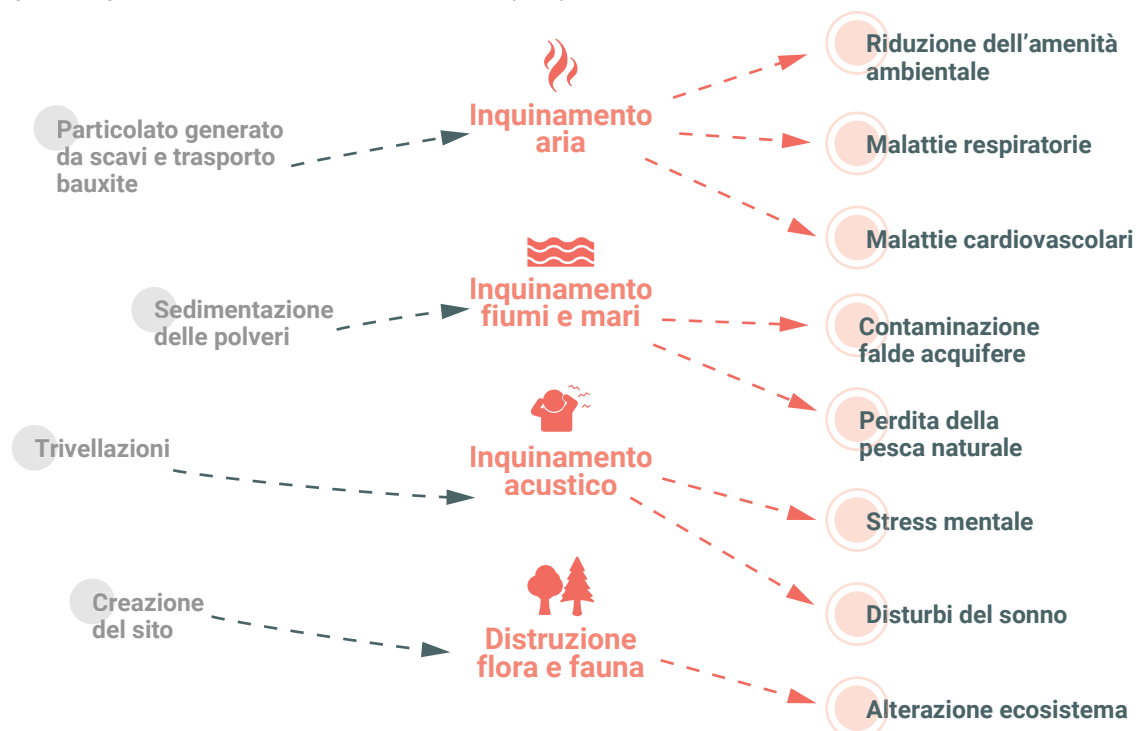
animali. Allo stesso tempo possono introdursi nelle falde acquifere colpendo l'acqua potabile e le risorse idriche utilizzate in agricoltura, con conseguenti ripercussioni sui prodotti alimentari e sulla salute umana. L'estrazione della bauxite compromette anche la produttività del suolo, poiché nonostante una successiva riabilitazione del sito, le aree minate posseggono un suolo con una profondità minore (15 cm circa) rispetto alle aree non minate, supportando così un minor numero di colture.<sup>5</sup> Un aspetto che molto spesso viene invece tralasciato riguarda l'impatto delle miniere di bauxite sulle comunità locali. Nella maggior parte dei casi tali miniere si trovano in aree remote, con confini ben definiti, ma in alcuni casi sorgono in prossimità di comunità ben radicate nel proprio territorio, causando impatti significativi sulla salute e sulla vita delle popolazioni vicine. In tal senso, nel comune di Oriximinà (Brasile), l'impresa estrattiva Mineração Rio do Norte, ha minacciato la sopravvivenza di trentasei co-

munità locali a causa della scelta di ampliamento delle attività estrattive nei loro territori, resa possibile da un'incertezza giuridica che ha reso tali popolazioni vulnerabili.<sup>6</sup> Un altro caso, riguarda la città di Kuantan (Malesia), dove le operazioni di estrazione hanno causato gravi danni ambientali, con particolare riferimento alla distruzione dell'ecosistema ed un'angoscia dovuta allo sgradevole ambiente di vita generatosi.<sup>7</sup>

Possiamo quindi affermare che gli impatti dell'estrazione di bauxite possono sia avere effetti positivi che negativi, locali o nazionali, possono dipendere dalla collocazione geografica, dalla governance locale, dal clima, dalla densità di popolazione e dagli aspetti culturali.

L'estrazione può contribuire allo sviluppo di un determinato territorio, ma può anche creare o intensificare problematiche socio-ambientali locali, richiedendo in un secondo momento delle specifiche azioni. Fondamentalmente parliamo di

Fig. 3: Collegamenti tra attività minerarie di bauxite e impatti potenziali



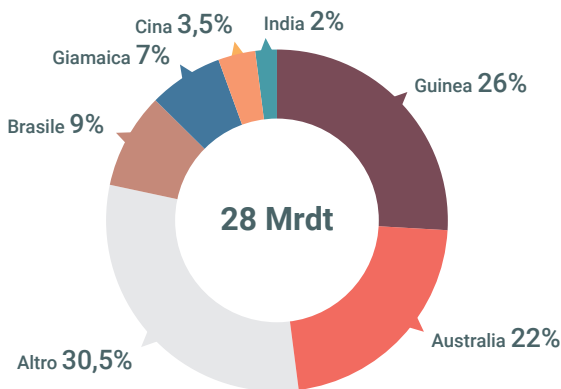
impatti intergenerazionali, in quanto la durata di tali effetti potrebbe durare per decenni.

Secondo i dati presenti nel sommario “U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries”, nell’anno 2016 sono state estratte 275 milioni di tonnellate di bauxite.<sup>8</sup> I paesi con il più alto tasso di produzione sono attualmente l’Australia, la Cina, la Guinea, Il Brasile, l’India e la Giamaica. Nel territorio australiano si ha la più grande produzione, con cinque miniere attive che forniscono circa 82 milio-

posizionandosi al secondo posto dopo l’Australia. Le riserve nel territorio cinese sono circa 980 Mrdt, limitrofe alle province di Henan, Guizhou, Guangxi e Shanxi.<sup>9</sup> Il Brasile è il terzo paese sia per quanto riguarda l’estrazione di bauxite (34,500 Mt), che per le riserve stimate, 2.600 Mrdt, mentre l’India vanta 25 Mt per quanto riguarda l’estrazione e 590 Mrdt di riserve, concentrate principalmente nelle regioni di Harkhand, Chhattisgarh, MP, Orissa, Gujarat, Karnataka, Tamil Nadu e Andhra Pradesh.<sup>10</sup>

A livello energetico l’estrazione della bauxite, rispetto alle altre fasi di produzione dell’alluminio altamente energivore, richiede un consumo relativamente basso, con circa 0,9 kWh di elettricità,<sup>11</sup> meno di 1 kg di combustibile (principalmente diesel) e meno di 1 m<sup>3</sup> di acqua per tonnellata di bauxite estratta, con degli output di processo che generalmente si attestano a circa 0,5 m<sup>3</sup> di acqua e 1 kg di particolato.<sup>12</sup>

Fig. 4: % riserve di bauxite



Fonte: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries

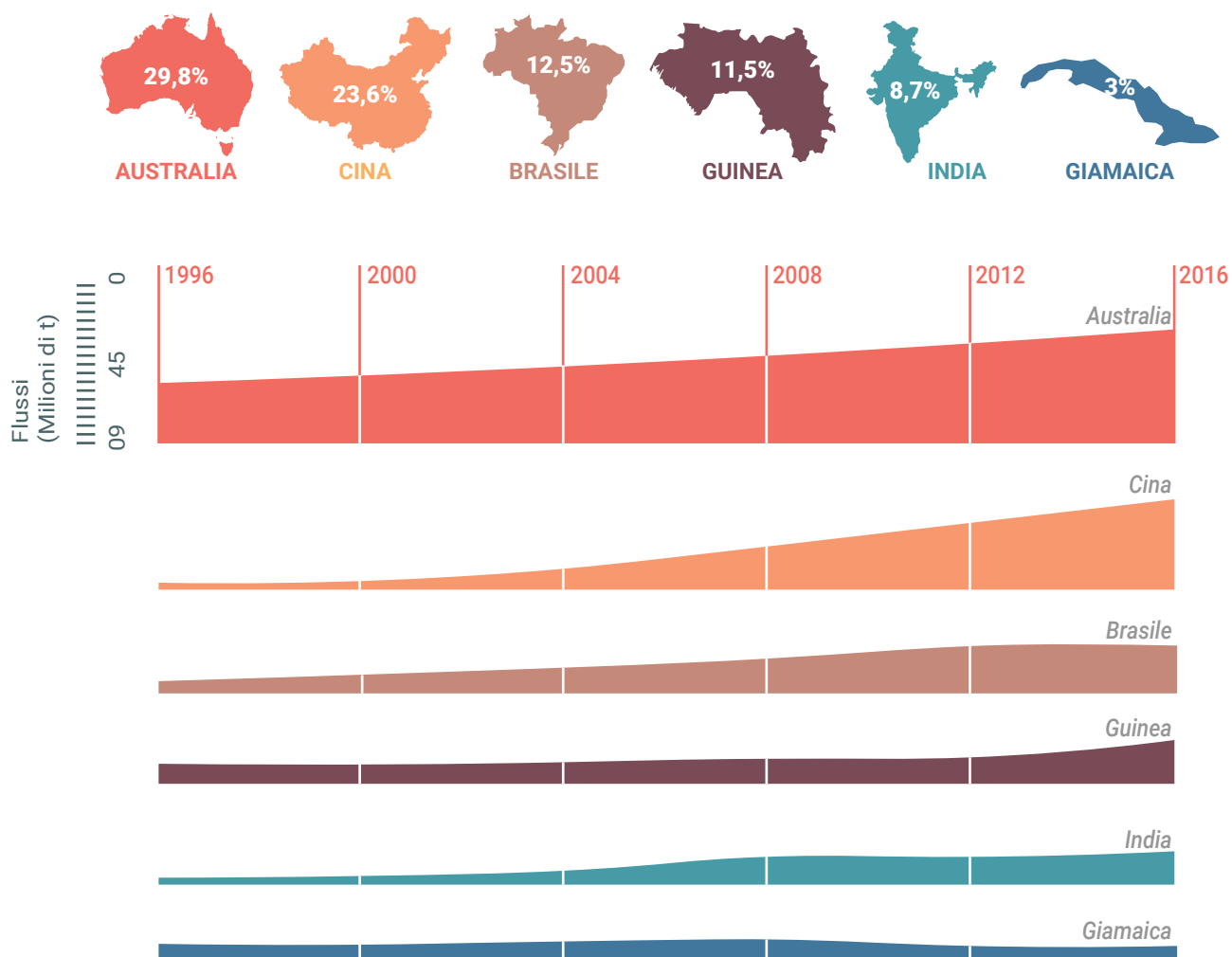
ni di tonnellate, rappresentando il 29,8% della produzione mondiale ed il secondo paese per riserve stimate (6.200 Mrdt), pari al 22% del totale mondiale, dopo la Guinea (7.400 Mrdt). La Cina, nel 2016 ha prodotto 65 Mt di bauxite, rappresentando il 23,6% della produzione mondiale,

### 1.1.1 ANDAMENTO E DIMENSIONE ECONOMICA

A livello geografico l'estrazione di bauxite negli ultimi 20 anni ha subito diversi cambiamenti principalmente legati alla Cina, oggi seconda potenza mondiale. Nel 1996 infatti possedeva una produzione di sole 6,2 milioni di tonnellate, posizionandosi dietro ad Australia, Brasile, Guinea e Giamaica, contro le 65 milioni di tonnellate attuali. Guinea e Giamaica hanno mantenuto una produzione piuttosto lineare rispettivamente dal 1996 al 2012 e dal 1996 al 2008. Il Brasile durante il corso degli anni ha costantemente in-

crementato la propria capacità estrattiva fino al 2012, assestandosi durante gli anni successivi. Un processo simile è attribuibile all'India dove dal 1996 al 2008 ha incrementato la propria produzione da 5,1 milioni di tonnellate a 21,2 milioni di tonnellate, con un leggero calo nel 2012 per riassetarsi su 23,9 milioni di tonnellate nel 2016. Da un punto di vista economico, il valore mondiale relativo all'estrazione di bauxite è stimato in circa 7,7 Miliardi di dollari, tenendo conto del prezzo di 28 dollari per tonnellata di bauxite.

Fig. 5: Maggiori produttori - Andamento estrazione



Fonte: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries

# NOTE

1. World Aluminium, *Sustainable Bauxite Mining Guidelines*, 2018.
2. *Bauxite*, Enciclopedia Treccani, <treccani.it>.
3. International Aluminium Institute, *Fourth sustainable bauxite mining report*, 2008.
4. *Bauxite Mining*, <aluminium.org.au>.
5. Op. cit., World Aluminium.
6. *Le miniere di bauxite in Brasile minacciano l'esistenza delle comunità Quilombo*, 2007, <sacrificioquaresimale.ch>.
7. Noor Hisham Abdullah, Norlen Mohamed, Lokman Hakim Sulaiman, Thahirahtul Asma Zakaria, Daud Abdul Rahim, *Potential Health Impacts of Bauxite Mining in Kuantan*, Malays J Med Sci., Malesia, 2016.
8. Scott Horvath, USGS. Public domain., U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, *Bauxite and Alumina*, U.S.A, 2018, <usgs.gov>.
9. Analisi, *Bauxite behemoths: the world's biggest bauxite producers*, 2014, <mining-technology.com>.
10. Ibid.
11. Aluminium for future generation, *Energy efficiency*, <<http://bauxite.world-aluminium.org>>.
12. W.D. Menzie, JJ Barry, D.I. Bleiwas, E.L. Bray, T.G. Goonan, Grecia Matos, *The Global Flow of Aluminum From 2006 Through 2025*, Reston, Virginia, U.S. Geological Survey, 2010.
13. Op. cit. Aluminium for future generation.



## 1.1.2 CASI STUDIO

*I casi studio presi in esame sono stati individuati attraverso un'analisi delle rispettive compagnie estrattive.<sup>13</sup>*

## INFRASTRUTTURA

### Creazione di una condotta sotterranea Hydro Alunorte, Pará, Brasile

La raffineria Hydro Alunorte riceve la bauxite da due fonti. La prima, Mineração Rio do Norte (MRN), si trova a Oriximiná, a ovest di Pará, dove la bauxite viene spedita da MRN al porto di Vila do Conde, a Barcarena, su delle navi. La seconda, attiva dal 2007 è una miniera presente a Paragominas (situata a 64 chilometri dalle aree urbane nel nord-est dello stato del Pará, a circa 350 chilometri dalla capitale Belém), di proprietà della compagnia norvegese Norsk Hydro, da dove la bauxite viene pompata attraverso una **conduttura sotterranea** lunga 244 chilometri. Questa, con una capacità di trasporto di 15 milioni di tonnellate l'anno, è una delle infrastrutture più efficaci reattive alla movimentazione della bauxite.

#### Vantaggi

**Riduzione** notevole dell'**impatto ambientale** (l'habitat circostante non viene interrotto o isolato);

**Riduzione** dell'**inquinamento acustico**;

**Riduzione** drastica dell'**emissione di polveri**;

**Minori impatti** durante il **reinsediamento delle comunità**;

**Maggiore sicurezza per le comunità** (essendo una condotta sotterranea la popolazione non è esposta a ferrovie o mezzi pesanti in movimento).



## TRASPORTO BAUXITE

Energia generata dal trasporto di bauxite  
Jamalco - Jamaica

Nel 2007 Jamalco Operations (ex Alcoa) ha realizzato un'**infrastruttura sostenibile** per il **trasporto** della **bauxite** dalla miniera di Monte Oliphant ad una stazione ferroviaria distante 3,4 km. Questo, è stato reso possibile grazie ad un sistema di trasporto a fune che una volta azionato **genera** circa **1.200 kW** di elettricità **l'ora**, utilizzata in parte per alimentare la miniera ed in parte per essere reimmessa nella rete elettrica della Jamaica. Grazie a questo sistema, Alcoa ha risparmiato circa 1,5 milioni di dollari in costi energetici nei primi 5 anni di produzione.

Il sistema a fune è costituito da una cinghia con pareti laterali corrugate ed un set di ruote integrate che scorrono lungo dei binari posizionati sopra 11 basamenti. L'intero sistema è azionato da due motori a induzione (CA). Quando il sistema di trasporto viene caricato con la bauxite, le unità iniziano a funzionare in modalità di frenata continua (rigenerazione), generando la potenza elettrica.

### Vantaggi

Il sistema funziona a mezz'ara, in maniera tale da ridurre al minimo i requisiti di spazio;

È silenzioso, non crea polvere ed occupa uno spazio ridotto, utilizzando meno terreno rispetto al trasporto su strada;

L'utilizzo di un sistema di trasporto a fune ha consentito di risparmiare circa 1.200 viaggi su gomma, con **ricadute positive sulle emissioni** associate ai gas serra, rumore e polvere.



## GESTIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERE

Sviluppo di un modello per la gestione delle polveri - Hindalco, Durgmanwadi, India

La gestione delle emissioni di polveri da parte di Rio Tinto, presso l'attività di Weipa nel Queensland è un obiettivo importante durante la stagione secca, poichè le emissioni derivanti dalle operazioni, combinate con l'azione del vento o del fumo (spesso presente a causa degli incendi naturali presenti nella regione), possono avere un impatto negativo sulla qualità dell'aria per le comunità locali.

Nel 2010 è stato sviluppato un **piano di gestione delle polveri** che comprendeva lo sviluppo di un modello per predirne la diffusione ed il rischio di impatto sulla comunità. Tali informazioni sono state usate durante la pianificazione mineraria.

Nel 2011, le attività di monitoraggio sono state migliorate con l'**installazione di stazioni automatiche per il monitoraggio in tempo reale delle TSP**, a Nanum, Napranum e Rocky Point, mentre una quarta stazione è stata installata nel 2012 a Sherger per fornire informazioni base.

Le stazioni, nel caso in cui i livelli di polvere si stiano avvicinando ai limiti consentiti dalla legge, inviano dei messaggi SMS ad un membro del team responsabile del settore ambientale del sito, consentendo così tempi di risposta molto più rapidi.

### Possibili soluzioni

- Considerare le condizioni iniziali delle strade, la posizione dei depositi, le possibili fonti di polveri e la direzione del vento;
- Irrorare con acqua le strade non asfaltate e le aree di lavoro;
- Diminuire i limiti di velocità e controllare i limiti di carico;
- Progettare le strade utilizzando materiali appropriati al fine di minimizzare la creazione di polvere;
- Utilizzo di spray antipolvere sulle riserve, considerando l'uso di sistemi di nebulizzazione;
- Controllare che lo scarico della bauxite avvenga da un'altezza minima di caduta, possibilmente schermata dal vento.



#### Cause principali d'inquinamento

- Eliminazione della vegetazione con conseguente incenerimento;
- Eliminazione del terriccio;
- Estrazione mineraria con dinamite o macchinari per trivellazione;
- Trasporto di bauxite, in particolare su strade non asfaltate;
- Scarico di bauxite direttamente in mezzi di trasporto o vagoni ferroviari;
- Convogliamento e carico della nave;
- Superficie stradale asciutta.

Attraverso la combinazione di una **pianificazione ambientale e mineraria**, polveri ed emissioni sonore nella miniera di Hindalco, Durgmanwadi, sono state minimizzate.

#### Iniziative

- L'uso di **bulldozers per gli scavi** (questo elimina la necessità di perforare e/o utilizzare la dinamite) minimizza il rumore e la polvere;
- Utilizzo di un **sistema spray** per generare spruzzi di acqua (questo riduce al minimo la generazione di polvere dovuta al traffico veicolare);
- Corpi idrici** accumulati in fosse vuote (questi migliorano la falda freatica e forniscono acqua per la soppressione della polvere);
- Rivegetazione endemica** (utilizzo di piante presenti nei vivai locali per la creazione di una cintura verde con riabilitazione delle aree impoverite);
- Riduzione drastica dell'emissione di polveri.



## OPERAZIONI PER LA SOSTENIBILITÀ

### Riabilitazione mineraria e conservazione della biodiversità - ALCOA, Juruti, Brasile

Nel cuore dell'Amazzonia, il **progetto di estrazione di bauxite** di Alcoa nella città di Juruti, Brasile, (uno dei depositi più grandi del Brasile e del mondo) è stato **riconosciuto come punto di riferimento per la sostenibilità**, grazie alle positive ricadute sociali ed economiche con conseguente miglioramento delle condizioni ambientali.

#### Principi

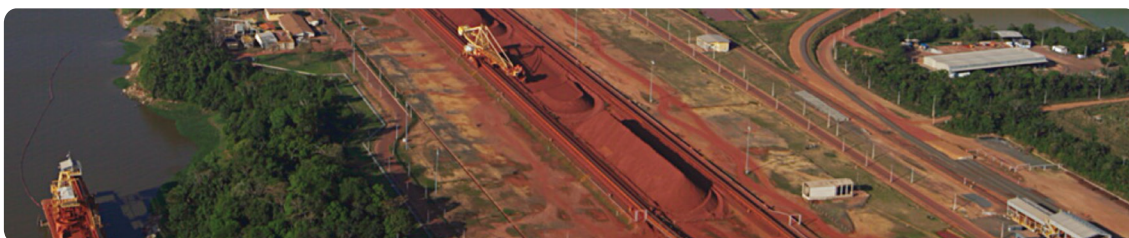
- Rispetto per la cultura e la diversità;
- Impiegare risorse locali e regionali;
- Tenere sempre presente i **diritti umani**;
- Sfruttare la tecnologia mondiale ed utilizzare sistemi di gestione delle risorse;
- Migliorare le condizioni sociali ed economiche;
- Migliorare e **preservare la biodiversità**.
- Ascoltare e rispondere a tutte le parti interessate;

Alcoa ha cercato di approfondire la comprensione dei potenziali impatti del progetto attraverso il coinvolgimento delle parti interessate, la creazione di sondaggi d'opinione, riunioni pubbliche ed implementando un programma di comunicazione. Il successo del progetto era in parte dovuto all'attuazione concomitante dei **tre pilastri**:

- Creazione di un **consiglio multidisciplinare** (Sustainable Juruti Council);
- Creazione di un sistema di **indicatori e parametri di sostenibilità**, per generare conoscenza e misurare i progressi;
- Creazione di un **fondo di sviluppo per** allocare risorse da investire in **iniziative sostenibili** proposte dalla comunità.

#### Esempi

- Costruzione dell'ospedale** della comunità ed ampliamento delle altre strutture sanitarie;
- Costruzione di tre pozzi d'acqua** per fornire acqua fresca e potabile ai residenti della città;
- Creazione di un **centro culturale**, **16 aule** in otto scuole municipali ed una **scuola elementare**.



La miniera Mineração Rio do Norte si trova all'interno dei confini della foresta pluviale amazzonica. Generalmente il programma riabilitativo inizia non appena un'area è esaurita. Le aree più vecchie attualmente hanno raggiunto un profilo simile allo stato originale; tuttavia, MRN ha intrapreso ulteriori azioni per **aumentare la biodiversità e la sostenibilità** delle loro aree riabilite, tra cui:

**L'installazione di alveari** in aree rimboschite oltre i 10 anni per accelerare la rivegetazione ed **aumentare l'impollinazione**. Gli alveari garantiscono inoltre un reddito extra alle comunità circostanti;

**Raccolta di semi e piantine;**

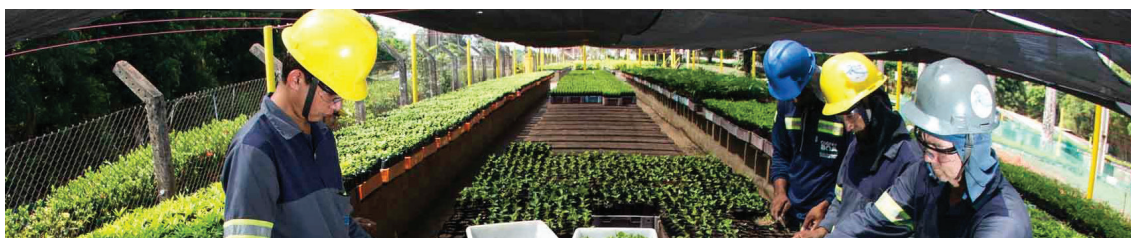
**Creazione di sondaggi sull'area** in esame - in totale sono state studiate più di 50 tesi magistrali e 25 di dottorato riguardanti la flora e la fauna nelle aree rimboschite;

In totale MRN ha utilizzato 450 differenti specie di piante nel programma di riabilitazione che include:

**Prendere gli epifiti** nel vivaio MRN dove sono classificati e coltivati;

**Raccolta di specie** - dal 2001 sono state raccolte oltre 63mila epifite di 123 specie raccolte, tra cui 83 specie di orchidee, 16 specie di bromeliacee e 24 specie di Aracee;

**Reintroduzione** di queste **specie nelle foreste reimpiantate**, tenendo in considerazione le specie rimosse.



## SISTEMA DI FEEDBACK

Impegno della comunità  
Rio Tinto, Weipa, Australia

La penisola occidentale di Cape York, in Australia, ospita la miniera di bauxite Weipa di Rio Tinto, che produce oltre 30 milioni di tonnellate l'anno. Le comunità (Aurukun, Mapoon, Napranum) che circondano la miniera hanno istituito un **team** per la creazione di un processo formalizzato in base al quale i membri della **comunità locale** possono fornire **feedback positivi e negativi** su qualsiasi aspetto delle **operazioni dell'azienda**. Per garantire accessibilità e consapevolezza:

Sono disponibili vari punti di contatto, incluso un numero verde e un **contatto diretto con il personale di Rio Tinto Weipa**;

Il **processo è pubblicizzato** attraverso **giornali locali, newsletter web, bacheche della comunità** e informalmente quando il personale delle comunità di Rio Tinto visita le comunità locali.

Il sistema di feedback di Weipa riflette i **sei principi generali** per un sistema non giudiziario (**leggitimità, accessibilità, prevedibilità, equità, trasparenza e compatibilità con i diritti umani**).

Per garantire questo:

Il sistema viene utilizzato come strumento per **registrare incidenti, assegnare azioni di follow-up e tracciare la chiusura d'incidenti**;

Il sistema consente di **riportare gli incidenti a livelli di gestione appropriati in base al loro significato** e assicura che tutte le aree di lavoro pertinenti siano informate;

Una volta che il feedback è stato ricevuto e registrato, il team effettua una valutazione iniziale per **identificare e contattare il team dell'area di lavoro pertinente**;

Il team leader dell'area di lavoro stabilisce quindi una **squadra investigativa**, classifica l'incidente ed indaga per **determinare le cause principali ed identificare eventuali azioni necessarie** ad affrontarlo;

Quando un incidente è classificato come "significativo", il responsabile della comunità, il Manager dell'area di lavoro interessata ed il General Manager vengono avvisati;

La procedura di feedback include disposizioni per l'impegno e il dialogo con le comunità interessate.





Grazie all'aiuto degli aborigeni, nel 1955 a Weipa furono scoperte per la prima volta alcune riserve di bauxite. Tuttavia, negli anni successivi alla scoperta, gli aborigeni furono allontanati con forza dalla zona. Circa 55 anni dopo, Rio Tinto sta lavorando in stretta collaborazione con le popolazioni indigene locali per **creare benefici economici, sociali e culturali**.

Tre accordi sono alla base di tutte le attività di Rio Tinto nelle operazioni di Weipa, l'accordo **Western Cape Communities Co-existence Agreement (WCCCA)**, l'**Ely Bauxite Mining Project Agreement** e il **Weipa Township Agreement**. Questi accordi illustrano come **business e aborigeni** lavorano insieme **verso benefici reciproci**. Un aspetto fondamentale di questi accordi è garantire il **coinvolgimento delle parti interessate** nel decidere come i benefici dovrebbero essere usati all'interno della comunità. Sia il WCCCA che l'Ely Bauxite Mining Project sono utilizzati per finanziare **iniziative sostenibili** come borse di studio o altre attività sul territorio. La strategia della WCCCA è di accumulare oltre 150 milioni di dollari per gli aborigeni entro il 2022. La **strategia di occupazione e formazione** indigena di Rio Tinto è stata sviluppata in **collaborazione con le comunità locali** e definisce il suo impegno a lungo termine per aumentare la partecipazione, la fidelizzazione e l'avanzamento degli aborigeni nelle loro operazioni, tra cui:

**Un programma di tirocinio:** che aiuta gli aborigeni a guadagnare esperienza pratica nel settore: oltre 250 hanno preso parte al programma, con oltre 100 dipendenti in posizioni permanenti o apprendistati;

**Kinecton:** si tratta di un programma di formazione pre-impiego, progettato per essere utilizzato a livello locale;

**Percorsi scuola-lavoro:** questa è una partnership di oltre un decennio con il Western Cape College che si concentra sulla fornitura di opzioni educative di qualità per costruire il talento locale. Da quando è iniziata la partnership, c'è stato un aumento del 186% nel numero di certificati rilasciati agli studenti indigeni, oltre a tassi di frequenza migliorati;

**Un programma di vacanze scolastiche:** questo consente agli studenti delle scuole aborigene collegate, di trascorrere del tempo a Weipa e conoscere le diverse parti del business con i relativi possibili percorsi di carriera.





## 1.2 RAFFINAZIONE

L'industria dell'alluminio consuma circa il 90% della bauxite estratta. Il restante 10% viene impiegato nell'industria chimica e metallurgica e nella fabbricazione di cementi e ceramiche.<sup>14</sup>

Il processo di raffinazione si svolge in due tempi distinti. Il primo, chiamato processo Bayer, è volto ad estrarre l'allumina dalla bauxite; il secondo, ovvero il processo di Hall-Héroult, riduce l'allumina ad alluminio tramite elettrolisi.

Il **processo Bayern** riduce la bauxite ad allumina con rapporto 2:1. Quindi per ottenere 2 tonnellate di allumina servono 4 di bauxite. È articolato in diversi step.<sup>15</sup>

**Digestione:** la bauxite, opportunamente dimensionata, viene immessa in autoclavi, riscaldate a 170-180 °C, in miscela con una soluzione di soda caustica. In tal modo si separa l'alluminato sodico dai fanghi rossi.

I fanghi rossi, trattati indipendentemente dal processo principale, subiranno un processo di **chiarificazione**, utile alla rimozione di materia solida e al recupero di acqua, la quale verrà riutilizzata per altri step della riduzione dell'allumina. Il fango rosso, una volta chiarificato, viene solitamente raccolto in bacini artificiali. Inizia così un lungo processo di **decantazione**.<sup>16</sup>

**Precipitazione:** l'alluminato sodico viene introdotto in vasche che operano una lenta agitazione meccanica a 30-40 °C. Viene così innescata l'idrolisi, grazie all'ausilio delle acque ottenute dal processo di chiarificazione dei fanghi rossi. Si ottiene

quindi l'idrato di alluminio.

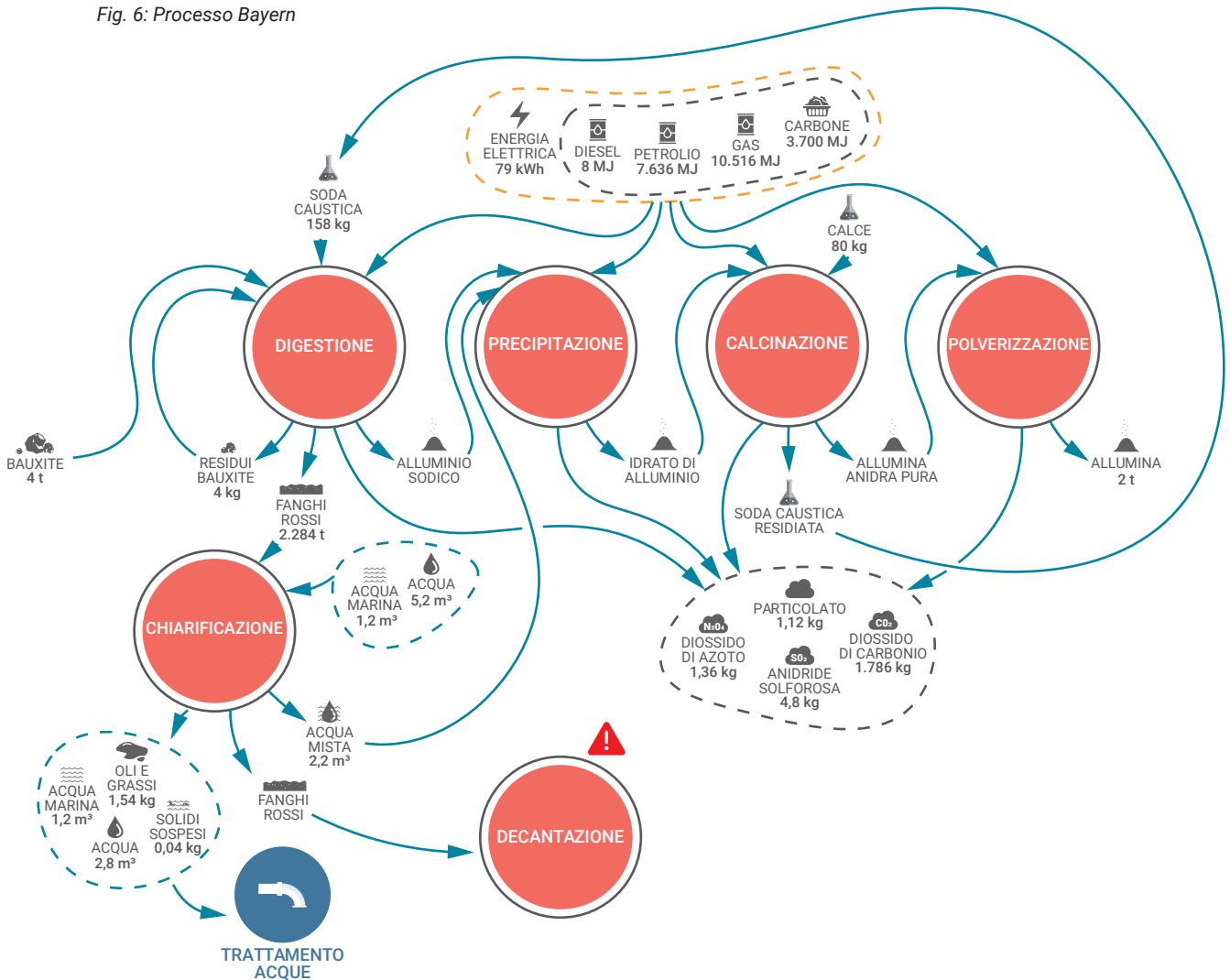
**Calcinazione:** L'idrato di alluminio viene filtrato e calcinato in forni rotativi a circa 1200 °C, ottenendo l'allumina anidra pura. La soluzione diluita di soda caustica residua viene concentrata in evaporatori a multiplo effetto e reimpressa nel ciclo.

**Polverizzazione:** Infine l'allumina anidra pura subisce un processo di dimensionamento, diventando quindi polvere di allumina.

Rispetto al processo di raffinazione totale, si può considerare questa fase come mediamente energivora. Infatti per ottenere 2 tonnellate di allumina in polvere sono necessari 79 kWh di energia elettrica, circa 30 MJ di combustibili fossili e gas naturali, e 6 metro cubi d'acqua, di cui 1 m<sup>3</sup> d'acqua salina.

Il problema principale di questo processo è l'ingente quantità di fanghi rossi prodotti, circa 2 tonnellate rispetto alle 4 tonnellate di bauxite immesse a monte del processo. Rappresenta uno dei problemi più importanti dell'industria mineraria. Il trattamento di questo output comporta non poche problematiche da un punto di vista sia ambientale che economico. Infatti il fango è composto da una miscela di solidi e ossidi metallici, principalmente ossidi di ferro, dalla quale deriva la sua colorazione. Sono inoltre presenti una moltitudine di metalli pesanti, la quale estrazione risulta tutt'oggi assai dispendiosa rispetto al valore dei metalli potenzialmente estraibili.

Fig. 6: Processo Bayer



Fonte: International Aluminium Institute

Non potendo essere facilmente smaltito, viene solitamente pompato in bacini di decantazione ed accumulo. Tale pratica risulta poco efficiente in quanto il territorio utilizzato, anche dopo il tempo necessario all'essiccazione del fango, non può essere né edificato né coltivato.

Altri metodi di gestione<sup>17</sup> sono:

**lo scarico a mare**, principalmente nelle fosse oceaniche, metodo eliminato negli anni '70;

**lo stoccaggio in laguna**, il quale comporta il pompaggio di un impasto relativamen-

te diluito (contenuto di solidi 18-22%) in depressioni, vecchi impianti minerari o aree soggette a dighe (un rischio significativo sorge nel momento in cui si verificano delle problematiche legate all'area di contenimento, come terremoti, piogge eccessive, tsunami, cattiva costruzione, cedimenti, che possano compromettere l'area di stoccaggio);

**l'impilamento del fango a secco**, può essere addensata (48-55% di solidi o superiore) mediante addensatori e tecnologie di flocculazione direttamente all'interno della raffineria, dove l'acqua recuperata dalla deposizione viene

pompata nuovamente alla raffineria per recuperare i sali di sodio;

**lo stoccaggio a secco**, processo tramite il quale i fanghi vengono aspirati o filtrati ad alta pressione per formare una torta semi-secca (> 65% di solidi).

Oggi sono in corso varie ricerche sulle possibili applicazioni dei fanghi rossi. Circa 2-3 milioni di tonnellate all'anno (rispetto ai circa 77 milioni di tonnellate prodotti) sono utilizzate per la produzione di cemento, la costruzione di strade, e come fonte di ferro.

Tra le potenziali applicazioni in fase di ricerca si annoverano:

**Rimozione di fosfati**, si è dimostrato che i fanghi, opportunamente trattati con acidi, sono efficaci nella rimozione di fosfati;

**Catalizzatore**, i residui di bauxite possono agire come una superficie a basso costo;

**Fabbricazione di mattoni**;

**Copertura di discariche e costruzione di dighe**, data la buona impermeabilità dei fanghi una volta disidratati e compattati;

**Opere di miglioramento del suolo**, potendo la sua alta basicità compensare l'acidità di terreni e distese sabbiose;

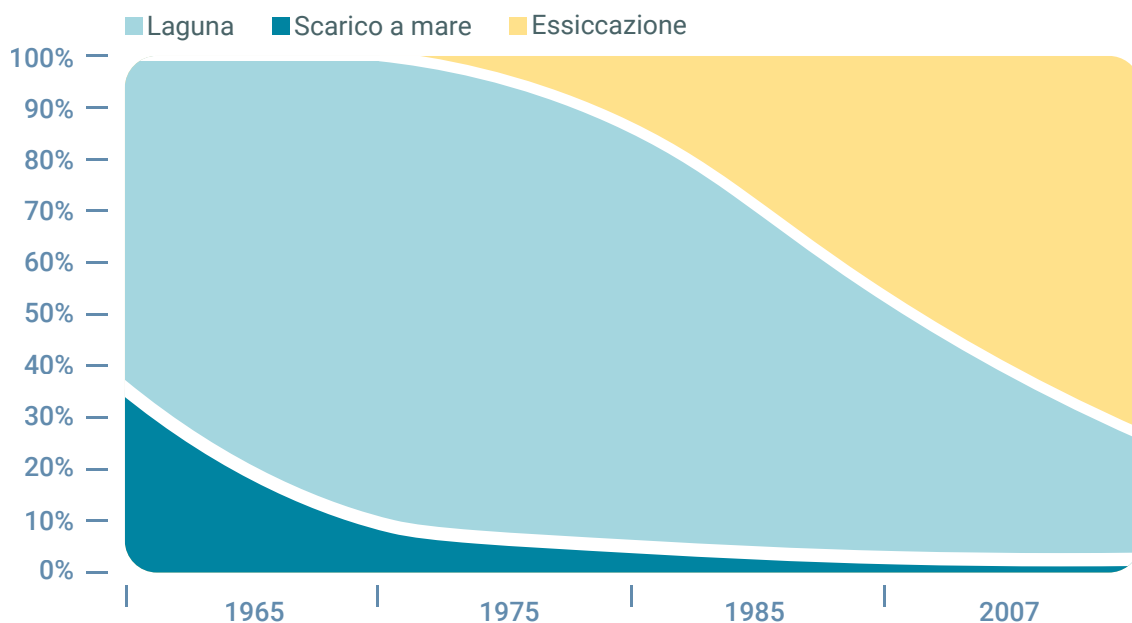
**L'estrazione di pigmenti**;

**L'estrazione di terre rare e metalli**, interesse risvegliato dal crescente impiego delle terre rare nell'industria tecnologica;

**Creazione di geopolimeri**, data la presenza di alluminio e silicio nei fanghi, permetterebbe la creazione di materiali impiegati in edilizia;

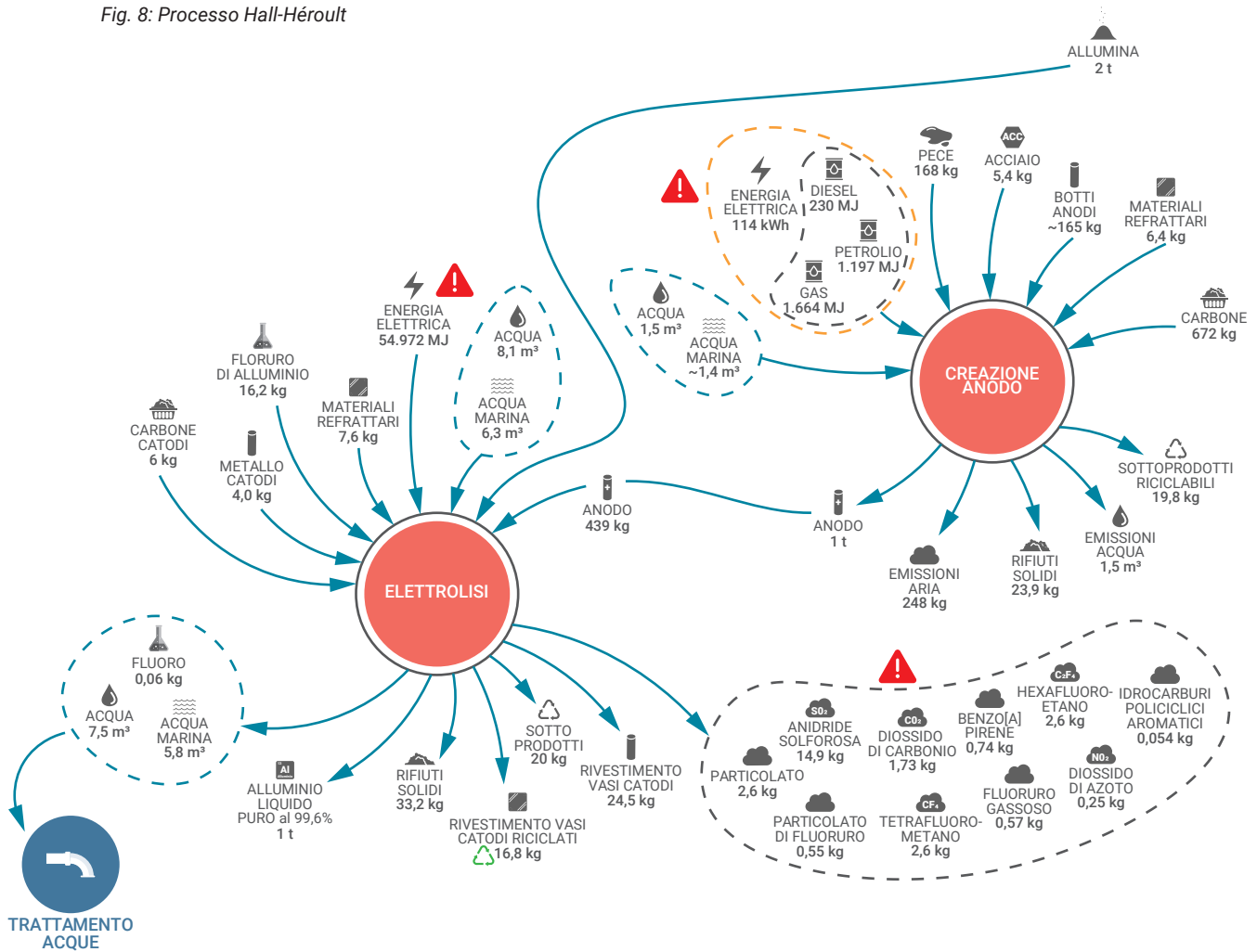
**Sostituto del legno**, l'Advanced Research and Research Institute di Bhopal, ha utilizzato i residui di bauxite con fibra naturale e resina di poliestere, per creare un prodotto sostitutivo del legno per applica-

Fig. 7: Metodi di stoccaggio dei fanghi rossi



Fonte: International Aluminium Institute

Fig. 8: Processo Hall-Hérout

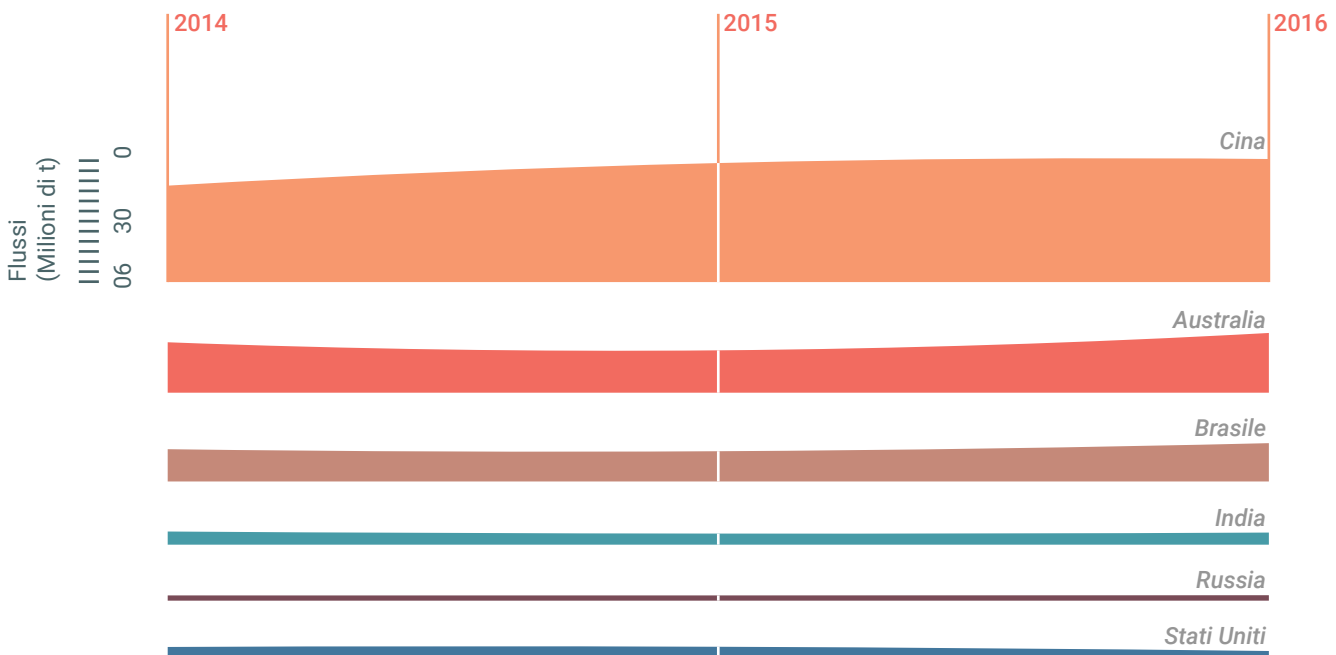
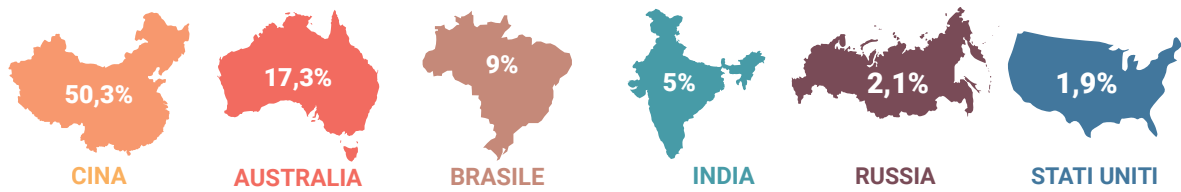


Fonte: Internation Aluminium Institute

zioni edili. Il processo di Hall-Hérout,<sup>18</sup> seconda fase della raffinazione, è l'unico processo industriale usato per la produzione di alluminio primario. Permette di ottenere da 2 tonnellate di allumina 1 tonnellata di alluminio.<sup>19</sup> Si tratta di un processo che comprende un unico step, l'elettrolisi, attuabile grazie alla creazione di un anodo che, immerso in una soluzione di allumina e criolite, in una vasca dalle pareti metalliche che funge da catodo, innescherà una fusione del composto, portando alla separazione dell'alluminio in forma liquida.<sup>20</sup> Questo processo è altamente energivoro. Infatti sono necessarie 114 kWh

per tonnellata di energia elettrica e circa 2.000 MJ di energia termica.<sup>21</sup> Ingenti le quantità di emissioni di diossido di carbonio e simili, pericolose se non correttamente gestite. Segue la descrizione di alcuni casi virtuosi nella gestione energetica del processo.

Fig. 9: Maggiori produttori - Andamento Raffinazione



Fonte: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries

### 1.2.1 ANDAMENTO E DIMENSIONE ECONOMICA

I primi dati disponibili in relazione alle quantità di allumina raffinata fanno riferimento al 2014. In tal senso, le nazioni leader nella raffinazione di allumina non hanno subito notevoli cambiamenti, se non per via di leggeri incrementi o diminuzioni di produzione, come nel caso degli Stati Uniti, dove la produzione si è quasi dimezzata passando da 4,390 milioni di tonnellate nel 2014 a 2,360 milioni di tonnellate nel 2016. La Cina ha continuato ad incrementare la propria capacità, passando da 60,900 milioni di tonnellate a 47,800 milioni di tonnellate, mentre le

altre nazioni hanno mantenuto piuttosto stabile la loro produzione. Il valore mondiale dell'industria di raffinazione dell'allumina è stimato in 43,8 Miliardi di dollari con un prezzo di 362 dollari per tonnellata di allumina.

# NOTE

14. World Aluminium Institute, *Bauxite and Alumina Committee*, 2010.
15. *Processo Bayern*, Enciclopedia Treccani, <treccani.it>.
16. International Aluminium Institute, *Refining Process*, <<http://bauxite.world-aluminium.org>>.
17. *Red Mud Project*, <<http://redmud.org/>>.
18. *Hall-Hérault*, Enciclopedia Treccani, <treccani.it>.
19. Op. cit. World Aluminium Institute.
20. International Aluminium Institute, *Reduction*, <<http://bauxite.world-aluminium.org>>.
21. Aluminium for future generation, *Energy efficiency*, <<http://bauxite.world-aluminium.org>>.



## **1.2.2 CASI STUDIO**

## MICRORGANISMI

### Utilizzo di microrganismi per l'eliminazione degli ossalati - Rio Tinto, Kwinana, Australia

La raffineria di allumina Kwinana di Alcoa si trova a 45 chilometri a sud di Perth, nell'Australia occidentale. Aperta nel luglio del 1963, l'impianto è stato aggiornato e migliorato nel corso degli anni ed attualmente possiede una capacità produttiva di oltre due milioni di tonnellate di allumina l'anno. Oggi, impiega circa 1.000 persone più una forza lavoro appaltante.

Il team globale di ricerca e sviluppo nella raffinazione di Alcoa ha vinto l' "Australian Government Engineering Innovation Award" per aver sviluppato una tecnologia innovativa che sfrutta l'azione di microrganismi naturali per la rimozione dell'ossalato di sodio. Questo, ha pochi usi commerciali e, fino a poco tempo fa, doveva essere distrutto tramite l'utilizzo di un forno ad alta temperatura o immagazzinato in depositi sicuri. Il processo convenzionale per la rimozione dell'ossido di sodio aveva un elevato costo e richiedeva l'utilizzo di un RTO (ossidatore termico rigenerativo) per controllare le emissioni, con un'impronta di carbonio relativamente alta a causa del combustibile necessario. Nel 1999, gli scienziati del Technology Delivery Group di Alcoa, con sede presso la raffineria Kwinana, hanno iniziato a ricercare delle soluzioni per poter utilizzare alcuni batteri presenti in natura per rimuovere l'ossalato dal processo di raffinazione. Nel corso del decennio successivo, il gruppo ha identificato i batteri alcalini tolleranti che potevano efficacemente rimuovere l'impurità e sviluppato una teoria sulle condizioni ottimali in cui i batteri erano più efficaci. Tramite numerosi test e lavori pilota, è stato sviluppato un processo su scala industriale, attualmente installato presso la raffineria Kwinana. L'impianto ha superato tutte le specifiche di prestazione iniziali ed ora funziona ben al di sopra della sua capacità di progettazione.

Il nuovo processo, noto come "distruzione biologica continua dell'ossalato", è una soluzione economica ed ecologica. Il processo non è termico (temperatura massima 40 ° C) con livelli di emissione molto bassi. L'impronta ecologica di questo processo è di circa il 40% in meno rispetto al processo tradizionale del forno, principalmente a causa di un fabbisogno di carburante (energia) molto più basso. Sebbene la disgregazione biologica delle sostanze organiche genera anidride carbonica, questa viene rapidamente mineralizzata in carbonati inorganici e bicarbonati all'interno della corrente liquida che passa attraverso il processo.



## AUTO-PRODUZIONE

### Creazione di un impianto di cogenerazione Rio Tinto, Yarwun, Australia

La raffineria di allumina Yarwun di Rio Tinto è situata a dieci chilometri a nord-ovest di Gladstone, nel Queensland centrale. Ogni anno, circa 3,2 milioni di tonnellate di bauxite provenienti dalle attività minerarie di Rio Tinto a Weipa, nel Western Cape York, vengono spedite a Gladstone per essere trasformate in allumina.

#### 2011

La struttura, per far fronte al processo altamente energivoro, presenta un **impianto di cogenerazione**, che ha ridotto notevolmente le emissioni nel sito ed ha visto la società nominata come finalista nella categoria “Industrie eco-efficienti” ai **Queensland Premiers Climate Smart Sustainability Awards** nel 2011.

#### 2007

Nel 2007, Rio Tinto ha annunciato l'espansione della sua raffineria in Australia per una cifra pari a 2,3 miliardi di dollari, per l'avvio di un progetto di crescita denominato “Yarwun 2”. L'impianto di cogenerazione a gas da 160 megawatt, costituito da un generatore elettrico, una turbina a gas e un generatore di vapore a recupero di calore, è stato un elemento chiave del progetto Yarwun 2.

#### 2010

L'**impianto**, che è stato commissionato con successo nell'agosto del 2010, converte l'energia del gas naturale attraverso una grande turbina a gas per produrre elettricità e vapore per la raffineria. La turbina a gas è collegata a un generatore elettrico da 160 megawatt, che **produce tutta l'energia necessaria per alimentare i processi di raffinazione**. Il calore di scarto proveniente dallo scarico della turbina a gas viene catturato e utilizzato per produrre vapore per il processo di raffinazione, mentre l'elettricità in eccesso viene esportata nella rete elettrica del Queensland. Questa elettricità ha circa un terzo dell'intensità delle emissioni di energia elettrica a carbone. Questo tipo di tecnologia (che combina calore e potenza) offre una maggiore efficienza rispetto ai metodi di generazione tradizionali. Sfrutta il calore che altrimenti andrebbe perso e, cosa importante, riduce drasticamente le emissioni di gas serra.



## USO DELLE ACQUE

### Riutilizzo delle acque reflue cittadine nel processo di raffinazione - QAL, Gladstone, Australia

Queensland Alumina Limited (QAL) ha iniziato la sua attività nel marzo del 1967 con una produzione annua di 600.000 tonnellate di allumina. Oggi è una delle più grandi raffinerie di allumina al mondo, con una produzione di quasi 4 milioni di tonnellate.

Il Consiglio regionale di QAL e la città di Gladstone (GRC) hanno sviluppato una **partnership sostenibile** a lungo termine per ottenere significativi benefici ambientali, comunitari ed economici per quanto riguarda l'**uso dell'acqua**. In particolar modo, il progetto prevede di **utilizzare le acque reflue** trattate dalla città di Gladstone, **all'interno del processo di lavaggio finale nella raffinazione dell'allumina**. Questo, non solo ha ridotto significativamente l'uso di acqua dolce da parte dell'industria, risparmiando le riserve idriche della regione, ma ha anche apportato significativi benefici ambientali, eliminando lo scarico delle acque reflue trattate nell'estuario del fiume Calliope e nel porto di Gladstone, proteggendo così l'ambiente costiero.

#### 2002

Nel 2002 è stato firmato un accordo d'intesa tra Gladstone City Council e QAL che prevedeva la costruzione di lagune di stoccaggio in loco, una stazione di pompaggio con un impianto di clorurazione presso l'impianto di trattamento delle acque reflue di Calliope ed un condotto lungo 8,5 km che portasse l'acqua dalla città alla raffineria di allumina. Il progetto è stato commissionato il 7 novembre del 2002 per un costo totale di \$ 0,9 milioni.

#### 2015

Nel febbraio 2015, QAL ha iniziato a ricevere le acque reflue trattate da ulteriori impianti, siti a Boyne Island e Tannum Sands. Le acque reflue trattate che QAL ora riceve rappresentano l'equivalente del 23% dell'acqua grezza presente nel bacino della diga di Awoonga. Con questo approccio cooperativo, la sfida del risparmio idrico è stata rapidamente soddisfatta. Lo schema di riutilizzo delle acque reflue trattate è un eccellente esempio di come un approccio di partnership possa raggiungere e fornire vantaggi significativi a breve e lungo termine ai partner, alla comunità e all'ambiente.



## RIVEGETAZIONE

### Sistema per la rivegetazione di aree ricoperte da residui di bauxite - Rio Tinto, Jamaica

Dopo la chiusura di alcune miniere presenti in Giamaica, con il conseguente deposito di alcuni residui di bauxite nelle depressioni rimaste dopo l'estrazione, sono stati avviati degli esperimenti per la creazione di un sistema che permettesse la rivegetazione di tali aree. I residui presentavano un contenuto di solidi di circa il 20% con una superficie relativamente asciutta ed un pH 11.

#### 1996

Nel 1996, furono condotte alcune prove sperimentali su un ex stagno. Dopo aver lavorato la superficie per produrre noduli più piccoli, i residui sono stati trattati con del gesso. Poco più di un anno dopo la diffusione del gesso, venne diffuso il letame di pollame ed il solfato di ammonio. Tre mesi dopo è stata avviata la semina di alcune piante tra cui: Bermuda Grass, Brachiaria, Lead Tree, Castor Bean e Logwood.

#### 2004

Nel 2004, uno studio ha trovato 53 specie appartenenti a 28 famiglie differenti, dominate da Guinea Grass, Lead Tree e Christmas Bush; solo Logwood e Lead Tree rimasero dalla specie originaria piantata. Il successo del Lead Tree è attribuibile alla sua capacità di fissazione dell'azoto.

#### 2005

Nel 2005, parti della zona sono state rinvigorite con il cospargimento di ulteriore gesso e letame di pollame con conseguente risemina di Brachiaria, Bonavista Bean e Guinea Grass.

#### 2011

A metà del 2011 si è registrato un notevole miglioramento della crescita in tutta l'area, grazie all'utilizzo di 56 specie paragonabili ad una "foresta secca". A seguito di questo processo, Rio Tinto ha adottato un approccio molto simile sui restanti stagni, che comprendevano ancora residui di bauxite.





## 1.3 PRODUZIONE

Successivamente alla riduzione elettrolitica l'alluminio fuso viene inviato ad un impianto di colata, situato generalmente all'interno della fonderia dove si è svolto il processo di riduzione. In alcuni casi, grazie alla vicinanza, il metallo fuso viene trasportato direttamente alle fonderie per colata di forme, dove viene trasferito all'interno di un forno di mantenimento mediante l'aggiunta di additivi di lega (Rame, Magnesio, Silicio, Manganese, Zinco), rottami di alluminio puliti da ossidi e gas ed altri elementi, al fine di regolare la composizione in base alle richieste dei clienti. A seconda del campo di applicazione e della composizione del metallo fuso, può essere eseguito il flussaggio, un trattamento per rimuovere eventuali impurità e ridurre il contenuto di gas presenti, attraverso l'iniezione di una combinazione di azoto e cloro nel liquido, sotto forma di bollicine. Il flussaggio può essere eseguito anche con una tecnologia di degassaggio, che svolge la stessa funzione all'interno di un impianto di degassificazione specializzato. I gas e le particelle inorganiche rimosse (chiamate scorie), generalmente galleggiano sulla superficie metallica, facilitando le operazioni di rimozione. Le scorie, una volta rimosse vengono ulteriormente lavorate per recuperare alcune percentuali di alluminio presenti, per la realizzazione di prodotti utilizzati nell'industria abrasiva e dell'isolamento. Il metallo viene quindi indirizzato ad un filtro per rimuovere eventuali ossidi che potrebbero essersi formati, abbassando la qualità del metallo fuso e successivamente gettato in lingotti in stampo aperto (tipicamente

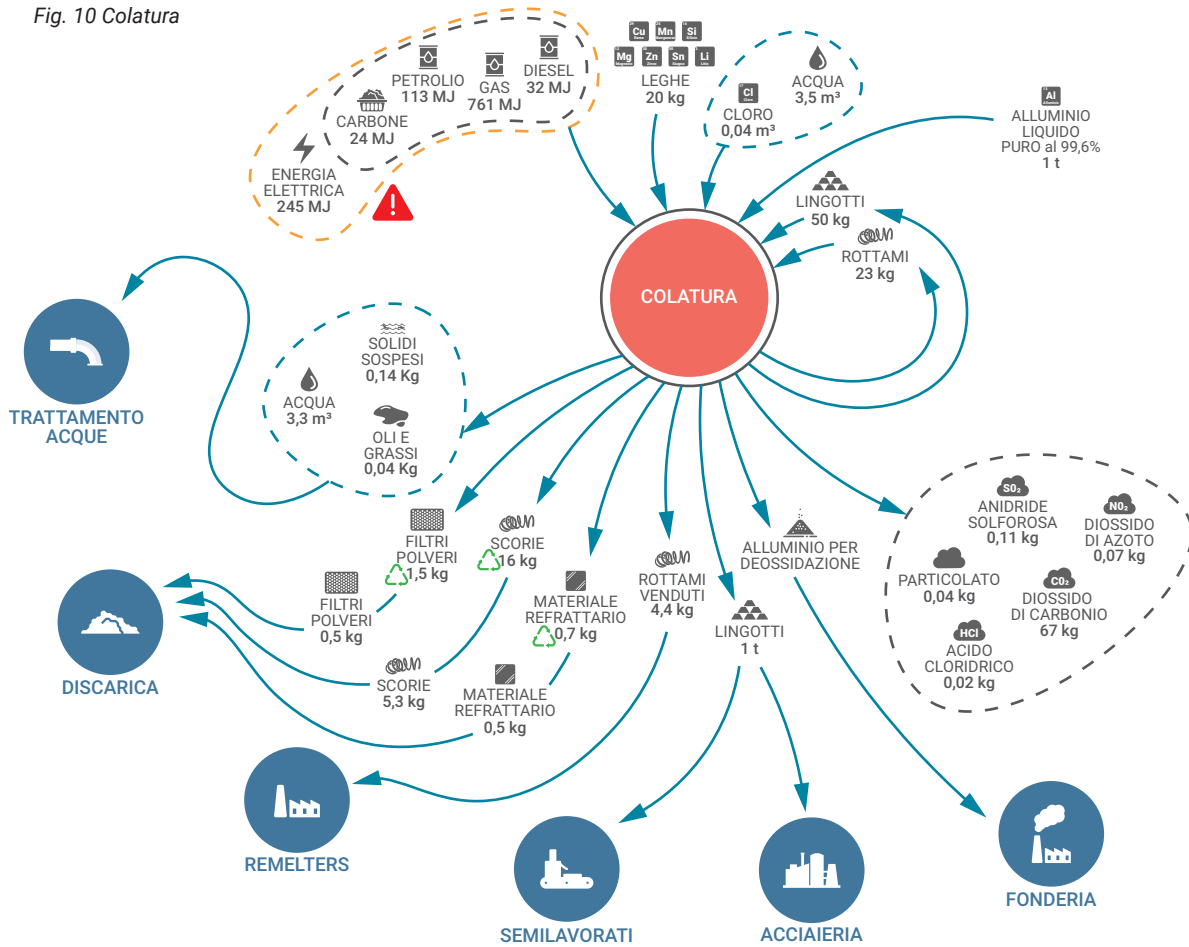
per il lingotto di rifusione) e stampi di raffreddamento diretto (per varie forme di fabbricazione)<sup>22</sup>. Generalmente per il raffreddamento viene utilizzata acqua dolce (acqua da sottosuolo, acque reflue o altre fonti) e raramente acqua di mare. Nel caso in cui il metallo fuso venga trasferito direttamente alle fonderie per colata di forme, vengono utilizzati tre tipi comuni di stampaggio: pressofusione, colata in stampo permanente e colata in sabbia.

**Lo stampaggio per pressofusione**<sup>23</sup> utilizza la pressione per spingere l'alluminio fuso contro uno stampo di acciaio. Generalmente viene utilizzato per la produzione in serie di parti, che richiedono un intervento minimo sia di finitura che di lavorazioni successive. Esistono due tipi di pressofusione: pressofusione a bassa pressione, caratterizzata da cicli di colatura più lenti, minori investimenti e stampi più semplici e pressofusione ad alta pressione, caratterizzata da elevati investimenti e costi operativi e stampi complicati e costosi.

**La colata in stampo permanente**<sup>24</sup> è caratterizzata da stampi in acciaio o altri metalli. Generalmente viene utilizzata per creare parti ripetibili con una certa coerenza, con il vantaggio di garantire migliori proprietà meccaniche, grazie alla velocità di raffreddamento che genera una microstruttura più consistente. Viene utilizzata per creare parti di autoveicoli come ad esempio i cerchi in lega.

**La colata in sabbia**<sup>25</sup> è adatta per la produzione di pezzi speciali piuttosto che

Fig. 10 Colatura



Fonte: Internation Aluminium Institute

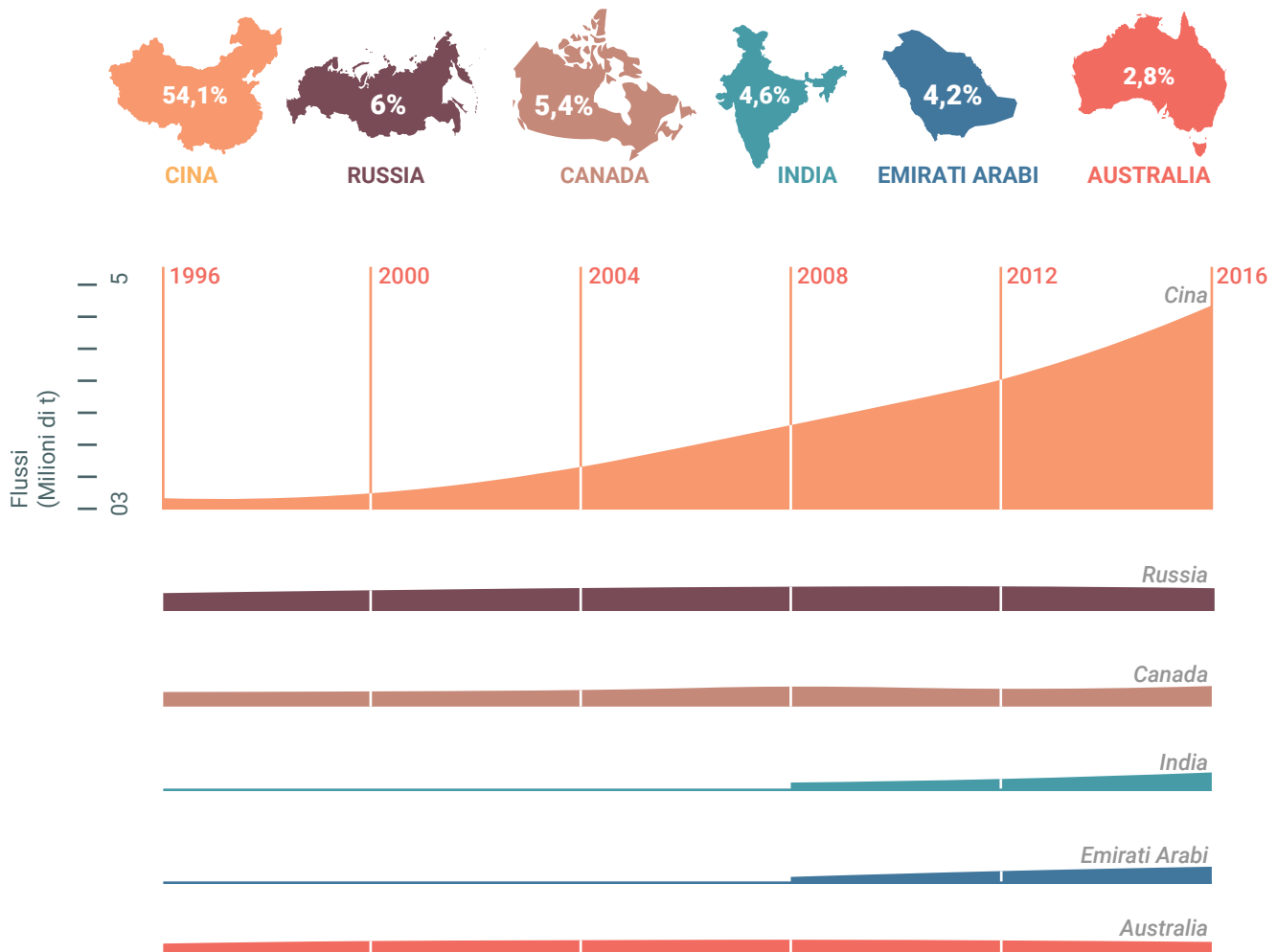
per la produzione di parti destinate al mercato di massa, poiché i costi iniziali per gli utensili sono bassi, ma i prezzi per singolo pezzo sono più alti. I getti generalmente vengono creati utilizzando un mix di sabbia fine che avvolge il modello del prodotto finale, più grande rispetto al modello poiché si tiene in considerazione il ritiro dovuto al raffreddamento dell'alluminio fuso. La colata in sabbia è economica perché può essere riutilizzata diverse volte per diversi modelli, con la possibilità di creare modanature di grandi dimensioni o disegni dettagliati.

L'energia utilizzata per le fasi di colatura con relativa produzione di lingotti è l'elettricità 245 MJ, il gas naturale 761 MJ, il

diesel 32 MJ, il petrolio 113 MJ ed il carbone 24 MJ. Il diesel viene utilizzato principalmente per generare energia in grado di permettere il trasferimento interno del metallo fuso. Nel 2016, il mix di input metallici è composto da metallo liquido (90,7%), lingotti riciclati (5%), rottami (2,3%) e additivi di lega (2%). A livello di output, il sottoprodotto più significativo è l'alluminio per deossidazione (principalmente utilizzato nelle acciaierie/fonderie nelle produzioni di ghise), con un contenuto minimo di alluminio del 94%.<sup>26</sup> Il recupero e la trasformazione dei rottami di processo interni sono solitamente inclusi nelle operazioni di colata dei lingotti, dove alcune fonderie preferiscono venderli esternamente (rottami venduti come



Fig. 11: Maggiori produttori - Andamento estrazione



Fonte: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries

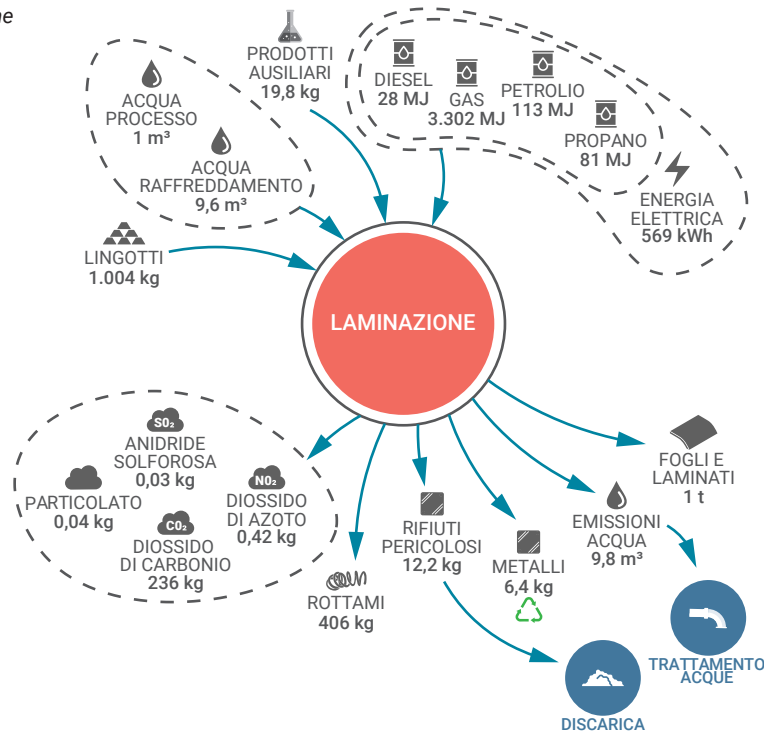
sottoprodotti per il riciclaggio esterno) in alternativa al riciclaggio interno. Le scorie, le polveri filtrate e il materiale refrattario possono essere recuperate come sottoprodotti per il riciclaggio esterno o in alcuni casi interrati in discarica.

### 1.3.1 ANDAMENTO E DIMENSIONE ECONOMICA

La produzione di alluminio primario negli ultimi anni si sta spostando sempre più verso oriente. Com'è possibile vedere nella figura 11, la localizzazione della produzione è drasticamente cambiata dal 1996 ad oggi. Il ruolo della Cina è infatti cresciuto esponenzialmente negli ultimi

20 anni, dove la produzione primaria si è più che decuplicata (1,780 milioni di tonnellate nel 1996 a 31,900 milioni di tonnellate nel 2016), conquistando il 54,1% del mercato mondiale. Questo accrescimento è dovuto principalmente ad una serie di politiche industriali adottate al fine di ottimizzare il processo, a sussidi provinciali, tassi di cambio favorevoli, politiche commerciali volte a favorire l'esportazione e l'importazione, nonché costi energetici minori. Canada, Australia e Russia stanno invece mantenendo costante la loro produzione, mentre India ed Emirati Arabi sono le due nazioni entrate recentemente con convinzione (2008) in questo

Fig. 12: Laminazione



Fonte: Internation Aluminium Institute

mercato. Attribuendo un prezzo medio di 1.700 dollari per tonnellata di alluminio grezzo, si stima un valore mondiale complessivo pari a 100 Miliardi di dollari.

### 1.3.2 LAMINAZIONE

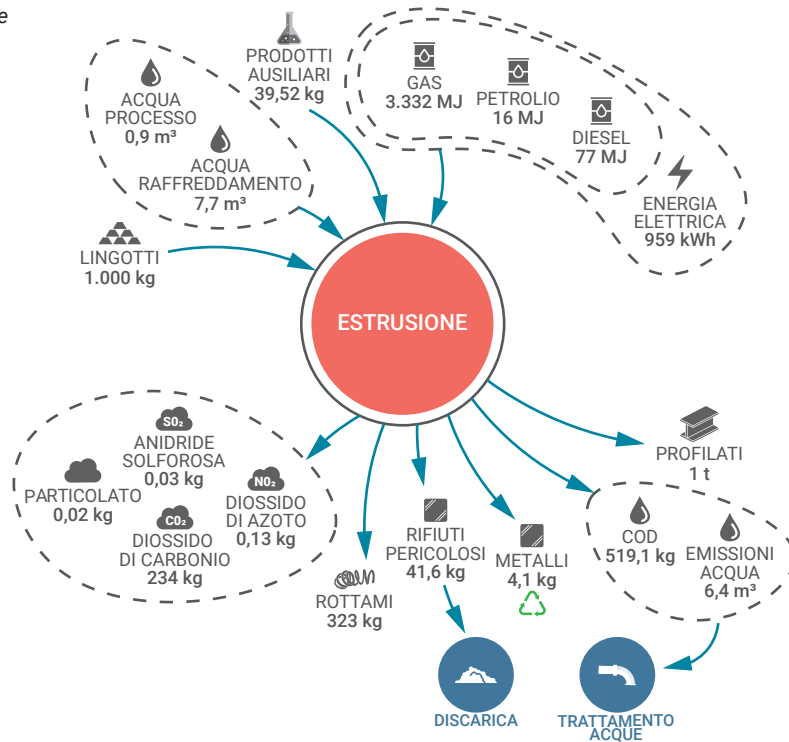
I fogli di alluminio ottenuti tramite il processo di laminazione variano per composizione e spessore (da 5 a 200 micron). Il percorso di produzione classico utilizza delle placche di alluminio di grandi dimensioni (10-20 tonnellate), inserite all'interno di un laminatoio, dove il materiale preriscaldato a circa 550 °C viene fatto passare più volte attraverso alcuni rulli metallici, subendo un processo di riduzione dello spessore, determinato dallo spazio tra i rulli che influisce direttamente sia sullo spessore che sulla lunghezza del laminato, utilizzando olio minerale per il raffreddamento e la lubrificazione. Il laminato uscente viene sottoposto al processo di laminazione a freddo a circa 100 °C, al fine di donare maggiore durezza al foglio di alluminio. Il laminato di alluminio può anche essere prodotto attra-

verso un processo che permette di colare direttamente all'interno di una striscia il metallo fuso che viene laminato a freddo utilizzando una lamina. La produzione del foglio di alluminio genera circa 390 kg di rottame per tonnellata di alluminio prodotta. Questi scarti vengono riciclati internamente in nuovi lingotti mediante rifusione.<sup>27</sup>

### 1.3.3 ESTRUSIONE

Il termine estrusione viene solitamente applicato sia al processo di produzione, sia al prodotto finale, ovvero quando una billetta cilindrica lunga diversi metri, con un diametro variabile tra i 20 e 50 cm, viene compressa attraverso uno stampo opportunamente sagomato. A seconda delle presse di estrusione adoperate, la billetta può essere tagliata in pezzi di minor dimensione prima di essere avviata verso il processo di estrusione. Immediatamente prima, la billetta viene preriscaldata ad una temperatura tra i 450 °C ed i 500 °C, per facilitare le operazioni di compressione, dove per mezzo di un pistone viene

Fig. 13: Estrusione



Fonte: Internation Aluminium Institute

applicata una pressione ad un'estremità della billetta, al fine di farla scorrere attraverso lo stampo di acciaio, situato all'estremità opposta, la cui forma è definita dalla sezione trasversale del dado. Il profilo uscente, può essere tagliato in parti più piccole per l'uso in strutture, componenti o veicoli. L'estrusione della billetta fino al profilo ultimato, genera circa 320 kg di rottame per tonnellata di estrusione. Questi, vengono riciclati tramite la creazione di nuovi lingotti mediante un processo di rifusione eseguito in loco o esternamente.<sup>28</sup>

### 1.3.4 CASO VIRTUOSO

Nel 2005, Rio Tinto Aluminium ha dato vita ad un programma per ridurre il consumo energetico del forno di colata nelle proprie fonderie, concentrandosi sulla riduzione del consumo di gas naturale e del consumo specifico di energia (MJ/t di metallo fuso). Lo strumento principale di questo piano è un indicatore di prestazione energetica standardizzato. Questo, prende in considerazione non solo i pa-

rametri operativi del forno come l'efficienza del bruciatore e il controllo della pressione, ma anche altre caratteristiche di produzione come ad esempio la temperatura del metallo fuso e la massa degli ingredienti di lega. Questo indicatore consente di confrontare in maniera diretta le prestazioni energetiche tra i diversi cast ed identificare le migliori pratiche ed i potenziali miglioramenti adoperabili.<sup>29</sup>

# NOTE

22. John A. S. Green, *Aluminum Recycling and Processing for Energy Conservation and Sustainability*, USA, 2007, pp. 81-83.
23. *Die casting*, <reliance-foundry.com>.
24. Ibid.
25. Ibid.
26. European Aluminium Association, *Environmental Profile Report for the European Aluminium industry*, Bruxelles, 2013, <european-aluminium.eu>.
27. Ivi.
28. Ibid.
29. V. Goutière, M. Fortier, C. Dupuis, *Aluminium Casting Furnace Energy Efficiency: Recent Improvements in Rio Tinto Aluminium Casthouses*, TMS (The Minerals, Metals & Materials Society), Pittsburgh, 2016.





## 1.4 PRODOTTI E LEGHE

Le leghe di alluminio presentano caratteristiche ottimali da un punto di vista resistenziale e prestazionale, grazie alla combinazione di elementi quali titanio, nickel, cromo, ferro, zinco, magnesio, silicio e manganese con l'alluminio. La classificazione stabilita adottata per le leghe di alluminio, vede una suddivisione in relazione alle tecnologie di lavorazione ed in base al trattamento a cui vengono sottoposte, in:

**Leghe da deformazione plastica**, utilizzate in processi quali la laminazione, estrusione e forgiatura;

**Leghe da fonderia**, utilizzate per la produzione di getti in sabbia, in conchiglia e getti pressofusi.

Le leghe da deformazione plastica convenzionalmente sono identificate da un numero a 4 cifre. Il primo, rappresenta l'elemento di lega dominante, il secondo, se differente da 0, individua delle alterazioni rispetto alla composizione originale, mentre le ultime due cifre, identificano una particolare lega. Le leghe da deformazione plastica subiscono un'ulteriore classificazione, a seconda che siano trattabili termicamente o meno. Quest'ultime (2000, 6000, 7000, 8000) sono leghe le cui proprietà meccaniche possono variare in funzione dei trattamenti termici ricevuti, variando parametri quali la temperatura e/o la durata di trasformazione, mentre le caratteristiche delle leghe non trattabili termicamente (1000, 3000, 4000, 5000) sono ottenute attraverso il processo

di deformazione a caldo e/o a freddo. In generale il sistema adottato per la classificazione delle famiglie di lega è il seguente:<sup>30</sup>

**Serie 1000:** Composizione pura (quantità minima 99% di alluminio) utilizzata principalmente in campi elettrici, chimici e per la realizzazione di packaging, ovvero in settori che non richiedono proprietà meccaniche particolari, ma che garantiscono buona conducibilità termica ed elettrica, nonché resistenza alla corrosione.

**Serie 2000:** Il principale elemento di lega è il rame, spesso unito al magnesio come elemento secondario. Hanno una resistenza alla corrosione minore rispetto alle altre categorie di lega, e in determinate condizioni, possono essere soggette a corrosione. Per tale motivo, sotto forma di fogli sono generalmente rivestiti mediante uno strato di alluminio di elevata purezza, una lega di magnesio-silicio o una lega contenente l'1% di Zn. Il rivestimento, garantisce uno spessore dal 2 al 5% del totale su ciascun lato, garantendo una maggiore protezione ed aumentando la resistenza alla corrosione. Sono generalmente utilizzate nel settore edilizio e particolarmente adatte per parti e strutture che richiedono elevati rapporti resistenza/peso, come ad esempio ruote di camion o aerei, parti di sospensioni, fusoliere e parti strutturali.

**Serie 3000:** L'elemento caratterizzante nonché principale elemento di lega è il manganese. La particolarità di questa

lega è la percentuale limitata (fino a circa l'1,5%) di manganese che è possibile aggiungere per non destabilizzare l'alluminio, garantendo comunque un 20% in più di resistenza rispetto alle leghe della serie 1000. Le leghe 3003, 3x04 e la 3105, sono particolarmente impiegate negli scambiatori di calore, applicazioni strutturali e scatolame, ma in generale le leghe di questa famiglia sono utilizzate come leghe di uso generale in applicazioni architettoniche, packaging ed impiantistica.

**Serie 4000:** Nelle leghe della serie 4000 il silicio è l'elemento principale, che a differenza delle basse percentuali di aggiunta della serie 3000, può arrivare fino al 12%, al fine di generare un notevole abbassamento del range di fusione senza indurre fragilità. Per tale motivo, queste leghe sono utilizzate nei processi di saldatura dove è richiesto un intervallo di fusione inferiore rispetto al metallo principale. Vengono utilizzate principalmente nel settore edile, sotto forma di barre saldanti e lastre per brasatura e nel settore dei trasporti.

**Serie 5000:** L'alligante principale di tale famiglia è il magnesio, utilizzato per generare una maggiore resistenza. In tal senso, rispetto al manganese garantisce migliori prestazioni come elemento indurente (0,8% Mg corrispondono a 1,25% di Mn), con il vantaggio di poter essere aggiunto in percentuali più elevate. In particolar modo una quantità maggiore del 10% garantisce una resistenza a trazione maggiore, mentre quelle con il 3% sono caratterizzate da una buona stabilità strutturale sia in caso di temperature elevate o a temperatura ambiente. In generale le leghe appartenenti alla serie 5000 sono caratterizzate da una buona resistenza alla corrosione in ambienti marini, ma presentano alcune limitazioni sulle quantità effettive di lavoro a freddo e sulle temperature di funzionamento

in sicurezza ammissibili. Vengono utilizzate in settori quali, trasporti, edilizia, packaging e nel settore navale, con particolare interesse per le leghe con la sigla 5x57, 5005 o 5050 poiché spesso utilizzate per la realizzazione di carrozzerie per auto.

**Serie 6000:** L'unione silicio-magnesio rende tali leghe trattabili dal calore. Generalmente vengono sottoposte ad un trattamento di solubilizzazione e, in seguito alla formatura, subiscono un trattamento termico di precipitazione, al fine di incrementare le proprietà meccaniche. Presentano una buona formabilità, saldabilità, resistenza alla corrosione, lavorabilità alle macchine utensili ed estraibilità. Sono utilizzate nel settore edile, aeronautico, aerospaziale e nel settore dei trasporti.

**Serie 7000:** L'alligante principale è lo zinco, in quantità variabile tra l'1 e l'8%, anche se in molti casi viene aggiunto un terzo elemento, si parla infatti di leghe ternarie, alluminio-zinco-magnesio, al fine di migliorare la resistenza. In altri casi possono essere aggiunti in piccole quantità ulteriori elementi di lega, quali rame, cromo, manganese, titanio e zirconio. Grazie alle proprietà di resistenza allo stress ed alla corrosione vengono impiegate solitamente in settori aeronautici e/o aerospaziali in parti altamente sollecitate.

**Serie 8000:** Le leghe appartenenti a questa famiglia presentano un'elevata varietà di composizioni chimiche, come la 8001 Al-Ni-Fe utilizzata in applicazioni che sfruttano l'energia atomica, oppure in campi dove vengono richieste elevate pressioni e temperature. Vengono utilizzate in campi sperimentali nei settori aeronautici/aerospaziali per testare nuove componenti, come ad esempio parti di elicotteri.



Le leghe da fonderia sono invece classificate come segue:<sup>31</sup>

Fig. 14 Leghe da fonderia

Serie	Famiglia leghe
Da 1 a 99	Al-Si
100	Al-Cu
200	Al-Mg
300	Al-Si
400	Al-Mn
500	Al-Ni
600	Al-Zn
700	Al-Sn

Fonte: Franco Bonollo, *Leghe di Alluminio*

Le differenze sono attribuibili ai diversi elementi che caratterizzano le famiglie di lega, con effetti diretti sulla solidificazione, la viscosità, la fluidità, la forma, la resistenza, sulla struttura microscopica nonché sulle caratteristiche meccaniche del getto.

#### 1.4.1 SETTORE EDILIZIO

L'alluminio nella sua forma pura, non rappresenta il materiale ideale a livello di costruzioni edilizie, ma grazie all'aggiunta di elementi leganti, acquista notevoli vantaggi da un punto di vista fisico e chimico. In tal senso, la prima applicazione in questo settore risale al 1898, grazie al rivestimento realizzato con lamine di alluminio nella cupola della chiesa di San Gioacchino. Oggi, rappresenta sicuramente il materiale per eccellenza in questo settore, in particolar modo grazie ad un'estrema flessibilità nella progettazione, data dal poter ottenere dal processo di estrusione, infinite forme e sezioni. Garantisce bassi costi di manutenzione con ripercussioni dirette da un punto di vista economico. La leggerezza nonché la grande resistenza e rigidità di questo metallo, garantiscono la possibilità di creare finestre e pareti dallo spessore ridotto e coperture che riducono al minimo il carico sulla struttura. La conduttività termica

e l'elevato potere riflettente sono altre due caratteristiche intrinseche che permettono a questo materiale una grande duttilità in campo edilizio. Infatti, il potere riflettente permette una efficiente gestione della luce nonché una riduzione del consumo energetico per il riscaldamento o il raffreddamento, mentre la buona conduttività termica lo rende uno dei migliori materiali per la realizzazione di scambiatori di calore. A questi, si aggiunge la caratteristica di essere un materiale non infiammabile, pertanto, le ultime costruzioni vengono solitamente rivestite da uno strato sottile di pannelli di alluminio, destinati nel caso di incendi, a fondersi a temperature intorno ai 650°C, senza la possibilità di infiammarsi o rilasciare gas nocivi per la salute umana.<sup>32</sup>

Date le proprietà, l'alluminio viene utilizzato per la realizzazione di:

Fig. 15: Applicazioni

Balaustre	Pareti divisorie
Balconi	Persiane
Camini	Porte
Coperture	Proiettori luminosi
GrondaieR	ecinzioni
Lamiere	Saracinesche garage
Pareti a pannelli	Scambiatori di calore
Pareti continue	Schermature solari
Scale	Tegole
Scuretti	Telai
Soffitti sospesi	Sistemi di ventilazione
Prefabbricati	Pannelli solari
Impalcature	Davanzali

Fonte: *European Aluminium Association*

Uno studio condotto dalla Delft University of Technology<sup>33</sup> ha dichiarato che l'alluminio presente nelle costruzioni edilizie possiede un indice di recupero estremamente elevato, pari a circa il 96%,

tenendo in considerazione 6 diversi paesi Europei, sottolineando l'importanza di tale materia nonché la sua conservazione, poiché la durata media per i prodotti presenti all'interno del settore edilizio si stima intorno ai 50 anni.

#### 1.4.2 SETTORE AUTOVEICOLO

Il contenuto medio di alluminio in un veicolo si attesta oggi tra i 140 ed i 180 kg, garantendo un alleggerimento della vettura ed una migliore gestione dei consumi con conseguente risparmio di emissioni di CO<sub>2</sub>. Proprio per questo motivo, fu utilizzato per la prima volta negli anni settanta, tra la prima e la seconda crisi petrolifera.<sup>34</sup>

#### Il peso incide sulle emissioni di CO<sub>2</sub>

È importante effettuare una distinzione tra il risparmio di peso ed il risparmio di carburante:

**Risparmio diretto del peso:** Riduzione di peso dovuta allo scambio di un materiale più pesante con uno più leggero in differenti componenti;

**Risparmio indiretto del peso:** Ulteriore riduzione di peso dovuta al ridimensionamento di alcune componenti, al fine di mantenere le prestazioni della vettura simili alla precedente;

**Risparmio di carburante primario:** Risparmio di carburante grazie ad un minor peso veicolare, con conseguente abbassamento energetico richiesto per lo spostamento;

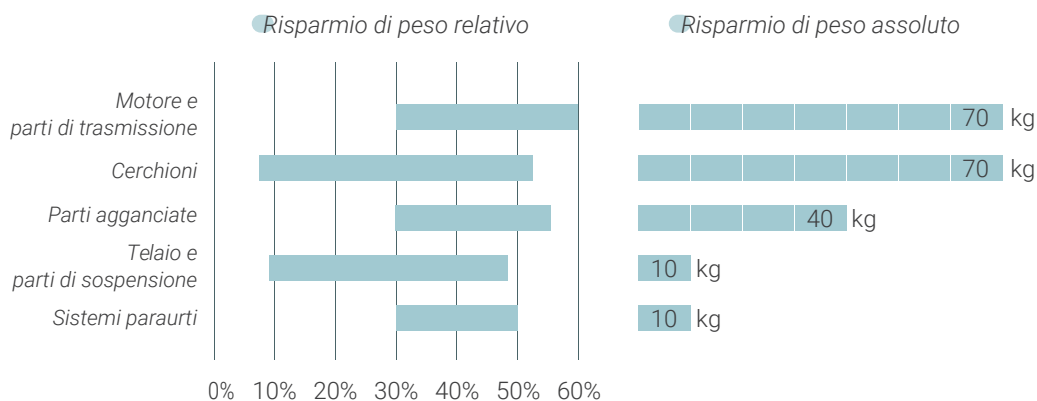
**Risparmio di carburante secondario:** Ulteriore risparmio di carburante dovuto all'ottimizzazione del treno trasmissione, al fine di mantenere le prestazioni della vettura allo stesso livello della precedente.

#### Diminuzione di peso grazie all'alluminio

L'utilizzo di alluminio in sostituzione di altri materiali come l'acciaio consente un risparmio in termini di peso fino al 50%, com'è possibile vedere nella tabella seguente, ricordando che il risparmio indiretto di peso può arrivare fino al 50% di ulteriore risparmio oltre al risparmio diretto sul peso della vettura complessiva.

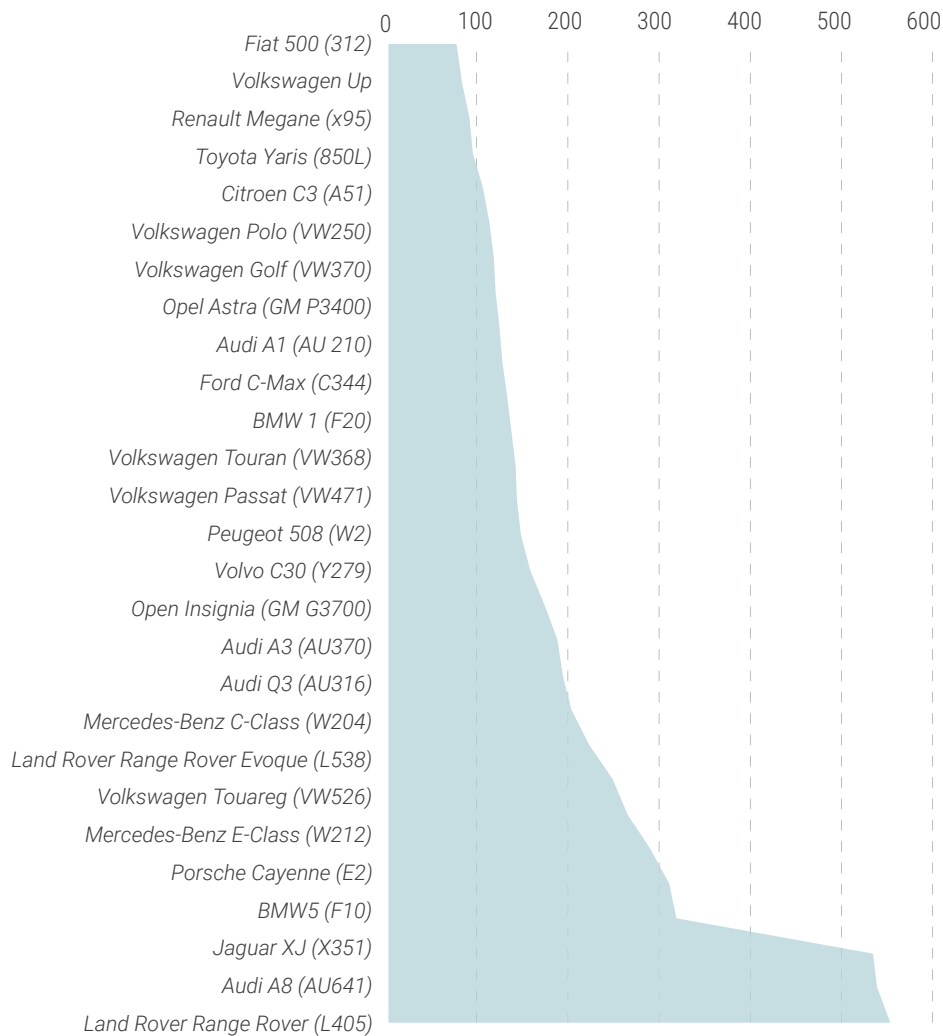
Uno studio pubblicato da Ducker Worldwide in collaborazione con l'European Aluminum Association mostra la quantità di alluminio utilizzata in differenti veicoli in Europa, dove la Range Rover, l'Audi A8 e la Jaguar Xj sono le uniche vetture ad oltrepassare i 500 kg di alluminio. Il contenuto medio in kg di alluminio presente nei veicoli, dal 1975 ad oggi, è triplicato, passando da 50 kg a 180 kg. Si prevede inoltre che entro il 2020 potrebbe

Fig. 16: Risparmio di peso diretto dell'alluminio



Fonte: European Aluminium Association

Figura: Contenuto di alluminio in autoveicoli Europei



Fonte: European Aluminium Association

superare i 200 kg se le auto di medie e piccole dimensioni seguiranno l'evoluzione registrata nei segmenti superiori dell'industria automobilistica.

#### Contenuto di alluminio oggi presente all'interno delle auto

In maniera dettagliata, l'alluminio viene attualmente utilizzato per le seguenti parti:<sup>35</sup>

**Motore:** Blocco motore, Testa del motore, Pistoni, Sistemi antivibrazioni, altre parti.

**Telaio e sospensioni:** Bracci di sospensione, snodi, controtelaio.

**Finiture ed interni:** Tettucci apribili, Binnari, cornici vetro.

**Trasferimento calore:** Scambiatori, dissipatori, scudi termici.

**Struttura corpo macchina:** carrozzeria, binari, supporto radiatori, parti strutturali, pannelli laterale corpo macchina, altro.

L'alluminio presente nei veicoli possiede

un indice di recupero stimabile pari a circa il 58%, tenendo in considerazione la durata media di una vettura, che si stima intorno ai 20 anni. Questa bassa percentuale è attribuibile per la maggior parte alla messa in discarica del Car Fluff, ossia la frazione leggera che deriva dalla frantumazione delle autovetture. Attualmente, nel nostro paese, è meno oneroso indirizzare il fluff in discarica piuttosto che in impianti ad esso dedicati. Una soluzione possibile sarebbe quella di sfruttare tale materia di scarto all'interno dei cementifici (come avviene in Spagna, Belgio e Scandinavia), cercando di ridurre la concentrazione di cloro e di altri metalli presenti al suo interno, al fine di non rappresentare un problema sia per il processo che per il prodotto finale.

#### **1.4.3 SETTORE AUTOARTICOLATI**

Oggi, a seconda del segmento di trasporto preso in considerazione la quantità di alluminio presente può variare da 500 a 3000 kg, con una media di 1000 kg ad autocarro. La prima applicazione di questo metallo risale agli '30 dove venne utilizzato in diversi veicoli commerciali. Successivamente, ed in particolare nel 1976, un prototipo di autoarticolato fu messo su strada, cercando di massimizzare l'uso di alluminio in tutte quelle parti dove fosse consentito. Tale utilizzo, oggi garantisce un notevole miglioramento nell'ergonomia dei veicoli, garantendo un grande vantaggio soprattutto per le parti mobili.<sup>36</sup>

#### **Facilità di lavorazione**

Grazie ad un'elevata facilità di lavorazione a cui le leghe di alluminio possono venir sottoposte, si può affermare che l'alluminio può essere facilmente tagliato attraverso il taglio a getto d'acqua, il taglio laser ed il taglio al plasma, permette una facile lavorazione attraverso i processi di fresatura o foratura, può essere facilmente piegato ed unito attraverso, saldatura, incollaggio, bullonatura e rivettatura.

#### **Diminuzione emissioni di CO<sup>2</sup>**

Utilizzare l'alluminio all'interno di veicoli pesanti può essere il miglior metodo per ridurre le emissioni di CO<sup>2</sup>. In maniera dettagliata permette di:

Durante il trasporto di carichi o merci pesanti, aumentare la capacità di carico, migliorando le prestazioni di trasporto, con il vantaggio di poter trasportare più merci in un unico viaggio. In tal senso, una tonnellata risparmiata sul peso dell'autocarro permette di risparmiare 1.300 litri di carburante su 100.000 km.

Durante il trasporto di merci voluminose, ridurre il peso complessivo con conseguente diminuzione del consumo di carburante per chilometro. In questo caso, una tonnellata risparmiata sul peso dell'autocarro permette di risparmiare 600 litri di carburante su 100.000 km.

Durante il trasporto di passeggeri, ridurre il peso complessivo con conseguente riduzione del consumo di carburante. Una tonnellata risparmiata su un autobus urbano permette di risparmiare tra i 1.700 ed i 1.900 litri ogni 100.000 km.

#### **L'alluminio è facilmente ed economicamente riciclabile**

Due studi provenienti dall'Università di Troyes tra il 2006 ed il 2009, hanno dimostrato che a differenza dei classici veicoli che a fine vita vengono spesso esportati in paesi esteri, nel caso di autocarri o rimorchi, questi rimangono nel nostro paese poiché vi è un ritorno economico maggiore. Il primo studio risalente al 2006,<sup>37</sup> prende in considerazione il presente ed il futuro del trattamento di fine vita delle parti in alluminio all'interno di autocarri e rimorchi utilizzati in Europa, mentre il secondo studio, risalente al 2009,<sup>38</sup> esplora quattro casi studio (trattore, semirimorchio piano, semirimorchio silo e cassone ribaltabile), dove viene dimostrato un tasso minimo di riciclo del 95% del contenuto di alluminio.

In maniera più specifica, l'alluminio viene attualmente utilizzato nelle seguenti parti, con una durata media, che si stima intorno ai 20 anni:

**Componenti per trattori ed autocarri:** cabina e porte, telaio, gruppo propulsore, parti di sospensioni, cerchioni ruote.

**Sovrastrutture:** corpo rigido, corpo ribaltabile, serbatoio carburante, corpo di scarico, silo.

**Componenti sovrastrutture:** Binari per tende, parete anteriore, parete posteriore, pannelli laterali, montanti, pavimento container.

**Parti di sicurezza:** Paraurti anteriore, paraurti posteriori, paraurti laterali, sotto-corsa anteriore e posteriore .

**Sottostrutture dei rimorchi:** Telai.

**Accessori:** Recipienti a pressione d'aria, serbatoio carburante, cassetta degli attrezzi, sponde.

#### 1.4.4 SETTORE FERROVIARIO

L'industria ferroviaria rappresenta un ulteriore settore in cui le leghe di alluminio vengono utilizzate, per via di un'elevata resistenza alla corrosione e grazie ad una riduzione delle componenti utilizzabili, garantendo una maggiore facilità nelle fasi di assemblaggio. In particolare, garantiscono un notevole risparmio in termini di peso rispetto ad altri materiali, come ad esempio l'acciaio, senza la perdita di resistenza. In tal senso, sebbene l'alluminio equivalga a circa  $\frac{1}{3}$ <sup>39</sup> del peso dell'acciaio, per ragioni di sicurezza, nell'industria dei trasporti il rapporto diventa circa la metà. Una delle prime applicazioni avvenne nel 1934, quando un treno realizzato per la maggior parte in leghe di alluminio, percorse la tratta-



Los Angeles-New York. Le leghe maggiormente impiegate al fine di garantire una maggior leggerezza nonché un aumento consistente della velocità massima, sono per lo più leghe appartenenti alle famiglie 5000 (5083-h111, 5059, 5383, 6060) e 6000 (6061, 6063, 6005, 6082),<sup>40</sup> mentre in alcuni casi in cui è richiesta un'elevata resistenza viene utilizzata la lega 7000. Come nel caso degli autoveicoli o degli autocarri, il principale vantaggio nell'utilizzare l'alluminio piuttosto che altri materiali, consiste in una garanzia di minori consumi energetici (fino al 60% in meno), e maggiori capacità di carico, soprattutto nel caso di treni merci. Nel caso di treni regionali che effettuano maggiori soste rispetto a treni ad alta velocità, l'utilizzo di tale materiale, garantisce un'efficienza maggiore poiché permette notevoli risparmi in termini energetici durante le fasi di accelerazione e frenata. In media, una carrozza ferroviaria può contenere 5 tonnellate di alluminio, escludendo ruote e meccanismi realizzati in acciaio, con un costo iniziale maggiore, ma facilmente recuperabile entro i primi 2 anni e mezzo. Studi recenti stanno inoltre indagando la possibilità di utilizzare la schiuma di alluminio nell'industria ferroviaria, prima esclusa per via di una difficoltà nel modellare tale materiale, ma recenti strumenti e nuovi metodi di lavorazione stanno dimostrando una possibile applicazione. Il materiale, composto da due strati di alluminio a cui viene frapposto uno spesso strato di schiuma,<sup>41</sup> composto da magnesio, silicio, rame e alluminio, è circa il 20% più leggero e più resistente agli urti. L'alluminio, utilizzato nella costruzione delle carrozze è soprattutto impiegato nelle realizzazioni delle pareti laterali, nei pannelli che costituiscono il pavimento ed il tetto, nonché nelle rotaie a scomparsa, che collegano il pavimento del treno alle pareti laterali.

#### 1.4.5 SETTORE NAVALE

L'uso di laminati o estrusi di alluminio

oltre che nell'industria automobilistica negli ultimi anni, stanno iniziando ad aumentare anche nel settore navale, stimolando in modo significativo la domanda di alluminio. L'esigenza di ridurre il peso delle navi, con lo scopo di aumentare il carico utile e ridurre i consumi di carburante, ha predisposto i progettisti ad impiegare sempre più leghe di alluminio in alternativa all'acciaio, con ripercussioni positive sul peso strutturale (fino al 50% in meno).

Così come nel caso dell'industria ferroviaria, anche il costo complessivo di investimento per la realizzazione di navi in cui l'alluminio sia in quantità maggiore rispetto all'acciaio, è superiore, ma i costi diventano plausibili se si tengono in



considerazione aspetti come: la possibilità di aumentare i carichi, minori costi di manutenzione, notevole resistenza alla corrosione, un aumento della solidità del mezzo, nonché la possibilità di raggiungere velocità più elevate per via della riduzione di peso. Pertanto, nonostante l'acciaio possieda eccellenti proprietà meccaniche e bassi costi di produzione, sta lentamente lasciando il posto alle leghe Al-Mg. In particolare, le leghe che oggi vengono maggiormente impiegate sono le 5000 non trattabili termicamente, nello specifico il tipo 5083 e le leghe 6000 trattabili termicamente di tipo 6082 (più resistenti, ma due tre volte meno resistenti alla corrosione rispetto alle leghe della serie 5000)<sup>42</sup>, grazie ad un'ottima resistenza, una buona saldabilità ed una buona formabilità. Entrando nello specifico, nella costruzione navale le leghe di alluminio soddisfano o in alcuni casi superano i requisiti minimi di resistenza allo snervamento, potendo competere con acciai ad alta resistenza, e garantendo una maggiore resistenza alla corrosione (corrosione di 120 micrometri l'anno per l'acciaio, contro 1 micrometro l'anno per le leghe di alluminio). Queste proprietà fanno sì, che l'alluminio non venga esclusivamente impiegato nella costruzione di grandi navi (fino a 2.000 tonnellate)<sup>43</sup>, ma anche in yacht, barche a motore ed imbarcazioni subacquee, soprattutto in parti come la chiglia (una trave longitudinale a sezione quadrata o rettangolare che percorre l'imbarcazione da poppa a prua nella parte sommersa), il montante, offrendo notevoli vantaggi in termini di velocità, le attrezzature ausiliarie e le sovrastrutture, al fine di ridurre il peso ed aumentare la capacità di carico. La sostituzione dell'acciaio con l'alluminio comporta una riduzione di peso dal 35% al 45% negli scafi e dal 55% al 65% nelle sovrastrutture. L'obiettivo principale per garantire un maggiore impiego delle leghe in questo settore, sarà dato in futuro dalla possibilità di implementare

ulteriori miglioramenti nelle tecniche di lavorazione, al fine di ridurre i costi della manodopera, che attualmente rappresentano i costi più alti per quanto riguarda la costruzione delle grandi navi in lega di alluminio.

#### 1.4.6 SETTORE AERONAUTICO

Ogni velivolo è costituito da un numero di materiali che lo caratterizzano in continuo mutamento, poiché ogni singolo componente deve possedere particolari caratteristiche quali facilità di reperimento sul mercato, resistenza alla corrosione, resistenza alla fatica, omogeneità (è fondamentale che il materiale possieda le stesse proprietà in ogni parte di sollecitazione) ed infiammabilità. Per tale ragione i materiali che solitamente vengono impiegati in un mezzo aereo sono le leghe di alluminio, di magnesio, le leghe di titanio, l'acciaio ed i materiali compositi per via delle loro caratteristiche. In particolare modo le leghe di alluminio sono tra i metalli più utilizzati. Difatti, possedendo una massa di 2,7 kg/dm<sup>3</sup> ed una resistenza di circa 440 N/mm<sup>2</sup> contro la massa volumica 7,75 kg/dm<sup>3</sup> ed una resistenza a trazione di circa 1100 N/m<sup>2</sup> dell'acciaio, il rapporto resistenza/peso è molto simile (163 alluminio contro 142 acciaio)<sup>44</sup>. Tenendo presente che l'acciaio pesa circa 3 volte l'alluminio, a parità di resistenza, un elemento laminare dovrebbe essere spesso  $\frac{1}{3}$  di quello in lega di alluminio, con difficoltà successive nelle fasi di lavorazione a causa dello spessore così ridotto. Allo stesso modo, per avere uno spessore simile, la struttura in acciaio sarebbe 3 volte più pesante rispetto quella in alluminio, causando notevoli problematiche alla leggerezza del velivolo, caratteristica essenziale in ambito aeronautico. Per tale motivo, le leghe di alluminio rappresentano oggi l'elemento principale per la realizzazione di componenti strutturali. Nel dettaglio alcune componenti nei quali le leghe di alluminio vengono utilizzate sono i correntini e le ordinate che com-

pongono la fusoliera, la parte esterna visibile del corpo del velivolo, i serbatoi nel caso di un aereo commerciale, in quanto inseriti nella skin dell'ala, i carrelli e le relative boccole, nonché alcune parti di giunzione rinforzata. In generale le leghe maggiormente impiegate appartengono alle serie 2000, 7000 e 6000, nel dettaglio 2024 e 7075, in relazione alle caratteristiche da conferire al velivolo. Grazie a tali utilizzi, si riesce ad alleggerire l'aeromobile di circa 1900 kg.

#### 1.4.7 SETTORE IMPIANTISTICA

Fig. 18: % materiali costituenti un velivolo

Materiali velivolo	Percentuali presenza
Alluminio	78%
Acciaio	12%
Titanio	6%
Compositi	3%
Altri	1%

Fonte: itfalco - Materiali per l'industria aeronautica

In questo settore l'alluminio o le sue leghe vengono principalmente impiegati come conduttori, in particolar modo per la realizzazione di linee elettriche adoperate per il trasferimento di energia. Queste, si ramificano in due categorie, le linee elettriche in cavo e le linee con conduttori nudi.<sup>45</sup> Nel primo caso, utilizzate principalmente nelle linee di trasmissione o a media/bassa tensione, l'alluminio può essere utilizzato per le parti conduttrici in relazione al livello di tensione. Se tale livello è basso generalmente viene preferito l'alluminio al rame esclusivamente per un vantaggio economico, mentre nel caso di linee ad alta tensione viene preferito il rame. Nel campo delle medie tensioni invece i conduttori di alluminio possono rappresentare un vantaggio economico se la guaina è anch'essa in alluminio e non in piombo. Nel caso di linee di trasmissione viene invece impiegato insieme ad un altro metallo, si parla infatti di conduttori bi-metallici, come ad esempio l'acciaio, allo scopo di aumentare le caratteristiche meccaniche del conduttore. Quando si fa





invece riferimento alle linee con conduttori nudi, dove gli elementi caratterizzanti sono i conduttori di potenza, gli isolatori ed i sostegni, l'alluminio può essere impiegato nel caso specifico dei conduttori di potenza (utili al trasferimento di energia), in sostituzione al rame, anche se possiede una minore conducibilità (circa il 60% in meno) ed una resistenza a rottura minore (circa il 43%), ma possiede una maggiore leggerezza (circa il 30%), e questo rappresenta sicuramente un vantaggio, poiché una linea con le stesse perdite, peserebbe circa la metà rispetto ad una linea in rame. In questo genere di linee solitamente l'alluminio viene impiegato nella media tensione, ed esclusivamente sotto forma di conduttore cordato. Quando si parla invece di linee ad altissima tensione, per innalzare il livello di trasmissione energetico, vengono impiegati diversi conduttori alluminio-acciaio in parallelo, opportunamente distanziati fra di loro. Le leghe possono anche essere utilizzate per la realizzazione di piantane quadrangolari, impiegate durante la costruzione o le fasi di manutenzione delle linee elettriche e per le scale atte a favorire la scalata delle torrette. Le leghe maggiormente utilizzate appartengono alle classi 1000 e 3000 con una durata media di vita di circa 30 anni.

#### 1.4.8 SETTORE PACKAGING

Utilizzato per la protezione, la preparazione e la conservazione di cibi e bevande, l'alluminio fa la sua comparsa nel campo del packaging agli inizi del '900, garantendo una maggiore flessibilità, un notevole accrescimento nella velocità produttiva nonché una maggiore sicurezza in campo alimentare, poiché funge da barriera contro agenti esterni quali batteri, umidità, luce ed aria. Un ulteriore vantaggio attribuibile a tale elemento, come vedremo in maniera più specifica nei capitoli successivi, è il suo alto potenziale di riciclo, che rende l'alluminio uno dei materiali maggiormente efficienti in termini

di sostenibilità, grazie alla possibilità di essere riutilizzato infinite volte, mantenendo comunque le caratteristiche prestazionali originali. Anche in questo caso, le caratteristiche intrinseche delle leghe come malleabilità, resistenza alla corrosione, atossicità, leggerezza e resistenza meccanica garantiscono una applicazione in svariati prodotti, con la possibilità di personalizzare la lega in funzione della tipologia di applicazione richiesta.

Nel dettaglio le leghe che vengono principalmente impiegate si dividono in:

**Serie 1000:** Composizione pura (quantità minima 99% di alluminio) utilizzata principalmente per la produzione di tubetti, fogli di alluminio e bombolette, in particolare viene impiegata la lega 1100;

**Serie 3000:** L'alligante principale è il manganese, con percentuali variabili in funzione dell'applicazione richiesta. È la lega maggiormente impiegata nella produzione di imballaggi, adoperata per la produzione dei corpi delle lattine, in particolare la 3004, per le vaschette e le scatole destinati al settore alimentare;

**Serie 5000:** L'alligante principale di tale famiglia è il magnesio, utilizzato per garantire maggiore resistenza. Viene utilizzata per la produzione di coperchi per lattine o nel campo delle aperture facilitate come le linguette a strappo;

**Serie 8000:** Le leghe appartenenti a questa famiglia presentano un'elevata varietà di composizioni chimiche, ma nel settore del packaging, l'alligante principale è il ferro. Vengono utilizzate per la produzione di fogli sottili, vaschette e tappi a vite grazie ad una maggiore malleabilità;

**Serie 9000:** Le leghe appartenenti a questa famiglia sono principalmente sperimentali, non usuali, utilizzate per testare nuove composizioni e applicazioni.

## Tipologie di imballaggi

Le esigenze e le abitudini dei consumatori fanno sì che oggi siano presenti sul mercato diverse varietà e formati relativi agli imballaggi in alluminio. In particolar modo, i prodotti che analizzeremo fanno riferimento all'imballaggio primario, ovvero l'imballaggio che confeziona il singolo prodotto pronto al consumo, dove la vita media utile stimata è inferiore all'anno solare. In tal senso, il consorzio CiAl suddivide gli imballaggi in alluminio in tre diverse categorie, a loro volta suddivise in sub-categorie:

Fig. 19: Classificazione imballaggi

<b>Imballaggi Rigidi (spessore 900 - 300 <math>\mu</math>m)</b>
Lattine
Bottiglie
Bombolette spray
Scatolame
<b>Imballaggi Semirigidi (spessore 30 - 170 <math>\mu</math>m)</b>
Vaschette e vassoi
Tubetti
Capsule
Sistemi di chiusura a vite
<b>Imballaggi Flessibili (spessore 5 - 40 <math>\mu</math>m)</b>
Fogli di alluminio

Fonte: CiAl

### Imballaggi rigidi - Lattine

La lattina di alluminio negli ultimi anni sta trasformando il proprio status da semplice contenitore a oggetto iconico, essendo uno dei contenitori più venduti al mondo. Durante il corso degli anni, è stata oggetto di notevoli variazioni a livello estetico-funzionale, in particolar modo per quanto riguarda il sistema di apertura. Difatti, i primi contenitori per bevande erano dotati di una chiusura totalmente ermetica sulla sommità, per niente igienica, poiché per procedere all'apertura bisognava praticare un foro sul coperchio. Gli anni sessanta, garantiranno un cambiamento, con l'introduzione della linguetta e l'apertura verso l'esterno. Tale sistema, verrà nel tempo perfezionato,

con l'invenzione dell'apertura a pressione verso l'interno, che sarà ulteriormente migliorata alla fine del '900, grazie all'ideazione di un sistema che permetteva alla linguetta di restare ancorata alla sommità della bevanda.<sup>46</sup> Oltre al sistema di apertura, anche la forma ed il peso hanno subito notevoli variazioni, con un perfezionamento raggiunto agli inizi del XXI secolo. Nel dettaglio, la ridotta quantità di alluminio impiegata, ha permesso una riduzione in termini di peso da 20 g a 13 g, con conseguenti ricadute sull'impatto ambientale. La lattina è costituita essenzialmente da tre diverse parti, il corpo cilindrico con il fondo composti da un unico pezzo in lega 3000, ottenuti tramite imbutitura ed il coperchio, con già integrata la linguetta di strappo, entrambe realizzate in lega 5000 ed applicate alla struttura cilindrica tramite il processo di aggraffatura.

### Bottiglie

Le bottiglie in alluminio, utilizzate per il contenimento di bevande, detergenti o altri prodotti (saponi, creme, shampoo, ecc.), vengono realizzate utilizzando lo stesso processo delle lattine, ma introducendo una nuova tecnologia atta a deformare il corpo nella forma finale desiderata. Pertanto, si coniuga design ed efficienza industriale per la realizzazione di nuove categorie di imballaggi. Per quanto riguarda le tipologie di chiusura attualmente presenti sul mercato, (tappi a corona, a strappo o a vite) non sempre realizzate in alluminio, dovrebbero essere opportunamente separate. Pertanto, trattandosi di imballaggi monomaterici, ad esclusione del sistema di chiusura, sono completamente riciclabili, il che rende le bottiglie di alluminio, insieme alle lattine, un elemento che unisce funzionalità-efficienza ed economicità.

### Bombolette spray

Le bombolette spray, utilizzate per il contenimento di spume, liquidi o gas, ven-

gono realizzate attraverso il processo di estrusione ad impatto, conosciuto anche con il nome di “estrusione a rimonta”, che a partire da una pastiglia di alluminio a forma di disco inserita in uno stampo aperto da un lato, viene spinta da un punzone che penetra nello stampo, andando appunto a far rimontare l'alluminio verso l'alto, in maniera tale da occupare lo spazio tra le pareti dello stampo ed il punzone. Una volta ultimato il processo, il punzone ritorna nella sua posizione originale, trainando con sé il corpo principale della bomboletta fuori dallo stampo. Grazie all'utilizzo di stampi e punzoni differenti si possono ottenere un'ampia varietà di forme. Nella sommità, viene inserita la valvola erogatrice, realizzata in plastica o metallo, protetta da un ulteriore tappo, solitamente in plastica. Nonostante la facilità nel riciclo, l'aspetto a cui bisogna prestare attenzione è dato dalla presenza

di gas interni nel processo di frantumazione (utile alla divisione della bomboletta dal meccanismo di pressurizzazione), che potrebbero generare delle esplosioni.

### Scatolame

Le scatole in alluminio garantiscono sicurezza, conservazione e inviolabilità del contenuto, non permettendo il passaggio della luce e prolungando la conservazione del prodotto in esse contenuto. Sono composte principalmente da due elementi, il corpo principale, realizzato in misure standard o diverse da esso e la chiusura realizzata con coperchi tradizionali, easy open e easy peel, questo per garantire un'apertura facilitata del prodotto ed in sicurezza, rendendo ottimale l'esperienza del consumatore. Sono generalmente imballaggi non riutilizzabili, in quanto una volta aperti risulta impossibile la chiusura se non nel caso di scatole particolari dove sia presente la chiusura tramite tappi a vite. Da un punto di vista del riciclo, sono usualmente imballaggi monomaterici e conseguentemente facilmente riciclabili. L'aspetto a cui bisogna prestare attenzione riguarda il coperchio, poiché in alcuni casi per via di una bassa densità potrebbe nel processo di vagliatura finire nel sottovaglio con conseguente ulteriore processo di selezione o addirittura perdita materica.

### Imballaggi semirigidi - Vaschette e vassoi

Le vaschette e i vassoi di alluminio vengono impiegati essenzialmente per la conservazione e/o la cottura di cibi, consentendo la conservazione dei prodotti senza alterarne il contenuto. Il processo di formatura ad impatto rende possibile la loro realizzazione, abbinando un coperchio in alluminio accoppiato con cartoncino, o nel caso di vaschette monodose, un coperchio easy-peel in alluminio o materiale plastico. Presenti sul mercato in varie forme e dimensioni, vengono principalmente utilizzate nel settore alimentare. Essendo costituito da pochi elementi (va-



schette/coperchio), presenta un'elevata facilità di riciclaggio, prestando però attenzione durante la fase di dismissione, poiché è fondamentale appallottolare la vaschetta o il vassoio per facilitare la fase di selezione ed evitare l'ossidazione nei forni di fusione.

### **Tubetti**

Il processo produttivo di un tubetto inizia con il caricamento delle pastiglie di alluminio all'interno di una pressa, dove avviene il processo di estrusione ad impatto<sup>47</sup>. Nel dettaglio, tali pastiglie vengono compresse, generando una deformazione plastica che rende possibile lo scorrimento di alluminio eccedente nella parte libera tra il punzone e la matrice, formando così il corpo del tubetto, che subirà successivamente un processo di incrudimento, per accrescere la resistenza ed eliminare eventuali residui.<sup>48</sup> La lega utilizzata in questo caso è la 1000 che, grazie alla sua purezza garantisce un'ottima flessibilità nelle fasi di lavorazione. I tubetti vengono impiegati sia nel settore alimentare che non, grazie alla barriera che l'alluminio garantisce. I tubetti sono completamente riciclabili, bisogna prestare attenzione esclusivamente al tappo, che potrebbe essere in plastica e quindi dovrebbe essere opportunamente separato prima della differenziazione.

### **Capsule**

Le capsule in alluminio vengono impiegate principalmente per foderare i tappi in sughero o in materiale plastico, utilizzati per la chiusura delle bevande in bottiglia. Generalmente presentano un'elevata possibilità di riciclo, ma a causa dello spessore ridotto, durante le fasi di fusione all'interno dei forni, possono ossidarsi. Inoltre, possono essere rivestiti da alcuni strati di materiale plastico, compromettendone la riciclabilità.

### **Sistemi di chiusura a vite**

I sistemi di chiusura a vite vengono

realizzati utilizzando fogli piani di alluminio appartenenti alle leghe della famiglia 8000, ed in particolare la lega H14 8011A con uno spessore di  $\mu$  0,22 è una delle leghe maggiormente impiegate. Generalmente i fogli piani di alluminio dopo una fase di stampa litografica subiscono un processo di imbutitura, attraverso il passaggio in tre diverse presse per acquistare la forma cilindrica necessaria. Le capsule imbutite vengono quindi inserite in una formatrice rotativa, al fine di creare la zigrinatura e la ribaditura per l'inserimento di eventuali membrane o guarnizioni per garantire un'efficiente tenuta tra il collo della bottiglia ed il tappo in alluminio.<sup>49</sup> Tali sistemi sono totalmente riciclabili, ma in alcuni casi in cui sia presente una guarnizione plastica, risulta difficoltosa la separazione dal tappo. Un ulteriore elemento di criticità può essere la dimensione di tali chiusure, in quanto durante le fasi di separazione possono facilmente sfuggire alla selezione.

### **Imballaggi flessibili - fogli di alluminio**

A livello industriale i fogli di alluminio vengono lavorati per uno specifico settore, in particolar modo quello alimentare, in quanto garantiscono la inattaccabilità da agenti esterni, presentano una elevata leggerezza avendo uno spessore ridotto (il foglio di alluminio più sottile ha uno spessore di 0,006 millimetri, ovvero 6 micron) ed una elevata malleabilità, garantendo la capacità di mantenere la forma dopo la piegatura. Le leghe impiegate e completamente riciclabili sono le 1000 e le 8000. Come nel caso delle vaschette e dei vassoi, al fine di ottimizzare il processo di recupero durante le fasi di selezione, risulta fondamentale appallottolare l'imballaggio prima della differenziazione, in modo da garantire la selezionabilità. Oltre al mercato alimentare, il foglio di alluminio viene impiegato in settori come la cosmetica (involucri) o l'ambito medico (blister).

# NOTE

29. VV. Goutière, M. Fortier, C. Dupuis, *Aluminium Casting Furnace Energy Efficiency: Recent Improvements in Rio Tinto Aluminium Casthouses*, TMS (The Minerals, Metals & Materials Society), Pittsburgh, 2016.
30. J.R. Davis, *Aluminum and Aluminum Alloys*, ASM International, 200131. International Aluminium Institute, Refining Process, <<http://bauxite.world-aluminium.org>>.
31. Franco Bonollo, *Leghe di Alluminio*, Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali, Università di Padova - Sede di Vicenza.
32. European Aluminium Association, *Sostenibilità dell'alluminio in edilizia*, Bruxelles, 2011, <[european-aluminium.eu](http://european-aluminium.eu)>.
33. Boin U.M.J. and Bertram M., *Melting Standardized Aluminium Scrap: A Mass Balance Model for Europe*, 2005.
34. European Aluminium Association, *Aluminium in cars, Unlocking the light-weighting potential*, Bruxelles, 2013, <[european-aluminium.eu](http://european-aluminium.eu)>.
35. Applicazioni, *Aluminium Automotive Manual*, <[european-aluminium.eu](http://european-aluminium.eu)>.
36. European Aluminium Association, *Moving up to aluminium, High payload, safe and sustainable road transport*, Bruxelles, 2014, <[european-aluminium.eu](http://european-aluminium.eu)>.
37. *The fate of aluminium from end-of-life commercial vehicles*, Université de Technologie de Troyes, 2006.
38. *Recycling rates of aluminium from end-of-life commercial vehicles, four case studies*, Université de Technologie de Troyes, 2009.
39. *Train passager et train à haute vitesse*, <[ceal-aluquebec.com](http://ceal-aluquebec.com)>.
40. Goran Djukanovic, *Aluminium use in the production of trains steams ahead*, 2017, <[aluminiuminsider.com](http://aluminiuminsider.com)>.
41. Ibid.
42. Goran Djukanovic, *Aluminium alloys in shipbuilding - a fast growing trend*, 2017, <[aluminiuminsider.com](http://aluminiuminsider.com)>.
43. The Future Moves with Aluminium, *Marine, Cutting the Waves with Aluminium*, <[transport.world-aluminium.org](http://transport.world-aluminium.org)>.
44. *Materiali per l'industria aeronautica*, <[itfalco.edu.it](http://itfalco.edu.it)>.
45. Emanuela Pazzola, *Linee elettriche*, Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Cagliari, 2006.
46. *La lattina di alluminio per bevande: storia e curiosità*, 2017, <[infissaper.it](http://infissaper.it)>.
47. *Estrusione per impatto*, <[cicloericiclo.eu](http://cicloericiclo.eu)>.
48. *Processo produttivo dei tubetti in alluminio*, <[lametallurgica.it](http://lametallurgica.it)>.
49. *Le fasi di produzione dei tappi a vite*, 2017, <[tappiavite.it](http://tappiavite.it)>.



## 1.5 FLUSSI GLOBALI

Le figure 21, 22 e 23 mostrano i flussi di import/export di materia dei processi produttivi, comprendente bauxite, allumina, lingotti di alluminio, semilavorati e prodotti.<sup>50</sup> Le regioni geografiche prese in considerazione sono Cina, Europa, Giappone, Medio Oriente, Nord America, Sud America, Resto dell'Asia ed altri produttori (regioni geografiche differenti). Lo scopo è quello di mostrare le relazioni tra le varie nazioni in termini di import/export, valutando le quantità di materia in movimento. La fonte da cui sono stati reperiti i dati è l'International Aluminium Institute.

I dati mettono in evidenza che il Sud America è la regione con il maggior quantitativo di materia complessivamente esportata (2.604.419 t), con un picco di 1.582.629 t relative alla movimentazione della bauxite in Nord America, utilizzata principalmente a livello interno per la produzione di allumina, utile nelle lavorazioni successive per la realizzazione di prodotti da introdurre nel proprio mercato o da esportare. La Cina, prima potenza mondiale a livello di raffinazione e produzione, oltre ad un enorme quantitativo di bauxite prodotta (27.069 kt), importa grandi quantità di bauxite dal Sud America (42.560 t), dal resto dell'Asia (204.000 t) e da altri produttori (1.780.835 t) per soddisfare la domanda di mercato. A livello di risorse interne vanta un quantitativo di materia tra bauxite, allumina, lingotti, semilavorati e prodotti finali di 177.850 kt contro una media delle restanti regioni geografiche di 27.250 kt. Anche a livello di export nel settore relativo ad i prodotti

finiti, la Cina rappresenta la regione geografica con il maggior quantitativo, pari a 905.552 t, indirizzati in quantità maggiori in Nord America (220.564 t). La categoria "altri produttori" comprendente regioni geografiche diverse da quelle menzionate, come ad esempio l'Australia, esportano grandi quantità di bauxite, allumina e lingotti in paesi come la Cina, l'Europa, il Medio Oriente ed il resto dell'Asia. Questi dati sono strettamente correlati alle maggiori compagnie produttive che in ordine di forza sono:

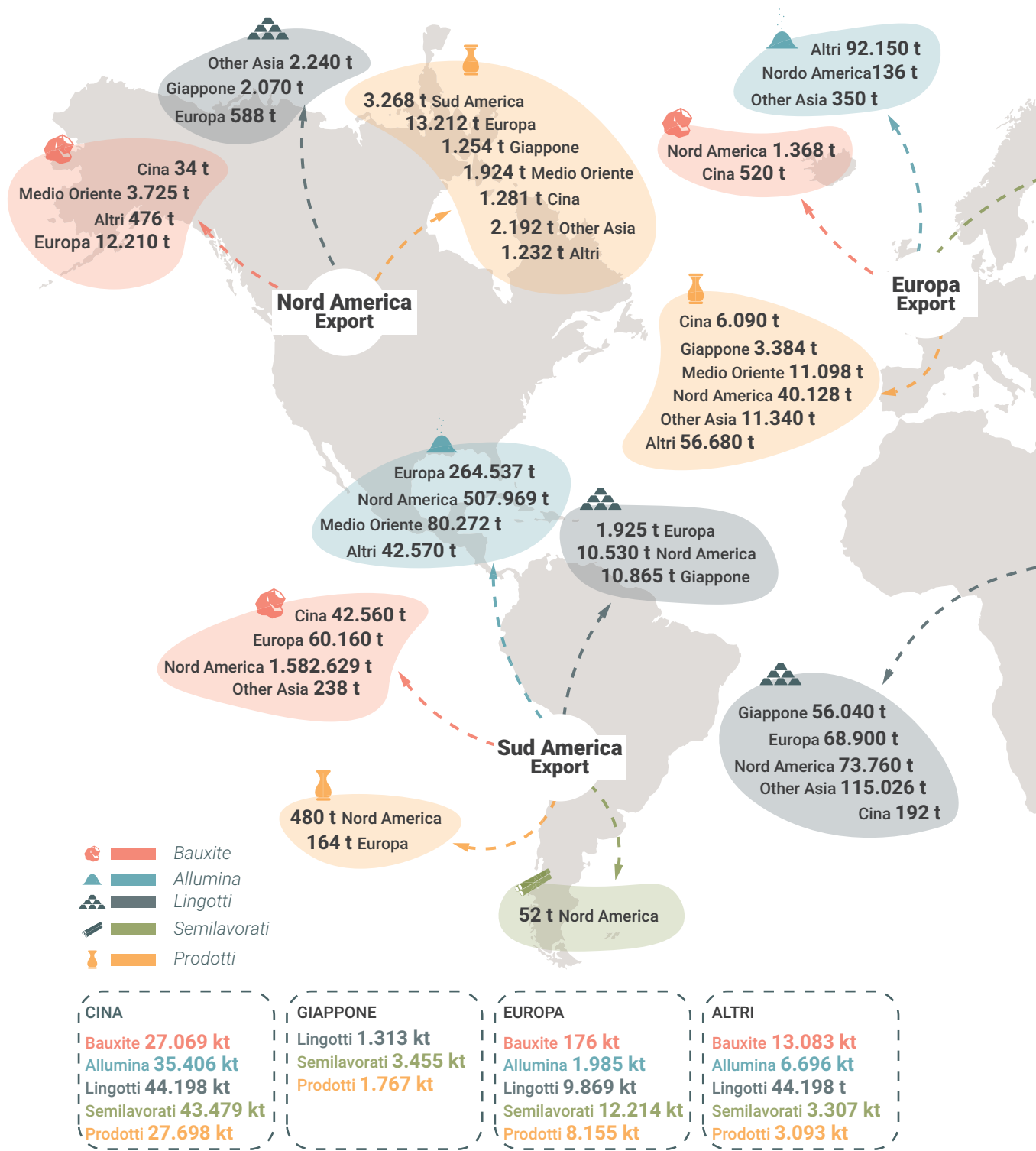
Fig. 20: Maggiori compagnie produttive

Compagnie	Provenienza
China Hongqiao	Cina
UC Rusal	Russia
Rio Tinto	Australia
Shandong Xinfu Aluminum % Electricity	Cina
Aluminium Company of China (Chalco)	Cina
Emirates Global Aluminium (EGA)	Emirati Arabi
Alcoa	U.S.A
Spic	Cina
East Hope	Cina
Hydro Aluminium	Norvegia

Fonte: Company annual reports for 2017

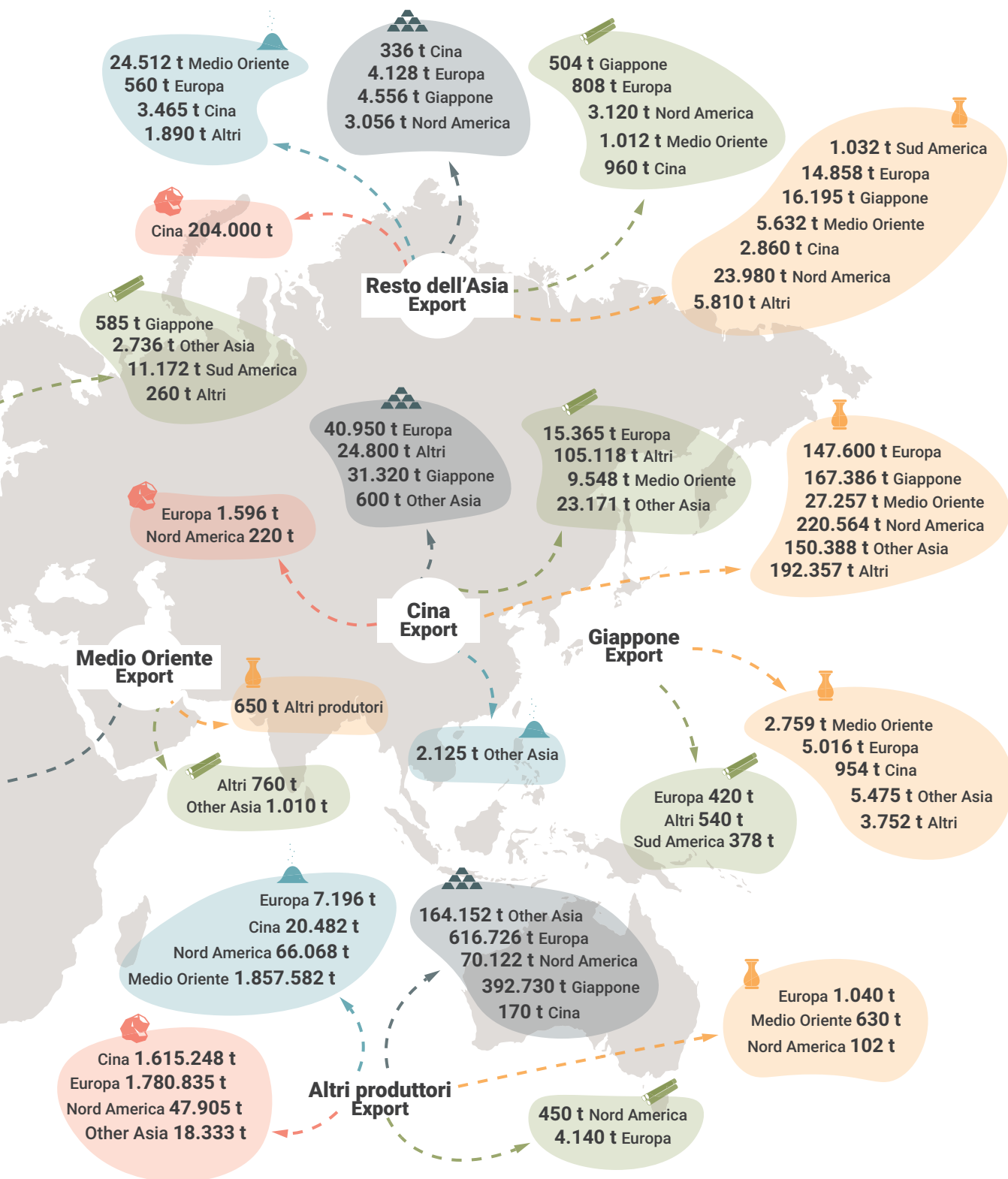
Questo mette in luce lo strapotere del governo Cinese, spiegando il perché dell'elevato potere produttivo.

Figura 21. Quantità di materia dei processi produttivi esportata



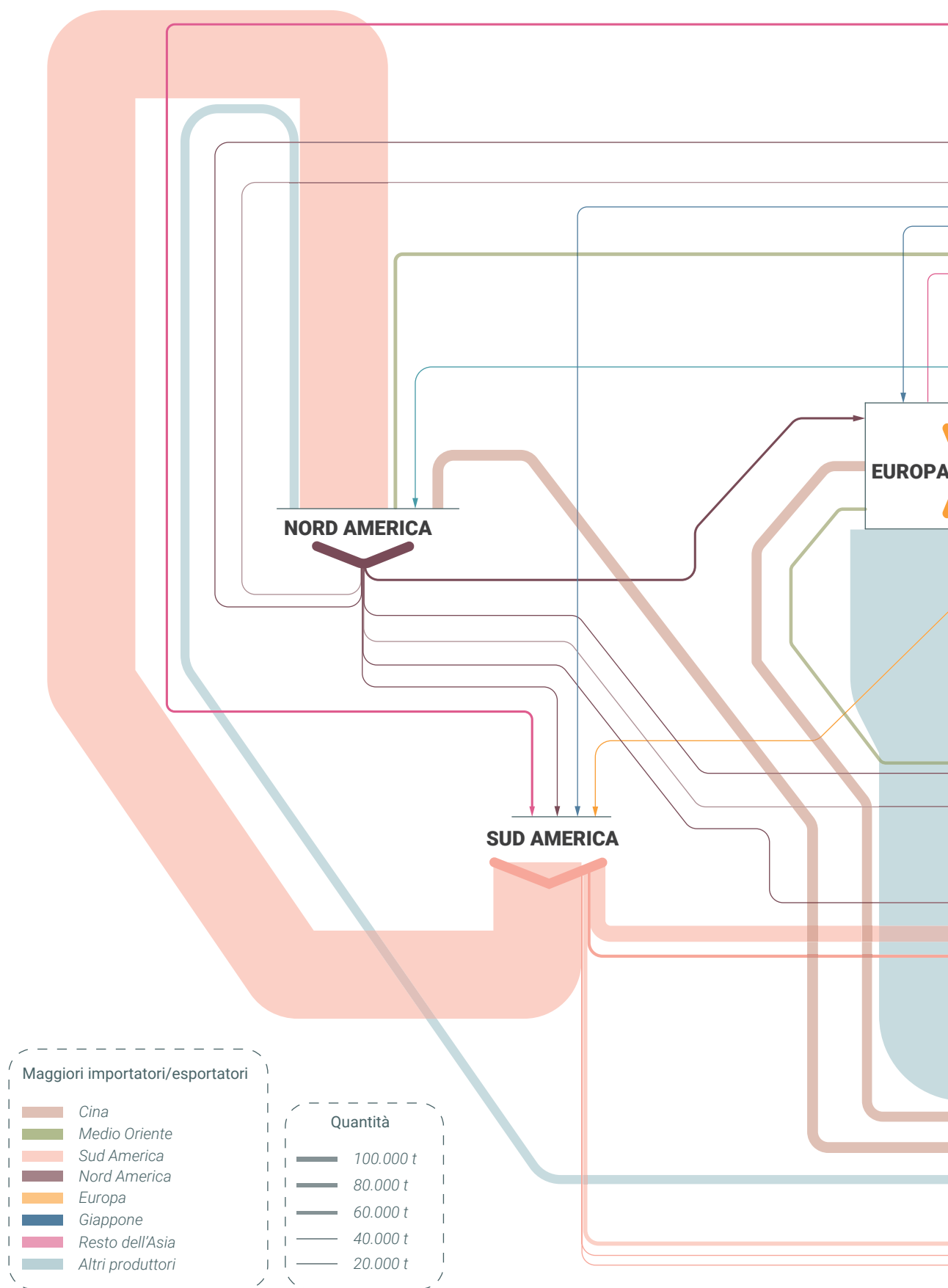
Materie prime rimaste nel paese di origine  
Fonte: International Aluminum Institute





MEDIO ORIENTE	SUD AMERICA	RESTO DELL'ASIA	NORD AMERICA
Bauxite 838 kt	Bauxite 4.963 kt	Bauxite 4.829 kt	Allumina 1.047 kt
Allumina 894 kt	Allumina 1.058 kt	Allumina 3.376 kt	Lingotti 8.910 kt
Lingotti 2.166 kt	Lingotti 1.825 kt	Lingotti 7.745 kt	Semilavorati 10.922 kt
Semilavorati 1.838 kt	Semilavorati 1.912 kt	Semilavorati 9.881 kt	Prodotti 8.803 kt
Prodotti 1.718 kt	Prodotti 1.505 kt	Prodotti 7.572 kt	

Figura 22. Flussi Import/export di materia dei processi produttivi



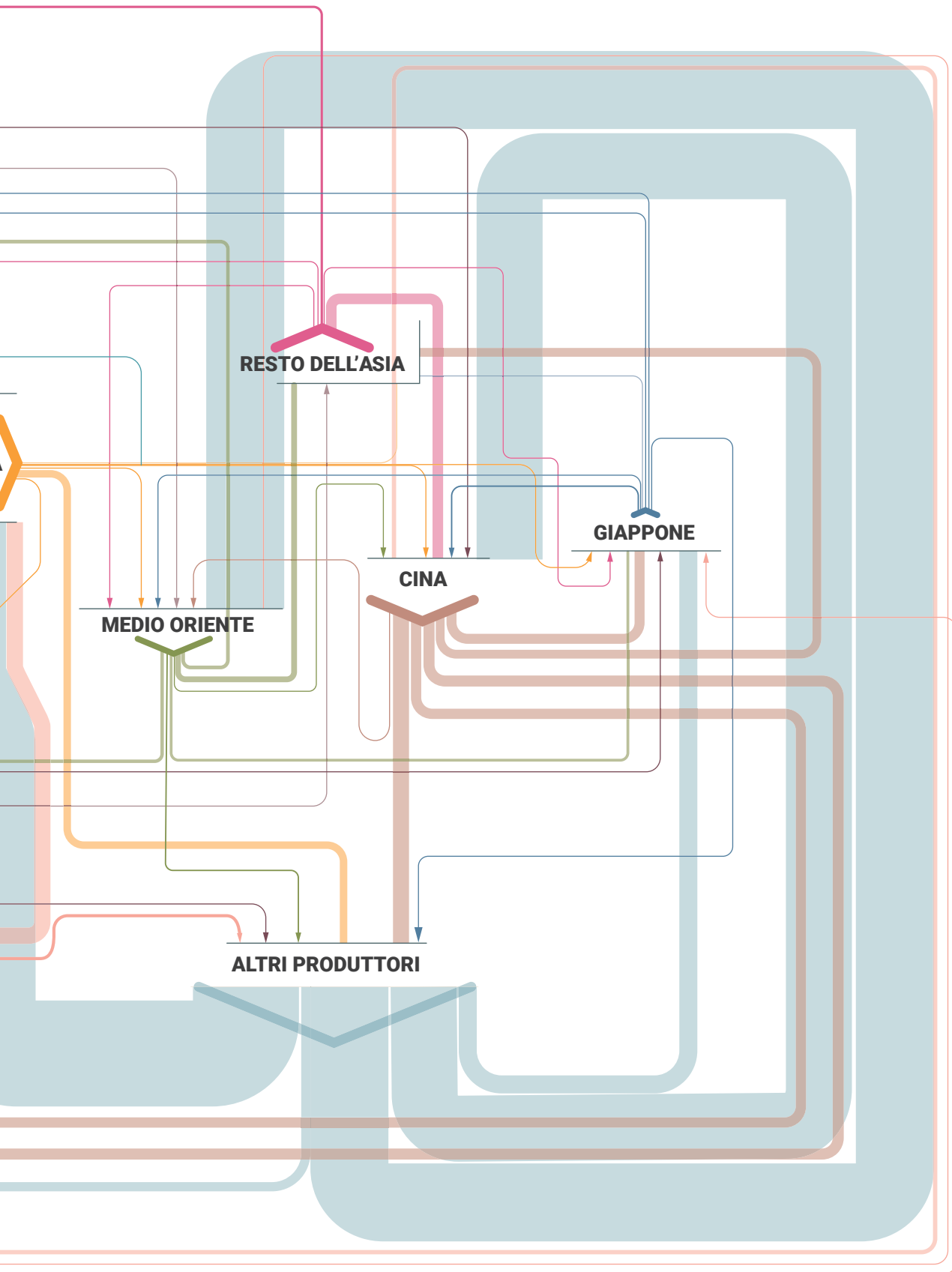
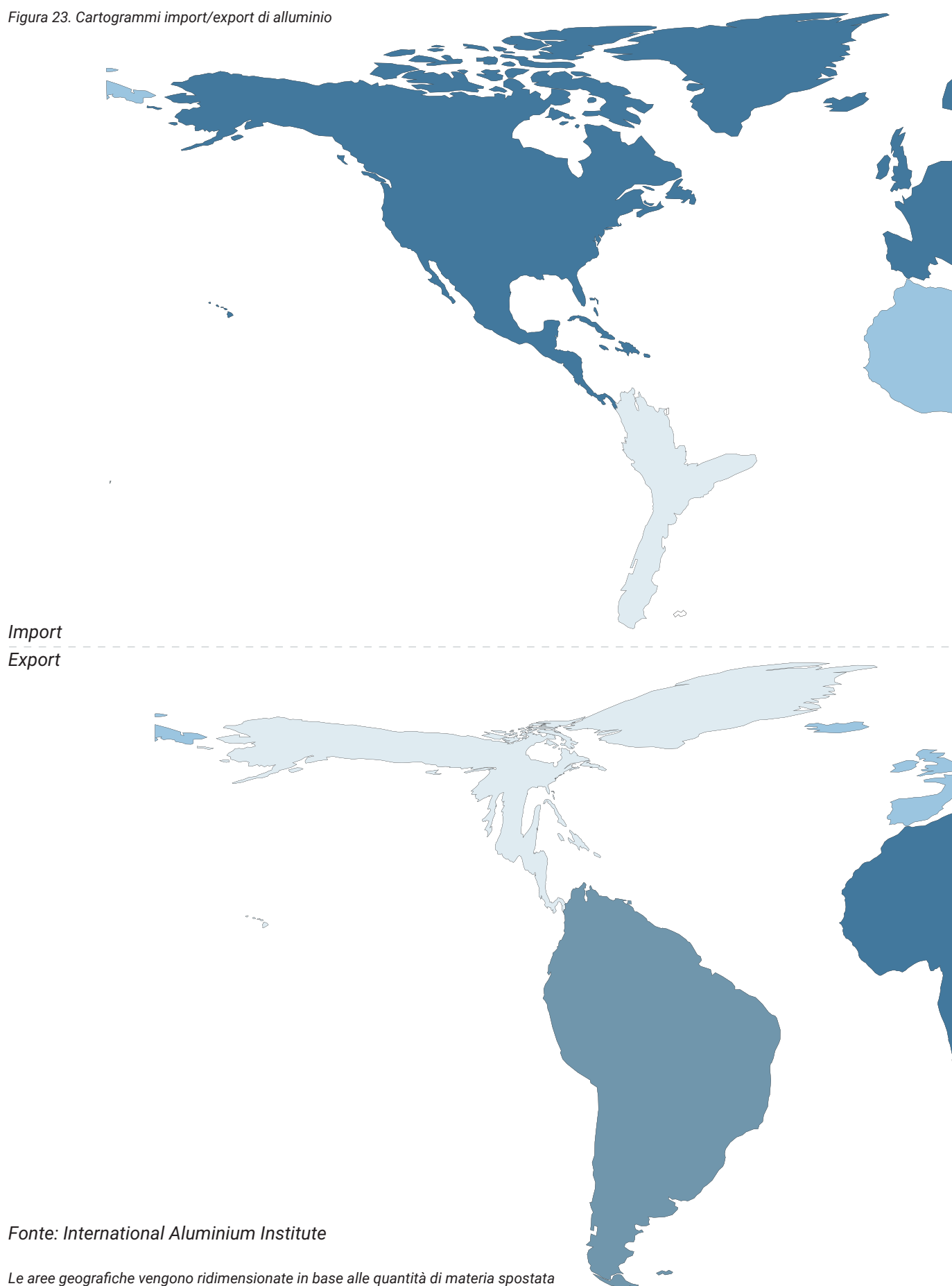
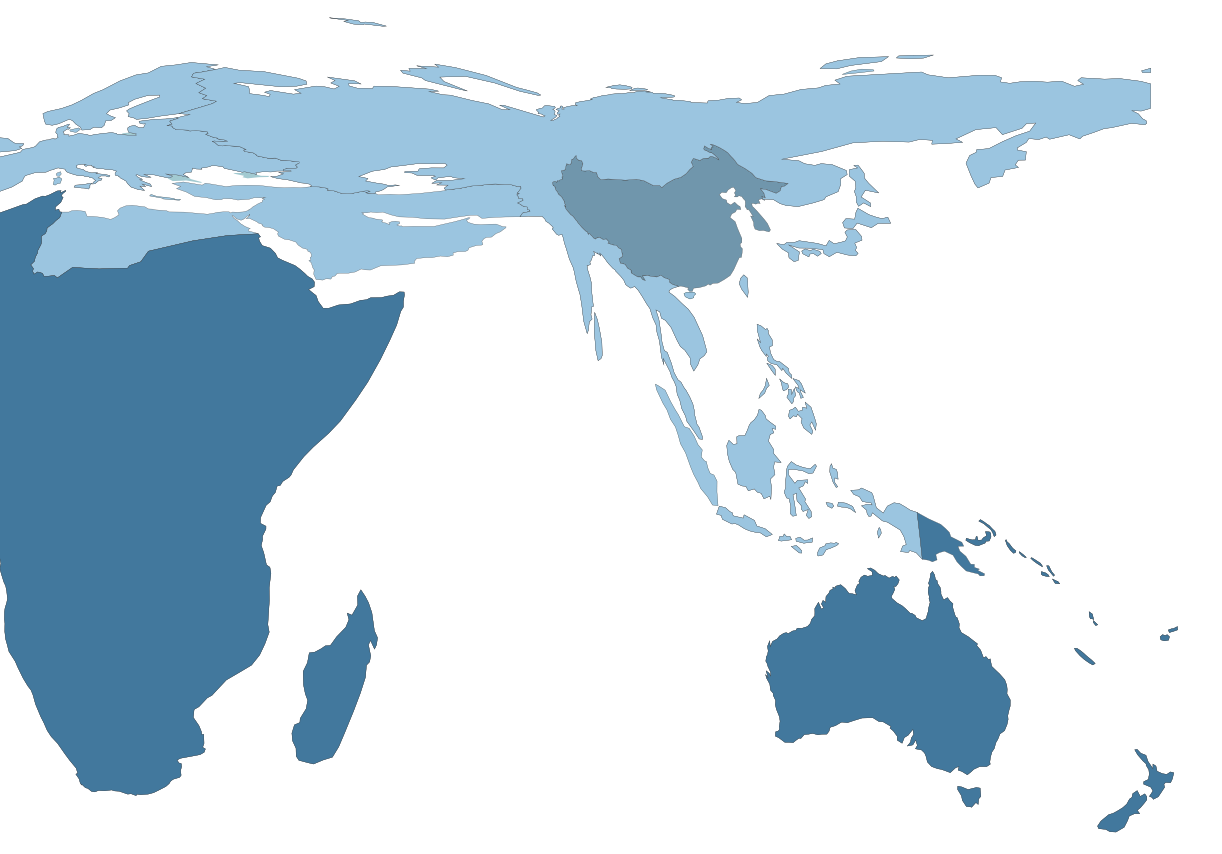
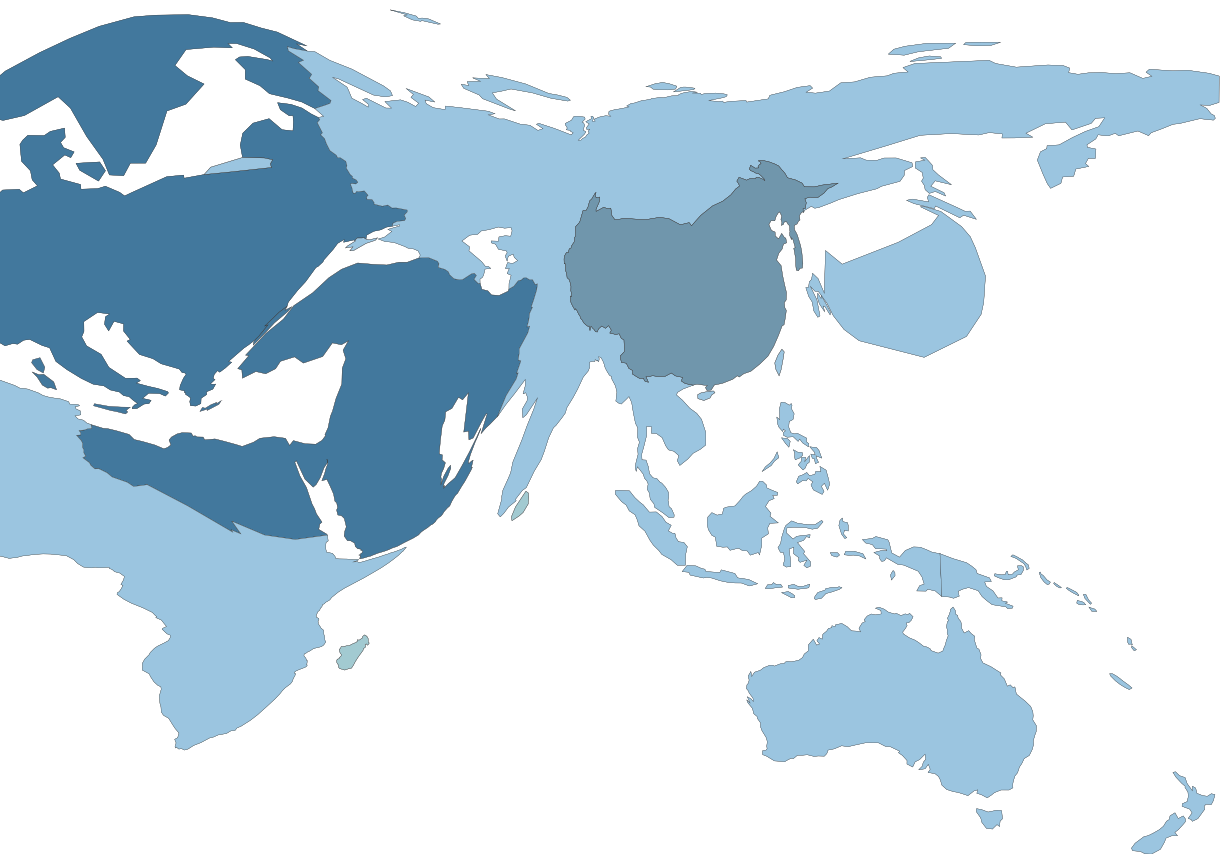


Figura 23. Cartogrammi import/export di alluminio



Fonte: International Aluminium Institute

Le aree geografiche vengono ridimensionate in base alle quantità di materia spostata





# 02.

## LA SECONDA VITA DELL'ALLUMINIO

*I dati presenti nel capitolo sono da attribuire alla rivista “MR Insight - Materia Rinnovabile, supplemento al n. 06-07, novembre 2015, Edizioni Ambiente”. Tale rivista cita come fonte le seguenti istituzioni: International Aluminium Institute; European Aluminium Association; Eurostat; Istat; Consorzi Raee, CONAI, GIAL.*

51. *Rassegna statistica Alluminio, 2016, <assomet.it>*





## 2.1 FLUSSI ITALIANI PER LA PRODUZIONE DI ALLUMINIO SECONDARIO

Cresce oggi la tendenza di abbracciare modelli economico circolari, che a differenza dei classici modelli lineari, nascono dall'intersezione della sfera ambientale con quella economica, generando quindi realtà basate su politiche ambientali sostenibili ed economie stabili. Il cambiamento è una lenta sfida, in quanto mantenere l'equilibrio socio-economico durante la transizione non è semplice, ma soprattutto non si dispone di alternative fortemente valide per tutti i processi e materiali.

L'alluminio può essere un importante vettore dell'economia circolare, secondo i termini suddetti. Infatti i costi di lavorazione della materia vergine sono molto alti in termini di energia ed emissioni, mentre riciclare riduce del 95% i consumi energetici e di 9 tonnellate l'emissione di anidride carbonica su tonnellata di alluminio riciclato. Inoltre, dal punto di vista prestazionale, può essere riciclato infinite volte al 100% senza che perda le sue caratteristiche originali.

L'Italia ha ultimamente raggiunto un ruolo di spicco nel determinare un'economia del riciclo valida, nata probabilmente dall'esigenza di valorizzare una risorsa che non può produrre in autonomia, data l'assenza di miniere di bauxite.

Si parla quindi di “**miniera urbana**”.



## 2.2 CATEGORIE RIFIUTI

Il potenziale dell'alluminio secondario dipende dalla raccolta degli scarti di produzione e dei rifiuti urbani prodotti. Gli scarti di lavorazione sono detti anche di pre-consumo, ed il loro recupero avviene in maniera pressoché totale. I rifiuti post consumo, invece, rappresentano un elevato potenziale dall'alto valore commerciale ed ambientale, considerando che la totale perdita apparente, da usi urbani ed industriali è di circa il 40%, con principale criticità nel settore automobilistico (42%), ed ulteriori considerevoli dispersioni per quanto riguarda i flussi urbani (imballaggi 45%, beni di consumo durevole 65%, RAEE 79%). Questo mancato recupero di alluminio, stimato ad un potenziale di perdita di circa 350 milioni di euro e 1.350 occupati, può rappresentare una vera e propria "miniera" da cui "estrarre" la materia prima ed aprire nuovi mercati.

### 2.2.1 RIFIUTI URBANI

I flussi nei **rifiuti urbani** sono così determinati:

**Imballaggi.** Suddivisi in tre categorie: imballaggi rigidi (lattine, bombolette, scatolame), semirigidi (vaschette, tubetti, capsule), e flessibili (fogli, film, poliacoppiati in prevalenza alluminio). I quantitativi non includono frazioni minori di imballaggi (come i blister farmaceutici) poiché non assoggettati alla normativa. Inoltre alcuni fogli, film in rotolo e contenitori non sono soggetti a contributo ambientale Conai come imballaggi (secondo CiAl il quantitativo nel 2013 equivale a 12.500 tonnellate). Nel 2013 la stima del riciclo di tali rifiuti ammonta a 44.000

tonnellate, ovvero il 55% del materiale recuperato.

**Fogli in rotolo e altri contenitori.** Comprende fogli, film ed altri contenitori non soggetti a contributo ambientale Conai come imballaggi. Secondo i dati CiAl nel 2013 il quantitativo prodotto annuo corrisponde a 12.500 tonnellate.

**Usi domestici.** Comprendono oggetti di arredo (tavoli, sedie), utensili da cucina (pentolame, stoviglie), e articoli ad uso igienico e da toilette (pagliette, spugne per pulire). La stima del riciclo nel 2013 ammonta a 7.000 tonnellate, circa il 35% dei rifiuti recuperati. I valori includono anche il peso di eventuali altri materiali assemblati.

**Raee.** Includono componenti in alluminio appartenenti ad apparecchi elettrici ed elettronici. La quantità è ricavata applicando il contenuto medio di alluminio per categoria di prodotto (dati derivanti dalle stime dello studio di United Nations University 2008) alla quantità di apparecchiature immesse sul mercato (come media del periodo 2008 - 2012). Il flusso comprende, su un totale del 100% dei Raee, elettrodomestici per il 29% (a loro volta suddivisi in piccoli elettrodomestici, frigoriferi e condizionatori, elettrodomestici bianchi, e altro); la categoria tecnologia, con una percentuale del 47,5% (per lo più composta da schermi di vario tipo, riproduttori musicali, e prodotti IT, come computer, stampanti e fotocopiatrici); utensili per il 5,5%; apparecchi per l'illuminazione per il 18%. Dei Raee avviati al riciclo, solo il 21% (15.000 tonnellate),

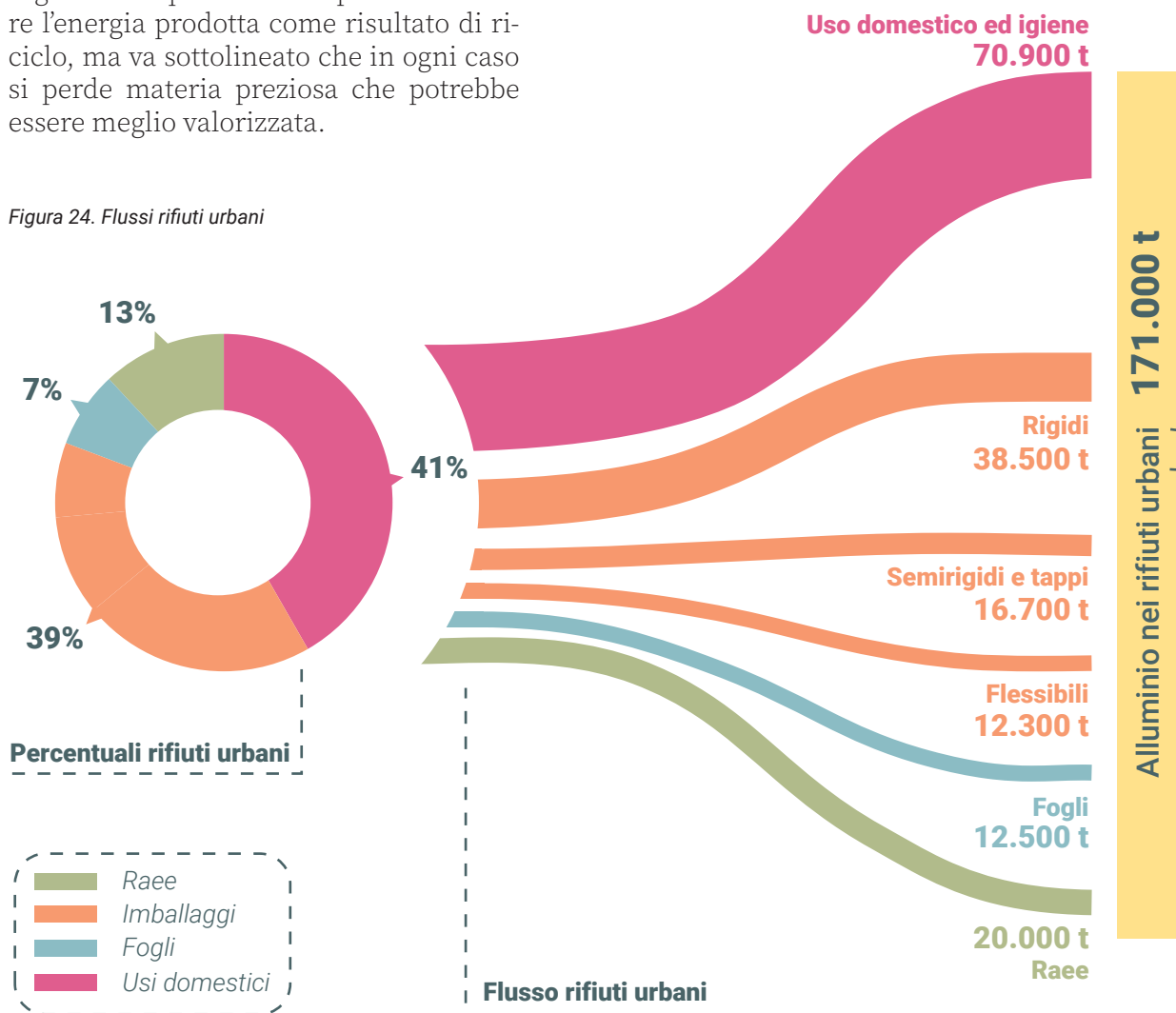
viene effettivamente riciclato, con una ingente perdita del 79%.

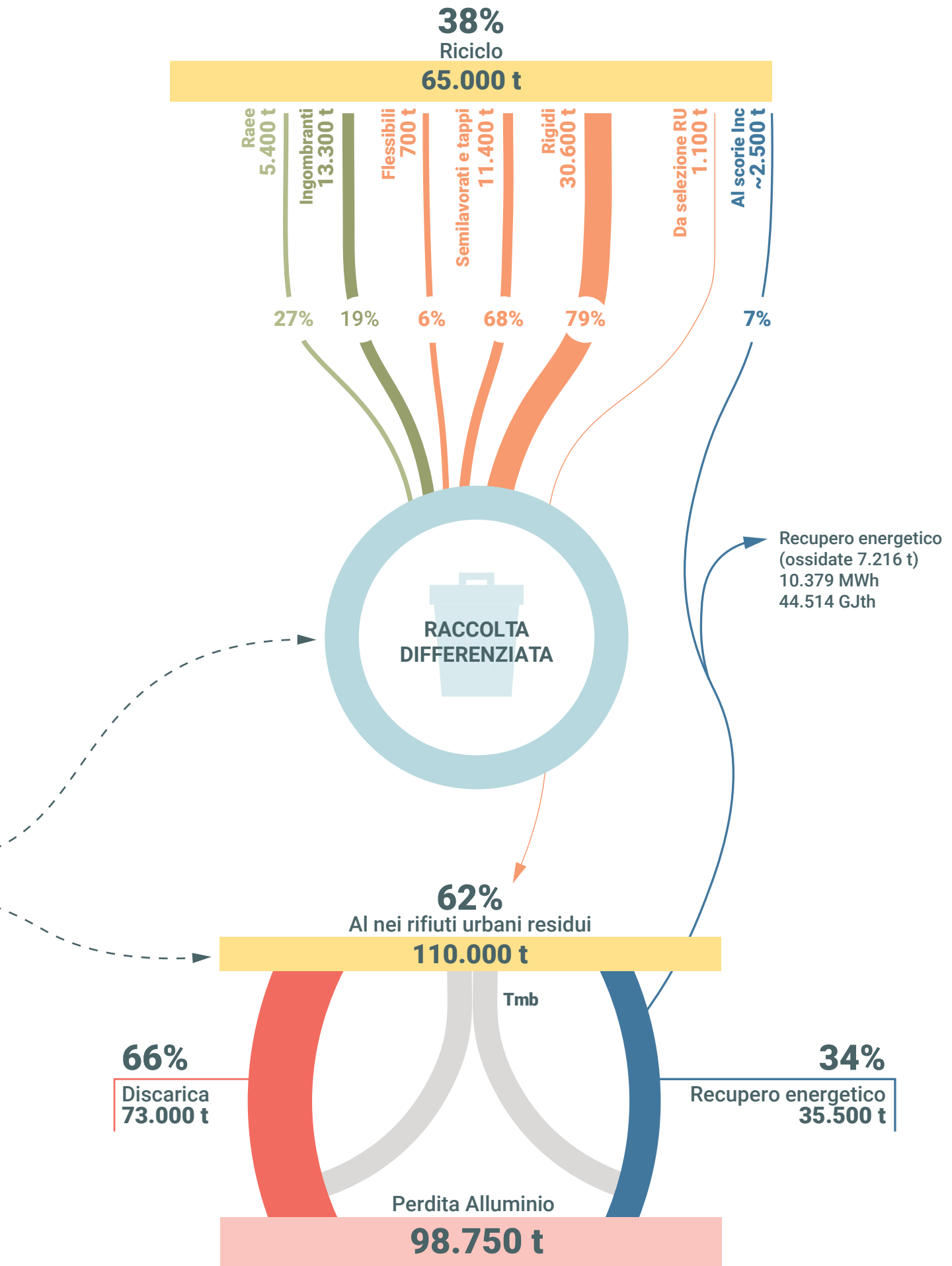
I flussi di alluminio compresi nei prodotti di arredo non sono inclusi nella categoria rifiuti urbani, ma vengono inseriti nella dicitura “uso domestico” in quanto difficilmente distinguibili; come nel caso degli infissi e serramenti derivanti dalle ristrutturazioni domestica compresi nella macrocategoria “edilizia”.

Come si evince dallo schema, il 62% dell’alluminio avviato al riciclo finisce nei rifiuti urbani residui. La maggior parte verrà conferita in discarica, mentre circa un terzo farà parte dei rifiuti avviati ai processi di termovalorizzazione. Di conseguenza in questo caso si può considerare l’energia prodotta come risultato di riciclo, ma va sottolineato che in ogni caso si perde materia preziosa che potrebbe essere meglio valorizzata.

La perdita di alluminio nei rifiuti urbani va in parte attribuita al sistema di recupero della materia. In Italia l’alluminio viene differenziato tramite la raccolta multi-materiale, indi per cui sono necessari dei trattamenti post raccolta. Tali pratiche variano a seconda delle possibilità dei gestori delle diverse aree nazionali, quindi non sempre sono efficaci, a causa di limiti tecnici e tecnologici degli impianti designati per svolgere tale processo. I Raee invece sono direttamente conferiti dal cittadino presso aree di ritiro convenzionate, le quali hanno il compito di dividere i rifiuti secondo specifiche caratteristiche, affinché vengano avviati alle strutture di trattamento più idonee.

Figura 24. Flussi rifiuti urbani





Tenendo presente esclusivamente le quantità nazionali di imballaggi (rigidi, semirigidi, flessibili) non correttamente differenziati e di conseguenza destinati ad essere smaltiti in discarica, è stata effettuata una breve analisi, al fine di mettere in correlazione i quantitativi di alluminio non recuperati con i relativi costi (valori nazionali estrapolati dal prospetto ISPRA) di gestione (266 €/t) e smaltimento (91,04 €/t) ed il mancato corrispettivo economico percepito derivante da CIAL (15 €/t) e dal valore medio derivante dall'accordo QUADRO ANCI-CONAI (281 €/t).

Fig. 25: Quantità di alluminio nei RU e % di recupero

	Quantità	% Al nei RU	di recupero
Imb. rigidi	38.500 t	24%	79%
Imb. semirigidi	16.700 t	10%	68%
Imb. flessibili	12.300 t	8%	6%

Tabella: % di perdita e conseguente perdita economica

	% di perdita	Perdita economica
Imb. rigidi	21%	5.284.356,00 €
Imb. semirigidi	32%	3.492.838,40 €
Imb. flessibili	94%	7.556.929,20 €
Totale		16.334.117,60 €

Generalmente gli step del trattamento di separazione sono:

**Vagliatura manuale:** i rifiuti urbani vengono distesi su nastri trasportatori, quindi un operatore separa manualmente i rifiuti monomaterici facilmente riconoscibili. Per quanto riguarda il trattamento dei RAEE, questa fase è sostituita da un processo di smantellamento dei prodotti con componenti facilmente rimovibili.

**Taglio o frantumazione:** la grandezza dei rifiuti viene ridotta, in modo tale che i risultati più efficace lo step successivo.

**Separazione a correnti parassite:** la materia frantumata subisce una prima sepa-

razione magnetica, e viene scaricata su un nastro vibrante che ne allarga e dosa il flusso. Vengono quindi indotte correnti che creano una forza di repulsione tale da provocare un salto. Solitamente si ha una separazione in tre flussi, lanciati in tre diversi container, uno per i metalli ferrosi, uno per quelli non ferrosi ed uno per i materiali inerti. La resa di separazione dipende molto dalle condizioni di esercizio, dalla velocità, dalla granulometria dei frammenti, e dalla distanza dei materiali sul nastro trasportatore. Per ragioni di produttività, le condizioni operative della selezione dei rifiuti urbani non consentono un'efficiente differenziazione dei materiali non ferrosi. Quindi i frammenti di alluminio troppo piccoli o leggeri spesso finiscono tra gli inerti (fogli, capsule, tappi, linguette delle lattine, coperchi peel off).

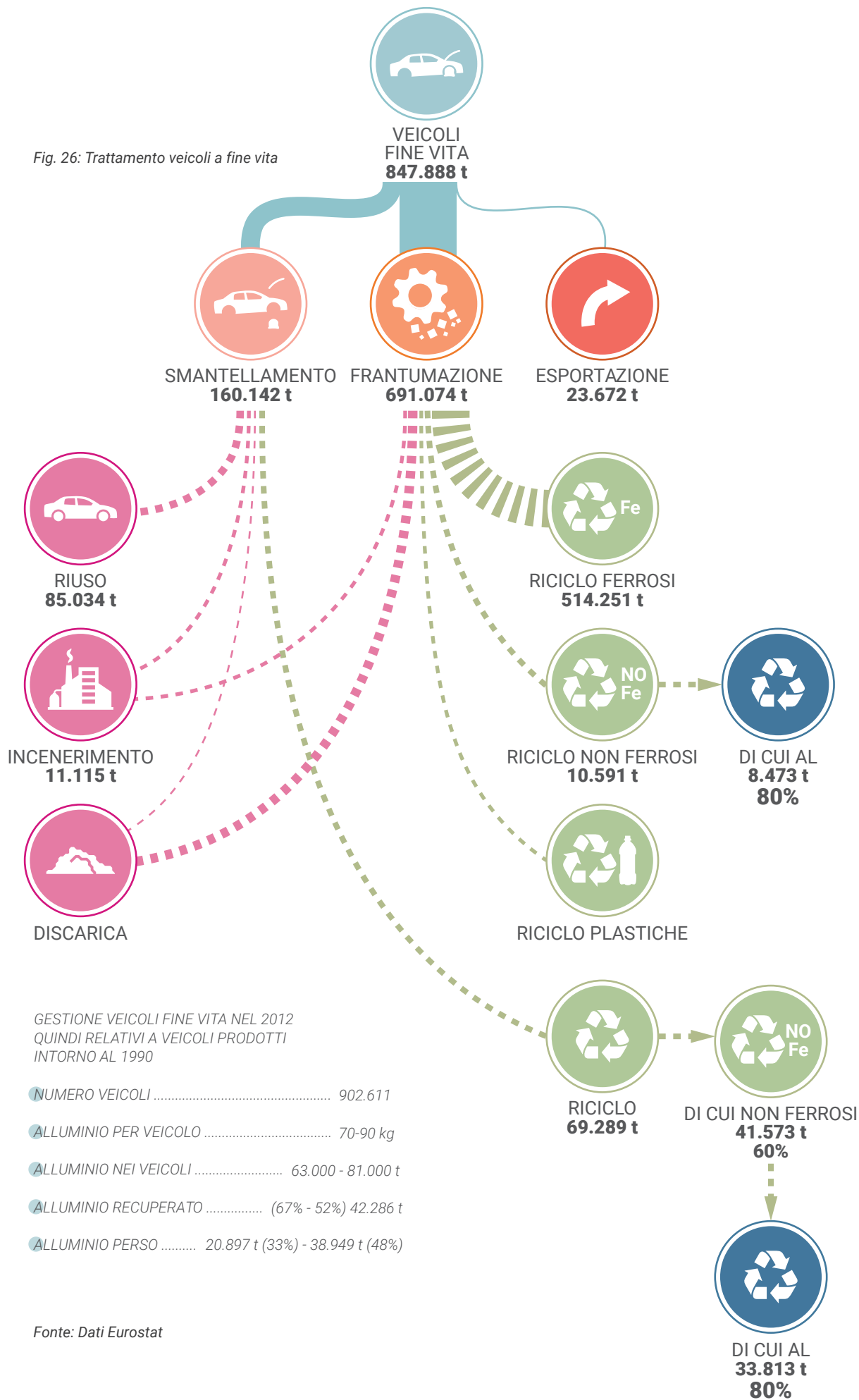
Raramente, per lo più per i RAEE, vengono impiegate tecniche di **separazione tramite fluido denso** e tecniche spettroscopiche.

## 2.2.2 TRASPORTI

Il 35% della produzione di alluminio italiana è impiegata nel settore dei trasporti, di cui il 60% nel campo automobilistico ed il 30% nella costruzione di mezzi pesanti (metro, treni, aerei e navi). La quantità di alluminio presente nei mezzi di trasporto è in continua crescita date le sue alte prestazioni fisiche e la sua peculiare leggerezza, che ne deriva un notevole risparmio energetico durante la sua operatività:

**Automotive:** il contenuto medio di alluminio negli autoveicoli è di circa 140 kg. La media deriva da un range abbastanza ampio, in quanto, in base alla categoria del veicolo, cambia radicalmente la componente di alluminio in essa presente (es. segmento A 75 kg/veicolo, segmento E 301 kg/veicolo; Aluminium Penetration Cars, European Aluminium Association).

Fig. 26: Trattamento veicoli a fine vita



Inoltre è opportuno considerare che l'impiego di alluminio negli autoveicoli è cresciuto notevolmente nel tempo. Quindi, per calcolare le quantità di alluminio potenzialmente riciclabili, vanno considerati i valori di presenza di alluminio negli autoveicoli di circa 20 anni prima rispetto al momento del riciclo, data la vita media utile di questo genere di prodotti. Nel 2013, in Italia, sono 72.000 le tonnellate stimate avviate a pratiche di riciclo, di cui se ne è effettivamente recuperato solo il 58%. Le cause di questo mancato recupero sono principalmente ricondotte all'inefficienza tecnologica e di gestione di gran parte delle autodemolizioni.

**Altri mezzi di trasporto:** comprende l'insieme di mezzi pesanti, quindi navi, aerei, metro, e treni. Poiché tra questi mezzi c'è una grande differenza sia di peso che di struttura, risulta inutile fornire una media di presenza di alluminio. Risulta interessante notare invece che delle 44.000 tonnellate avviate al riciclo nel 2013, l'Italia è riuscita a garantire un recupero del 90%. Il raggiungimento di questa quota è dovuta alla competenza specializzata delle aziende che si occupano dello smantellamento e la dismissione di questi mezzi.

Gli step del riciclo di questa categoria sono:

**Estrazione di fluidi:** vengono rimossi acqua, olio ed eventualmente carburante, in modo tale da rendere sicuri i processi successivi.

**Smantellamento:** il mezzo viene smontato completamente in tutte le sue componenti, separate per vetro, plastica, metalli, pneumatici ed eventualmente tessuti. Capita sovente che, durante questa fase, vengano individuati componenti in buono stato, quindi saranno reintrodotti nel mercato dell'usato secondo una formula di riuso e non di riciclo.

**Taglio e frantumazione:** dei metalli rimasti, si tagliano le componenti più ingombranti, per poi ridurre tutto alla granulometria compatibile con le specifiche tecniche dei macchinari utili allo step successivo.

**Separazione a correnti parassite:** il principio del processo è identico a quello utilizzato per la separazione dei rifiuti urbani, con differenze più che altro tecniche. Fondamentale in questo caso la separazione magnetica, data la prevalenza di acciaio nei mezzi di trasporto.

Le soluzioni spettrometriche e di separazione tramite fluido denso sono, anche in questo caso, eccezioni che riguardano per lo più la separazione di rifiuti complessi.

### 2.2.3 EDILIZIA

L'industria italiana dell'edilizia può essere considerata campo virtuoso nella gestione del recupero dell'alluminio. Del materiale prodotto nazionalmente, una percentuale pari al 18% è impiegata ad uso interno, mentre il 22% è destinato all'esportazione. Inoltre in Italia, come vedremo successivamente, la produzione di estrusi, laminati e principalmente semilavorati (maggiormente sfruttati in questo settore) ammonta al 77%. La leggerezza, la conduttività, la resistenza alla corrosione e alle sollecitazioni, sono quelle caratteristiche che rendono l'alluminio particolarmente efficiente nella produzione di infissi, serramenti, elementi strutturali, lamiera coibentanti e altri elementi. La vita utile di tali prodotti di arredo oscilla mediamente tra i 20 e i 50 anni ed il loro tasso di recupero è pari al 95%. La capacità italiana nel riciclo di alluminio dipende dall'efficiente pratica di recupero per opera delle stesse imprese di installazione. Nel 2013 sono state recuperate e avviate al riciclo 60.000 tonnellate con un recupero pari a 57.000 tonnellate.



Le pratiche di recupero in edilizia sono:

**Smantellamento:** i prodotti vengono separati dal fabbricato, successivamente vengono smontati quando possibile e divisi per materiali, come vetro, metalli, alluminio, plastiche, gomme ed isolanti vari.

**Taglio:** l'alluminio viene opportunamente tagliato, affinché possa essere facilmente trasportato o differenziato secondo i successivi step. Infatti è già possibile differenziare buona parte dell'alluminio durante questo processo, così che venga direttamente avviato a raffinazione o rifusione in base alla lega che lo compone.

**Triturazione:** si tratta di ridurre il materiale a granulometria desiderata, compatibile con i limiti tecnologici dei macchinari degli step successivi.

**Separazione a correnti parassite:** utile, come precedente detto, alla separazione dei metalli ferrosi dall'alluminio e gli inerti.

**Separazione con fluido denso:** metodo molto efficace nella separazione della frazione di alluminio dalla frazione poliammide, composta per lo più da guarnizioni, gomme, isolanti e materiali vari in kevlar e nylon. Sfrutta le proprietà di densità dei materiali, per dividerle secondo il loro peso specifiche tramite un liquido denso abbastanza da permettere il galleggiamento di un materiale e l'affondare dell'altro. I sistemi più moderni sono ottimizzati con grandi centrifughe meccaniche che velocizzano il processo.

## 2.2.4 LINEE ELETTRICHE E MACCHINARI

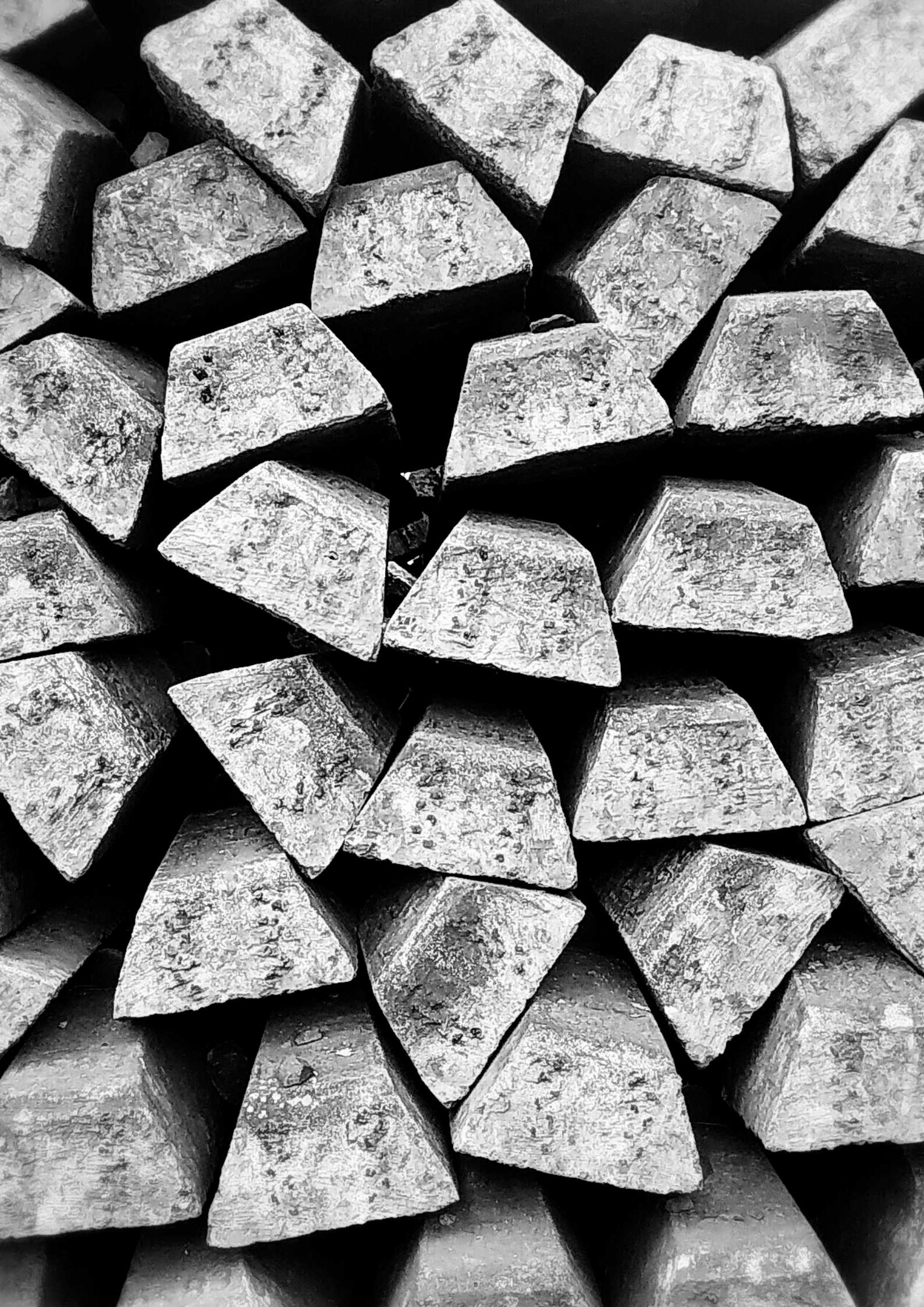
Tratteremo la categoria delle linee elettriche e dei macchinari congiuntamente, in quanto molto simili sia da un punto di vista di flussi della materia che dal punto di vista del processo di recupero e riciclo. Con un ciclo di vita stimato tra i 30 e i 40 anni, si contano, nel 2013, 37.000 tonnellate di rottami provenienti dalle linee elettriche e 28.000 tonnellate da macchinari, dei quali, per entrambi i settori, viene stimato un riciclo effettivo dell'80%. Per quanto riguarda le linee elettriche, date le caratteristiche e le proprietà della materia, l'alluminio è impiegato sia come materiale per i cavi di sistemi a basso o medio voltaggio, che per la struttura delle torrette, oltre che a tutti gli strumenti e i mezzi necessari per l'installazione e la manutenzione delle linee (scale, impalcature, piattaforme). Nei macchinari è utilizzato principalmente come scocca, ma anche per particolari ingranaggi e cablature.

Gli step di avviamento a riciclo sono principalmente:

**Smantellamento:** l'impianto viene smontato, e già durante questa fase si riesce a differenziare buona parte dell'alluminio.

**Taglio e frantumazione:** le parti più ingombranti vengono tagliate, per poi essere frantumate insieme a tutti gli altri rottami.

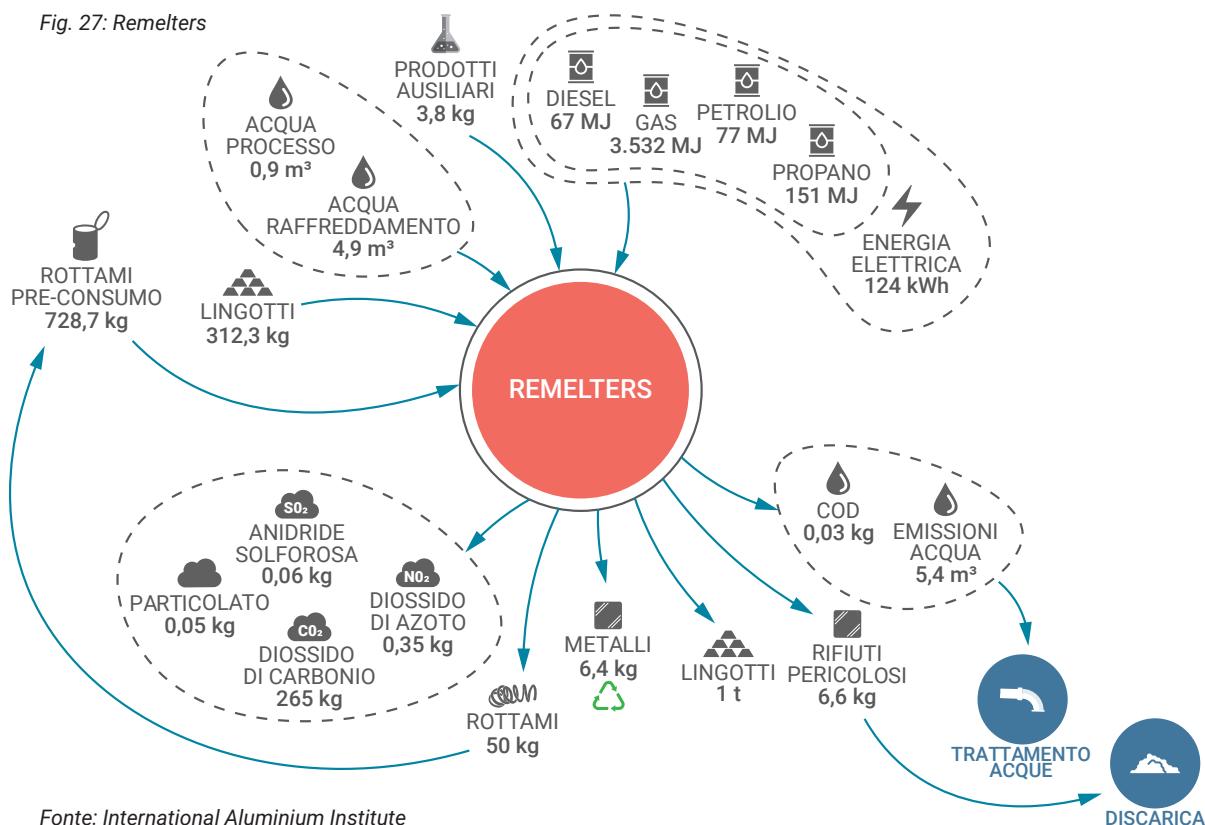
**Separazione a correnti parassite:** come sempre, necessaria a dividere i materiali ferrosi, l'alluminio e gli inerti.



## 2.3 REFINERS E REMELTERS

Se l'industria della produzione primaria di alluminio è fortemente vincolata dalla logistica di approvvigionamento della materia prima, da un'ingente disponibilità idrica locale ed energetica, l'industria dell'alluminio secondario segue una distribuzione più legata alla determinazione di una filiera che integri fornitori di rottami e trasformatori industriali. Infatti, in Italia, la distribuzione territoriale dei poli produttivi è molto ampia, soprattutto per le attività di fusione. Sono due i settori industriali che si occupano di fondere i rottami in lingotti, diversi nel tipo di rottame trattato.

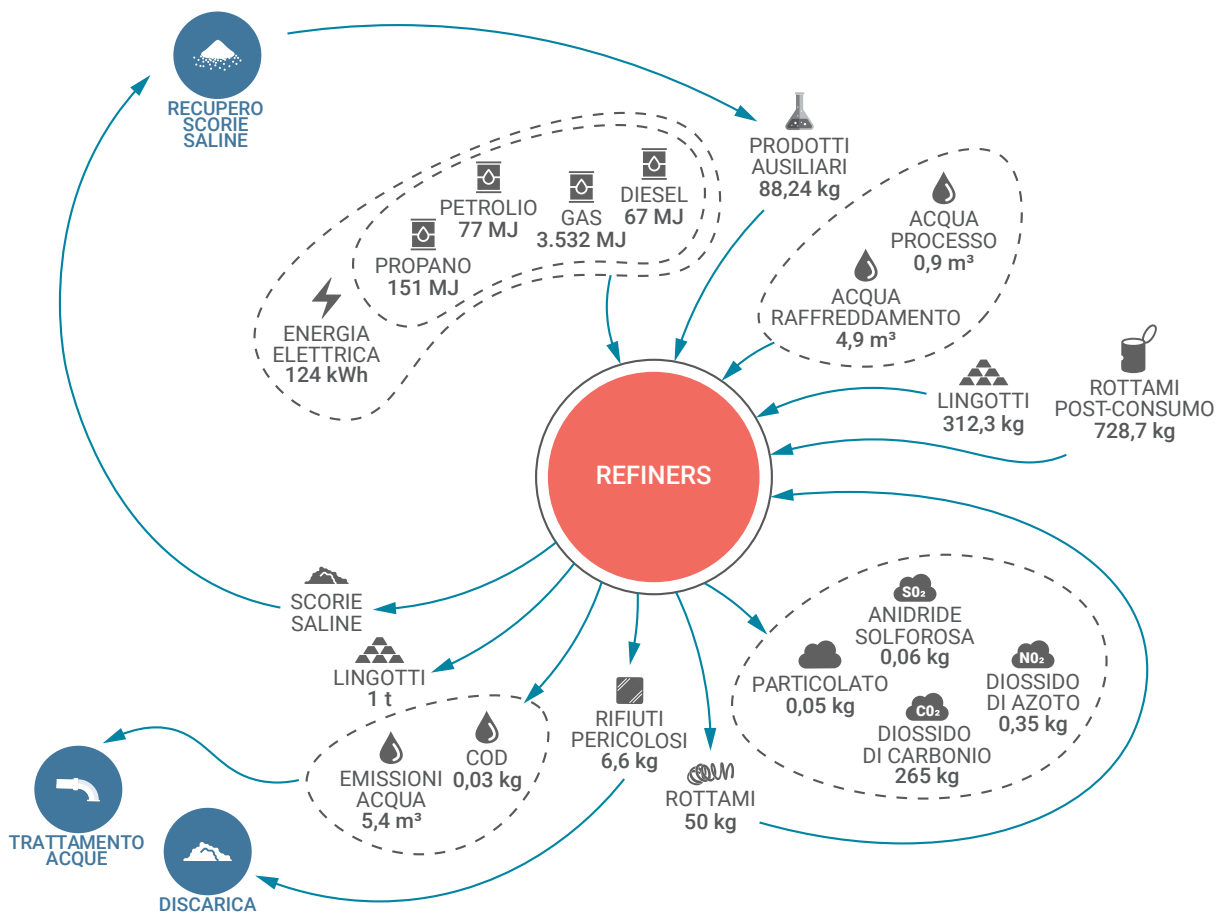
Si parla di remelters (rifusori) se il rottame trattato deriva da leghe di lavorazione plastica pre-consumo (estrusione, laminazione), o da scarti interni, qualora la produzione di semilavorati fosse integrata. Si contano 487.500 tonnellate prodotte nel 2013, divise in billette (cilindri con diametro tra i 5 e i 50 cm, lunghi fino a 7 metri), lavorati tramite estrusione per la produzione di profilati, tubi, barre; placche (lastre), impiegati tramite laminazione per la produzione di fogli sottili (fino a 5 micron); liquidi di colata continua, nel caso in cui l'industria di trasformazione fosse integrata con quella di rifusione.



I refiners (raffinatori) lavorano rottami pre e post-consumo, quindi si occupano della fusione e raffinazione di tutti i prodotti dell'industria dell'alluminio, dai rifiuti urbani ai trasporti. Dato l'alto numero di differenti leghe utilizzate per i vari prodotti, la pratica del refining prevede un maggior impiego di sali e leganti, utili alla raffinazione delle leghe. Inoltre il processo è anche alimentato dalle sco-

rie prodotte dai remelters e dalle scorie saline prodotte internamente durante il processo di raffinazione. La produzione nazionale nel 2013 ammonta a 664.000 tonnellate, delle quali i principali prodotti sono: pani o lingotti per fonderia, quindi per la produzione di getti; alluminio per deossidazione, utilizzato nell'industria dell'acciaio.

Fig. 28: Refiners



Fonte: International Aluminium Institute

## 2.4 IMPORTAZIONI ED ESPORTAZIONI DI ALLUMINIO E LEGHE ED AVANZI

Come mostrato dalla rassegna statistica Assomet<sup>51</sup>, visionabile nelle pagine successive, l'industria italiana è una importatrice netta di rottami di alluminio, con un valore di 517.961 tonnellate inerenti ai cascami e agli avanzi, a fronte di 151.979 tonnellate esportate. Il quantitativo di alluminio grezzo importato (in lega e non) è pari a 1.300.157 tonnellate a fronte di 377.640 tonnellate esportate. I quantitativi maggiori di cascami ed avanzi esportati sono diretti in Europa (125.591 t) o nei paesi appartenenti all'Unione Europea (116.011 t), aree dalle quali importiamo specularmente i maggiori quantitativi, Europa (502.046 t) e Unione Europea (446.301 t). Per l'alluminio grezzo importato, i maggiori quantitativi provengono dall'Unione Europea (390.332 t), dall'Europa (689.322 t) e dall'Africa (372.301 t), mentre le maggiori quantità esportate sono dirette in Europa (356.482 t) e all'interno dell'Unione Europea (346.148 t).

Il dato sicuramente rilevante riguarda proprio i quantitativi di materia che importiamo (pari al triplo) rispetto alle quantità che esportiamo. La spiegazione può essere attribuita alla lunga durata del prodotto, che comporta (non tenendo presente gli imballaggi per via del loro breve ciclo di vita) un forte scarto temporale tra la disponibilità dei rottami e la loro produzione, basti pensare che dal 1950 ad oggi, secondo alcune stime, la percentuale dei rottami di alluminio non riciclata è pari al 50%.

Un fattore sicuramente rilevante è da attribuirsi all'approvvigionamento dei rottami di alluminio, legato alle politiche

commerciali di protezione (applicazione di dazi alle esportazioni). Recentemente si è molto dibattuto sui dazi doganali (fissati in una percentuale pari al 10%) imposti da Donald Trump sulle importazioni di alluminio negli Stati Uniti. Una percentuale ed un'azione economica che potrebbe ripercuotersi negativamente contro la stessa nazione a stelle e strisce, poiché in risposta, paesi come la Cina, l'Europa o l'Unione Europea potrebbero minacciare ritorsioni, applicando dazi a prodotti americani (moto, indumenti, whisky, etc.). La questione è incardinata in diversi tavoli di negoziazione, per scongiurare una vera e propria "guerra economica", con ripercussioni negative su intere economie, anche se il ministro del commercio USA, Wilbur Ross, minimizza quanto di negativo per la sua nazione potrebbe avvenire in risposta alle possibili ritorsioni EU, dichiarando alla Cnbc che il valore di quei dazi "rappresenta una piccola frazione della nostra economia da 18.000 miliardi di dollari". Gli Stati Uniti non sono comunque l'unico paese a proporre ed applicare delle barriere daziarie, poiché Russia ed Ucraina applicano a diversi paesi extra EU rispettivamente il 50% ed il 30% sull'export di rottame, mentre la Repubblica Sudafricana recentemente ha bandito l'esportazione dei rottami. La Cina gode invece di sussidi o agevolazioni legate all'import con un accesso a condizioni privilegiate alle fonti energetiche. In sintesi, un così vasto scenario e le diverse regolamentazioni tra loro anche in palese antitesi, compromettono sicuramente la competizione economica internazionale di alluminio.

Fig. 29 importazioni di alluminio e leghe, grezzi ed avanzi nel 2016 - (t)

Paesi di provenienza	Grezzo				Totali	Cascami			Tot. cascami e avanzi	Ceneri e residui
	Non in lega	In lega		Tot. in lega		Minuti	Cascami	Avanzi		
		Placche e billette	Leghe per getti							
Francia	10.366	2.653	10.669	13.322	23.688	14.007	67.458	27.763	109.228	-
Paesi Bassi	2.466	48.098	15.922	64.020	66.486	4.494	2.334	8.206	15.034	-
Germania	1.786	4.996	10.310	15.306	17.092	60.982	48.407	63.390	172.779	130
Regno Unito	902	1.323	327	1.650	2.552	2.212	3.464	1.989	7.665	151
Irlanda	-	-	-	-	-	-	-	338	338	-
Danimarca	-	140	-	140	140	120	534	86	740	-
Grecia	7.422	98.949	2.468	101.417	108.839	33	573	164	770	1.121
Portogallo	-	-	-	-	-	183	13	39	235	-
Spagna	399	19.632	27.065	46.697	47.096	448	9.150	7.728	17.326	50
Belgio	3.226	1.258	1.552	2.810	6.036	245	5.283	7.444	12.972	-
Lussemburgo	-	6.731	1.024	7.755	7.755	-	-	-	-	-
Svezia	4.600	10.287	10.652	20.939	25.539	407	2.235	1.594	4.236	-
Finlandia	-	-	1	1	1	274	-	27	301	-
Austria	8	4.092	5.864	9.956	9.964	6.249	14.322	15.416	35.987	25
Malta	-	-	45	45	45	515	377	210	1.102	-
Estonia	-	23	-	23	23	79	44	-	123	-
Lettonia	-	-	-	-	-	-	242	66	308	-
Lituania	-	-	-	-	-	-	46	164	210	-
Polonia	653	1.634	3.671	5.305	5.958	4.593	5.139	3.999	13.731	-
Rep. Ceca	11	159	813	972	983	49	226	3.106	3.381	-
Slovacchia	61	6.695	13.091	19.786	19.847	5.757	4.083	2.372	12.212	-
Ungheria	1.011	2.983	3.345	6.328	7.339	2.838	5.859	6.542	15.239	-
Romania	7.574	40	5.207	5.247	12.821	1.082	396	365	1.843	300
Bulgaria	-	471	986	1.457	1.457	1.434	4.426	33	5.893	25
Slovenia	8.436	10.260	4.315	14.575	23.011	1.809	4.848	1.431	8.088	1.266
Croazia	1.578	1.795	-	1.795	3.373	258	1.521	3.707	5.486	-
Cipro	-	-	287	287	287	-	987	87	1.074	-
<b>Unione Europea</b>	<b>50.499</b>	<b>222.219</b>	<b>117.614</b>	<b>339.833</b>	<b>390.332</b>	<b>108.068</b>	<b>181.967</b>	<b>156.266</b>	<b>446.301</b>	<b>3.068</b>
Islanda	-	-	-	-	-	321	-	-	321	-
Norvegia	1.586	13.708	-	13.708	15.294	-	-	-	-	-
Svizzera	-	20	397	417	417	6.210	40.117	3.198	49.525	32
Turchia	223	2.133	3.231	5.364	5.587	-	241	-	241	-
Albania	-	1.148	8.105	9.253	9.253	7	271	675	953	325
Bielorussia	-	-	15	15	15	-	-	-	-	-
Russia	111.841	8.081	6.073	14.154	125.995	-	-	-	-	-
Georgia	-	75	1.199	1.274	1.274	-	35	35	70	-
Azerbaijan	12.279	48	-	48	12.327	-	-	-	-	-
Kazakistan	28.804	-	-	-	28.804	-	-	-	-	-
Tagikistan	37.336	-	5.148	5.148	42.484	-	-	-	-	-
Bosnia. Erzegovina	4.004	42.459	5.733	48.192	52.196	161	364	-	525	121
Macedonia	11	-	-	-	11	-	626	23	648	-
Montenegro	4.492	49	-	49	4.541	7	545	376	928	-
Serbia	-	-	792	792	792	403	2.131	-	2.534	998
<b>Europa</b>	<b>251.075</b>	<b>289.940</b>	<b>148.307</b>	<b>438.247</b>	<b>689.322</b>	<b>115.177</b>	<b>226.296</b>	<b>160.573</b>	<b>502.046</b>	<b>4.544</b>

Fonte: Rassegna statistica Assomet

Fig. 30 importazioni di alluminio e leghe, grezzi ed avanzi nel 2016 - (t)

Paesi di destinazione	Grezzo					Cascami			Tot. cascami e avanzi	Ceneri e residui
	Non in lega	In lega			Totali	Minuti	Cascami	Avanzi		
		Placche e billette	Leghe per getti	Tot. in lega						
Marocco	-	-	1.604	1.604	1.604	21	765	-	786	-
Algeria	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-
Tunisia	-	-	6.588	6.588	6.588	15	59	213	287	9
Libia	-	-	80	80	80	-	-	511	2.859	-
Egitto	37.343	18.785	25.631	44.416	81.759	-	-	338	-	-
Ghana	8.201	140	1.766	1.766	9.967	-	103	86	103	-
Nigeria	-	-	-	-	-	-	16	-	16	-
Camerun	42.024	-	989	989	43.013	-	-	-	-	-
Congo	-	-	-	-	-	-	-	669	669	-
Angola	-	-	4.338	4.338	4.338	-	-	-	-	-
Mozambico	214.546	-	-	-	214.546	-	-	-	-	-
Sudafrica	10.379	-	26	26	10.405	-	75	80	155	-
<b>Africa</b>	<b>312.493</b>	<b>18.785</b>	<b>41.023</b>	<b>59.808</b>	<b>372.301</b>	<b>36</b>	<b>3.366</b>	<b>1.473</b>	<b>4.875</b>	<b>9</b>
Stati Uniti	-	123	51	174	174	-	23	-	23	-
Canada	374	82	3	85	459	-	-	-	-	-
Messico	-	-	-	-	-	-	100	-	100	-
Panama	-	-	-	-	-	-	810	-	810	-
Cuba	311	-	-	-	311	-	853	-	853	-
Giamaica	-	-	-	-	-	-	52	-	52	-
Venezuela	6.574	362	1.518	1.880	8.454	-	-	-	-	-
Perù	-	-	-	-	-	-	23	-	23	-
Brasile	40.733	-	-	-	40.733	-	37	-	37	-
Paraguay	-	-	-	-	-	-	71	-	71	-
Uruguay	-	-	-	-	-	-	88	-	88	-
<b>Americhe</b>	<b>47.992</b>	<b>567</b>	<b>1.572</b>	<b>2.139</b>	<b>50.131</b>	<b>-</b>	<b>2.057</b>	<b>-</b>	<b>2.057</b>	<b>-</b>
Libano	-	-	-	-	-	-	866	-	866	-
Iran	250	-	-	-	250	-	-	-	-	-
Israele	-	-	-	-	-	33	2.107	170	2.310	-
Giordania	-	-	2.570	2.570	2.570	-	25	-	25	-
Arabia Saudita	41.785	2.606	-	2.606	44.391	-	1.128	-	1.128	-
Kuwait	-	-	-	-	-	-	411	-	411	-
Bahreïn	3.001	7.542	7.234	14.776	17.777	-	65	-	65	-
Emirati Arabi Uniti	11.899	42.151	45.682	87.833	99.732	-	3.762	23	3.785	-
Oman	1.363	-	-	-	1.363	-	-	-	-	-
Yemen	-	-	-	-	-	-	80	-	80	-
India	19.545	847	-	847	20.392	-	-	-	-	-
Vietnam	-	148	-	148	148	-	-	-	-	-
Malaysia	-	-	25	25	25	-	-	-	-	-
Cina	52	3	274	277	329	-	-	1	1	-
Rep. di Corea	-	543	-	543	543	-	-	-	-	-
Taiwan	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-
<b>Asia</b>	<b>77.895</b>	<b>53.840</b>	<b>55.787</b>	<b>109.627</b>	<b>187.522</b>	<b>33</b>	<b>8.444</b>	<b>194</b>	<b>8.671</b>	<b>-</b>
Australia	631	88	-	88	719	-	201	-	201	-
Nuova Zelanda	-	162	-	162	162	-	111	-	111	-
<b>Oceania</b>	<b>631</b>	<b>250</b>	<b>-</b>	<b>250</b>	<b>881</b>	<b>-</b>	<b>312</b>	<b>-</b>	<b>312</b>	<b>-</b>

Fig. 31 esportazioni di alluminio e leghe, grezzi ed avanzi nel 2016 - (t)

Paesi di destinazione	Grezzo				Totali	Cascami			Tot. cascami e avanzi	Ceneri e residui
	Non in lega	In lega		Cascami		Avanzi	Tot. cascami e avanzi			
		Placche e billette	Leghe per getti					Minuti		
Francia	3.604	3.638	24.667	28.305	31.909	773	5.796	247	6.816	15.873
Paesi Bassi	-	-	607	607	607	-	119	30	149	-
Germania	951	23.726	83.883	107.609	108.560	235	20.295	9.620	30.150	3.441
Regno Unito	-	52	97	149	149	-	48	25	73	-
Danimarca	-	8	-	8	8	-	28	-	28	-
Grecia	20.069	-	2	2	20.071	-	180	1.489	1.669	-
Portogallo	25	-	126	126	151	4	-	-	4	-
Spagna	695	5.921	3.946	9.867	10.562	746	18.662	18.419	37.827	7.538
Belgio	-	-	228	228	228	48	696	340	1.084	7.074
Lussemburgo	-	-	25	25	25	-	-	46	46	-
Svezia	26	-	245	245	271	-	5	-	5	-
Austria	3.758	12.146	25.443	37.589	41.347	529	5.646	6.457	12.632	1.511
Malta	-	-	-	-	-	-	47	-	47	-
Polonia	2.788	373	4.606	4.979	7.767	2.463	3.239	1.293	6.995	-
Rep. Ceca	779	137	3.582	3.719	4.498	245	199	519	963	-
Slovacchia	1.946	5.358	6.889	12.247	14.193	24	49	75	148	48
Ungheria	20.111	4.457	15.026	19.483	39.594	83	945	1.083	2.111	-
Romania	1.195	897	11.564	12.461	13.656	1.037	1.062	8.393	10.492	1
Bulgaria	-	456	76	532	532	9	20	-	29	-
Slovenia	25.332	1.692	16.048	17.740	43.072	7	3.407	1.303	4.717	-
Croazia	516	573	7.839	8.412	8.928	-	26	-	26	-
Cipro	-	-	20	20	20	-	-	-	-	-
<b>Unione Europea</b>	<b>81.795</b>	<b>59.434</b>	<b>204.919</b>	<b>264.353</b>	<b>346.148</b>	<b>6.203</b>	<b>60.469</b>	<b>49.339</b>	<b>116.011</b>	<b>35.486</b>
Norvegia	-	-	27	27	27	-	-	-	-	-
Svizzera	36	34	4.049	4.083	4.119	-	451	2.110	2.561	4.269
Turchia	3	445	4.537	4.982	4.985	1	3.394	-	3.395	-
Albania	-	-	202	202	202	-	267	2.817	3.084	-
Ucraina	-	-	11	11	11	-	-	-	-	-
Bosnia - Erzegovina	-	-	494	494	494	-	-	-	-	-
Macedonia	-	-	357	357	357	-	-	-	-	-
Serbia	3	95	41	136	139	-	-	-	-	-
<b>Europa</b>	<b>81.837</b>	<b>60.008</b>	<b>214.637</b>	<b>274.645</b>	<b>356.482</b>	<b>6.204</b>	<b>65.121</b>	<b>54.266</b>	<b>125.591</b>	<b>37.755</b>
Algeria	-	427	-	427	427	-	-	-	-	-
Tunisia	179	1	748	749	928	-	-669	-	-	-
Etiopia	-	5	-	5	5	-	-	-	-	-
<b>Africa</b>	<b>179</b>	<b>433</b>	<b>748</b>	<b>1.181</b>	<b>1.360</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fonte: Rassegna statistica Assomet



Fig. 31 esportazioni di alluminio e leghe, grezzi ed avanzi nel 2016 - (t)

Paesi di destinazione	Grezzo					Cascami			Tot. cascami e avanzi	Ceneri e residui
	Non in lega	Placche e billette	In lega Leghe per getti	Tot. in lega	Totali	Minuti	Cascami	Avanzi		
Stati Uniti	3	-	16.446	16.446	16.449	-	12	15	27	-
Canada	-	-	-	-	-	-	1	5	6	-
Messico	10	-	-	-	10	-	-	-	-	-
Guatemala	-	-	170	170	170	-	-	-	-	-
Panama	-	-	24	24	24	-	-	-	-	-
Cuba	17	2.094	-	2.094	2.111	-	-	-	-	-
Argentina	-	1	43	44	44	-	-	-	-	-
<b>Americhe</b>	<b>30</b>	<b>2.095</b>	<b>16.683</b>	<b>18.778</b>	<b>18.808</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>-</b>
Israele	9	25	27	52	61	-	-	-	-	-
Arabia Saudita	-	17	-	17	17	-	-	-	-	-
Emirati Arabi Uniti	-	-	27	27	27	-	-	-	-	-
Pakistan	-	-	-	-	-	-	803	2.726	3.529	-
India	1	-	16	16	17	-	7.668	510	8.178	-
Myanmar	-	-	45	45	45	-	-	-	-	-
Thailandia	-	-	-	-	-	-	77	-	77	-
Indonesia	-	-	-	-	-	-	232	330	562	-
Cina	-	-	-	-	-	-	8.946	428	9.374	-
Rep. di Corea	22	-	200	200	222	-	2.569	-	2.569	-
Giappone	-	-	801	801	801	-	-	220	220	-
Taiwan	-	-	-	-	-	-	1.081	-	1.081	-
Hong Kong	-	-	-	-	-	-	293	472	765	-
<b>Asia</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>1.116</b>	<b>1.158</b>	<b>1.190</b>	<b>-</b>	<b>21.669</b>	<b>4.686</b>	<b>26.355</b>	<b>-</b>



# **03.**

## **LA MINIERA URBANA**



POST

Bekleben verboden  
Aanslagen worden kostenplichtig aangevat

“Business as usual”, un termine che costituisce un possibile contrasto con progetti o programmi che potrebbero indurre un cambiamento futuro. Prima di poter giungere al concetto vero e proprio di miniera urbana è fondamentale rivolgere lo sguardo al sistema attuale di economia, dove ininterrottamente estraiamo risorse, generiamo beni di cui usufruiamo e li gettiamo via come rifiuti. Questi, restano bloccati, non sono ancora risorse, ma semplicemente materia di scarto, che necessita dell’industria manifatturiera per venire valorizzata e ricollocata sul mercato. In pratica, un modello economico lineare dove piuttosto che vedere tale materia come possibile risorsa, la si vede ancora troppo spesso come un rifiuto. Per avviare un cambiamento è necessario un nuovo modello di business che diminuisca l’impatto del ciclo vita di un prodotto attraverso la possibilità di condividere, ri-usare, riparare e riciclare, poiché viviamo in un contesto dove le risorse per quanto appaiano illimitate, non lo sono, pertanto continuare a parlare di “business as usual”, non è più possibile. Dobbiamo mutare il nostro modo di considerare i rifiuti, non più come materia di scarto, ma come potenziali risorse da cui ricavare nuova materia da re-impiegare. Questo diventa fondamentale attuarlo all’interno delle nostre città, poiché la quantità di rifiuti prodotta è ingente, e pertanto dobbiamo cercare di considerare il contesto urbano come un qualcosa da trasformare in miniera, dalla quale reperire materia di scarto per tramutarla in materia prima seconda. Ecco perché si parla di Miniera Urbana. In tal senso, è prioritario inquadrare quali risorse siano efficienti da un punto di vista economico ed energetico, al fine di valorizzarle. Una risorsa che sicuramente emerge è proprio l’alluminio, sia per quantità presente all’interno della nostra cultura, sia per caratteristiche di riciclabilità ed economicità. A questo si unisce l’assenza di miniera di bauxite nel nostro territorio, minerale dal quale

estrarre l’alluminio, con l’esigenza conseguente di valorizzare una risorsa che non può essere prodotta in completa autonomia. Il vantaggio principale scaturisce dalla differenza di costo tra la produzione primaria e la secondaria, dove si risparmia il 95% in termini energetici, evitando l’emissione in atmosfera di 9 tonnellate di CO2 per ogni tonnellata di materiale riciclato. Diventa quindi prioritario analizzare all’interno del contesto urbano, come questo metallo venga recuperato alla fine del ciclo vita al fine di ottimizzare la sua riciclabilità, tenendo conto come espresso da CiAl, che l’alluminio è un “materiale permanente”, ovvero “un materiale che non si consuma, un materiale che si usa e si riusa, senza fine, conservando, in tutte le sue numerose applicazioni, l’energia necessaria per futuri e nuovi impieghi”.



MAIRIE DE PARIS  
NE DÉPOSEZ RIEN SUR LA VOIE PUBLIQUE  
TRIEZ VOS DÉCHETS  
UTILISEZ LE BAC APPROPRIÉ

Every Candy Love

## 3.1 DISCIPLINA SULLA GESTIONE DEI RIFIUTI

La transizione verso un'economia sempre più circolare, non può non guardare alla **regolamentazione ed alla disciplina sulla gestione dei rifiuti**. In tal senso si fa riferimento al **paper<sup>52</sup> presentato dalla commissione europea al parlamento di Bruxelles**, al fine di inquadrare in maniera più chiara il processo di conversione dell'attuale modello produttivo e di consumo, verso un'economia che miri alla massimizzazione delle risorse ed alla produzione di zero rifiuti. L'obiettivo è quello di creare nuovi vantaggi competitivi sostenibili, attraverso l'utilizzo di risorse in modo efficiente. In particolar modo, il paper mette in evidenza l'importanza della prevenzione sottolineando l'importanza del mercato del riciclaggio. In tal senso, nel 2015 è stata annunciata la modifica della Direttiva quadro – 2008/98/UE – della direttiva sulle discariche e della direttiva sui rifiuti da imballaggio. Modifiche entrate in vigore nel 2018, apportando dei cambiamenti relativi alla gestione dei rifiuti. In particolare le modifiche fanno riferimento a: la 2018/850/UE<sup>53</sup>, che modifica la Direttiva sulle discariche 1999/31/CE, la 2018/851/UE<sup>54</sup> che modifica la Direttiva quadro sui rifiuti 2008/98/UE e la 2018/852/UE<sup>55</sup> che modifica la Direttiva sugli imballaggi e i rifiuti da imballaggio 94/62/CE. Tali modifiche, al fine di dar vita ad un processo di conversione dell'attuale modello produttivo verso un modello circolare dovranno essere recepite entro il 5 luglio 2020.

### 3.1.1 MODIFICHE DEGLI OBIETTIVI MINIMI

L'obiettivo principale delle modifiche operate alle diverse Direttive, si pone

lo scopo di promuovere la riduzione dei rifiuti, agendo esempio sugli obiettivi da raggiungere relativi al riciclo effettivo e non di avvio a riciclo dei rifiuti. Le modifiche introdotte portano con sé anche nuove definizioni per quanto riguarda i rifiuti urbani, in particolar modo secondo la nuova direttiva il rifiuto urbano è composto da:

**Rifiuti domestici indifferenziati e differenziati**, compresi: carta e cartone, metalli, vetro, rifiuti organici, plastica, tessili, legno, imballaggi, rifiuti di pile e accumulatori, rifiuti ingombranti ed apparecchiature elettriche ed elettroniche.

**Rifiuti indifferenziati e differenziati simili per composizione ai rifiuti domestici**, ma provenienti da altre fonti.

Le modifiche relative agli obiettivi minimi da raggiungere per quanto riguarda i rifiuti urbani sono, almeno il 50% di riciclo della carta e del cartone, dei metalli, del vetro e della plastica, nonché l'obbligo di raggiungere almeno il 55% nel 2025 ed il 60% nel 2030 di tutti i rifiuti urbani

Fig. 32: Modifiche degli obiettivi minimi

Materiale	2008	2025	2030
Generale	60%	65%	70%
Plastica	26%	50%	55%
Legno	35%	25%	30%
Metalli ferrosi	50%	70%	80%
Alluminio	50%	50%	60%
Vetro	60%	70%	75%
Carta e cartone	60%	75%	85%

Fonte: Commissione Europea

prodotti in quell'anno. Allo stesso tempo, vengono aumentate le percentuali minime da raggiungere relative alle singole filiere di imballaggi.

### 3.1.2 TIPOLOGIE DI RACCOLTA DIFFERENZIATA

A livello nazionale, il D. Lgs.152/06, l'art. 183, comma 1, lettera f, indica la raccolta differenziata come *“la raccolta idonea, secondo criteri di economicità, efficacia, trasparenza ed efficienza, a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee, al momento della raccolta o, per la frazione organica umida, anche al momento del trattamento, nonché a raggruppare i rifiuti di imballaggio separatamente dagli altri rifiuti urbani, a condizione che tutti i rifiuti sopra indicati siano effettivamente destinati al recupero”*.

Nel territorio italiano tale raccolta viene svolta principalmente con quattro modalità differenti:

**Raccolta multi-materiale leggera:** Imballaggi in alluminio e plastica;

**Raccolta multi-materiale pesante:** Imballaggi in alluminio, acciaio, plastica e vetro;

**Raccolta congiunta vetro e metalli:** Imballaggi in alluminio, acciaio e vetro;

**Raccolta mono-metalli:** Imballaggi in alluminio ed acciaio.

I sistemi che attualmente vengono invece adoperati sul nostro territorio, sono i seguenti:

**Sistema stradale:** Prevedono la collocazione dei contenitori sul suolo pubblico senza alcuna relazione tra i contenitori e gli utenti che ne fruiscono;

**Sistema di prossimità:** Sistema simile al precedente, con la differenza che viene

stabilito per ogni gruppo di contenitori installati sul suolo pubblico un gruppo di utenze che vi può conferire i rifiuti. In alcuni casi tali gruppi di contenitori possono essere chiusi e sbloccabili esclusivamente dagli utenti che ne fruiscono;

**Sistema domiciliare:** Le diverse categorie di rifiuti vengono raccolti separatamente attraverso l'utilizzo di appositi contenitori consegnati direttamente agli utenti. Questi possono essere posizionati, nel caso di condomini, all'interno di uno spazio privato, garantendo la relazione contenitore-utente.

La tipologia del sistema di raccolta differenziata varia a seconda della struttura urbanistica e delle caratteristiche residenziali, soprattutto in un paese come il nostro, dove sono presenti aree ad alta densità abitativa unite ad aree con tipologie abitative condominiali e centri storici, nelle quali risulta particolarmente difficile identificare un unico modello di raccolta. Un'ulteriore considerazione è legata alla relazione tra il sistema di raccolta e la selezione post-raccolta, poiché la tipologia del rifiuto determina la complessità della selezione (correlata ai requisiti imposti dal processo di riciclo). Nel caso della raccolta differenziata di alluminio, essendo nella maggior parte dei casi raccolto insieme ad altri materiali, quali vetro e/o plastica, la quantificazione avviene sempre a valle delle operazioni selettive.<sup>56</sup>

### 3.1.3 TRATTAMENTO MECCANICO DEI RIFIUTI URBANI

Non avendo spesso un contenitore di raccolta ad esso dedicato, nonostante l'elevato potere intrinseco di energia potenziale e l'elevata riciclabilità, l'alluminio viene raccolto congiuntamente ad altri materiali. Per tale ragione, dopo essere stato correttamente conferito agli impianti di selezione, deve essere correttamente separato dalle frazioni estranee ed avviato



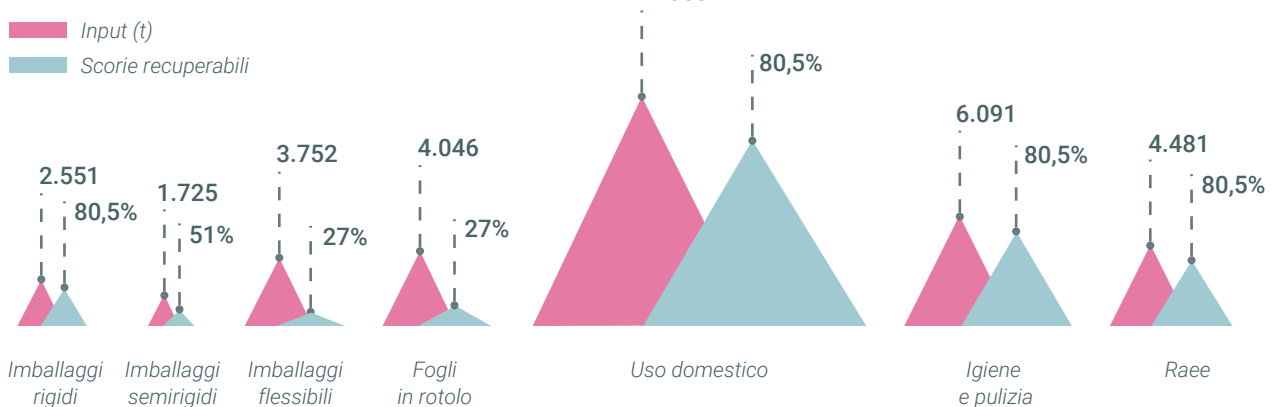
a riciclo. Ma come visto in precedenza, le percentuali di perdita rappresentano un lato negativo di tale processo. Il recupero avviene principalmente per via dei separatori Ecs, capaci di creare un campo magnetico alternato in grado di respingere qualunque tipo di metallo non ferroso (ad eccezione in alcuni casi di acciai inossidabili e fili di rame). La corrente indotta generata prende il nome di Eddy Current o corrente di Foucault. Non sempre però i separatori Ecs sono presenti all'interno degli impianti di selezione multimateriale, difatti da un rilievo effettuato nel 2013<sup>57</sup>, **su 178 piattaforme prese in esame solamente il 55% possedeva i separatori**. Ancor meno presenti sono negli impianti di Tmb (trattamento meccanico biologico) o negli impianti destinati al recupero degli ingombranti. Tale mancanza rappresenta uno dei fattori principali della forte perdita di alluminio unita in alcuni casi ad una bassa percentuale di selezione nel caso di elementi con un'elevata leggerezza o spessore ridotto.

### 3.1.4 RECUPERO DI ALLUMINIO DALLE SCORIE D'INCENERIMENTO

Una frazione non recuperabile di rifiuto contenente alluminio può essere destinata all'incenerimento. In tal caso, durante il processo di combustione una quantità di alluminio viene ossidata rilasciando energia, mentre la parte restante di al-

luminio non ossidato, si deposita nelle ceneri pesanti, nelle ceneri leggere e nei Sali e depositi di reazione. Il maggior quantitativo di alluminio recuperabile, solitamente lo si trova nelle ceneri con una granulometria non fine, mentre nelle ceneri leggere o nelle ceneri di fondo con frazioni aventi una granulometria, l'alluminio è presente principalmente sotto forma ossidata. Pertanto **il quantitativo di alluminio teoricamente recuperabile varia in relazione alla tipologia di imballaggio preso in esame**<sup>58</sup> (figura 33). Nel dettaglio, si ha una variazione dall'80% nel caso degli imballaggi rigidi al 51% dei semirigidi, fino al 27% dei fogli in rotolo o per un mix di imballaggi sottili (poliacoppiati). Nel caso in cui vengano presi in esame anche altre categorie di prodotto, sono state stimate delle percentuali di recupero identiche agli imballaggi rigidi. La minor efficienza degli imballaggi semirigidi aventi spessore pari a 10-42  $\mu\text{m}$  e 50  $\mu\text{m}$ , rispetto agli imballaggi rigidi, il cui spessore varia da 90 a 250  $\mu\text{m}$  è dovuta principalmente ad una maggiore frammentazione sulla base di combustione. In sintesi, possiamo affermare che **il quantitativo di alluminio recuperabile dalle scorie di incenerimento è fortemente influenzato dalla composizione del rifiuto**.

Fig. 33: Scorie teoricamente recuperabili a incenerimento attuale



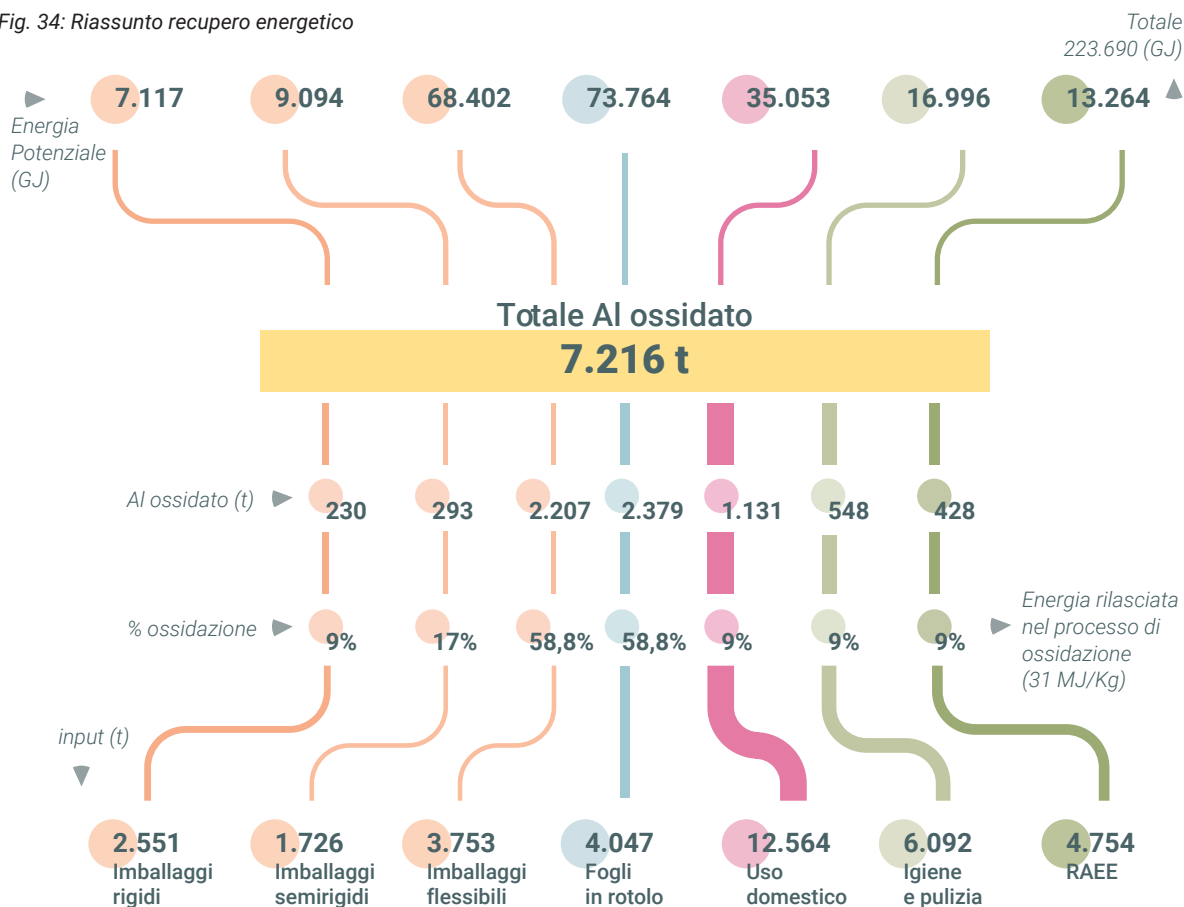
Fonte: Biganzoli L., Grosso M., Aluminium recovery from MSWI bottom ash

### 3.1.5 RECUPERO ENERGETICO

La frazione di alluminio presente nei rifiuti urbani residui destinata al recupero energetico è pari a 35.487 tonnellate. Di queste, solamente una parte rilascerà energia, poiché il processo di ossidazione è maggiormente efficace nel caso di elementi a spessore ridotto. L'energia rilasciata è stimata in 31 MJ/kg, destinata al recupero termico o la conversione termica. In particolare com'è possibile vedere dalla fig. 34, la percentuale di ossidazione varia in funzione della tipologia

di imballaggio o prodotto. Nello specifico si ha una **percentuale di ossidazione potenziale del 9% per gli imballaggi rigidi, 17% per gli imballaggi semirigidi, 58,8% per gli imballaggi flessibili, 58,8% per i fogli in rotolo e 9% per le categorie uso domestico, igiene e pulizia e RAEE**. Il totale di alluminio ossidato è pari a 7.216 tonnellate con una energia potenziale pari a 223.690 GJ che tenendo conto dei rendimenti attuali, garantisce un recupero energetico pari a 10.379 MWh e 44.514 GJ termici.

Fig. 34: Riassunto recupero energetico



Fonte: Biganzoli L., Grosso M., Aluminium recovery from MSWI bottom ash

Fig. 35: Riassunto gestione alluminio in Italia





not exceed 20kg

closed securely in this

s/needles contact

e for dis

The following things can

be recycled and should

be put in this bag:

plastic consumer goods

## 3.2 COMPORAMENTI E SODDISFAZIONE DEI CITTADINI

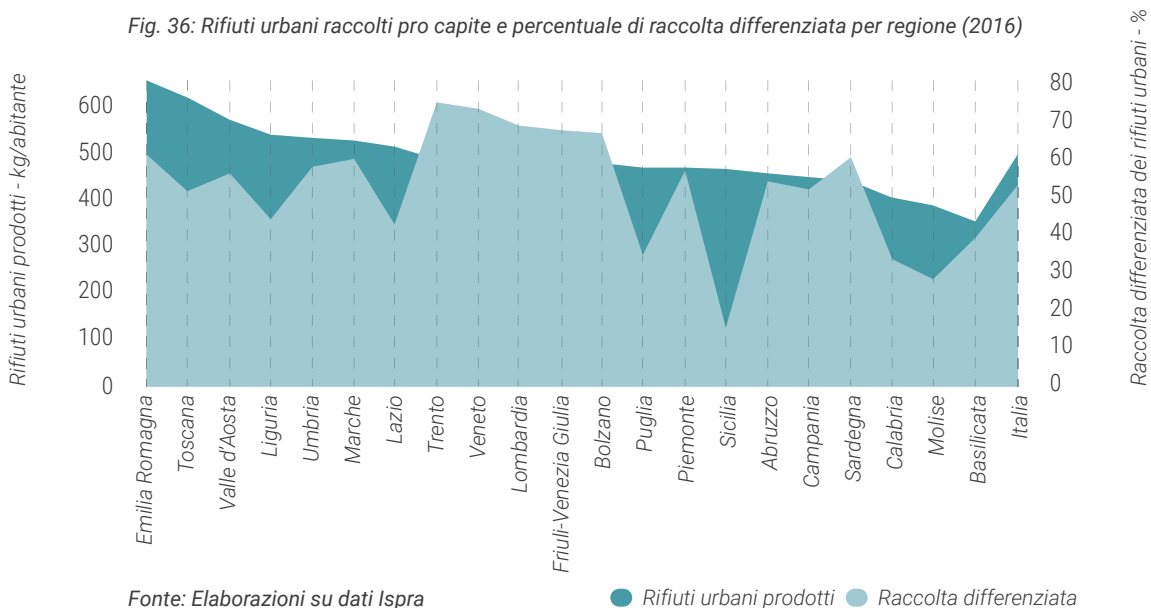
Le politiche territoriali adottate in termini di gestione dei rifiuti urbani si ripercuotono direttamente sul cittadino, che non può far altro che agire in funzione delle norme predisposte dai comuni. Pertanto, nei successivi paragrafi verranno presi in esame una serie di aspetti legati alla raccolta dei rifiuti urbani con conseguente differenziazione (fonte ISPRA), nonché la relazione famiglie-rifiuti, non tralasciando le motivazioni che spingono le famiglie ad effettuare la raccolta differenziata (fonte Indagine Istat “Aspetti della Vita Quotidiana”).

### 3.2.1 RIFIUTI URBANI PRODOTTI E RACCOLTA DIFFERENZIATA SUDDIVISI PER REGIONE

In prima analisi la consultazione dei dati (2016) forniti da ISPRA relativi ai rifiuti urbani raccolti pro capite, con relativa percentuale di raccolta differenziata suddivisa per regione (fig. 36), ha fornito un dato

completo per l'inquadramento regionale legato al duo, rifiuti urbani-raccolta differenziata. Nel dettaglio, il quantitativo di rifiuti urbani raccolti a livello nazionale è pari a 496,99 kg per abitante. Accorpano le regioni ed effettuando la classifica suddivisione Nord, Centro e Sud, i quantitativi risultano così ripartiti: 510,16 kg/ab. anno, 548,05 kg/ab. anno, 449,74 kg/ab. anno. Tenendo conto delle macro aree è possibile notare in corrispondenza del maggior quantitativo di rifiuti urbani pro capite raccolti, che vi è anche una maggiore percentuale di raccolta differenziata, 64,24%, contro il 48,60% del Centro ed il 37,63% del Sud, con una media nazionale pari al 52,55%. Effettuando un confronto nell'Italia insulare, si evidenzia una forte differenza tra la Sicilia 15,4% e la Sardegna 60,15% rispettivamente con un quantitativo di raccolta differenziata pro capite pari a 71,91 kg e 266,9 kg. A livello regionale, Emilia Romagna, To-

Fig. 36: Rifiuti urbani raccolti pro capite e percentuale di raccolta differenziata per regione (2016)



Fonte: Elaborazioni su dati Ispra

● Rifiuti urbani prodotti ● Raccolta differenziata

scana e Valle d'Aosta detengono il maggior quantitativo di Rifiuti urbani pro capite, rispettivamente di 652,95 kg, 616,36 kg e 572,85 kg. Utile notare come nel primo caso, la percentuale di raccolta differenziata sia pari al 60,65%, mentre nel secondo caso scenda al 51,08% per salire leggermente nel caso della Valle d'Aosta al 55,6%. Le regioni con il minor quantitativo di rifiuti urbani pro capite prodotto sono, la Basilicata (354,07 kg), il Molise (387,97 kg) e la Calabria (403,99 kg) rispettivamente con delle percentuali basse di raccolta differenziata pari a 39,24%, 27,96% e 33,24%. Le regioni più virtuose sono Veneto (72,91%), Trentino Alto Adige (70,47%), Lombardia (68,11%) e Friuli Venezia Giulia (67,12%), avendo una percentuale di RD superiore al 65%, con un quantitativo di rifiuti urbani pro capite pari a 486,85 kg, 480,29 kg, 477,27 kg e 477,93 kg.

### 3.2.2 COMPORAMENTI FAMIGLIE

Tenendo conto dell'indagine Istat "Aspetti della Vita Quotidiana", si vuole mettere a confronto la produzione dei rifiuti urbani pro capite con la percentuale di raccolta differenziata relativa ai rifiuti urbani e la

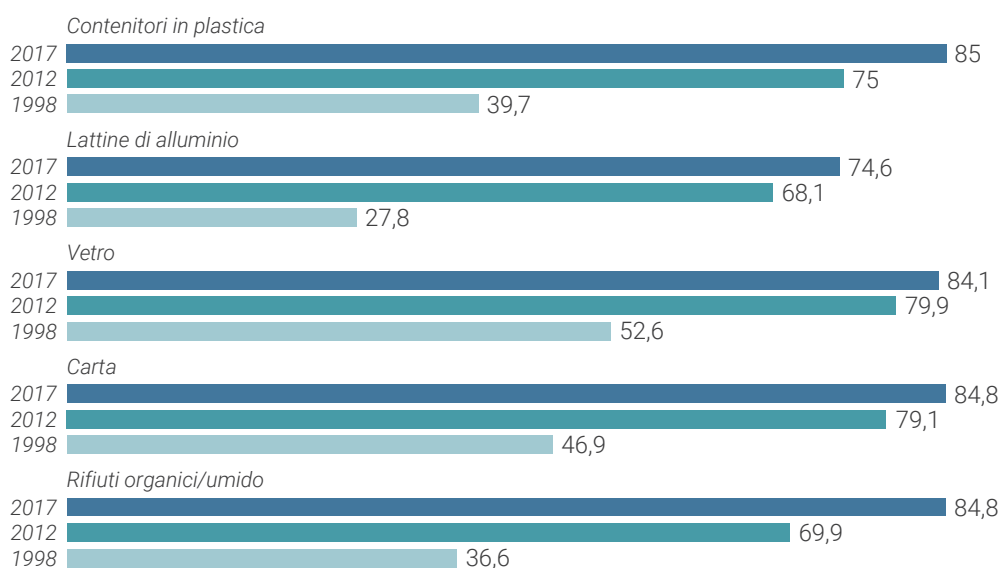
percentuale delle famiglie che dichiarano, attraverso un questionario, di effettuare costantemente la raccolta differenziata (vetro, carta, alluminio e plastica).

Prendendo in esame gli anni 1998, 2012, 2017, (fig. 37) si nota un costante incremento nelle percentuali di famiglie che dichiarano di differenziare i rifiuti. In particolar modo, prendendo in esame gli anni 2012 e 2017, per quanto riguarda la plastica è stato registrato un aumento rispetto al 2012 di 10 punti percentuali, nel caso della raccolta dell'alluminio l'incremento registrato è pari a 6,5 punti percentuali, nel caso del vetro 4,2 punti percentuali, mentre per quanto riguarda la carta, l'incremento è pari a 5,7 punti percentuali.

Questi dati sicuramente sono incoraggianti, e possono far ben sperare in ottica futura, poiché continuando ad agire attraverso sistemi di sensibilizzazione ed interventi concreti sul territorio, tali percentuali non possono far altro che aumentare.

Un altro aspetto che viene analizzato, ri-

Fig. 37: Famiglie che dichiarano di effettuare la raccolta diff. per tipo di rifiuto - per 100 famiglie (2017)



Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"

Fig. 38: Famiglie che dichiarano di effettuare la raccolta diff. per tipo di rifiuto e ripartizione geografica - per 100 famiglie (2017)

	Carta			Vetro			Contenitori in alluminio			Contenitori in plastica		
	1998	2012	2017	1998	2012	2017	1998	2012	2017	1998	2012	2017
Nord-ovest	72,5	93,2	91,4	76,7	93,4	91,8	45,9	80,3	81,0	63,3	88,4	91,1
Nord-est	68,5	91,7	89,5	71,8	92,0	88,4	41,8	85,1	78,1	56,2	88,8	89,0
Centro	40,9	72,1	85,7	48,3	74,1	85,2	20,0	57,9	74,6	28,2	64,0	86,1
Sud	18,3	68,1	80,8	25,6	68,6	78,2	9,7	57,2	70,9	19,2	65,5	82,0
Isole	11,3	53,7	64,6	19,0	55,1	65,6	7,2	45,6	58,2	11,7	53,6	65,6
<b>Italia</b>	<b>46,9</b>	<b>79,1</b>	<b>84,8</b>	<b>52,6</b>	<b>79,9</b>	<b>84,1</b>	<b>27,8</b>	<b>68,1</b>	<b>74,6</b>	<b>39,7</b>	<b>75,0</b>	<b>85,0</b>

Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"

guarda la percentuale di famiglie che dichiarano di effettuare la raccolta differenziata, correlandole al contesto territoriale originario (figura 38).

I dati maggiormente rilevanti evidenziano una differenziazione più alta in qualsiasi settore, (carta - 90,45%, vetro - 90,1%, alluminio - 79,55% e plastica - 90,05%) nel caso del Nord a differenza del Centro (carta - 85,7%, vetro - 85,2%, alluminio - 74,6% e plastica - 86,1%), del Sud (carta - 80,8%, vetro - 78,2%, alluminio - 70,9%,

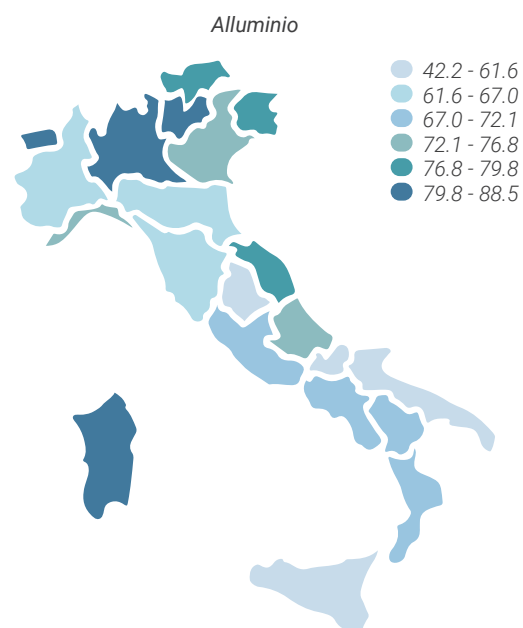
plastica - 82%) e delle Isole (carta - 64,6%, vetro - 65,6%, alluminio - 58,2%, plastica - 65,6%).

Un'ulteriore analisi (figura) viene svolta a livello regionale, prendendo in questo caso in esame esclusivamente la materia alluminio.

### 3.2.3 GIUDIZIO SUL COSTO DEL SERVIZIO DI RACCOLTA

Come mostrato in figura 40, a livello nazionale il 69,9% giudica elevato il costo del servizio di raccolta, il 25,6% adeguato e solamente lo 0,6% lo definisce basso.

Fig. 39: Famiglie che dichiarano di effettuare la raccolta diff. per tipo di rifiuto e regioni - per 100 famiglie



Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"

Fig. 40: Giudizio sul costo del servizio di raccolta - per 100 famiglie della stessa zona (2017)

	Elevato	Adeguato	Basso	N.D.
Nord-ovest	61,4	33,8	-	4,2
Nord-est	61,1	34,4	-	3,9
Centro	73,5	21,8	-	4,1
Sud	79,0	17,4	-	3,0
Isole	83,4	11,8	-	4,1
<b>Italia</b>	<b>69,9</b>	<b>25,6</b>	<b>-</b>	<b>3,9</b>

Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"

Tenendo conto della ripartizione geografica, le famiglie residenti al sud ed in particolare nelle isole, sono le più insoddisfatte.

Oltre a tener conto esclusivamente della collocazione geografica (delle diverse famiglie prese in esame), l'analisi mostra al contempo il giudizio delle stesse sul ser-

vizio di raccolta dei rifiuti, tenendo conto della tipologia comunale.

Fig. 41: Giudizio sul costo del servizio di raccolta - per 100 famiglie della stessa zona (2017)

	Elevato	Adeguito	Basso	N.D.
Comune centro	73,0	20,6	-	6,0
Periferia	65,4	29,5	-	4,8
Comune fino a 2.000 abitanti	57,1	36,3	-	4,8
Comuni da 2.001 a 10.000 abitanti	65,7	30,3	-	3,2
Comuni da 10.001 a 50.000 abitanti	72,3	24,1	-	3,0
Comuni da 50.001 abitanti e più	76,4	19,8	-	3,3

Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"

Prendendo in considerazione le famiglie servite dal servizio porta a porta (62% anno di riferimento 2017), il 62,2% si dichiara abbastanza soddisfatta, il 26,3% molto soddisfatta e l'11,6% poco o per niente soddisfatta.

Fig. 42: Famiglie per livello di soddisfazione del servizio porta a porta dei rifiuti - per 100 famiglie della stessa zona

	Molto soddisfatta	Abbastanza soddisfatta	Poco o per niente soddisfatta
Nord-ovest	31,9	60,4	7,8
Nord-est	35,2,5	55,7	9,1
Centro	19,9	65,1	15,0
Sud	17,6	68,0	14,3
Isole	20,6	62,2	17,3
<b>Italia</b>	<b>26,3</b>	<b>62,2</b>	<b>11,6</b>

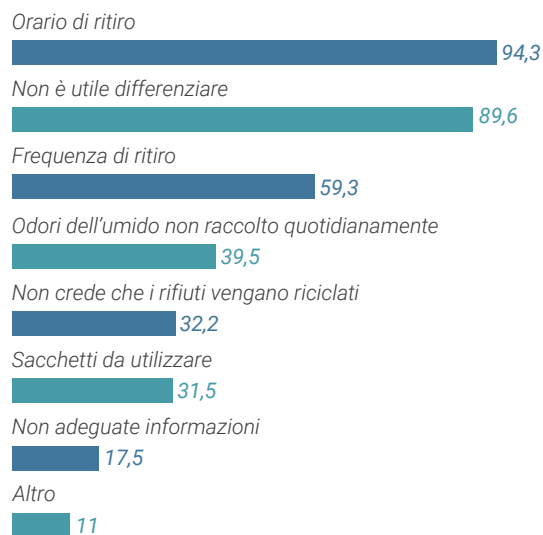
Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"

Analizzando anche in questo caso la ripartizione geografica, le famiglie maggiormente insoddisfatte del servizio sono quelle delle Isole e del centro, mentre le famiglie maggiormente soddisfatte sono quelle del Nord Italia.

I motivi dell'insoddisfazione sono mostrati nella figura 43. Principalmente ciò che viene criticato riguarda l'orario di ritiro

dei rifiuti (94,3%), l'inutilità della differenziata (89,6%) seguita dalla frequenza del ritiro dei rifiuti (59,3%).

Fig. 43: Motivi dell'insoddisfazione delle famiglie relative al servizio di raccolta porta a porta



Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"

### 3.2.4 AZIONI CHE AUMENTEREBBERO IL TASSO DI PARTECIPAZIONE

La figura 44, mostra le motivazioni che spingerebbero le famiglie ad aumentare il grado di partecipazione, al fine di

Fig. 44: Graduatoria delle motivazioni che spingerebbero le famiglie a differenziare maggiormente e più frequentemente i rifiuti - Per 100 famiglie (2017)

Graduatoria Italia	
Maggiore informazioni su come separare i rifiuti	93,4
Centri di raccolta per i rifiuti riciclabili e compostabili migliori e più numerosi	93,3
Detrazioni, agevolazioni fiscali o tariffarie per chi effettua regolarmente la raccolta differenziata	83,3
Maggiori garanzie che i rifiuti raccolti separatamente vengano recuperati/riciclati	72,4
Obbligo legale/multe per chi non effettua la raccolta differenziata	64,3
Disponibilità di appositi contenitori nelle vicinanze dell'abitazione	56,1
Maggiori informazioni su dove separare i rifiuti	48,8
La raccolta a domicilio (porta a porta)	47,2

Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"



incrementare le percentuali di raccolta differenziata. Gli aspetti maggiormente rilevanti sono: “Maggiori informazioni su come separare i rifiuti”, “Centri di raccolta per i rifiuti riciclabili e compostabili migliori e più numerosi”, “Detrazioni, agevolazioni fiscali o tariffarie per chi effettua regolarmente la raccolta differenziata”.

Prendendo in esame la ripartizione geografica, le motivazioni sono rappresentate nella figura 45.

La raccolta differenziata sta sempre più

assumendo un ruolo di primaria importanza all'interno della gestione dei rifiuti urbani, con percentuali crescenti in diverse regioni italiane, ma al contempo altrettanti regioni o comuni sono molto distanti dall'obiettivo minimo del 65% di raccolta differenziata sul totale dei rifiuti urbani. Questo, è un neo del nostro territorio al quale bisogna porre rimedio, soprattutto tenendo conto che materiali come l'alluminio se recuperati nella loro totalità, permettono un ingente risparmio energetico-ambientale, con conseguente aumento delle percentuali di recupero.

Fig. 45: Famiglie per motivazioni che le spingerebbero a differenziare maggiormente e più frequentemente i rifiuti, per ripartizione geografica e tipo di comune - per 100 famiglie della stessa zona (2017)

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Ripartizione geografica</b>								
Nord-ovest	96,3	43,3	42,1	50,2	95,9	69,2	61,4	80,2
Nord-est	93,5	40,3	41,5	47,2	92,9	63	58,9	79,2
Centro	93,6	52	46,9	61,3	93,8	78,1	65,3	85,2
Sud	92,7	55,5	54,8	61,8	91,8	77,2	71,2	87,3
Isole	86,2	59,2	57,5	66,7	89,2	78,2	66,5	87,4
<b>Tipo di comuni</b>								
Comune centro dell'area metropolitana	93,4	56,7	43,2	61,5	93,7	75,3	62,4	83
Periferia dell'area metropolitana	93,7	46,9	46,3	50,5	94,2	70,4	63,5	82,9
Comuni fino a 2.000 abitanti	94,2	50,2	50,8	54,9	94	72,1	65,9	83,3
Comuni da 2.001 a 10.001 abitanti	94,1	45,1	47	50,6	94,4	72,5	65,7	83,2
Comuni da 10.001 a 50.000 abitanti	93,9	46,9	47,3	57	92,5	72,3	64,9	83,5
Comuni da 50.001 abitanti e più	90,9	50,7	48,8	61,2	91,9	71,4	63,3	83,8
<b>Italia</b>	<b>93,4</b>	<b>48,8</b>	<b>47,2</b>	<b>56,1</b>	<b>93,3</b>	<b>72,4</b>	<b>64,3</b>	<b>83,3</b>

1. Maggiori informazioni su come separare i rifiuti
2. Maggiori informazioni su dove separare i rifiuti
3. La raccolta a domicilio (porta a porta)
4. Disponibilità di appositi contenitori nelle vicinanze dell'abitazione
5. Centri di raccolta per i rifiuti riciclabili e compostabili migliori e più numerosi
6. Maggiori garanzie che i rifiuti raccolti separatamente vengano effettivamente recuperati/riciclati
7. Obbligo legale/multe per chi non effettua la raccolta differenziata
8. Detrazioni, agevolazioni fiscali o tariffarie per chi effettua regolarmente la raccolta differenziata

Fonte: Indagine Istat "Aspetti della vita Quotidiana"



## 3.3 L'AREA METROPOLITANA DI TORINO

### 3.3.1 INQUADRAMENTO

#### FASCE ALTIMETRICHE ED UTENZA

L'area metropolitana di Torino attualmente conta **312 comuni**, con una superficie di **6.827 chilometri quadrati** ed una **popolazione** pari a **2.263.263**, concentrata per lo più nel territorio pianeggiante ed in particolare nella città di Torino.<sup>59</sup> Le analisi successive sono state estrapolate dal dossier delle Città Metropolitane<sup>60</sup>. Tenendo conto della suddivisione fornita dall'ISTAT, visionabile dalla figura 46, il territorio presenta tre diverse fasce altimetriche (**Pianura 1.820 kmq**, **Collina 1.428 kmq**, **Montagna 3.580 kmq**).

Le zone di montagna sono costituite per lo più da comuni aventi un numero di abitanti inferiori a 5.000, mentre la zona di pianura conta un numero di abitanti intorno ai 50.000 con una dimensione abitativa media pari a 20.000 abitanti.

La ripartizione territoriale con la suddivisione delle zone omogenee è visionabile nella tabella.

Tale suddivisione del territorio in zone

è stata approvata nel 2015 in seguito alla legge del 7 aprile 2014 n. 56, in cui lo statuto prevede "la costituzione di zone omogenee, per specifiche funzioni e tenendo conto delle specificità territoriali, con organismi di coordinamento collegati agli organi della città metropolitana, senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica".

La **zona 1** comprende il comune di Torino, capoluogo piemontese, che insieme alle zone 2, 3 e 4 rappresentano la parte territoriale maggiormente popolata.

In maniera dettagliata, le zone sono costituite da un insieme di piccoli e grandi comuni, così suddivisi:

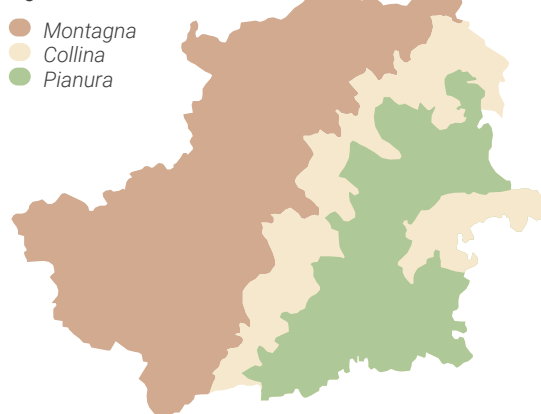
**Zona 2 (AMT OVEST – 14 Comuni):** Alpignano, Buttigliera Alta, Collegno, Druento, Grugliasco, Pianezza, Reano, Rivoli, Rosta, San Gillio, Sangano, Trana, Venaria, Villarbasse;

**Zona 3 (AMT SUD – 18 Comuni):** Beinasco, Bruino, Candiolo, Carignano, Castagnole P.te, La Loggia, Moncalieri, Nichelino, None, Orbassano, Pancalieri, Piossasco, Piobesi Torinese, Rivalta di Torino, Trofarello, Vinovo, Virle Piemonte, Volvera;

**Zona 4 (AMT NORD – 7 Comuni):** Borgaro Torinese, Caselle Torinese, Leinì, San Benigno C.se, San Mauro Torinese, Settimo Torinese, Volpiano;

**Zona 5 (PINEROLESE – 45 Comuni):** Airasca, Angrogna, Bibiana, Bobbio Pellice, Bricherasio, Buriasco, Campiglione Fenile, Cantalupa, Cavour, Cercenasco, Cu-

Fig. 46: Zone altimetriche



Fonte: dati ISTAT 2014

miana, Fenestrelle, Frossasco, Garzigliana, Inverso Pinasca, Luserna S. Giovanni, Lusernetta, Macello, Massello, Osasco, Perosa Argentina, Perrero, Pinasca, Pinerolo, Piscina, Pomaretto, Porte, Prigelato, Prali, Pramollo, Prarostino, Roletto, Rorà, Roure, Salza di Pinerolo, San Germano C., San Pietro Val Lemina, San Secondo di P., Scalenghe, Torre Pellice, Usseaux, Vigone, Villafranca Piemonte, Villar Pellice, Villar Perosa;

**Zona 6 (VALLI SUSA E SANGONE – 40 Comuni):** Almese, Avigliana, Bardonecchia, Borgone Susa, Bruzolo, Bussoleno, Caprie, Caselette, Cesana T.se, Chianocco, Chiomonte, Chiusa di San Michele, Claviere, Coazze, Condove, Exilles, Giaglione, Giaveno, Gravere, Mattie, Meana di Susa, Mompantero, Moncenisio, Novalesa, Oulx, Rubiana, Salbertrand, San Didero, San Giorio di Susa, Sant'Ambrogio di Torino, Sant'Antonino di Susa, Sauze di Cesana, Sauze d'Oulx, Sestriere, Susa, Vaie, Valgioie, Venaus, Villar Dora, Villarfocchiaro;

**Zona 7 (CIRIACESE – VALLI DI LANZO – 40 Comuni):** Ala di Stura, Balangero, Balme, Barbania, Cafasse, Cantoira, Ceres, Chialamberto, Ciriè, Coassolo T.se, Corio, Fiano, Front, Germagnano, Givoletto, Groscavallo, Grosso, La Cassa, Lanzo Torinese, Lemie, Lombardore, Mathi, Mezenile, Monastero di Lanzo, Nole, Pesinetto, Rivarossa, Robassomero, Rocca Canavese, San Carlo Canavese, San Francesco al C., San Maurizio C.se, Traves, Usseglio, Val della Torre, Vallo Torinese, Vauda Canavese, Varisella, Villanova Canavese, Viù;

**Zona 8 (CANAVESE OCCIDENTALE – 46 Comuni):** Agliè, Alpette, Bairo, Baldissero C.se, Borgiallo, Bosconero, Busano, Canischio, Castellamonte, Castelnuovo Nigra, Ceresole Reale, Chiesanuova, Ciconio, Cintano, Collettero C., Cuceglio, Cuorgnè, Favria, Feletto, Forno C.se, Frassinetto,

Ingria, Levone, Locana, Lusigliè, Ozegna, Pertusio, Pont Canavese, Prascorsano, Pratiglione, Ribordone, Rivara, Rivarolo Canavese, Ronco Canavese, Salassa, San Colombano B., San Giorgio C.se, San Giusto C.se, Noasca, Oglanico, San Ponso, Sparone, Torre Canavese, Valperga, Valprato Soana, Vialfrè;

**Zona 9 (EPOREDIESE – 58 Comuni):** Albiano d'Ivrea, Alice Superiore, Andrate, Azeglio, Banchette, Barone C.se, Bollengo, Borgofranco, Borgomasino, Brosso, Burolo, Candia C.se, Caravino, Carema, Cascinette d'Ivrea, Chiaverano, Collettero Giacosa, Cossano C.se, Fiorano C.se, Issiglio, Ivrea, Lessolo, Loranzè, Lugnacco, Maglione, Mercenasco, Meugliano, Montalenghe, Montalto Dora, Nomaglio, Palazzo Canavese, Parella, Pavone Canavese, Pecco, Perosa Canavese, Piverone, Orio Canavese, Quagliuzzo, Quassolo, Quincinetto, Romano Canavese, Rueglio, Salerano, Canavese, Samone, San Martino C.se, Scarmagno, Settimo Rottaro, Settimo Vittone, Strambinello, Strambino, Tavagnasco, Trausella, Traversella, Vestignè, Vico Canavese, Vidracco, Vische, Vistrorio;

**Zona 10 (CHIVASSESE – 24 Comuni):** Brandizzo, Brozolo, Brusasco, Caluso, Casalborgone, Castagneto Po, Castiglione Torinese, Cavagnolo, Chivasso, Cinzano, Foglizzo, Gassino Torinese, Lauriano, Mazzè, Montanaro, Monteu da Po, Rivalba, Rondissone, San Raffaele Cimena, San Sebastiano da Po, Torrazza Piemonte, Verolengo, Verrua Savoia, Villareggia;

**Zona 11 (CHIERESE – CARMAGNOLESE – 22 Comuni):** Andezeno, Arignano, Baldissero Torinese, Cambiano, Carmagnola, Chieri, Isolabella, Lombriasco, Marentino, Mombello di Torino, Montaldo T.se, Moriondo T.se, Osasio, Pavarolo, Pecetto T.se, Pino Torinese, Poirino, Pralormo, Riva presso Chieri, Santena, Sciolze, Villastellone.

Fig. 47: Zone omogenee della città Metropolitana Torinese

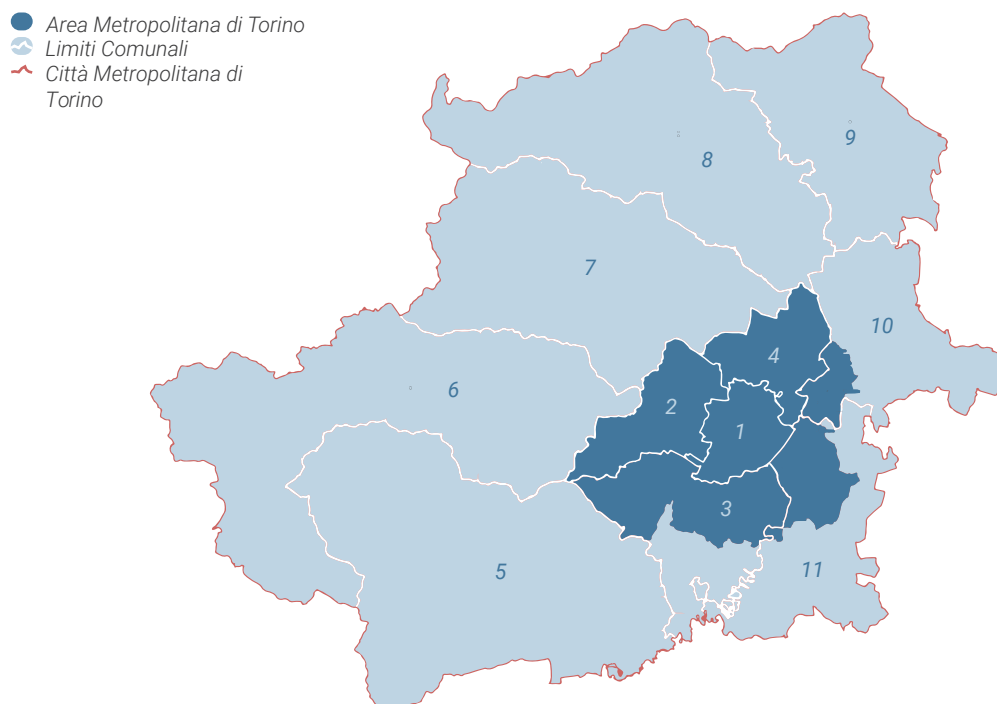


Fig. 48: popolazione legale e superficie (elaborazione dati Istat 2011)

	ZONA OMOGENEA	. COMUNI	POPOLAZIONE ISTAT G.U. 2011	KMQ
CAPOLOGUOGO	ZONA 1 - TORINO	1	872.367	130
> 200.000 < 300.000	ZONA 3 - AMT SUD	18	264.419	386
	ZONA 2 - AMT OVEST	14	234.878	203
> 120.000 < 200.000	ZONA 4 - AMT NORD	7	133.855	175
	ZONA 6 - PINEROLESE	45	132.561	1.302
	ZONA 11 - CHERESE - CARMAGNOLESE	22	130.217	462
> 80.000 < 120.000	ZONA 6 - VALLI SUSA E SANGONE	40	104.976	1.247
	ZONA 7 - CIRIACESE - VALLI DI LANZO	40	100.848	973
	ZONA 10 - CHIVASSESE	24	96.700	423
	ZONA 9 - EPOREDIESE	58	90.651	551
	ZONA 8 - CANAVESE OCCIDENTALE	46	84.308	975

Fonte: Regione Piemonte - delibera 14 aprile 2015 della Conferenza Metropolitana



## 3.4 TERRITORIO E UTENZE – COMUNE DI TORINO

### 3.4.1 ANALISI DEL TERRITORIO

Il comune di Torino avente una popolazione residente (2016) di 886.837 abitanti, è suddiviso in 8 Circoscrizioni.<sup>61</sup> Possiede una superficie di 130,17 chilometri quadrati ed un'altitudine di 239 metri sopra il livello del mare.

Fig. 49: Circoscrizioni

CircoscrizioniQ	uartieri
1	Centro, Crocetta
2	Santa Rita, Mirafiori
3	San Paolo, Cenisia, Cit Turin, Pozzo Strada, Borgata Lesna
4	San Donato, Parella, Campidoglio
5	Borgo Vittoria, Lucento, Madonna di Campagna, Vallette
6	Barriera di Milano, Barca, Regio Parco, Bertolla, Rebaudengo, Falchera, Villaretto
7	Aurora, Vanchiglia, Sassi Madonna del Pilone
8	San Salvario, Cavoretto, Borgo Po, Nizza Millefonti, Lingotto, Filadelfia

Fonte: Ripartizione territorio, <comune.torino.it>

### 3.4.2 ANALISI DEMOGRAFICA

Analizzare la composizione demografica della popolazione in un'ottica di gestione dei rifiuti è fondamentale per individuare la propensione ad eventuali cambiamenti. In maniera specifica è stata analizzata sia la popolazione Torinese con la

sua composizione (tenendo conto anche delle circoscrizioni), che la popolazione straniera residente, al fine di verificare la **propensione della popolazione ai cambiamenti**, poiché generalmente, **una popolazione per lo più anziana sarebbe contraria a tale processo**, per contro, **una popolazione giovane potrebbe recepire in maniera favorevole eventuali cambiamenti** che possano portare un beneficio all'intera società.

Per tale motivo, di seguito sono riportati i dati demografici della popolazione,<sup>62</sup> al fine di comprenderne meglio l'andamento.

Fig. 50: Totale residenti per genere e circoscrizione (2016)

Cir.	F	M	Tot.	Superficie mq
1	40.824	38.229	79.053	7.006.000
2	73.147	64.524	137.671	18.818.000
3	66.844	59.454	126.298	8.623.000
4	51.463	46.056	97.519	9.183.000
5	64.139	60.202	124.341	15.583.000
6	54.647	52.109	106.756	25.206.000
7	45.478	41.844	87.322	22.582.000
8	68.772	61.189	129.961	23.165.000
<b>Tot.</b>	<b>465.314</b>	<b>423.607</b>	<b>888.921</b>	<b>130.166.000</b>

Fonte: Istat

A fine 2016, Torino ha registrato in ciascuna delle otto circoscrizioni una prevalenza del genere femminile rispetto al genere maschile, con un trend registrato relativo all'andamento demografico della popolazione attualmente residente nel

comune di Torino, in calo negli ultimi cinque anni, con il picco più basso registrato nell'anno 2002.

La tabella seguente riporta il dettaglio della variazione della popolazione residente al 31 dicembre di ogni anno, a partire dal 2001. In corrispondenza dell'anno 2001 vengono riportate due righe aggiuntive con i dati rilevati il giorno dell'ultimo censimento della popolazione e quelli registrati in anagrafe il giorno precedente. **Il trend registrato al 31 dicembre 2017, mette in evidenza una diminuzione delle famiglie presenti con conseguente diminuzione della popolazione residente.** In particolar modo, considerando gli ultimi 5 anni (2012-2017) si può notare un trend positivo con una variazione percentuale

del 3,45% tra il 2012 ed il 2013. Gli anni successivi registrano invece un trend negativo relativo alla diminuzione della popolazione residente e al numero di famiglie presenti.

#### VARIAZIONE PERCENTUALE DELLA POPOLAZIONE

Confrontando le variazioni annuali della popolazione di Torino precedentemente espresse in percentuale, con le variazioni della popolazione della città Metropolitana di Torino e dell'intera regione Piemonte, emerge come **la città di Torino presenti il maggior quantitativo di variazioni** soprattutto tra il 2004 ed il 2013.

Entrando nello specifico le variazioni percentuali negative risultano (seppur

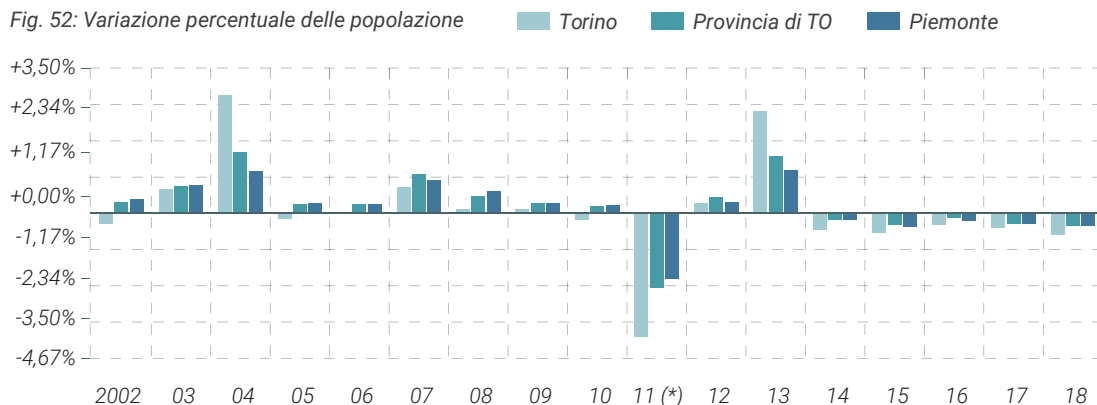
Fig. 51: Variazione popolazione residente

Anno	Data di rilevamento	Popolazione residente	Variazione assoluta	Variazione percentuale	Numero famiglie	Media componenti
2001	31/12	864.671	-	-	-	-
2002	31/12	861.644	-3.027	-0,32%	-	-
2003	31/12	867.857	+6.213	+0,72%	432.287	1,99
2004	31/12	902.255	+34.398	+3,96%	433.332	2,06
2005	31/12	900.608	-1.647	-0,18%	433.494	2,06
2006	31/12	900.569	-39	-0,00%	435.080	2,05
2007	31/12	908.263	+7.694	+0,85%	439.936	2,05
2008	31/12	908.825	+562	+0,06%	441.678	2,04
2009	31/12	909.538	+713	+0,08%	442.403	2,04
2010	31/12	907.563	+1.975	-0,22%	441.915	2,04
2011	08/10	907.079	-484	-0,05%	442.888	2,03
2011	09/10	872.367	-34.712	-3,83%	-	-
2011	31/12	869.312	-38.251	-4,21%	442.460	1,95
2012	31/12	872.091	+2.779	+0,32%	445.946	1,94
2013	31/12	902.137	+30.046	+3,45%	442.801	2,02
2014	31/12	896.773	-5.364	-0,59%	441.224	2,01
2015	31/12	890.592	-6.244	-0,70%	438.689	2,01
2016	08/10	886.837	-3.692	-0,41%	438.954	2,00
2017	09/10	882.523	-4.314	-0,49%	438.155	1,99

Fonte: Istat



Fig. 52: Variazione percentuale delle popolazione



Fonte: Istat - elaborazione tuttitalia.it  
(\*) post-censimento

non in maniera rilevante) in maggior numero, con il maggior picco registrato in corrispondenza dell'anno 2011 (-4,21%), probabilmente poichè la rivelazione è stata effettuata post-censimento, con una media generale pari all'1%.

Considerando gli ultimi cinque anni, per contro, si può notare come le variazioni si siano per lo più stabilizzate, nonostante non siano stati registrati notevoli picchi di crescita.

Tale stabilizzazione è da attribuirsi principalmente ad un aumento della presenza straniera come vedremo nei paragrafi successivi.

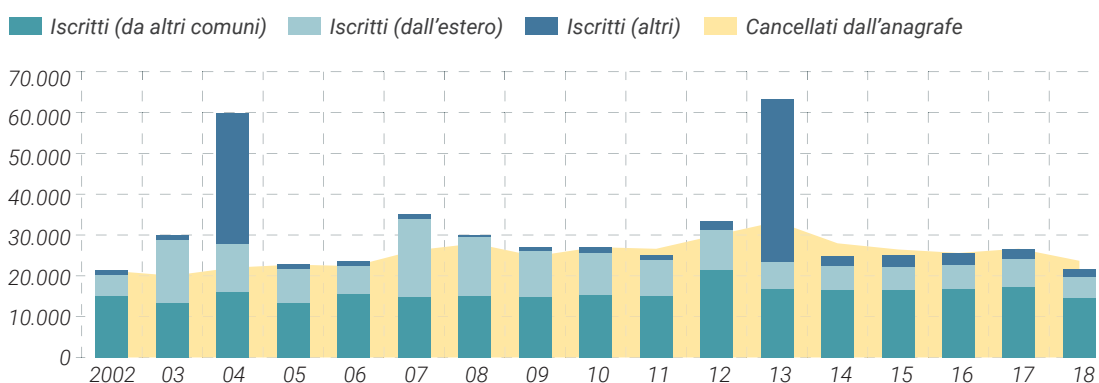
### FLUSSO MIGRATORIO POPOLAZIONE

Il numero dei trasferimenti di residenza (fig. 53) da e verso il comune di Torino negli ultimi venti anni ha registrato un trend variabile tra i 20.000 ed i 65.000 spostamenti, con il maggior picco registrato in corrispondenza dell'anno 2013 (principalmente nella categoria "Iscritti altri").

I trasferimenti di residenza vengono riportati nelle categorie "iscritti" e "cancellati" dall'Anagrafe del comune.

Nella categoria "iscritti", attraverso l'uso di gradazioni cromatiche differenti, vengono evidenziati i trasferimenti di residenza da altri comuni, quelli provenienti dall'estero e quelli dovuti a circostanze specifiche (ad esempio rettifiche amministrative).

Fig. 53: Flusso migratorio



Fonte: Istat - elaborazione tuttitalia.it

Nel dettaglio (fig. 54), il comportamento migratorio dal 2002 al 2017 ha registrato un notevole aumento sia nella categoria iscritti (circa il quadruplo) che cancellati (un aumento pari a circa otto volte), con il picco più elevato relativo ai trasferimenti di residenza registrato nel 2013 (+32.318), mentre una diminuzione continua del saldo migratorio totale è stata

registrata dal 2014 (-3.261) al 2018 (-2.487).

## MOVIMENTAZIONE NATURALE DELLA POPOLAZIONE

Il saldo naturale (generato dalla differenza tra le nascite ed i decessi) negli ultimi anni è notevolmente aumentato, principalmente a causa di un aumento dei de-

Fig. 54: Comportamento migratorio

Anno 1 gen-31 dic	Iscritti			Cancellati			Saldo Migratorio con l'estero	Saldo Migratorio totale
	Da altri comuni	Da estero	Per altri motivi (*)	Per altri comuni	Per estero	Per altri motivi (*)		
2002	15.553	5.210	561	20.844	747	915	+4.463	-1.182
2003	13.195	15.845	857	19.530	822	892	+15.023	+8.653
2004	15.763	11.578	32.104	21.671	828	1.238	+10.750	+35.708
2005	13.592	8.241	1.394	21.506	1.024	895	+7.217	-198
2006	15.485	7.481	1.151	21.850	1.009	131	+6.472	+1.127
2007	14.912	20.267	790	25.279	999	860	+19.268	+8.831
2008	15.076	14.570	378	23.881	1.393	3.071	+13.177	+1.679
2009	15.260	11.744	602	19.759	1.385	4.497	+10.359	+1.965
2010	15.494	10.735	1.156	20.361	1.351	6.467	+9.384	-794
2011 <sup>1</sup>	12.335	7.134	1.017	15.103	957	3.759	+6.177	+667
2011 <sup>2</sup>	2.815	2.045	305	4.107	266	3.454	+1.779	-2.662
2011 <sup>3</sup>	15.150	9.179	1.322	19.210	1.223	7.213	+7.956	-1.995
2012	21.835	10.254	1.969	21.783	1.733	5.830	+8.521	+4.712
2013	16.929	7.059	41.367	18.502	2.155	12.380	+4.904	+32.318
2014	16.806	6.356	2.434	17.291	2.373	9.193	+3.983	-3.261
2015	16.599	5.948	2.759	16.775	2.830	8.364	+3.118	-2.663
2016	17.143	5.969	2.713	17.762	2.858	5.548	+3.111	-343
2017	17.664	6.756	2.616	17.442	2.725	7.469	+4.031	-600
2018	14.499	5.487	1.870	15.239	2.584	6.520	+2.903	-2.487

(\*) sono le iscrizioni/cancellazioni in Anagrafe dovute a rettifiche amministrative

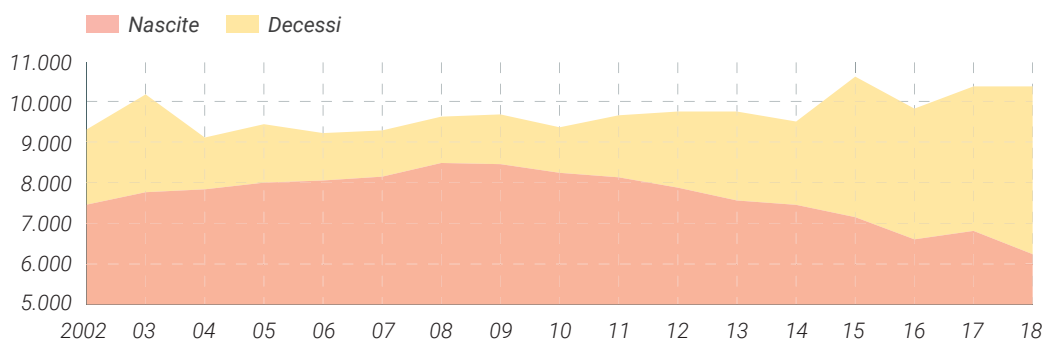
(<sup>1</sup>) bilancio demografico pre-censimento 2011 (1 gennaio - 8 ottobre)

(<sup>2</sup>) bilancio demografico post-censimento 2011 (9 ottobre - 31 dicembre)

(<sup>3</sup>) bilancio demografico 2011 (1 gennaio - 31 dicembre). Somma delle due righe precedenti

Fonte: Istat - elaborazione tuttitalia.it

Fig. 54: Movimento naturale della popolazione



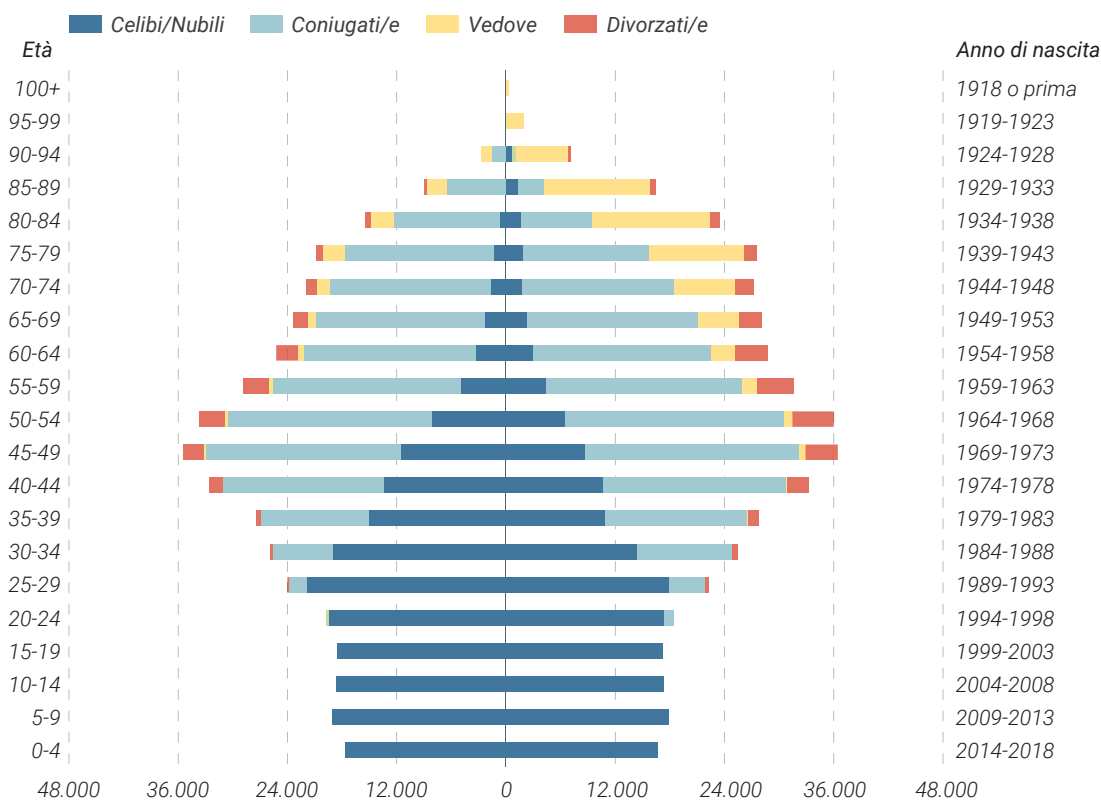
Fonte: Istat - elaborazione tuttitalia.it

cessi ed una corrispondente **diminuzione delle nascite**, in continuo peggioramento dal 2008 (anno della crisi economica) ad oggi, con il trend più basso registrato nel 2016. Il numero dei decessi si è mantenuto più o meno costante con dei picchi registrati negli anni 2003 (poco oltre 10.000), 2015 (circa 10.500) e 2017 (poco più di 10.000).

### POPOLAZIONE PER ETÀ – SESSO - STATO CIVILE

Il dato registrato durante il corso del 2016 mette in evidenza come la **popolazione residente** a Torino **maggiormente presente** sia nata tra il 1974-1978 ed il 1964-1968, con un **età variabile dai 40 ai 54 anni**, per lo più aventi stato civile “coniugati/e” e “celibi/nubili” (figura 55).

Fig. 55: popolazione per età, sesso e stato civile



Fonte: Istat - elaborazione tuttitalia.it

In un'ottica più ampia di analisi, le fasce di età maggiormente presenti variano dai 25-29 anni ai 65-69 anni, dimostrando un **trend di popolazione relativamente giovane**.

La forma di tale grafico è molto indicativa per verificare prontamente in maniera visiva l'andamento demografico, dove eventuali cambiamenti radicali indicano un'eventuale crescita o decrescita, influenzata principalmente da aumenti o diminuzioni delle nascite e/o altri eventi.

#### SUDDIVISIONE DELLA POPOLAZIONE PER ETÀ

Come da indicazioni ISTAT, la suddivisione della popolazione considera tre grandi fasce di età: Giovani 0-14 anni, Adulti 15-64 anni e Anziani oltre i 65 anni (fig. 56). In funzione delle proporzioni fra le diverse fasce, una popolazione può essere defi-

nita: progressiva, stazionaria o regressiva a seconda della prevalenza della popolazione giovane rispetto a quella anziana. L'analisi e lo studio di tale rapporto è importante non solo per valutare i possibili effetti sul sistema sociale, ma specularmente anche per eventuali azioni da intraprendere sul territorio.

#### ANALISI POPOLAZIONE STRANIERA RESIDENTE

La popolazione straniera residente a Torino al 1° gennaio 2017 è pari a 133.522 abitanti, **in leggera diminuzione rispetto al periodo 2014-2016** (dove si è mantenuta costante intorno ai 135.000 residenti), facendo registrare un'inversione di tendenza rispetto agli anni precedenti, dove il periodo 2004-2011 ha registrato costantemente un aumento dei residenti stranieri. In particolar modo, prendendo come riferimento sempre l'anno 2017, la popolazio-

Fig. 56: Struttura della popolazione

Anno 01/01	0-14 anni	15-64 anni	65+ anni	Totale residenti	Età media
2002	95.302	574.553	194.816	864.671	44,7
2003	96.831	565.819	198.994	861.644	45,0
2004	99.937	565.611	202.309	867.857	45,0
2005	104.242	585.615	212.398	902.255	45,0
2006	103.376	585.811	211.421	900.608	45,0
2007	104.624	582.146	213.799	900.569	45,1
2008	106.853	586.460	214.950	908.263	45,0
2009	108.293	584.679	215.853	908.825	45,1
2010	109.861	582.722	216.955	909.538	45,1
2011	110.892	579.431	217.240	907.563	45,3
2012	107.309	546.151	215.852	869.312	45,7
2013	109.571	546.471	216.049	872.091	45,7
2014	112.399	565.431	224.307	902.137	45,7
2015	111.804	559.262	225.707	896.773	45,9
2016	111.325	554.192	226.012	890.529	46,1
2017	108.911	551.738	226.188	886.837	46,3
2018	107.794	549.055	225.674	882.523	46,4

Fonte: Istat

Fig. 57: Andamento della popolazione con cittadinanza straniera



Fonte: Istat - elaborazione tuttitalia.it

ne straniera residente è pari al 15,1%, con una ripartizione geografica così suddivisa: Europa (52,3%), Africa (25,8%), Asia (12,0%), America (9,8%), Apolidi ed Oceania (percentuali non rilevate).

#### DISTRIBUZIONE POPOLAZIONE PER ETÀ E SESSO

Il dato registrato a fine 2016 mette in evi-

Fig. 58: Distribuzione della popolazione

Età	Maschi	Femmine	Tot.	%
0-4	5.176	4.632	9.808	7,3%
5-9	4.641	4.286	8.927	6,7%
10-14	3.208	3.011	6.219	4,7%
15-19	3.202	2.737	5.939	4,4%
20-24	4.249	3.737	7.986	6,0%
22-29	6.539	6.523	13.062	9,8%
30-34	7.680	8.298	15.978	12,0%
35-39	8.106	8.453	16.559	12,4%
40-44	6.923	7.503	14.426	10,8%
45-49	5.663	6.756	12.419	9,3%
50-54	3.478	4.714	8.192	6,1%
55-59	2.429	3.811	6.240	4,7%
60-64	1.313	2.331	3.644	2,7%
65-69	649	1.216	1.865	1,4%
70-74	357	646	1.003	0,8%
75-79	222	444	666	0,5%
80-84	134	244	378	0,3%
85-89	59	86	145	0,1%

Fonte: Istat

denza come la prevalenza dei residenti stranieri siano per lo più giovani, in particolare appartenenti alle fasce di età dai 25-29 anni ai 45-49 anni (tale trend contribuisce in parte a diminuire l'età media della popolazione residente a Torino), con una suddivisione per genere che varia in relazione alle classi di età.

I dati complessivi relativi sia alla popolazione italiana residente a Torino, che la popolazione straniera, mostrano in sintesi un'età media intorno ai 45 anni, questo indica da un lato una popolazione per lo più giovane, incline a possibili cambiamenti al fine di indurre un beneficio che si ripercuota positivamente sulla società e dall'altro, in un'ottica di gestione dei rifiuti è sicuramente un vantaggio poiché eventuali azioni volte al miglioramento o al cambiamento sotto determinati punti di vista del servizio, verrebbero accolte con positività.

### 3.4.3 RIFIUTI URBANI: PRODUZIONE E RACCOLTA DIFFERENZIATA

La figura sotto riportata mostra i dati sulla produzione complessiva di rifiuti urbani nel 2016 con la produzione procapite e le percentuali di raccolta differenziata raggiunte. I dati sono stati rilevati dell'Osservatorio Rifiuti della Città Metropolitana di Torino e dall'ATO-Rifiuti torinese.<sup>63</sup>

Fig. 59: Produzione complessi RU

	2015	2016	% Var.
Popolazione	890.529	886.837	-0,4%
Produzione RU (t)	437.653	441.867	1,0%
Prod. procapite (kg)	491	498	1,5%
Discarica (t)	0	9.906	
Pretrattamento (t)	0	7.887	
Incenerimento (t)	243.764	228.279	
Terre spazzate (t)	3.910	4.289	
Differenziata (t)	185.582	186.818	0,7%
Differenziata (%)	42,8%	42,7%	

Fonte: Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti

La produzione di rifiuti urbani tra il 2015 ed il 2016 ha subito un aumento dell'1%, mentre la produzione procapite è aumentata dell'1,5%. La percentuale di raccolta differenziata è rimasta tendenzialmente simile, con una piccola variazione negativa di -0,1% (42,7%) rispetto al 2015 (42,8%), rimanendo comunque al di sotto degli obiettivi minima nazionali (65% entro il 2012). Un altro dato sicuramente rilevante al fine di ottimizzare un servizio di raccolta, emerge analizzando il quantitativo totale di rifiuti urbani prodotti con la percentuale di raccolta differenziata ed il quantitativo destinato all'incenerimento, pari al 52% del totale dei rifiuti urbani. Tale quantità, nonostante non venga smaltita in discarica, rappresenta una criticità, in quanto potrebbe essere recuperata con un miglior sistema di gestione rifiuti, soprattutto attraverso il recupero di rifiuti con un'elevata percentuale di

riciclabilità come alluminio o plastica, cercando di ridurre al minimo le contaminazioni tra rifiuti, in maniera tale da ottimizzarne il recupero.

Un ulteriore focus è mostrato nella figura seguente:

Fig. 60: Raccolta differenziata 2016 per materiale

Frazione	Tonnellate annue	Kg per abitante
Carta	63.824	72
Organico	46.747	53
Verde	4.988	6
Legno	22.682	26
Plastica	14.196	16
Vetro/Metallo	25.869	29
Metalli ferrosi	1.261	1
Tessili	1.516	2
Ingombranti	3.944	4
Raee	3.118	4

Fonte: Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti

Tenendo conto dei quantitativi di alluminio presenti all'interno del sistema integrale dei rifiuti, viene mostrata nel dettaglio la frazione Vetro-Metalli, attraverso una percorrenza temporale 2008-2016,

Fig. 61: Quantitativi raccolta congiunta Vetro-Metallo

Anno	Bacino 18
2008	22.128
2009	23.724
2010	25.454
2011	23.950
2012	23.359
2013	23.294
2014	23.054
2015	25.767
2016	25.869

Fonte: Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti

ricordando che la raccolta differenziata degli imballaggi è influenzata dall'accordo Quadro ANCI-CONAI sottoscritto nel 2014 con validità per tutto il 2019.

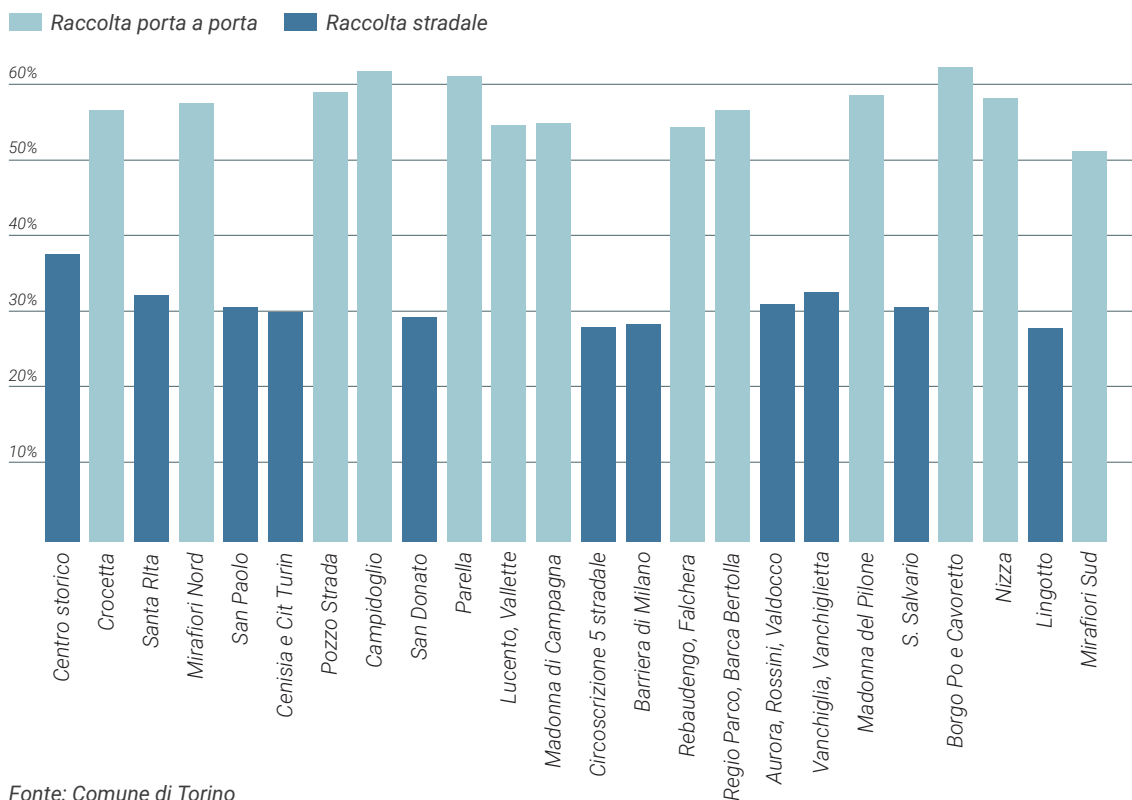
Il quantitativo di alluminio presente all'interno della raccolta congiunta vetro-metalli varia in funzione della regione, del comune che effettua la raccolta nonché del quartiere preso in esame. Volendo stimare un quantitativo teorico, generalmente tale percentuale potrebbe variare dal 5 al 13%.

Da precisare che in alcuni casi (bacini ACEA, CADOS - gestione ACSEL, CCA, CCS e Covar 14) viene effettuata la raccolta congiunta Plastica-Metalli. Il lato negativo rappresentato da tale sistema, nonostante vi sia una buona valorizzazione delle lattine di alluminio rispetto alla raccolta vetro-metallo, è rappresentato dalla scarsa qualità dei materiali raccolti, con picchi negativi in alcuni territori. Un ulteriore aspetto da non tralasciare riguarda gli enormi problemi relativi la sostenibilità economica legata alla raccolta multi-materiale, mettendone in dubbio la permanenza nel lungo periodo.



### 3.4.4 RISULTATI RACCOLTA DIFFERENZIATA NEI QUARTIERI

Fig. 62: Percentuali raccolta porta a porta - stradale



Fonte: Comune di Torino

Confrontando brevemente i due servizi di raccolta rifiuti, “stradale”, “porta a porta”, si può chiaramente notare come il risultato di quest’ultimo ha garantito delle percentuali di raccolta superiori al 50%, a differenza della raccolta “stradale” dove le percentuali restano decisamente inferiori (intorno al 31%). Questo indica da un lato una maggiore efficienza del sistema porta a porta e dall’altro una predisposizione delle famiglie a differenziare i rifiuti.

### 3.4.5 RIFIUTI URBANI RESIDUI (RUR)

Il quantitativo di rifiuti urbani residuati a valle della raccolta differenziata (conferito in discarica, in impianti di pre-trattamento, alla termovalorizzazione o in alcuni casi al recupero di materia) per l’anno 2016 relativo alla regione Piemonte è pari a circa 491 mila tonnellate con un incremento dello 0,68% rispetto al 2015, di cui 250.361 tonnellate prodotte nella città di Torino.

Tenendo conto del PPGR 2006 (attualmente in vigore) per il 2011, che regola il fabbisogno di smaltimento dei rifiuti (per evitare in conferimento in discarica), nel caso di Torino pari a 255.364 tonnellate, nel 2016 la città ha mantenuto un fabbisogno inferiore pari a 250.361 tonnellate, pur rimanendo come visto precedente-



mente sotto all'obiettivo minimo di RD (42,7%).

*Fig. 63: Smaltimento rifiuti*

Anno	Bacino 18 (t)
2010	281.899
2011	270.507
2012	261.606
2013	253.461
2014	249.907
2015	247.675
2016	250.361
Var 15-16	1,08%
Previsione 2006 PPGR per 2011	255.364

Fonte: Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti

La tabella, mostra il valore percentuale dato dal rapporto tra i RUR (rifiuti urbani residui) ed i RU (rifiuti urbani)

In generale il valore medio dei bacini escludendo la città di Torino si aggira intorno al 40%, mentre il Bacino 18 (Comune di Torino), presenta un valore superiore al 50% dal 2005 al 2016, ciò sta ad indicare che il RUR pesa (nel 2016) il 57% sul totale dei rifiuti prodotti.

Al fine di valutare la composizione di tale percentuale, l'IPLA Spa (organismo tecnico-scientifici costituito dalla Regione Piemonte nel 1979 per fornire un supporto nelle politiche di tutela dell'ambiente e nella pianificazione degli interventi sul territorio), ha effettuato un'analisi mer-

ceologica sul rifiuto indifferenziato, sul rifiuto organico e dal 2006 anche sulla plastica proveniente dalla raccolta multi-materiale, di seguito riportata (i dati sono riferiti alla Provincia di Torino). I dati più recenti fanno riferimento al 2009, e provengono dallo studio "Elaborazione di una metodologia finalizzata alla determinazione del potere calorifico del rifiuto urbano indifferenziato conferito nella Provincia di Torino" pubblicato nel 2011. Il dato più recente (2009) relativo all'alluminio, mostra una percentuale di perdita pari allo 0,81%, che rapportandola al totale dei rifiuti urbani residui della città di Torino (250.361 t), delinea una perdita di 2.128,10 tonnellate, esclusivamente nel rifiuto indifferenziato.

Questo mette in risalto un problema di valorizzazione, poiché sia in termini eco-

*Fig. 64: Peso % RUR sui RU*

Anno	Bacino 18
2005	64%
2006	63%
2007	60%
2008	59%
2009	58%
2010	57%
2011	56%
2012	57%
2013	58%
2014	57%
2015	57%
2016	57%

Fonte: Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti

nomici che in termini di sostenibilità l'alluminio è uno dei materiali con il più alto contenuto di energia intrinseca, consentendo una riciclabilità del 100% ed un risparmio energetico pari al 95% rispetto alla produzione primaria. Questo valore, insieme alle percentuali di alluminio che non vengono correttamente recuperate o selezionate negli appositi impianti ed alle percentuali di alluminio destinate alla termovalorizzazione, rappresenta quindi un problema per l'intero territorio.

Fig. 65: Analisi merceologica

Frazioni	2006	2007	2008	2009
Sottovaglio <20mm	4,49%	4,50%	4,58%	6,97%
Organico	20,58%	20,70%	22,21%	22,12%
Verde	1,75%	2,60%	2,12%	2,27%
Plastica film	7,62%	7,29%	7,47%	7,08%
Altra plastica	8,37%	8,36%	7,11%	2,27%
Cont. plastica	2,57%	3,00%	2,69%	2,51%
<b>Tot. plastica</b>	<b>18,56%</b>	<b>18,65%</b>	<b>17,27%</b>	<b>16,41%</b>
Carta riciclabile	6,30%	7,77%	7,00%	6,88%
Altra carta	8,78%	7,88%	8,21%	7,94%
Cartone teso	3,21%	3,29%	3,27%	3,06%
Cartone ondulato	2,32%	2,88%	3,28%	2,56%
<b>Tot. carta</b>	<b>20,60%</b>	<b>21,83%</b>	<b>21,77%</b>	<b>20,84%</b>
Pannolini	9,93%	6,41%	7,84%	7,18%
Poliacc. prev. carta	3,98%	3,17%	3,58%	3,19%
Poliacc. prev. plastica	0,94%	0,67%	0,71%	0,65%
Poliacc. prev. alluminio	0,06%	0,03%	0,05%	0,04%
<b>Tot. poliacc.</b>	<b>4,98%</b>	<b>3,87%</b>	<b>4,33%</b>	<b>3,87%</b>
Legno	0,72%	1,54%	0,96%	1,17%
Tessili naturali	3,79%	3,72%	3,63%	3,26%
Altri tessili	1,61%	1,84%	1,46%	1,39%
<b>Tot. tessili</b>	<b>5,41%</b>	<b>5,56%</b>	<b>5,10%</b>	<b>4,66%</b>
Pelli e cuoio	0,30%	0,40%	0,29%	0,55%
Vetro	4,90%	5,93%	6,14%	6,59%
Altri inerti	2,81%	3,27%	3,00%	3,55%
Alluminio	0,85%	0,88%	0,80%	0,81%
Metalli ferrosi	2,76%	2,64%	2,37%	2,33%
Metalli non ferrosi	0,42%	0,24%	0,32%	0,78%
Pile	0,19%	0,11%	0,22%	0,12%
Farmaci	0,09%	0,14%	0,13%	0,11%
Altri rifiuti pericolosi	0,02%	0,08%	0,02%	0,06%
RAEE	0,63%	0,65%	0,56%	-

Fonte: IPLA Spa

## NOTE

52. Commissione Europea, *L'anello mancante – Piano d'azione dell'Unione Europea per l'economia circolare*, Bruxelles, 2015, <ec.europa.eu>.
53. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, <eur-lex.europa.eu>.
54. Ibid.
55. Ibid.
56. *Materia Rinnovabile*, Rivista internazionale sulla bioeconomia e l'economia circolare, Numero 01, Edizioni Ambiente, 2015, <renewablematter.eu>.
57. Ibid.
58. Biganzoli L., Grosso M., *Aluminium recovery from MSWI bottom ash*, Dipartimento di ingegneria civile ed ambientale, Milano, 2013.
59. *Rapporto Urbes*, 2015, <istat.it>.
60. Giovanni Vetrutto, Fabio Guglielmi, Carmen Giannino, Alessio Canzonetti, Manfredi De Leo, Sara Gualtieri, Massimo La Nave, *Dossier delle Città Metropolitane*, Dipartimento per gli Affari Regionali e le Autonomie, Torino, 2017.
61. Ripartizione territorio, <comune.torino.it>.
62. Dati Istat, <istat.it>.
63. Città Metropolitana di Torino, ATO-Rifiuti Torinese, *Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti*, Città Metropolitana di Torino, ATO-Rifiuti Torinese, Torino, 2017, <cittametropolitana.torino.it>.



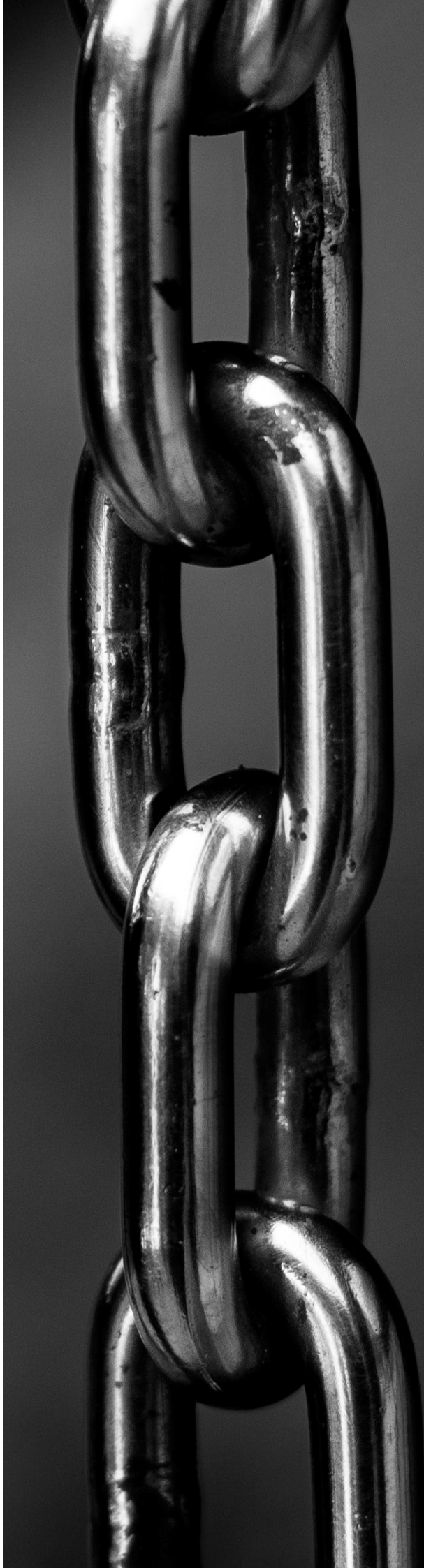
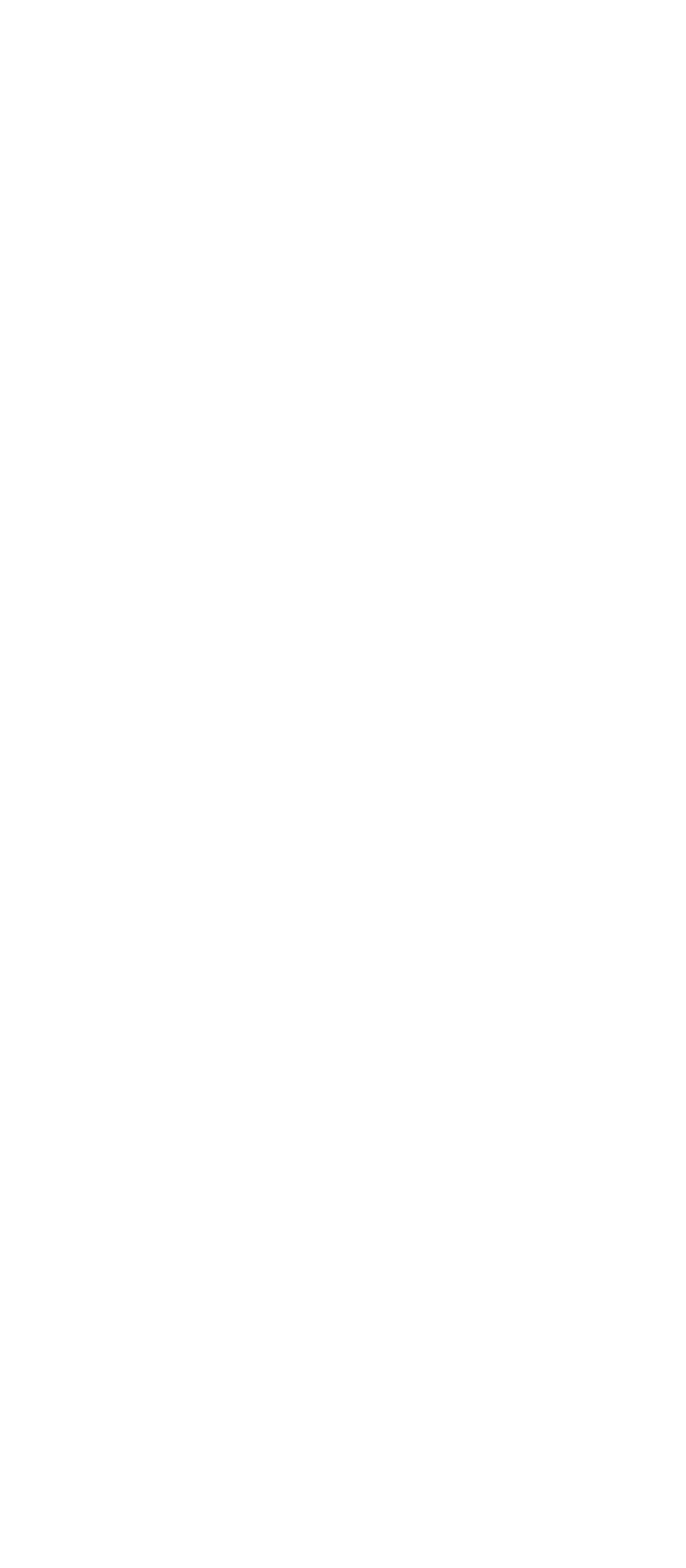
# **04.**

## **WEALL, DA RIFIUTO A RISORSA**

Durante l'analisi dell'intero percorso della materia, e dei sistemi ad essa relativi, sono varie le debolezze emerse, problematiche con ripercussioni ambientali, sociali ed economiche, ambiti di criticità profondamente interconnessi tra di loro. Pensare di poter agire a livello mondiale in maniera diretta è un'utopia, considerando che il "globale" è di fatto ingovernabile, risultato di dinamiche politiche ed economie intricatissime, sorrette da equilibri dinamici invisibili. Una sorta di macchina complessa inarrestabile, creata dall'uomo per l'uomo, cresciuta troppo velocemente, tanto da acquisire una propria inerzia capace di schiacciare le reali esigenze contemporanee, sottovalutate in fase di definizione di quello che è oggi il mondo in cui viviamo.

Una possibile alternativa consiste nell'individuazione di strategie locali efficaci, capaci di coniugare nuove economie con la società, in maniera pratica e diretta, sempre in ottica assolutamente ambientale. Diventa fondamentale quindi analizzare il territorio e i suoi attori, traducendo i valori di sostenibilità in pratiche condivise ed attuabili. L'agire localmente in ottica globale può essere la chiave per determinare piccoli cambiamenti che abbiano grandi ripercussioni sul futuro.

Da questa visione nasce la volontà di generare un sistema capace di agire in campo ambientale, economico e sociale, attuabile in un contesto urbano, integrandosi con le realtà preesistenti senza sovvertire nulla in modo drastico, anzi instaurando nuove connessioni e relazioni che generino valore. Abbiamo tradotto tale sistema in WeAll.







## 4.1 INQUADRAMENTO COOPERATIVA SOCIALE

Come descritto dall'articolo 1 Legge 391/1991 *“Le cooperative sociali sono imprese che nascono con lo scopo di perseguire l'interesse generale della comunità alla promozione umana e all'integrazione sociale dei cittadini”*, in grado di redigere degli accordi con le pubbliche amministrazioni (previa iscrizione all'albo regionale) per la fornitura di beni e servizi diversi da quelli socio-sanitari ed educativi, finalizzati a creare nuove opportunità di lavoro indirizzate principalmente a persone svantaggiate.

Esistono due varianti di cooperative sociali:

**Cooperative sociali di tipo A:** gestiscono per lo più case famiglia, centri per anziani, centri educativi etc. (attualmente rappresentano circa il 60% delle cooperative in circolazione).

**Cooperative sociali di tipo B:** svolgono per lo più attività finalizzate all'inserimento di persone svantaggiate (fisicamente o psicologicamente), in qualsiasi settore d'impresa (agricolo, industriale, artigianale etc.) con il vincolo di destinare almeno il 30% dei posti di lavoro alle utenze suddette.

Quest'ultima tipologia in Italia sta prendendo sempre più corpo, secondo la L. 381/91, soprattutto in settori relativi alla manutenzione del verde o alle pulizie, grazie anche al riconoscimento di esenzioni fiscali e defiscalizzazioni.

Possono essere distinti al suo interno quattro differenti tipologie di soci:

**Soci ordinari:** svolgono la loro attività a fronte di una retribuzione, in quanto iscritti a libro paga;

**Soci volontari:** (non superiori al 50% del numero totale dei soci) non posseggono una retribuzione, ma hanno diritto ad un rimborso spese;

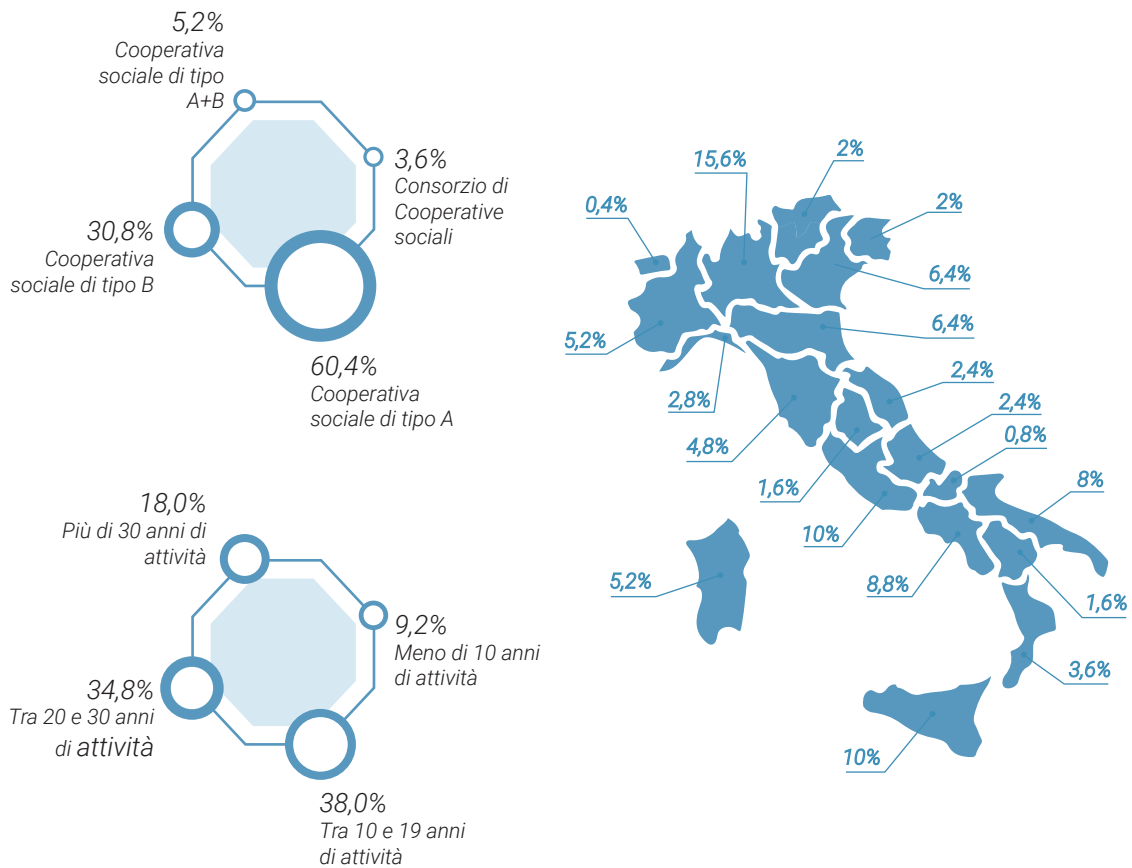
**Soci “persone svantaggiate”:** si differenziano per la loro condizione fisica e psichica e devono costituire almeno il 30% del numero complessivo dei soci (per la retribuzione le cooperative sono esonerate dalle contribuzioni obbligatorie inerenti all'assicurazione assistenziale e previdenziale);

**Persone giuridiche pubbliche e private.**

Con la dicitura “persone svantaggiate” vengono definite in base all'articolo 4 comma 1: gli invalidi fisici, sensoriali e psichici, i soggetti sotto trattamento psichiatrico, gli ex degenti di istituti psichiatrici, gli alcolisti, i tossicodipendenti, i condannati ammessi alle misure alternative alla detenzione previste dagli articoli 47, 47-bis, 47-ter e 48 della legge 26 luglio 1975, n°354, i minori in età lavorativa in situazioni di difficoltà familiare etc.

I dati Isnet riportati nella “10° edizione dell'Osservatorio Isnet sull'Impresa Sociale”, mettono in evidenza come il 30,8% delle cooperative sociali siano di tipo B, contro il 5,2% A+B ed il 60,4% di tipo A. Le cooperative sociali di tipo B a differenza delle altre cooperative o imprese sociali rappresentano maggiormente il concetto di innovazione sociale di tipo organizza-

Fig. 66: Tipologia di organizzazione - Anni di attività - Localizzazione



Fonte: 10° edizione dell'Osservatorio Isnet sull'Impresa Sociale

tivo, poiché tutti i soggetti direttamente o indirettamente coinvolti in un progetto o nelle attività della cooperativa ne beneficiano in termini economici e non, con il rischio come in qualsiasi altra impresa dell'eventuale perdita di lavoro che comporterebbe l'interruzione ad esempio di un percorso di recupero o di formazione. Tale interruzione si ripercuoterebbe in maniera diretta sulle pubbliche amministrazioni poiché da soggetti in grado di produrre reddito attraverso il raggiungimento di un'indipendenza economica, gli utenti svantaggiati tornerebbero a carico dei servizi sociali, gravando appunto sulla pubblica amministrazione.

## 4.2 WEALL

Ciascun territorio possiede dei bisogni e delle caratteristiche specifiche che definiscono ed inquadrano una determinata società. Tali necessità devono essere tutelate, comprese e veicolate, al fine di garantire un impatto positivo e propositivo, ed è ciò per cui nasce WeAll. Una cooperativa sociale dove si tendono ad enfatizzare i **benefici collettivi**, valutando attentamente le **conseguenze sociali**, siano esse positive o negative, ma soprattutto dove è forte il senso di responsabilità verso la comunità nella quale si opera, poiché spesso le azioni attuate non sono ben correlate tra di loro, con delle carenze da un punto di vista metodologico. La conoscenza e le sane relazioni sono quindi elementi fondamentali per inquadrare le dinamiche di sviluppo da attuare in un'ottica di sostenibilità.

In tal senso, è utile riportare la definizione presente nella “**Dichiarazione di identità e carta dei valori e principi**”<sup>64</sup> approvata nel Congresso del Centenario dell'Alleanza Cooperativa Internazionale, Manchester, settembre 1995, dove una cooperativa viene definita come:

*Un'associazione autonoma di individui che si uniscono volontariamente per soddisfare i propri bisogni economici, sociali e culturali e le proprie aspirazioni attraverso la creazione di una società di proprietà comune e democraticamente controllata (...) basata sui valori dell'auto-aiuto, della democrazia, dell'eguaglianza, dell'equità, della solidarietà, dell'onestà, della trasparenza, della responsabilità sociale e dell'attenzione verso gli altri.*




Vengono inoltre definiti 7 principi cardine:

Adesione Libera e Volontaria
Controllo Democratico da parte dei Soci
Partecipazione economica dei Soci
Autonomia ed Indipendenza
Educazione, Formazione ed Informazione
Cooperazione fra cooperative
Interesse verso la Comunità

Tenendo presente il concetto di cooperativa ed i principi sui quali si fonda, l'obiettivo di WeAll è quello di creare una serie di diverse attività finalizzate a risolvere delle criticità all'interno di una collettività, coinvolgendo anche soggetti svantaggiati, al fine di creare valore sociale ed economico, con effetti positivi diretti sulla comunità e indiretti verso il pianeta. Il vantaggio di operare a stretto contatto all'interno di un dato territorio contribuisce, da un lato, ad aumentare il capitale sociale, e dall'altro, a creare delle vere e proprie relazioni all'interno della società stessa.

Per tale motivo **WeAll** può essere considerata anche come uno strumento, **un mezzo, per veicolare comportamenti al fine di generare qualità sociali**. Inoltre risulta particolarmente interessante la possibilità di generare reddito, sia per quanto riguarda i ricavi potenziali derivanti dall'ottimizzazione del riciclo della materia, sia poiché si contribuisce alla creazione di posti di lavoro a lungo termine, tutelando soprattutto le fasce sociali più deboli, valorizzando il lavoro manuale, considerando che al giorno d'oggi posizioni

lavorative del genere tendono via via ad essere sostituite da processi tecnologici. In questo modo si integrano nei processi sociali ed economici le classi sociali critiche che altrimenti graverebbero sulla pubblica amministrazione. In sintesi, lo scopo è quello di perseguire l'interesse di una comunità attraverso un approccio multidimensionale, al fine di soddisfare dei bisogni di un numero indeterminato di persone, agendo su problemi concreti riscontrati sul territorio.

 <p><b>SOCIETÀ</b> Sensibilizzazione ed educazione</p>	<p>INTERESSE VERSO LA COMUNITÀ PER UNO SVILUPPO SOSTENIBILE CONTRASTARE L'ESCLUSIONE SOCIALE INCLUSIONE DELLE FASCE PIÙ DEBOLI</p>
 <p><b>AMBIENTE</b> Pianeta</p>	<p>GARANTIRE UNA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE RISORSE TUTELA DELLE RISORSE PRIMARIE, RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI FAVORIRE LE CONNESSIONI ECOLOGICHE URBANE</p>
 <p><b>ECONOMIA</b> Prosperità</p>	<p>PROMUOVERE INNOVAZIONI SOSTENIBILI PROMUOVERE IL MERCATO DELLE MATERIE PRIME SECONDE INNOVARE PROCESSI E PRODOTTI</p>

## 4.3 VALORE OFFERTO

WeAll è generata dall'esigenza di diffondere i principi della sostenibilità in tutte le sue dimensioni. Getta quindi le sue fondamenta su una scala di valori che parte dalla sfera ambientale, e si dirama in contemporaneamente in quella sociale ed economica. Queste due sfere saranno determinate da valori più specifici, spesso connessi tra loro, con una trama di sottofondo sempre volta alla sostenibilità ambientale. I valori finali generati vengono quindi tradotti in attività, l'anima pratica di WeAll, una serie di iniziative da attuare nel corso della costituzione della cooperativa, in un'ottica sia a breve che a lungo termine, pensate su misura per tutti i target che vivono il sistema in qualità di cittadini, considerando quindi non solo l'utente medio, ma anche chi gestisce attività commerciali o d'impresa e ovviamente l'amministrazione comunale.

**Shift verso paradigmi sostenibili, identità delle future smart cities:** guardare all'obiettivo per guidare il cambiamento passo dopo passo, diffondendo i valori di sostenibilità ambientale. Agire nel contesto urbano per avere impatto globale.

**Tutela delle risorse primaria e riduzione dei consumi energetici:** traduzione economica del principio fondatore.

**Ottimizzazione del recupero:** aumentare le percentuali di riciclo, ottimizzando i processi della filiera della raccolta, riducendo quindi le quantità di approvvigionamento di materia prima vergine e la relativa energia utile alla produzione della stessa.

**Progettazione intelligente:** aumentare le percentuali di riciclo e recupero a monte, riprogettando prodotti e servizi in funzione delle pratiche di dismissione.

**Valorizzazione della materia, da rifiuto a risorsa:** sottolineare le criticità di determinati contesti, dove il recupero della materia è sottovalutato; dare la possibilità di interagire e trasformare la materia in maniera diretta, così che cambi la percezione del rifiuto.

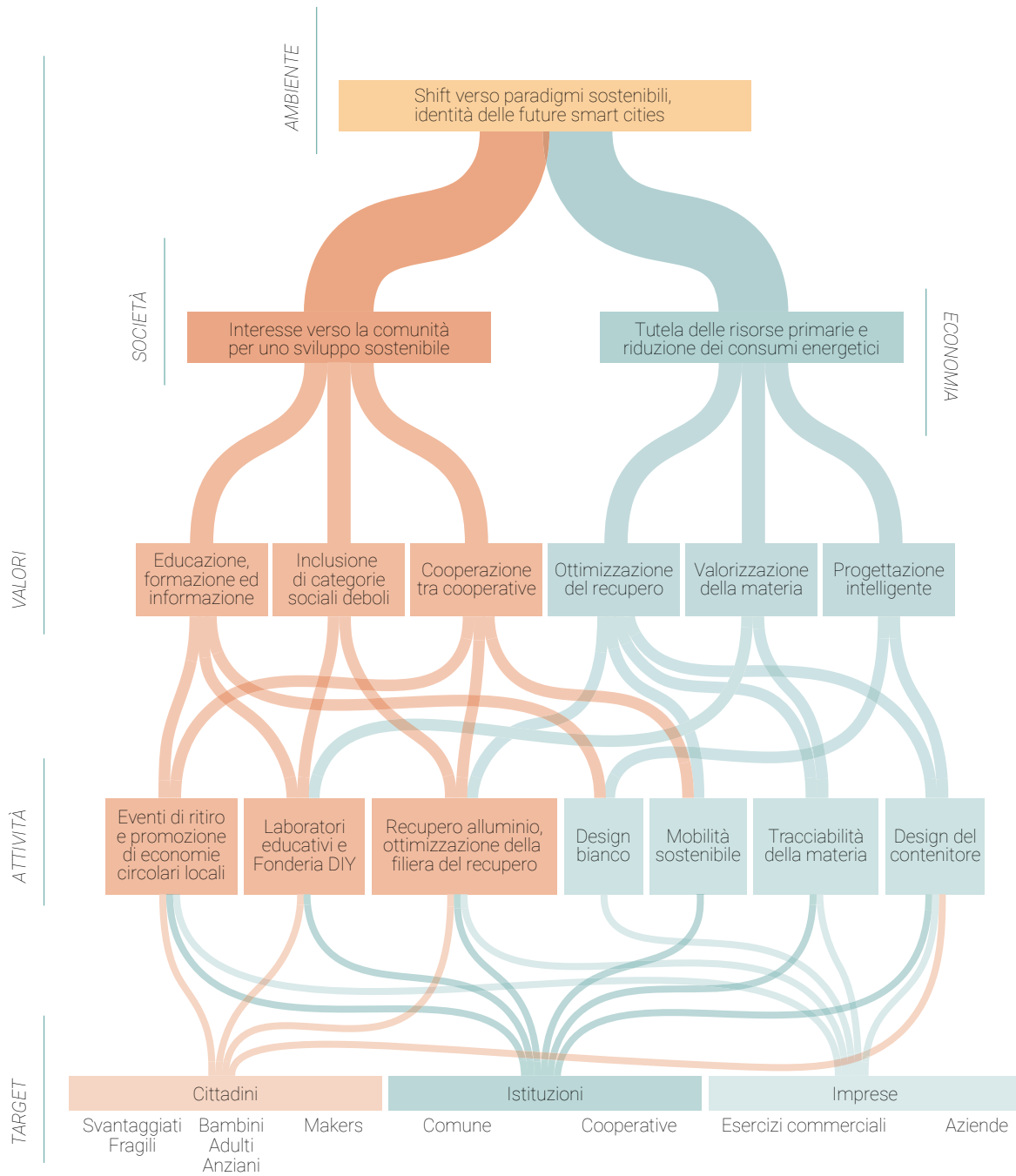
**Interesse verso la comunità per uno sviluppo sostenibile:** traduzione sociale del principio fondamentale.

**Educazione, formazione ed informazione:** la diffusione di conoscenza al fine di generare consapevolezza.

**Inclusione di categorie sociali deboli:** includere nel mercato del lavoro segmenti di comunità svantaggiati, offrendo la possibilità di integrazione, tramite lavori semplici e gratificanti.

**Cooperazione tra cooperative:** rafforzare il movimento cooperativo, instaurando relazioni di supporto reciproco tra le diverse associazioni, così da sopperire le mancanze e potenziare l'impatto e le possibilità d'azione delle cooperative.

Fig. 77: Valori, attività e target



## 4.4 ATTIVITÀ E TARGET

Sulla base della rete di valori generata, si sviluppano una serie di possibili applicazioni che la cooperativa sociale può intraprendere. Le attività sono diversamente generate in base all'influenza dei valori a cui fanno riferimento, per tale motivo alcuni sviluppi avranno un carattere maggiormente economico, mentre altri avranno risvolti indirizzati alla sfera sociale. Nonostante ciò, sarebbe irragionevole considerare in maniera individuale le diverse attività, in quanto la maggior parte delle stesse risultano strettamente connesse alle altre sia in termini pratici che di principi, generando una rete pratica di soluzioni.

**Recupero dell'alluminio, ottimizzazione ed integrazione della filiera del recupero:** si tratta di iniziative volte al recupero dell'alluminio nella miniera dei rifiuti urbani. Ogni soluzione è disegnata per i diversi contesti urbani e per le diverse utenze, fornendo quindi la possibilità di differenziare in ogni luogo e nella maniera corretta. Tali iniziative porterebbero ad evitare la fase di differenziazione post-raccolta dell'alluminio dal vetro, minimizzando quindi la quantità di materia persa durante le fasi di vaglio ed eliminando i costi economici ed energetici del processo.

**Design del contenitore:** progettazione di contenitori per le diverse aree urbane ed i diversi target di utenza. Lo scopo è quello di fornire gli strumenti adatti per favorire le operazioni di differenziazione in maniera semplice, invogliando l'utenza al riciclo. Inoltre i contenitori sono progettati affinché le operazioni di svuotamento

vadano ad integrarsi nella logistica del recupero, ottimizzandone la gestione.

**Tracciabilità della materia:** avere traccia della materia è indubbiamente utile per raffinare i cicli di recupero. Si elaboreranno quindi strategie per le quali la responsabilità sul recupero dei prodotti non venga semplicemente scaricata sui consorzi nazionali, aprendo canali di comunicazione tra i produttori e gli addetti alle fasi di riciclo, soprattutto per quanto riguarda i RAEE. Inoltre bisogna progettare soluzioni che invoglino l'utente alla corretta dismissione dei prodotti "da cantina", favorendo il corretto reinserimento nel ciclo della materia.

**Design "bianco":** la cooperativa potrebbe istituire un reparto di ricerca volto all'individuazione di sistemi di assemblaggio dei componenti dei prodotti che favoriscano le pratiche di dismissione; di packaging efficienti dal punto di vista dello svuotamento del prodotto contenuto e che non perdano facilmente pezzi in modo tale da evitare la dispersione di materia; di pratiche di comunicazione efficienti che evitino l'uso di vernici tossiche in fase di combustione o di etichette non recuperabili. Si tratta di design "bianco" poiché i prodotti andrebbero ottimizzati senza considerare gli strumenti di produzione industriali, così da creare un catalogo gratuito di prodotti compatibili da un punto di vista ambientale, che diano spunti di ottimizzazione per le aziende. Inoltre la cooperativa si offre di "cucire" tali soluzioni su specifici prodotti per le aziende, quindi considerando le relative possibilità tecnologiche e gli strumenti di

produzione, dietro remunerazione.

**Laboratori educativi e fonderia DIY:** per diffondere conoscenza ed informazione sarà offerta la possibilità di partecipare a laboratori pratici riguardanti l'alluminio. Il confronto diretto con la materia è veicolo di consapevolezza delle potenzialità della risorsa "rifiuto", sensibilizzando i partecipanti a riguardo dei temi del riciclo. Ogni attività sarà adeguata al target di riferimento, istituendo laboratori di creazione ludica per i bambini delle scuole elementari; laboratori d'arte per scuole medie e superiori; laboratori di valutazione dei componenti per ragazzi di istituti tecnici. I workshop per designer ed ingegneri tratteranno i temi di ricerca e sviluppo delle aree della cooperativa, come design del contenitore, tracciabilità della materia, gestione della logistica del recupero. Infine potrebbe risultare interessante cooperare con makers interessati alla possibilità di agire sull'alluminio con processi di trasformazione più determinanti, progettando una fonderia DIY.

**Eventi e promozione di economie circolari locali:** Il valore generato dal corretto riciclo dell'alluminio può essere utilizzato per avviare circuiti economici che coinvolgono maggiormente le attività commerciali locali. Retribuire chi raccoglie alluminio con token spendibili presso esercizi virtuosi del km0 sarebbe interessante per deviare il flusso economico dalle GDO, che generalmente vendono tutti i prodotti fatti di alluminio, e rafforzare le economie di piccola scala. Il recupero del materiale da parte della cooperativa potrebbe avvenire adibendo dei luoghi di ritiro nei market o presso mercati rionali.

**Mobilità sostenibile per la raccolta:** gestire la logistica del recupero è fondamentale per un impatto economico ed ambientale di bassa gamma. Cooperare con gli enti cittadini che già si occupano della raccolta sarebbe l'ideale per diminuire

le spese dei mezzi ed inquinamento. Va considerata anche la possibilità di ritirare l'alluminio tramite mezzi non a motore, considerata la leggerezza del materiale, ottimizzando i percorsi di recupero in base alle capacità fisiche degli operatori.



## 4.5 COMUNICAZIONE

Per comunicare ciò che WeAll rappresenta, abbiamo ritenuto necessario affidare all'ideazione di un logo la responsabilità di trasmettere il messaggio immediato di quella che è la finalità della cooperativa e qual è l'obiettivo della sua costituzione. Abbiamo ritenuto affidare al logo specifica e propria identità, attraverso la forma ma anche attraverso le parole che lo compongono, un logo fortemente connesso all'attività che andrà a svolgere la cooperativa.

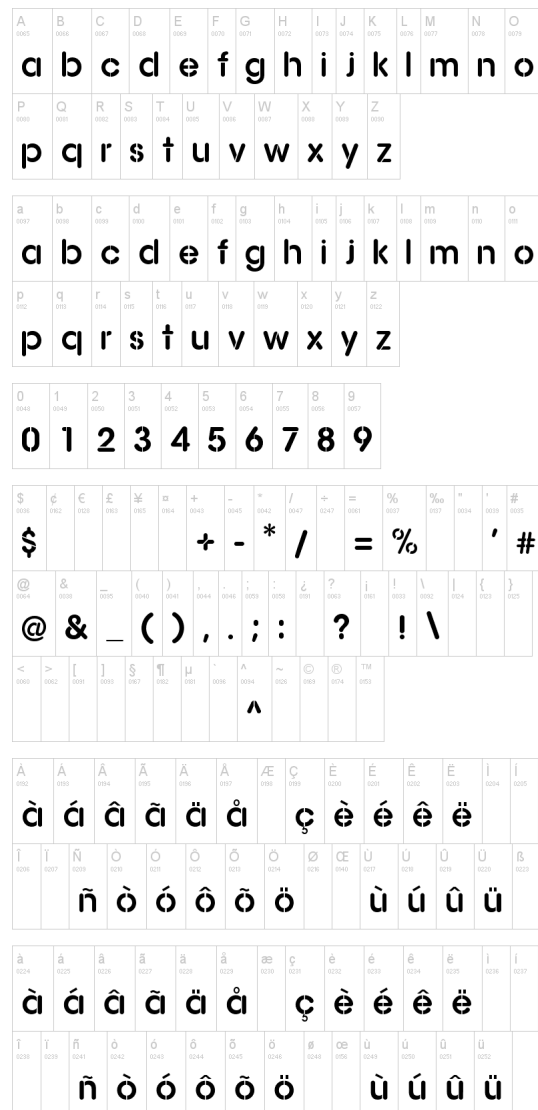
### 4.5.1 NOME LOGO

Il nome WeAll nasce dalla volontà di veicolare attraverso un unico termine l'essenza stessa della cooperativa (caratterizzata soprattutto da un forte interesse verso la dimensione sociale). Il logo è composto da due parole inglesi. La prima, **We**, rappresenta esattamente ciò che il termine inglese vuole indicare, ovvero il corrispondente italiano "Noi", con il chiaro riferimento al fattore di comunità. Il secondo termine, **All**, in italiano "tutti", mira a rafforzare il concetto di collettività, di unione, componente chiave soprattutto all'interno di una cooperativa sociale. Il font utilizzato è l'AG Stencil, per via del suo caratteristico profilo circolare, parzialmente rivisitato.

L'ultima delle necessità da comunicare era la materia oggetto di interesse per le attività da realizzarsi ed in tal senso, attraverso l'utilizzo dei colori nella parola "All", viene evidenziato il simbolo dell'elemento chimico Alluminio "Al".

Le due parole, unite in un unico termine, vogliono quindi trasmettere in maniera immediata come il concetto di comunità sia non solo importante, ma anche fonda-

Fig. 78: Font AG Stencil



Fonte: <dafont.com>

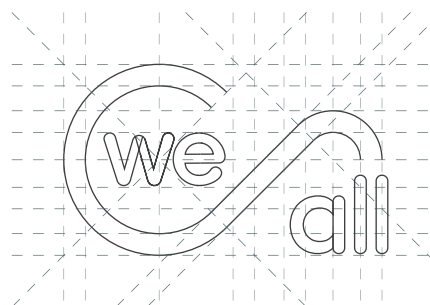
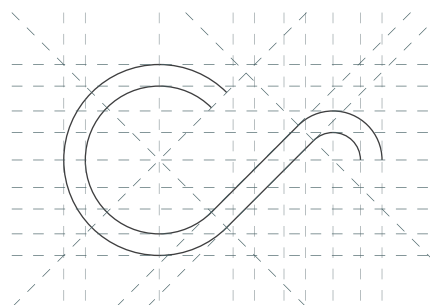
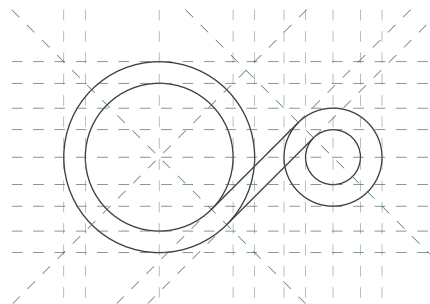
mentale all'interno di un argomento così delicato come la raccolta differenziata, con particolare attenzione verso l'alluminio, dove la forza della collettività rappresenta certamente il valore aggiunto.

Il completamento del logo, attraverso la grafica comunicativa, è attribuito a due tracciati che vogliono da un lato rappresentare il flusso di materia e dall'altro rimandare al concetto di infinito (essendo l'alluminio un metallo che può essere riciclato infinite volte senza perderne la qualità).

Definito nome e grafica, l'attenzione è stata indirizzata verso l'ultimo aspetto, non meno importante, legato alla scelta cromatica. Poiché l'intento era quello di utilizzare abbinamenti di colore associabili alla materia alluminio, cercando di evitare associazioni cromatiche caotiche o in forte contrasto, che potessero generare una perdita di attenzione da parte dell'utente, la scelta definitiva è ricaduta sui colori PANTONE P 119-15 C e PANTONE P 174-4 C.



Fig. 79: Costruzione logo



## 4.6 OTTIMIZZAZIONE ED INTEGRAZIONE DELLA FILIERA DEL RECUPERO

La gestione dei rifiuti, il recupero e la valorizzazione sono tre problematiche sulle quali la nostra società, si sta notevolmente impegnando, spinta dalla necessità di dover cambiare la filosofia “monouso”, determinata possibilmente dalla grande varietà di rifiuti prodotti, che necessitano di trattamenti e gestioni non univoci, ma senz’altro differenziati e mirati.

Ogni categoria di rifiuto ha un proprio sistema di trattamento finale, che deve essere ottimizzato al fine di recuperare e valorizzare il maggior quantitativo di rifiuto raccolto. È quindi fondamentale che i sistemi di raccolta, così come il conseguente avvio agli impianti di trattamento, siano in grado di massimizzare i risultati finalizzati ad un maggiore recupero di materia di scarto, attraverso metodologie e tecniche poco impattanti, economicamente vantaggiose e tali da garantire una qualità elevata del rifiuto raccolto. Il fine ultimo della gestione, nel sistema società, ma non meno importante affinché un processo abbia successo, è quello di ridurre anche i costi di valorizzazione ed aumentare l’introito economico di processo.

Per rispondere e trovare la soluzione più idonea e duratura di tale problematica, esistono differenti azioni che possono essere intraprese, ma fondamentalmente ciò che risulta essere di primaria importanza è **far sì che il cittadino diventi consapevole di ciò che il rifiuto è, “una risorsa”**, da gestire, trattare ed indirizzare nel giusto canale al fine di valorizzarla e trarne profitto, non solo dal punto di vista economico ma anche sociale ed ambientale.

Si parla quindi di una presa di coscienza

che parte da un approccio multidimensionale a monte del sistema (dove ogni fase del processo – raccolta, recupero, trattamento – è strettamente correlata all’altra), al fine di gestire e valorizzare al meglio una materia di scarto, “il rifiuto”. Proprio sulla base di queste considerazioni nasce l’idea di ottimizzare in chiave di sistema la filiera del recupero, prendendo in esame come materia principale l’alluminio.

### 4.6.1 INQUADRAMENTO E ZONIZZAZIONE DELLE AREE URBANE DI INTERVENTO

La gestione del sistema inerente al recupero dell’alluminio nell’ottica generale del trattamento dei rifiuti, presenta alcune complessità che richiedono azioni specifiche, mirate ad ottimizzare da un punto di vista qualitativo, logistico ed economico, l’intero sistema di recupero. Cresce costantemente infatti la quantità di rifiuti urbani che non vengono adeguatamente raccolti o smaltiti, e questo è incompatibile con il concetto di sostenibilità, o in una visione più ampia di sviluppo sostenibile, definito come uno “sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri”.<sup>65</sup>

Si devono adottare misure necessarie per garantire che la gestione sia effettuata senza arrecare pregiudizio all’ambiente, tenendo conto della diversità dei rifiuti da raccogliere, in relazione all’area o al quartiere in cui si agisce, al fine di ottenere un tasso di efficienza elevato. Per tale motivo, effettuare una suddivisione territoriale, piuttosto che considerare

l'intero territorio come un'unica grande area di azione, soprattutto in casi caratterizzati da un'elevata estensione urbana, consente di inquadrare una coerente zonizzazione di intervento, ognuna della quale caratterizzata da bisogni specifici, influenzati dalla posizione, dalla densità abitativa, dall'affluenza turistica, dalla tipologia di rifiuto prodotto e quindi da trattare. Elementi tutti necessari per valutare coerentemente di converso i costi e le risorse umane da impiegare, la cadenza di raccolta, e la quantità di materia da raccogliere per garantire la congruità economica dell'azione di sistema.

Analizzando lo sviluppo territoriale della città di Torino, la sua suddivisione, tenendo conto delle otto circoscrizioni, ha di già determinato l'individuazione di ventiquattro quartieri ed undici zone omogenee,<sup>66</sup> compreso il centro storico. Tale suddivisione semplifica le operazioni di raccolta e recupero, poiché ad ogni operatore potrebbe essere assegnata un'area di competenza della quale lo stesso diventa responsabile. La pianificazione della zonizzazione nasce quindi dall'analisi delle superiori e citate caratteristiche delle aree prese in esame, tenendo presente sia gli aspetti insediativi che la relativa viabilità per ottimizzare i percorsi di raccolta. Il sistema si pensa possa completarsi nel caso specifico della filiera dell'alluminio, con la costituzione di una cooperativa "WeAll" che sarà responsabile della gestione dell'intero processo.

#### 4.6.2 INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ E SOLUZIONE ATTUABILI

In un contesto urbano dove la generazione dei rifiuti è strettamente correlata allo sviluppo economico e a l'incontrollabile aumento dei consumi, destinati a crescere ad una velocità non prevedibile, sono state individuate delle possibili strategie di intervento che si basano sulla possibilità di **avviare una politica di cambiamento che prevede la mutazione degli schemi attuali.**

Tale cambiamento, parte da un processo di analisi volto a far emergere le criticità del sistema di gestione del rifiuto alluminio, che riveste oggi un ruolo di primaria importanza, non solo a livello mondiale ma soprattutto a livello locale. Un contesto che si basa principalmente sulla produzione di alluminio secondario (ricavato dai processi di selezione e recupero o da scarti pre-consumo e post-consumo).

**L'ottimizzazione del sistema di recupero, l'aumento delle percentuali di raccolta differenziata e l'incremento del livello qualitativo di alluminio selezionato,** devono diventare prioritari all'interno del sistema di gestione dei rifiuti. L'analisi effettuata infatti, sintetizzata in figura, parte dal prodotto, gestito attraverso i due metodi di raccolta, differenziata o indifferenziata, giunge ad un risultato finale anch'esso differenziato ed in particolare legato alla creazione di nuovi semilavorati da trasformare in prodotti nel caso della raccolta differenziata o, all'incenerimento ed al trattamento meccanico biologico (TMB) nel caso della raccolta indifferenziata.

In un'ottica generale di gestione dei rifiuti il sistema analizzato non sembrerebbe possedere particolari criticità, in quanto ogni rifiuto raccolto ha un suo indirizzo specifico, ma entrando nel dettaglio, ed in particolare analizzando il percorso dell'alluminio, emergono alcuni aspetti che influenzano negativamente il processo di valorizzazione.

La **raccolta congiunta vetro-metallo,** attualmente adottata dalla città di Torino, per quanto possa essere "economicamente vantaggiosa", determina alcune problematiche legate innanzitutto alla valorizzazione delle lattine di alluminio, a causa delle impurità che devono essere eliminate nelle fasi successive di trattamento del rifiuto, con conseguente aumento dei costi, ma anche alla valorizzazione del vetro stesso, poiché lo scarto effettivo e le impurità relative alla raccolta congiunta porta a porta vetro-metallo sono state va-



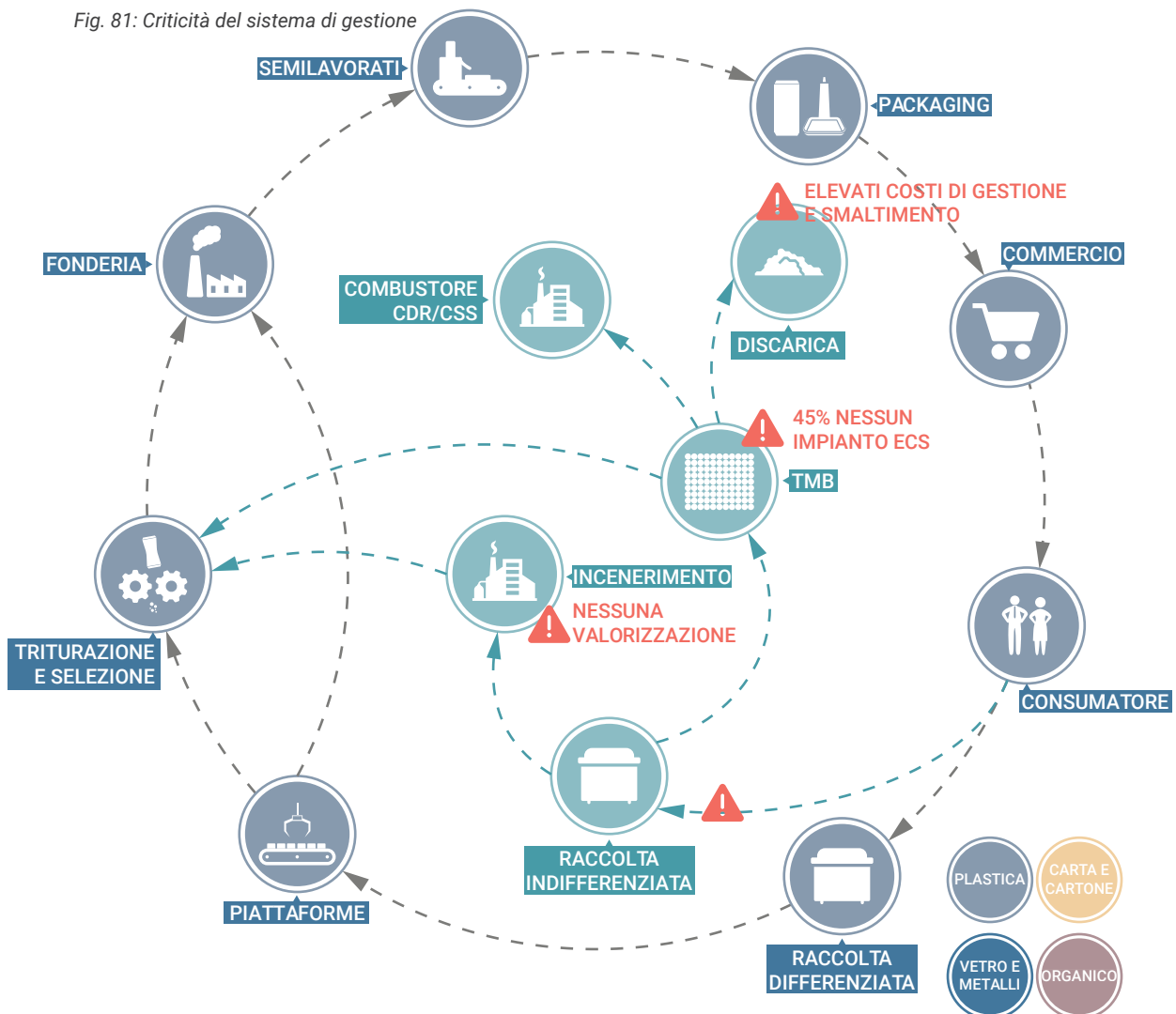
no di azione errato a monte dell'intero sistema.

Lo stato dell'arte, quale ulteriore criticità, impone di affrontare la problematica legata alla gestione del rifiuto alluminio non correttamente conferito o gestito attraverso il sistema della raccolta differenziata. Il ciclo di gestione e trattamento termina infatti attraverso i termovalorizzatori o attraverso gli impianti di trattamento meccanico-biologico (TMB). La termovalorizzazione dovrebbe essere l'ultima destinazione possibile per i rifiuti di alluminio, mentre nel caso in cui vengano invece destinati agli impianti di trattamento meccanico-biologico (TMB), si deve tenere presente che in Italia il 45%

degli impianti non è dotato di separatori ECS,<sup>67</sup> ovvero separatori a correnti indotte, strumenti indispensabili per un corretto recupero di materiali metallici ferrosi e non ferrosi. Tale carenza strumentale si ripercuote direttamente sulle quantità di alluminio effettivamente recuperate, poiché in questi casi la selezione avviene manualmente, con conseguente dispersione di materia, soprattutto nel caso in cui vi siano elementi di dimensioni o spessori ridotti, che andranno ad essere destinati in discarica o ai combustori CDR/CSS.

In entrambi i casi si determina una perdita in termini di valore economico e sfruttamento di risorse naturali, infatti, a fronte di un potenziale aumento di ener-

Fig. 81: Criticità del sistema di gestione



gia prodotta dal termovalorizzatore, non equivale un analogo ritorno in beneficio economico ed ambientale legato appunto alla quantità di perdita di materia, quale generatore di valore economico e mancato sfruttamento di ulteriore risorsa naturale.

#### 4.6.3 COSTI DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI – CGIND, CGID, COSTO COMPLESSIVO

Per valutare complessivamente l'intero sistema di gestione dei rifiuti della città di Torino, è utile integrare i dati finora raccolti con i costi di gestione del rifiuto urbano indifferenziato, il costo dello smaltimento in discarica, il costo delle raccolte differenziate ed i costi di avvio al riciclo. I dettagli dei costi, influenzati da fattori tecnici e territoriali, sono stati estrapolati da un'analisi specifica sui costi ed i servizi di gestione dei rifiuti, effettuata dall'Osservatorio Provinciale dei Rifiuti.<sup>68</sup>

È utile precisare che i costi sono stati ricavati dando valore all'efficienza del gestore associata alla struttura organizzativa ed infrastrutturale, alle caratteristiche territoriali, alla popolazione ed al tipo di servizi da garantire nel rispetto delle clausole di contratto stipulato con il comune per i servizi richiesti. In particolare per le analisi che interessano la nostra valutazione abbiamo ritenuto utile prendere in esame i risultati rappresentati dai costi influenzati dal numero degli abitanti. Sono stati individuati cinque gruppi:

Comuni al di sotto di 5.000 abitanti;

Comuni con un numero di abitanti compreso tra 5.000 e 10.000;

Comuni con un numero di abitanti compreso tra 10.000 e 50.000;

Comuni con un numero di abitanti compreso tra 50.000 e 150.000;

Comuni al di sopra di 150.000 abitanti

(Comune di Torino).

In generale, i risultati evidenziano che i costi inerenti la gestione del rifiuto urbano residuo come anche delle raccolte

Fig. 82: Costo delle raccolte differenziate (€/t di RD)

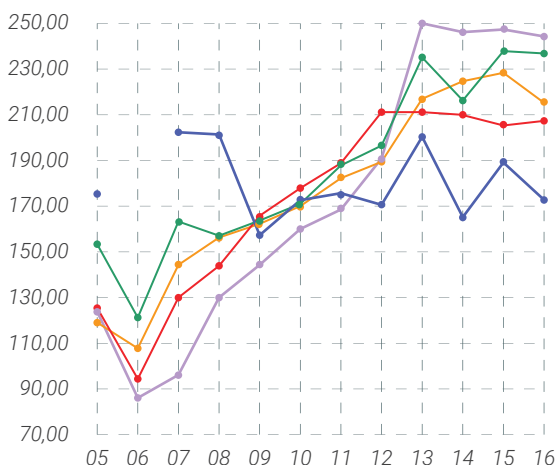


Fig. 83: Costo complessivo (€/t)

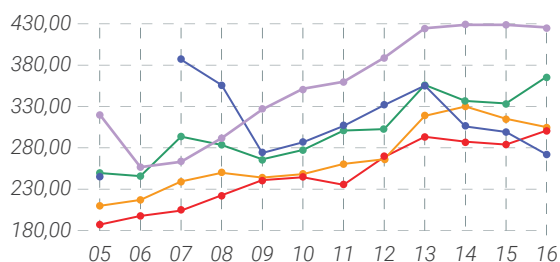
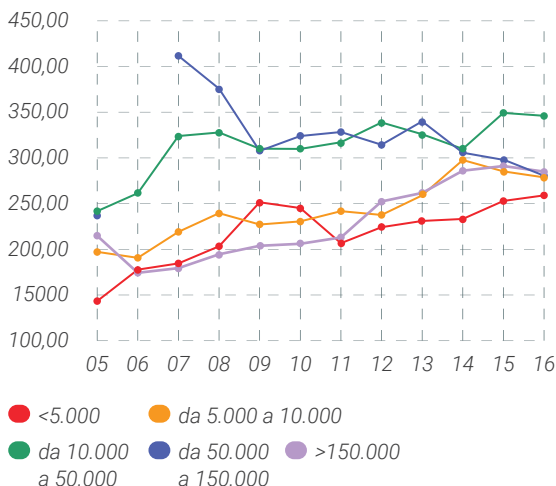


Fig. 84: Costo di gestione del rifiuto urbano residuo (€/t di RUR)



● <5.000      ● da 5.000 a 10.000  
● da 10.000 a 50.000      ● da 50.000 a 150.000      ● >150.000

differenziate risultano **maggiori a Torino** rispetto alla totalità dei comuni presi in esame. Tale andamento è sicuramente influenzato dalla superficie urbanizzata comunale e dalla quantità di utenti che usufruiscono dei relativi servizi, fattori che senz'altro contribuiscono ad aumentare la produzione dei rifiuti.

Valutando i costi con riferimento alla tipologia territoriale, i comuni sono stati

suddivisi in quattro categorie:

**Comuni montani e turistici;**

**Comuni montani;**

**Comuni turistici (non collocati in aree montane);**

**Altri comuni (non presentano caratteristiche montane o turistiche).**

I comuni turistici non montani (come ad esempio Torino) presentano il più alto valore sia per quanto riguarda il costo di gestione dei rifiuti residui che il costo delle raccolte differenziate (principalmente a causa dei numeri delle presenze, maggiori rispetto alle altre categorie, che naturalmente per garantire il servizio, comporta una struttura operativa e di gestione più intensa e impegnativa).

Dopo aver mostrato i fattori di incidenza che influiscono sui costi di gestione, si è passati ad esaminare nel dettaglio i costi dei singoli consorzi di riferimento comunale, prestando particolare attenzione al Bacino 18 (Città di Torino). Sui costi delle raccolte differenziate per tonnellata, il valore generale varia da circa 150,00 € a 375,00 €, con un valore di 245,00 € nel caso di Torino, mentre il costo di **gestione del rifiuto urbano residuo**, come valore varia tra poco meno di 200,00 € a circa 440,00 €, con un valore di circa **285,00 €** nel caso specifico della città di **Torino**.

Fig. 85: Costo complessivo (€/t)

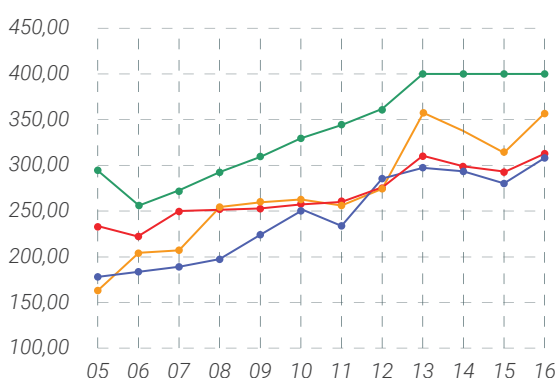


Fig. 86: Costo delle raccolte differenziate (€/t di RD)

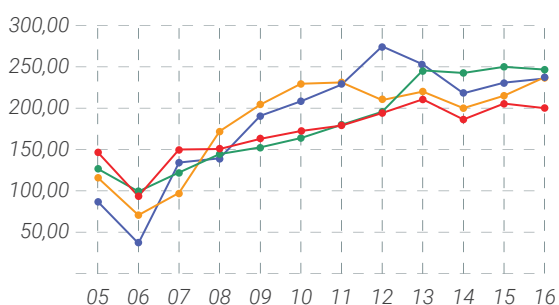
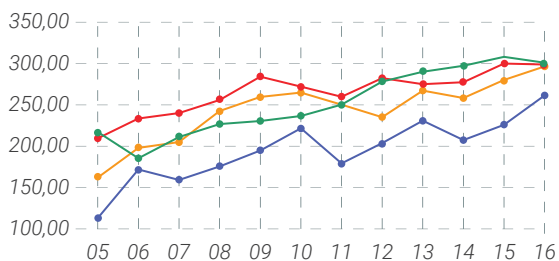


Fig. 87: Costo di gestione del rifiuto urbano residuo (€/t di RUR)



Fonte: Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti

- Comuni turistici non montani
- Comuni non turistici e non montani
- Comuni turistici e montani
- Comuni montani non turistici

Fig. 88: Costo delle raccolte differenziate (€/t di RD)

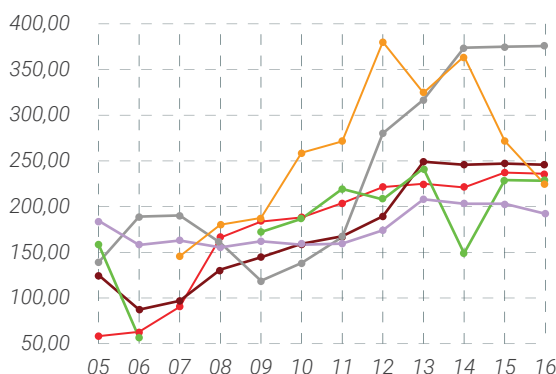




Fig. 89: Costo complessivo (€/t)

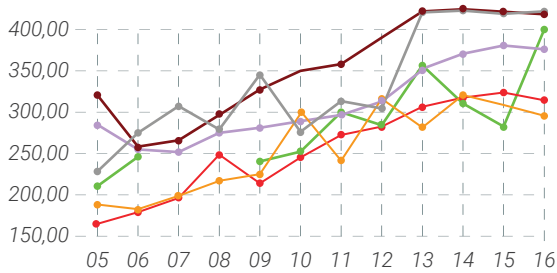
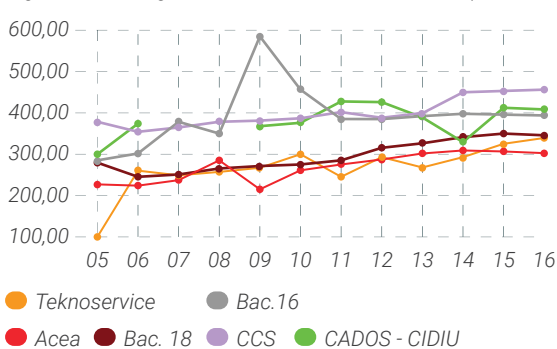


Fig. 90: Costo di gestione del rifiuto urbano residuo (€/t di RUR)



#### 4.6.4 TARIFFE DI SMALTIMENTO IN DISCARICA

Le tariffe per il conferimento dei rifiuti agli impianti di smaltimento (figura seguente) vengono deliberate annualmente dall'assemblea di ATO-R. Nel caso specifico dello smaltimento in discarica, il valore assegnato per il 2016 è stato stabilito in 105,17 euro per tonnellata di rifiuto.

Fig. 91: Tariffe di smaltimento in discarica

Anno	€/t
2008	102,16
2009	102,16
2010	102,16
2011	102,16
2012	103,50
2013	103,50
2014	105,17
2015	105,17

Fonte: ATO-R

Esaminati quindi i valori dei singoli costi di gestione nonché le relative tariffe di smaltimento, risulta utile ai fini progettuali mostrare una stima sulla perdita economica per la città di Torino.

Entrando nello specifico del tema, la **quantità di alluminio non correttamente conferito nel circuito della raccolta differenziata** (per errore umano, per disinteresse, per carenze tecniche degli impianti di selezione e trattamento, per via delle ridotte dimensioni o spessore, per via di una raccolta multi-materiale che non garantisce un recupero totale della materia) viene stimata in circa **2.128,1 tonnellate** (2016). Tale quantità, valorizzata in termini economici, **grava sul bilancio comunale per un costo pari a 830.320,8 €**, stima effettuata utilizzando i valori corrispondenti al costo di gestione e smaltimento dei RUR (Rifiuti urbani residui) 285€/t e quelli del costo di smaltimento in discarica (105,17€).

Fig. 92: Costi complessivi su 2.128,1 t di alluminio non recuperate

	Costo	Costi complessivi
Gestione RUR	285 €/t	606.508,50 €
Smaltimento in discarica	105,17 €/t	223.812,30 €
	<b>Totale</b>	<b>830.320,80 €</b>

Diamo valore alla materia persa, verificheremo che se le 2.128,1 tonnellate fossero state correttamente differenziate e recuperate, il loro valore economico, tenendo conto esclusivamente dei corrispettivi fissati dall'accordo di programma Quadro ANCI-CONAI (fig. 93) e del

Fig. 93: Introito potenziale su 2.128,1 t di alluminio non recuperate

	Corrispettivo medio	Introito potenziale
Accordo ANCI-CONAI	281 €/t	597.996,10 €
CIAL	15 €/t	31.921,50 €
	<b>Totale</b>	<b>629.917,60 €</b>

corrispettivo CIAL, determinerebbe un introito positivo, economico pari a circa 629.917,6 Euro.

I suddetti ragionamenti evidenziano in maniera sintetica come lo smaltimento in discarica e quindi una non corretta gestione dell'alluminio presente all'interno del circuito di raccolta impatti notevolmente sul bilancio comunale o quantomeno sulla filiera dell'alluminio.

Fig. 94: Alluminio - Raccolta differenziata rifiuti di imballaggi 01/04/2019 - 31/07/2019

Fascia di qualità	Frazioni estranee	€/t
A+	Fino al 2%	563,74
A	Dal 2% al 5%	461,25
B	Dal 5% al 10%	307,50
C	Dal 10% al 15%	153,75

Tabella: Alluminio - Da impianti di selezione dei rifiuti (RU) 01/04/2019 - 31/07/2019

Fascia di qualità	Frazioni estranee	€/t
A	Fino al 10%	251,25
B	Dal 10% al 20%	130,65

Tabella: Alluminio - Selezione residui impianti combustione (Noduli) - 01/04/2019 - 31/07/2019

Fascia di qualità	Frazioni estranee	€/t
A	Fino al 10%	301,49
B	Dal 10% al 20%	201,00

Tabella: Alluminio - Ritiro tappi in alluminio (RU) 01/04/2019 - 31/07/2019

Fascia di qualità	Frazioni estranee	€/t
A	Fino al 10%	150,75
B	Dal 10% al 20%	100,50

Fonte: Accordo QUADRO ANCI-CONAI

Accanto alla accertata perdita materica con il conseguente sfruttamento delle risorse naturali, economica per i costi che gravano sul bilancio comunale, ricollegandoci a quanto detto precedentemente con riferimento alla raccolta multi-materiale, emerge un'ulteriore problematica legata ai **costi di separazione multi-materiale**.

Nel caso specifico di Torino (dove l'alluminio viene raccolto congiuntamente al vetro), al fine di valorizzare le diverse componenti materiche, diventa fondamentale effettuare una corretta separazione, che ovviamente incide anche dal punto di vista economico sia sulla filiera del vetro che in quella dell'alluminio. Il valore di tale costo, stimato intorno ai **100€/t**, è stato individuato, attraverso una comparazione (al fine di inquadrare un valore ipotetico ragionevole) sulle stime disponibili per la selezione multi-materiale in Piemonte ma anche in altre regioni.

Anche rispetto a questa problematica, attraverso la quantità materica **vetro-metallo** raccolta nel **2016**, pari a **25.869 t**, applicando alla stessa il **costo** per la separazione multi-materiale, il valore dello stesso, sempre a carico del bilancio riferito alla filiera di trattamento, ammonta a **2.586.900,00 €**. Il costo così determinato, inoltre non tiene conto di quella quota necessaria per lo smaltimento del sovrappiù (materiale di scarto) 100€/t.

Affrontando le problematiche suddette, che evidenziano i quantitativi non recuperati o sfuggiti al processo di selezione, con la conseguente possibile perdita economica legata anche alla raccolta congiunta vetro-metallo, è necessario individuare le opportune strategie di intervento al fine di valorizzare la raccolta dell'alluminio puntando soprattutto sull'aspetto qualitativo della materia raccolta, e non dimenticando, in tale processo virtuoso, il ruolo dell'utente attraverso una corretta ed incidente campagna di comunicazione per accrescere la consapevolezza dei gesti quotidiani in una società in cui ciascuno è protagonista in quanto parte integrante della stessa. In relazione ai dati precedentemente espressi nella sezione dei "comportamenti delle famiglie" all'interno del contesto della miniera urbana, in particolare valutando i dati rispetto alla volontà dei cittadini di attuare pratiche di differenziazione, risulta considerevole mettere in atto soluzioni che garantiscano la

Fig. 95: Implementazione sistema di gestione

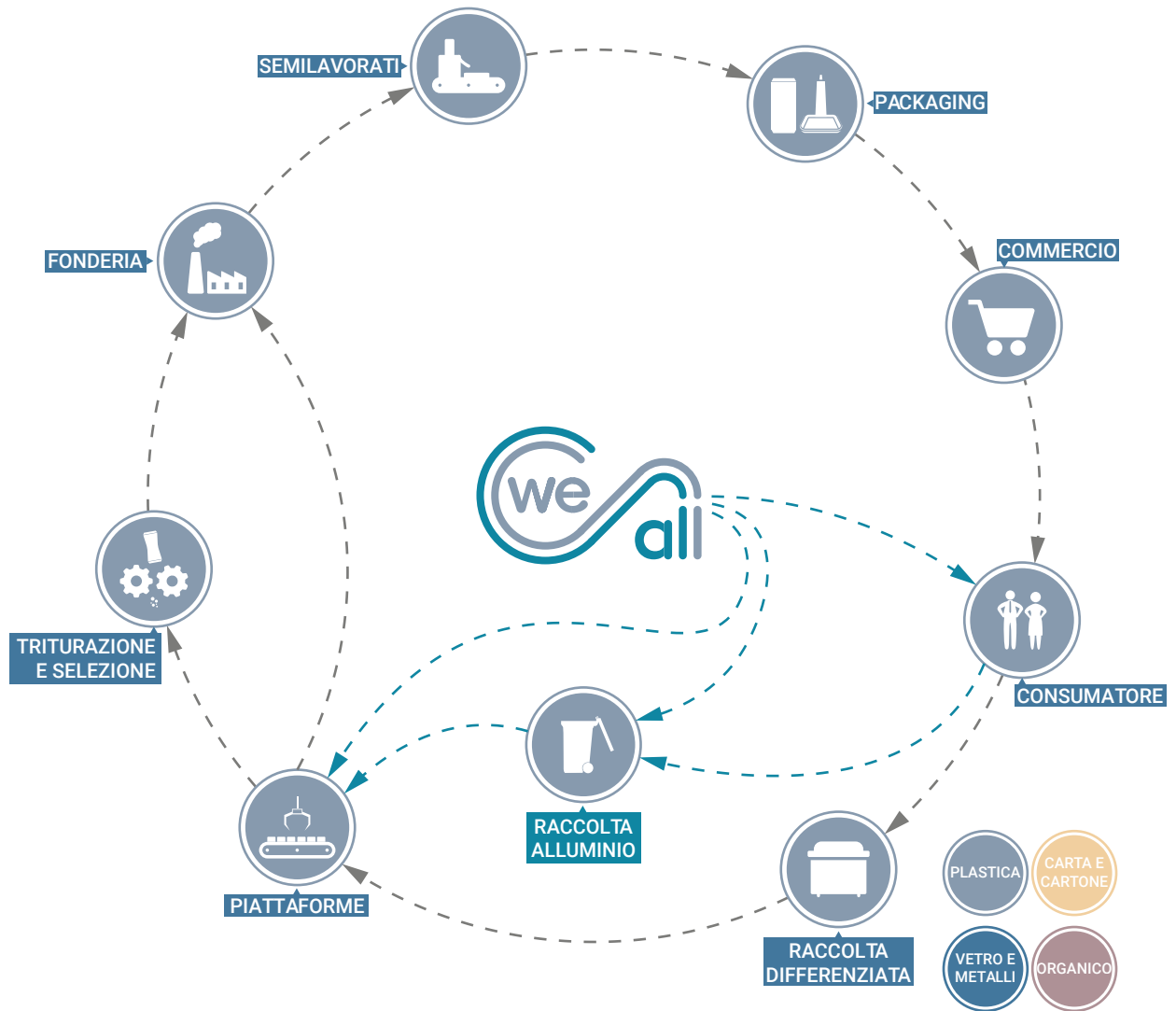


Fig. 96: Benefici generati dalla raccolta dell'alluminio dalle aree critiche riscontrate



possibilità di differenziare correttamente in tutte le aree urbane.

L'analisi del sistema evidenzia che, la cooperativa sociale WeAll entra in gioco attraverso un servizio che non punta a sostituire la raccolta differenziata, ma che agisce parallelamente ad esso, attraverso la raccolta mirata in alcune **aree** che sono state ritenute **critiche** rispetto al sistema generale analizzato ed in particolare:

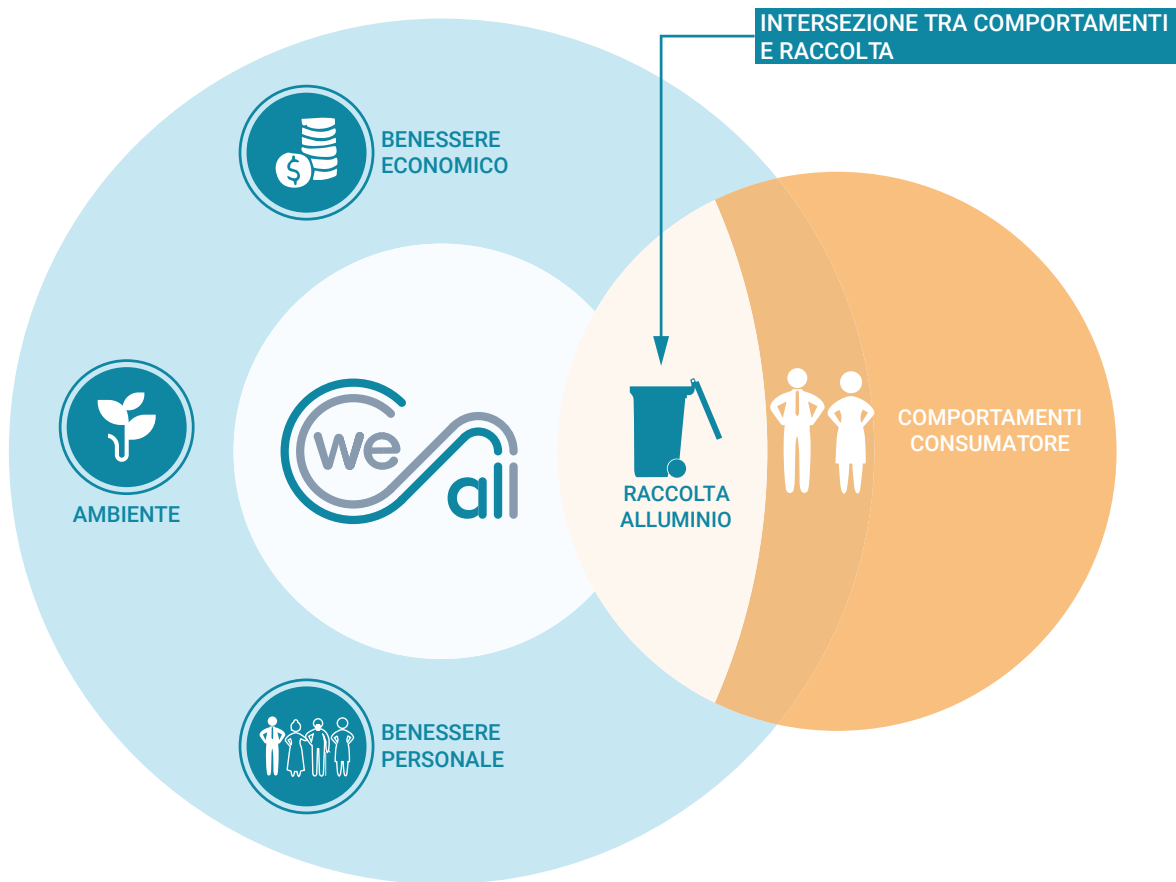
- Fermate mezzi di trasporto pubblico;**
- Parchi urbani;**
- Uffici, istituzioni scolastiche ed esercizi commerciali;**
- Residenze domestiche.**

Per ciascuna area individuata, allo scopo di recuperare maggiori quantitativi di alluminio caratterizzati anche per la qualità, è stata individuata la criticità e per essa si tenterà di individuare una specifica procedura e/o strumento da adottare. Con particolare riferimento alle fermate dei mezzi di trasporto pubblico ed ai parchi urbani, è stata riscontrata la presenza di un unico contenitore per la gestione dei rifiuti, indifferenziato, ed attraverso l'analisi merceologica sono stati riscontrati quantitativi di alluminio notevoli (con una predominanza per quanto riguarda le lattine), così come carta e plastica

(materiali maggiormente presenti). Tutti materiali con un elevato potere di riciclabilità, ma inseriti non per loro volere nel vortice dell'indifferenziato. Se pensiamo alle tante aree critiche, fermate dei mezzi di trasporto pubblico, parchi urbani etc., riconosceremo anche il valore in termini di quantità di rifiuto che potrebbe essere recuperato a monte e non a valle del sistema, senza dover operare peraltro azioni di selezione delle componenti materiche, con conseguenti costi aggiuntivi e contaminazioni che generano un abbassamento qualitativo del materiale raccolto.

In ragione di ciò, il sistema individuato mira a creare un forte connubio tra i comportamenti degli utenti e la raccolta del rifiuto, al fine di creare valore utile a garantire il benessere sociale (essendo WeAll una cooperativa ad alta intensità sociale, garantendo integrazione e lavoro continuativo), il benessere economico, (attraverso la valorizzazione della materia recuperata nel suo intero processo con l'abbattimento di costi e l'attivazione di profitti), il rispetto delle risorse naturali finalizzato all'abbattimento della quota di abbandono dei rifiuti e/o all'errato conferimento degli stessi, contribuendo così al raggiungimento degli obiettivi individuati a livello planetario rispetto alla sostenibilità ambientale.

Fig. 97: Creazione di valore attraverso la raccolta mirata dell'alluminio



#### 4.6.5 CASO STUDIO SVIZZERA

Dal 1989 la Cooperativa IGORA si occupa costantemente del riciclaggio dell'alluminio, organizzando una raccolta su base volontaria. Attualmente, detiene la quota più alta di lattine per bevande recuperate ed avviate a riciclo (nove su dieci), con una percentuale fissa intorno al 90%. Tale percentuale emerge chiaramente da uno studio effettuato dalla Resource Recycling Systems, dove le lattine vengono inquadrare come gli imballaggi più riciclati a livello mondiale. Vengono mostrate anche le **percentuali di riciclaggio medio** a livello mondiale 69%, Europeo 75% e **Svizzero 90%**, facendo emergere come da un punto di vista ecologico, le lattine siano tra gli imballaggi meno impattanti o quantomeno equivalenti ad altre tipologie. In ragione di ciò, i comuni Svizzeri gestiscono una vera e propria

rete capillare per la raccolta dei metalli, partecipando attivamente al processo di recupero e riciclo. Semplificato dall'installazione di oltre 40.000 punti di raccolta e **50.000 postazioni per smaltire lattine o imballaggi di alluminio**. Questo, mette in risalto l'importante visione della cooperativa IGORA, attenta soprattutto alla raccolta delle lattine e degli imballaggi utilizzati non solo internamente all'ambito domestico, ma anche all'esterno dello stesso, dove in maniera strategica vengono posizionati differenti tipologie di contenitori, con la finalità principale di recuperare a livello quantitativo e qualitativo sempre più materia. La cooperativa ha collaborato con più di 517 organizzatori di eventi, fornendo loro differenti contenitori di raccolta durante alcune manifestazioni (festival musicali, salone dell'automobile, etc.), ha anche installa-

to postazioni di riciclaggio all'interno delle stazioni ferroviarie (120 tonnellate di lattine raccolte nel 2017). Oltre ad avere individuato un efficiente sistema di raccolta e recupero, la cooperativa mette in atto un ulteriore servizio (Cash for Cans), mirato a garantire un ritorno economico (1,30 CHF) a seguito della consegna di 10kg di alluminio conferito alle aziende di riciclaggio.<sup>69</sup>

#### 4.6.6 PROGETTO FERME MEZZI DI TRASPORTO PUBBLICO

Lo spostamento con i mezzi pubblici ha da sempre caratterizzato la viabilità urbana, portando con sé elogi o critiche, garantendo un servizio a tutti quegli utenti che per diverse ragioni non posseggono o non sono abilitati alla guida di un veicolo, ma nello stesso tempo contribuendo ad assicurare la riduzione delle emissioni di CO2 per una migliore qualità dell'aria, scaturente dalla diminuzione del traffico veicolare privato.

Il numero degli utenti che usufruiscono giornalmente dei mezzi pubblici e quindi che utilizzano le fermate degli stessi, con il passare degli anni è sicuramente aumentato, in particolar modo in quelle aree urbane che presentano un'elevata estensione territoriale, per le lunghe percorrenze per spostarsi da un punto ad un altro, o per la presenza di una maggioranza demografica giovanile.

Nella città di **Torino** e nel caso specifico prendendo in esame le fermate dei mezzi pubblici, la **raccolta dei rifiuti** viene effettuata utilizzando un **singolo contenitore indifferenziato**, in alcuni casi abbandonato e non gestito con ripercussioni negative dal punto di vista economico, ambientale ma anche sotto l'aspetto educativo ed estetico, elementi che potrebbero indurre a pensare ad una scarsa sensibilità verso le politiche ambientali.

Tali aspetti, incrementati dalla condizione che ad un maggior flusso di utenti corrisponde in maniera speculare una crescita dei quantitativi di rifiuti prodot-



Fermata 2554 - Valentino

ti, come emerso dalle analisi precedenti, rappresentano certamente una criticità da risolvere, soprattutto perché una non corretta differenziazione comporta una contaminazione generale dei rifiuti che si ripercuote in maniera negativa sul sistema di gestione sia sotto l'aspetto qualitativo che sotto l'aspetto economico. I quantitativi raccolti vengono indirizzati agli impianti di termovalorizzazione o agli impianti di trattamento meccanico biologico dove un'esima parte viene correttamente separata ed indirizzata agli impianti di selezione, mentre la quota maggiore di rifiuti viene conferita in discarica o in alternativa ai combustori che attraverso il trattamento meccanico estra-

polano il combustibile solido secondario (CSS), ottenuto appunto dalla separazione della componente secca (plastica, carta, fibre, etc..) da altri materiali non combustibili come vetro o metalli (definito dal punto di vista normativo dall'articolo 183 "Definizioni" del D.lgs. 152/06 e ss.mm. ii..) o il combustibile derivato da rifiuti (CDR), qualitativamente inferiore, ancora prodotto ed impiegato sulla base di quanto previsto dal DM 5.2.98.

In ragione di ciò, la cooperativa sociale WeAll, al fine di massimizzare e valorizzare i quantitativi di rifiuti raccolti, evitando il conferimento in discarica, il TMB e l'incenerimento, mira a proporre l'attivazione di un sistema di gestione e raccolta, attraverso il coinvolgimento diretto dei soci, dei quali faranno parte anche persone svantaggiate, volto a garantire un maggiore quantitativo di alluminio recuperato caratterizzato da una maggiore qualità, attivando nel contempo un coinvolgimento in maniera diretta ed indiretta degli utenti, attraverso una campagna di sensibilizzazione che miri a stimolare alla corretta differenziazione.

Allo scopo di trasmettere e realizzare concretamente il processo di raccolta, sono state analizzate le differenti configurazioni delle fermate dei mezzi di trasporto pubblico, il relativo posizionamento dei contenitori per la raccolta indifferenziata ed eventuali altri elementi presenti.

Il principio rispetto al quale attivare la progettazione è stato quello di non intervenire nelle fermate con l'aggiunta di ulteriori contenitori classici per rifiuti, a causa di uno spazio in alcuni casi ridotto, ma anche perché esteticamente impattanti ed espressivamente poco comunicativi, nonostante negli ultimi anni si stia assistendo sempre più ad un processo di abbellimento finalizzato ad una maggiore integrazione dei contenitori all'interno del contesto urbano.

La proposta nasce quindi dalla riflessione di voler integrare ed **inglobare il nuovo sistema di raccolta all'interno della ferma-**

**ta**, senza intervenire in maniera "drastica" sulla stessa, puntando ad usufruire di alcuni elementi già presenti, rimodulandone la configurazione in funzione della raccolta. L'obiettivo è duplice ed è quello di **beneficiare** come detto, **di sistemi già esistenti, non impattando a livello economico e visivo**, massimizzando la raccolta attraverso una suddivisione per tipologia di rifiuto correlata ad una elevata forza comunicativa.

Nel dettaglio, a livello progettuale si ritiene di poter agire attraverso la modifica dei pannelli pubblicitari (già presenti nelle fermate o a disposizione della pubblica amministrazione) con l'inserimento al loro interno di **tre diversi scomparti** equivalenti alle tre tipologie di rifiuto, **carta - plastica - alluminio**.



*Fermata 625 - Turati*

La scelta di non considerare esclusivamente l'alluminio ai fini della raccolta, ma prendere in considerazione anche carta e plastica, dipende da una visione più ampia, dove in maniera parallela, se

parliamo di sostenibilità ambientale, di quantitativi contaminati di rifiuti e di perdita materica, risulta necessario nonché prioritario, inglobare anche materiali ad alto tasso di riciclabilità come carta e soprattutto plastica all'interno del sistema di raccolta. La proposta può essere identificata come la concretizzazione di un cambiamento nel comportamento degli utenti verso i rifiuti, attribuendo agli stessi il giusto valore e ponendo maggiore attenzione alla materia di scarto, conferendola (in un luogo di passaggio) nel giusto canale di differenziazione. Al fine di rafforzare l'aspetto progettuale, indurre un senso di interesse o curiosità, nascondere i rifiuti (esteticamente non gradevoli), ma soprattutto indurre l'utente ad effettuare una corretta differenziazione, sono state create delle grafiche apposite, in relazione alla tipologia di rifiuto preso in esame, da sovrapporre ai pannelli di raccolta. Da un punto di vista gestionale, la frequenza dello svuotamento potrebbe subire delle modifiche in relazione alle diverse esigenze contestuali e di riempimento, con un numero di passaggi minimo pari a 2/7. Al fine di valutare con esattezza la logistica del recupero, in termini di frequenza di raccolta e tempistiche di svuotamento in base alle differenti tipologie di rifiuto, va considerato da un lato che tale soluzione progettuale genera tre diversi contenitori dal volume di 210 litri cadauno, di gran lunga più capienti del contenitore indifferenziato oggi presente (50-70 litri); dall'altro sarà necessario effettuare valutazioni, in un arco temporale da definire, al fine di ottimizzare le frequenze di passaggio.



# CAMBIA IL FINALE... SEPARA QUI I TUOI RIFIUTI



**ALLUMINIO**



**PLASTICA**



**CARTA**



# CAMBIA IL FINALE... SEPARA QUI I TUOI RIFIUTI



ALLUMINIO



PLASTICA



CARTA





#### 4.6.7 PROGETTO PARCHI URBANI

Con l'obiettivo di creare un **sistema virtuoso e capillare di raccolta**, volto al miglioramento della qualità ambientale e alla massimizzazione dei quantitativi di rifiuti raccolti e differenziati, a monte e non a valle del sistema, riteniamo sia necessario richiamare l'attenzione anche sui parchi urbani, luoghi che soprattutto nei periodi primaverili ed estivi subiscono una maggiore frequentazione da parte di famiglie, cittadini, giovani etc., con un conseguente aumento nella produzione dei rifiuti, destinati nel caso specifico della città di Torino ai contenitori per l'indifferenziata, in quanto gli unici presenti nel contesto dei parchi urbani.

Per verificare la validità della proposta progettuale, è stato utile lo **studio** effettuato da **Legambiente** relativo al Littering, dove sono stati presi in esame 71 parchi pubblici con oltre 23mila rifiuti raccolti e catalogati. Il maggior quantitativo di rifiuti raccolti (40%) fa riferimento al settore "fumo" (mozziconi di sigarette, pacchetti di sigarette, involucri di plastica, etc.), il 29% è **legato ai prodotti usa e getta (tappi di metallo o plastica, linguette di lattine per bevande - 23%)**, il 13% ai bicchieri di plastica ed il 9% ai fazzoletti di carta. I Rifiuti sono stati, per lo più, ritrovati al di sotto delle panchine (dove nel 60% dei casi è stata riscontrata una zona di accumulo), al di fuori dei cestini, spesso strabordanti, o tra la vegetazione (cespugli, erba, etc.), probabilmente trasportati dal vento. Un dato sicuramente utile, soprattutto a livello progettuale riguarda i **cestini per la raccolta dei rifiuti**, poiché come emerso dallo studio, nel 90% dei casi sono presenti, ma solamente nel **13%** dei casi sono presenti **sotto forma di differenziata**. Questa ultima circostanza è sicuramente una criticità da affrontare poiché, non consentire una corretta differenziazione in un luogo con un elevato tasso di affluenza ed un'elevata produzione di rifiuti, soprattutto nei periodi primaverili ed estivi, comporta notevoli



impatti sia dal punto di vista estetico (cestini strabordanti o rifiuti abbandonati sul suolo pubblico) che ambientale per la contaminazione generale del rifiuto da trattare.

La non corretta differenziazione all'interno dei parchi urbani e sub-urbani, esprime dal punto di vista sociale un probabile disinteresse verso la raccolta differenziata causato certamente da un difetto di comunicazione e da una politica nel settore della gestione dei rifiuti dove ancora una volta a prevalere è la quantità del rifiuto indifferenziato raccolto piuttosto che la qualità del materiale, una politica caratterizzata da azioni volte al recupero congiunto di materiali quali carta, plastica ed alluminio.

Alla proposta in progetto, della costituzione della cooperativa "WeAll", il compito di avviare un cambio di direzione, valorizzando un sistema che mette a disposizione dei cittadini **postazioni di raccolta differenziata all'interno dei parchi urbani**, (che anche in questo caso non mirano alla mera raccolta dell'alluminio, ma sono predisposti alla raccolta parallela di altri materiali quali carta e plastica) al fine di ridurre il quantitativo di rifiuti abbandonati sul suolo pubblico, garantire il decoro urbano e la pulizia. La corretta

differenziazione dei rifiuti e l'incremento del grado di consapevolezza sulla corretta gestione del rifiuto, visto non più come materia di scarto, ma come potenziale valore economico e sociale, va gestito, sempre a cura della stessa cooperativa attraverso azioni dirette ed indirette di comunicazione, quali eventi dedicati.

**I punti di raccolta** si ritiene debbano infine essere **incrementati gradualmente**, testando per un congruo periodo le ubicazioni esistenti ed eventualmente individuandone altre, in funzione degli elementi di criticità che verranno rilevati durante la relativa raccolta, con il conseguente svuotamento che potrebbe subire delle modifiche in relazione alle diverse esigenze territoriali, con nel caso specifico dell'alluminio un numero di passaggi minimo garantito pari a 3/7. In tal senso la cooperativa offre la disponibilità degli operatori per la gestione dei parchi urbani, al fine di non impattare economicamente sulla logistica del recupero, e gestire al contempo queste zone in maniera diretta, affidandole a specifici operatori, innescando negli stessi un sentimento di responsabilità nei confronti della tutela della propria area.

#### **4.6.8 PROGETTO UFFICI - ISTITUZIONI SCOLASTICHE ED ESERCIZI COMMERCIALI**

Per migliorare e potenziare il recupero di alluminio, viste le numerose quantità di lattine, scatole, tubetti e vaschette che ancora oggi vengono conferite nel circuito della raccolta indifferenziata e successivamente indirizzate agli inceneritori o alle discariche, si ritiene inoltre necessario agire in tutti quei luoghi come uffici pubblici e privati, istituzioni scolastiche ed esercizi commerciali, avviando un processo di raccolta che miri ad intercettare appunto i rifiuti di alluminio a monte del sistema, con il conseguente conferimento alle piattaforme di selezione o nel caso di elevata purezza direttamente alle fonderie, partecipando attivamente ad una

riduzione delle intermediazioni commerciali e alla creazione di un circuito unicamente destinato all'alluminio.

Al fine di rendere tale sistema operativo, è necessario adottare un approccio che si basi sulla raccolta mono-materiale, attraverso la collocazione di **specifici contenitori** in relazione alle differenti strutture prese in esame (**uffici, istituzioni scolastiche ed esercizi commerciali**), dotate attualmente (non nella loro totalità) di contenitori per la raccolta congiunta di vetro e lattine o contenitori per la raccolta indifferenziata, che per quanto già rappresentato nei capitoli precedenti compromette sotto l'aspetto qualitativo ed economico il rifiuto stesso.

In particolare, le istituzioni scolastiche rappresentano oggi in maniera emblematica una seconda casa per gli studenti, ed in tal senso certamente i comportamenti e le abitudini adottati al loro interno possono ripercuotersi positivamente o negativamente sull'ambiente esterno. Risulta quindi necessario, avviare un corretto processo di differenziazione, attraverso l'inserimento di un apposito contenitore per l'alluminio, che può da un lato permettere la raccolta di un maggior quantitativo di materia (qualitativamente superiore) e dall'altro sensibilizzare gli utenti stessi, siano essi studenti universitari o appartenenti ad istituti minori, sull'importanza dell'alluminio, nella convinzione che tali istituzioni possano fare da trait d'union con l'intera società, famiglie comprese.

Nel caso specifico degli uffici, al fine di migliorare il sistema di raccolta differenziata dove presente o avviare un nuovo sistema di raccolta in tutti quei posti di lavoro dove non viene attualmente realizzato, la cooperativa WeAll interviene attraverso l'inserimento di un contenitore specifico per la raccolta di alluminio, nel rispetto della normativa vigente che permette il conferimento dei rifiuti di imballaggi in alluminio anche se recanti tracce di sporco. L'obiettivo in questo caso è fi-

nalizzato ad eliminare del tutto il classico “cestino da scrivania”, saturo di rifiuti indifferenziati, con l'introduzione di nuovi contenitori per la raccolta differenziata o nel caso specifico della gestione attraverso la cooperativa, di un contenitore dedicato esclusivamente alla raccolta dell'alluminio, al fine di recuperare il maggior quantitativo di materia.

In ultima analisi gli esercizi commerciali (bar, ristoranti, chioschi, etc.) rappresentano certamente le utenze con il maggior quantitativo di rifiuti in alluminio prodotti e pertanto richiedono una particolare attenzione. Nel dettaglio, con validità al 1/1/2014, il comune di Torino in collaborazione con il servizio di gestione dei rifiuti (AMIAT) aveva avviato un progetto sperimentale, iniziativa “Gabbiano”, che prevedeva lo svuotamento dei cassonetti per il conferimento di vetro e lattine (120 - 240 litri) posizionati in corrispondenza delle utenze commerciali, e/o strada, attraverso un autocarro con vasca che conferiva il materiale raccolto (vetro/lattine) nelle diverse sedi AMIAT (Gerbido, Germagnano, Zini e ex Scalo Vanchiglia). Attualmente, è invece attivo un servizio di raccolta differenziata indirizzato principalmente ai chioschi presenti all'interno o nelle vicinanze dei parchi urbani (non nella totalità), dove l'alluminio viene raccolto congiuntamente al vetro. Alla cooperativa WeAll, attraverso l'introduzione di appositi contenitori il compito di recuperare la materia non contaminata (minimo un passaggio settimanale), evitando la dispersione nelle fasi successive di alluminio avente un peso ridotto, nel rispetto del regolamento comunale che permette la raccolta monouso.

#### 4.6.9 PROGETTO RESIDENZE DOMESTICHE

Le residenze domestiche sono sicuramente le principali fonti di rifiuto nel panorama urbano. **Ottimizzare la gestione di raccolta dell'alluminio** in questi contesti gioverebbe abbondantemente

al piano di crescita dei valori di WeAll. La oggi attuata raccolta multi-materiale, e i conseguenti processi di selezione, come abbiamo ampiamente analizzato precedentemente, sono limitati da fattori tecnici nel garantire alte percentuali di recupero ed al contempo un'elevata qualità dei rifiuti recuperati. **Agire a monte, individuando strategie differenti che permettano la raccolta monomaterica**, sarà vantaggioso non solo da un punto di vista ambientale, ma anche sociale ed economico.

La soluzione sarebbe quella di **implementare il servizio di raccolta porta a porta**, fornendo uno specifico contenitore per la raccolta dell'alluminio, evitando così la raccolta congiunta con il vetro. In questo modo si eviterebbe la fase di separazione meccanica dell'alluminio dal vetro, scongiurando perdita materica e relativi costi economici ed energetici legati a tale trattamento. Dal punto di vista logistico non sono previsti particolari cambiamenti. Difatti, la frequenza media odierna di raccolta vetro-alluminio, si svolge con cadenza settimanale, in tal caso basterebbe alternare la raccolta del vetro e dell'alluminio settimanalmente, svuotando i contenitori con una tempistica di una volta ogni due settimane, considerando che i volumi di raccolta andrebbero suddivisi nei due contenitori. Ovviamente sarebbe opportuno accertarsi dell'efficacia di tale gestione tramite alcuni sopralluoghi (che Amiat di solito già effettua per ottimizzare le pratiche di raccolta). Ad effettuare le operazioni di recupero della materia alluminio sono gli operatori ed i soci volontari di WeAll, in cooperazione con Amiat, in quanto fornitore dei mezzi necessari alla raccolta nonché degli spazi di deposito, in cambio di percentuali sui corrispettivi di conferimento dell'alluminio. Qualora non si stabilisse tale accordo, si provvederà ad attuare un investimento utile all'acquisizione dei mezzi necessari per la raccolta, nell'ottica della mobilità sostenibile. Per la messa in pratica di tale

attività bisogna però considerare le leggi comunali inerenti alla gestione dei rifiuti. Infatti, non risulta chiara la possibilità di mettere in pratica la soluzione del ritiro monomaterico dell'alluminio dai contesti abitativi, nonostante sia il consorzio CIAL (responsabile per i rifiuti in alluminio), sia il consorzio COREVA (responsabile dei rifiuti vetrosi), nonché l'amministrazione comunale di Torino siano consapevoli dell'importanza di tale sistema, che risulterebbe nel lungo periodo sicuramente più efficiente, ponendo particolare attenzione alle strategie innovative per potenziare i sistemi di recupero dei rifiuti.

Segue un estratto dal "Regolamento per la gestione dei rifiuti urbani" della città di Torino, elaborato dal Servizio Centrale - Consiglio Comunale.

*Articolo 15 - Raccolta differenziata del vetro e delle lattine.*

*8. La raccolta differenziata di lattine in alluminio e barattoli in banda stagnata viene di norma effettuata congiuntamente a quella del vetro salvo impedimenti al conferimento della miscela di materiali presso impianti di riciclaggio.*

*9. Possono essere avviate parallelamente raccolte (eventualmente specifiche) delle lattine in alluminio in occasione di iniziative culturali, politiche, sportive, scuole, manifestazioni varie, mediante sistemi a trespolo, a bidone o con sistemi mangialattine.*

*10. Possono inoltre essere attivati circuiti di raccolta differenziata dei contenitori in banda stagnata presso le utenze non domestiche che fanno maggiormente uso di tali imballaggi, quali i pubblici esercizi ed altre attività nelle quali avviene la preparazione di pasti e prodotti alimentari.*

L'auspicio è quello che, di fronte all'efficacia di tale sistema e dell'impatto positivo generato sotto il profilo ambientale sociale ed economico, la normativa venga revisionata affinché favorisca lo sviluppo e l'attuazione di una raccolta mono-materica all'interno del contesto abitativo, poiché principale ambito di produzione dei rifiuti in alluminio, sottolineando come **la volontà della cooperativa sia quella di agire a monte e non a valle dell'intero sistema di raccolta.**





JAN =  
Feb =

MAY 2

973 450 = 25%





## 4.7 QUADRO ECONOMICO

La raccolta differenziata, negli ultimi anni è sempre più parte integrante delle politiche Nazionali, Regionali e Comunali, finalizzate soprattutto alla individuazione e sperimentazione di nuove tecnologie che possano semplificare il processo di raccolta. Il servizio “porta a porta”, utile ed indiscusso strumento iniziale per aumentare la raccolta differenziata, applicato probabilmente in ambiti territoriali ristretti con una media densità di popolazione, è senz'altro uno degli strumenti capace di migliorare il contesto sociale nel quale viene applicato per l'attivazione di percorsi d'inserimento lavorativo (soprattutto nel caso di persone svantaggiate), trattandosi di un processo che ha necessità di un considerevole apporto di manodopera.

L'analisi costi benefici, adottata per verificare la congruità del servizio porta a porta, in contesti territorialmente vasti, molte volte non tiene conto del coinvolgimento dei soggetti svantaggiati e quindi dei benefici scaturenti dall'attivazione del servizio, sia in termini sociali che economici. Non tiene conto del valore legato all'aumento della percentuale di occupazione di fasce deboli e conseguentemente, se pur in modeste quantità, del loro apporto correlato all'incremento del gettito fiscale e del potenziale di spesa non più derivato da un sostegno ma da un lavoro. Ci si auspica, anche attraverso le direttive e le strategie in corso per migliorare la qualità della vita, legate all'Agenda 2030 delle Nazioni Unite ed alla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, che tra gli obiettivi da raggiungere e garantire, le politiche territoriali regionali e comunali individuino e portino ai tavoli

di concertazione soluzioni nella gestione dei rifiuti non sempre legate a soluzioni tecnologiche, quale migliore scelta, ma che siano indirizzate verso la tutela anche dell'occupazione e del rispetto della persona.

Partendo da questo concetto e per gli obiettivi individuati e descritti nei precedenti capitoli, **la dimensione sociale non è l'unico aspetto su cui la cooperativa WeAll è orientata.** Specularmente l'aspetto economico assume un ruolo di pari dignità per il potenziale vantaggio che si può offrire alla città di Torino. Utilizzando i dati di analisi già riportati nelle sezioni precedenti attraverso i quali sono stati individuati i quantitativi di alluminio non correttamente conferiti nel circuito della raccolta differenziata (2.128,1 tonnellate - 2016), ed i quantitativi raccolti inerenti alla raccolta multi-materiale vetro-metallo (25.869 tonnellate - 2016), sulla base dei costi di gestione dei rifiuti urbani residui (RUR) 285€/t e dei costi di smaltimento in discarica (105,17€) è stata effettuato un bilancio di comparazione per la coerenza dell'intervento che si intende proporre alla città di Torino, riportata nelle seguenti tabelle esplicative, che evidenzia i “vantaggi economici”, quale risultato tra costo legato al servizio che potrebbe garantire WeAll attraverso il beneficio economico derivante dalla raccolta mono-materiale dell'alluminio, confrontandolo con il costo oggi affrontato attraverso la raccolta multi-materiale.

Le analisi sono ovviamente basate sulle stime della raccolta certificata nel 2016, considerando che l'intera quantità attualmente destinata in discarica venga recuperata dalla cooperativa WeAll a monte

dell'intero sistema di raccolta (attraverso, come detto nei paragrafi precedenti, la creazione di un nuovo sistema di raccolta mirato ad ambiti specifici di intervento), utilizzando per la determinazione del valore del corrispettivo per alluminio raccolto, il parametro dei corrispettivi enunciati dall'accordo di programma QUADRO ANCI-CONAI.

Specificando ulteriormente che le quantità indicate in 2.128,10 tonnellate sono esclusivamente le quantità attualmente indirizzate in discarica, ai fini della verifica di coerenza dell'idea progettuale risulta utile sottolineare come oltre ai quantitativi non correttamente conferiti nel circuito della raccolta differenziata, vi siano quantità rilevanti stimate in circa 25.869 tonnellate equivalenti alla raccolta congiunta vetro-metallo, indirizzate alle piattaforme di separazione multi-materiale, al fine di separare le differenti componenti materiche e minimizzare gli elementi estranei presenti (cause principali di un abbassamento qualitativo della materia). La gestione di questa quantità comporta naturalmente costi aggiuntivi ai quali va applicato il parametro ufficiale di 100 €/t per un importo complessivo di € 2.586.900 al quale aggiungere i costi dello smaltimento del sovrappiù (materiale di scarto) determinati in una percentuale approssimativa del 3% rispetto alla materia trattata sempre al costo di 100 €/t.

#### 4.7.1 I COSTI DEL PERSONALE E RELATIVO FABBISOGNO

Il costo aggiuntivo del personale da impiegare sarà calcolato in base al rapporto diramato dal Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali "costo orario del lavoro per le lavoratrici e i lavoratori delle cooperative del settore socio-sanitario-assistenziale-educativo e di inserimento lavorativo - cooperative sociali" (ultimo aggiornamento 2013).

Le **categorie prese in esame** riguardano le aree **A e B**, con particolare riferimento agli operatori classificati nelle classi A1

Fig. 98: Costi lavoratori/lavoratrici cooperative sociali

Costo annuo Operatore livello A1	22.699,87 €
Costo annuo Operatore livello A2	23.002,40 €
Costo annuo Operatore livello B1	24.194,78 €
Costo annuo medio	23.299,00 €
<i>Costo ore mediamente lavorate</i>	
Ferie	65
Festività e festività soppresse	108
Malattia, gravidanza, infortunio	120
Diritto allo studio	3
Formazione professionale	8
Formazione, permessi R.L.S. (DLgs.81/2008) e s.m.	12
Assemblee sindacali	12
Ore mediamente lavorate	1.548
Ore teoriche (38 per 52 settimane)	1.976
Ore mediamente non lavorate	428
Costo orario medio netto	15,05 €

Fonte: Ministero del lavoro e delle politiche sociali

(operai comuni) – A2 (operai comuni) - B1 (Operai qualificati con patente di guida B/C).

Per la determinazione della spesa si ipotizza un **incremento di personale** a carico del nuovo servizio di raccolta, in termini di valore pari al **35% della quota determinata per la gestione dei rifiuti RUR** (285 €/t) equivalente a **99,75 €/t** e quindi per complessivi €. 416.306,62 equivalenti, sulla base del costo medio calcolato di €. 15,05, a 27.661 ore lavorative e quindi con un incremento di 19 unità su base annua.

#### 4.7.2 COSTI DELLE ATTREZZATURE

Per quanto riguarda i costi inerenti alle attrezzature volte alla raccolta dell'alluminio nelle differenti aree critiche analizzate, la cooperativa WeAll andrà a definire un piano di collaborazione con gli enti attualmente preposti alla raccolta (AMIAT) o con la pubblica amministrazione, ai quali si ipotizza anche di riconoscere per la rinegoziazione degli accordi un importo di € 150.000,00, oltre ad una quota per attrezzature ipotizzata nel 25% del ricavo dal conferimento dell'alluminio recuperato al fine di minimizzare l'impatto economico dovuto all'acquisto di nuovi mezzi o spazi preposti allo stoccaggio del materiale, preoccupandosi esclusivamente di massimizzare il livello qualitativo e quantitativo di alluminio raccolto. Grazie

inoltre alla partecipazione al programma Raccolta Solidale indetto da CIAL e indirizzato alle organizzazioni Non Profit, Associazioni di Volontariato o Cooperative Sociali, le attrezzature quali contenitori fustellati per interni e sacchi, nonché il materiale informativo, saranno forniti direttamente dal Consorzio Italiano per gli Imballaggi di Alluminio, con un compenso pari a 600,00 € per ogni tonnellata raccolta e conferita per il riciclo. Tale quota,

riconosciuta esclusivamente alle Cooperative Sociali proprio per la loro fattispecie statutaria, rappresenta l'importo per l'autofinanziamento della Coop. WeAll.

#### 4.7.3 ANALISI COSTI/RICAVI E PREVISIONI

I dati sotto riportati, attestano la coerenza della proposta con una evidente e positiva ipotesi per la gestione del recupero dell'Alluminio mono-materiale, modificando la

Fig. 99: Gestione attuale del sistema multimateriale alluminio/vetro

Tipo di spesa	Unità	Quantità	Costo	Costo totale
Gestione dei RUR	t	2.128,1	- 285,00 €	- 606.508,50 €
Smaltimento in discarica RUR	t	2.128,1	- 105,17 €	- 223.812,30 €
Separazione multimateriale vetro/alluminio considerando il 50% di alluminio sul tot. di 25.869 t	t	12.934,50	- 100,00 €	- 1.293.450,00 €
Sovvallo pari al 3% della separazione	t	388,04	- 100,00 €	- 38.803,50 €
Ricavi dal conferimento dell'alluminio recuperato pari al 10% della quantità stimata per la separazione multimateriale	t	2.586,90	281,26 €	727.578,56 €
Contributo CIAL	t	2.586,90	15,00 €	38.803,50 €
			<b>Totale</b>	<b>- 1.396.192,24 €</b>

Fig. 100: Gestione monomateriale attraverso la cooperativa WeAll

Tipo di spesa	Unità	Quantità	Costo	Costo totale
Gestione dei RUR	t	0,00	- 285,00 €	0,00 €
Smaltimento in discarica RUR	t	0,00	- 105,17 €	0,00 €
Separazione multimateriale vetro/alluminio considerando il 50% di alluminio	t	0,00	- 100,00 €	0,00 €
Sovvallo pari al 3% della separazione	t	0,00	- 100,00 €	0,00 €
Ricavi dal conferimento dell'alluminio recuperato pari alla quantità stimata per il conferimento in discarica	t	2.128,1	281,26 €	598.549,41 €
Contributo CIAL	t	2.128,1	15,00 €	31.921,50 €
Incremento del personale		2.128,1	- 99,75 €	- 212.277,97€
Costo per attrezzature e convenzione con la società che effettua oggi il servizio di raccolta (ipotesi del 25% del ricavo dal conferimento dell'alluminio recuperato)	t	2.128,1	- 71,25 €	- 151.627,12€
Eventuali oneri per la ricontrattazione dell'accordo con AMIAT				- 150.000,00 €
<b>Totale previsione da riportare nel bilancio comunale</b>				<b>116.564,97€</b>
Compenso CIAL per ogni tonnellata raccolta, riconosciuto alla cooperativa sociale WeAll per la sua forma statutaria	t	2.128,1	600,00 €1	.276.860,00 €
			<b>Totale</b>	<b>1.393.424,97 €</b>

Fig. 101: Riepilogo perdite/profitti

	<i>Effettivi</i>
<i>Totale bilancio comunale di previsione attuale</i>	- 1.396.192,24 €
<i>Totale bilancio comunale di previsione attraverso l'accordo con la coop. WeAll</i>	116.564,97€
<i>Totale bilancio previsione autofinanziamento coop. WeAll</i>	1.276.860,00 €
<i>Beneficio totale quale coerenza positiva della proposta</i>	<b>2.789.617,21€</b>

spesa di gestione totale del servizio, oggi come valore negativo per il bilancio comunale, - 1.396.192,24 €, ripartita come costo per la determinazione della tariffa a carico dei cittadini, in un valore positivo, €. 116.564,97, da scomputare dai costi di tariffa a vantaggio dei cittadini, alla quale si aggiunge il beneficio economico che sarà riconosciuto alla costituenda Coop. Sociale WeAll che si autofinanzierà con il riconoscimento, per effetto della sua tipologia statutaria, da parte di CIAL del contributo pari ad € 1.276.860,00. Il beneficio totale del progetto proposto che attesta la coerenza e la fattibilità dello stesso, ammonta quindi complessivamente ad € 2.789.617,21, per l'annullamento della quota negativa e per l'apporto positivo attribuibile al nuovo processo di raccolta. Nell'operazione di coerenza dovranno aggiungersi sia i vantaggi di carattere ambientale ma anche quelli sociali ed economici che, in questo particolare periodo, assumono senz'altro un ruolo molto importante e da perseguire.

## NOTE

64. Allenza cooperativa internazionale, *Dichiarazione di identità cooperativa*, Manchester, settembre, 1995.
65. Rapporto Brundtland, 1987, < are.admin.ch>.
66. Legge 7 aprile 2014 n. 56 recante “*Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni*”, così come modificata dalla Legge 11 agosto 2014 n. 114, di conversione del D.L. 24 giugno 2014 n. 90.
67. Materia Rinnovabile, *Rivista internazionale sulla bioeconomia e l'economia circolare*, Numero 01, Edizioni Ambiente, 2015, <renewablematter.eu>.
68. Città Metropolitana di Torino, ATO-Rifiuti Torinese, *Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti*, Costi dei servizi, 2017, <cittametropolitana.torino.it>.
69. *Relazione annuale Cooperativa IGORA per il riciclaggio dell'alluminio*, 2017, < igora.ch>.



**05.**  
**RESOCONTO DEGLI OUTPUT**  
**AMBIENTALI E SOCIALI**





WeAll è la traduzione pratica di un sistema di valori che discendono dall'individuazione di soluzioni tramite approccio sistemico. L'analisi olistica dei flussi mondiali della materia alluminio, sino a quella concentrata nello specifico territorio Torinese, ha permesso di ragionare su una visione d'insieme rispetto alle criticità del sistema odierno, includendo nell'analisi sia gli attori che la qualità delle relazioni tra di essi, ottenendo i risultati auspicati in termini ambientali, sociali ed economici.

WeAll è un sottosistema che si integra con quello esistente della raccolta differenziata, valutando le potenzialità di ottimizzazione del sistema attuale, generando valore attraverso pratiche semplici ma di notevole impatto. Dal punto di vista economico WeAll incrementa la circolarità di un settore che in Italia rappresenta un importante pilastro economico, valorizzando la materia "Alluminio" che oggi finisce in discarica o presso impianti di termovalorizzazione.

Il sistema individuato permette di risparmiare sulle spese di gestione dei rifiuti, trasformando quello che oggi nel bilancio comunale è iscritto quale costo, a carico dei cittadini, in un introito a vantaggio degli stessi.




La costituzione di una cooperativa sociale, garantita sotto l'aspetto economico dai fondi trasferiti alla stessa, da parte di un organismo terzo collegato direttamente alla materia "Alluminio" (CIAL), contribuisce nello stesso tempo a migliorare ed incrementare il benessere sociale. La potenziale generazione di posti di lavoro permette di coinvolgere attivamente classi sociali svantaggiate, offrendo loro la possibilità di integrarsi sotto l'aspetto sociale e contribuire attivamente al raggiungimento di obiettivi propri dello sviluppo sostenibile. La sensibilizzazione e l'educazione verso corrette prassi di rici-

claggio, rendendole un'abitudine carica di consapevolezza, sono la cornice di un quadro all'interno del quale è rappresentata la materia quale elemento legato al benessere ed al miglioramento della qualità della vita dell'uomo.

Riciclare, per risparmiare sull'apporto energetico e sullo sfruttamento delle risorse naturali per la trasformazione della materia vergine.

Riciclare per ridurre le emissioni nocive in atmosfera adottando i paradigmi sostenibili della circolarità, emulando i cicli naturali, favorendo il corretto reinserimento della materia nei processi di trasformazione della stessa, incidendo il meno possibile con impatti negativi sui ritmi naturali

Agire localmente per ottenere miglioramenti a livello globale.

 <p><b>SOCIETÀ</b> Sensibilizzazione ed educazione</p>	<p><b>INTRODUZIONE DI BUONE PRATICHE</b></p> <p><i>Weall mira a diffondere in maniera diretta ed indiretta alcune comportamenti sostenibili indirizzati alla diminuzione del littering, ad un aumento delle qualità della raccolta differenziata (soprattutto in aree critiche), al riciclaggio, nonché all'ottimizzazione delle risorse.</i></p>
	<p><b>COESIONE SOCIALE</b></p> <p><i>L'assunzione di persone svantaggiate e/o giovani all'interno di un contesto come quello delle cooperative sociali permette di contrastare l'esclusione sociale e l'isolamento.</i></p>
	<p><b>MAGGIORE COLLABORAZIONE TRA GLI ATTORI</b></p> <p><i>Attivare un nuovo sistema di raccolta mirato ad un miglioramento qualitativo e quantitativo del rifiuto recuperato, è l'occasione per avviare un processo di collaborazione tra tutti gli attori coinvolti.</i></p>
	<p><b>RELAZIONI TERRITORIALI</b></p> <p><i>WeAll è un mezzo per favorire la creazione di un nuovo sistema capillare, attraverso nuove relazioni tra cooperative, o enti che condividono gli stessi obiettivi.</i></p>
	<p><b>AZIONI MIRATE</b></p> <p><i>Individuare delle aree critiche di intervento all'interno del contesto urbano, al fine di generare un piano di attuazione specifico.</i></p>
 <p><b>AMBIENTE</b> Pianeta</p>	<p><b>CONNESSIONI ECOLOGICHE URBANE</b></p> <p><i>Gestire la logistica del recupero è fondamentale per un impatto economico ed ambientale di bassa gamma.</i></p>
	<p><b>TUTELA DEL CONTESTO URBANO</b></p> <p><i>Attivare un processo che permetta di sviluppare abitudini sostenibili, al fine di percepire il rifiuto non più come una materia di scarto, ma come una possibile risorsa per l'intero territorio, favorendone il suo completo recupero ed al tempo stesso evitandone l'abbandono sul suolo urbano.</i></p>
 <p><b>ECONOMIA</b> Prosperità</p>	<p><b>RISPARMIO ECONOMICO</b></p> <p><i>WeAll porterebbe ad evitare la fase di differenziazione post-raccolta dell'alluminio dal vetro, minimizzando la quantità di materia persa durante le fasi di vaglio ed eliminando i costi economici ed energetici del processo.</i></p>
	<p><b>CREAZIONE DI VALORE E LAVORO</b></p> <p><i>Assunzione di persone svantaggiate e/o giovani al fine di garantire stabilizzazione economico/lavorativa, che si ripercuote in maniera diretta (aumento del gettito fiscale) sul territorio.</i></p>

# BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- John A. S. Green, Aluminum Recycling and Processing for Energy Conservation and Sustainability, European Aluminium Association, USA, 2007.
- Boin U.M.J. and Bertram M., Melting Standardized Aluminium Scrap: a Mass Balance Model for Europe, Volume 57, 2005, pp 26–33.
- Cooling D.J., Improving the sustainability of Residue Management Practice, Australian Centre for Geomechanics, Perth, 2007 .
- World Aluminium Institute (IAI), Sustainable Bauxite Mining Guidelines, World Aluminium Institute, Londra, 2018.
- The Aluminium Association, The environmental Footprint of Semi-finished Aluminum Products in North America, The Aluminium Association, USA, 2013.
- Behrens III W., Meadows D., Meadows H., Randers J., Limits to Growth, Chelsea Green Pub Co, Londra, 2013.
- Commissione mondiale sull'ambiente e sullo sviluppo, Rapporto Brutland, 1987.
- Cottino P., Zandonai F., Progetti d'impresa sociale come strategie di rigenerazione urbana: spazi e metodi per l'innovazione sociale, Euricse Working Paper, N.042, Trento, 2012, <euricse.eu>.
- Scott Horvath, USGS. Public domain., U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, Bauxite and Alumina, USA, 2018, <usgs.gov>.
- W.D. Menzie, JJ Barry, D.I. Bleiwas, E.L. Bray, T.G. Goonan, Grecia Matos, The Global Flow of Aluminum From 2006 Through 2025, U.S. Geological Survey, Reston, 2010.
- Noor Hisham Abdullah, Norlen Mohamed, Lokman Hakim Sulaiman, Thahirahtul Asma Zakaria, Daud Abdul Rahim, Potential Health Impacts of Bauxite Mining in Kuantan, Malays J Med Sci., Malesia, 2016.
- World Aluminium Institute (IAI), Bauxite Residue Management: Best practice, World Aluminium Institute, Londra, 2015.
- International Aluminium Institute, Fourth sustainable bauxite mining report, International Aluminium Institute, Londra, 2008.
- European Aluminium Association, Environmental Profile Report for the European Alu-

minium industry, European Aluminium Association, Bruxelles, 2013, <european-aluminium.eu>.

- V. Goutière, M. Fortier, C. Dupuis, Aluminium Casting Furnace Energy Efficiency: Recent Improvements in Rio Tinto Aluminium Casthouses, TMS (The Minerals, Metals & Materials Society), Pittsburgh, 2016.

- R. Davis, Aluminum and Aluminum Alloys, ASM International, Ohio, 2001.

- European Aluminium Association, Moving up to aluminium, High payload, safe and sustainable road transport, European Aluminium Association, Bruxelles, 2014, <european-aluminium.eu>.

- Mathieux F., Gilmont B., Bertram M., Tavares A., Bouzidi Y., Fate of aluminium from end-of-life commercial vehicles: preliminary results of a European study, European Aluminium Association, Bruxelles, 2006.

- Bouzidi Y., Leymarie J., Maire F., Gilmont B., Bertram M., Recycling rates of aluminium from end-of-life commercial vehicles, four case studies, European Aluminium Association, Bruxelles, 2009.

- Goran Djukanovic, Aluminium use in the production of trains steams ahead, ultimo aggiornamento Aprile 2017, <aluminiuminsider.com/aluminium-use-production-trains-steams-ahead/>.

- European Aluminium Association, Aluminium in cars, unlocking the light-weighting potential, European Aluminium Association, Bruxelles, 2013, <european-aluminium.eu>.

- Fritjof Capra, Pier Luigi Luisi, Vita e natura: una visione sistemica, Aboca Edizioni, 2017.

- Goran Djukanovic, Aluminium alloys in shipbuilding - a fast growing trend, ultimo aggiornamento 13 giugno 2016, <aluminiuminsider.com/aluminium-alloys-in-shipbuilding-a-fast-growing-trend/>.

- Commissione Europea, L'anello mancante – Piano d'azione dell'Unione Europea per l'economia circolare, Commissione Europea, Bruxelles, 2015, <eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614 >.

- Materia Rinnovabile, Rivista internazionale sulla bioeconomia e l'economia circolare, Numero 01, Edizioni Ambiente, 2015, <renewablematter.eu>

- Biganzoli L., Grosso M., Aluminium recovery from MSWI bottom ash, Dipartimento di ingegneria civile ed ambientale, Milano, 2013.

- Andreatus M., Carini C., Carpita M., Costa E., La cooperazione sociale in Italia: un'overview, Euricse Working Paper, N.027, Trento, 2012.

- Giuliano M., Grosso M., Rigamonti L., La gestione integrata dei rifiuti: 63° corso di aggiornamento in ingegneria sanitaria-ambientale, Cipa, Milano, 2009.
- Erik Ciravegna, La qualità del packaging: sistemi per l'accesso comunicativo-informativo dell'imballaggio, Franco Angeli, Milano, 2010.
- European Aluminium Association, Sostenibilità dell'alluminio in edilizia, European Aluminium Association, Bruxelles, 2011, <european-aluminium.eu>.
- Fritjof Capra, La rete della vita, BUR Biblioteca Univ. Rizzoli, Milano, 2001.
- Tomàs Maldonado, La speranza progettuale: ambiente e società, Einaudi, Torino, 1981.
- Thomas Hylland Eriksen, Fuori controllo: un'antropologia del cambiamento accelerato, Einaudi, Torino, 2017.
- Kate Raworth, L'economia della ciambella: sette mosse per pensare come un economista del XXI secolo, Edizioni Ambiente, Milano, 2017.
- Luigi Bistagnino, Design sistemico: progettare la sostenibilità produttiva e ambientale, Slow Food, Bra, 2009.
- Ugo Bardi, La terra svuotata: il futuro dell'uomo dopo l'esaurimento dei minerali, Editori Riuniti, Roma, 2011.
- European Aluminium Association, Indicatori di sviluppo sostenibile per l'industria dell'alluminio in Europa, Bruxelles, 2012.
- Thanos Paraschos, Production of aluminium (emphasis on energy and materials requirements), Technical University of Crete, Crete, 2012.
- Barbabella A., Bienati M., Cancelli D., Refrigeri L. Milioni D., Il recupero dei veicoli a fine vita per una green & circular economy: il contributo del sistema Italferro-Ecofer alla transizione green in Italia, Fondazione per lo sviluppo sostenibile, Roma, 2015.
- Bianchi D., Il riciclo ecoefficiente, Edizioni Ambiente, Milano, 2012 .
- Materia Rinnovabile: rivista internazionale sulla bioeconomia e l'economia circolare, supplemento al n°23-24, Edizioni Ambiente, settembre-dicembre 2018.
- Zehnder J., Pritzlaff R., Lundberg S., Gilmont B., Aluminium in commercial vehicles, European Aluminium Association, Bruxelles, 2011.
- Kelly S., Apelian D., Automotive aluminum recycling at end of life: a grave-to-gate analysis, U.S.A, 2016.
- International Aluminum Institute, Global Aluminum Recycling: a Cornerstone of Sustainable Development, International Aluminum Institute, Londra, 2009.

- Centro Italiano Alluminio, Il sistema dell'alluminio italiano: fattori di forza e di criticità, Centro Italiano Alluminio, Milano, 2013.
- Istat, Raccolta differenziata dei rifiuti: comportamenti e soddisfazione dei cittadini e politiche nelle città, Istat, Roma, 2018.
- Gitlitz J., The role of the consumer: in reducing primary aluminum demand, Container recycling institute, Brasile, 2013.
- Città Metropolitana di Torino, ATO-Rifiuti Torinese, Rapporto sullo stato del sistema di gestione dei rifiuti, Città Metropolitana di Torino, ATO-Rifiuti Torinese, Torino, 2017.
- Cullen J. M., Allwood M. J., Mapping the Global Flow of Aluminum: from liquid aluminum to end-use goods, American Chemical Society, 47, 7, 3057-3064, Inghilterra, 2013.
- Biganzoli L., Aluminium recovery from mswi bottom ash, Tesi di dottorato, Politecnico di Milano, 2012 – XXV Cycle.
- Vetrutto G. (a cura di), I dossier delle Città Metropolitane: città metropolitana di Torino, Dipartimento per gli Affari Regionali e le Autonomie, Torino, 2017.
- Riva A., Biganzoli L., Grosso M., Gestione delle scorie da incenerimento di rifiuti solidi urbani: sistemi di estrazione e layout impiantistici di trattamento, Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Milano, 2016.
- Bistagnino L. (a cura di), microMACRO: micro relazioni come rete vitale del sistema economico e produttivo, Edizioni Ambiente, Milano, 2014.
- Bistagnino L., Celaschi F., Germak C., Uomo al centro del progetto: design per un nuovo umanesimo, Allemandi & C., Torino, 2008.
- Pauli G., Blue Economy, Edizioni Ambiente, Milano, 2015.
- Cooperativa Igora, <igora.ch>.
- Indicatori di sviluppo sostenibile, <centroal.it>.
- Primary aluminium production, <world-aluminium.org/statistics/primary-aluminium-production>.
- Alumina Production, <world-aluminium.org/statistics/alumina-production/>.
- Primary aluminium industry, <world-aluminium.org>.
- Publications, <world-aluminium.org>.
- L'azienda che trasforma in tesoro I rifiuti della bauxite, <ilsole24ore.com>.
- Aluminium production, <researchgate.net>.

- Aluminium production, <iea-etsap.org>.
- Classificazione leghe, <smtrading.it>.
- Il recupero dei veicoli a fine vita, <fondazionevilupposostenibile.org>.
- Report sostenibilità, <conai.org>.
- Rassegna statistica, <assomet.it>.
- Aluminium in commercial vehicles <european-aluminium.eu>.
- Global Aluminium Recycling, <world-aluminium.org>.
- Il Sistema dell'alluminio italiano, <centroal.it>.
- Aluminium Recycling, <alfed.org.uk>.
- Aluminium beverage can recycling, <european-aluminium.eu>.
- L'alluminio si mette in mostra, <museoscienza.org>.
- Statistiche alluminio, <statista.com>.
- Gestione alluminio, <hydro.com>.
- World Primary Aluminum Production, <lightmetalage.com>.
- Review of Bauxite Residue, <researchgate.net>.
- The World's Biggest Exporters and Importers, <vividmaps.com>.
- Study of Bauxite, <icsoba.org>.
- L'Italia del riciclo, <fondazionevilupposostenibile.org>.
- Analisi dei costi della Raccolta Differenziata, <cms.utilitalia.it>.
- La filiera del recupero dell'Alluminio, <minambiente.it>.
- Aluminum or Aluminium Alloys, <thoughtco.com>.
- Leghe e settori di impiego, <aluminum.org>.
- Il foglio di alluminio, <alufoil.org>.
- Materiali non ferrosi e imballaggi di alluminio, <fondazionevilupposostenibile.org>.
- Riciclo alluminio, <twinsystems.it>.

- Bilancio consorzio CIAL, <cial.it>.
- La raccolta multimateriale, <cisambiente.it>.
- Analisi dei costi della raccolta differenziata in Italia, <assobioplastiche.org>.
- L'Italia del recupero, <reloaderitalia.it>.
- L'alluminio e il suo riciclo, <obiettivoalluminio.it>.
- Riciclare l'alluminio: per finanziare le associazioni e per l'ambiente, <unimondo.org>.
- Raccolta differenziata Torino, <comune.torino.it>.
- A Milano la raccolta differenziata si fa anche al parco, <wisesociety.it>.
- Dati statistici, <tuttitalia.it>.
- Raw Aluminium, <atlas.media.mit.edu>.
- La produzione mondiale di alluminio primario, <aluminiumandalloys.com>.
- Produzione comunale rifiuti 2016, <catasto-rifiuti.isprambiente.it>.
- Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni, <bosettiegatti.eu>.
- Demografia, <comune.torino.it>.
- Produzione e gestione dei rifiuti, <regione.piemonte.it>.
- Il contributo delle cooperative per un mondo migliore, <euricse.eu>.
- La carta Dei Valori e dei Principi, <fondazionebarberini.it>.
- Ripartizioni circoscrizioni Torino, <comune.torino.it>.
- Prospetto corrispettivi alluminio, <cial.it>.
- Indagine nazionale sui rifiuti nei parchi urbani italiani, <puliamoilmondo.it>.
- Dazi, Trump fa scattare la tagliola su acciaio e alluminio, <repubblica.it>.
- I numeri del comune di Torino, <istat.it>.
- Tabella costo orario, <lavoro.gov.it>.
- Il business del colore: il design del logo, <99designs.it>.



- 10° Edizione Osservatorio Isnet, <impresasociale.net>.
- Imprese sociali: riformisti vs tradizionalisti, <vita.it>.
- Cooperative sociali di tipo B: cosa sono, <abilitychannel.tv>.
- Analisi delle tariffe degli impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti urbani, <slideshare.net>.
- Linee guida per la facilitazione delle attività di riciclo degli imballaggi in alluminio, <progettarericiclo.com>.

### **IMMAGINI ED ICONE**

- The Noun Project, <thenounproject.com>.
- Unsplash, <unsplash.com>.
- Pexels, <pexels.com>.
- Pixabay, <pixabay.com>.
- Emirates Global Aluminium, <ega.ae>.
- Aluminium for future generation, <bauxite.world-aluminium.org>.
- Caban-Odlewnia, <caban-odlewnia.pl>.

# RINGRAZIAMENTI

Rivolgiamo un ringraziamento speciale ai nostri colleghi Luigi Di Paolo, Giuseppe Fragapane ed Ornella Realmuto per averci supportato e consigliato.

Ringraziamo la Professoressa Silvia Barbero per averci seguito durante tutto il periodo di stesura e per la disponibilità dimostrataci.

## **Danilo**

Un grande ringraziamento alla mia famiglia, per avermi sostenuto e motivato durante l'intero percorso di studi, contribuendo alla mia formazione.

Ringrazio Giuseppe Fragapane per essere stato un punto di riferimento costante.

Un grande ringraziamento va ai miei colleghi Marta Bovio, Marco Manfra, Luigi Di Paolo, Ornella Realmuto, Chiara Manieri ed Ylenia Franco, per esserci sempre stati.

Un ringraziamento speciale a mio fratello, senza il quale non sarei la persona che sono oggi.

Ringrazio Oronzo, per averci consigliato, criticato e sostenuto.

Ed infine ringrazio Tommaso, la persona con cui ho condiviso il mio percorso di Tesi, punto di arrivo ed al contempo di partenza della mia vita.

## **Tommaso**

Grazie alla mia famiglia, per avermi permesso di affrontare questo percorso, essendo sempre presenti anche a distanza.

Grazie a tutte le persone, colleghi e docenti, con cui ho condiviso esperienze di crescita didattica.

Un ringraziamento speciale a Ornella, che ha condiviso e nutrito le mie passioni e visioni; a Oronzo, elemento di confronto costante con la realtà, miglior fratello che potessi mai sperare di avere; a Gigi, Ema, e Dino, rari veri amici.

E non ultimo, un ringraziamento particolare a Danilo, che ha avuto la forza di portare avanti la tesi quando io non l'ho avuta, che ha sopportato i miei tempi, grande lavoratore, a lui va tutta la mia stima.



