

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

**Tesi di Laurea in Valorizzazione delle Risorse
Primarie e Secondarie**

**Analisi di tecnologie appropriate
per il riciclaggio a piccola scala
di rifiuti solidi urbani nei paesi in via di
sviluppo**

Tesi di Laurea di:

CLAUDIA CORTESI

Relatore:

Prof.ssa Ing. ALESSANDRA BONOLI

Correlatore:

Ing. MARIANNA GARFÍ

Anno Accademico 2006/2007

RIFIUTI SOLIDI URBANI

TECNOLOGIE APPROPRIATE

PAESI IN VIA DI SVILUPPO

TECNICHE DI RICICLAGGIO

Per la loro consulenza e per il materiale fornitomi ringrazio:

Prof.ssa Ing. Alessandra Bonoli

Ing. Marianna Garfí

Indice

CAPITOLO 1

TECNOLOGIE APPROPRIATE: COSA SONO E PERCHÉ CI SI OCCUPA DEL LORO SVILUPPO	1
1.1. LO SVILUPPO DELLE TECNOLOGIE APPROPRIATE: CENNI STORICI	4
1.2. APPLICABILITÀ AI PAESI IN VIA DI SVILUPPO	5
1.2.1. <i>La progettazione</i>	6
1.2.2. <i>Verifica e monitoraggio</i>	8
1.3. TECNOLOGIE APPROPRIATE NELL'AMBITO DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI NEI PAESI IN VIA DI SVILUPPO	8
1.3.1. <i>Le problematiche: la raccolta e il riciclo</i>	10

CAPITOLO 2

PROGETTI DI COOPERAZIONE E GESTIONE DEI RIFIUTI NEI PAESI IN VIA DI SVILUPPO (PVS)	13
2.1. IL PROBLEMA DEI RIFIUTI	13
2.1.1. <i>Il problema dei consumi in Italia</i>	14
2.2. I RIFIUTI NEI PVS	16
2.3. TORINO: DA RIFIUTO A RISORSA	17
2.3.1. <i>Come è nato il progetto: da scambio scolastico a cooperazione decentrata</i>	17
2.3.2. <i>Inquadramento geografico: la regione del Sahel</i>	19
2.3.3. <i>Il progetto</i>	22
2.3.3.1. <i>Le fasi di realizzazione del progetto</i>	23
2.3.3.2. <i>L'innovazione metodologica</i>	24
2.3.3.3. <i>Il caso di Mbour</i>	26
2.3.3.4. <i>Un centro per il riciclo</i>	29
2.4. BENIN : IL PROBLEMA DEI SACCHETTI DI PLASTICA	32
2.4.1. <i>Inquadramento geografico: la repubblica del Benin</i>	32
2.4.2. <i>Il progetto</i>	34

2.5. L'ECOPOLE DELL'AFRICA OCCIDENTALE: UN NUOVO STRUMENTO PER L'ESPLOSIONE DEMOGRAFICA	36
2.5.1. <i>L'Ecopole e il quartiere di Xadim Rasoul</i>	38
2.5.2. <i>Il progetto</i>	40
2.5.2.1. <i>Le valigette made in dakar</i>	42
2.5.2.2. <i>Ingénieuse Afrique : artigiani del recupero e del riciclaggio</i>	43
2.6. I CLASIFICADORES DI MONTEVIDEO E IL PROGETTO "JUAN CACHARPA"	43
2.6.1. <i>Inquadramento geografico: Uruguay</i>	43
2.6.2. <i>Il progetto: lo scenario iniziale</i>	45
2.6.3. <i>Il progetto: i contenuti</i>	46
CAPITOLO 3	
IL POPOLO SAHARAWI: DAL SAHARA OCCIDENTALE ALL'OASI DI TINDŪF IN ALGERIA	50
3.1. LA CONDIZIONE DEL POPOLO SAHARAWI OGGI: INQUADRAMENTO STORICO GEOGRAFICO	51
3.1.1. <i>Il Sahara occidentale: il territorio</i>	51
3.1.2. <i>Cenni storici</i>	52
3.1.3. <i>Il popolo e la sua sistemazione attuale</i>	55
3.2. BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO ATTUALMENTE IN CORSO	58
3.2.1. <i>Ultimi dati sul progetto in corso</i>	59
3.2.2. <i>I rifiuti solidi urbani e le problematiche specifiche</i>	62
CAPITOLO 4	
ALLUMINIO	64
4.1. LA STORIA DELL' ALLUMINIO	65
4.2. LE LAVORAZIONI DELL'ALLUMINIO	67
4.3. IL RICICLAGGIO	70
4.4. IL RICICLAGGIO DELLE LATTINE D'ALLUMINIO: SITUAZIONE ATTUALE	73
4.5. METODOLOGIE E PRODOTTI DEL RICICLAGGIO	76
4.5.1. <i>Medaglie in alluminio</i>	77
4.5.2. <i>Le lattine</i>	79
4.5.3. <i>I tappi delle bottiglie in vetro</i>	81
4.5.4. <i>Portaoggetti e contenitori in genere</i>	83
CAPITOLO 5	
MATERIE PLASTICHE	85
5.1. TIPI DI PLASTICHE RICICLABILI E TEST SPEDITIVI PER IDENTIFICARLI	87

5.2. RICICLAGGIO A PICCOLA SCALA	89
5.2.1. <i>Il lavaggio</i>	90
5.2.2. <i>L'asciugatura</i>	91
5.2.3. <i>Casi particolari</i>	93
5.2.4. <i>La selezione</i>	95
5.2.5. <i>La riduzione dimensionale</i>	97
5.2.5.1. <i>Il taglio</i>	97
5.2.5.2. <i>La riduzione in frammenti</i>	98
5.2.5.3. <i>L'agglomerazione</i>	100
5.2.6. <i>Estrusione e pellettizzazione</i>	100
5.3. I TRATTAMENTI DI MANIFATTURA	103
5.3.1. <i>L'estrusione</i>	103
5.3.2. <i>La formatura ad iniezione</i>	103
5.3.3. <i>La formatura a soffio</i>	104
5.3.4. <i>La formatura di pellicole</i>	105
5.4. EFFETTO DEL RICICLAGGIO SUI POLIMERI	105
5.5. RECUPERO E RIUTILIZZO: TECNICHE "A FREDDO"	107
5.5.1. <i>Sacchetti di plastica intrecciati</i>	107
5.5.2. <i>I prodotti che si possono realizzare</i>	109
5.5.3. <i>Fogli di plastica rinforzata</i>	111
5.5.4. <i>Assemblaggio di piccoli oggetti</i>	113
5.5.5. <i>Bottiglie di plastica</i>	115
CAPITOLO 6	
CARTA E CARTONE	118
6.1. LE ORIGINI DELLA CARTA	120
6.2. IL RICICLAGGIO	123
6.2.1. <i>Il processo industriale e le sue fasi</i>	125
6.2.2. <i>Impianti e processo di produzione artigianale della carta</i>	126
6.2.2.1. <i>T.A.R.A.: Technology and Action for Rural Advancement</i>	128
6.2.2.2. <i>Jimina</i>	129
6.3. IMPIANTO DI PICCOLE DIMENSIONI PER IL TRATTAMENTO DI CARTA USATA	131
6.3.1. <i>La ricerca di Leslie Westerlund</i>	131
6.3.2. <i>Una macchina per fare la carta azionata da un pannello fotovoltaico</i>	133
6.4. RECUPERO DI CARTA E CARTONE "A FREDDO"	135
6.5. CARTA PESTA E CARTA RICICLATA ARTIGIANALMENTE	138
6.5.1. <i>La carta riciclata a mano</i>	138
6.5.2. <i>La cartapesta</i>	144
6.5.2.1. <i>Le tecniche per creare l'impasto</i>	145
6.5.2.2. <i>Esempio: la procedura per realizzare un vaso</i>	146

6.6. FORMELLE DI COMBUSTIBILE DALLA PRESSATURA DELLA CARTA	149
---	------------

CAPITOLO 7

LA GOMMA	151
-----------------	------------

7.1. CHE COS'È LA GOMMA	151
7.1.1. <i>Breve storia della gomma</i>	152
7.2. PROPRIETÀ	154
7.2.1. <i>Applicazioni della gomma in paesi industrializzati e in PVS</i>	156
7.3. IL RECUPERO DEI RIFIUTI IN GOMMA	158
7.3.1. <i>La gomma nei rifiuti</i>	159
7.3.2. <i>Il riciclaggio della gomma nei diversi paesi</i>	160
7.4. RIUSO E TRATTAMENTI MANUALI PER PRODOTTI IN GOMMA	164
7.4.1. <i>Gerarchia del recupero e valore aggiunto</i>	164
7.5. I PNEUMATICI	166
7.5.1. <i>Recupero di pneumatici nei paesi in via di sviluppo</i>	167
7.5.2. <i>Tecniche di riparazione dei pneumatici</i>	167
7.5.3. <i>Ricreare la scanalatura sul battistrada</i>	168
7.5.3.1. <i>Il processo</i>	169
7.5.4. <i>Sostituzione del battistrada</i>	170
7.5.4.1. <i>Il processo</i>	171
7.5.4.2. <i>I rifiuti del processo di sostituzione del battistrada</i>	173
7.6. IL RECUPERO E L'IMPIEGO DELLA GOMMA	173
7.6.1. <i>Esempi di prodotti con gomma riciclata</i>	174
7.7. CONSEGUENZE AMBIENTALI DEL RECUPERO DEI PNEUMATICI	174
7.7.1. <i>Vantaggi ambientali derivanti dal recupero</i>	175
7.7.2. <i>Benefici ambientali specifici per i PVS</i>	177
7.7.3. <i>Impatti ambientali negativi nei paesi in via di sviluppo</i>	177
7.8. CONSIDERAZIONI FINALI SUL RECUPERO DEI PNEUMATICI	180

CAPITOLO 8

IL PROGETTO	181
--------------------	------------

8.1. SITUAZIONE DI PARTENZA	181
8.1.1. <i>Le varie fasi dello studio</i>	184
8.2. LA FASE DI RACCOLTA DIFFERENZIATA	185
8.2.1. <i>Considerazioni iniziali</i>	187
8.2.2. <i>Ipotesi per una raccolta porta a porta</i>	188
8.2.3. <i>Il deposito comune</i>	190
8.2.4. <i>Osservazioni e scelta della soluzione idonea</i>	192
8.3. LE ATTIVITÀ DI RICICLAGGIO	193
8.3.1. <i>La separazione dei materiali</i>	194

8.3.2. <i>Le attività di produzione di oggetti ed utensili artigianali</i>	195
8.3.2.1. <i>Le lattine e le scatole di latta</i>	195
8.3.2.2. <i>La plastica: sacchetti e bottiglie</i>	196
8.3.2.3. <i>La carta di giornale</i>	198
8.3.3. <i>Il laboratorio di stampaggio della plastica</i>	198
8.3.4. <i>Il laboratorio di recupero del metallo: il progetto esistente</i>	201
8.3.5. <i>Carta e cartone per produrre i dischi combustibili</i>	202
8.3.6. <i>Produzione di oggetti in carta pesta o in carta riciclata</i>	203
8.3.7. <i>I pneumatici: organizzazione del recupero</i>	204
8.4. I CORSI DI FORMAZIONE	204
8.5. PREVENZIONE DELLO SVILUPPO DEL SETTORE INFORMALE	205
8.6. CONTROLLO E MONITORAGGIO	206
CAPITOLO 9	
CONCLUSIONI	208
BIBLIOGRAFIA	212

Indice delle figure

FIGURA 1 - COPERTINA: “PICCOLO È BELLO” DI E. F. SCHUMACHER. _____	4
FIGURA 2 - GRANDI CITTÀ E VILLAGGI ARRETRATI NEL SUD DEL MONDO (CONGO, AGOSTO 2006). _____	6
FIGURA 3 - SCHEMA DI UN TIPICO SISTEMA DI GESTIONE DEI RIFIUTI NEI PAESI IN VIA DI SVILUPPO. _____	9
FIGURA 4 - IL CAIRO: DISCARICA NON CONTROLLATA. _____	10
FIGURA 5 - SUD AMERICA: DISCARICA. _____	11
FIGURA 6 - GRAFICO DELL’ANDAMENTO NEL TEMPO DEL NUMERO DI ELETTRDOMESTICI DISMESSI IN ITALIA (FONTE: OSSERVATORIO NAZIONALE DEI RIFIUTI, ONR - LEGAMBIENTE). _____	15
FIGURA 7 - COMPOSIZIONE MEDIA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI IN ITALIA (1998). _	16
FIGURA 8 - CARTINA E DATI GENERALI DEL SENEGAL. _____	20
FIGURA 9 - CARTINA E DATI GENERALI DEL BURKINA FASO. _____	21
FIGURA 10 - A DESTRA: FOTO DELLA BBC CON UNA MUCCA CHE STA MANGIANDO SACCHETTI DI PLASTICA IN INDIA; A SINISTRA: FOTO DELLA EARTH RESOURCES FOUNDATION, UNA TARTARUGA CON UN SACCHETTO IN BOCCA. _____	30
FIGURA 11 - CARTINA E DATI DEL BENIN. _____	33
FIGURA 12 – I PRESIDENTI: ABDOU DIOUF DEL SENEGAL E ALPHA OUMAR KONARÉ DEL MALI _____	37
FIGURA 13 - ATTIVITÀ LAVORATIVE DELLA POPOLAZIONE DEL QUARTIERE DI XADIM RASOUL. _____	38
FIGURA 14 - ARTIGIANI DELL’ATELIER IN ATTIVITÀ. _____	41
FIGURA 15 – VALIGETTA IN MATERIALE RICICLATO. _____	42
FIGURA 16 - CARTINA E DATI DELL’URUGUAY. _____	44
FIGURA 17 - DISCARICA IN AMERICA LATINA. _____	45
FIGURA 18 - DISCARICA A MONTEVIDEO (URUGAY). _____	47
FIGURA 19 - SAHARA OCCIDENTALE. _____	51
FIGURA 20 - CAMPO PROFUGHI DI TINDŪF _____	55
FIGURA 21 - CARTINA DELLA ZONA DELL’OASI DI TINDŪF. _____	56
FIGURA 22 - CAMPO PROFUGHI DEL POPOLO SAHARAWI. _____	57

FIGURA 23 - IMBALLAGGI CHE CONTENGONO GLI AIUTI IN ARRIVO DA ORGANIZZAZIONI DI SOLIDARIETÀ INTERNAZIONALI. _____	58
FIGURA 24 - ZONA DI ACCUMULO DI RIFIUTI, LONTANO DAL CAMPO. _____	62
FIGURA 25 - COMPOSIZIONE DELLA CROSTA TERRESTRE. _____	66
FIGURA 26 - CARATTERISTICHE FISICHE E TECNOLOGICHE PIÙ IMPORTANTI DELL'ALLUMINIO _____	68
FIGURA 27 - SITUAZIONE DEL RICICLO DELLE LATTINE DI ALLUMINIO NEL MONDO (1995). _____	74
FIGURA 28 - TREND DELLA PRODUZIONE DI ALLUMINIO, USO TOTALE E LORO RAPPORTO _____	75
FIGURA 29 - TREND DELLA PRODUZIONE DI ALLUMINIO RICICLATO IN EUROPA OCCIDENTALE, _____	76
FIGURA 30 - ESEMPIO DI MEDAGLIE IN ALLUMINIO PRODOTTE DAI SAHARAWI. ____	77
FIGURA 31 - ATTREZZATURA PER L'INCISIONE SU MEDAGLIE D'ALLUMINIO _____	77
FIGURA 32 - MEDAGLIA POSIZIONATA SUL SUPPORTO SU CUI SI POSSONO DARE I COLPI COL MAZZUOLO. _____	78
FIGURA 33 - STAMPINI CON PUNTA IN MATERIALE PIÙ DURO DELL'ALLUMINIO ____	78
FIGURA 34 - RISULTATO DELLA TARGHETTA PERSONALIZZATA. _____	78
FIGURA 35 - VEICOLI GIOCATTOLO PRODOTTI IN MADAGASCAR. _____	79
FIGURA 36 - AUTOMOBILI GIOCATTOLO PROVENIENTI RISPETTIVAMENTE DA MALI (A SINISTRA) E TANZANIA (A DESTRA). _____	79
FIGURA 37 - BRACCIALETTO OTTENUTO DALL'INSIEME DI LINGUETTE DELLE LATTINE DI BIBITE. _____	80
FIGURA 38 - ATTREZZATURA NECESSARIA. _____	80
FIGURA 39 - BRACCIALETTO IN COSTRUZIONE: SI VEDONO BENE GLI INTRECCI. ____	81
FIGURA 40 - PARTICOLARE DEL RISULTATO OTTENUTO INTRECCIANDO NEL MODO CORRETTO. _____	81
FIGURA 41 - TENDA ALL'INGRESSO DI UN NEGOZIO DI VINI IN ITALIA. _____	82
FIGURA 42 - SCATOLE REALIZZATE CON TAPPI DI BOTTIGLIA. _____	83
FIGURA 43 - CESTINI REALIZZATI CON TAPPI DI BOTTIGLIA. _____	84
FIGURA 44 - DIVERSE TIPOLOGIE DI STRUTTURA DEI POLIMERI DELLA PLASTICA, DA SINISTRA: LINEARE, LINEARE CON CATENE LATERALI E STRUTTURA A PIÙ CATENE LEGATE. _____	86
FIGURA 45 - CUMULO DI RIFIUTI PLASTICI INDIFFERENZIATI. _____	87
FIGURA 46 - FLOW SHEET DEL PROCESSO DI RICICLAGGIO TIPICO PER PAESI A BASSO REDDITO. _____	89
FIGURA 47 - ASCIUGATURA DI FOGLI IN PLASTICA A BANGKOK. _____	91
FIGURA 48 - APPARECCHIO PER L'ASCIUGATURA DI RIFIUTI PLASTICI AD ISTANBUL. _____	92
FIGURA 49 - SEPARAZIONE DEI RIFIUTI A BANGKOK. _____	95

FIGURA 50 - SHREDDER AD ASSE ORIZZONTALE AD ISTANBUL (CAPACITÀ: 60 KG/H; POTENZA DEL MOTORE: 10÷15 kW; PREZZO: \$3000 ÷ 4000 DI SECONDA MANO).	98
FIGURA 51 - SHREDDER ARTIGIANALE: MODELLO AD ASSE VERTICALE, IL PIÙ SEMPLICE.	99
FIGURA 52 - MACCHINA PER LA PELLETTIZZAZIONE A BOMBAY.	101
FIGURA 53 - RAPPRESENTAZIONE DELLA MACCHINA PER L'ESTRUSIONE.	103
FIGURA 54 - RAPPRESENTAZIONE DELLA MACCHINA PER LA FORMATURA AD INIEZIONE.	104
FIGURA 55 - RAPPRESENTAZIONE DELLA MACCHINA PER LA FORMATURA A SOFFIO.	104
FIGURA 56 - PRIMA FASE DEL PROCEDIMENTO PER LA PREPARAZIONE DEI SACCHETTI.	108
FIGURA 57 - CREAZIONE DEL "FILO" CON IL METODO AD ANELLI.	109
FIGURA 58 - CREAZIONE DEL "FILO" CON IL METODO DELLE STRISCE CONTINUE.	109
FIGURA 59 - PRODOTTI FABBRICATI DA SACCHETTI INTRECCIATI.	110
FIGURA 60 - BORSE DI SACCHETTI INTRECCIATI.	110
FIGURA 61 - PRIMA FASE DEL PROCEDIMENTO DI STIRATURA DEI SACCHETTI.	111
FIGURA 62 - SECONDA FASE: I SACCHETTI SONO DIVENTATI UN UNICO FOGLIO.	112
FIGURA 63 - FEDERA E BORSE REALIZZATE CON UN FOGLIO DI PLASTICA USATO COME UN TESSUTO.	112
FIGURA 64 - ALTRI PRODOTTI REALIZZATI CON LA STESSA TECNICA DELLA FIGURA PRECEDENTE.	113
FIGURA 65 - LAMPADA OTTENUTA DA PEZZI DI PLASTICA PROVENIENTI DA SCATOLE DI DETERSIVI.	114
FIGURA 66 - TROTTOLA: UNIONE DEI DUE COLLI DI BOTTIGLIA.	114
FIGURA 67 - TROTTOLA: APPLICAZIONE DEL COLLANTE, POSIZIONAMENTO DEI TAPPI E INSERIMENTO DEL BASTONCINO.	115
FIGURA 68 - TROTTOLA: FASE FINALE DI RIFINITURA.	115
FIGURA 69 - PRIMA FASE DELLA TRASFORMAZIONE DELLE BOTTIGLIE IN PLASTICA PER FARNE UNA SCOPA.	116
FIGURA 70 - SECONDA FASE: LE BOTTIGLIE PREPARATE VENGONO UNITE INSIEME.	116
FIGURA 71 - TERZA FASE: UNIONE DELLE BOTTIGLIE CON IL FILO METALLICO.	117
FIGURA 72 - ULTIMA FASE: UNIONE DEL MANICO.	117
FIGURA 73 - SETACCIO PER LA PRODUZIONE DI CARTA.	121
FIGURA 74 - FASI ESSENZIALI DEL RICICLO DELLA CARTA.	124
FIGURA 75 - FLOW SHEET DELLE FASI PRINCIPALI DEL PROCESSO DI PRODUZIONE DELLA CARTA.	126
FIGURA 76 - MACCHINA PER LA RIDUZIONE DIMENSIONALE DELLE MATERIE PRIME IN INGRESSO AL PROCESSO DI PRODUZIONE DELLA CARTA.	127
FIGURA 77 - HOLLANDER BEATER.	128

FIGURA 78 - TRASPORTO DI RIFIUTI CARTACEI VERSO JIMINA. _____	129
FIGURA 79 - SELEZIONE MANUALE DEL MATERIALE A JIMINA. _____	130
FIGURA 80 - FOGLI DI CARTA PRODOTTI NELLO STABILIMENTO DI JIMINA. _____	130
FIGURA 81 - DISEGNI DI PROGETTO PER I MACCHINARI IDEATI DA L. WESTERLUND. _____	131
FIGURA 82 - IMPIANTO PROGETTATO DA L. WESTERLUND COSTRUITO ALLE FIJI. _____	132
FIGURA 83 - LELSIE WESTERLUND DURANTE LA PRODUZIONE DI CARTA. _____	132
FIGURA 84 - PANNELLO FOTOVOLTAICO CHE ALIMENTA IL MINI IMPIANTO PER LA CREAZIONE DELLA PASTA DI CELLULOSA. _____	133
FIGURA 85 - BATTERIA E CAVI ELETTRICI DI COLLEGAMENTO COI PANNELLI FOTOVOLTAICI. _____	134
FIGURA 86 - CONTENITORE CON LA LAMA ROTANTE CHE DOVREBBE SERVIRE A RIDURRE IN PEZZETTI LA CARTA. _____	135
FIGURA 87 - LA PRESSA DISEGNATA PER LA SOTTRAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA DAI FOGLI DI CARTA APPENA PRODOTTI. _____	135
FIGURA 88 - CREAZIONE DEI BASTONCINI DI CARTA PER LA PRODUZIONE DI CESTI E COLLOCAZIONE SUL TAVOLO ALLA DISTANZA GIUSTA PER INIZIARE L'INTRECCIO. _____	136
FIGURA 89 - INTRECCIO DI BASTONCINI CHE SARANNO LA BASE DEL CESTO. _____	137
FIGURA 90 - FASE FINALE DELLA REALIZZAZIONE DEL CESTO. _____	137
FIGURA 91 - ESEMPI DI CESTI E CESTINI DI VARIE FORME E DIMENSIONI, DA STRISCE DI CARTA, POI ARROTOLATE E INTRECCiate. _____	137
FIGURA 92 - ATTREZZATURA PER FARE LA CARTA RICICLATA. _____	138
FIGURA 93 - ATTIVITÀ DIDATTICA: COSTRUZIONE DI TELAI PER REALIZZARE CARTA A MANO. _____	139
FIGURA 94 - PROCEDURA PER LA COSTRUZIONE DELLA CORNICE E DEL TELAIO: UNIONE DELLE VARIE PARTI CON UNA SPARA PUNTI. _____	140
FIGURA 95 - TELAI PER LA REALIZZAZIONE DELLA CARTA FATTA A MANO: PARTE ANTERIORE (SINISTRA) E POSTERIORE (DESTRA). _____	140
FIGURA 96 - FRULLATORE CHE RIDUCE LA CARTA IN PASTA DI FIBRE DI CELLULOSA. _____	141
FIGURA 97 - OPERAZIONE DI IMMERSIONE DEL SETACCIO NELLA VASCA CONTENENTE ACQUA E PASTA DI CELLULOSA. _____	142
FIGURA 98 - FASE DI ELIMINAZIONE DELL'UMIDITÀ E DEPOSIZIONE DEL FOGLIO SUL SUPPORTO RIGIDO. _____	142
FIGURA 99 - LA PRESSA PER LA FASE FINALE DI CREAZIONE DEL FOGLIO DI CARTA RICICLATA. _____	143
FIGURA 100 - PRODOTTO FINITO: FOGLIO OTTENUTO CON TECNICHE MANUALI DA CARTA RICICLATA. _____	144
FIGURA 101 - PROCEDURA INIZIALE PER LA POLVERE DI CARTAPESTA. _____	145
FIGURA 102 – SFERETTE DI CARTAPESTA PER LA PRODUZIONE DI POLVERE. _____	146
FIGURA 103 - PRIMA FASE DELLA REALIZZAZIONE DI UN VASO IN CARTAPESTA. _	147

FIGURA 104 - VASO IN CARTAPESTA COMPLETATO, MANCA SOLO LA FASE DI FINITURA: PITTURA O DECORAZIONE. _____	148
FIGURA 105 - CIOTOLE REALIZZATE IN CARTAPESTA. _____	148
FIGURA 106 - CARTA RIDOTTA IN PICCOLI FRAMMENTI CHE SERVONO PER LA FORMAZIONE DELLA PASTA. _____	149
FIGURA 107 - FASE DI PRESSATURA DELLA PASTA DI CARTA. _____	149
FIGURA 108 - DISCHI IN CARTA DOPO LA PRESSATURA. _____	150
FIGURA 109 - HEVEA BRASILIENSIS O ALBERO DELLA GOMMA (A SINISTRA); PROCEDURA PER RICAVARE LA GOMMA NATURALE DALL'ALBERO (A DESTRA). _____	151
FIGURA 110 - INDIGENO DELL'AMERICA LATINA CHE LAVORA ARTIGIANALMENTE LA GOMMA NATURALE. _____	153
FIGURA 111 - RAPPRESENTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE DEI RIFIUTI IN MATERIALE GOMMOSO. _____	159
FIGURA 112 - STRUTTURA A STRATI PER DUE TIPOLOGIE DIVERSE DI PNEUMATICI: CON CAMERA D'ARIA A DESTRA E SENZA CAMERA D'ARIA A SINISTRA. _____	160
FIGURA 113 - RAPPRESENTAZIONE DELLA GERARCHIA DEL RECUPERO. _____	164
FIGURA 114 - GRAFICI CHE METTONO A CONFRONTO LA DIVERSA SUDDIVISIONE IN TERMINI DI GOMMA NATURALE E SINTETICA (NELLO SPECIFICO BUTADIENE E STIRENE BUTADIENE) PER VEICOLI COMMERCIALI E PER AUTOCARRI. _____	166
FIGURA 115 - SEPARAZIONE A MANO DEL BATTISTRADA A KARACHI, PAKISTAN. _____	168
FIGURA 116 - LAVORAZIONE SU PNEUMATICI: OPERAZIONE DI RICREAZIONE DELLA SCANALATURA GIÀ PRESENTE. _____	169
FIGURA 117 - LA COMPOSIZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PRODOTTI. _____	183
FIGURA 118 - COMPOSIZIONE DEI RIFIUTI DIVISI NELLE FRAZIONI ORGANICA E INORGANICA; RICICLABILE E NON RICICLABILE. _____	184
FIGURA 119 - TRATTORE CON RIMORCHIO PER LA RACCOLTA SECONDARIA A CUCUTA (COLOMBIA). _____	188
FIGURA 120 - GRAFICO CHE ILLUSTRRA LE FRAZIONI DEI MATERIALI RICICLABILI SUL TOTALE DELL'INDIFFERENZIATO. _____	193
FIGURA 121 - GRAFICO CHE ILLUSTRRA LE FRAZIONI DEI MATERIALI RICICLABILI SUL TOTALE DEL RICICLABILE. _____	194
FIGURA 122 - TENDA FORMATA DA LINGUETTE DI LATTINE INTRECCIAE INSIEME. _____	196
FIGURA 123 - CESTO IN CARTA PRODOTTO CON LE TECNICHE TRADIZIONALI DI INTRECCIO. _____	198
FIGURA 124 - SUOLE DI SCARPE OTTENUTE DA PLASTICA RICICLATA, INDIA. _____	200
FIGURA 125 - LA MACCHINA PER LA FORMATURA DELLA PLASTICA AZIONATA MANUALMENTE. _____	201
FIGURA 126 - IMMAGINI DAL LABORATORIO PER LA LAVORAZIONE DEI METALLI AL CAMPO PROFUGHI DI TINDŪF. _____	202

FIGURA 127 - ESEMPI DI MEDAGLIE PRODOTTE DAI SAHARAWI PER ALCUNE ECOMARATONE EFFETTUATE IN ITALIA. _____	202
FIGURA 128 - PRESSA PER LA PRODUZIONE DEI DISCHI COMBUSTIBILI IN CARTA.	203

Indice delle tabelle

TABELLA 1 - ELETTRODOMESTICI DISMESSI IN ITALIA (FONTE: OSSERVATORIO NAZIONALE DEI RIFIUTI, ONR-LEGAMBIENTE). _____	15
TABELLA 2 - ORGANIZZAZIONE DELLA RACCOLTA SECONDO IL PROGETTO IN CORSO (DICEMBRE 2006). _____	60
TABELLA 3 - COMPOSIZIONE DELLE LEGHE DI ALLUMINIO IMPIEGATE PER LE LATTINE. _____	73
TABELLA 4 - RISULTATI DI TEST SPEDITIVI DI IDENTIFICAZIONE DEI DIVERSI MATERIALI PLASTICI. _____	88
TABELLA 5 - CONSUMI DI ENERGIE E MATERIE PRIME PER LA PRODUZIONE DI UNA TONNELLATA DI CARTA DA CELLULOSA VERGINE E CARTA RICICLATA. _____	123
TABELLA 6 - CARATTERISTICHE DEI DIVERSI TIPI DI GOMMA. _____	154
TABELLA 7 - PROPRIETÀ DELLA GOMMA NATURALE (NR). _____	155
TABELLA 8 - TIPI DI GOMMA E APPLICAZIONI ASSOCIATE. _____	156
TABELLA 9 - COMPOSIZIONE DEI RIFIUTI IN MATERIALE GOMMOSO SUDDIVISI PER PRODOTTI. _____	159
TABELLA 10 - PERCENTUALE DI GOMMA PRESENTE NELLA TOTALITÀ DI RIFIUTI PRODOTTI IN DIVERSE CITTÀ DI PAESI IN VIA DI SVILUPPO. _____	163
TABELLA 11 - SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO NELLA WILAYA DI SMARA. _____	181
TABELLA 12 - PRODUZIONE PROCAPITE DI RIFIUTI E PROPRIETÀ. _____	182
TABELLA 13 - DATI IPOTIZZATI SULLA COMPOSIZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PRODOTTI. _____	182
TABELLA 14 - ORGANIZZAZIONE DELLA SETTIMANA LAVORATIVA E DISTRIBUZIONE DELLE ORE GIORNALIERE E SETTIMANALI. _____	189
TABELLA 15 - RISULTATO DEI CALCOLI DELLE ORE NECESSARIE ALLA RACCOLTA SETTIMANALE. _____	189
TABELLA 16 - ATTIVITÀ DI SELEZIONE E PREPARAZIONE DEI RIFIUTI CON IL RISPETTIVO NUMERO DI OPERATORI. _____	209
TABELLA 17 - ATTIVITÀ DI RICICLAGGIO DIVISE PER MATERIALE. _____	210

Capitolo 1

INTRODUZIONE

Tecnologie appropriate: cosa sono e perché ci si occupa del loro sviluppo

La tecnologia non è, oggi, soltanto uno strumento, ma, in un'accezione ampia e globale, la tecnologia è la soluzione ad un bisogno umano che nasce dalla simultanea compresenza di uomini, attrezzature impiegate, ambiente naturale e organizzazione produttiva. Possiamo quindi definirla come una risposta alle diverse esigenze umane, dal punto di vista sociale, economico, ecologico e politico.

L'idea di tecnologie appropriate ha origine nella concezione Gandhiana di sviluppo. Gandhi ritiene che la tecnologia non deve creare forme di sfruttamento degli esseri umani, né a livello internazionale né a livello nazionale, né tanto meno, a livello locale, fra città, campagna e villaggi. Per questo Gandhi, nel suo impegno per rendere indipendente l'India dall'impero britannico, propone tecnologie a piccola scala, sistemi cooperativi e produzioni di beni e servizi di cui gli uomini abbiano veramente bisogno. Le macchine, secondo Gandhi, devono sì aumentare la produzione, purché ciò non contrasti con la dignità dell'uomo. La catena di montaggio, per esempio, dal momento che aumenta la produzione e contemporaneamente sfrutta e aliena l'uomo, non può considerarsi una macchina appropriata. Gandhi, perciò, introduce il concetto di una tecnologia socialmente appropriata.

In generale con tecnologie appropriate si intendono quelle che rispondono ai bisogni fondamentali dell'umanità e che quindi hanno la capacità di:

- ✓ migliorare socialmente le condizioni di vita della gente;
- ✓ utilizzare in maniera saggia le risorse del pianeta;
- ✓ rispettare gli equilibri e le leggi della natura;
- ✓ permettere un maggiore decentramento del governo della cosa pubblica fra gli individui della comunità.

Il concetto di “appropriatezza” è legato ad un “*intervento specifico, in un contesto preciso, in un determinato periodo di tempo, in una precisa situazione socio-politica,*”; ciò significa che una tecnologia è detta “appropriata” quando è compatibile con le condizioni culturali, naturali ed economiche locali ed utilizza risorse umane, materiali ed energetiche che sono disponibili sul posto, con strumenti e processi controllati e gestiti dalla popolazione locale.

Visto il ruolo fondamentale che il progresso tecnico ha avuto per i paesi industrializzati, una delle visioni più consolidate del problema della povertà, ne vede la causa principale nell'arretratezza tecnologica, accompagnata da una limitata espansione del settore industriale. Si è pensato di trovare la soluzione a tutto questo nell'industrializzazione, e nell'accumulazione di capitale fisico attraverso il trasferimento nei paesi poveri di tecnologie avanzate.

Questi piani di sviluppo tradizionali, adottati tra il 1950 e il 1980 hanno spesso dato risultati insoddisfacenti, soprattutto in America Latina e in Africa.

Lo studio dei casi in cui questi interventi hanno fallito, ha messo in luce aspetti più complessi e profondi del ruolo della tecnologia e ha spostato l'accento sui fattori immateriali della crescita, in particolare sulla formazione della popolazione e la sua qualità di vita e di lavoro. I popoli che non hanno sviluppato tecnologie proprie incontrano oggettive difficoltà nell'importare ed utilizzare le tecnologie dei paesi più sviluppati.

In questo contesto sono state ideate le Tecnologie Appropriate (T.A.) che devono avere la capacità di autosostenersi; la loro utilità o il loro valore deve essere consolidato dall'ambiente politico, culturale, economico sociale in cui queste vengono utilizzate, assicurando il benessere della popolazione locale.

Gli interventi di sviluppo tecnologico basati su di esse, devono essere valutati da un punto di vista sia della sostenibilità sociale che ambientale.

Le caratteristiche delle tecnologie appropriate possono così riassumersi:

- ✓ facile riproducibilità con le risorse disponibili sul posto;
- ✓ forte radicamento nella realtà locale;
- ✓ partecipazione delle comunità locali;
- ✓ semplicità gestionale;
- ✓ piccola scala;
- ✓ riduzione dell'impatto ambientale;
- ✓ basso costo.

Le aree in cui si applicano le Tecnologie Appropriate sono principalmente quelle riguardanti i servizi alle comunità: salute, acqua, sanità, educazione, infrastrutture; cercano di incentivare il mercato locale e di sostituire i beni importati con prodotti locali competitivi, in termini di qualità e di costo e possono essere usate per raggiungere uno sviluppo bilanciato nei paesi poveri.

In campo artigianale ed industriale questo si esplica attraverso le seguenti azioni: produrre beni, attrezzature e macchinari forti, duraturi e versatili, che possono essere utilizzati per più usi; non immettere sul mercato beni superflui, effimeri o inutili; riciclare le materie prime esauribili e non utilizzare processi produttivi inquinanti; valorizzare la creatività dell'uomo e l'interdipendenza fra lavoro manuale e lavoro intellettuale.

1.1. Lo sviluppo delle Tecnologie Appropriate: cenni storici

Il termine “Tecnologie Appropriate” si diffuse durante la crisi energetica del 1973 e si sviluppò durante l’affermazione del movimento ambientalista degli anni ‘70 nel Regno Unito.

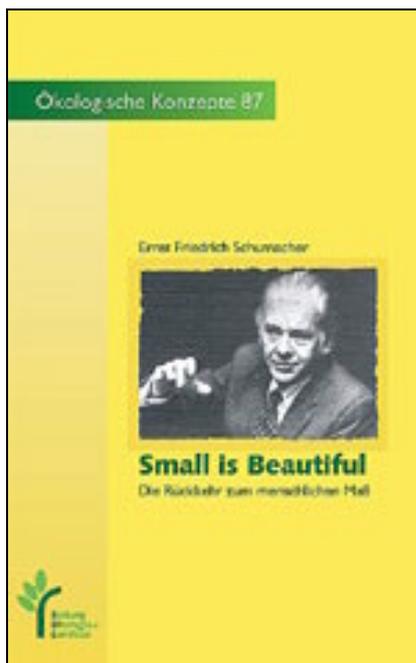


Figura 1 - Copertina: “Piccolo è bello” di E. F. Schumacher.

L’economista inglese Ernest Fritz Schumacher, amministratore del governo di Londra per le ex colonie d’oriente, nel suo famosissimo “Piccolo è bello” (1972), approfondisce l’argomento e individua nella società attuale tre gravi problemi strettamente interagenti:

1. la diminuzione delle scorte mondiali di combustibili fossili e di tutte le materie prime esauribili;
2. l’inquinamento dell’ambiente naturale con sostanze ignote alla natura e contro le quali la natura è spesso virtualmente priva di difese;
3. il comportamento umano quotidiano sulla via della degradazione, di cui sono sintomo le malattie mentali, la droga, il vandalismo.

Egli propone come possibile alternativa l’uso di tecnologie appropriate. Si tratta, in altre parole, di ritrovare, in tutti i campi dell’agire umano, una nuova etica, una nuova saggezza, che dal punto

di vista economico significa stabilità. Questa nuova tendenza può riassumersi nel bisogno di metodi ed attrezzature che rispondono a tre requisiti essenziali:

“che siano abbastanza economiche da essere accessibili praticamente ad ognuno; adatte ad essere applicate su piccola scala e compatibili con il bisogno di creatività dell’uomo”.

In pratica egli propone di adottare tecnologie intermedie fra quelle disponibili a livello estremamente basso e quelle a livello estremamente alto. Ad esempio nel trasporto di carichi propone il triciclo che si pone nel mezzo fra l’andar a piedi col carico sulle spalle e il costoso camion; oppure la motozappa per sostituire sia la vanga e sia il trattore nei lavori dei campi.

Nel 1966, insieme ad alcuni amici, Schumacher fonda l’Intermediate Technology Development Group (ITDG), il Gruppo per lo Sviluppo delle Tecnologie Intermedie. Dopo anni di lavoro nei paesi del Sud della terra, il giorno prima della sua morte, avvenuta nel settembre del 1977, parlando ad una conferenza internazionale in Svizzera, Schumacher espone la sua tesi:

“... non solo i paesi in via di sviluppo, ma anche quelli altamente industrializzati devono cominciare a ragionare in termini di tecnologie più in armonia con gli uomini e con l’ambiente e meno legate alle risorse non rinnovabili”.

1.2. Applicabilità ai paesi in via di sviluppo

La particolare condizione socio-economica dei Paesi in Via di Sviluppo (PVS), costituiti da una popolazione per la maggior parte contadina, le cui infrastrutture sono spesso carenti e le strutture sanitarie insufficienti, rappresenta una delle ragioni per la quale è auspicabile l’impiego delle Tecnologie Appropriate (TA), al fine di migliorare le condizioni di vita della popolazione.

Le caratteristiche più importanti che contraddistinguono tali paesi e delle quali bisogna tenere conto, al momento dell'elaborazione di un progetto di sviluppo sono le seguenti:

- ✓ la prevalenza di una economia basata sulla dualità delle realtà rurale e urbana che si distinguono come stili di vita, esigenze, ecc;
- ✓ una popolazione in continua crescita (tasso di natalità sempre elevato);
- ✓ la presa di coscienza (non sempre presente) della ingiustizia sociale ed economica di cui tali paesi o parte della popolazione sono vittime.



Figura 2 - Grandi città e villaggi arretrati nel Sud del mondo (Congo, Agosto 2006).

1.2.1. La progettazione

La fase di progettazione richiede sia l'analisi strutturale e tecnica, sia l'analisi economica e sociale, per questo è necessario raccogliere dati ed esperienze, e fare una ricerca approfondita anche sul campo.

Una progettazione poco accurata può portare grosse difficoltà nell'implementazione del progetto, queste sono dovute al fatto che la situazione reale è diversa da quella ipotizzata e definita nell'attività di planning.

Il discorso, valido per tutte le attività di progettazione, è ancora più importante, quando le realtà, oggetto di analisi, sono così lontane e diverse da quella di appartenenza dei progettisti. Il rischio è di

incontrare dei problemi che non sono stati nemmeno presi in considerazione.

Bisogna identificare il problema e, con i dati di cui si dispone, capire quali siano i bisogni umani e le richieste della popolazione locale; essi a volte risultano molto diversi da quelli che ci si aspetterebbe a causa del contesto in cui nascono. È necessario quindi analizzare la realtà locale nei suoi diversi ambiti: ambientale, territoriale, politico, economico, sociale.

Infine si passa alla progettazione vera e propria e alla scelta della migliore tecnologia, applicabile secondo il contesto; la scelta va fatta in modo che essa sia dotata dei seguenti requisiti fondamentali di sostenibilità:

- ✓ *ambientale*, cioè che risponda a criteri di utilizzo consapevole delle risorse naturali;
- ✓ *economica*, che permetta un'equa distribuzione delle risorse e renda possibile un aumento del tasso di occupazione;
- ✓ *sociale*, che rispetti i diritti umani, la cultura locale, ecc.

Un ulteriore fattore da tenere in considerazione è la possibilità di utilizzo di materiali locali nelle forme più semplici, per incoraggiare le abilità locali e per favorire l'occupazione delle popolazioni indigene che possono facilmente usufruire della tecnologia sfruttando e valorizzando le loro stesse risorse e partecipando alla loro gestione.

A progetto concluso è importante accertare l'effettiva sostenibilità ed utilità del progetto sia a breve, sia a lungo termine; si intende quindi verificare:

- ✓ il corretto funzionamento della tecnologia e della sua utilità nella risoluzione di problemi ambientali;
- ✓ la gestibilità e la riproducibilità dal punto di vista tecnologico;
- ✓ la sostenibilità sociale ed economica: intesa come efficacia nel miglioramento delle condizioni di vita e come accettabilità del progetto da parte della popolazione coinvolta.

1.2.2. Verifica e monitoraggio

La verifica sulla scelta effettuata tra le possibili soluzioni proposte va fatta dai seguenti punti di vista:

- ✓ *tecnico*, per valutare se la tecnologia è facile da realizzare in loco, se richiede materiali disponibili e risorse finanziarie contenute, se funziona correttamente, se è di facile gestione;
- ✓ *ambientale*, attraverso il monitoraggio dello sviluppo delle attività e la raccolta di informazione su quello che accade durante lo sviluppo del progetto;
- ✓ *sociale*, in termini di accettabilità;
- ✓ *economico*, verifica della effettiva compatibilità delle risorse finanziarie disponibili con le scelte effettuate e del beneficio economico indotto nelle comunità.

Gli aspetti sui quali ci si basa per la valutazione di un progetto sono: il consumo delle risorse, l'avanzamento del progetto, il controllo dei primi risultati, i benefici e i rischi che possono prospettarsi e, soprattutto, il rischio di cambiamenti culturali che possono avere effetti negativi sulla popolazione.

In questo ambito ci si pone come priorità anche quella di salvaguardare l'aspetto culturale e tradizionale della civiltà con la quale si interagisce.

A seguito dell'analisi dei risultati della verifica e del monitoraggio, si passa alla fase di "replanning" nella quale il progetto iniziale va riconsiderato e in caso modificato negli aspetti che presentano delle criticità.

1.3. Tecnologie appropriate nell'ambito della gestione dei rifiuti solidi urbani nei paesi in via di sviluppo

Le attività umane generano rifiuti, per cui nelle zone in cui si ha una forte concentrazione delle attività antropiche, questi devono essere

oggetto di una gestione adatta e sicura, tale da permettere alla popolazione una vita sana. Le varie fasi di gestione (raccolta, trasporto, stoccaggio, trattamento e smaltimento) se non opportunamente coordinate, possono mettere a rischio la salute umana e l'ambiente.

La problematica che si deve affrontare in questo frangente, è che nei paesi emergenti, in genere un terzo dei rifiuti prodotti non viene raccolto e quando la raccolta esiste, spesso vengono mescolati a deiezioni umane e animali, infine scaricati in depositi non controllati.

I soggetti che risentono maggiormente di questo problema, sono quelli che costituiscono la parte più povera della popolazione; essendo le risorse finanziarie limitate, le autorità municipali tendono ad allocarle nelle zone più ricche della città, dove i cittadini possono permettersi di pagare una imposta più alta.

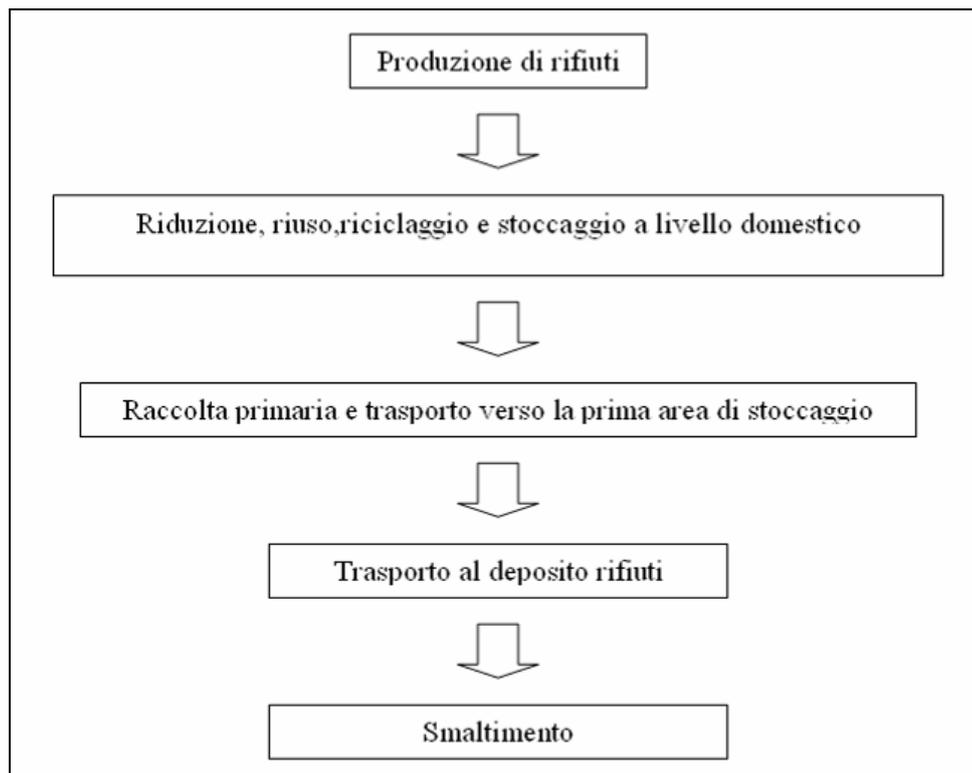


Figura 3 - Schema di un tipico sistema di gestione dei rifiuti nei paesi in via di sviluppo.

Un tipico sistema di gestione dei rifiuti nei PVS può essere descritto attraverso le seguenti fasi:

- ✓ produzione domestica dei rifiuti e stoccaggio;

- ✓ riduzione, smaltimento, riuso e riciclaggio dei rifiuti a livello domestico (comprese deiezioni animali per compost, rifiuti organici per gli animali);
- ✓ raccolta primaria per il trasferimento dei rifiuti in una prima area di stoccaggio (ad esempio a livello di quartiere);
- ✓ gestione del trasporto alla prima area di stoccaggio;
- ✓ trasporto secondario al sito adibito a deposito per i rifiuti;
- ✓ smaltimento (discarica, riciclaggio).

1.3.1. Le problematiche: la raccolta e il riciclo

La raccolta nelle città dei paesi in via di sviluppo utilizza una larga fetta del budget totale e i servizi municipali, in genere, offrono una copertura a meno del 50% della popolazione. È naturalmente la popolazione più povera quella a risentirne maggiormente.



Figura 4 - Il Cairo: discarica non controllata.

Le motivazioni che portano a questo sono: la presenza di abitazioni illegali la cui esistenza non è riconosciuta dal punto di vista legale; il fatto che la popolazione povera ha spesso pochi mezzi per esercitare

una pressione politica; la difficoltà di accesso per i mezzi convenzionali per la raccolta, ecc.

Per quanto riguarda il riciclaggio, a livello non ufficiale, esso è efficiente a livello di gestione domestica, in termini di compostaggio, riciclo di contenitori ecc; il problema più grande è però dato dalla presenza di “riciclatori”, persone spesso spinte da povertà che raccolgono porta a porta o nelle discariche (controllate o meno) i rifiuti che possono essere riciclati. Essi sono esposti ad alti rischi per la salute. Le condizioni di lavoro e l’efficienza dei processi del riciclaggio spesso non sono soddisfacenti.



Figura 5 - Sud America: discarica.

Le discariche sono, nella maggior parte dei casi, siti non controllati e non accettati dalla comunità, con un grande impatto per l’ambiente, in cui vengono depositati i rifiuti fuori dalla città con lo scopo principale di allontanarli dall’area urbana.

Gli standard per la gestione della discarica sono normalmente quelli adottati nei paesi industrializzati e quindi non adatti al contesto sociale, al clima e al tipo di materiali presenti.

Per la raccolta si deve pensare a progetti di sviluppo che garantiscano un’organizzazione e una partecipazione delle comunità di base, in modo

da responsabilizzarle attraverso un'attività di sensibilizzazione sulla produzione di rifiuti e sulle fasi di gestione e smaltimento.

I mezzi impiegati nelle varie fasi dovranno essere semplici e scelti in base alle caratteristiche del sito.

Per rendere possibile un riciclaggio controllato è necessario incoraggiare una separazione al punto di produzione e un'ulteriore fase di selezione al deposito primario.

Capitolo 2

Progetti di cooperazione e gestione dei rifiuti nei paesi in via di sviluppo (PVS)

2.1. Il problema dei rifiuti

Attualmente le persone che abitano la Terra sono oltre 6 miliardi. Di questi, solo un'esigua percentuale, il 20%, consuma più dell'80% delle risorse globali, producendo proporzionalmente molti più rifiuti.

Sostenere il ritmo dei consumi di questa piccola parte del mondo, che generalmente corrisponde ai paesi che si trovano nell'emisfero settentrionale, sta diventando insostenibile. Nell'ultimo decennio è stata distrutta una superficie di foreste pari a 45878 km² (due volte la Lombardia) nella sola America Latina e 52963 km² in Africa, da aggiungere ai 150 milioni di ettari di foresta tropicale distrutti negli anni ottanta (una superficie pari a Italia, Francia, Germania e Regno Unito messi insieme); sono 22500 le specie animali e vegetali in via di estinzione nel mondo e 212 milioni i profughi che si calcola saranno costretti a rifugiarsi in Europa nei prossimi 10 anni a causa della desertificazione. Inoltre, negli ultimi 100 anni il livello globale dei mari è salito tra i 10 e i 20 cm, e si prevede che entro il 2100 in alcune regioni crescerà fino a 88 cm ¹.

¹ Fonte: Legambiente.

Il fatto che le risorse terrestri siano limitate è stato denunciato in un rapporto commissionato dal Club di Roma uscito nel 1972: *“I limiti dello sviluppo”*. Lo studio ebbe il gran pregio di far capire che uno sviluppo illimitato non sarebbe stato compatibile con la capacità di carico del pianeta. In altre parole, la Terra non sarebbe stata in grado di sostenere a lungo il ritmo di crescita dei consumi.

A vent’anni di distanza fu scritto un altro rapporto *“Oltre i limiti dello sviluppo”* che modificava in parte la tesi del primo, si sostenne, infatti, che il problema più grande non era rappresentato dalla scarsità delle risorse, quanto piuttosto dall’eccessiva produzione di rifiuti.

L’atmosfera, le acque e il suolo (tecnicamente definiti “pozzi”) rischiavano una saturazione, provocata dagli scarti e dai residui di produzione e consumo.

Quello dei rifiuti è un problema che riguarda tanto il Nord come il Sud del mondo, perché anche se le emissioni di gas, così come l’inquinamento delle acque e altro ancora, sono principalmente prodotte da paesi del Nord, le conseguenze si ripercuotono su tutto il pianeta.

Ormai i livelli di utilizzo delle materie prime e delle risorse naturali da un lato, e la produzione di scarti e rifiuti dall’altro, stanno toccando livelli mai raggiunti prima, con il rischio di minare la sostenibilità del globo.

2.1.1. Il problema dei consumi in Italia

La società attuale è basata sui consumi, considerati un motore fondamentale che muove numerosi settori dell’economia e non solo. Si producono elettrodomestici e materiali tecnici che, una volta guasti, non possono più essere riparati; spesso la riparazione, anche se possibile, è più costosa del prodotto stesso, così che si preferisce acquistarne uno nuovo. Ad esempio le iniziative di rottamazione periodicamente lanciate per stimolare la produzione, inducono anche chi non ne avrebbe la necessità a comprare un nuovo mezzo: nel 2000 in Italia erano presenti 32,5 milioni di auto, e cioè 55,5 ogni 100 abitanti. Stime di Legambiente calcolano inoltre che siano attualmente presenti nel nostro paese almeno 20 milioni di frigoriferi, una quota analoga fra

lavatrici e televisori, e 6 milioni di lavastoviglie. Di questi, sarebbero almeno 5 milioni e mezzo gli elettrodomestici mandati in discarica ogni anno, che corrispondono a 170 mila tonnellate di materiale, di cui circa 1500 costituite da sostanze pericolose.

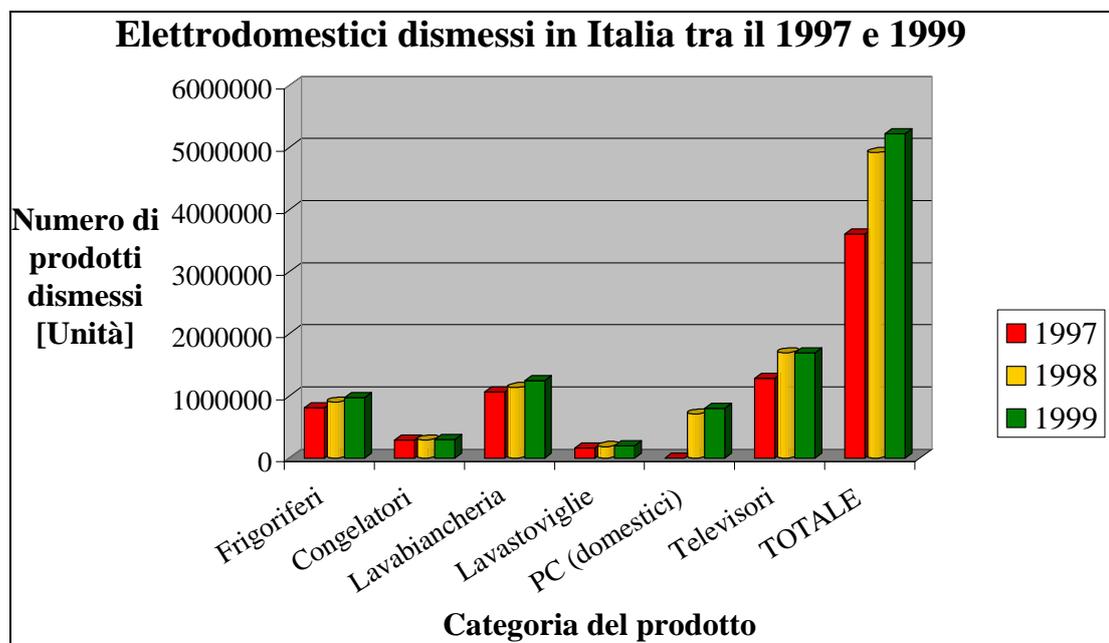


Figura 6 - Grafico dell'andamento nel tempo del numero di elettrodomestici dismessi in Italia (fonte: Osservatorio Nazionale dei Rifiuti, ONR - Legambiente).

Prodotti dismessi in Italia	1997	1998	1999
Frigoriferi	807660,00	903544,00	972309,00
Congelatori	290691,00	292383,00	300969,00
Lavabiancheria	1060281,00	1134514,00	1247294,00
Lavastoviglie	164567,00	184395,00	201278,00
PC (domestici)	-	708450,00	800000,00
Televisori	1281144,00	1692600,00	1695000,00
TOTALE	3604343,00	4915886,00	5216850,00

Tabella 1 - Elettrodomestici dismessi in Italia (fonte: Osservatorio Nazionale dei Rifiuti, ONR - Legambiente).

Gli esempi riportati sono solo alcuni di quelli che delineano le tendenze odierne rispetto alla produzione e alla diffusione di sempre nuovi oggetti e quindi alla produzione e alla diffusione di quantità crescenti di rifiuti.

L'Italia riproduce in piccolo quello che succede a livello macro nel mondo, nel 1998 la produzione procapite di rifiuti è stata calcolata di 466 kg la cui composizione media è riportata nel grafico seguente.

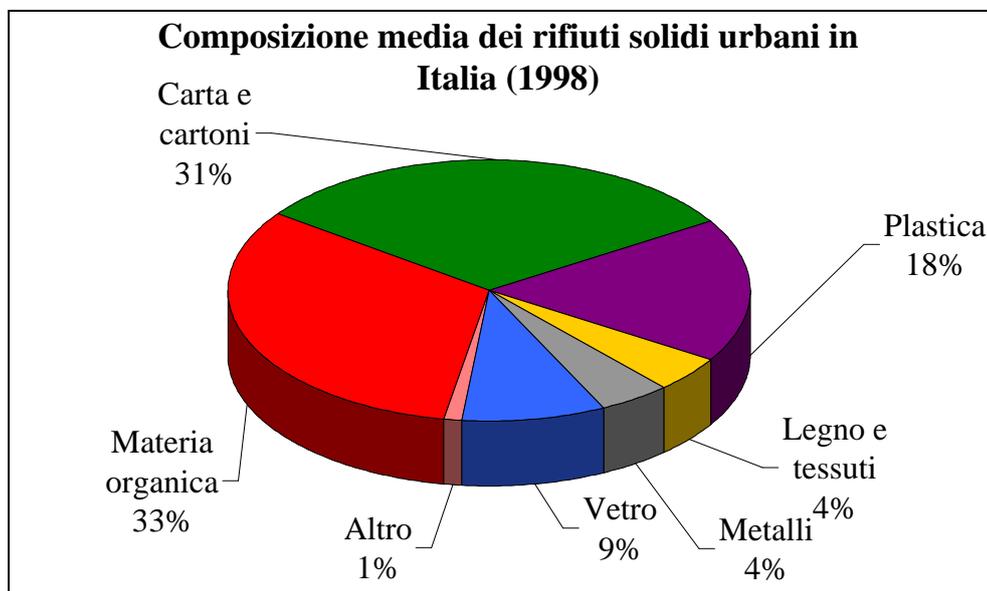


Figura 7 - Composizione media dei rifiuti solidi urbani in Italia (1998).

La produzione di rifiuti è ancora salita del 5,7% nel 1999, raggiungendo la cifra di 28 milioni di tonnellate, che stime segnalano essere aumentata del 3% l'anno seguente.

Secondo i principi della fisica classica “*nulla si crea in natura, tutto si trasforma*” non è possibile pensare di distruggere tutti i cumuli di rifiuti che produciamo; al contrario, è necessario capire la necessità di riutilizzare, riciclare e riadattare i prodotti di scarto.

2.2. I rifiuti nei PVS

L'urbanizzazione imponente e il cambiamento degli stili di consumo, ha comportato un enorme aumento di rifiuti solidi urbani anche nel Sud del mondo.

La carenza di tecnologie e soprattutto di risorse economiche per la raccolta, il riciclaggio ed il corretto smaltimento, ingigantiscono l'inarrestabile danno ambientale.

I Paesi in via di sviluppo sono spesso oggetto di importazioni illegali di rifiuti e di tecnologie produttive ad alto impatto sanitario ed ambientale. Senza un corretto sistema di isolamento dei detriti, le discariche sono infatti assolutamente permeabili e disperdono sostanze tossiche nelle falde acquifere.

In America Latina nell'ultimo trentennio è circa duplicata la produzione di rifiuti di cui una parte sempre maggiore è costituita da materiali non biodegradabili. Solo il 35% delle discariche sudamericane è gestita correttamente dal punto di vista sanitario, mentre più del 40% di discariche è a cielo aperto. Il turismo è un altro fattore che aggrava il problema.

Prima degli anni '90 a Cuba i prodotti non erano confezionati in plastica, non c'erano lattine e le buste erano solo di carta. I rifiuti erano pochissimi e dagli anni '60 un'impresa di recupero di materie prime si occupava settimanalmente della raccolta e del riciclaggio dei rifiuti.

Con la crisi economica e la necessità di attirare i turisti internazionali, l'isola si è dovuta adeguare agli stili di vita consumistici che hanno acuito il problema dei rifiuti.

Nei successivi paragrafi si darà uno sguardo ai progetti di cooperazione e di sviluppo che hanno come obiettivo il miglioramento della gestione dei rifiuti tramite l'ottimizzazione delle diverse fasi di raccolta, separazione e tramite il riciclaggio con tecniche a piccola scala, attraverso le quali la popolazione, direttamente coinvolta, acquisisce conoscenze tecniche e artigianali importanti.

2.3. Torino: da rifiuto a risorsa

2.3.1. Come è nato il progetto: da scambio scolastico a cooperazione decentrata

La Città di Torino, su iniziativa del Centro Interculturale della città, ha avviato nel 1999 un programma di cooperazione educativa nel Sahel, il progetto "*Riso, tô e tagliolini*", in parte finanziato dalla Regione

Piemonte all'interno di un programma di sicurezza alimentare nel Sahel. Questo progetto ha coinvolto tre licei scolastici: il Regina Margherita di Torino, il Malick Sy di Thiès (Senegal) e il Ryalé di Tenkodogo (Burkina Faso). Durante l'anno scolastico 2000-2001 due scuole senegalesi (il liceo Malick Sall di Louga e il Demba Diop di Mbour) e due partner (gli istituti Boselli di Torino e Vittone di Chieri) si sono uniti al progetto e nel settembre del 2001 lo scambio scolastico si è concluso con la partecipazione di una delegazione di professori e studenti senegalesi e burkinabé² alla manifestazione interculturale "Identità e Differenza" a Torino. Questa esperienza ha consolidato le relazioni tra gli insegnanti e gli studenti coinvolti, impegnati a progettare, a scambiare i lavori di ricerca svolti, a conoscere reciprocamente le diverse culture e i diversi aspetti di un unico problema: il diritto alla sicurezza alimentare per tutti gli abitanti del pianeta.

Parallelamente è cresciuta la volontà, del Settore di Cooperazione Internazionale e Pace, di intessere relazioni di partenariato con le città saheliane in cui avevano sede i licei attori dello scambio. In quel periodo sono state inoltre intraprese le seguenti azioni:

- ✓ cofinanziamento al progetto dell'LVIA (Lay Volunteers International Association³) di recupero e riciclaggio della plastica a Thiès, in Senegal;
- ✓ collaborazione ad un progetto del CISV (Comunità Impegno Servizio Volontariato⁴) relativo alla creazione di una cassa di risparmio e credito e di una cooperativa per la raccolta di rifiuti composta da giovani e donne di Darou Mousty, sempre in Senegal;

² Provenienti dal Burkina Faso.

³ LVIA: questa ONG opera nei Paesi del Terzo Mondo, ha promosso un progetto di recupero e riciclaggio della plastica in Senegal, a Thiès, dove è presente dal 1973; ha collaborato alla firma di un accordo di cooperazione tra Ouagadougou, capitale del Burkina Faso, e la Città di Torino in vari settori, tra cui quello della gestione dei rifiuti.

⁴ CISV: ONG torinese attiva nel volontariato internazionale, con una sede operativa in Senegal, a Louga. Coordina il progetto "Da rifiuto a risorsa". Sta curando progetti specifici a Benin City e la realizzazione di una cooperativa di raccolta rifiuti sempre in Senegal, a Darou Mousty.

- ✓ avvio di relazioni con la capitale del Burkina Faso, Ouagadougou, il cui sindaco è stato ospitato a Torino durante il primo Forum delle Autonomie Locali Piemontesi e Saheliane.

In quell'occasione il sindaco di Ouagadougou ha avanzato una richiesta formale di cooperazione con la Città di Torino. È stato inoltre firmato un protocollo d'intesa fra la Provincia di Torino e quella di Louga.

A partire dal 2001 si è perciò decisa la realizzazione di un nuovo progetto di cooperazione decentrata in Senegal e Burkina Faso: “*Da rifiuto a risorsa*” per favorire il rinsaldo delle relazioni istituzionali, stabilendo legami con l'ambito scolastico.

Il progetto si è subito caratterizzato come sviluppo dell'esperienza dello scambio scolastico già realizzato e allo stesso tempo è stata avviata un'analisi sul territorio per reperire nuovi partner nelle città di Ouagadougou e nel quartiere di Parcelles Assainies.

2.3.2. *Inquadramento geografico: la regione del Sahel*

Si dà ora un inquadramento geografico della zona per la quale il progetto è stato concepito, vale a dire dei territori con i quali la città di Torino si è impegnata a rafforzare ed incoraggiare le relazioni istituzionali. Si tratta di alcune città del Senegal:

- ✓ Mbour;
 - ✓ Parcelles assainies;
 - ✓ Louga;
- e del Burkina Faso:
- ✓ Tenkodogo;
 - ✓ Ouagadougou.

Il territorio fa parte della regione del *Sahel*, il termine Sahel ha origini arabe e significa “sponda del deserto”. Indica la regione africana a sud del Sahara, una fascia di terra arida che si estende dal Senegal alla

Somalia, passando per il Mali, il Burkina Faso, il Niger, il Ciad, il Sudan e l’Etiopia.

Caratterizzato da precipitazioni deboli e poco regolari, è spesso colpito da periodi di siccità. L’eccessivo utilizzo del terreno introdotto dal dominio coloniale, unito alle piogge scarse ed alle temperature elevate, hanno causato un processo di desertificazione, in cui il suolo subisce una graduale erosione, rendendo molto difficile la coltivazione del terreno.

Oltre all’insicurezza alimentare, la desertificazione provoca l’abbandono delle campagne, con una conseguente crescita urbana sregolata, e forti migrazioni verso l’Europa.

Si descrivono ora in particolare i due paesi in cui le città partner e destinatarie del progetto si trovano.

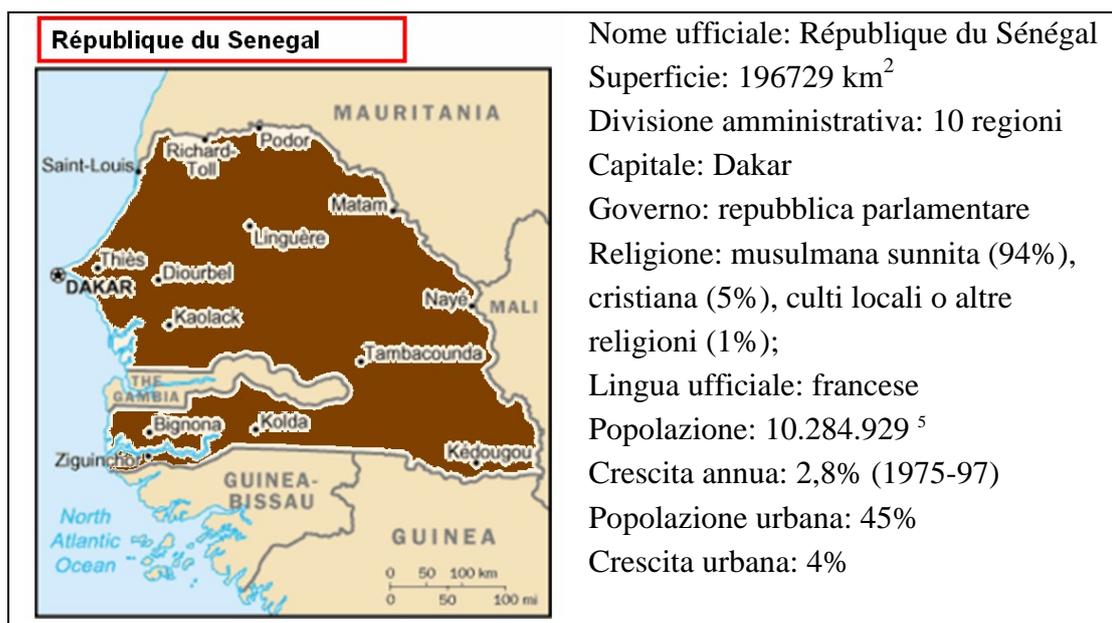


Figura 8 - Cartina e dati generali del Senegal.

Il *Senegal*, paese dell’Africa occidentale che dà sull’Oceano Atlantico, è un’ex-colonia francese, proclamatasi ufficialmente indipendente il 20 giugno 1960. La sua popolazione, impegnata principalmente nel settore agricolo, è composta da diversi gruppi etnici,

⁵ Dato rilevato nel 2002.

tra cui i più numerosi sono i Wolof (42%), i Serer (15%) e i Fulani o Peul (15%).

Fra i prodotti principali coltivati in Senegal si annoverano le arachidi, di cui è uno dei maggiori produttori a livello mondiale, e il miglio, alimento base dei senegalesi. Le acque litoranee ricche di pesce hanno permesso lo sviluppo dell'industria della pesca, che oggi costituisce un settore importante delle esportazioni del paese. Di recente il governo ha cercato di dare un notevole impulso al turismo. Il Senegal, collocato al 154° posto dell'indice dello sviluppo umano delle Nazioni Unite, ha una speranza di vita che si aggira sui 53 anni d'età e una mortalità infantile del 7%; sebbene l'istruzione sia obbligatoria per tutti i ragazzi dai sei ai dodici anni d'età, il tasso di alfabetizzazione si aggira intorno al 33%.

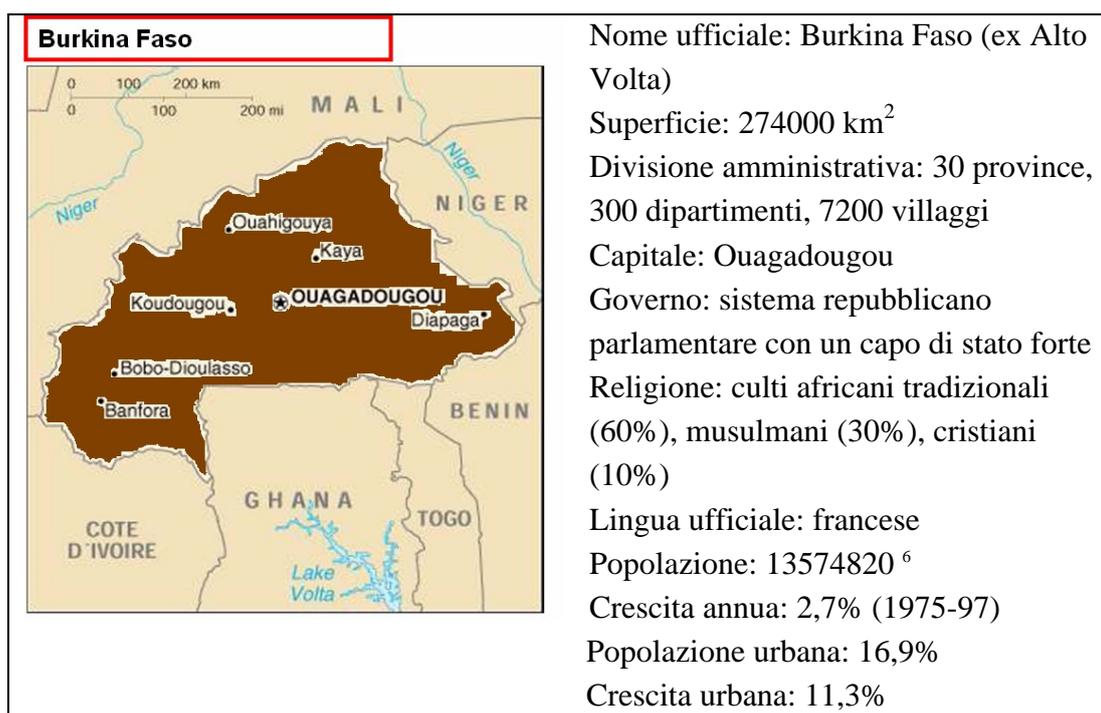


Figura 9 - Cartina e dati generali del Burkina Faso.

Il *Burkina Faso*, che in lingua locale significa “il paese degli uomini integri”, è uno dei territori più densamente popolati del Sahel, quasi 12 milioni di persone vivono su una superficie di 274000 km². Nel paese sono presenti in uno straordinario esempio di convivenza pacifica oltre

⁶ Dato rilevato nel 2004.

60 etnie, di cui i Mossi sono i più numerosi. Oltre al francese che è la lingua ufficiale, sono molto parlati gli idiomi mossi, moré, dioulà e bobo. La maggior parte della popolazione è legata alla religione animista, ma non mancano musulmani (30%) e cristiani (10%).

L'economia si basa essenzialmente sull'allevamento e l'agricoltura (arachidi, karité, sesamo, cotone, sorgo, miglio, mais, riso, legumi).

La popolazione è scarsamente alfabetizzata, con percentuali che vanno dal 29% per gli uomini, al 10% per le donne.

Secondo i parametri dell'UNDP ⁷ è fra i cinque paesi più poveri del mondo, la speranza di vita raggiunge i 45 anni e la mortalità infantile è del 10,9%.

Il Burkina Faso, resosi indipendente dalla Francia nel 1960, è ora governato da un sistema repubblicano parlamentare, di cui è presidente Blaise Compaoré.

2.3.3. Il progetto

La situazione iniziale nella quale il progetto nasce è quella caratteristica della maggior parte dei paesi in via di sviluppo: si ha una rapida urbanizzazione e una industrializzazione che necessitano di essere guidate da principi che permettano di limitare i danni all'ambiente e di garantire delle condizioni di vita accettabili per la popolazione.

L'emergere della questione ambientale ha come oggetto principale la gestione dei rifiuti urbani.

Gli obiettivi specifici del progetto sono i seguenti:

1. Sviluppare la cooperazione tra istituzioni locali, organizzazioni non governative (ONG) e scuole attraverso la creazione di opportunità di confronto e analisi tra la Città di Torino e le città del Senegal e del Burkina Faso su: storicità dei possibili modelli di consumo e loro confronto; descrizione e quantificazione

⁷ UNDP: United Nations Development Programme, il Programma delle Nazioni Unite per lo Sviluppo è la più importante fonte multilaterale di sussidi per lo sviluppo umano sostenibile; coordina la maggior parte dell'assistenza tecnica che il sistema delle Nazioni Unite fornisce.

dei rifiuti domestici; rapporto tra modelli di distribuzione dei prodotti alimentari e tipologia dei rifiuti conseguente; impatto ambientale dei rifiuti; riciclaggio dei materiali vari per la produzione artistica.

2. Favorire un lavoro comune tra tecnici e studenti per l'analisi, la valutazione e l'ideazione di progetti di recupero ambientale del proprio territorio.

3. Sostenere l'interscambio scolastico finalizzato al confronto, allo scambio di esperienze, di idee e di progetti che vedano protagonisti i giovani studenti.

4. Valorizzare e diffondere esperienze significative nel campo della raccolta e del riciclaggio dei rifiuti.

2.3.3.1. Le fasi di realizzazione del progetto

Il progetto si è sviluppato in tre fasi, la prima che si colloca tra dicembre 2001 e giugno 2002 riguardava:

✓ l'avvio di relazioni con le amministrazioni locali delle città africane, in collaborazione con le ONG presenti sul territorio allo scopo di: individuare le tematiche più rilevanti in ciascuna situazione locale; individuare i fabbisogni formativi; mappare la situazione di eventuali altre iniziative di cooperazione in corso e individuare i tecnici referenti;

✓ l'avvio del lavoro di ricerca, da parte delle ONG impegnate in loco, a Ouagadougou e a Parcelles Assainies, per individuare il metodo migliore di coinvolgimento degli studenti e delle istituzioni nel progetto;

✓ l'avvio del lavoro nelle scuole di Torino, del Senegal e del Burkina Faso volto a far crescere una coscienza critica negli allievi e a dare un contributo alla diffusione di una cultura attenta al tema dello sviluppo sostenibile sia nel Nord e che nel Sud del mondo; a stimolare la creatività attraverso la conoscenza e la sperimentazione di forme alternative di produzione artistica; a far acquisire le

conoscenze relative ai contenuti trattati nel progetto e le competenze relative alla produzione audiovisiva; ad incoraggiare iniziative di scambio e solidarietà internazionale fra scuole per consolidare la rete transnazionale già operante dall'anno 1999;

✓ il viaggio della delegazione delle scuole italiane e burkinabé in Senegal, per rinsaldare i legami e realizzare un video comune.

A luglio del 2002 è stata avviata la seconda fase che fino a settembre ha occupato i partecipanti nell'organizzazione e nella realizzazione di una settimana di lavoro a Torino, a cui sono invitati i tecnici responsabili del progetto nelle quattro città africane.

Infine nella terza fase, fino ad ottobre, ci si è occupati della realizzazione di una pubblicazione bilingue riguardante l'esperienza della prima annualità del progetto, da utilizzare come strumento di sensibilizzazione nelle scuole e presso le amministrazioni, per stimolare nuove attività di cooperazione decentrata.

2.3.3.2. *L'innovazione metodologica*

Il presente progetto acquista significato solo se concepito come un processo, che si basa su quattro concetti chiave di riferimento, ideali e pragmatici nello stesso tempo:

1. programmazione partecipata tra i partner: la programmazione partecipata consiste nella creazione di spazi di comunicazione, collaborazione e negoziazione fra i partner; nella creazione di uno spazio relativo al progetto, per scambiare opinioni e scegliere soluzioni condivise che possono essere realizzate nelle municipalità interessate al progetto. Alla base c'è idealmente il concetto di partenariato, strumento che consente agli attori di partecipare alla pari al processo di sviluppo.

In questo caso i rapporti tra Nord e Sud hanno favorito anche alleanze orizzontali Sud-Sud, tra i comuni e tra le loro scuole, e Nord-Nord, tra le scuole di diverse circoscrizioni, tra il Comune di Torino e le scuole superiori della città, sollecitando all'apertura delle relazioni di scambio. Il partenariato è un rapporto che va oltre il semplice contatto (scambio di coccarde e regali, come avveniva con il sistema dei

gemellaggi) e si connota come un “contratto” che stabilisce le regole della relazione e le reciproche attese, sempre presenti in qualsiasi relazione. Nel progetto “Da rifiuto a risorsa” sono state impegnate molte energie per praticare e rafforzare questo passaggio metodologico nella prima annualità, perché si era coscienti che questa sarebbe stata la base su cui costruire correttamente i passaggi successivi.

2. Coscienza di un'appartenenza comune al pianeta, infatti con i suoi problemi ambientali, al Nord come al Sud del mondo, è in gioco il futuro del pianeta.

Per riprendere uno dei concetti significativi sviluppati dai Summit della Terra, da Rio (1992) a Johannesburg (2002), la parte che possono fare le comunità locali è l'impegno nell'azione locale in rete fra di loro, coinvolgendo il maggior numero di soggetti della società civile in tante micro-azioni coordinate e consapevoli.

3. Protagonismo dei giovani che sono gli attori veri e propri che possono intervenire presso i coetanei e le famiglie. Confrontarsi con i giovani, in Italia come in Africa, ha apportato un plus di creatività e fecondità al progetto. Sono state introdotte metodologie innovative:

- l'improvvisazione teatrale per avvicinarsi al tema in modo coinvolgente;
- la realizzazione di un forum per far comunicare giovani e adulti, autorità cittadine e aziende di raccolta rifiuti;
- la realizzazione di un video e la partecipazione a festival cinematografici;
- la presenza alla festa di “Identità e Differenza” a Torino, come animatori di momenti di sensibilizzazione;
- azioni locali dimostrative (pulire la scuola, pulire il quartiere, ecc.);
- forme di *peer education*, ovvero l'azione educativa svolta da coetanei verso coetanei.

4. Laboratorio di intercultura inteso non in senso astratto e ideologico, ma come prassi che può apportare effettivi cambiamenti nei modi di pensare e di agire. È attraverso l'interazione e lo scambio che sono possibili l'apprendimento e il miglioramento, al Nord come al Sud del mondo.

È necessario, però, che nei progetti di cooperazione decentrata si creino anche dei “luoghi per pensare”, si programmino e si realizzino dei momenti di riflessione collegati all’azione. Un esempio tra tanti: le scuole italiane hanno riflettuto sul diverso approccio che i “colleghi” africani hanno dato ai loro progetti locali: una maggior concretezza di obiettivi, un coinvolgimento più diretto nei quartieri, attraverso l’associazionismo locale.

Nella seconda annualità del progetto, sul territorio italiano, questi aspetti sono stati pensati e introdotti.

Tutto ciò è basato su una concezione di progettazione partecipativa, che rimane la più appropriata per raggiungere l’obiettivo di una sinergia tra risorse umane ed intellettuali costituite dagli insegnanti, i giovani ed i tecnici.

2.3.3.3. Il caso di Mbour

Situata nella regione amministrativa di Thiès, a 83 km dalla capitale Dakar, Mbour si trova in prossimità del mare. Questa posizione naturale le conferisce numerose opportunità di sviluppo quali attività turistiche lungo la costa e forti potenzialità offerte dalla pesca.

La città è anche un centro di scambio e commercio molto importante, il cui raggio va oltre la propria regione amministrativa.

La posizione geografica della città fa sì che sia attraversata dalla strada nazionale che permette di collegare quattro paesi vicini (Gambia, Guinea, Mali e Guinea Bissau), senza contare il fatto che per accedere alla metà delle dieci regioni senegalesi bisognerebbe passare da Mbour.

Il clima della città è caratterizzato dall’alternanza di una stagione secca che dura circa nove mesi e una stagione piovosa compresa fra giugno e settembre; da novembre a maggio la città subisce l’influenza dell’aliseo marittimo della corrente fredda che rinfresca le temperature medie e diminuisce l’umidità dell’aria.

La città di Mbour si estende su una superficie di circa 1800 ettari ed è divisa in diciassette quartieri; a capo di ciascuno di questi è posto un delegato ausiliario, nominato dal sindaco del Comune, a sua volta eletto da un consiglio municipale di 66 membri.

La popolazione di Mbour supera i 250 mila abitanti, con un tasso di crescita del 6,3%, di gran lunga superiore alla media, che è pari a 2,3% nel resto del paese. Il tasso demografico molto elevato ha molteplici conseguenze, che pongono, fra gli altri, seri problemi a livello di gestione dell'ambiente. È in questo contesto che le autorità municipali hanno cercato di trovare delle risposte, prendendo in considerazione politiche di partecipazione delle popolazioni.

Quelli di seguito presentati sono due esempi di gestione dell'ambiente in cui la popolazione, associata in gruppi (scuola, quartiere o raggruppamento di interesse economico), è coinvolta.

Il *liceo Demba Diop di Mbour* è la sola scuola secondaria pubblica della città, e si estende su una superficie di 90 ettari. È frequentato da circa 2700 studenti, con 110 dipendenti fra professori e personale amministrativo.

La sua posizione all'interno della città lo vede circondato da una popolazione la cui principale attività è lo sfruttamento dei prodotti del mare (pesca, affumicatura ed essiccamento del pesce e di altri prodotti), fattore che giustifica l'attivazione di un progetto di gestione dell'ambiente.

La direzione del liceo e gli studenti hanno, fin da principio, pensato di costituire un gruppo di studio e di realizzazione per la salvaguardia dell'ambiente (GERSE), dove si incontrano studenti, professori, società civile e municipalità, per mantenere condizioni salubri all'interno del liceo e nei dintorni dell'edificio.

Su queste basi è nato il progetto *Da rifiuto a risorsa* che a livello locale si propone di contribuire al miglioramento del piano di raccolta e di eliminazione dei rifiuti domestici da parte del Comune: influenzando il comportamento degli studenti e delle popolazioni in proposito, migliorando il quadro di vita e fungendo da interfaccia fra le città di Torino e Mbour. Più in particolare, l'obiettivo è quello di realizzare una diagnostica locale sulla raccolta e il trattamento dei rifiuti da parte degli studenti e della popolazione della città, promuovendo le giornate “della scuola pulita e dintorni”, “del quartiere pulito” e “della città pulita”.

Contemporaneamente si vogliono organizzare incontri di sensibilizzazione e creare un coordinamento di tutte le associazioni a vocazione ambientale per una miglior gestione delle attività.

Nel progetto sono coinvolte persone provenienti da settori diversi: professori, studenti, associazioni sportive e culturali, autorità locali (delegati di quartiere, municipalità, servizio d'igiene e di sanità, servizio dell'ambiente, ecc.).

Le attrezzature a disposizione sono, oltre che un apparecchio audiovisivo: camion, secchi della spazzatura e un veicolo per la raccolta delle immondizie che il Comune mette a disposizione del liceo.

In meno di un anno sono state portate a compimento molte azioni di pulizia, documentate da numerose foto e da un video nei locali interni del liceo e nello spazio circostante, oltre alla realizzazione della Giornata della pulizia (30 maggio 2002), un momento di intensa sensibilizzazione.

Il progetto ha potuto beneficiare dell'appoggio senza riserva del nuovo sindaco di Mbour, Mbaye Diagne; egli ha ricevuto il comitato di coordinamento, si è impegnato ad aiutare senza riserva il progetto, attraverso azioni reali realizzate dalla municipalità a sostegno del liceo Demba Diop, e ha così assicurato un'assistenza al progetto.

Partendo da quest'esperienza, l'idea è quella di estendere la partecipazione alla gestione dell'ambiente a tutte le scuole di Mbour.

Perché questo sia possibile si rende necessario l'appoggio della municipalità, a sua volta sostenuta dal Comune di Torino, affinché una corretta gestione dell'ambiente faccia pensare alle città come ad uno spazio che renda possibile una vita sana.

La raccolta partecipativa

La salvaguardia dal degrado dell'ambiente è invece il risultato che si prefigge di raggiungere un progetto, che vede impegnata la municipalità di Mbour, in partenariato con due ONG italiane, la CPS di Castellammare di Stabia e l'LVIA di Torino. Questo programma si articola su quattro assi d'intervento:

- ✓ la riduzione del degrado ambientale e della dispersione dei rifiuti in ambito urbano;

- ✓ il riciclaggio delle materie plastiche non degradabili;
- ✓ il coinvolgimento delle popolazioni per un impiego attivo nel quadro della salvaguardia dell'ambiente;
- ✓ lo sviluppo della ricerca e della sperimentazione nei settori dell'utilizzo della plastica recuperata.

Il progetto si pone i seguenti obiettivi: migliorare il sistema di raccolta dei rifiuti, ridurre o eliminare il flusso di acque sporche sulla strada, sviluppare le attività di riciclaggio dei rifiuti non biodegradabili e promuovere la salvaguardia dell'ambiente presso le popolazioni limitrofe.

Il progetto coinvolge attualmente quattro quartieri della città, in ognuno di questi i cittadini costituiscono un comitato di sanità pubblica, che al suo interno forma una sorta di consiglio d'amministrazione.

Ai partecipanti viene fornita una formazione teorica sui principi della gestione, invece agli operai, designati dalle popolazioni, vengono date le informazioni e le competenze tecniche riguardo le modalità di messa in opera delle latrine e dei pozzi.

Indipendentemente da tutto questo, le persone partecipano finanziariamente alla realizzazione dei progetti, sottoscrivendo, all'inizio, un impegno finanziario pari al 10% del costo; il resto del finanziamento è concesso sotto forma di prestito rimborsabile per una durata di diciotto mesi.

Il progetto ha riscosso successo presso la popolazione coinvolta, tanto che i risultati raggiunti hanno determinato un aumento delle richieste di estensione del progetto stesso.

2.3.3.4. Un centro per il riciclo

I rifiuti della società urbana sono un elemento chiave dell'ecosistema della città, possono diventare un elemento di ostacolo allo sviluppo o invece una delle basi per un processo di trasformazione e di evoluzione. La gestione dei rifiuti domestici è parte integrante della vita della città, coinvolge gli aspetti economici, sanitari, politici e culturali.

L'utilizzo di oggetti di plastica, sempre più disponibili ed economici, è cresciuto in molte città africane in maniera esponenziale rispetto al già importante aumento demografico, rendendo vano lo sforzo dell'amministrazione di garantire lo smaltimento dei rifiuti.

La municipalità non è in grado di organizzare un'efficiente raccolta dei rifiuti nei quartieri popolari, di conseguenza fioriscono le discariche abusive che sorgono fra le case, con conseguenti problemi di igiene.

Il vero problema delle città sono i sacchetti di plastica, anche perché non vengono fatti pagare ai clienti, e si disperdono con grande facilità nell'ambiente.

I campi dei quartieri periferici ne sono invasi, con grosse perdite di produttività: sempre più spesso gli animali domestici, ad esempio capre (piccolo investimento per le grandi feste musulmane), muoiono per l'ingestione di un sacchetto, causando una perdita spesso superiore ad un salario mensile.



Figura 10 - A destra: foto della BBC con una mucca che sta mangiando sacchetti di plastica in India; a sinistra: foto della Earth Resources Foundation, una tartaruga con un sacchetto in bocca.

I rifiuti, che sono sempre stati una risorsa agricola come prodotto per la concimazione, sono oggi costituiti da materie non organiche, che impegnano i contadini ad una rigida separazione.

Di fronte al fallimento delle soluzioni convenzionali, dovuto spesso alla trasposizione di modelli occidentali inadeguati al contesto, l'alternativa proposta da un progetto del LVIA nella città di Thiès, in Senegal, si basa su un processo sociale e tecnico integrato. Articola gli

sforzi dei differenti attori urbani, coinvolgendo attivamente gli abitanti stessi e intervenendo con tecnologie appropriate non solo sulle condizioni igieniche ed ambientali, ma anche sul miglioramento dell'habitat, sulla creazione d'impiego, sullo sviluppo integrato della città e sul rinforzo delle capacità di organizzazione e di autogestione della comunità.

Per identificare le nuove problematiche legate al fenomeno dell'urbanizzazione di Thiès, il LVIA ha cominciato nel 1997 col realizzare uno studio partecipativo con alcuni gruppi e associazioni di quartiere. Ha evidenziato che lo smaltimento dei rifiuti, in particolare quelli derivanti dalle materie plastiche non degradabili, è percepito dalla gente come un problema in rapida crescita, con conseguenze sia sul piano igienico-sanitario, con particolari rischi per i bambini, sia su quello economico, con forte mortalità del bestiame domestico.

Nella città di Thiès la raccolta dei rifiuti è gestita sia dall'amministrazione municipale che da attori privati, singoli o raggruppati in cooperative. I servizi municipali presentano grossi limiti, sia per la scarsità delle risorse che per l'assenza di un coordinamento con gli attori privati, che da parte loro offrono un servizio disorganizzato e spesso saltuario.

L'insieme del servizio offerto copre meno del 50% di quanto sarebbe necessario assicurare e i depositi abusivi crescono progressivamente.

Allo studio partecipativo è seguito un programma di raccolta e riciclaggio dei rifiuti plastici su tre quartieri cittadini situati nella periferia sud del Comune di Thiès, allo scopo di verificare nel concreto sia la partecipazione attiva della gente, sia la sostenibilità economica di una tale azione.

Il programma, finanziato con risorse proprie dell'organismo e con contributi locali, ha permesso di creare un centro per la prima fase del trattamento della plastica riciclata. La plastica vi arriva con la raccolta popolare della gente dei quartieri, in particolare donne e giovani, che, rivendendola al centro, ne traggono un piccolo beneficio, pari a 4 centesimi di euro al chilo; viene selezionata, lavata, triturata e imballata. Il macinato viene rivenduto ad aziende di Dakar, che lavorano materiale riciclato, a 15 centesimi di euro al chilo. Venti

donne organizzate in cooperativa sono impiegate in questa attività, da cui traggono un reddito. Ogni mese si lavorano dalle 6 alle 8 tonnellate di materiale.

Nel frattempo si è sviluppata la collaborazione con i servizi di raccolta rifiuti dalla municipalità. È stato quindi avviato un programma di preraccolta di rifiuti in collaborazione con i responsabili dei tre quartieri interessati. La raccolta, gestita da squadre di giovani, è complementare al servizio municipale, poiché copre le vie che non possono essere raggiunte altrimenti. Gli incaricati, equipaggiati di carretta trainata da un cavallo e materiali per la raccolta, portano i rifiuti in punti esterni al quartiere identificati con i servizi comunali, dove i camion del servizio pubblico possono prelevarli e portarli in discarica.

Gli abbonati al servizio pagano un contributo che copre i costi delle squadre.

Queste, dopo aver raccolto i rifiuti, li selezionano: il materiale di origine plastica viene rivenduto alla cooperativa, quello di origine organica viene acquistato dai contadini per la fertilizzazione dei campi e il resto viene destinato alla discarica.

Le attività sono accompagnate da programmi di informazione e sensibilizzazione, la cui diffusione avviene principalmente attraverso rappresentazioni teatrali popolari che illustrano il problema dei rifiuti e i rischi collegati.

2.4. Benin : il problema dei sacchetti di plastica

2.4.1. Inquadramento geografico: la repubblica del Benin

Il nome “Benin” non ha alcuna attinenza con il Regno del Benin o con Benin City. Dahomey, il nome originario, fu cambiato nel 1975 in Repubblica popolare del Benin, nome mutuato dall’insenatura di Benin sulla quale il paese è affacciato. Questo nome fu scelto per la sua neutralità, visto che nel paese convivono più di cinquanta differenti gruppi linguistici e quasi altrettante etnie.

Allungato tra il fiume Niger a nord e l'insenatura di Benin a sud, l'elevazione del territorio non varia significativamente nelle differenti aree del paese. La maggior parte della popolazione vive nelle pianure costiere meridionali, dove sono anche localizzate le maggiori città del Benin, tra le quali Porto-Novo e Cotonou. Il nord del paese è costituito principalmente da altipiani semi aridi e ricoperti da savana.

Il clima è caldo e umido, con una relativa scarsità di piogge che si concentrano nelle due stagioni piovose (aprile-luglio e settembre-novembre). D'inverno le notti possono essere piuttosto fresche, a causa dell'harmattan, un vento secco e polveroso.

In Benin vivono circa 40 gruppi etnici differenti, il maggiore dei quali è quello Fon al quale appartiene il 49% della popolazione totale del paese. Altri gruppi etnici rilevanti sono gli Adja, Yoruba, Somba e Bariba.

La maggior parte di essi ha la propria lingua, e il francese è utilizzato come lingua ufficiale, dato che il paese fa parte dell'Africa francofona, ed è parlato soprattutto nelle aree urbane.

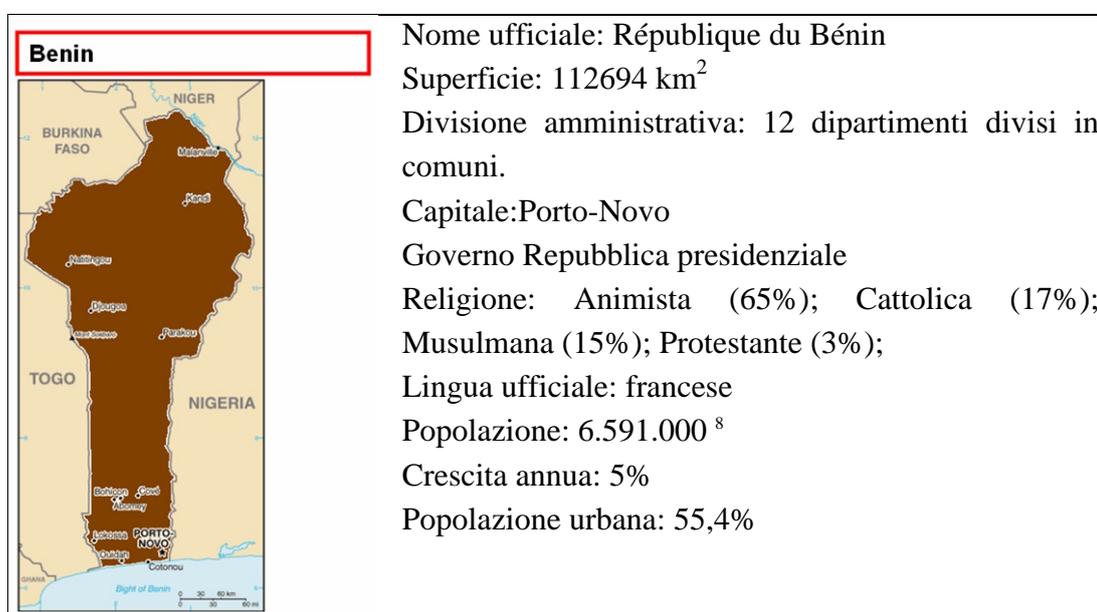


Figura 11 - Cartina e dati del Benin.

La distribuzione demografica è difforme: nel sud si concentra il 70% dei cittadini, con punte di 200 ab/km², mentre il nord, più arretrato, è

⁸ Dato rilevato nel 2001.

terra d'emigrazione. L'urbanizzazione che raggiunge il 55,4%, è notevole se confrontata con i paesi vicini.

La capitale Porto-Novo, con 235000 abitanti, è ricca di edifici in stile portoghese ed ha funzioni politiche e commerciali.

L'economia è sottosviluppata e dipende dall'agricoltura di sussistenza, dalla coltivazione del cotone e dal commercio regionale. La crescita della produzione negli ultimi sei anni ha avuto una media del 5%, ma il rapido aumento della popolazione ha reso vana gran parte di questa crescita. L'inflazione è stata tenuta sotto controllo negli ultimi anni.

Con lo scopo di aumentare ulteriormente il tasso di crescita dell'economia, il Benin sta tentando di attrarre ulteriori investimenti stranieri, dare maggior enfasi al turismo, facilitare lo sviluppo di nuovi sistemi di lavorazione degli alimenti e di produzione di nuovi prodotti agricoli, e incoraggiare le nuove tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni. Il programma del 2001 riguardo alle privatizzazioni nei settori delle telecomunicazioni, acqua potabile, elettricità ed agricoltura è ancora in attuazione, nonostante le iniziali riluttanze del governo.

Il paese ottenne l'autonomia come Repubblica del Dahomey (dal nome dell'antico regno dell'Africa occidentale) nel 1958, ma la piena indipendenza seguì nel 1960 e fu seguita da un periodo turbolento.

Ci furono numerosi golpe e cambi di regime prima che il controllo del potere fosse preso da Mathieu Kérékou. Egli stabilì un regime di tipo marxista, e il paese fu rinominato come Repubblica popolare del Benin. Alla fine degli anni '80, Kérékou abbandonò il marxismo e decise di ristabilire la democrazia. Fu sconfitto nelle elezioni del 1991, ma tornò al potere con il voto del 1996. Dal 2006 il presidente eletto è Yayi Boni.

2.4.2. Il progetto

Oggi in Africa il sacchetto di plastica costituisce almeno il 10% in peso e il 30 ÷ 40% in volume dei rifiuti urbani raccolti, ma sono state trovate alcune soluzioni: Madame Grace Dessoù, presidentessa della

cooperativa “*Qui Dit Mieux*” di Porto Novo, ricicla sacchetti di plastica.

Da tempo le ONG si interrogano su cosa si possa fare per questo vero problema dei paesi in via di sviluppo che da qualche anno è diffuso ovunque: il sacchetto di plastica non si biodegrada quindi rimane per anni nelle strade, strozza gli animali che lo ingurgitano, impedisce al mais di fiorire, intasa quei pochi impianti di drenaggio per le acque urbane che esistono

Sino a qualche anno fa in Benin, come negli altri paesi dell’Africa, i prodotti alimentari venduti al mercato : l’akassa ⁹, il pesce affumicato, i legumi, i cereali, si consegnavano al compratore ben avvolti in foglie di teck, alberi che in Benin di certo non mancano, e che sono ben biodegradabili.

Adesso il progresso avanza, e i sacchetti di plastica hanno soppiantato le foglie nella conservazione e nel trasporto: sono più pratici, il costo è irrisorio, la disponibilità ampia e la diffusione apparentemente inarrestabile.

Dato che mancano i frigoriferi per la conservazione ogni signora acquista cinque, sei prodotti al giorno in altrettanti sacchetti che, il giorno dopo, assolta la loro funzione, vengono buttati per le strade e arrivano fino ai campi.

Madame Dessoù nella “*stazione di riciclo*” di Porto Novo, uno stanzone messo a disposizione del suo gruppo dalla sottoprefettura locale, ha raggruppato una mezza dozzina di donne dai 14 ai 40 anni che con uncinetti in mano lavorano insieme; non utilizzano né macchine né impianti e la stanza sembra piuttosto un punto d’incontro per sole donne.

Madame Grace è un’insegnante con un interesse spiccato per l’ecologia, da sua madre ha imparato l’arte dell’uncinetto e non volendo buttare in strada i sacchetti di normale utilizzo, si è ritrovata con una grande quantità di questi senza sapere come utilizzarli.

⁹ Akassa: polenta di mais che costituisce la base dell’alimentazione della maggior parte della popolazione del Benin.

Per risolvere il problema ha pensato di tagliarli in striscioline e lavorarle all'uncinetto: ha realizzato altre buste per la spesa riutilizzabili più volte, borse ed altri oggetti.

Dopo aver affittato una stanza per mettere tutti i sacchetti da lavorare, l'attività era già pronta a partire, in quanto l'attrezzatura necessaria si riduce a lametta, forbici e uncinetto.

Da oltre quattro anni questa attività va avanti grazie agli aiuti della prefettura: l'organizzazione si occupa della raccolta di sacchetti per strada e nelle case, ma ora molte persone autonomamente hanno iniziato a portare i propri.

I prodotti sono venduti al mercato, costano poco perché la materia prima è gratis, le donne ci guadagnano, stanno insieme, lavorano, si divertono e contribuiscono alla risoluzione di un grave problema ambientale e non solo.

Si sono organizzati anche dei corsi di formazione destinati alle donne che non sono ancora capaci, per insegnare loro la tecnica di cucito.

2.5. L'Ecopole dell'Africa occidentale: un nuovo strumento per l'esplosione demografica

L'Ecopole dell'Africa occidentale è realizzata in una vecchia fabbrica, riutilizzata come spazio dedicato allo sviluppo dell'economia popolare urbana; è situata nel cuore di una bidonville di Dakar ed è stata fondata dall'organizzazione internazionale ENDA Tiers-Monde¹⁰ grazie all'iniziativa popolare appoggiata dall'Unione Europea, in stretta collaborazione con la municipalità di Dakar e quella di altre metropoli dell'Africa occidentale.

Il programma d'azione è basato sullo scambio di informazioni riguardo le dinamiche popolari, sulla formazione della popolazione riguardo a tecniche artigianali e sullo scambio di idee.

Si vuole innanzitutto ridare importanza all'economia popolare urbana nell'ambito dell'organizzazione delle città africane e si vuole dare

¹⁰ ENDA Tiers-Monde: environnement et développement du tiers monde, ambiente e sviluppo del terzo mondo.

spazio a ciò che ora è chiamato il “settore informale” che investe attività diverse.

Questa Ecopole è nata a seguito di oltre un decennio di lotte contro la povertà, per un ambiente migliore e per una cittadinanza effettiva, portate avanti dalla popolazione delle bidonville, da associazioni di gruppi giovanili e da alcune grandi città africane.



Figura 12 – I presidenti: Abdou Diouf del Senegal e Alpha Oumar Konaré del Mali visitano il quartiere popolare ex - Rail di Dakar, ribattezzato quartiere “Xadim Rassoul”

È diventata quindi un luogo di scambio, di incontro, di formazione e di produzione per tutti coloro che sono coinvolti in iniziative di economia popolare.

È stata inaugurata nell’aprile del 1996 dai presidenti Abdou Diouf (Senegal) e da Alpha Oumar Komaré (Mali) con gli abitanti dei quartieri popolari di Dakar. Le sue attività si estendono oggi a tutta la città e ai grandi agglomerati urbani dell’Africa Occidentale.

Non si deve pensare all’Ecopole come ad un mero eco-museo delle arti e delle tradizioni popolari, infatti si tratta di una struttura adibita a raccogliere e diffondere le tecniche e i saperi, un luogo di convergenza e di scambio, aperto a tutti, con l’obiettivo fondamentale di diffondere innovazioni tecnologiche e di alimentare la riflessione sulla possibilità di uno sviluppo di una economia popolare.

2.5.1. L'Ecopole e il quartiere di Xadim Rasoul

Il quartiere di Xadim Rasoul, ex “Rail”, è una bidonville di più di mille abitanti appartenenti ad etnie diverse: Wolof, Sere, Halpulaaren, Maure, che vivono insieme pacificamente.

I numerosi lavoratori ed artigiani presenti, sono i protagonisti dell'economia popolare urbana del quartiere. Da qualche anno ENDA lavora in collaborazione con gli abitanti della zona affinché diverse attività vengano sviluppate.

Il primo obiettivo è quello di dare un riconoscimento, dal punto di vista politico e giuridico, al quartiere e alle attività che al suo interno si sviluppano.

Con l'appoggio del Ministero dell'Urbanesimo e dell'Habitat, dell'Agenzia francese per lo sviluppo, in collaborazione con la municipalità di Dakar, è stato ottenuto il diritto d'azione sull'area per venticinque anni.

Gli obiettivi principali sono: il miglioramento delle condizioni di vita e di lavoro della popolazione e la garanzia di dare un profitto alle differenti categorie socio-professionali.

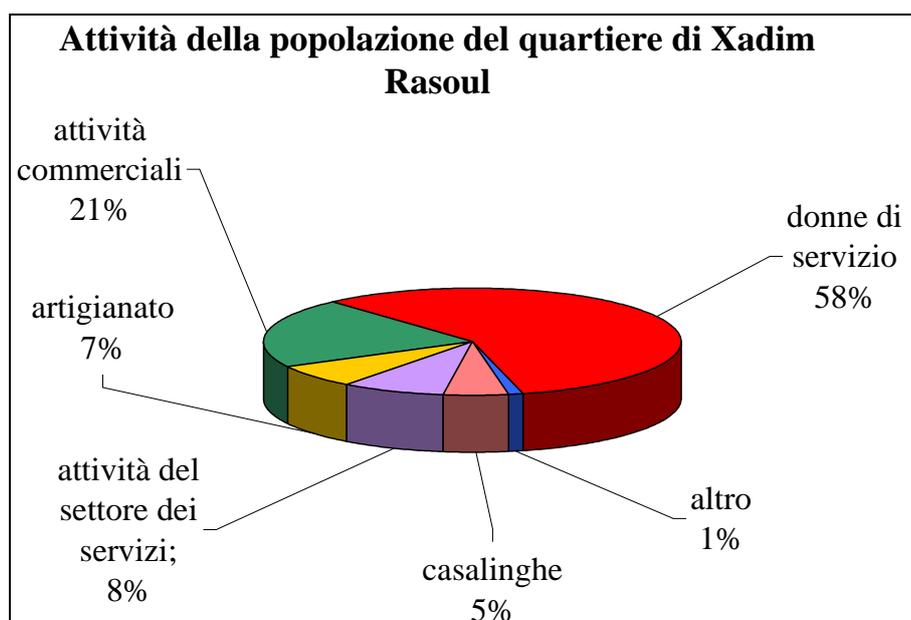


Figura 13 - Attività lavorative della popolazione del quartiere di Xadim Rasoul.

Per rendere più attiva la bidonville dal punto di vista economico si è pensato di fornire un aiuto per lo sviluppo delle micro-imprese già presenti e per rendere più sicure le attività, fonte di reddito degli abitanti.

Il capitale di queste imprese è modesto: non supera se non in casi eccezionali i 50000 CFA ¹¹ (1 € = 656,09 CFA), generalmente sono gestite da una sola persona che possiede l'attività e che lavora con l'aiuto di un apprendista.

Le principali professionalità destinatarie di questo aiuto allo sviluppo sono:

i garagisti e riparatori d'auto che sono organizzati in sei equipe e possono usufruire di un'area dove praticare la loro attività e allargare la loro clientela;

gli altri piccoli artigiani (fabbri, lavoratori d'alluminio, falegnami sarti, ecc.) che hanno beneficiato della ristrutturazione della zona del quartiere dedicata all'artigianato e sono soggetti a controlli affinché le loro attività siano conformi alle norme di legge;

i riciclatori che non sono più orientati alla raccolta dei rottami metallici, i quali costituivano un ostacolo alle altre attività e che oggi si occupano di riciclare:

- ✓ cuoio;
- ✓ cartone;
- ✓ bottiglie;
- ✓ radio;
- ✓ ecc;

mentre i cumuli di ferraglia presenti nel quartiere sono stati eliminati completamente dalla popolazione nel maggio 1997;

¹¹ Il franco CFA è la moneta utilizzata da 14 paesi africani, che sono stati colonie francesi (con le eccezioni rappresentate dalla Guinea Equatoriale, ex-colonia spagnola e la Guinea-Bissau, ex-colonia portoghese).

i *ristoratori* che hanno ampliato il loro mercato e le loro attività; infatti è aumentato il numero di pasti serviti grazie alla prossimità dell'Ecopole e alle iniziative che si sviluppano all'interno del quartiere;

le *lavandaie* e le *donne di servizio*, “mbindaan”, giovani ragazze le cui condizioni di vita e di lavoro erano abbastanza difficili, che oggi grazie a questo progetto possono ricevere una formazione pratica, una assicurazione sociale minima, servizi di sanità di base e un'assistenza sociale per la promozione dei loro diritti.

Lo sviluppo che è stato apportato grazie ad i vari interventi al quartiere non si propone come una dimostrazione di ciò che dovrebbe essere ovunque ma semplicemente vuole fare capire che un luogo può svilupparsi potenziando ciò che già esiste senza denaturarlo attraverso soluzioni importate da realtà completamente diverse.

2.5.2. *Il progetto*

Il progetto a lungo termine è stato definito grazie a contatti quotidiani con gli abitanti di Xadim Rasoul in modo da ottenere uno schema per uno sviluppo concertato.

Ad oggi sono stati organizzati i seguenti spazi per la collettività:

- ✓ luoghi di lavoro (l'area dei garagisti e una piazza con porticato);
- ✓ la zona artigianale;
- ✓ un orto;
- ✓ luoghi di formazione;
- ✓ servizi igienici pubblici;
- ✓ una casa di cura;
- ✓ la posta;

e sono state portate a termine le seguenti attività:

- ✓ la lastricatura delle strade principali e la realizzazione di uno spazio per la comunità;
- ✓ l'eliminazione dei cumuli di ferraglia.

Tutto ciò è stato possibile a seguito dello spostamento e della ricostruzione di una parte degli alloggi per ricavare gli spazi necessari.

La fabbrica considerata come un luogo adatto, è stata pulita e resa utilizzabile per le prime attività sperimentali; sono anche stati organizzati: un parco giochi, una esposizione di artigianato, una giornata dedicata alle piante medicinali e una festa per bambini.

All'inizio del 1996 ci sono stati intensi lavori per la ristrutturazione dei locali principali della fabbrica; la parte centrale è stata dedicata ad un eco-museo dedicato all'inventiva dell'economia popolare.

Nei due anni seguenti c'è stata l'inaugurazione di diversi spazi per ospitare le attività: una sala di accoglienza; una sala per la produzione e la formazione riguardo le tecniche di riciclaggio; l'eco-museo "Ingénieuse Afrique"; uno spazio per le riunioni e per gli uffici; spazi per la promozione dell'impiego di piante medicinali; videoteche e sale di lettura; laboratori fotografici; spazi pedagogici e magazzini per lo stoccaggio dei materiali.

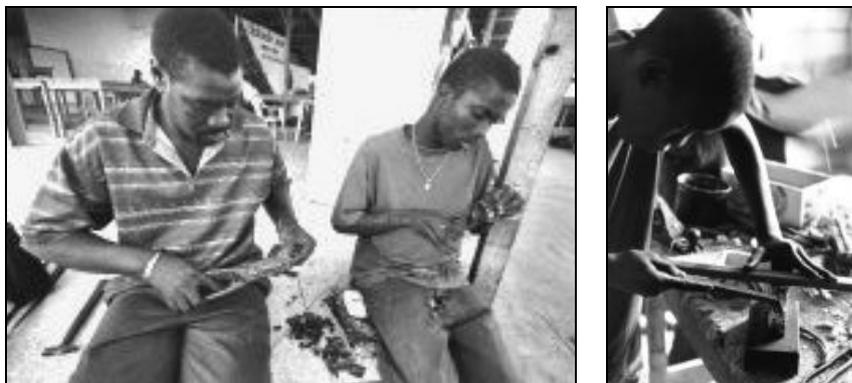


Figura 14 - Artigiani dell'atelier in attività.

In particolare l'Ateliers degli artigiani si occupa della formazione di persone sulle tecniche di produzione a partire da materiali di recupero e di rifiuto, e di fornire:

- ✓ una capacità tecnica;
- ✓ una formazione che permetta di ottenere un guadagno;
- ✓ riflessioni civiche.

Le altre attività presenti in maniera permanente sono:

- ✓ la falegnameria e la fabbrica di valigette;
- ✓ la bottega di produzione di giocattoli in lamiere di ferro e filo di ferro;
- ✓ corsi di formazione sulle tecniche di lavorazione e cucitura di sacchetti in plastica;
- ✓ sartoria, tintura, lavorazione a maglia, e corsi di arte culinaria;
- ✓ la fabbricazione di bambole;
- ✓ la lavorazione della ceramica.

2.5.2.1. *Le valigette made in dakar*

I prodotti provenienti dal materiale riciclato di maggior diffusione a Xadim Rasoul sono le famose valigette costruite a partire da scatole di latta per conserve; hanno la particolarità che, in tutte le loro parti, il materiale di partenza è fatto con oggetti recuperati dai rifiuti.

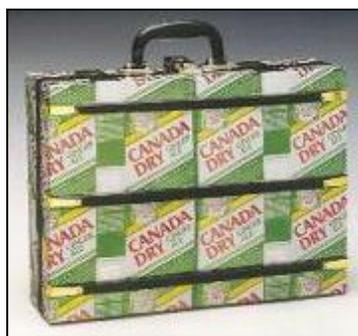


Figura 15 – Valigetta in materiale riciclato.

La struttura di base è in legno, il rivestimento è fatto con bottiglie o scatole; anche le cerniere e le rifiniture sono realizzate con materiale recuperato; all'interno vengono decorate con vecchi giornali, riviste o fumetti.

La maggior parte dei clienti sono dei cittadini di paesi industrializzati: stranieri residenti sul posto, partecipanti ai progetti di cooperazione e turisti di passaggio.

Si tratta di un bel esempio della creatività del settore informale che sta cominciando ad interessare i giovani senegalesi provenienti da tutti i livelli sociali.

Queste lavorazioni ed in particolare queste valigette hanno guadagnato una grande fama che è stata addirittura diffusa dal Ministro francese degli Esteri che si è presentato al consiglio dei ministri con una di queste valigette. Recentemente anche l'ambasciatore dell'Unicef, Harry Bellafonte, né ha fatto promozione nel giornale senegalese "Le soleil".

La diffusione di questo prodotto è ormai collaudata in tutto il paese, anche negli aeroporti hanno trovato ampio mercato.

2.5.2.2. Ingénieuse Afrique : artigiani del recupero e del riciclaggio

L'esposizione itinerante "Ingénieuse Afrique" realizzata con il concorso del Museo della Civilizzazione del Québec e delle istituzioni del Bénin, della Costa d'Avorio, del Mali, del Senegal e di ENDA Tiers Monde, ha trovato la sua sistemazione permanente nella sede dell'Ecopole dell'Africa occidentale.

Presenta oggetti decorativi o artistici creati a partire da elementi di materiale riciclato; è nata come vetrina di esposizione del settore chiamato in maniera peggiorativa "informale".

Si trovano pneumatici trasformati in recipienti o sandali; scatole di latta trasformate in lampade ad olio, fili elettrici in centrini e parures.

2.6. I Clasificadores di Montevideo e il progetto "JUAN CACHARPA"

2.6.1. Inquadramento geografico: Uruguay

L'Uruguay è il secondo stato più piccolo dell'America meridionale dopo il Suriname, ha una superficie di 177000 km², dei quali circa 2600 sono acque interne. A nord confina per 985 km con il Brasile e ad ovest per 579 km con l'Argentina.

L'Uruguay è una repubblica presidenziale, la lingua ufficiale è lo spagnolo.

Si presume che il territorio dell'attuale Uruguay fosse abitato fin dal VII millennio a.C. da piccoli gruppi di popolazioni nomadi e la prima popolazione stanziata fu quella dei Charrúas.

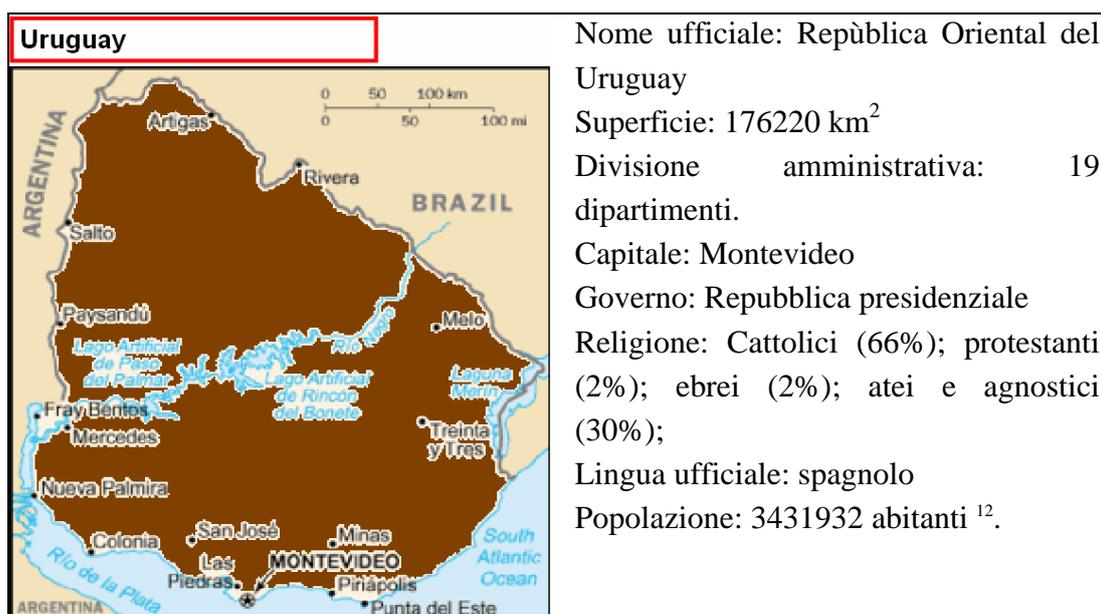


Figura 16 - Cartina e dati dell'Uruguay.

Nella parte settentrionale del paese il clima è subtropicale, mentre a sud è temperato offrendo condizioni meteorologiche simili a quelle di Italia e Spagna. La temperatura media annua è pari a 17,5°C. Il mese più caldo è gennaio con una temperatura media di 32°C mentre quello più freddo è giugno con una media di 6°C; le precipitazioni sono distribuite nell'anno e vanno da una media di 1000 mm/y fino ai 1400 mm/y nella parte settentrionale del paese. Il semestre invernale è solitamente più asciutto di quello estivo, il mese più piovoso è marzo.

In inverno sono frequenti intensi venti freddi da Sud-Ovest, chiamati Pamperos, che colpiscono l'area costiera.

Attualmente la popolazione è composta prevalentemente (per oltre il 90%) da discendenti di immigrati di origine europea provenienti in massima parte dalla Spagna e dall'Italia. Il forte flusso migratorio dall'Europa ha influenzato la cultura e l'architettura del paese e

¹² Dato aggiornato al 2006.

Montevideo, la capitale, è una città con caratteristiche che richiamano quelle dei grandi centri europei. Oggigiorno quasi metà della popolazione complessiva dell'Uruguay vive nell'area metropolitana della capitale. La densità della popolazione nella parte meridionale del paese è sensibilmente più elevata che all'interno, dove invece gli insediamenti sono demograficamente meno consistenti.

Le popolazioni indigene: Charrùas, Guanaes, Yaros, Chanaes, che vivevano di caccia e raccolta, sono praticamente state sterminate nel XIX secolo.

La città più popolosa nonché porto principale del paese è la capitale, Montevideo nella quale si concentra gran parte dell'attività industriale ed economica del paese.

Montevideo ha un ruolo di rilievo nella politica del Sud America.

2.6.2. Il progetto: lo scenario iniziale

Il fenomeno dell'urbanizzazione imponente, accompagnata dalla carenza di tecnologie e risorse economiche per il corretto smaltimento dei rifiuti, prodotti in quantità sempre crescenti, colpisce anche l'Uruguay; così si provoca un danno all'ambiente, oltre che alla salute di molte persone che vivono nei pressi delle discariche.



Figura 17 - Discarica in America Latina.

Secondo i dati del censimento del Municipio di Montevideo, i “clasificadores”, ovvero tutte le persone con più di diciotto anni che raccolgono i rifiuti, sono 8000; altre stime, più realistiche, di organizzazioni della società civile, arrivano a calcolare una popolazione complessiva di 15000 unità. Svolgono questa attività ogni giorno, per vivere, con il carro o con il cavallo, con carretto a mano, con la bicicletta o a piedi.

Il classificatore è un lavoratore informale che raccoglie dai domicili materiale da riciclare o da riutilizzare, lo separa dividendolo tra materiale per l’autoconsumo, materiale per lo scambio, e materiale per la vendita.

Il processo si suddivide in tre parti:

- ✓ raccolta dei rifiuti dalle strade della città in cui si effettua già una prima separazione;
- ✓ separazione definitiva;
- ✓ vendita della materia prima ricavata agli intermediari, i quali a loro volta lo rivenderanno alle industrie.

2.6.3. Il progetto: i contenuti

In questo contesto, in cui dilaga il settore informale di gestione dei rifiuti solidi urbani, è nato il progetto di Montevideo proposto dalla Associazione ReOrient ¹³, destinato in particolare al quartiere de La Cruz de Carrasco.

L’idea è nata dalla richiesta di alcuni partner locali tra cui:

- ✓ *l’associazione Retos al Sur* nata da un gruppo di studenti uruguaiani dell’Università della Repubblica, che in questi anni si sono impegnati sulle problematiche relative alla emancipazione sociale dei clasificadores. In particolare hanno supportato iniziative di sostegno della formazione e costituzione della UCRUS (unico sindacato dei clasificadores);

¹³ L’Associazione “ReOrient-Gli Amici di Xa Me” (ONLUS) è una organizzazione non-profit nata a Roma nel 1994 per promuovere e realizzare attività di cooperazione e dialogo interculturale con i paesi più poveri del Sud del mondo.

✓ e dall'*ordine religioso del collegio Stella Maris* che opera sul territorio della Cruz de Carrasco per sostenere situazioni di marginalità presenti nel quartiere.

Questi contatti hanno portato ad effettuare tre viaggi di fattibilità che hanno permesso di costruire una progettualità congiunta con alcuni dei clasificadores della zona. Con questi partner locali, ReOrient ha attivato un percorso di autopromozione sociale attraverso la costituzione ed il rafforzamento di cooperative in loco.

L'obiettivo principale è fare in modo che i clasificadores vengano riconosciuti come lavoratori e lavoratrici e ottengano gli stessi diritti che hanno coloro che si dedicano ad altri mestieri.



Figura 18 - Discarica a Montevideo (Uruguay).

Classificare rifiuti urbani può essere una attività degna e redditizia che dovrebbe dare la possibilità di sussistenza a migliaia di persone, non solo come lavoratori, ma anche come attori ecologici. Infatti attraverso la classificazione e il riciclaggio, i rifiuti che la società scarta e disperde in ruscelli, terreni incolti, strade e marciapiedi, o direttamente in “fosse ecologiche”, sono raccolti e portati alla catena produttiva, garantendo allo stesso tempo benefici economici e ambientali alla società.

Secondo i dati di una ricerca di alcuni studenti della facoltà di Architettura dell'università della Repubblica, i clasificadores riciclano fino ad oltre l'80% dei rifiuti depositati nella discarica a cielo aperto dai camion dell'immondizia.

Il progetto “Juan Cacharpa” mira a migliorare le condizioni di vita e ad assicurare una sostenibilità economica ad un gruppo informale di 10 famiglie di clasificadores di Montevideo; tale attività si colloca nel quartiere favelas della Cruz de Carrasco, dove vivono più di 200 famiglie che si dedicano alla raccolta dei rifiuti, nella vicina discarica di Felipe Cardoso.

Oltre a questo si vuole garantire il miglioramento delle condizioni sanitarie e di tutela della salute degli abitanti (lavoratori e famiglie) e dei territori dove vivono.

Attraverso la realizzazione del progetto si vogliono dare ai clasificadores gli strumenti fondamentali con i quali possano ottenere:

- ✓ un riconoscimento giuridico
- ✓ un’abitazione degna, perché la maggior parte dei clasificadores vive in alloggi umili fatti di lamine, legno, cartone o nylon;
- ✓ una formazione per essere professionali e più efficienti nell’ambito della raccolta dei rifiuti e i relativi strumenti tecnici per aumentare la quantità di materiale da riciclare;
- ✓ vaccini, trattamenti odontologici, visite mediche che sono attualmente trascurati;
- ✓ il raggiungimento di un livello base di alimentazione per eliminare la malnutrizione, e il diffondersi di altri problemi ad essa correlati, come l’abbandono scolastico, l’alcolismo, la droga e la delinquenza;
- ✓ la progressiva eliminazione del lavoro minorile.

Il riconoscimento formale dei clasificadores come lavoratori a tutti gli effetti, con propri diritti e doveri, e la loro inclusione in un nuovo programma di gestione dei residui urbani, più moderno, integrato ed efficiente, permetterà loro di iniziare una vita al di fuori dell’invisibilità, della marginalità, della povertà e al di fuori di tutte le gravissime dinamiche che si creano in questa situazione.

La cooperativa Juan Cacharpa si propone di essere da esempio per tutto il quartiere de la Cruz de Carrasco, spera così di poter essere il primo incipit per una reale riorganizzazione associativa del quartiere. Il progetto prevede altresì un’azione di sensibilizzazione, che assieme

alla riorganizzazione di questi lavoratori informerà la società riguardo a nuove forme di gestione dei rifiuti più responsabili, con l'obiettivo di ottenere l'appoggio della popolazione al "nuovo" lavoro dei clasificadores, visti non più come soggetti sgradevoli, da emarginare, ma come agenti necessari per la società e per la sostenibilità ambientale della città, senza i quali la politica di smaltimento dei rifiuti sarebbe fortemente inefficace.

Compito della campagna è quindi creare una nuova coscienza, una nuova responsabilità che leghi insieme la popolazione, i clasificadores, gli enti pubblici e privati, nel perseguimento della sostenibilità ambientale, nell'emersione del lavoro nero nell'ambito dei rifiuti e nella nascita di una nuova politica di gestione dei rifiuti in cui i clasificadores fanno parte integrante e fondamentale del processo.

Sono stati effettuati incontri in loco con i ragazzi della cooperativa dei "cartoneros" da cui sono scaturiti spunti e idee per rendere effettivi gli obiettivi del progetto, quindi sono state pensate diverse fasi per determinare una progressiva emersione dall'informale al formale che proceda per questi punti condivisi:

- ✓ formazione, in parte già avviata, per un micro-imprendimento sociale;
- ✓ costituzione formale della cooperativa;
- ✓ acquisizione di attrezzature necessarie per svolgere l'attività di riciclaggio e materiali di supporto quali: camion, bilance, strumenti, utensili, torchio, lavatrice, vestiti da lavoro, servizi sanitari, docce nel magazzino di rifornimento, armadietto dei medicinali, cassette per conservare gli oggetti personali di ogni lavoratore durante le ore di lavoro, mulino, cucina e articoli da cucina, computer, telefono.

Capitolo 3

Il popolo Saharawi: dal Sahara occidentale all'oasi di Tindūf in Algeria

In questo capitolo si vogliono dare informazioni storico-geografiche che permettano di capire le caratteristiche della situazione nella quale si inserisce il progetto che verrà in seguito proposto.

L'area della quale ci si interessa è quella occupata dal campo profughi del popolo Saharawi, situato in Algeria occidentale, precisamente nell'oasi di Tindūf.

Gli obiettivi dello studio sono legati all'esigenza di ridurre la quantità di rifiuti solidi urbani prodotti e di creare nella popolazione una consapevolezza riguardo i problemi ambientali legati ai rifiuti. In questo modo gli abitanti potranno essere direttamente coinvolti in attività che permetteranno la realizzazione delle soluzioni proposte.

In questa zona è tuttora in corso un progetto di cooperazione internazionale che si occupa di gestire la raccolta e il trasporto dei rifiuti in una zona lontana dal centro abitato; per fare un ulteriore passo in avanti si vuole sviluppare questa ricerca sulle tecniche e tecnologie appropriate per il recupero e il riciclaggio di tutti quei materiali che possono essere così sottratti alla raccolta. In questo modo si vogliono diminuire i problemi di smaltimento incentivando la popolazione che può in qualche modo trarre un profitto dalla vendita del materiale trattato.

Per prima cosa, in questo capitolo, si ripercorre la storia del popolo Saharawi e si cerca di capire la struttura, le dimensioni e le problematiche del campo profughi nel quale oggi vive; nei capitoli successivi quindi si descriveranno le tipologie di materiali di cui ci si vuole occupare, questi dipendono dal tipo di rifiuti che vengono prodotti. Infine si esporranno le soluzioni pratiche trovate, i macchinari necessari e le informazioni tecniche (know-how) per attuarle.

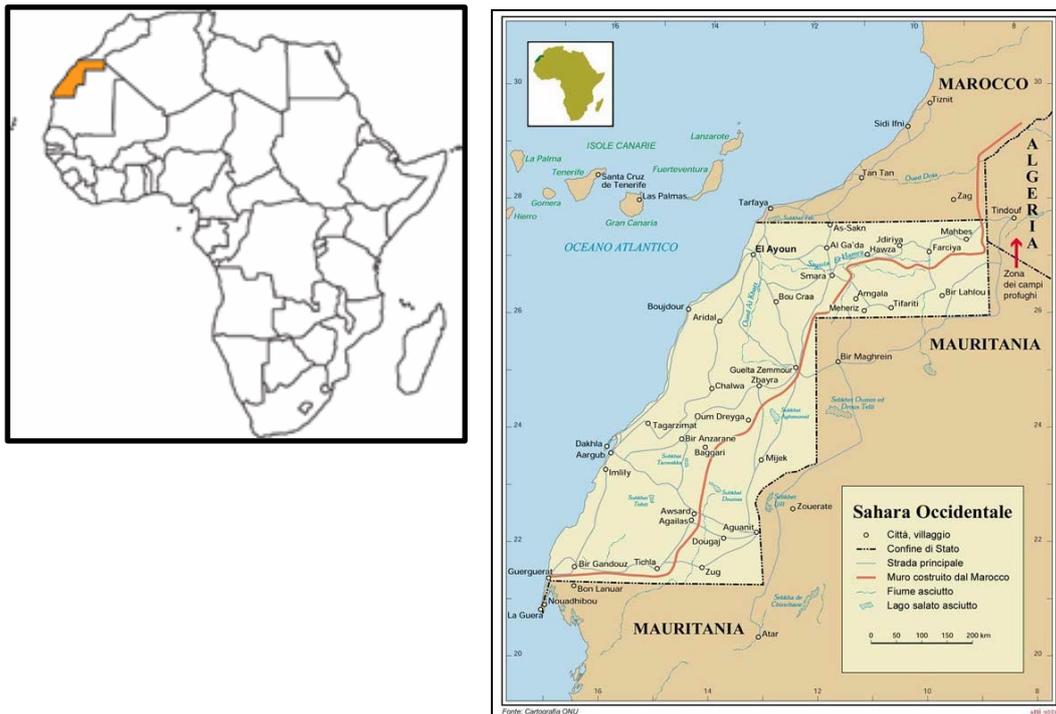


Figura 19 - Sahara occidentale.

3.1. La condizione del popolo Saharawi oggi: inquadramento storico geografico

3.1.1. Il Sahara occidentale: il territorio

Il Sahara Occidentale è un territorio di circa 266000 km² che si affaccia sull'oceano Atlantico per un migliaio di chilometri e confina con il Marocco, l'Algeria e la Mauritania. È in gran parte desertico, ma ricchissimo di risorse minerarie, soprattutto fosfati, e le sue coste sono pescosissime.

I suoi confini sono convenzionali, poiché seguono in parte l'andamento dei paralleli e dei meridiani, tracciati dalle diplomazie europee in seguito alle decisioni della Conferenza di Berlino del 1884, nella quale si definisce la regione del Sahara occidentale come colonia spagnola, abitata dal popolo Saharawi, rispetto a Marocco e Mauritania, colonie francesi.

Per molto tempo le popolazioni nomadi che abitavano quel territorio ignorarono questi confini artificiali ma, a partire dagli inizi del secolo scorso, sono diventati oggetto di un'attenta sorveglianza da parte della polizia coloniale.

Le frontiere divennero allora ben definite per quelle popolazioni, ma ancora oggi, sono oggetto di contenzioso per le particolari vicende legate alla decolonizzazione della regione.

3.1.2. Cenni storici

La Spagna era apparsa sulla costa atlantica del Sahara alla fine del 1400, prima che la conquista dell'America spostasse l'interesse delle potenze europee verso questo continente.

Prima dell'arrivo degli spagnoli le tribù erano numerose, 40 secondo la tradizione, riunite in una confederazione.

Nonostante la conferenza di Berlino avesse riconosciuto la sovranità spagnola sul Rio de Oro nel 1885, gli spagnoli cominciarono ad occuparsi del Sahara Occidentale solo agli inizi del nostro secolo, sollecitati dall'avanzata francese in Algeria, Mauritania e Marocco.

Solo con le convenzioni di Parigi, nel 1900 e nel 1904, e di Madrid, nel 1912, si arrivò alla definitiva delimitazione dei confini del possedimento spagnolo.

In assenza di autorità spagnole, erano i francesi che si incaricavano di far rispettare i confini. Nel 1934 l'amministrazione spagnola attribuì alla popolazione uno stato civile e un documento di identità con l'introduzione di un visto obbligatorio per la transumanza in territori francesi.

Si consolidò quindi una coscienza nella popolazione autoctona ed un sentimento dell'appartenenza territoriale al "Sahara spagnolo", delimitato dai confini al di là dei quali occorre il "visto".

Contemporaneamente iniziò la formazione di una resistenza Saharawi contro lo sfruttamento e i soprusi coloniali. Dopo la seconda guerra mondiale, la resistenza Saharawi guardò con speranza in direzione del Marocco che stava rivendicando l'indipendenza.

Tra il 1956 e il 1958, molti Saharawi si arruolarono nell'*Armée de la Liberation* che operava nel sud marocchino. La Francia decise di lanciare un'operazione di pulizia nel deserto per contrastare le rivendicazioni marocchine e, coinvolgendo anche i comandi spagnoli del Sahara Occidentale, riuscì per il momento a soffocare le rivendicazioni marocchine e a porre sotto controllo la resistenza Saharawi.

Nel 1960 l'Assemblea Generale dell'ONU riconobbe il diritto dei popoli all'autodeterminazione e a partire dal 1963, anche il Sahara Spagnolo venne incluso nella lista dei territori cui tale principio doveva essere applicato.

Sotto gli auspici delle Nazioni Unite, la risoluzione del 1972 includeva per la prima volta anche il diritto all'indipendenza.

Nell'agosto 1974, il governo di Madrid informò il Segretario generale dell'ONU dell'intenzione di tenere un referendum, sotto gli auspici delle Nazioni Unite, entro i primi sei mesi dell'anno successivo, e nell'autunno del 1974 si procedette al primo censimento della popolazione.

Violenta fu la reazione del re del Marocco Hassan II, che all'annuncio del referendum vide vanificati i suoi disegni di estensione della sua sovranità anche sul Sahara. Il re, per bloccare le iniziative di indipendenza del popolo Saharawi, annunciò una marcia popolare di occupazione pacifica di 350000 persone. I marciatori reclutati in tutto il paese, ebbero la consegna di una copia del Corano e bandierine verdi, il colore dell'Islam: da qui l'appellativo di "marcia verde" dato all'operazione. In realtà si trattò di una vera invasione del territorio Saharawi con forze di polizia e militari.

Nel 1975 però la Spagna firmò segretamente un accordo (l'Accordo di Madrid) con Marocco e Mauritania per la spartizione del paese conteso, in cui le forze Saharawi iniziavano un'azione di resistenza armata, non del tutto documentabile, contro il Marocco e la Mauritania.

La resistenza dette allora vita nel 1976 alla Repubblica Democratica Araba dei Saharawi, RASD.

Dal 1976, data della fine dell'occupazione coloniale spagnola, la popolazione Saharawi tenta di concretizzare il suo diritto all'autodeterminazione sul territorio del Sahara Occidentale. A contrastare la creazione di uno stato autonomo ci sono le pretese di sovranità di Rabat che, fin da subito, aveva inviato l'esercito per mantenere il controllo su quelle che vengono definite le province marocchine del sud.

Nel 1979 la Mauritania firmò un accordo separato di pace, riconoscendo la RASD, lasciando gli oneri del conflitto in corso al solo Marocco che invase il restante territorio del Sahara Occidentale, costringendo all'esodo numerosi combattenti e famiglie saharawi che trovarono rifugio in Algeria, proprio nell'oasi di Tindūf.

Le azioni di guerriglia portate avanti dal Fronte Polisario ¹⁴ e le dichiarazioni dell'ONU in favore dell'autonomia dei Saharawi non sono riuscite a smuovere una situazione che sembra cristallizzata da trenta anni a questa parte.

Nel 1988 viene istituita la MINURSO, Missione delle Nazioni Unite per l'Organizzazione di un Referendum nel Sahara Occidentale, che dal 1991 si trova sul terreno con l'intento di fermare i combattimenti tra le parti e procedere ad una soluzione politica del conflitto, ma dopo il cessate il fuoco una serie interminabile di negoziazioni non sembrano riuscire a riavvicinare le volontà delle due parti.

Tutte le proposte formulate dalle Nazioni Unite sono sempre cadute nel vuoto e quasi esclusivamente a causa dell'esplicito rifiuto del Marocco. Del resto la comunità internazionale ha da sempre puntato su una risoluzione politica della contesa: fin dal 1992 l'obiettivo principale era quello di indire un referendum nel territorio sahariano per definire

¹⁴ Fronte Polisario: Fronte di Liberazione di Saguiat - Al - Hamra e Rio de Oro costituito nel 1973 da un piccolo nucleo di nazionalisti Saharawi.

se la volontà prevalente fosse l'indipendenza o l'annessione al Marocco. Tuttavia, temendo una probabile sconfitta, Rabat è sempre riuscita a posporre il voto.



Figura 20 - Campo profughi di Tindūf

Questa situazione di stasi attuale non deve però far dimenticare che, nel territorio sahariano, sono stanziati ancora 120000 soldati marocchini che, per proteggersi dalle incursioni dei rivali, hanno costruito un muro dello spessore di quattro metri lungo 2500 chilometri.

Sull'altro fronte oltre 200000 Saharawi, sono rifugiati, a causa di decenni di combattimento, in campi profughi allestiti soprattutto sul suolo algerino.

In un territorio difficile come quello sahariano la sopravvivenza attuale di queste persone dipende quasi esclusivamente dagli aiuti internazionali, dell'Organizzazione delle Nazioni Unite o di associazioni non governative internazionali.

3.1.3. Il popolo e la sua sistemazione attuale

La popolazione Sahrāwī (che significa “sahariano”, dalla parola araba sahrā’, ossia “Sahara”) appartiene al complesso delle quaranta tribù Saharawi, organizzate da secoli in modo autonomo, con forme proprie di lingua, cultura e organizzazione sociale, nomadi fino a tempi recenti.

Verso la fine del periodo coloniale, il popolo Saharawi appariva già largamente sedentarizzato e urbanizzato, ma sempre attaccato alle proprie tradizioni.

L'origine delle tribù Saharawi si può ricondurre all'immigrazione degli arabi Maquil, provenienti dallo Yemen.

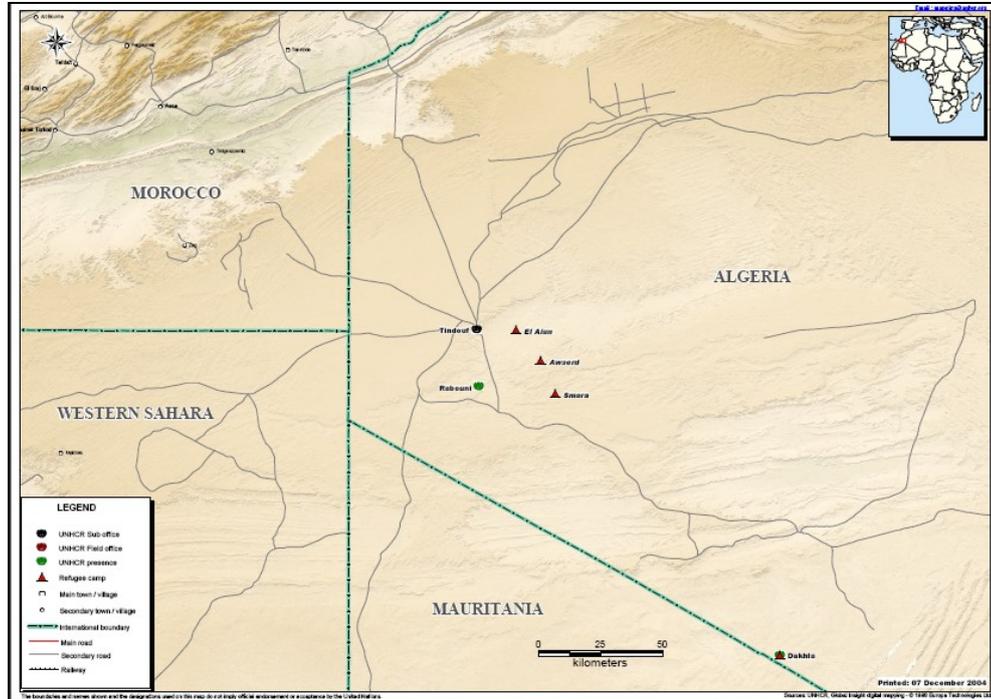


Figura 21 - Cartina della zona dell'oasi di Tindūf.

Un lento processo di fusioni ha dato origine alle tribù di cui ancora oggi i Saharawi conservano la memoria e a cui fanno risalire la propria origine.

L'arabizzazione, molto intensa in alcune tribù, ha lasciato una traccia profonda nella lingua hassaniya, comune a tutte, molto vicina all'arabo classico. La religione è l'Islam sunnita, come nella maggior parte del Maghreb.

L'organizzazione sociale era basata su un consiglio, il Consiglio dei Quaranta, che riuniva periodicamente i capi delle tribù per prendere collegialmente decisioni che riguardavano gli interessi della comunità.

Tale struttura ugualitaria è stata spesso indicata come riferimento tradizionale della democrazia Saharawi.

I Saharawi, dei campi profughi di Tindouf, hanno realizzato una delle esperienze politiche e sociali più interessanti del nostro secolo: la costruzione di uno “*stato in esilio*”.



Figura 22 - Campo profughi del popolo Saharawi.

I rifugiati sono stati distribuiti in quattro distinti campi profughi concentrati a Sud Est della città, nell'inospitale deserto dell'Hammada. Ciascuno assume ai fini amministrativi il nome e le funzioni di un distretto regionale, chiamato Wilaya nella lingua locale:

- ✓ El Ayoun,
- ✓ Smara,
- ✓ Dakhla,
- ✓ Ausserd.

Ogni wilaya è divisa in 6 o 7 province, le dairas, che riprendono anch'esse un nome originario del Sahara Occidentale; ognuna di esse a sua volta è suddivisa in quattro barrios, quartieri. In questo modo, attraverso l'organizzazione spaziale dei campi, si ricrea l'identificazione ed il legame con la patria di origine.

Questi campi diversamente da tutti gli altri, sono totalmente autogestiti: i Saharawi hanno voluto costruire un'organizzazione sociale dove tutti sono chiamati ad avere un ruolo attivo, dove sono valorizzati gli anziani e soprattutto dove le donne condividono responsabilità a tutti i livelli occupando posizioni di grande importanza.

La priorità spetta all'educazione ed alla sanità, dove, ancora una volta, il ruolo delle donne è particolarmente rilevante. Tutti i giovani sono scolarizzati a livello elementare, ed ora anche medio, ed esiste malgrado lo scarso materiale sanitario, una diffusa medicina di base.

In questo modo è stata evitata l'instaurazione di quei meccanismi di attesa passiva, di fatalismo, smobilitazione e corruzione, così comuni

nei campi profughi africani. Il largo margine di autonomia e di iniziativa lasciato ai Comitati di base, ha stimolato l'ingegnosità e la creatività Saharawi.

A causa della fortissima concentrazione di persone, i Saharawi dipendono quasi totalmente dall'esterno per il sostentamento: gran parte dei mezzi materiali provengono dalla solidarietà internazionale e per questo viene prodotta una grande quantità di rifiuti, costituiti essenzialmente da imballaggi.



Figura 23 - Imballaggi che contengono gli aiuti in arrivo da organizzazioni di solidarietà internazionali.

3.2. Breve descrizione del progetto attualmente in corso

Il progetto in corso si occupa di sostenere e promuovere la capacità di gestione e smaltimento dei rifiuti solidi urbani nella wilaya di Smara. È stato avviato nel 2002 con i seguenti obiettivi: garantire una continuità nella corretta gestione dei rifiuti; aumentare la coscienza e la partecipazione comunitaria della popolazione alla gestione dei rifiuti; elaborare normative generali per la difesa dell'ambiente, sostenere e rafforzare la continuità del lavoro degli operatori centrali e di ogni daira; contribuire alla diffusione di una coscienza sulla protezione e l'igiene ambientale e sostenere le necessità logistiche e di consumo.

Al fine di aumentare la consapevolezza della popolazione circa l'importanza di una gestione corretta dei rifiuti nel 2005 sono state avviate attività di sensibilizzazione ed informazione rivolte alle donne ed ai bambini.

È stato finanziato l'acquisto di un camion con pezzi di ricambio per la raccolta lo smaltimento dei rifiuti ed è stata fornita una formazione per il personale addetto.

Attualmente la raccolta avviene settimanalmente e ciò che si raccoglie viene allontanato dal centro abitato e scaricato in alcune aree per essere bruciato.

3.2.1. Ultimi dati sul progetto in corso

Durante la missione nel dicembre 2006 sono state raccolte nuove informazioni sullo stato di fatto del progetto e sulla situazione ambientale nella Wilaya di Smara.

C'è un nuovo referente del progetto Cherif Sidahlumeti Mohamed, detto Leffa, che ha assunto l'incarico intorno al settembre 2006, è direttore dei trasporti della Wilaya e si occupa anche della gestione dell'acqua e dei rifiuti.

Per quanto riguarda la situazione ambientale si può dire che la Wilaya si è ampliata e, in alcune zone, i recinti delle capre e i luoghi di scarico dei rifiuti sono prossimi alle abitazioni di nuova costruzione.

Nonostante ciò all'interno le dairas sono pulite; per quanto riguarda la situazione all'esterno, si possono notare appena fuori dalla Wilaya dei mucchi di rifiuti, a volte non bruciati, scaricati dagli abitanti o per mancanza di sensibilizzazione o per carenza del servizio offerto dal camion, che spesso è fermo per manutenzioni varie; così gli abitanti si disfano dei rifiuti scaricandoli in prossimità delle case. Solo in rari casi sono presenti dei piccoli mucchi di rifiuti anche all'interno delle dairas.

Le dairas adesso sono sette:

- ✓ Farsia
- ✓ Hausa
- ✓ Meheris (Nuova Daira)

- ✓ Mahbes
- ✓ Tifariti
- ✓ Esderia
- ✓ Birlelhu

Il camion si ferma in un punto preciso di ogni Barrio e attende, insieme alla donna, rappresentante del quartiere, l'arrivo della popolazione che conferisce i rifiuti; quando il camion si riempie, scarica e continua il giro per le daire.

Ogni tre, quattro giorni il mucchio nuovo di rifiuti viene bruciato.

Inizialmente i luoghi di scarico dei rifiuti erano tre, ora ne sono stati individuati quattro, più lontani dalla Wilaya e dal centro abitato.

Uno di questi quattro è stato solo individuato e non ancora utilizzato mentre gli altri tre si trovano in prossimità della nuova daira e due di questi sono abbastanza vicini tra loro.

Nella nuova daira Meheris sono presenti dei mucchi di rifiuti: un camion, dedicato alla pulizia della daira, e due persone della squadra di raccolta, si occupano anche della pulizia esterna della daira dove sono presenti questi rifiuti accumulatasi da tempo.

L'organizzazione della raccolta attualmente attiva è riportata in tabella.

Per ognuno dei camion disponibili è indicata la zona di competenza giornaliera.

	CAMION 1	CAMION 2	CAMION 3
Sabato	Farsia	Meheris	Zona commerciale
Domenica	Esderia	Tifariti	Zona commerciale
Lunedì	Hausa	Mahbes	Birlelhu
Martedì	Farsia	Meheris	Zona commerciale
Mercoledì	Esderia	Tifariti	Birlelhu
Giovedì	Hausa	Mahbes	Zona commerciale

Tabella 2 - Organizzazione della raccolta secondo il progetto in corso (dicembre 2006).

Uno dei camion, il terzo secondo la tabella, si occupa anche della raccolta della carcasse degli animali morti che si accumulano in ogni *daira*.

Per quanto riguarda l'incenerimento la zona adibita a questa operazione si trova a circa 5 chilometri da Farsia.

Le attività sono organizzate in questo modo: un giorno alla settimana ogni *tiendas* viene chiusa finché non è realizzata la raccolta dei rifiuti da parte dei proprietari che li caricano sul camion.

La pulizia all'interno della *Wilaya* ha la priorità poi ci si occupa dell'esterno e un giorno a settimana, precisamente il sabato, viene organizzato un incontro con tutti i rappresentanti dei *barrios* per discutere i problemi della raccolta.

Nei pressi della scuola di Farsia, c'è inoltre un'area utilizzata per la macellazione in cui sono presenti scheletri, pelli di cammello, interiora, lasciate ad essiccare che occupano un'enorme superficie, per evitare questo problema c'è da parte della comunità l'intenzione di costruire un mattatoio.

A dicembre del 2006 si è potuto constatare che la situazione di Smara è migliorata rispetto al 2005, anche se l'aumento sensibile della popolazione ha portato nuovi problemi come la collocazione dei recinti delle capre in mezzo alle case che hanno scavalcato i vecchi confini della *Wilaya*.

L'individuazione di un responsabile del progetto, che appare realmente impegnato e sensibile al tema ha già prodotto effetti positivi.

L'attività di sensibilizzazione ha destato grande interesse da parte delle donne e degli insegnanti che intendono proseguire chiedendo altro materiale.

Si può concludere che il sistema di raccolta dei rifiuti appare ben organizzato, il fatto che la *Wilaya* sia pulita indica che il servizio di raccolta è più regolare, quindi nel complesso il giudizio sullo stato di fatto del progetto è positivo.

Relativamente alle criticità sono state individuate le seguenti questioni:

- ✓ la difficoltà di trovare in loco i pezzi di ricambio per il camion FIAT, tecnologia non locale, i cui pezzi di ricambio non sono reperibili neanche ad Algeri;
- ✓ il costante cambiamento dei luoghi scelti per il deposito dei rifiuti che potrebbe essere superato grazie ad una recinzione dei luoghi individuati.

3.2.2. I rifiuti solidi urbani e le problematiche specifiche

La raccolta di rifiuti solidi urbani in questo territorio ha avuto sicuramente delle conseguenze positive nell'allontanamento dei rifiuti dal centro abitato, ma esistono delle problematiche dovute principalmente alle caratteristiche legate in maniera specifica al sito e alla modalità di smaltimento.

La combustione non risulta efficace a causa delle tempeste di vento frequenti in queste zone e della produzione di fumi e di incombusti.



Figura 24 - Zona di accumulo di rifiuti, lontano dal campo.

I rifiuti che si raccolgono sono per lo più costituiti da:

- ✓ carta e cartone;
- ✓ metalli come stagno e alluminio proveniente dallo scatolame;
- ✓ plastiche
- ✓ e in misura inferiore gomma derivante da pneumatici fuori uso.

In questa situazione si pensa quindi di ricercare metodi alternativi di riutilizzo e riciclaggio di tali materiali per diminuire la quantità di materiali da destinare alla raccolta.

Capitolo 4

Alluminio

L'alluminio è un metallo bianco-argenteo che cristallizza nel sistema cubico a facce centrate (con dimensione reticolare $\lambda = 4,04 \text{ \AA}$) ed è pertanto molto duttile e malleabile; le sue proprietà principali sono le seguenti:

- ✓ leggerezza e resistenza agli urti;
- ✓ durevolezza;
- ✓ resistenza alla corrosione, da cui deriva l'atossicità e la capacità di non alterare il gusto ed il colore degli alimenti che contiene;
- ✓ sicurezza dal punto di vista igienico (l'alluminio protegge dalla luce, dall'aria, dall'umidità, dagli odori e dai microrganismi);
- ✓ non è ferromagnetico e perciò si utilizza nella realizzazione di apparecchi come radio, radar e stereo;
- ✓ ottima conducibilità termica;
- ✓ eccellente conducibilità elettrica, viene impiegato nei conduttori ad alto voltaggio, dove si preferisce al rame per la sua leggerezza, e nelle filettature delle lampadine;
- ✓ è riciclabile al 100%.

Il suo impiego va dall'edilizia all'ingegneria aeronautica, dal microchip al veicolo spaziale, dalle tende alla veneziana all'automobile, dai pannelli agli arredi, dalle linee elettriche esterne o interrato alla base filettata della lampadina, dalle protezioni alle linee telefoniche agli imballaggi, dal foglio di protezione ai tubetti per uso medico ed alimentare, dalle bombolette spray alle pentole.

4.1. La storia dell' alluminio

L'alluminio ha poco più di cento anni, ciò nonostante è da considerarsi un metallo "recente" se paragonato al ferro e all'acciaio che hanno segnato le tappe fondamentali della civilizzazione dell'uomo e della rivoluzione industriale. L'alluminio, infatti, inizia il suo sviluppo come materiale multiuso, solo in questo secolo. In poco tempo è però riuscito ad imporsi nella società industriale portandosi al secondo posto dopo l'acciaio sia come produzione che come impieghi.

Esiste in natura solo sotto forma di composto, Sir Humphry Davy, nel 1807, fu il primo a separarlo dal suo ossido, l'allumina (Al_2O_3), sebbene solo nella forma di una lega alluminio-ferro, e a dare il nome al metallo.

Nel 1825 il fisico danese Oersted riuscì a produrre per primo l'alluminio puro. Dopo una serie di tentativi da parte di vari scienziati, nel 1885 un francese, Henri St. Claire Deville, utilizzò un nuovo metodo termo-chimico che permetteva una limitata produzione industriale di alluminio metallico.

Il nuovo, strano metallo ebbe un breve successo in gioielleria e nella posateria, e sebbene il suo prezzo si sarebbe ridotto considerevolmente nel trentennio successivo, risultava ancora troppo caro per un uso commerciale e il suo impiego restava dominio esclusivo dei facoltosi.

A quel tempo, infatti, l'Imperatore Francese Napoleone III usava coltelli, forchette e cucchiaini in alluminio con gli ospiti di riguardo, mentre Re Cristiano X di Danimarca indossava una corona fatta in alluminio.

La svolta avvenne nel 1886 quando, lavorando in modo indipendente, Paul-Toussant Héroult, in Francia, e Charles Martin Hall, negli Stati Uniti, depositarono separatamente i loro brevetti sul processo di fusione elettrolitica per la produzione di alluminio metallico ottenuto dall'allumina. Furono così poste le basi dei metodi industriali per la produzione di alluminio, usati ancora oggi in tutto il mondo e conosciuti sotto il nome di processo Bayer-Hall-Héroult.

La storia dell'alluminio non è comunque conclusa in quanto sono tuttora in corso nuove scoperte volte ad identificare nuovi usi per questo metallo unico nel suo genere.

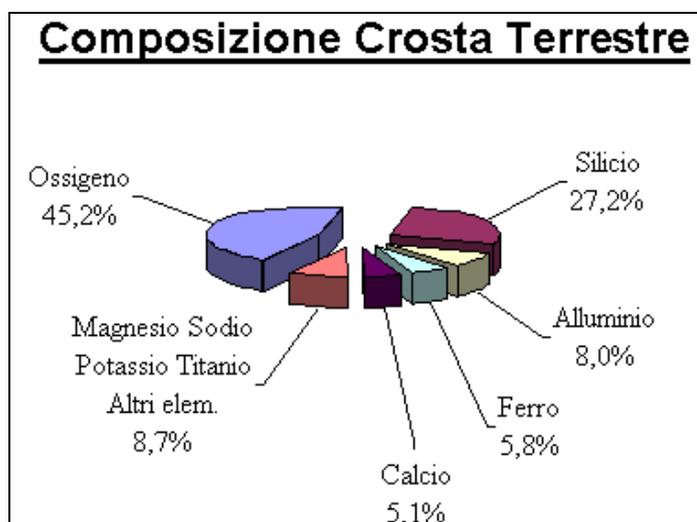


Figura 25 - Composizione della crosta terrestre.

L'alluminio reperibile in natura viene estratto dalla bauxite, minerale molto comune (costituisce circa l'8% della crosta terrestre), che si presenta sotto forma di argilla granulosa o rocciosa di vario colore (rosa, rossa, bruna, grigia).

Il nome deriva da Les Baux, località francese sui Pirenei dove fu identificata per la prima volta. Si trova principalmente nelle aree tropicali e subtropicali, è di facile estrazione e i giacimenti sono di solito a cielo aperto.

Il processo di isolamento dell'alluminio, invece, è alquanto complesso e si svolge in due fasi:

1- *Fase chimica*: la bauxite viene frantumata e ridotta in polvere. Attraverso una serie di processi si ottiene una polvere bianca simile

nell'aspetto al sale (ossido anidro di alluminio) detta comunemente allumina.

2- *Fase elettrolitica*: l'allumina, mediante l'apporto di energia elettrica viene separata dall'ossigeno riducendosi a metallo fuso che viene successivamente colato in lingotti o addirittura solidificato in prodotti semi-finiti.

L'alluminio così prodotto è detto alluminio primario, che si differenzia da quello secondario prodotto dal riciclaggio dei rottami di alluminio, generalmente richiede l'aggiunta di piccole quantità di altri metalli che ne esaltino determinate proprietà.

Qualunque sia la lega, il contenuto di alluminio è comunque superiore al 90%. Le riciclabilissime lattine per le bibite, ad esempio, sono fatte con leghe contenenti basse percentuali di magnesio e manganese che migliorano la rigidità e la malleabilità.

Per produrre 1 kg di alluminio si utilizzano 2 kg di allumina e 4 kg di bauxite. Ad oggi le riserve di bauxite garantiscono alluminio per oltre 1000 anni.

4.2. Le lavorazioni dell'alluminio

L'alluminio si presta a molteplici processi di lavorazione grazie alle particolari proprietà tecnologiche che lo rendono particolarmente duttile e malleabile. La sua leggerezza è la caratteristica che ne ha determinato, almeno inizialmente, la sua grande diffusione, inoltre esso si presta a tutte le operazioni di lavorazione plastica sia a freddo che a caldo. I lingotti, ottenuti in fonderia, possono essere estrusi a barre, profilati, o laminati a caldo per ottenere lamiere o altre forme di grosso spessore. Gli estrusi possono poi essere trafilati a freddo fino ad ottenere le dimensioni desiderate. Così pure i laminati possono essere ulteriormente lavorati fino a raggiungere anche spessori di qualche millesimo di millimetro.

Altre operazioni di formatura, alle quali si presta l'alluminio senza difficoltà, sono:

- ✓ a caldo, la fucinatura e lo stampaggio;
- ✓ a freddo, l'imbutitura, l'estrusione per urto, l'imbutitura al tornio.

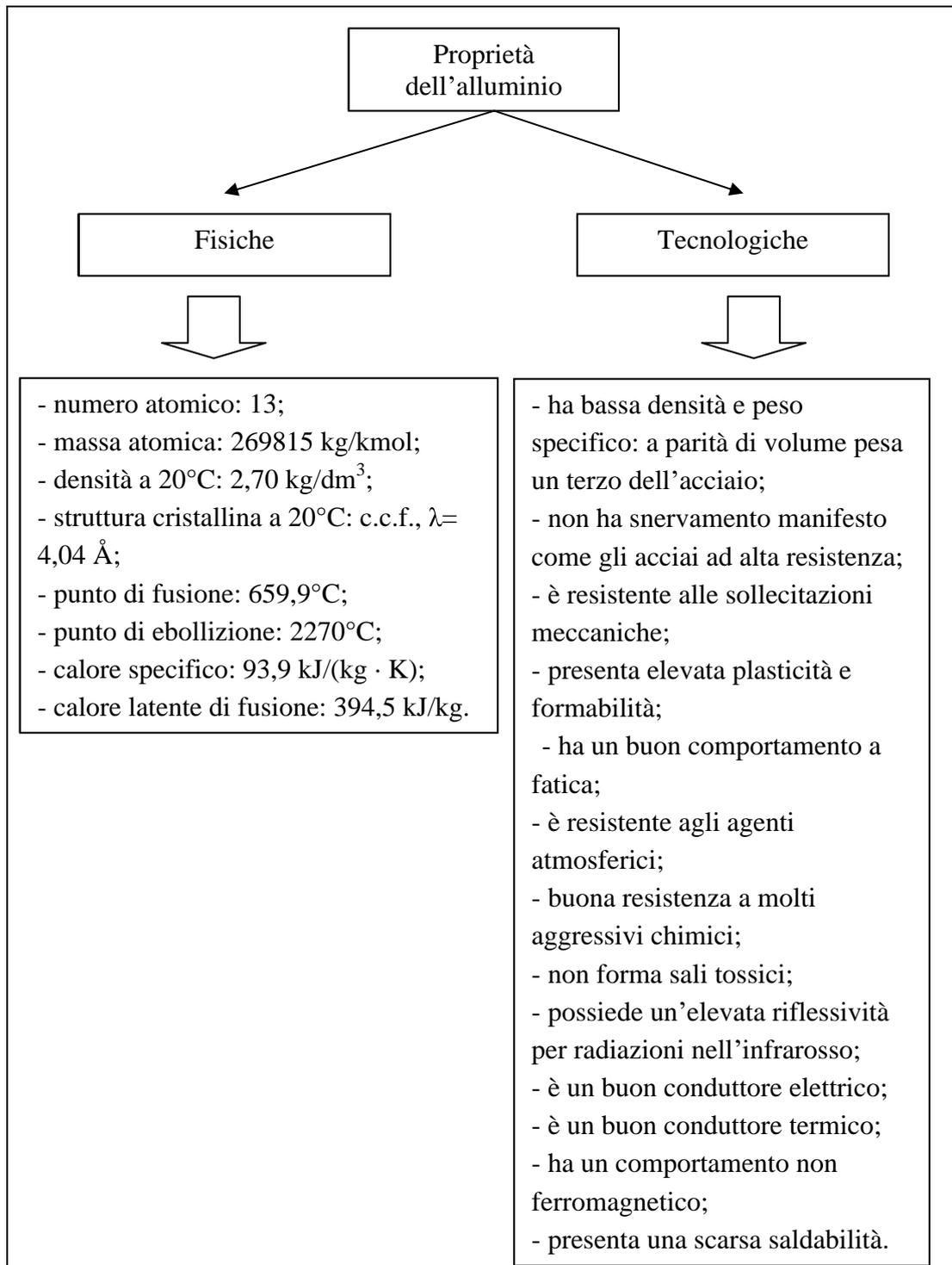


Figura 26 - Caratteristiche fisiche e tecnologiche più importanti dell'alluminio

È da notare che la lavorazione all'utensile dell'alluminio non presenta difficoltà, debbono però essere impiegate velocità di taglio elevate, per cui sono necessarie macchine robuste.

Questo materiale ha buona tenacità e resistenza meccanica anche a temperature bassissime; ha una buona colabilità che rende le sue leghe adatte come materiali da fonderia; tuttavia a causa del maggior coefficiente di ritiro che l'alluminio puro presenta (1,8% , analogo all'acciaio), lo rende meno prestante per questo processo tecnologico rispetto alle sue leghe.

Ha buon comportamento a fatica ed è resistente agli agenti atmosferici: non si corrode; solo alcune leghe presentano una modesta sensibilità agli agenti atmosferici. Ciò sembrerebbe in contrasto con le caratteristiche elettrochimiche dell'elemento; infatti la sua posizione nella scala elettrochimica degli elementi, non è certamente tra le più favorevoli, in quanto esso è uno dei metalli più elettronegativi.

L'alluminio ha, peraltro, una notevolissima affinità con l'ossigeno, tanto da permettere delle reazioni chiamate alluminotermie che, in ambiente ossidante, portano alla formazione di una sottile pellicola di ossido anche a temperatura ambiente. Tale strato, che può essere anche stimolato artificialmente tramite ossidazione anodica, assicura un buon comportamento nei confronti sia della corrosione atmosferica sia di parecchi acidi organici. Questa caratteristica lo rende particolarmente interessante per l'industria dell'imballaggio alimentare ed anche per la costruzione di parti di esterni negli edifici.

Il fatto però, che l'alluminio e le sue leghe siano resistenti agli agenti atmosferici, non significa che siano esenti dalla corrosione atmosferica; in primo luogo tra le diverse famiglie di leghe vi sono enormi differenze; secondariamente è bene ricordare che nel caso si voglia mantenere nel tempo un inalterato aspetto estetico ed un'assoluta integrità strutturale è buona norma ricorrere ad opportuni trattamenti di superficie. È comunque indubbio che le leghe di alluminio non presentino assolutamente quei fenomeni di disgregazione da agenti atmosferici tipici delle leghe ferrose.

È utilizzato ampiamente anche nell'industria chimica, nella costruzione di apparecchiature e di serbatoi per la raccolta e per il

trasporto di sostanze quali: zolfo, idrogeno solforato, solfuri organici, acido nitrico concentrato, acidi organici, ammoniaca ed altri ancora, grazie alla buona resistenza a questi aggressivi chimici.

In alcune circostanze l'alluminio viene scelto, al posto di altri materiali, poiché anche nel caso in cui si possa verificare il fenomeno della corrosione nel tempo, i sali che si formano sono incolori e non alterano i liquidi o le sostanze a contatto; per questa ragione l'alluminio viene utilizzato nell'industria dell'acido acetico sintetico, dell'acetato di cellulosa e dei solventi organici.

Si tratta di un buon conduttore elettrico e termico (secondo solo al rame: infatti la conducibilità termica dell'alluminio è circa il 57% di quella del rame). La capacità di condurre velocemente il calore lo rende ideale per batterie da cucina, per contenitori da riscaldare o raffreddare e per apparecchiature termocondizionanti.

Il fatto di non essere ferromagnetico lo rende adatto specialmente per le applicazioni elettriche ed elettroniche.

La caratteristica tecnologica meno vantaggiosa è la sua scarsa saldabilità legata alla sua affinità con l'ossigeno ed alle caratteristiche del suo ossido. La conseguenza più evidente di questo sta nel fatto che l'unione delle lamiere d'alluminio è tuttora eseguita preferenzialmente tramite chiodatura, anche se sono in atto studi sulle leghe Al-Mg-Si per migliorare la saldabilità.

Altra contropartita a tutti questi pregi è l'elevato costo di produzione: per realizzare i prodotti di prima trasformazione, il ciclo è complesso e richiede notevoli consumi energetici. Pertanto ad un primo approccio sembrerebbe che l'impiego di tali leghe sia antieconomico o comunque non competitivo.

4.3. Il riciclaggio

L'alluminio, dopo l'ossigeno ed il silicio, è il terzo elemento più presente sulla terra; eppure, è il più giovane tra i metalli in uso, essendo stato prodotto per la prima volta su scala industriale, solo poco più di cento anni fa.

Come tutti i metalli abbondanti ¹⁵ si trova combinato con ossigeno e silicio sotto forma di silicati (es.: albite $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, anortite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Considerato che i silicati sono materiali refrattari, difficili da scomporre, essi vengono considerati fonti economicamente non ideali di alluminio primario.

I minerali, abbondanti o scarsi che siano, da cui risulta economicamente conveniente estrarre alluminio sono gli ossidi, gli idrossidi, i carbonati ed i solfuri.

Ragioni geologiche, intimamente connesse alle proprietà chimico-fisiche dei vari metalli, fanno sì che i giacimenti di minerali da cui estrarre gli stessi, si trovino distribuiti in maniera disomogenea sulla superficie terrestre. I maggiori giacimenti di minerali di alluminio si trovano principalmente in Australia, Guinea, America Centrale (Guyana Francese e Giamaica), ma anche negli Stati Uniti, Russia ed Europa.

Se il riciclaggio di materiali quali carta, sostanza organica (il cosiddetto umido), ed al limite anche plastica e vetro, significa proteggere l'ambiente, in quanto si riduce la quantità di rifiuti da smaltire in discarica, con indubbi vantaggi dal punto di vista della ricettività ambientale e dell'alleggerimento del lavoro dei servizi pubblici, il riciclaggio dell'alluminio offre pure il vantaggio di un notevole risparmio energetico ed economico. Questo non solo perché permette di risparmiare fino al 90% dell'energia richiesta per produrlo partendo dalla materia prima, ma anche perché, grazie alla sua grandissima diffusione ed al suo alto valore intrinseco, rende conveniente l'utilizzo di tecnologie di recupero (anche molto complesse e costose) da qualsiasi manufatto obsoleto (rottame). Sotto questo aspetto, quindi, l'alluminio ottenuto da rottame o riciclato da "rifiuto" diventa una risorsa economica non indifferente, per l'economia di un Paese.

Basti pensare che in Europa, l'Italia è leader europeo in fatto di produzione di alluminio secondario (o meglio riciclato) con una produzione che supera le 400000 t/y, ed occupa una posizione di assoluta eccellenza nel panorama mondiale. Questo è veramente

¹⁵ Minerale abbondante: minerale presente nella crosta terrestre con percentuali maggiori dello 0,01%.

sorprendente se si considera che l'Italia è quasi completamente sprovvista di giacimenti di materia prima (bauxite) per la produzione di alluminio primario. Il riciclaggio infatti ha permesso di ridurre le importazioni di minerale d'alluminio che attualmente sono dell'ordine del 30% del fabbisogno annuale.

Si sottolinea il fatto che l'alluminio riciclato da rottame viene chiamato impropriamente secondario; questo nome è la sola diversità che lo distingue da quello primario, ottenuto cioè dalla bauxite, tanto più che il metallo ottenuto da rottami rifusi, presenta sempre più spesso caratteristiche metallurgiche analoghe a quelle dell'alluminio primario.

Da un punto di vista ecologico, dunque, il riciclaggio dell'alluminio fornisce un contributo significativo allo sviluppo sostenibile, poiché, grazie alle attività di riciclaggio, l'alluminio non viene consumato, ma semplicemente utilizzato per l'intera durata in servizio di un determinato prodotto (life of the product).

La quasi totalità dell'energia assorbita nelle fasi di produzione primaria del metallo, per l'esattezza il 95%, viene conservata nel materiale riciclato; la produzione di un chilogrammo di alluminio di riciclo ha quindi un fabbisogno energetico che equivale solo al 5% di quello prodotto a partire dal minerale.

Anche per questi motivi i rottami di alluminio hanno una valorizzazione economica positiva ed è economicamente conveniente il recupero e il riciclo.

Gli evidenti vantaggi derivanti da questa attitudine del metallo leggero sono come sintetizzato di seguito:

1. l'alluminio secondario è equivalente al metallo primario ottenuto dal minerale, anche dopo numerosi cicli di vita;

2. il riciclo consente:

- ✓ un recupero di materiale prezioso senza decadimento di qualità;
- ✓ un risparmio dell'energia necessaria alla produzione di alluminio primario;
- ✓ una riduzione delle emissioni di gas serra;

- ✓ una riduzione delle attività estrattive;
- ✓ una limitazione degli oneri di smaltimento.

4.4. Il riciclaggio delle lattine d'alluminio: situazione attuale

Molto tempo prima che venissero adottate misure legislative, l'industria dell'alluminio aveva stabilito e promosso i criteri alla base del concetto di riciclaggio per le lattine di alluminio e, in alcuni paesi, del foglio sottile di alluminio.

Lega	%Si	%Fe	%Cu	%Mn	%Mg
3004	0,18	0,45	0,13	1,1	1,1
3104	0,18	0,45	0,15	0,9	1,25
5182	0,1	0,24	0,03	0,05	4,5
5042	0,1	0,24	0,03	0,03	3,5

Tabella 3 - Composizione delle leghe di alluminio impiegate per le lattine.

Nel 1995 in Europa, il 21% di tutte le lattine per bevande in alluminio consumate, sono state riciclate con successo ed è stata recuperata anche un'elevata percentuale di altri materiali da imballaggi di alluminio.

In Italia il Consorzio Imballaggi Alluminio aveva l'obiettivo di raggiungere entro l'anno 2002, il recupero del 51% degli imballaggi in alluminio immessi al consumo sul mercato nazionale.

Oggi l'Europa possiede una capacità di circa 120000 t per quanto riguarda il riciclaggio delle sole lattine in alluminio e per il loro riutilizzo (nella produzione di nuove lattine).

Durante gli ultimi anni, l'uso dell'alluminio nell'industria dell'imballaggio, specie per le bevande, è aumentato esponenzialmente, tanto da superare altri materiali tradizionali quali vetro, acciaio, legno.

Ora, in generale, quello dell’imballaggio dell’alluminio è il più grande mercato per il metallo in molti Paesi, compresi gli Stati Uniti.

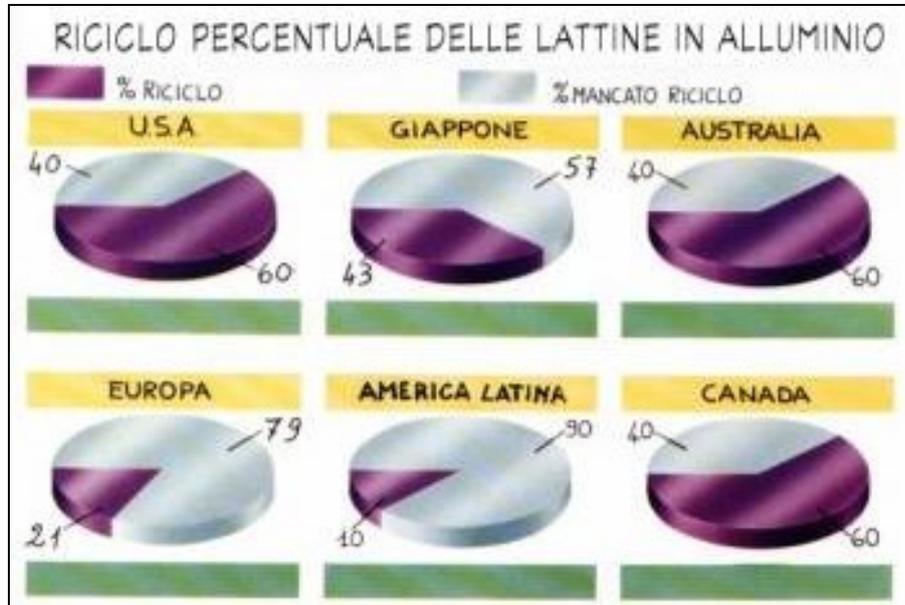


Figura 27 - Situazione del riciclo delle lattine di alluminio nel mondo (1995).

Questa situazione deriva principalmente dal fatto che l’alluminio per tutte le caratteristiche precedentemente citate è un materiale particolarmente adatto per l’imballaggio di cibi e bevande.

Inoltre le leghe più semplici (come quelle utilizzate appunto nelle lattine o negli involucri per i cibi) possono essere facilmente riciclate.

Ma il vantaggio più grande lo si ha dal punto di vista ambientale grazie alla completa riciclabilità delle leghe utilizzate per gli imballaggi. Gli articoli maggiormente prodotti sono lattine e fogli.

Il settore dell’alluminio riciclato rappresenta un comparto importante nel panorama europeo dal punto di vista economico, occupazionale e strategico.

L’Italia, assieme alla Germania, è in termini produttivi prima in Europa e terza a livello mondiale, dopo Stati Uniti e Giappone.

L’alluminio riciclato viene ottenuto dal trattamento e fusione dei rottami pre-consumo (ovvero principalmente scarti di produzione) e post-consumo (ovvero beni al termine del loro ciclo di vita).

Mentre è relativamente semplice riciclare rottami di alluminio pre-consumo, per la relativa pulizia e certezza della loro composizione, il

riciclo dei rottami post-consumo richiede processi e tecnologie particolari, eventualmente preceduti da una fase di accurata selezione.

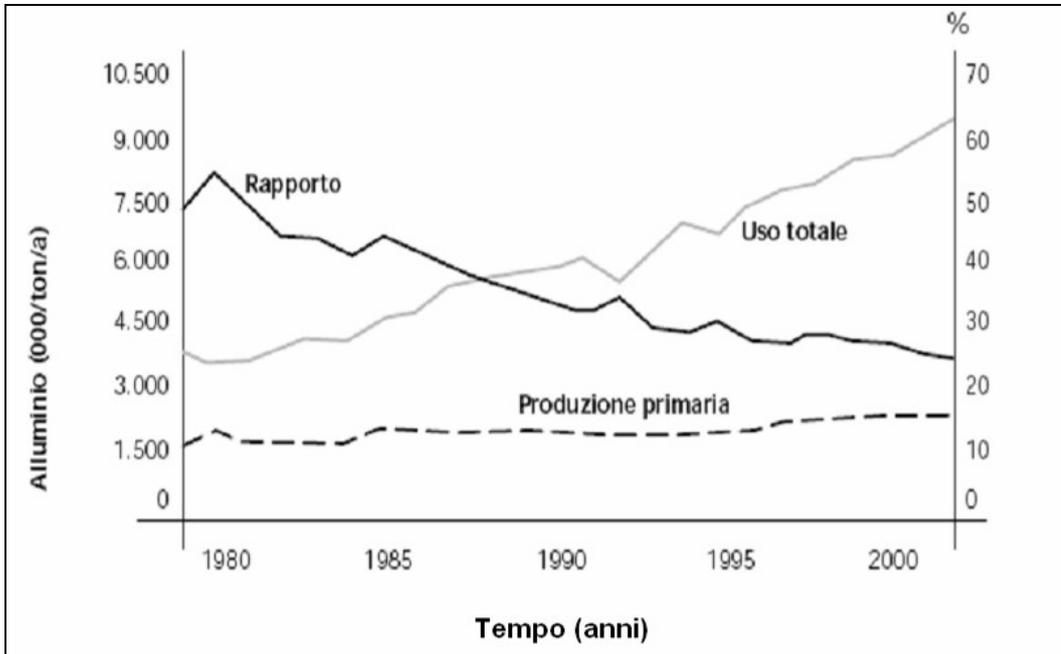


Figura 28 - Trend della produzione di alluminio, uso totale e loro rapporto in Europa (fonte EAA: European Aluminium Association).

I rottami post-consumo, derivanti dalla dismissione e recupero di beni a fine vita, provengono da settori come quelli dei trasporti, della demolizione edilizia e del recupero degli imballaggi; quantità crescenti potranno derivare anche dal recupero dei beni elettrici ed elettronici.

Il settore dei trasporti è uno dei più importanti settori applicativi dell'alluminio; a livello europeo nel 2003 sono stati usati 3,6 milioni di tonnellate di alluminio per la produzione di autovetture, veicoli commerciali, aeroplani, treni, navi. Conseguentemente il settore dei trasporti si tramuta nella maggior fonte di approvvigionamento di rottami al termine del ciclo di vita dei mezzi, tenuto conto del tempo di vita medio di questi beni piuttosto elevato, si consideri che il 90-95% dell'alluminio utilizzato nei trasporti viene separato e avviato a riciclo.

Quello edile è un altro interessante settore ove esiste evidenza di un elevato tasso di separazione ed avvio al riciclo; il fattore di recupero a livello europeo è stato calcolato tra il 92% e il 98%, nonostante l'alluminio rappresenti meno dell'1% in peso della massa complessiva degli immobili.

L’imballaggio a fine vita è il settore dove storicamente il riciclo è prassi, anche in relazione alla presenza di direttive europee specifiche.

La quantità di imballaggi in alluminio, effettivamente avviati al riciclo a fine vita, dipende molto dallo schema di recupero adottato a livello nazionale, e può variare a livello europeo tra il 25 e il 75%.

Le lattine sono la tipologia di imballaggi più nota e riciclata, a livello europeo il tasso di riciclo di questo imballaggio dal 1991 è più che raddoppiato (dal 21% al 46% del 2002).

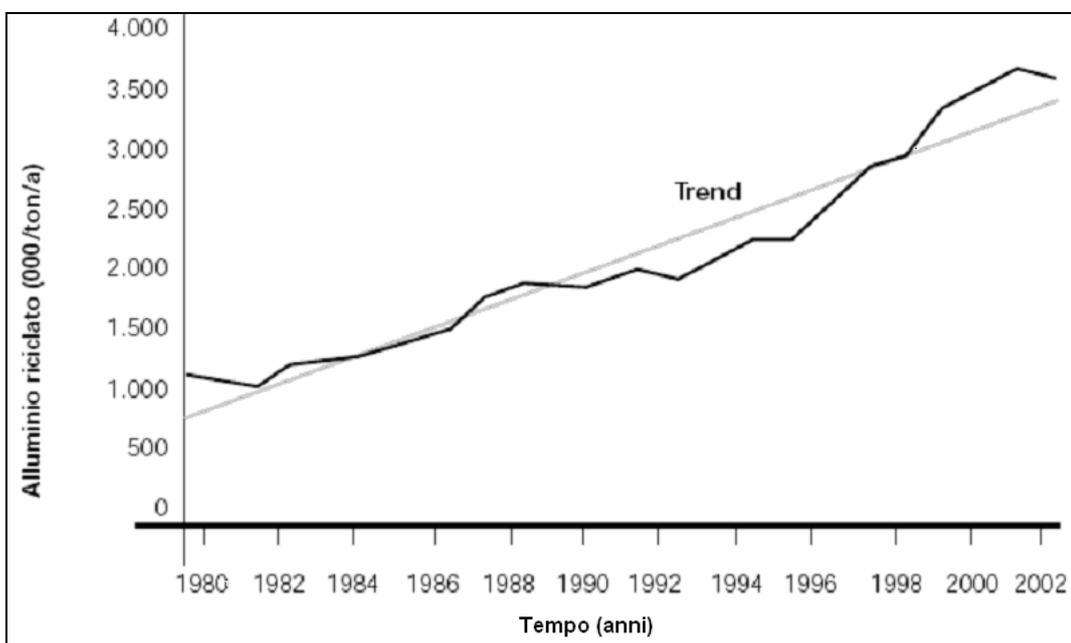


Figura 29 - Trend della produzione di alluminio riciclato in Europa occidentale, (fonte EAA: European Aluminium Association).

4.5. Metodologie e prodotti del riciclaggio

Per quanto riguarda il popolo Saharawi, il riciclaggio dell’alluminio e in generale delle leghe, cioè in termini di prodotti: lattine, scatolame ed imballaggi di altro genere, può essere inserito in un’attività preesistente.

In particolare grazie ad un progetto di cooperazione e sviluppo già avviato, è stata promossa la produzione di medaglie che vengono poi vendute come premi per manifestazioni o durante eventi organizzati allo scopo di sensibilizzare e finanziare i progetti di cooperazione e sviluppo.

Oltre a questo si propongono alcuni metodi per riutilizzare i prodotti stessi con tecniche di assemblaggio per realizzare giocattoli, pratica comune in altri paesi dell’Africa, o articoli di uso domestico e decorativo.



Figura 30 - Esempio di medaglie in alluminio prodotte dai Saharawi.

4.5.1. Medaglie in alluminio

In questo paragrafo si vuole esporre un modo semplice per decorare le medaglie prodotte e per personalizzarle. A questo scopo si può utilizzare la seguente strumentazione semplice:

- ✓ martello in legno o mazzuolo;
- ✓ lastra metallica o una superficie qualsiasi, dura e piatta;
- ✓ stampini con forme diverse.



Figura 31 - Attrezzatura per l’incisione su medaglie d’alluminio

Gli stampini in questo caso imprimevano ognuno una lettera dell'alfabeto ma si possono scegliere anche di altro tipo.



Figura 32 - Medaglia posizionata sul supporto su cui si possono dare i colpi col mazzuolo.

La procedura per realizzarle è molto semplice: innanzitutto si posiziona la targhetta di alluminio sulla piastra; si sceglie la sequenza di stampi da utilizzare e si posiziona il primo, verticalmente sulla superficie della targhetta.



Figura 33 - Stampini con punta in materiale più duro dell'alluminio (o dello stagno) con la forma delle lettere.



Figura 34 - Risultato della targhetta personalizzata.

Si colpisce quindi con il martello in maniera decisa e si procede in questo modo per ognuno degli stampini.

Il risultato sono targhette che presentano delle incisioni.

4.5.2. Le lattine

In Senegal, Mali, Kenya ed in altri paesi dell’Africa, le persone hanno imparato a produrre giocattoli e a costruire piccoli oggetti utilizzando l’alluminio ricavato da lattine.

Si tratta semplicemente di tagliare e piegare la sottile lamiera fino a fargli assumere la forma desiderata.



Figura 35 -Veicoli giocattolo prodotti in Madagascar.

Anche in altri paesi, come ad esempio Vietnam e Messico, si possono trovare aeroplanini, cornici o soprammobili di stagno.



Figura 36 - Automobili giocattolo provenienti rispettivamente da Mali (a sinistra) e Tanzania (a destra).

Riutilizzare le linguette delle lattine

Utilizzando le linguette delle lattine è possibile realizzare braccialetti ed ornamenti simili, unendoli semplicemente con un nastro di colore qualsiasi.

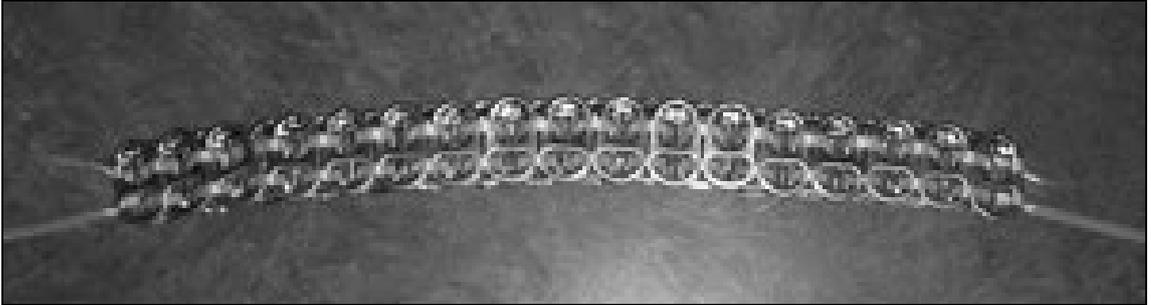


Figura 37 - Braccialetto ottenuto dall'insieme di linguette delle lattine di bibite.

Per la loro costruzione è necessario:

- ✓ prendere un nastro della lunghezza desiderata, infilare una linguetta e fermarla con un nodo (è la prima della serie, che bloccherà le altre), lasciando una lunghezza di almeno 6 cm di nastro libero;
- ✓ a questo punto si aggiungerà una seconda linguetta con la parte interna (quella che normalmente sta a contatto con la lattine) rivolta verso la prima e si farà scorrere verso destra. Attraverso l'apertura ovale delle due linguette, si deve fare passare lo spago;



Figura 38 - Attrezzatura necessaria.

- ✓ quindi si prosegue aggiungendo di volta in volta una linguetta e si intreccia lo spago fino a creare una catenella della lunghezza voluta;

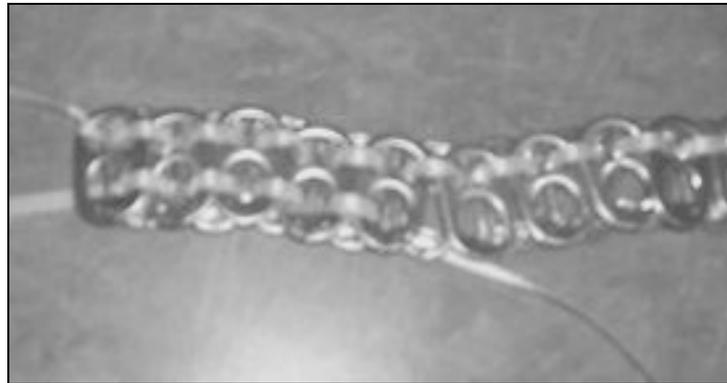


Figura 39 - Braccialetto in costruzione: si vedono bene gli intrecci.

- ✓ a questo punto si prende un'altra lunghezza di nastro e si fa lo stesso nodo, questa volta sull'ultima linguetta in corrispondenza dell'altro foro; si ricomincia quindi a far passare le linguette in modo che si sovrappongano alla serie precedentemente creata.

L'importante è fare attenzione che tutte le parti metalliche abbiano il lato "tagliente" rivolto verso l'interno prima di chiuderla ed utilizzarla.

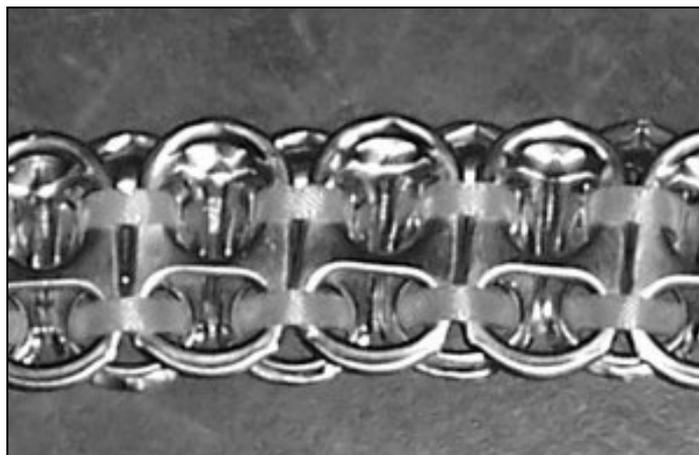


Figura 40 – Particolare del risultato ottenuto intrecciando nel modo corretto.

4.5.3. I tappi delle bottiglie in vetro

In questa sede si propongono anche dei metodi per riutilizzare i tappi metallici delle bottiglie di vetro. Si vuole tuttavia fare notare che, nel

caso di studio, questi non avranno un ruolo di rilievo tra le attività di recupero in quanto non ci sono grandi quantità di bottiglie di questo materiale al campo profughi.

Si ritiene comunque che dare indicazioni su questo argomento possa essere importante per la popolazione, che può così apprendere nuove tecniche artigianali da applicare eventualmente anche in altre sedi.

Per il riutilizzo dei tappi delle bottiglie in vetro si propone un modo utilizzato in un negozio di vini in Italia. Dall'unione di tappi dei colori più diversi è stata realizzata una tenda.



Figura 41 - Tenda all'ingresso di un negozio di vini in Italia.

L'attrezzatura necessaria è:

1. un'asta di legno (o delle asticelle da tende) alla quale andranno legate le cordicelle;
2. dello spago;
3. un gran numero di tappi.

Si dà ora la spiegazione del sistema per realizzare una “corda” e di come essa verrà fissata all’asta. Per le successive si procederà nello stesso modo.

- ✓ Si prende il capo dello spago e si effettuano più nodi in modo da creare un punto di maggior spessore.
- ✓ Si prende il primo tappo e lo si piega su stesso fino a chiuderlo sullo spago nel punto in cui c’è il nodo.
- ✓ Si procede continuando a creare nodi e ad aggiungere tappi in modo che non ci sia spazio tra uno e l’altro fino alla lunghezza voluta.
- ✓ A questo punto lasciando una parte libera si farà un nodo che fisserà la “corda di tappi” all’asta.
- ✓ Le corde andranno legate in maniera da essere equidistanti tra loro e si avrà una tenda che può essere fissata al di sopra di una qualsiasi porta; ad esempio facendo due forellini agli estremi dell’asta si può fermare utilizzando due ganci.

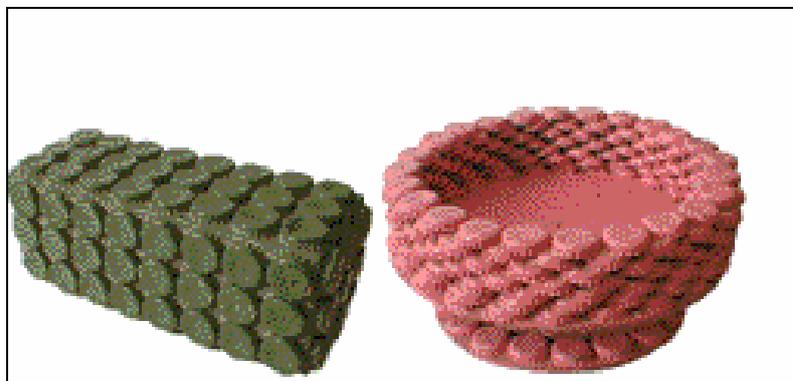


Figura 42 - Scatole realizzate con tappi di bottiglia.

4.5.4. Portaoggetti e contenitori in genere

Dall’idea di un artigiano statunitense, che si è a sua volta ispirato a tecniche già conosciute in alcuni paesi in via di sviluppo, si prende spunto per assemblare tappi e realizzare gli oggetti più svariati. Ovviamente è necessario in alcuni casi avere una base sulla quale questi andranno incollati. Si può pensare di utilizzare scatole di cartone o plastica.

Dalle immagini riportate si vedono scatole, portaoggetti, o anche cestini. Con l'ausilio di filo di ferro è possibile ottenere i manici delle forme più strane.



Figura 43 - Cestini realizzati con tappi di bottiglia.

Capitolo 5

Materie plastiche

Le materie plastiche sono costituite da polimeri: grandi molecole organiche che possiedono numerose proprietà; ciò le rende adatte ai più svariati campi di applicazione. Tra le caratteristiche più importanti si ricordano:

- ✓ un elevato rapporto resistenza-peso;
- ✓ buone proprietà termiche;
- ✓ capacità isolanti dal punto di vista elettrico;
- ✓ resistenza agli acidi e ai solventi.

La loro struttura è variabile a seconda di come le catene di monomeri sono assemblate: si possono avere plastiche a struttura lineare, a struttura lineare con catene laterali oppure dotate di più catene unite insieme.

In base al comportamento che hanno quando vengono sottoposte ad un incremento di temperatura si dividono in due categorie: le termoplastiche, che si ammorbidiscono, e vi rientrano quelle a struttura lineare con o senza catene laterali; le termoindurenti che al contrario se scaldate induriscono.

Le termoplastiche costituiscono l'80% della totalità di quelle prodotte oggi, fra queste si ricordano:

- ✓ polietilene ad alta e bassa densità (HDPE; LDPE), in bottiglie, giocattoli, tubature, taniche di benzina, sacchetti;
- ✓ polietilene tereftalato (PET), in bottiglie, tappeti ed imballaggi alimentari;
- ✓ polipropilene (PP), in contenitori per alimenti, contenitori di batterie;
- ✓ polistirene (PS), in cassette audio e video, piatti e bicchieri;
- ✓ polivinilcloruro (PVC): in pellicole per alimenti, cavi isolanti e prodotti medici.

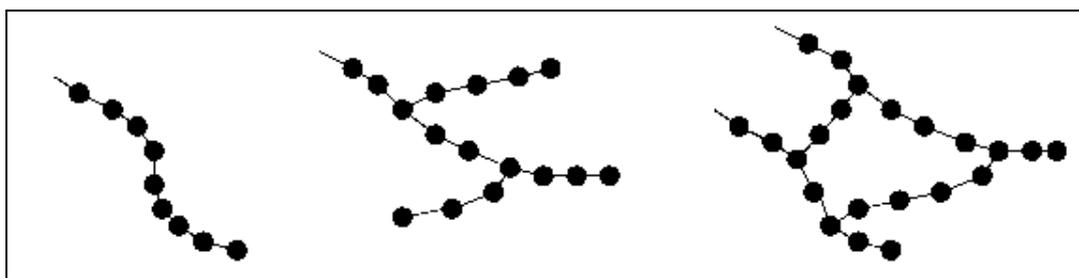


Figura 44 - Diverse tipologie di struttura dei polimeri della plastica, da sinistra: lineare, lineare con catene laterali e struttura a più catene legate.

Il restante 20% è costituito dalle termoindurenti che presentano delle caratteristiche diverse, in particolare sono più difficili da riciclare perché non possono essere ridotte allo stato liquido una seconda volta e ricostituite in altre forme.

Nei paesi industrializzati esistono numerosissimi tipi di plastiche e molto frequentemente si trovano soluzioni per materiali nuovi; al contrario nei paesi in via di sviluppo le tipologie restano molto limitate.

La ragione fondamentale per cui è necessario trovare il modo di riutilizzare e riciclare questi materiali, è che il loro consumo è aumentato e continua a crescere e con esso anche i rifiuti che ne derivano.

Una seconda motivazione è che servono notevoli quantità di idrocarburi per la loro produzione.

Nonostante inizialmente fossero ricavati dalla cellulosa oggi è l'industria petrolchimica ad occuparsi della loro produzione.

Dato che le riserve di idrocarburi sono limitate, il riciclo permetterebbe non solo di diminuire lo sfruttamento di una risorsa importante per tanti altri scopi, ma anche di limitare tutti i problemi legati all'accumulo di rifiuti e di ridurre i fumi prodotti dalla loro combustione.

Il fattore positivo è che si sta rilevando una crescita oltre che nel consumo di plastica anche nel riciclaggio. Questa tendenza si riscontra eminentemente nei paesi in via di sviluppo, anche perché in questo modo essi aspirano a rendersi un po' più indipendenti e a produrre oggetti con costi limitati, più accessibili alla popolazione locale.



Figura 45 - Cumulo di rifiuti plastici indifferenziati.

5.1. Tipi di plastiche riciclabili e test speditivi per identificarli

Esistono molti tipi di plastiche ma comunemente ne vengono riciclate solo quattro, che peraltro sono quelle maggiormente impiegate:

- ✓ polietilene (PE);
- ✓ polipropilene (PP);

- ✓ polistirene (PS);
- ✓ polivinilcloruro (PVC).

Il problema fondamentale quando si decide di riciclare un materiale plastico è che spesso esso non è formato da un solo polimero: fibre diverse vengono unite insieme a dare il prodotto finito.

Per individuare le differenti tipologie è possibile effettuare dei semplici test i cui risultati permettono di distinguere almeno tra i polimeri abitualmente impiegati.

Il test dell'acqua

Si pone un frammento di plastica in un contenitore con acqua e qualche goccia di detergente, quindi si controlla se il materiale galleggia o affonda.

Il test del fuoco

Tenendo un pezzetto di plastica con delle pinzette lo si avvicina ad una fiamma e si controlla sia se brucia, sia di quale colore è la fiamma.

Il test dell'unghia

Per vedere di che durezza è il materiale si può semplicemente applicare una pressione con l'unghia e vedere se si lascia un segno oppure se la superficie rimane intatta.

Nella seguente tabella si riportano i risultati del test e le caratteristiche per i materiali più comuni:

Test	PE	PP	PS	PVC
<u>Acqua</u>	galleggia	galleggia	affonda	affonda
<u>Fuoco</u>	COLORE: fiamma blu con punte gialle; ODORE: come la cera delle candele;	COLORE: fiamma gialla a base blu; ODORE: come la cera delle candele ma meno forte rispetto a quello del PE;	COLORE: punta della fiamma gialla; ODORE: delicato;	COLORE: fumo giallognolo, non continua a bruciare se rimosso dalla fiamma; ODORE: di acido cloridrico;
<u>Incisione dell'unghia</u>	Visibile	Non visibile	Non visibile	Non visibile

Tabella 4 - Risultati di test speditivi di identificazione dei diversi materiali plastici.

5.2. Riciclaggio a piccola scala

Nel mucchio dei rifiuti, la prima operazione da fare è di dividere le plastiche, in particolare le riciclabili da quelle che devono essere mandate in discarica; dopodiché si inizia il processo che può essere diviso nelle seguenti fasi:

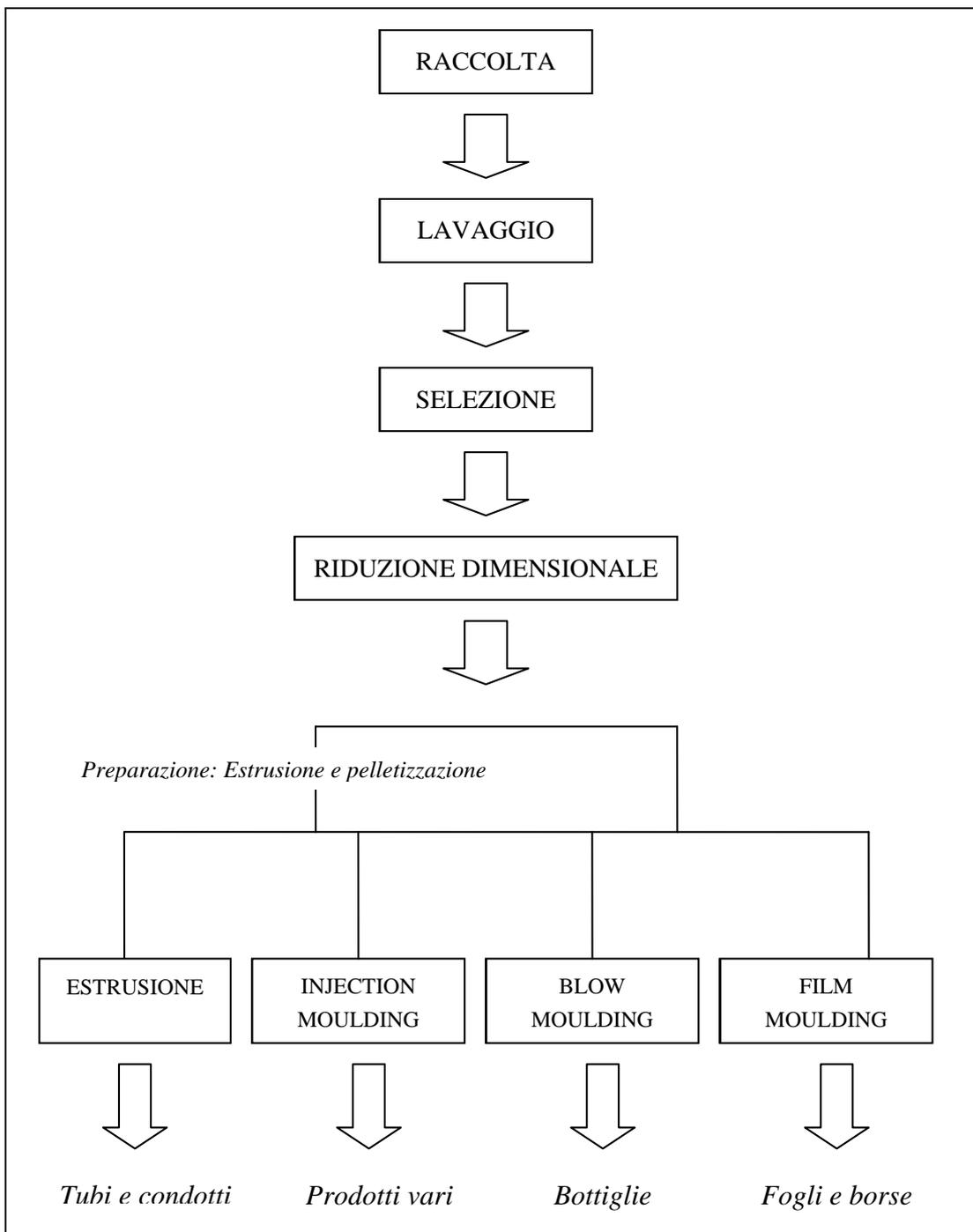


Figura 46 - Flow sheet del processo di riciclaggio tipico per paesi a basso reddito.

5.2.1. Il lavaggio

La fase della pulitura dei rifiuti plastici si divide in due: quella di lavaggio e successivamente in quella dell'asciugatura; esistono numerose tecniche possibili che vengono scelte in base alle risorse e all'attrezzatura a disposizione.

Il lavaggio è molto importante perché migliora la qualità del prodotto finito che quindi renderà di più anche in termini di ritorno economico.

La plastica può essere lavata in vari momenti del processo: prima, dopo o anche durante la fase di selezione e separazione. Generalmente comunque, si effettua prima della riduzione dimensionale e i materiali estranei: etichette in carta, colle, ecc., vengono rimossi.

Il processo può essere meccanizzato o manuale, per quest'ultima ipotesi si possono utilizzare vecchi bidoni per olio tagliati a metà, vasche da bagno oppure recipienti costruiti appositamente.

Il mescolamento dell'acqua può essere effettuato con una paletta e se il liquido si arricchisce troppo di sostanze grasse ed oleose si possono aggiungere additivi quali: saponi, detersivi ricavati dalle bottiglie dei detersivi usati, oppure soda caustica. In quest'ultimo caso però, bisogna fare attenzione ad indossare sempre guanti protettivi.

L'acqua può anche venire mescolata meccanicamente; ad esempio ad Istanbul c'è un impianto in cui il recipiente per il lavaggio è dotato di un motore che fa girare una serie di palette a bassa velocità. Il materiale viene lasciato in acqua per diverse ore, mentre le pale girano continuamente.

Durante questo processo, ciò che sporca il materiale, prevalentemente sabbia, si deposita e la plastica pulita viene prelevata.

Tutti i rifiuti di tipo plastico hanno bisogno di essere lavati; solo alcuni di particolare provenienza, industriale o commerciale, potrebbero essere sottratti a questo trattamento.

Ovviamente le frazioni di materiale pulito e non pulito vanno tenute separate tra loro e dalle altre frazioni di rifiuti non plastici.

A piccola scala il lavaggio, che viene eseguito una volta avvenuta la raccolta, si riduce semplicemente ad un lavaggio a mano.

5.2.2. L'asciugatura

Alcuni polimeri sono igroscopici, assorbono l'umidità lentamente e necessitano la fase di asciugatura per essere sottoposti ai successivi trattamenti di estrusione o di eventuale pellettizzazione.

Anche in questo caso le operazioni possono essere fatte con o senza l'ausilio di apparecchi meccanici. Il metodo meccanico consiste nel generare un flusso di aria calda che passi attraverso un bidone contenente il materiale plastico, posto in rotazione, e nel mescolare la plastica posta su una superficie poco profonda all'interno di un forno; oppure si utilizza il metodo manuale che consiste soltanto nel disporre gli oggetti al sole e nel lasciarli asciugare naturalmente.

Per limitare lo spazio necessario, i sacchetti e i fogli possono essere appesi a dei fili, il che riduce l'area necessaria di circa il 50%.



Figura 47 - Asciugatura di fogli in plastica a Bangkok.

Eventualmente dopo la riduzione in frammenti la plastica può ancora essere sottoposta a trattamenti per eliminare il residuo contenuto di umidità; in questo caso viene centrifugata o deposta su una superficie a formare uno strato dello spessore di alcuni centimetri.

Per stendere una quantità pari a 300 chilogrammi di plastica in frammenti (data una densità media di 210 kg /m^3) servono circa $15 \div 20 \text{ m}^2$; per velocizzare il processo vengono mescolati di tanto in tanto.

Nella figura precedente si vede la distesa di fogli posti ad asciugare naturalmente mentre nella successiva c'è la foto di una macchina di un impianto ad Istanbul che consiste in un contenitore simile ad un grande vassoio, dotato di una griglia sulla quale si depongono i frammenti plastici (prevalentemente in polietilene), di un ventilatore e di un bruciatore a gas. Il ventilatore soffia aria riscaldata al di sotto delle griglia contribuendo alla riduzione del contenuto di umidità.

Con un bastone il materiale viene rigirato, di tanto in tanto, per diminuire il tempo necessario che generalmente, ad una temperatura di $70 \div 90^\circ\text{C}$, varia tra le $2 \div 3$ ore.



Figura 48 - Apparecchio per l'asciugatura di rifiuti plastici ad Istanbul.

Naturalmente per temperature inferiori il tempo di esposizione aumenta, come accade nel caso dell'asciugatura naturale all'aria aperta, specialmente in presenza di un debole vento.

I polimeri che in particolare richiedono di essere sottoposti all'asciugatura sono: i nylon, i policarbonati, l'acrilonitrile-butadiene-

stirene (ABS), il polistirene ad alto impatto (HIPS¹⁶) e le plastiche contenenti cellulosa.

A questo punto si possono dividere i materiali per colore, provenienza o in base al comportamento al calore.

5.2.3. *Casi particolari*

Si riportano ora alcuni esempi di imprese che si occupano della fase di preparazione dei rifiuti plastici ai successivi trattamenti per il recupero; generalmente all'interno della stessa unità si trovano riunite le due fasi del processo: lavaggio ed asciugatura.

In particolare ci si soffermerà a descrivere i casi relativi alle situazioni di Manila, Calcutta, Il Cairo e Istanbul.

A Manila, nelle Filippine, la plastica, cosiddetta soft, viene immersa nel fiume e calpestata esercitando una pressione per fare uscire la sporcizia e le impurità.

C'è anche un grosso recipiente (che precedentemente conteneva olio) con una capacità di 200 litri il quale dopo essere stato pulito, viene utilizzato per lavare tutti i tipi di plastica.

Le sostanze impiegate sono generalmente solo acqua e sapone, in qualche caso viene aggiunta soda caustica per la rimozione di contaminanti particolari quali: sostanze oleose o vernici.

Sia per i fogli che per i rifiuti in plastica rigida l'asciugatura viene fatta al sole: nel primo caso si appendono ad un filo, nell'altro caso essi vengono deposti in cesti di bambù.

A Calcutta, in India, i contenitori sono lavati in una pozza d'acqua mentre vengono mescolati con dei bastoni.

I rifiuti vengono poi lasciati al sole per tre, quattro ore ed infine imballati in sacchi di juta dal peso variabile tra i 25 kg e i 50 kg.

¹⁶ HIPS: polistirene ad alto impatto, si tratta di una lega polimerica, in particolare è un polistirene caricato con SBR (gomma stirene-butadiene).

Particolare interesse riveste il settore del recupero dei contenitori del latte, che garantiscono un elevato ritorno economico e perciò si puliscono con grande attenzione.

Quindi vengono trasportati al più vicino stagno dove vengono frizionati per eliminare i residui di latte; non si utilizzano sostanze chimiche.

Dopo la pulizia rimangono al sole anche in questo caso per tre, quattro ore. Vengono poi impilati, confezionati e trasportati nuovamente ai venditori.

La paga dei lavoratori del settore è di circa 50 ¢¹⁷ per ogni chilogrammo di materiale lavato, asciugato e riconsegnato (anche se può variare in funzione della distanza tra il luogo nel quale i trattamenti avvengono e il luogo di consegna).

Quattro o cinque lavoratori, che solitamente in questo paese lavorano fino a dodici ore al giorno, riescono a trattare quotidianamente circa 350 kg.

Al Cairo il lavaggio dei rifiuti più rigidi, dopo che questi sono stati tagliati, avviene usando due taniche: una di acqua fredda e una calda, ed un bruciatore.

Per ogni tonnellata di plastica vengono aggiunti 25 chilogrammi di idrossido di potassio (KOH), per un costo di 1 \$/kg e 2 chilogrammi di una sostanza, *stripping powder* o polvere miscelante, in soluzione a 2000 litri di acqua calda; dopo questa operazione si sciacquano nella tanica a temperatura ambiente.

Due lavoratori impiegano circa cinque giorni a lavare una tonnellata di plastica che viene pagata circa 75 \$/t.

In una impresa ad Istanbul, nove donne lavano manualmente e selezionano circa 750 kg di oggetti in plastica al giorno, che corrispondono ad una produttività di circa 80 kg a persona.

Da una indagine fatta a Jakarta, è possibile definire una capacità media giornaliera per persona di circa 70 chilogrammi utilizzando solo tecniche manuali.

¹⁷ Rupia Indiana: la moneta ufficiale a Calcutta, divisa in 100 paisa; il suo valore unitario è di 0.0172 Euro (1 Euro = 58.1918 Rupia Indiana; 1 Rupia Indiana = 0.0172 Euro).

Naturalmente se questa velocità non fosse sufficiente, per superare tale limite basterebbe introdurre dei dispositivi meccanici per sopperire al gap derivante dalla gestione interamente manuale delle diverse fasi del lavoro.

5.2.4. La selezione

Il grado e l'accuratezza con cui si selezionano e separano i rifiuti plastici, varia considerevolmente in funzione della domanda e delle particolari richieste degli imprenditori e degli artigiani, ai quali questi vanno venduti.

In pratica la selezione varia con il tipo di trattamento a cui sono destinati i rifiuti dopo questa fase.



Figura 49 - Separazione dei rifiuti a Bangkok.

La selezione può avvenire in qualunque fase del trattamento ed i criteri che si seguono sono diversi, generalmente comunque avviene secondo il colore o il tipo di polimero.

Nella maggior parte dei paesi meno sviluppati, la selezione viene fatta da donne e bambini principalmente a causa della paga scarsa e della grande richiesta di lavoro manuale.

Le condizioni di lavoro sono sufficientemente igieniche grazie al fatto che questa fase è generalmente preceduta dal lavaggio.

Esistono diverse disposizioni di base da seguire nel processo di selezione, oltre ai test di cui si è parlato in precedenza:

- ✓ si devono rimuovere tutte le parti applicate sugli oggetti come ad esempio etichette o tappi, in materiali diversi dalla plastica;
- ✓ i fogli e i sacchetti in plastica (soft plastic) vengono separati dagli altri oggetti (rigid plastic);
- ✓ la divisione va fatta anche secondo il tipo di polimero (PE, PP, PS, PVC), in particolare per quanto concerne il polivinilicloruro;
- ✓ le pellicole in polietilene vanno distinte per colore: quelle trasparenti dalle altre;
- ✓ gli elementi rigidi in polietilene saranno separati in due categorie: la frazione colorata e quella con leggermente colorata (bianchi e trasparenti).

Al Cairo ad esempio la procedura generale della separazione, che avviene subito dopo la raccolta, è quella di dividere i pezzi di plastica in primo luogo tra termoplastici e termoindurenti.

I primi sono poi separati in bottiglie, plastica trasparente e flessibile; ed all'interno di ogni frazione si distingue secondo il tipo ed il colore.

Sei lavoratori inesperti per questa operazione possono raggiungere una capacità produttiva di una tonnellata al giorno e la loro paga ammonta a circa 4 \$.

A Calcutta sono gli stessi addetti alla raccolta primaria che fanno una prima selezione grossolana tra PVC e plastica a bassa e ad alta densità, dato che le tre tipologie sono di qualità diversa e di conseguenza hanno diverso valore economico.

Gli operatori della fase primaria della raccolta si pongono come intermediari tra i venditori di rifiuti itineranti del settore informale, e i

lavoratori della fase secondaria; con questi ultimi hanno continui rapporti: a loro vendono i rifiuti di diversa qualità.

C'è poi un'ulteriore separazione, il lavaggio e l'asciugatura. Sono specialmente i sacchetti ad essere in cattive condizioni (sporchi o lacerati) mentre per quanto riguarda i rifiuti provenienti dai settori industriale, commerciale ed agricolo sono generalmente già abbastanza divisi anche se a volte si può procedere ad un'ulteriore separazione.

5.2.5. La riduzione dimensionale

Questa fase è necessaria sia per limitare gli ingombri, nel caso debba avvenire il trasporto, sia per rendere i frammenti adatti alle piccole macchine impiegate per i trattamenti successivi.

Le tecniche possono essere diverse: il taglio generalmente viene fatto con cesoie per una prima riduzione dimensionale; in una seconda fase, con uno shredder dotato di lame rotanti, si riducono i pezzi in fiocchi; infine c'è la fase di agglomerazione in cui si effettua una preplasticizzazione riscaldando il materiale che poi si taglia in piccoli pezzi. Generalmente per queste due operazioni esiste un'unica macchina.

5.2.5.1. Il taglio

Il taglio è la prima fase necessaria per ridurre dimensionalmente i rifiuti, ad esempio contenitori, che non possono essere mandati direttamente allo shredder.

Si può effettuare con una macchina azionata elettricamente oppure con l'ausilio di semplici cesoie appositamente realizzate.

Al Cairo la plastica già selezionata e lavata, viene tagliata manualmente; tale operazione ha in media un'efficienza di una tonnellata al giorno per tre lavoratori.

Ovviamente si sta parlando di plastica più rigida, tutti i sacchetti sono stati selezionati prima di questa fase e avviati al laboratorio che si occupa in maniera specifica del loro recupero.

5.2.5.2. La riduzione in frammenti

Questa fase, chiamata anche omogeneizzazione, serve a ridurre ulteriormente i pezzi di plastica in modo che abbiano tutti la stessa dimensione; la trinciatrice (shredder) è costituita da lame rotanti e da una griglia per garantire l'uniformità del prodotto in uscita.



Figura 50 - Shredder ad asse orizzontale ad Istanbul (capacità: 60 kg/h; potenza del motore: 10÷15 kW; prezzo: \$3000 ÷ 4000 di seconda mano).

In alcuni modelli come quello mostrato nella figura precedente le lame sono azionate elettricamente, da un motore posto nella parte posteriore. Il taglio continua fino a che tutti i frammenti sono in grado di passare attraverso i fori della griglia.

Volendo fare degli esempi si possono anche valutare le capacità produttive ed i costi relativi alla quantità di plastica prodotta.

Al Cairo con una macchina per ridurre frammenti di plastica rigidi, si possono trattare tra 250 kg e 2 tonnellate al giorno ed è necessario un motore con potenza che varia tra i 15 ÷ 30 HP ¹⁸. Queste macchine

¹⁸ 15 ÷ 30 HP corrispondono ad un intervallo compreso tra 11190 ÷ 22380 W; 1 HP (horsepower) è pari a $7,457 \times 10^2$ W.

prodotte localmente costano tra 1250 \$ e 2500 \$ in funzione della capacità produttiva e necessitano di due operatori che vengono pagati circa 5 \$ all'ora. Complessivamente il costo per produrre una tonnellata di plastica si aggira attorno ai 30 ÷ 35 \$.

A Calcutta invece una macchina di questo tipo con una capacità di 300 kg al giorno può costare tra 900 ÷ 1000 \$.

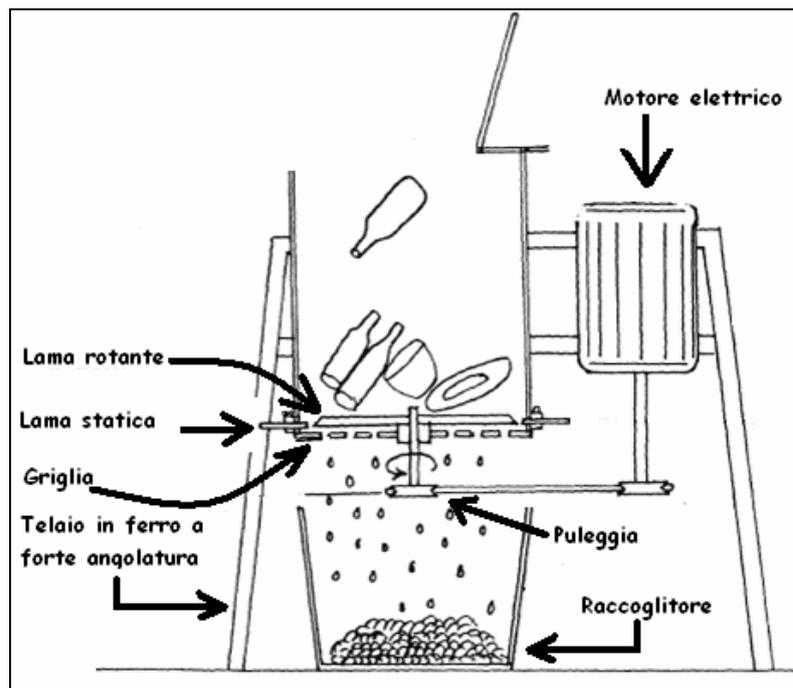


Figura 51 - Shredder artigianale: modello ad asse verticale, il più semplice.

Un'opzione per risparmiare nell'acquisto della macchina sarebbe quella di costruire uno shredder artigianalmente: il modello più semplice è quello ad asse verticale che si vede in figura 51. Servono solo conoscenze meccaniche di base per questa operazione ma il problema è la scarsa affidabilità e robustezza della macchina.

Si può comunque pensare di partire con la costruzione di una macchina piccola con un motore di 5 kW, per poi acquistarne uno di dimensioni maggiori.

Volendo fare a meno di macchinari complessi, anche dal punto di vista della richiesta energetica, la soluzione più adatta sembra essere quella adottata da paesi in cui l'elettricità non è disponibile in quantità elevate o addirittura è assente; in tal caso lo shredder è sostituito con un

pesante volano ed una combinazione di meccanismi azionati da una manovella.

Un cambio differenziale con rapporto di riduzione 4:1, combinato con una coppia di ingranaggi cilindrici con rapporto di riduzione 2:1, danno un rapporto di riduzione totale di 8:1, cioè la lama rotante e il volano ruotano otto volte per ogni giro della manovella.

Un uomo adulto può effettuare questo lavoro per parecchie ore al giorno sebbene sia un lavoro duro.

In un esperimento condotto da Jon Vogler¹⁹ si è provato che tale macchina funziona bene soprattutto con il polistirene e può presentare qualche difficoltà con le altre tipologie di rifiuti plastici.

5.2.5.3. L'agglomerazione

Questa fase nel nostro caso è assente perché serve a ridurre dimensionalmente fogli o sacchetti in plastica che, se inseriti nelle macchine per estrusione e pellettizzazione, possono creare problemi.

In questo caso sono stati selezionati precedentemente per altri tipi di trattamenti di recupero e non sono presenti in questo processo.

5.2.6. Estrusione e pellettizzazione

I pezzetti di plastica in uscita dalla fase precedente vengono scaldati per rendere possibile la formazione di filamenti (“spaghetti”) e la successiva riduzione in pellet.

Si tratta di una sorta di preparazione alla fase manifatturiera vera e propria, che avviene poi attraverso svariati processi.

Serve a migliorare la qualità del prodotto finito; deve essere preceduta da una accurata separazione in base ai diversi polimeri e si deve garantire una omogeneità nelle dimensioni dei frammenti in ingresso.

¹⁹ Jon Vogler: studioso ed autore di molti libri riguardo le tecnologie appropriate ed intermedie da applicare per il riciclaggio nei paesi in via di sviluppo, ad esempio: “Small Scale Recycling Plastics” del 1984.

Per gli scopi di questo studio la pellettizzazione si ritiene superflua perciò non viene considerata tra le fasi che costituiscono la preparazione del materiale al successivo trattamento di formatura; comunque si accennerà alle macchine utilizzate a questo scopo.



Figura 52 - Macchina per la pellettizzazione a Bombay.

La stessa macchina impiegata per l'estrusione vera e propria può essere usata anche per la produzione di filamenti da pellettizzare e da comprimere. È formata da:

- ✓ una tramoggia attraverso la quale il granulato entra nella macchina;
- ✓ un recipiente di acciaio, capace di resistere all'elevata pressione applicata;
- ✓ una o più coclee progettate per forzare il passaggio della plastica verso il contenitore e riscaldarla allo stesso tempo (si tratta di parti meccaniche con caratteristiche molto specifiche perciò non possono essere costruite in maniera approssimativa);
- ✓ dispositivi per il riscaldamento elettrico e tubi di raffreddamento ad aria o ad acqua, disposti attorno al recipiente per fare in modo che la temperatura del materiale che entra nella bocchetta sia giusta;
- ✓ una bocchetta attraverso la quale la plastica viene forzata a passare;
- ✓ uno stampo, in altre parole un piatto di acciaio con un buco il cui profilo sia quello desiderato: per la pellettizzazione è caratterizzato da tanti piccoli forellini di circa 3 mm di diametro, disposti su due

file per ottenere più filamenti contemporaneamente (circa dodici nelle macchine piccole);

- ✓ un sistema per bloccare lo stampo che viene sollecitato continuamente dalla pressione esercitata dal materiale in uscita;
- ✓ un motore ed un cambio per azionare la vite di Archimede;
- ✓ una griglia che tenga fuori le impurità che viene solitamente montata tra il recipiente e la bocchetta di entrata. Deve essere anch'essa robusta in quanto è soggetta alla spinta del materiale in pressione. Nel momento in cui le aperture vengono bloccate deve essere cambiata. Esistono due tipi di filtro e quindi due modalità di sostituzione; si può trattare di una rete arrotolata, bloccata alle due estremità che viene svolta di tanto in tanto, di una lunghezza pari al diametro del contenitore in metallo, per il quale deve servire da filtro. Oppure può essere formata da due filtri della stessa dimensione che possono scorrere da parte a parte (come il contenitore delle diapositive di un proiettore) in modo da fare sempre lavorare la parte pulita. Quest'ultimo metodo è meno dispendioso, ma meno efficace e richiede più tempo;
- ✓ un recipiente di raffreddamento abbastanza lungo dove le strisce di plastica cadono dopo essere passate attraverso l'apertura;
- ✓ un sistema per portare via questi filamenti una volta raffreddati, costituito da semplici rulli la cui velocità deve essere coordinata con quella della coclea di spinta: né troppo alta per non tirare eccessivamente i filamenti, né troppo bassa che crei dei nodi;
- ✓ una lama rotante che infine taglia i filamenti di plastica e ne fa delle pellet che si raccolgono in un bidone sottostante.

Esistono alternative nella scelta delle caratteristiche del macchinario che vanno valutate accuratamente tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- ✓ la capacità produttiva che si desidera;
- ✓ l'accoppiamento di ogni componente con gli altri, coordinando la velocità alla quale ognuno di essi può funzionare;

- ✓ il motore e le altre parti elettriche devono avere una richiesta energetica compatibile con la fornitura a disposizione;
- ✓ la coclea di spinta si deve adattare al tipo di polimeri da trattare e alla forma che si vuole ottenere in uscita.

5.3. I trattamenti di manifattura

5.3.1. L'estrusione

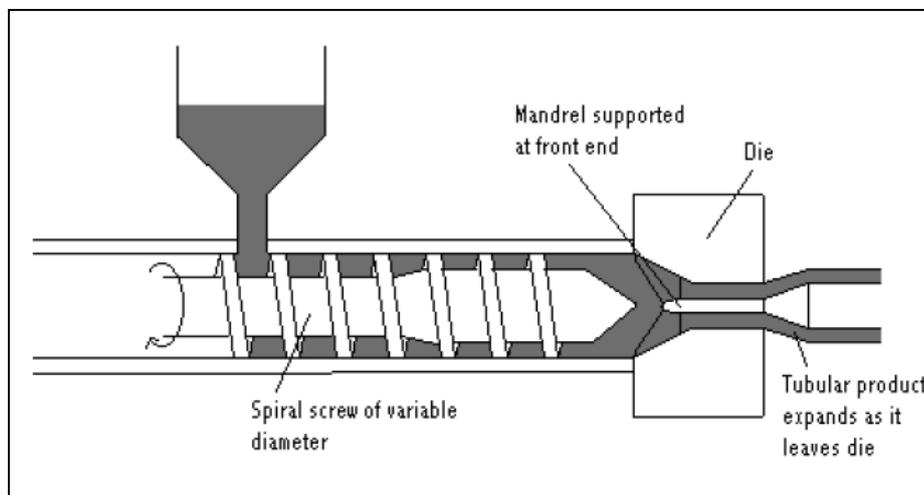


Figura 53 - Rappresentazione della macchina per l'estrusione.

L'estrusione vera e propria consente la formazione dei tubi continui di materiale: le pellet sono forzate ad entrare nella macchina e, attraversando una apertura cilindrica mantenuta a temperatura elevata, tendono ad assumerne la forma. A questo punto grazie alla presenza di un corpo centrale il polimero è spinto sulle pareti del cilindro uscendo sotto forma di tubo.

5.3.2. La formatura ad iniezione

In questo caso il procedimento è uguale a quello dell'estrusione ma il materiale esce da una bocchetta e va direttamente in uno stampo.

La quantità di plastica che fuoriesce fino al riempimento dello stampo deve essere ben controllata. Disponendo di una serie di stampi si rende continua la produzione.

Con questa tecnica è possibile produrre svariati oggetti: piatti, ciotole, secchi, semplicemente variando la forma della matrice.

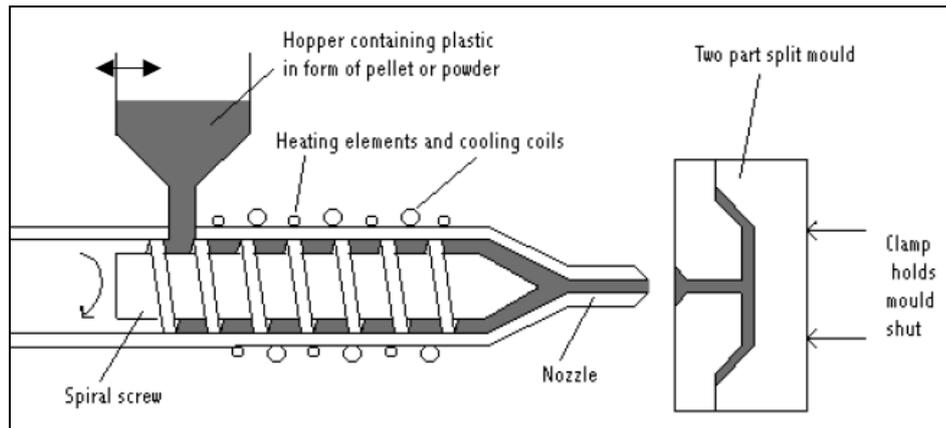


Figura 54 - Rappresentazione della macchina per la formatura ad iniezione.

5.3.3. La formatura a soffio

Anche in questo caso il polimero plasticizzato, spinto da una coclea, è contenuto in uno stampo; con un piccolo tubo viene poi forzato da un getto di aria compressa sullo split die che ha la forma finale dell'oggetto.

Questa tecnica viene comunemente impiegata per la produzione di contenitori (ad esempio bottiglie).

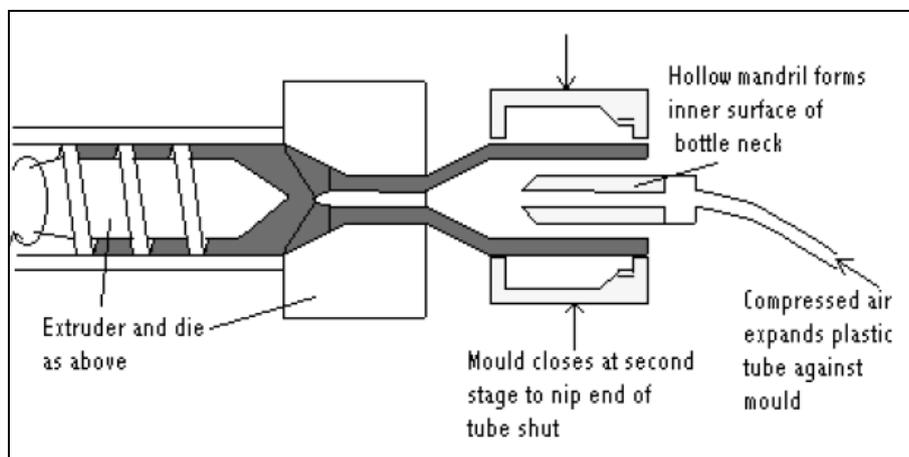


Figura 55 - Rappresentazione della macchina per la formatura a soffio.

5.3.4. La formatura di pellicole

Si tratta di una tecnica più complessa rispetto a quelle già illustrate, inoltre il materiale in alimentazione deve essere di alta qualità.

Si usa per produrre sacchetti e borse: l'aria compressa viene soffiata in un tubo sottile di plastica perché si espanda fino a diventare un sottile foglio. Una delle estremità viene poi sigillata, ottenendo così il sacchetto.

Ovviamente questa è solo una delle diverse tecniche che si possono utilizzare, ma in questa sede la descrizione delle altre viene tralasciata; infatti per le difficoltà tecniche e per le caratteristiche richieste al materiale in ingresso, il processo di *film blowing* non verrà considerato come una soluzione adatta al progetto in questione.

5.4. Effetto del riciclaggio sui polimeri

Le operazioni di riciclaggio delle plastiche possono in alcuni casi degradare i polimeri che costituiscono la struttura del materiale; gli effetti cambiano secondo il tipo di plastica e per i polimeri più comunemente usati si possono riassumere come segue.

Polietilene: l'unico problema è dato da un possibile cambiamento nella viscosità del materiale (si abbassa l'indice di fluidità) che generalmente è più bassa nel polimero riciclato rispetto a quello di partenza. Sarebbe bene che la temperatura dell'intero processo rimanesse il più bassa possibile e che comunque il tempo di esposizione alla fonte di calore fosse molto breve.

Polistirene: anche in questo caso sono la temperatura ed il tempo di esposizione che generano dei cambiamenti, questa volta l'effetto è dato da una perdita di colore che assume toni meno accesi. Inoltre è bene fare attenzione ad asciugare accuratamente il materiale prima di sottoporlo a qualsiasi processo perché, soprattutto il polistirene ad alto impatto, tende ad assorbire acqua che ne può danneggiare la struttura.

Polipropilene: come per il polietilene varia la viscosità, ma in termini ancora più marcati; in tal caso si raccomanda sempre un test di fluidità sul materiale dopo il trattamento. Ha una struttura meno stabile perciò, a volte, necessita l'aggiunta di uno stabilizzatore termico da miscelare ai pezzetti prima della pellettizzazione.

Acrilonitrile-butadiene-stirene: per questo polimero l'asciugatura è necessaria e le caratteristiche che possono variare rispetto al materiale originale sono molteplici.

Polivinilcloruro: è sensibile al calore e può diventare instabile alla temperatura necessaria per plasmarlo, per questo è bene lavorare a temperature basse e per tempi limitati. Un secondo problema è la varietà di prodotti che vengono impiegati nel processo produttivo originario per stabilizzare o plasticizzare il materiale; di questi non si conosce la natura, soprattutto per quanto riguarda i rifiuti. Nonostante questo generalmente dividendo per categorie di prodotti simili, le sostanze usate sono le stesse e possono quindi essere miscelate insieme.

Si può anche pensare di fare un test per verificare la stabilità ed eventualmente aggiungere additivi appositi che migliorino la qualità del materiale.

Polimetil-metacrilato: generalmente il colore e la brillantezza diminuisce per il riciclato; la contaminazione con altri polimeri ne riduce la resistenza agli agenti atmosferici e rovina un po' l'aspetto.

Policarbonato: deve essere asciugato bene prima del riciclaggio perché tende ad assorbire acqua.

Poliammide: per ogni tipo si hanno diversi punti di fusione e diverse caratteristiche in generale, vanno quindi tenuti separati; ciò è possibile in genere, perché si tratta di prodotti di tipo industriale facilmente individuabili. Solitamente si rende necessaria la fase di asciugatura.

Poliestere: è essenziale che sia incontaminato altrimenti le caratteristiche di resistenza e la lucentezza diminuiscono in maniera evidente. Il processo di riciclaggio per questo materiale è complesso e richiede un attento controllo delle temperature. Il materiale deve essere asciutto.

Plastiche contenenti cellulosa: questi polimeri vanno avviati al processo dopo essere stati accuratamente privati dell'umidità contenuta.

5.5. Recupero e riutilizzo: tecniche “a freddo”

Le proposte che vengono esaminate sono basate sulla possibilità di recupero di materiali e prodotti tal quali, senza cioè che vengano ridotti in pezzi, modellati e assemblati nuovamente.

Queste tecniche di recupero “a freddo” sono per lo più utilizzate nei paesi industrializzati, Stati Uniti ed Inghilterra in particolare, da persone che hanno voluto mettere a frutto la loro creatività utilizzando materiali altrimenti da buttare.

Nonostante la realtà di provenienza e quella per la quale vengono proposte siano completamente diverse, data la semplicità si ritiene che siano adatte allo scopo.

La popolazione dovrà essere formata in modo da apprendere le tecniche e da rendersi autonoma.

In particolare si vedrà l'impiego di sacchetti di plastica con i quali è possibile creare fili da intrecciare con la tecnica dell'uncinetto; realizzazione di teli di plastica resistenti che possono essere cuciti insieme a dare borse, astucci e oggetti di vario genere; infine dalla semplice unione di pezzi ricavati da contenitori di detersivi o bottiglie si possono creare giocattoli per bambini o lampade da appendere.

5.5.1. Sacchetti di plastica intrecciati

I sacchetti di plastica debitamente lavorati possono diventare dei fili; di seguito si descrivono le procedure mediante le quali ciò si realizza.

In base alla destinazione d'uso precedente dei sacchetti si deve stabilire come trattarli prima di utilizzarli ed intrecciarli: bisogna sapere cosa contenevano, se si trattava di sostanze umide o asciutte; nel caso si trattasse ad esempio di sacchetti per il cibo, questi devono essere lavati con un disinfettante non aggressivo ed asciugati all'aria.

È importante ricordare che non si possono usare sacchetti che hanno contenuto sostanze chimiche o veleni di alcun genere, per evitare che anche dopo il lavaggio ne rimanga traccia.

Per quanto riguarda le dimensioni, vanno bene tutti i tipi di buste.

Esistono due metodi per creare i “fili”:

- ✓ il metodo ad anello;
- ✓ e quello delle strisce continue.

Per prima cosa si devono eliminare i manici, tagliandoli pari al corpo del sacchetto poi si taglia il fondo, come si può vedere dalla figura seguente.

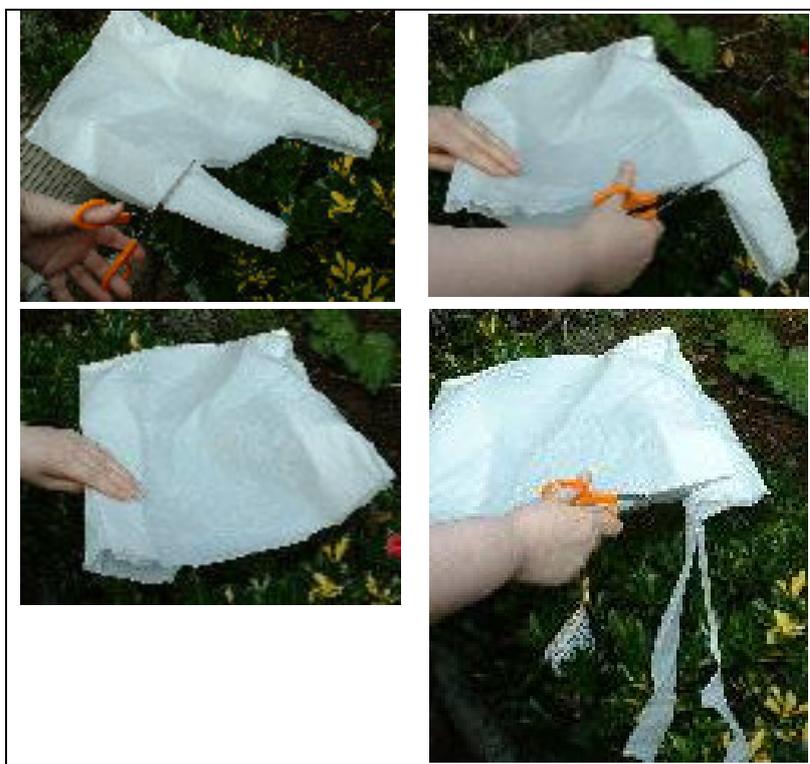


Figura 56 - Prima fase del procedimento per la preparazione dei sacchetti.

Metodo ad anello

Bisogna tagliare la busta in modo da formare degli anelli, poi si prendono due di questi e si uniscono facendoli passare l'uno dentro l'altro. Così afferrando le estremità libere dei due sacchetti e tirando, si ottiene un nodo; ovviamente la trazione esercitata non deve essere eccessiva per non rischiare di spezzarli.

Si procede ancora unendo tanti anelli quanti ne sono necessari per raggiungere la lunghezza desiderata.

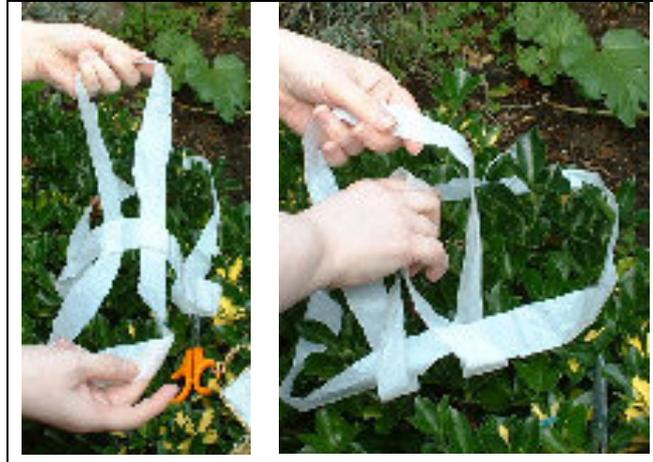


Figura 57 - Creazione del “filo” con il metodo ad anelli.

Metodo delle strisce continue

Si inizia a tagliare partendo da un angolo e si continua in modo da giungere alla fine del sacchetto creando un'unica lunga fettuccia.

Per entrambi i metodi prima di utilizzare il “filo” sarebbe bene avvolgerlo in un gomitolo.



Figura 58 - Creazione del “filo” con il metodo delle strisce continue.

5.5.2. I prodotti che si possono realizzare

Si possono fare ad esempio cappelli come quello visibile in figura, utilizzando sacchetti tutti dello stesso colore.



Figura 59 - Prodotti fabbricati da sacchetti intrecciati.

Tenendo presente il metodo a strisce continue, bastano da otto a dieci sacchetti; si comincia quindi ad intrecciare, con la tecnica dell'uncinetto ad esempio, e quando un filo termina si unisce un'ulteriore striscia annodandola alla precedente.

Con una tecnica simile si possono realizzare altri oggetti: da semplici teli con colori diversi, borse di forme e dimensioni variabili.



Figura 60 - Borse di sacchetti intrecciati.

5.5.3. Fogli di plastica rinforzata

Si possono fare dei fogli di plastica semplicemente stirando uno sull'altro più strati, o meglio più sacchetti, che possono essere poi cuciti l'uno all'altro come se fossero tessuti per creare borse, cuscini ecc.

L'attrezzatura anche in questo caso è estremamente semplice e poco costosa:

- ✓ sacchetti, meglio se sottili;
- ✓ due foglio sottili di carta;
- ✓ un ferro da stiro.

Il procedimento è il seguente: si apre su un lato il sacchetto dopo averlo privato dei manici e del fondo e si ottiene così una sola sottile pellicola di forma rettangolare.

Se ci sono disegni o scritte stampate sulla busta, bisogna tenerli dalla parte interna, in modo che l'inchiostro scaldato, che altrimenti tenderebbe a fuoriuscire, sia contenuto dagli altri strati sovrapposti.

Ovviamente se si tratta di un'immagine interessante, per mantenerla in vista si può pensare di coprirla scegliendo dei sacchetti trasparenti.

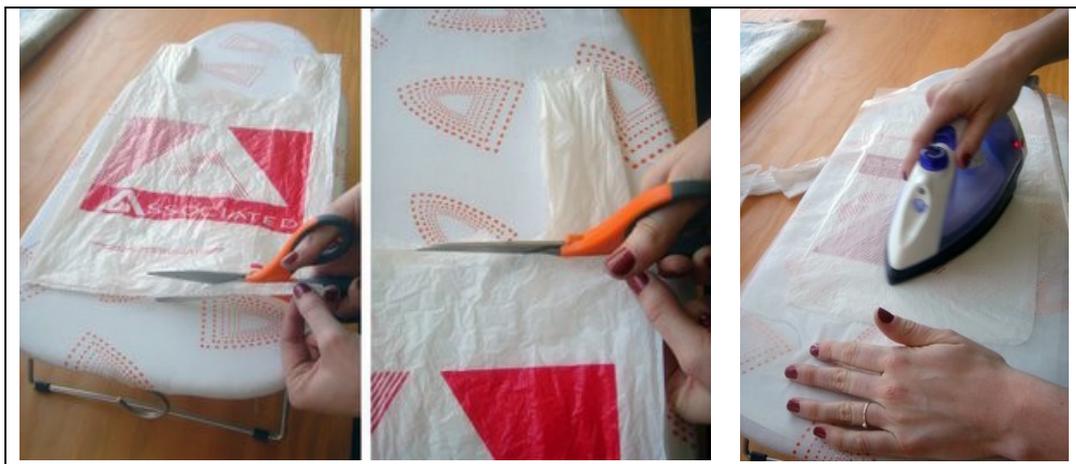


Figura 61 - Prima fase del procedimento di stiratura dei sacchetti.

Sapendo che i risultati migliori si ottengono stirando e sovrapponendo da sei ad otto strati, si può scegliere se ripiegare la stessa busta su se stessa o se prendere tre o quattro sacchetti diversi.

Stirare meno di sei strati sovrapposti spesso porta alla formazione di buchi o di punti di debolezza nel materiale.



Figura 62 - Seconda fase: i sacchetti sono diventati un unico foglio.

Procedendo si devono quindi sistemare i sacchetti tra due fogli di carta, si comincia a riscaldare la superficie passando ripetutamente con il ferro su tutto lo strato.

Stando attenti ad utilizzare una temperatura molto bassa, quella per i tessuti sintetici, e tenendo il ferro in continuo movimento, si procede fino a che non si sia formato un unico spessore.

Si continua fino a che tutti gli strati sono stati “fusi” insieme dando origine ad un’unica superficie liscia.

Sono tutte operazioni da fare all’aperto o in locali ben areati per evitare di accumulare fumi potenzialmente tossici.



Figura 63 - Federa e borse realizzate con un foglio di plastica usato come un tessuto.

A questo punto è possibile togliere la carta e si può usare il foglio ottenuto per realizzare diversi oggetti:

- ✓ borse della spesa;
- ✓ portafogli;
- ✓ cuscini;
- ✓ buste waterproof;
- ✓ porta - oggetti.



Figura 64 - Altri prodotti realizzati con la stessa tecnica della figura precedente.

5.5.4. Assemblaggio di piccoli oggetti

La tecnica più semplice che si può usare è quella dell'unione di oggetti o parte di essi per costruirne altri.

Si riportano solo alcune immagini come esempio.

Lampade colorate

È possibile infatti realizzare delle lampade utilizzando tappi di contenitori colorati (detersivi, bibite, ecc.) e pezzi di plastica ricavati dagli stessi.

Si fa poi un buco sul tappo attraverso cui far passare il cavo elettrico e il portalampada dotato di un attacco per la lampadina.



Figura 65 - Lampada ottenuta da pezzi di plastica provenienti da scatole di detersivi.

Trottola con tappi e colli di bottiglia

Si possono realizzare delle piccole trottolo unendo tra loro due colli di bottiglia coi rispettivi tappi, colorandoli e facendo passare un bastoncino di legno che li attraversi in tutta la lunghezza.

La procedura è la seguente: per prima cosa si devono tagliare i colli di bottiglia subito al di sotto della parte filettata; quindi con un adesivo adatto vanno incollati tra loro, posizionando il collante sulla espansione che solitamente presentano.



Figura 66 - Trottola: unione dei due colli di bottiglia.

A questo punto si attaccano i rispettivi tappi e, dopo avere praticato un piccolo foro, si fa passare un bastoncino della lunghezza necessaria.

Da ultimo si può pensare di dipingere la parte centrale rimasta trasparente così che non si veda l'interno.



Figura 67 - Trottola: applicazione del collante, posizionamento dei tappi e inserimento del bastoncino.

Le tecniche per realizzare questi tipi di oggetti semplici possono ad esempio diventare tema interessante da affrontare durante lezioni anche all'interno di scuole dove i bambini e i ragazzi prendono coscienza di quello che possono realizzare con elementi che altrimenti sarebbero considerati rifiuti.

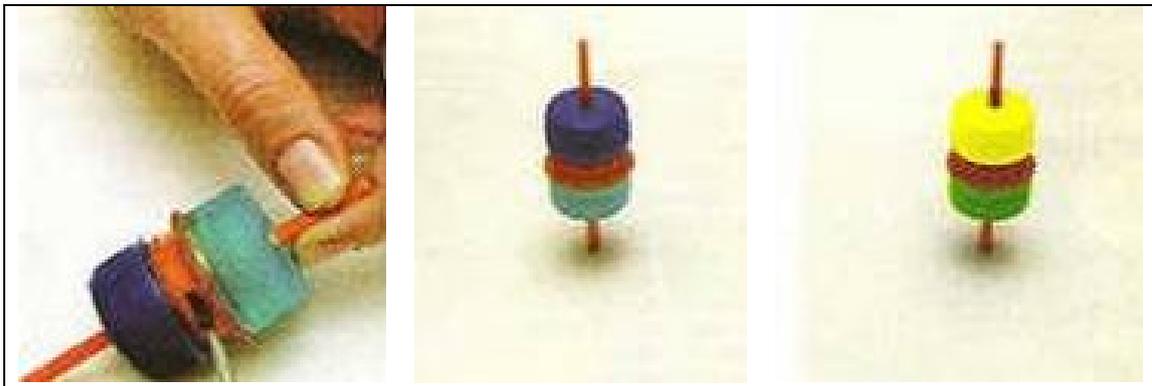


Figura 68 - Trottola: fase finale di rifinitura.

5.5.5. *Bottiglie di plastica*

In Brasile si utilizzano diverse tecniche per riutilizzare le bottiglie di plastica, una di queste consente di realizzare una scopa e l'attrezzatura necessaria è molto semplice, servono soltanto:

- ✓ una ventina di bottiglie (preferibilmente da due litri) per ogni scopa da costruire;
- ✓ un bastone che serva da manico;
- ✓ forbici;

- ✓ taglierino;
- ✓ foratoio (qualsiasi arnese usato per forare ²⁰);
- ✓ rame;
- ✓ martello;
- ✓ chiodi.



Figura 69 - Prima fase della trasformazione delle bottiglie in plastica per farne una scopa.

Bisogna innanzitutto eliminare l'eventuale etichetta, e rimuovere il fondo da tutte le bottiglie, quindi cominciare a tagliare in piccole strisce fino a lasciare intera l'ultima parte vicina al tappo (come si vede dalla figura).

A questo punto si tolgono tutti i colli dalle bottiglie tranne per quanto riguarda quella che rimarrà più esternamente a contenere le altre.



Figura 70 - Seconda fase: le bottiglie preparate vengono unite insieme.

Si prende poi un'ulteriore bottiglia e si elimina questa volta la parte sottostante; le uniche due dotate di collo andranno inserite sopra tutte le altre.

²⁰ Definizione dal De Mauro, dizionario di Italiano.

Si fanno quindi due fori per inserire il filo di rame (o di ferro) e si attraversano tutti gli spessori delle bottiglie, tirando il filo fino e girando le estremità per facilitarne il bloccaggio.



Figura 71 - Terza fase: unione delle bottiglie con il filo metallico.

Si pone allora il manico nell'apertura della bottiglia più esterna e si fissano i pezzi con l'aiuto di due chiodi.



Figura 72 - Ultima fase: unione del manico.

Capitolo 6

Carta e cartone

La parola carta deriva dal latino e significa foglio. Nelle altre lingue europee deriva dalla radice della parola papiro: in inglese paper; in francese papier; in tedesco Papier; in spagnolo papel.

Prima dell'invenzione della carta molti materiali erano stati usati come supporto per la scrittura: argilla, legno, osso, bambù, papiro ed infine la pergamena più resistente del papiro e meno deteriorabile.

Questa veniva ricavata dalla pelle degli animali, si faceva macerare nella calce e poi, tesa su un telaio, era lasciata a seccare; a questo punto veniva raschiata e levigata.

Per quanto riguarda il papiro, la parte interna del fusto della pianta veniva tagliata in strisce sottili che poi venivano stese verticalmente l'una accanto all'altra; quindi un secondo strato veniva disposto perpendicolarmente al primo ed il tutto era compresso e seccato. Ebbe notevole diffusione tra gli Egizi, mentre la pergamena venne utilizzata in Occidente fino all'arrivo della carta.

La carta è un materiale che grazie alle sue caratteristiche ha assunto oggi una grande importanza, i suoi impieghi sono tra i più svariati: la fabbricazione di block-notes, libri, giornali; l'imballaggio di oggetti; la pulizia della casa; ecc.

Proprio per questo motivo esistono anche a livello di produzione tipi di carta con caratteristiche molto diverse tra loro, tra queste ricordiamo:

- ✓ carta per la scrittura e la stampa;
- ✓ carta da giornale;
- ✓ carta fotografica;
- ✓ carta per imballaggio e scatole.

Per definire di che tipo di carta si sta parlando ci sono diversi aspetti da tenere in considerazione: la grammatura, lo spessore (espresso generalmente in μm), la resistenza a trazione, la piegabilità, il contenuto d'acqua, la capacità assorbente, la lucentezza, la porosità, la lucidità e le proprietà ottiche.

Esistono degli standard da rispettare in base ai quali il prodotto rientra in una categoria o nell'altra.

- ✓ *Carta di qualità inferiore*, gruppo *CEPAC A*, costituita da cartaccia, resa di quotidiani, giornali, carta e cartoni misti. Questo tipo di carta deriva dai cassonetti e dagli impianti di riciclaggio, presenta numerose impurità ed ha una ristretta gamma di applicazioni, per lo più cartoni da imballo di colori scuri.
- ✓ *Carta di qualità media*, gruppo *CEPAC B*, si tratta sempre di un misto non selezionato, ma è migliore del precedente in quanto contiene sostanze estranee in percentuali inferiori all'1%. È costituita principalmente da resa di giornali, carta bianca, cartoni e cartoncini.
- ✓ *Carta di qualità superiore*, gruppo *CEPAC C*, è costituita per la maggior parte da archivio bianco, tabulati, carta bianca, riviste e giornali bianchi. Questi maceri sono impiegati per la produzione di cartoncini e carte per usi sanitari.
- ✓ *Carta kraft*, gruppo *CEPAC D*, è la migliore carta da macero e, dal punto di vista economico, è quella che conviene maggiormente riciclare.

6.1. Le origini della carta

Secondo la tradizione cinese la carta ha origini lontane: nel 105 d.C. Ts'ai Lun un ufficiale cinese informò l'imperatore della Cina di aver fabbricato un nuovo materiale adatto alla scrittura, usando solo "vecchi stracci, reti da pesca e scorza d'albero".

In realtà recenti scoperte archeologiche sembrerebbero dimostrare che già duecento anni prima, questo materiale era conosciuto dagli stessi cinesi che lo utilizzavano per produrre ventagli, cappelli, vestiti e altri oggetti di vario genere. La tecnica era davvero rivoluzionaria perché si basava sull'idea di intrecciare tessuti e fibre provenienti da canapa, bambù, more, salice ed altre piante, ottenendo così un materiale leggero, economico e resistente.

Furono i monaci buddisti a diffonderla in molti paesi dell'oriente.

Nel 750 d.C. un prigioniero cinese, cartai di professione, insegnò agli Arabi la tecnica di fabbricazione, e fu così che Samarcanda diventò un importante centro di produzione.

Qualche secolo più tardi la pratica si diffuse anche in Egitto e in Marocco fino alla Spagna, per arrivare attorno all'anno 1000, in Italia. Fu così che nel tempo Amalfi, Venezia, Prato, Cividale del Friuli e Fabriano divennero le sedi delle maggiori cartiere italiane.

Nel 1250 l'Italia divenne la maggior produttrice ed esportatrice in tutta l'Europa. La novità rispetto alla carta prodotta dagli arabi era una colla di origine animale utilizzata per renderla meno assorbente, questa rendeva la qualità migliore e la deteriorabilità diminuì notevolmente.

È grazie a questo che ancora oggi si riescono a ritrovare documenti di oltre settecento anni fa in buone condizioni.

Ma la vera invenzione italiana è la filigrana: un procedimento con cui la carta poteva essere contrassegnata rendendo riconoscibile la cartiera che l'aveva prodotta o la famiglia per cui era stata creata. È un procedimento tecnicamente difficile, tanto che ancora oggi è proprio grazie ad una sofisticata tecnica di filigranatura che è possibile verificare l'autenticità delle banconote.

Inizialmente la materia prima era costituita da stracci, ma ad un certo momento la domanda crebbe così tanto, che non erano più sufficienti.

Allora nel 1719 un francese osservando le vespe che costruivano il loro nido propose di usare il legno. La soluzione ebbe enorme successo tanto che da quel momento in poi il legno divenne la materia prima fondamentale.

Bisognava separare le fibre di cellulosa le une dalle altre battendo in un mortaio stracci e legno, ottenendo così una sostanza pastosa che andava posta in recipienti con acqua. Con un setaccio immerso nel liquido se ne tratteneva una parte e, dopo avere agitato il setaccio per rendere uniforme lo strato di fibre, si faceva drenare l'acqua. Così si realizzava il foglio che insieme ad altri veniva messo ad asciugare.

All'inizio dell'800 gli inglesi e i francesi costruirono una macchina per la produzione continua di carta: era formata da un lungo setaccio che aveva la forma di una cintura, capace di trattenere costantemente uno strato di fibre dalla sospensione.

Durante la formazione, alla striscia di carta, venivano aggiunti colla, additivi minerali ed altre sostanze; dopodiché l'acqua era fatta uscire, il foglio asciugato e raccolto in grandi rotoli.



Figura 73 - Setaccio per la produzione di carta.

Oggi la carta prodotta a mano è limitata soltanto ad una produzione di tipo artigianale per ottenere un prodotto dotato di un particolare valore artistico.

Il costituente fondamentale della moderna carta è la cellulosa presente in percentuale variabile tra il 40% ed il 60%. Essa è la fibra che costituisce la parete cellulare dei vegetali e si ricava mediante trattamenti chimico-meccanici. Proviene essenzialmente dal legno di alberi come conifere quali l'abete ed il pino, o come latifoglie in particolare pioppi, e da altri materiali vegetali, come riso, mais, lino, cotone, seta, stracci, luppolo, alghe, paglia, bambù, fibra riciclata.

A seconda del tipo di trattamento che viene fatto per produrre la pasta questa assume nomi diversi:

la *pasta chimica* in cui le fibre vegetali vengono separate ed estratte allo stato elementare; per fare ciò, il legno viene sminuzzato e sottoposto ad un trattamento chimico, che elimina la lignina e libera le fibre cellulosiche;

la *pasta di legno* o *pasta meccanica* si ricava invece trattando il legno con una lavorazione meccanica, che consiste nella separazione delle fibre dei tronchetti mediante mole di ceramica;

la *pasta da carta* si ottiene a partire dalla carta da macero, proveniente da giornali invenduti, scarti di lavorazione e dalla raccolta differenziata e dagli stracci di cotone e di lino destinati solo alla lavorazione di carte pregiate.

A tutte le tre tipologie di pasta vengono aggiunte sostanze per migliorare l'aspetto della carta (amido, colle, cere, coloranti, sbiancanti). Il composto opportunamente additivato è sottoposto a processi di decantazione, pressatura ed essiccazione fino ad ottenere lunghi nastri di carta avvolti in bobine.

La fase finale è quella del taglio e della confezione nei formati e nelle dimensioni necessarie ai vari tipi d'uso.

In alcuni casi è inoltre sottoposta ad una serie di trattamenti che la rendono adatta a tutti gli impieghi per cui viene prodotta, ad esempio allo scopo di controllare la porosità il foglio viene ricoperto. Questo trattamento consiste nell'aggiunta di uno strato di polvere di minerale (caolino, carbonato di calcio, talco, farina fossile) e di un adesivo

appropriato (caseina); il foglio poi viene forzato a passare attraverso un rullo da cui esce lucido.

Esiste anche la carta fatta in sola cellulosa, impiegata per la pulizia di superfici delicate e lucide che altrimenti sarebbero rovinata data la leggera abrasività della polvere.

L'importanza della carta è notevole, soprattutto se si pensa che le sue proprietà hanno reso possibile un gran numero di invenzioni quale ad esempio la stampa; prima della sua invenzione tutti i libri erano trascritti a mano. In questo modo è stato possibile abbassare il prezzo dei libri e permettere una diffusione dell'informazione prima impensabile.

Nonostante esistano processi capaci di realizzare carta che duri nei secoli rimanendo in buone condizioni, i processi utilizzati oggi per la produzione di questo materiale hanno il difetto di renderla facilmente deperibile, infatti nel tempo si indebolisce e tende ad ingiallire.

6.2. Il riciclaggio

Le fibre di cellulosa che compongono la carta possono essere separate manualmente o grazie all'ausilio di macchinari, permettendo il riciclaggio ed il riutilizzo al fine di creare nuova carta.

Il motivo per cui è così importante tale processo è che il consumo di materiale cellulosico di ogni genere è molto elevato, inoltre creare carta da materia prima non riciclata significa tagliare notevoli quantità di alberi. Chiaramente re-impiegando del materiale che sarebbe destinato alla discarica, si contribuisce a diminuire l'inquinamento ed a ridurre i costi di smaltimento complessivi dei rifiuti.

Consumi per la produzione di 1 tonnellata:		
	Di carta da cellulosa vergine	Di carta riciclata
Alberi	17	nessuno
Acqua	440000 l	1800 l
Energia elettrica	7600 kWh	2700 kWh

Tabella 5 - Consumi di energie e materie prime per la produzione di una tonnellata di carta da cellulosa vergine e carta riciclata.

La tabella 5 riporta i consumi medi che si riscontrano nella produzione di una tonnellata di carta da cellulosa vergine rispetto a quelli relativi alla stessa quantità di carta riciclata. In questo ultimo caso si osserva quindi un grosso vantaggio che non è riscontrabile soltanto nel risparmio di materia prima, la cellulosa, ma anche nella minor quantità di acqua e di energia elettrica utilizzate: la fase di separazione della cellulosa dalle altre sostanze non utili (come la lignina) infatti, non è necessaria.

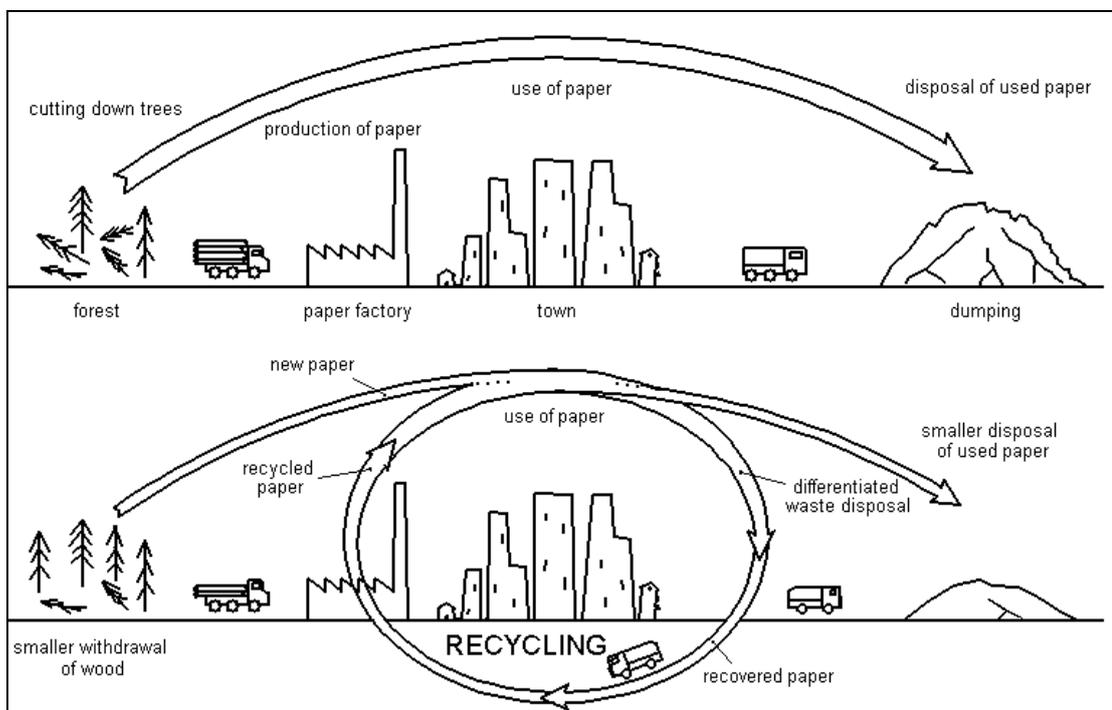


Figura 74 - Fasi essenziali del riciclo della carta.

Per quanto riguarda il riciclaggio, l'industria della carta è uno dei campi in cui maggiormente questa pratica si è affermata ma ci sono alcuni aspetti negativi di cui si deve tenere conto:

- ✓ la carta può essere riciclata solo fino a 5 ÷ 8 volte prima che le fibre diventino troppo corte e deboli;
- ✓ per ottenere carta riciclata di qualità accettabile, è necessario sottoporla a dei trattamenti fortemente inquinanti. Si tratta di procedimenti volti a dissolvere l'inchiostro e a togliere la patinatura, che producono dei quantitativi notevoli di fanghi, contaminati da

metalli pesanti, provenienti principalmente dagli inchiostri di stampa.

- ✓ Per ottenere carta bianca, nel processo di sbiancatura, viene spesso usato il cloro, sostanza impattante dal punto di vista ambientale.

Nonostante questo esistono attualmente ricerche ad uno stadio avanzato riguardo metodi di produzione che minimizzino l'impatto ambientale. Il settore cartario si impegna oggi: ad utilizzare materie prime provenienti da piante annuali (canapa, erba alfa, sparto, ecc.) e da carta riciclata. Attualmente in Europa il 50% delle fibre utilizzate nell'industria cartaria proviene da carta di recupero; si stanno diffondendo gli impianti sbiancanti all'ossigeno, anziché al cloro, per tutte le paste di legno prodotte, inoltre gli impianti di produzione si stanno attrezzando per la depurazione biologica completa delle acque di scarico e per il trattamento dei fanghi residui.

Da tutto ciò che è stato detto ne consegue che è meglio preferire la carta riciclata, non sbiancata per dare un senso alla raccolta differenziata ed al suo riciclaggio.

Anche tenendo conto dei suddetti problemi, il riciclaggio di una tonnellata di carta, rispetto alla produzione direttamente da materie prime, permette di ridurre fino al 74% l'inquinamento dell'aria, di risparmiare 17 alberi, di ridurre la quantità di rifiuti solidi alla discarica e di creare nuovi posti di lavoro ²¹.

6.2.1. Il processo industriale e le sue fasi

La prima fase del processo di riciclaggio consiste nella raccolta e nel trasporto dei rifiuti cartacei separati; questa è una delle fasi più dispendiose. Poi c'è la sfibratura con la quale si passa da un materiale di rifiuto ad una pasta, in cui le fibre sono state separate grazie ad un macchinario appropriato (un'impastatrice).

Al composto vengono aggiunti additivi chimici che rendono possibile la separazione di inchiostro, contaminanti, ecc. dalla fibre stesse.

²¹ Fonte: Earth Care, 1988

A questo punto è la volta del trattamento termico, chimico e meccanico per migliorare le caratteristiche della pasta.

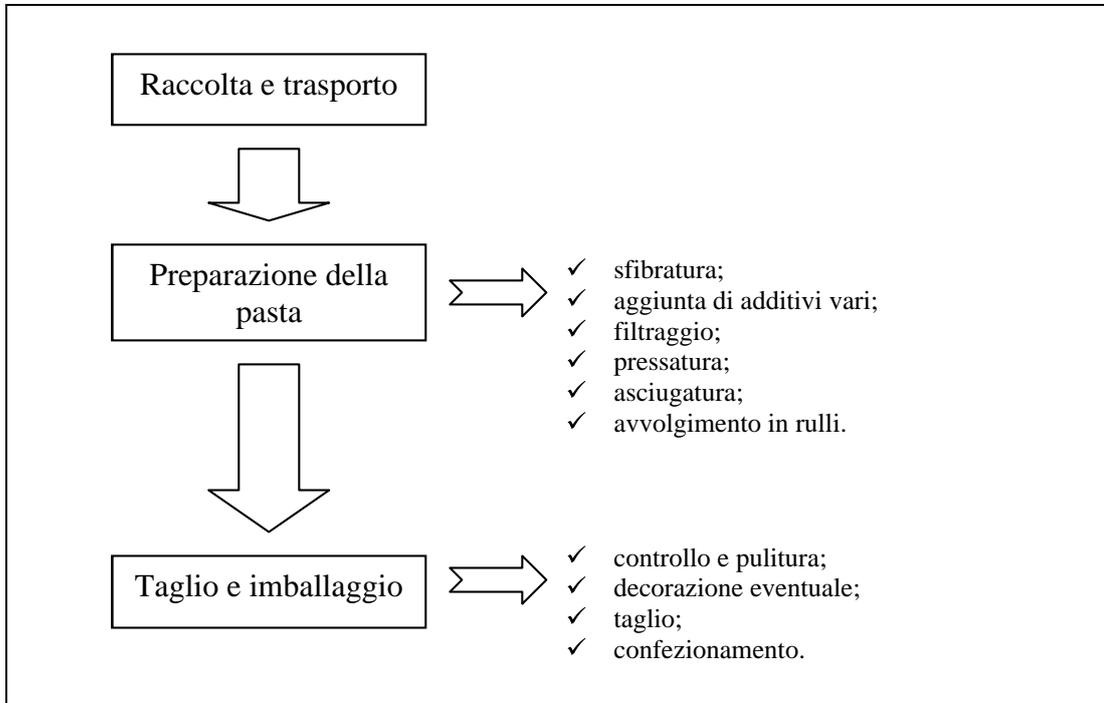


Figura 75 - Flow sheet delle fasi principali del processo di produzione della carta.

Quindi si aggiungono delle sostanze che permettono la flottazione, con la quale gli ultimi residui di inchiostro vengono eliminati. Quando la pasta è pronta viene trattata esattamente come se fosse carta prodotta da materie prime e non da rifiuti riciclati. Viene filtrata, pressata ed asciugata.

I fogli dopo essere stati controllati ed eventualmente decorati sono tagliati ed imballati.

6.2.2. Impianti e processo di produzione artigianale della carta

Il processo di produzione artigianale della carta si è diffuso anche nei paesi in via di sviluppo perché la domanda di questo prodotto è in crescita e perché, con macchinari semplici, è possibile gestire un'attività a costi contenuti che crea occupazione e quindi ricchezza.

Gli impianti che servono possono essere localizzati anche in zone rurali e decentrate, impiegano tecnologie semplici che richiedono meno energia e producono minore inquinamento rispetto ai grandi impianti.

I principi alla base di questo tipo di produzione tuttavia sono simili a quelli delle grandi fabbriche.

Il materiale grezzo, è costituito per lo più di fibre e stracci; la prima fase del trattamento è la selezione manuale per eliminare le parti che danneggerebbero l'impianto (parti plastiche, bottoni ecc.); quindi si eliminano i residui di polvere o di rifiuti di altro genere.

Il materiale va ridotto in frammenti che abbiano pressoché la medesima dimensione, prima di essere mescolato con acqua, colla e altre sostanze.



Figura 76 - Macchina per la riduzione dimensionale delle materie prime in ingresso al processo di produzione della carta.

A questo punto viene introdotto nella macchina che produce la pasta; in questo macchinario esso viene tagliato con lame o battuto in modo che le fibre risultino infine separate.

Quando la pasta è pronta viene mescolata con acqua fino a formare una sospensione di fibre nella quale si immergono gli stampi dotati di reti.

I “fogli” si depongono su strati di stoffa per essere poi pressati e messi ad asciugare. Dopo averli separati dal tessuto saranno fatti passare attraverso rulli e poi tagliati.

Il procedimento appena esposto è tipico per gli impianti di piccola dimensione come quelli che si stanno diffondendo attualmente in India.

6.2.2.1. T.A.R.A.: *Technology and Action for Rural Advancement*

Il Technology and Action for Rural Advancement (TARA) fondato nel 1988 è diventato il più grande produttore di carta prodotta a mano; è la sezione che si occupa di produzione e marketing del Development Alternatives, un network internazionale dedicato allo sviluppo sostenibile.

I principi su cui esso si basa sono quattro:

- ✓ cercare di creare il maggior numero di posti di lavoro distribuiti sul territorio in particolare per le donne;
- ✓ realizzare prodotti per la soddisfazione di bisogni primari;
- ✓ impiegare il quantitativo minimo di risorse non rinnovabili e scarse, sostituendole con materiali alternativi o di riciclo;
- ✓ minimizzare l'inquinamento.

In India dove la domanda di carta è in continua crescita il settore ha ampio mercato. Tuttavia per combattere il problema della deforestazione è necessario pensare di usare materie prime in sostituzione al legno: rifiuti cartacei e stoffe in cotone sono ricchi in cellulosa e costituiscono una valida alternativa.



Figura 77 - Hollander Beater.

Delhi per questo è un sito ideale grazie alla presenza di un fiorente mercato di stoffe; risulta facile trovare grandi quantità di carta usata e di vecchi tessuti.

In questo modo la produzione di carta fatta a mano crea condizioni di vivibilità prima impensabili nelle zone rurali; gli operatori non necessitano di esperienza o conoscenze tecniche particolari, quindi chiunque può essere impiegato a lavorare in questi impianti.

6.2.2.2. *Jimina*

Jungshi Paper Factory è una azienda privata familiare costituita da due unità: una a Thimphu che si occupa di produzione artigianale di carta con tecniche tradizionali, l'altra a Jimina (a 22 km dal centro di Thimphu) nella quale si ricicla carta da rifiuti.



Figura 78 - Trasporto di rifiuti cartacei verso Jimina.

La fabbrica aprì negli ultimi anni 90, poi chiuse per ricominciare la sua attività nel 2005; ora la sezione che si occupa di riciclaggio si mantiene grazie a prestiti ottenuti da alcune società che la sostengono.

Il problema di Thimphu è la quantità di rifiuti e la mancanza di risorse economiche, che sarebbero necessarie a garantire una appropriata gestione del problema.

Oggi l'impianto che funziona manualmente può trattare al massimo 400 ÷ 500 kg al giorno, ma si prevede che se fosse meccanizzato la sua capacità arriverebbe a 5 ÷ 6 tonnellate.



Figura 79 - Selezione manuale del materiale a Jimina.

Esso è in grado di trattare ogni tipo di rifiuto cartaceo, incluse scatole di cartone. Se funzionasse a pieno regime potrebbe consumare dall'80% al 100% del totale dei rifiuti prodotti giornalmente dalla città.

I prodotti sono quasi completamente acquistati da una impresa privata di materiale per confezioni e buste per lettere; si tratta di fogli di spessore variabile secondo le esigenze, scatole, carta da pacchi, contenitori, giocattoli.



Figura 80 - Fogli di carta prodotti nello stabilimento di Jimina.

Sostenendo questa azienda si prevede che si possa anche diminuire l'impatto, dovuto ad un crescente impiego di imballaggi in materie plastiche più difficilmente smaltibili.

Un supporto a questo tipo di iniziativa non solo potrebbe risolvere il problema dei rifiuti ma potrebbe anche essere preso ad esempio in altre realtà simili, all'interno del paese o anche al di fuori.

6.3. Impianto di piccole dimensioni per il trattamento di carta usata

6.3.1. La ricerca di Leslie Westerlund

Leslie Westerlund è un ricercatore australiano dell'università di Murdoch che ha fatto delle ricerche per realizzare un micro-impianto per il riciclaggio di carta usata, da applicare in paesi in via di sviluppo.

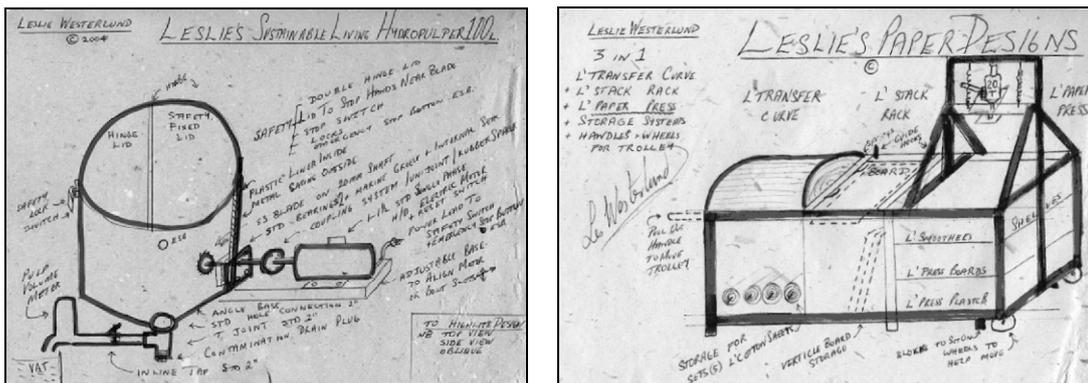


Figura 81 - Disegni di progetto per i macchinari ideati da L. Westerlund.

Questo metodo si basa su un impiego sostenibile delle risorse; dai suoi risultati pare che la carta prodotta abbia anche buone caratteristiche qualitative.

Normalmente il problema delle tecniche di riciclaggio a livello industriale, è che restituiscono un prodotto di classe inferiore, mentre, secondo le sue dichiarazioni, egli utilizzerebbe cellulosa, coloranti e sostanze chimiche per ottenere una carta di qualità elevata.

L'impianto è costituito da una macchina per creare la pasta, un hydropulper: un contenitore che può avere una capacità di 100 ÷ 200 litri, nel quale avviene la separazione delle fibre di cellulosa grazie all'azione di lame rotanti; un recipiente per contenere la sospensione di

fibre in acqua; una pressa e gli stampi dotati di filtri per la creazione dei fogli.



Figura 82 - Impianto progettato da L. Westerlund costruito alle Fiji.

La procedura è la seguente:

- ✓ si separano i rifiuti in base al colore;
- ✓ si immergono in acqua per un giorno in un recipiente pieno di acqua calda;
- ✓ a questo punto si mette l'insieme nell'hydropulper;
- ✓ quando si è ottenuta la pasta si fa scendere in un contenitore e si crea una sospensione in acqua all'1%.



Figura 83 - Lelsie Westerlund durante la produzione di carta.

Quindi si procede come per la produzione di carta da cellulosa utilizzando retini e posizionando poi il “foglio” su uno strato di tessuto creando la pila a cui segue l’eliminazione dell’acqua.

La novità sta semplicemente nel progetto per l’hydropulper, per il resto si avvicina molto ai metodi tradizionali.

Westerlund sostiene che la capacità produttiva per cinque operatori, che lavorano cinque ore, può raggiungere il valore di 1000 fogli (di un formato A3plus).

6.3.2. Una macchina per fare la carta azionata da un pannello fotovoltaico

È stato elaborato un progetto per la costruzione di una macchina che riduca la carta da riciclare in un impasto di fibre di cellulosa; si tratta di uno studio ancora in corso, per cui si daranno in questa sede tutte le informazioni possibili rispetto allo stato di fatto attuale.

Il centro per lo studio di tecnologie appropriate ,CCAT ²², ha portato avanti diversi progetti per il riutilizzo della carta e per la fabbricazione di carta riciclata, ma si occupa anche di progettare tecnologie semplici studiando il funzionamento di impianti di più grandi dimensioni.

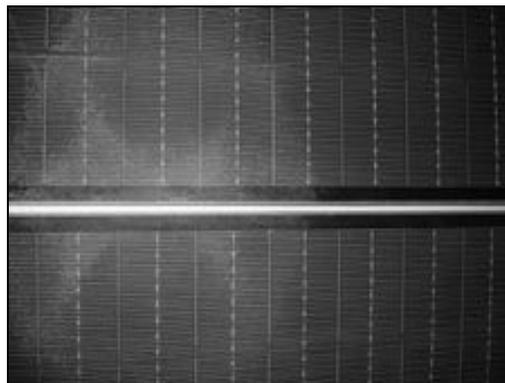


Figura 84 - Pannello fotovoltaico che alimenta il mini impianto per la creazione della pasta di cellulosa.

Nella primavera del 2005 è nato l’“Appropriate Technology: ENGR 305 project” che fa parte della sezione “Appropriately Redesigned

²² CCAT: Campus Center for Appropriate Technology ; centro per lo studio e la progettazione di tecnologie appropriate all’interno della Humboldt State University in Arcata, California.

Technology” (A.R.T.). Prendendo ad esempio l’Hollander beater, macchinario presente negli impianti di produzione della carta, si è cercato di studiarne uno alternativo, che fosse azionato da un pannello solare, in modo da poterlo applicare in situazioni di scarsità o assenza di energia elettrica.

Inizialmente il progetto era nato con l’obiettivo di creare un macchinario che, per funzionare, non avesse bisogno di energia elettrica prodotta da combustibili fossili. Nello stesso spirito si è poi cercato di progettare anche una pressa per la carta e uno styrocrete oven (di questo non si entrerà nel merito perché non rientra nelle tecnologie per il riciclaggio della carta, si tratta di un forno per produrre carta utilizzando come materia prima fibre di piante stagionali, in particolare la Pampass Grass una specie di tipo invasivo, ma ciò esula dallo scopo di questo studio).



Figura 85 - Batteria e cavi elettrici di collegamento coi pannelli fotovoltaici.

Si utilizzano due pannelli solari collegati tramite cavi elettrici ad una batteria di 12 V; ogni pannello è in grado di immagazzinare circa 23 W dal sole; in un pomeriggio la batteria è completamente carica.

Il macchinario usato in un primo tempo per la riduzione in pasta della carta, era dotato di una pompa di sentina con portata volumetrica di circa 360 gallon/h²³ (1364,4 dm³/h) ma non era sufficiente a creare un effetto mulinello nel contenitore, il filtro si ostruiva e l’acqua non circolava bene. Per sopperire a questo problema si è pensato di provare con un motore a corrente continua che mettesse in azione un’elica come se fosse un frullatore.

²³ 1 gallone = 3,78541dm³



Figura 86 - Contenitore con la lama rotante che dovrebbe servire a ridurre in pezzetti la carta.

Per quanto riguarda la pressatura, il progetto originale aveva lo scopo realizzare una macchina che fornisse abbastanza pressione così da fare uscire l'acqua in eccesso dalla pila di fogli e tessuto così creata. La pressione è esercitata da un martinetto idraulico.



Figura 87 - La pressa disegnata per la sottrazione del contenuto d'acqua dai fogli di carta appena prodotti.

6.4. Recupero di carta e cartone “a freddo”

Il recupero di carta e cartone può anche essere fatto senza distruggere la struttura fibrosa del foglio, ad esempio esiste una tecnica con la quale si realizzano dei contenitori di tutte le forme e dimensioni. Per fare questo si utilizzano bastoncini ottenuti arrotolando su se stessi i fogli di carta, preferibilmente non troppo rigida, che vengono intrecciati con le tecniche impiegate solitamente per fare i cesti di vimini.

Si tratta di una pratica artigianale che si sta diffondendo anche in Italia all'interno di laboratori che si occupano di sensibilizzare la popolazione sul problema della riduzione dei rifiuti.

La procedura è la seguente:

- ✓ si taglia un foglio intero di giornale, o di carta in generale, in quattro parti per lungo;
- ✓ ognuna di queste si arrotola a partire da una punta in direzione diagonale e si ottengono delle bacchette;

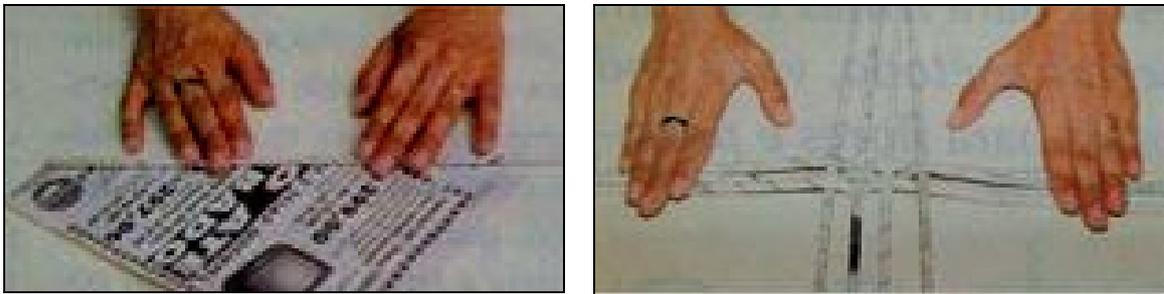


Figura 88 - Creazione dei bastoncini di carta per la produzione di cesti e collocazione sul tavolo alla distanza giusta per iniziare l'intreccio.

- ✓ se ne devono costruire sette avendo l'accortezza di lasciare una delle due estremità un po' più aperta;
- ✓ quattro di queste vengono poi collocate sul tavolo da lavoro, una di fianco all'altra distanti tra loro circa 2 cm;
- ✓ si prende il quinto tubicino e lo si comincia ad intrecciare perpendicolarmente agli altri quattro, nella parte centrale, passando sopra il primo, sotto il secondo e così via;
- ✓ con il sesto si procede allo stesso modo però cominciando a passare sotto il primo in modo che sia alternato rispetto al precedente;
- ✓ per l'ultimo invece la procedura è identica al quinto;
- ✓ a questo punto si prende una delle estremità del primo "bastoncino" e si comincia ad intrecciare passando sotto il secondo, sopra il terzo e così via, cominciando a creare il cerchio;

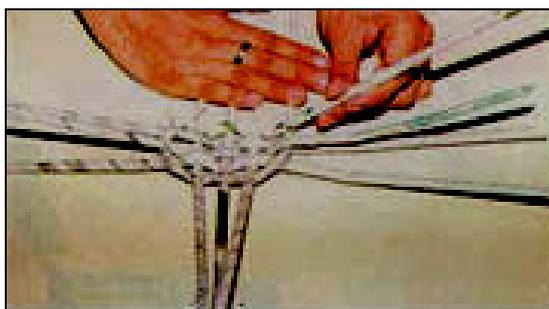


Figura 89 - Intreccio di bastoncini che saranno la base del cesto.

- ✓ quando il primo è quasi tutto intrecciato se ne deve prendere uno nuovo e continuare infilando la punta di quest'ultimo nel precedente o facendovi un foro.



Figura 90 - Fase finale della realizzazione del cesto.

Continuando così si può arrivare alla grandezza della cesta che si desidera e, nel caso sia necessario, si possono aggiungere nuovi tubicini di carta dalla base, perché la struttura di sostegno sia più alta; le punte che restano fuori vanno nascoste.

Infine per rendere impermeabile il cesto, si passa uno strato di vernice impermeabilizzante incolore sul quale è possibile utilizzare delle tinte colorate.



Figura 91 - Esempi di cesti e cestini di varie forme e dimensioni, da strisce di carta, poi arrotolate e intrecciate.

6.5. Carta pesta e carta riciclata artigianalmente

Esistono anche modi di fare dei lavori completamente a mano: riducendo la carta in pasta attraverso semplici attrezzi come frullatori o addirittura tagliando con delle forbici.

Si può quindi pensare di mescolare direttamente la pasta con altri ingredienti e sostanze collanti per modellarla in forma diverse ottenendo oggetti di carta pesta. Un'altra soluzione è quella di fare come già descritto nei paragrafi precedenti la carta riciclata, ma questa volta facendo a meno di qualsiasi tipo di impianto, per piccolo che sia.



Figura 92 - Attrezzatura per fare la carta riciclata.

6.5.1. La carta riciclata a mano

Per ottenere della carta fatta a mano si può utilizzare carta usata di ogni genere.

Si fa ora un elenco del materiale e dell'attrezzatura che servono:

- ✓ carta da riciclare: a seconda dell'uso che se ne vuole fare può essere bianca, colorata o addirittura contenere foglie, petali, coriandoli, fili di cotone, brillantini. Più la carta è di buona qualità, più la “nuova” carta sarà resistente; per ottenere carta bianca si può usare quella da fotocopie oppure la carta dei giornali facendo attenzione però al fatto che l'inchiostro dei tende ad ingrigire molto la carta a mano;
- ✓ 4 listelli di legno: lunghezza 21 cm, larghezza 2,5 cm, spessore 1,5 cm;

- ✓ 4 listelli di legni: lunghezza 29 cm , larghezza 2,5 cm, spessore 1,5 cm;
- ✓ una rete metallica tipo zanzariera a rete con aperture di 6 mm delle seguenti dimensioni: rettangolare da 22 cm di altezza per 30 cm di larghezza;
- ✓ una rete metallica tipo zanzariera a rete finissima con aperture di 2 mm delle stessa dimensioni della precedente; (in commercio si trovano zanzariere di diverso tipo: di nylon, di tulle o metalliche; l'ideale è usare quella metallica poiché essendo più rigida ha una resa migliore);
- ✓ una bacinella di dimensioni più grandi rispetto al setaccio e sufficientemente alta per poterlo immergere interamente;
- ✓ chiodini o una spara - punti;
- ✓ un frullatore;
- ✓ acqua;
- ✓ un secchio;
- ✓ stracci (che dovrebbero essere senza “trama” in quanto si usano durante la pressatura della carta: la trama potrebbe rimanere impressa nella carta stessa);
- ✓ spugnette;
- ✓ un seghetto per il legno;
- ✓ colla da tappezziere in polvere
- ✓ morsetti per la pressatura (non sono indispensabili).



Figura 93 - Attività didattica: costruzione di telai per realizzare carta a mano.

Per prima cosa devono essere costruiti i due telai (di dimensioni 21 cm di altezza per 29 cm) con i listelli di legno di cui si dispone; per unirli tra loro si possono usare alcuni chiodini o la spara-punti e si ottengono due rettangoli.

Volendo variare le misure della carta prodotta (ad esempio quelle classiche dei biglietti sono 15 cm per 21 cm (A5), delle buste 21 cm per 21 cm), si può fare un setaccio A4 (21 cm× 29,7 cm) e delle cornici più piccole.



Figura 94 - Procedura per la costruzione della cornice e del telaio: unione delle varie parti con una spara punti.

Le cornici infatti servono per dare la forma alla carta perciò possono essere di qualunque tipo (rettangolari, quadrate, ovali, rotonde) e vanno usate sopra il setaccio.

Per il setaccio bisogna unire la zanzariera alla struttura: si ricopre il primo telaio con il velo a rete più larga (6 mm) e usando la spara punti si attacca la rete ai bordi superiori del telaio. Poi si ricopre la prima rete con quella a maglia più fine (2 mm).



Figura 95 - Telai per la realizzazione della carta fatta a mano: parte anteriore (sinistra) e posteriore (destra).

È importante tenere ben teso il velo in modo che non formi delle conche. Ora si appoggia il secondo telaio sopra quello completo di rete. È come se gli si applicasse una cornice. Questo farà in modo che il foglio di carta riciclata abbia i bordi ben definiti.

Si descrivono ora le fasi di produzione vera e propria della carta: per prima cosa va tagliata e ridotta in pezzettini con forbici, a mano o con l'ausilio di una trita documenti; a questo punto la carta va lasciata a macerare per una notte immersa in acqua calda.



Figura 96 - Frullatore che riduce la carta in pasta di fibre di cellulosa.

Quando la carta è ridotta ad una poltiglia va tolta dal secchio e messa nella bacinella; dopodiché si mettono nel frullatore una parte di carta e quattro di acqua circa, frullando fino a che non ci sono più pezzetti interi. Bisogna però fare attenzione a non sminuzzarli troppo perché al diminuire della dimensione dei frammenti cresce la fragilità della carta.

A seconda del tipo di carta, delle dimensioni dei pezzettini e del frullatore bisognerà tritarli più o meno a lungo. Questa operazione va ripetuta tre, quattro volte per avere abbastanza pasta.

Nella vaschetta si mette la pasta e si aggiunge dell'acqua, in quantità sufficiente a ricoprire lo spessore del setaccio e della cornice, disposti uno sopra l'altro. Eventualmente si può anche aggiungere una spolverata di colla da tappeziere sulla superficie dell'acqua, soprattutto se la qualità della carta usata non è buona.

Prima di proseguire è bene preparare già le tavolette per la pressatura stendendo su una tavoletta rigida un panno inumidito e tenendo a portata di mano un altro straccio e un'altra tavoletta.



Figura 97 - Operazione di immersione del setaccio nella vasca contenente acqua e pasta di cellulosa.

A questo punto inizia la fase di immersione del telaio, si procede a partire da un lato, facendo attenzione che la cornice ed il setaccio siano ben sistemati uno contro l'altro e si cerca di farli scorrere fino sul fondo della vasca.

Una volta immersi si devono scuotere leggermente e lentamente, poi sollevare fino al pelo dell'acqua; si deve quindi verificare che l'impasto sia omogeneo su tutta la superficie della cornice, altrimenti l'operazione va ripetuta da capo.

Si appoggia il setaccio ai bordi della vaschetta e si fa scolare l'acqua, poi con alcune spugnette si tampona la parte inferiore per eliminarne l'eccesso rimasto.

Si ricopre il telaio con uno straccio di dimensioni adeguate (più grande del telaio), prestando attenzione a non formare pieghe, e si capovolge rapidamente su un supporto rigido.



Figura 98 - Fase di eliminazione dell'umidità e deposizione del foglio sul supporto rigido.

Dopo aver tolto la cornice si rovescia il setaccio sopra la tavoletta con il panno umido. A questo punto si solleva lentamente il setaccio partendo da uno dei lati più corti; bisogna prestare attenzione a che il foglio non si “rompa”, nel caso bisogna provvedere ad appoggiare immediatamente il setaccio e passare nuovamente la spugna. L’impasto deve rimanere sulla tavoletta senza crepe.

Con l’aiuto delle spugnette si tampona per assorbire l’eventuale acqua rimasta e si solleva delicatamente il telaio tenendo ben tirato lo straccio sottostante: il foglio di carta riciclata rimarrà aderente allo straccio.

Per evitare “otturazioni” il setaccio va subito pulito, appoggiandolo sul pelo dell’acqua e muovendolo leggermente.



Figura 99 - La pressa per la fase finale di creazione del foglio di carta riciclata.

A questo punto il “foglio” si copre con l’altro panno umido e si depone sopra l’altra tavoletta. Ora si deve esercitare la pressione, questa operazione si può fare sia sfruttando il peso del corpo, deponendo le tavolette per terra e salendoci sopra, sia con una piccola pressa dotata di morsetti come quella che si vede in figura.

Dopo la pressatura, la tavoletta superiore deve essere tolta e, con delicatezza, va sollevato anche il panno umido: il foglio rimarrà attaccato al panno sottostante, che dovrà essere lasciato ad asciugare.

Per ottenere effetti particolari si possono aggiungere all’impasto coloranti naturali, derivanti ad esempio da spinaci, rape rosse, coriandoli, the, caffè.



Figura 100 - Prodotto finito: foglio ottenuto con tecniche manuali da carta riciclata.

6.5.2. *La cartapesta*

La carta pesta o papier maché, è un materiale conosciuto in Francia dal secolo XVIII, ma già noto molto prima in Oriente; è ottenuto dalla carta macerata, impastata con argilla o colla, pressata ed infine modellata.

Con questo materiale furono costruiti, oltre a vassoi, maschere, tabacchiere e perfino ornamenti architettonici e mobili (soprattutto tavolini da lavoro) spesso laccati ad imitazione delle costosissime lacche orientali.

Oggi la cartapesta viene spesso sottovalutata, invece in passato, ad esempio in Inghilterra ed in America, veniva usata per costruzioni di architetture e ingegneria industriale: ruote, accessori di macchine e tetti.

In Germania si usava per fare i pavimenti, si stendeva una pasta di cartapesta che una volta asciutta veniva colorata, questi pavimenti creavano una superficie unica senza giunture, erano economici e molto igienici.

In Norvegia e precisamente a Bergen, nel 1793 fu costruita una chiesa interamente in cartapesta, durò ben 37 anni, poi fu demolita per ragioni sconosciute.

Tutto questo per capire che la cartapesta non è solo un passatempo per far giocare i bambini, ma infatti grazie alla sua duttilità può essere usata per cose molto importanti.

6.5.2.1. Le tecniche per creare l'impasto

La migliore carta da usare è quella dei quotidiani; per le colle invece si può utilizzare la polivinilica, che se diluita con un po' d'acqua, può essere usata anche al posto della vernice.

Altrimenti si può fare artigianalmente la colla di farina; per questo servono: 100 grammi di farina ogni due litri di acqua (la procedura è la seguente: si porta a bollore l'acqua insieme alla farina, mescolando continuamente, fino a che la soluzione non si addensa).

Va utilizzata sempre calda quindi ogni volta va riportata alla temperatura giusta scaldandola a bagnomaria.



Figura 101 - Procedura iniziale per la polvere di cartapesta.

La prima operazione da fare per la creazione della pasta vera e propria, è quella di strappare a mano (non con le forbici) tante striscioline di carta, che vengono poi messe per qualche minuto a mollo in un catino con acqua e un po' di colla vinilica.

Secondo il tipo di lavoro da realizzare la procedura è diversa: se i lavori sono delicati, si utilizza la polvere di cartapesta realizzata con la procedura di seguito descritta:

- ✓ si prendono alcuni pezzi di carta e si lasciano per almeno una notte a mollo, quindi si portano all'ebollizione per circa venti minuti;
- ✓ per togliere il contenuto d'acqua vanno pressati e poi vengono formate delle sferette che devono rimanere a seccare;
- ✓ quando sono completamente essiccate, saranno grattate e la polvere raccolta;

- ✓ al momento di utilizzarla va creata una pasta con la seguente composizione: 3 parti di polvere, 2 di colla, 2 di gesso e acqua quanto basta perché abbia una consistenza simile a quella della plastilina.



Figura 102 – Sferette di cartapesta per la produzione di polvere.

Per lavori meno delicati basta utilizzare la poltiglia di carta ottenuta dopo la bollitura a cui aggiungere colla e gesso (per due litri d'acqua, sono circa due cucchiaini rispettivamente); addirittura per i lavori più grossolani si può anche usare semplicemente carta messa a mollo e incollata.

Per la decorazione si può utilizzare qualsiasi tipo di colore, oppure gli oggetti creati si possono ricoprire con carta colorata o in decoupage, in ogni caso prima di dare il colore è conveniente passare una mano di idropittura bianca (o della stessa colla vinilica).

6.5.2.2. Esempio: la procedura per realizzare un vaso

Per la lavorazione sia della polvere che della pasta di cartapesta si usa la stessa tecnica di lavorazione della pasta di sale o della plastilina. Poi una volta presa la forma desiderata va lasciata asciugare, passata infine con la vernice bianca e colorata.

Ora si vuole descrivere invece la procedura più semplice per realizzare un contenitore di forma qualsiasi.

Il materiale necessario per questo lavoro è il seguente:

- ✓ un vaso o una bottiglia;
- ✓ pellicola trasparente per alimenti;
- ✓ carta;
- ✓ un catino con acqua;
- ✓ colla vinilica;
- ✓ un pennello grande;
- ✓ un cutter;
- ✓ colori.

Per quanto riguarda la lavorazione, si procede in questo modo: si prende il vaso (o la bottiglia) scelto e si ricopre interamente di pellicola trasparente; si strappa, rigorosamente a mano, la carta di giornale in tante striscioline o pezzetti e nell'acqua della bacinella si aggiunge un po' di colla.

Si mettono alcuni pezzi di carta nell'acqua, e si inizia ad attaccarli al vaso rivestendolo completamente (senza l'aggiunta di altra colla).

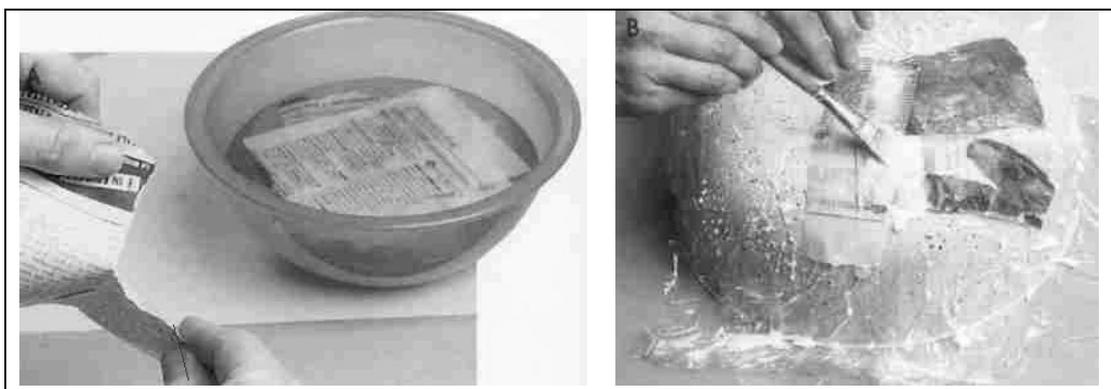


Figura 103 - Prima fase della realizzazione di un vaso in cartapesta.

Per fare il secondo strato invece, bisogna passare la colla su metà vaso e ricoprirlo con i pezzi di carta, poi ricoprire l'altra metà, continuando così per almeno una quindicina di strati.

A questo punto rimane solo la fase di asciugatura: si deve lasciare riposare il vaso per qualche giorno poi con il cutter viene tagliato a

metà e si stacca dal suo interno il vero vaso rimasto intero, che è servito da stampo.



Figura 104 - Vaso in cartapesta completato, manca solo la fase di finitura: pittura o decorazione.

Quindi bisogna incollare l'involucro di cartapesta dove rimane il taglio; per mascherarlo, si possono prendere altri pezzi di carta inumiditi e fare altri 2 strati, ricoprendo bene anche la bocca del vaso.

Quando anche questi strati sono asciutti, si passa un paio di volte il colore bianco per utilizzare poi i colori; oppure si può ricoprire con carte colorate.

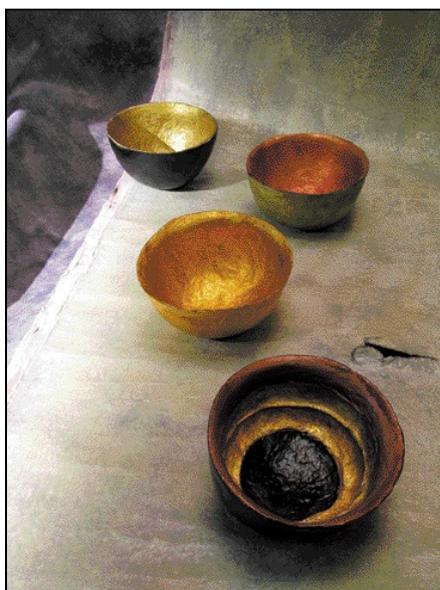


Figura 105 - Ciotole realizzate in cartapesta.

6.6. Formelle di combustibile dalla pressatura della carta

Un metodo che può essere usato per riutilizzare la carta senza dover ricorrere a tecniche per la fabbricazione di nuovi fogli è quello della semplice pressatura per ricavarne combustibile da bruciare.



Figura 106 - Carta ridotta in piccoli frammenti che servono per la formazione della pasta.

Rispetto alla carta non pressata si ha un notevole aumento del rendimento, in quanto le formelle ottenute bruciano molto più lentamente e liberano una quantità maggiore di calore.

L'unico problema è che le formelle proprio perché devono bruciare lentamente non hanno difficoltà a prendere fuoco, e così serve un po' di esperienza per un impiego corretto.

Il processo inizia dalla pasta di carta, realizzata riducendo dimensionalmente in piccoli pezzi il materiale in ingresso; quindi una pressa di tipo idraulico trasforma la pasta in piccoli dischi.



Figura 107 - Fase di pressatura della pasta di carta.

Questo progetto è stato già collaudato in paesi in via di sviluppo, e così la pressa che si utilizza, è stata modificata nel tempo rispetto al progetto originale: la struttura portante è stata rinforzata per renderla più sicura ed è stato migliorato il processo di espulsione dei dischi di carta. Si riescono a fare oggi due formelle al minuto.

Il costo della macchina è circa di 100 \$ e richiede tre persone per il funzionamento.



Figura 108 - Dischi in carta dopo la pressatura.

Capitolo 7

La gomma

7.1. Che cos'è la gomma

In origine si produceva esclusivamente una gomma di origine naturale (Natural Rubber = NR), la quale è costituita di una sostanza detta caucciù o lattice, un fluido simile al latte che si ricava dalla linfa dell'albero della gomma, il cui nome ufficiale è *Hevea Brasiliensis*.



Figura 109 - *Hevea Brasiliensis* o albero della gomma (a sinistra); procedura per ricavare la gomma naturale dall'albero (a destra).

Per prelevare questo liquido si incide la corteccia e si fa in modo che esso confluisca in un contenitore fissato al tronco dell'albero.

La gomma naturale è il risultato della formazione di monomeri che si raggruppano in lunghe catene di molecole, il suo nome scientifico è: poliisoprene.

Per la produzione della gomma sintetica, molto diffusa oggi, si utilizza come materia prima l'olio combustibile; con il nome di gomma sintetica si identificano un grande numero di materiali elastici: alcuni hanno caratteristiche molto simili a quelle della gomma naturale, altri invece sono contraddistinti da proprietà fisiche e tecnologiche completamente diverse. Sono accomunati però dal medesimo processo di produzione, cioè la polimerizzazione dell'olio combustibile.

Rientrano in questa categoria: gomma butadiene stirene (SBR); etilene-propilene (EP); gomma nitrile (NBR²⁴); gomma butile (IIR²⁵).

Si può concludere quindi che della stessa classe fanno parte materiali le cui caratteristiche possono essere molto differenti.

7.1.1. Breve storia della gomma

Il caucciù o "India rubber" era conosciuta in Europa dalla scoperta dell'America meridionale; il primo europeo che fa riferimento a questo materiale è Pietro Martire d'Angheira (1457-1526) nel suo *De Orbe Nuovo* pubblicato in latino nel 1513. Egli descrive un gioco azteco nel quale una palla fatta con la corteccia di una pianta particolare veniva fatta cadere a terra e rimbalzava incredibilmente.

Più tardi anche Antonio de Herrera storico alla corte di Filippo II di Spagna (1556-98) racconta di come Colombo, durante il suo secondo viaggio nel Nuovo Mondo, vide gli indigeni di Haiti utilizzare una palla di gomma ricavata da un albero.

Ma le popolazioni sudamericane utilizzavano la gomma anche per altri scopi: riuscivano a costruire rudimentali calzature e bottiglie semplicemente rivestendo di caucciù uno "stampo" di argilla e lasciandolo quindi asciugare.

²⁴ Gomma nitrile: butadiene - acrilonitrile.

²⁵ IIR: isoprene and isobutylene rubber.



Figura 110 - Indigeno dell'America Latina che lavora artigianalmente la gomma naturale.

Nel XVIII secolo ormai le proprietà di questo materiale erano conosciute in tutta Europa ma fu nel XIX secolo che si fece un grande passo in avanti nella manipolazione della gomma: Charles Macintosh (1766-1843) scoprì che la nafta²⁶ poteva sciogliere la gomma e il liquido così ottenuto poteva essere usato per impermeabilizzare gli abiti (che in Inghilterra sono ancora chiamati *mackintoshes*).

Nel 1839 Charles Goodyear scoprì che la gomma si poteva combinare in maniera irreversibile con lo zolfo con un processo che venne chiamato vulcanizzazione; grazie a questo si rese possibile la realizzazione di prodotti del tutto nuovi.

Nonostante la tecnologia dei macchinari sia in continua evoluzione, le varie fasi del processo di produzione sono rimaste pressoché invariate fino ad oggi.

Fu nei primi anni del novecento che ci furono i più grandi cambiamenti dovuti alla scoperta della gomma sintetica chiamata Buna e in seguito synthetic butadine rubber (SBR).

Nonostante la grande diffusione di questo materiale, esso ha subito spesso grandi fluttuazioni di prezzo per quanto riguarda sia le materie prime sia i prodotti finiti.

²⁶ Nafta: solvente aromatico in catrame di carbone (coal tar).

Dal 1920 poi, il suo mercato è stato sempre più legato a quello dell'industria delle automobili, la maggior consumatrice di gomma.

Attualmente la gomma di origine naturale si produce solo in paesi quali: Indonesia, Malesia, Brasile, Thailandia e qualche nazione dell'Africa come Nigeria e Costa D'avorio.

7.2. Proprietà

Le principali proprietà della gomma dipendono dalla sua struttura chimica e quindi dalla sua composizione. Essa è sensibile alla temperatura, o meglio si indurisce se raffreddata ($1 \div 10^{\circ}\text{C}$) e diventa più morbida quando riscaldata; se la temperatura supera considerevolmente i 50°C assume una consistenza appiccicosa fino alla completa liquefazione a $190 \div 200^{\circ}\text{C}$.

Caratteristiche	Gomma naturale	SBR	Butile	Nitrile
Formazione di gocce in seguito ad una esposizione alla fiamma			×	
Rottura in seguito ad una esposizione alla fiamma				×
Superficie di combustione appiccicosa	×		×	
Superficie di combustione asciutta		×		×
Fiamma ardente	×	×		×
Fiamma bassa			×	
Debole produzione di fuliggine			×	
Forte produzione di fuliggine	×	×		×

Tabella 6 - Caratteristiche dei diversi tipi di gomma.

La gomma naturale ha buone proprietà meccaniche: buona resistenza a trazione, elasticità e resilienza, e buona resistenza alla rottura, alla flessione e all'abrasione.

Si può quindi dire che la gomma è un eccellente materiale dalle proprietà meccaniche molto versatili: se sottoposta a trazione, ad esempio, può raggiungere una lunghezza pari a diverse volte

l'estensione originale; una volta rimossa la forza applicata poi, ritorna alla configurazione iniziale, senza che si abbia alcuna deformazione residua.

Oggi con il termine gomma si indicano sia i materiali sottoposti al processo di vulcanizzazione, sia i prodotti a cui questo trattamento non è stato effettuato.

Per quanto riguarda i limiti, essa è sottoposta ad un'azione rigonfiante se viene a contatto con certi fluidi quali: solventi alifatici ed aromatici, petrolio ed olio lubrificante. Non è molto resistente all'ossidazione e può essere soggetta a piccole fratture, causate dalla presenza di ozono nell'aria anche in piccola quantità (una parte su cento milioni), se non viene debitamente trattata per resistere a questo fenomeno. Le sue performance, inoltre, calano notevolmente alle alte temperature.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche principali della gomma naturale:

Proprietà della gomma naturale:	
resistenza a trazione	250 ÷ 350 kg / cm ²
modulo di elasticità (al 300% di allungamento)	10 ÷ 30 kg / cm ²
impermeabilità	All' acqua e al gas

Tabella 7 - Proprietà della gomma naturale (NR).

Dalle caratteristiche appena elencate è possibile capire come essa sia dotata della capacità di immagazzinare un'enorme quantità di energia meccanica che può essere in qualsiasi momento rilasciata.

Uno dei suoi impieghi comuni è quello di isolante termico, inoltre il suo coefficiente di espansione termica è molto inferiore a quello dei metalli: fino a 20 volte in meno rispetto all'acciaio.

Anche dal punto di vista elettrico è un buon isolante tanto che è diventato un materiale fondamentale nella costruzione di cavi e materiale elettrico in generale. È vero però che aggiungendo certi tipi di nerofumo finemente ridotto, può assumere caratteristiche tali da dissipare le cariche elettriche e comportarsi quindi come un materiale conduttore.

Il coefficiente di attrito assume valori molto elevati, per questo presenta capacità di aderenza uniche (gripping properties); inoltre tale proprietà si riduce molto ponendola a contatto con acqua, che assume la funzione di lubrificante.

Per quanto riguarda il processo di invecchiamento del materiale, esso si manifesta con una riduzione delle capacità meccaniche, fra le quali resistenza ed deformabilità.

7.2.1. Applicazioni della gomma in paesi industrializzati e in PVS

Nei paesi industrializzati i prodotti in gomma si possono trovare in ogni situazione anche se non sempre si riconosce la presenza di tale materiale in tutte le sue applicazioni. Essa viene utilizzata per radio, apparecchi televisivi, telefoni; rende sicuri i cavi elettrici; forma parti di molti utensili da cucina; ripara dalle correnti d'aria e serve da isolante termico. Sono moltissimi i prodotti che presentano almeno alcune parti gommosi: sedie, divani, cuscini, materassi; vestiti e scarpe; attrezzature sportive; ecc.

Tipo di gomma	Applicazioni
Gomma naturale	veicoli commerciali: autocarri, bus e rimorchi.
Gomma stirene-butadiene (SBR) e gomma butadiene (SR)	Piccoli autocarri; automobili private; motociclette e biciclette.
Gomma butile (IIR)	Camere d'aria.

Tabella 8 - Tipi di gomma e applicazioni associate.

Grazie alle sue proprietà sono più di 100 mila i tipi di articoli nei quali la gomma è usata come materia prima; i principali campi di applicazione possono essere elencati come segue:

il settore automobilistico: l'industria dell'automobile è il settore che fa il maggior consumo di gomma, il 66% è utilizzato solo per i pneumatici che rappresentano il prodotto più importante. Cresce oggi anche il mercato di tutta una serie di accessori per le autovetture in materiale gommoso. In una macchina moderna si possono trovare

elementi come: smorzatori di vibrazioni, cinghie trapezoidali (v - belts), camere d'aria, o-ring, ecc.

L'edilizia: il secondo grande campo di applicazione è l'ingegneria civile: nei palazzi e nei ponti (in appoggi intermedi, parti flessibili dei viadotti e dei cavalcavia, elementi espandibili delle dighe); nel bitume per la realizzazione di asfalto stradale; come inserzioni nelle traversine delle ferrovie; negli elementi per attutire il rumore nelle metropolitane; ecc.

La gomma ha impieghi anche nella produzione di componenti che fanno parte delle fondazioni degli edifici per renderli sicuri dai terremoti, nella realizzazione di pavimenti e in alcuni elementi per la copertura delle case.

L'industria: la gomma ha un ruolo nella produzione di nastri trasportatori e di smorzatori di vibrazioni; è presente all'interno delle fabbriche per garantire l'efficienza della rotazione degli ingranaggi. Inoltre tipi speciali di gomme che resistono a contatto con certi fluidi (idrocarburi) e persino al calore sono impiegati nel settore chimico. Infine non è da dimenticare l'industria dei giocattoli e delle attrezzature sportive.

Per quanto riguarda i cavi elettrici isolanti però, attualmente è il PVC che sta soppiantando la gomma.

L'agricoltura: in questo settore, a parte i pneumatici dei diversi veicoli e macchinari, le applicazioni della gomma sono da ricercarsi soprattutto nei recinti per il bestiame, nelle redini, negli zoccoli, nei collari e nelle selle; nelle tubature delle macchine per il latte; nelle coperture protettive per le macchine destinate al trasporto delle patate, e in molte altre ancora.

L'abbigliamento: in questo caso i prodotti più importanti nei quali si ritrova questo materiale sono scarpe, vestiti impermeabilizzati, fili per la biancheria e la pelle artificiale.

I prodotti in lattice: soprattutto si tratta di prodotti diffusi nel campo della medicina e della chirurgia come: guanti, tettarelle, contenitori di fluidi a temperatura elevata.

Anche nei paesi in via di sviluppo esistono molti prodotti di gomma che fanno parte della vita quotidiana; una gran parte di questi sono gli stessi presenti nei paesi industrializzati, esistono anche opzioni di impiego ed applicazioni particolari, sviluppate nel settore delle micro e piccole imprese in termini di processi per il riciclaggio di rifiuti contenenti questo materiale.

La gomma che si ricava dai pneumatici delle automobili viene recuperata e riutilizzata per realizzare: scarpe, guarnizioni, boccole, contenitori e altri prodotti di uso domestico, commerciale ed industriale.

7.3. Il recupero dei rifiuti in gomma

Il risultato dell'aumento dell'utilizzo della gomma in così tante e diverse applicazioni, ha portato ad una crescita anche nel quantitativo di rifiuti che di questo materiale sono costituiti.

In particolare l'allargarsi del mercato delle automobili ha generato un incremento della produzione e del consumo di pneumatici in tutti i paesi del mondo.

Si è stimato che in tutto il mondo industrializzato, circa un pneumatico per persona viene mandato in discarica ogni anno, questo pone notevoli problemi di smaltimento, considerando anche il fatto che la disgregazione di questo materiale è lentissima (perché avvenga la completa decomposizione, a temperatura ambiente, ci vuole più di un secolo).

Sono voluminosi e difficilmente si sistemano in discarica senza rendere instabile il cumulo di rifiuti. Essi tendono a non rimanere sepolti ma a venire in superficie; inoltre intrappolano aria ed acqua.

Anche nei paesi sviluppati, dove i pneumatici sono abitualmente mandati in discarica, si incontrano grossi problemi di smaltimento dovuti a fattori sia economici che tecnologici. La fattibilità del recupero è diminuita molto a causa della diminuzione della percentuale di gomma naturale nelle mescole.

7.3.1. La gomma nei rifiuti

La gomma, nei rifiuti solidi urbani, non è presente in elevate percentuali, infatti in tutto il mondo, comunemente, i rifiuti di questo genere sono raccolti a parte. Anche nello studio che verrà fatto in seguito infatti saranno trattati separatamente. Spesso, la raccolta stessa è fatta in maniera indipendente dei gestori di stazioni di servizio, officine e depositi.

Prodotti	Percentuale nei rifiuti in gomma (%)
Colla	3,2
Tubature e condotti	3,5
Nastri trasportatori	4,3
Pneumatici	66,6
Tubi	1
Stampaggio	3,6
Suole di scarpe	0,7
Profilati	2,6
Boccole	1,2
Altri prodotti	13,3

Tabella 9 - Composizione dei rifiuti in materiale gommoso suddivisi per prodotti.

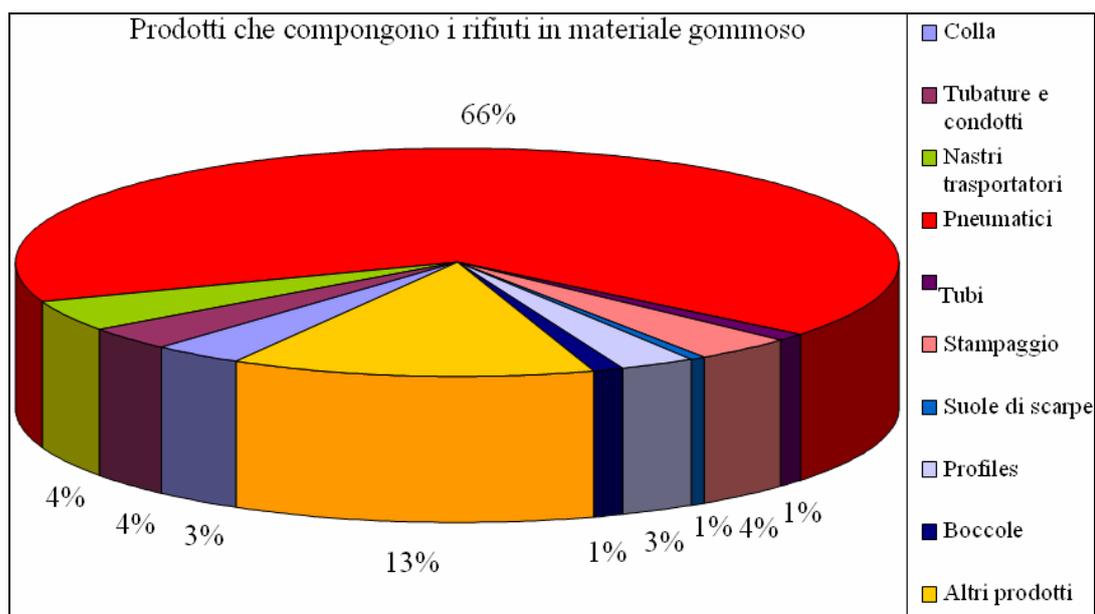


Figura 111 - Rappresentazione della composizione dei rifiuti in materiale gommoso.

Non esistono dati precisi sulla composizione dei rifiuti in gomma classificati in base al tipo di prodotto, si hanno invece dati relativi alla composizione al momento della produzione, per cui si può ipotizzare che tale dato sia estendibile all'incirca anche agli stessi rifiuti.

In base a questa assunzione si può dire che soltanto tra pneumatici e nastri trasportatori si raggiunge già il 70% della totalità dei rifiuti.

Nonostante quindi la raccolta appaia facilmente organizzabile, perché si conosce la distribuzione sul territorio dei luoghi in cui è possibile trovare questo tipo di rifiuti, il recupero e il reimpiego della gomma come risorsa, appaiono problematici.

Le cause di queste difficoltà sono dovute alla grande varietà delle gomme e degli altri materiali che rientrano nella composizione dei diversi prodotti. Questo accade perché secondo la destinazione d'uso essi dovranno possedere proprietà particolari: una sola fabbrica può arrivare a produrre fino a 500 prodotti e la composizione è differente per ognuno.

Anche per i pneumatici si utilizzano diversi materiali sistemati insieme in strati, si possono trovare ad esempio elementi metallici o strati di tessuti particolari; quindi anche nel caso di un'unica miscela prima vanno eliminati gli elementi non gommosi

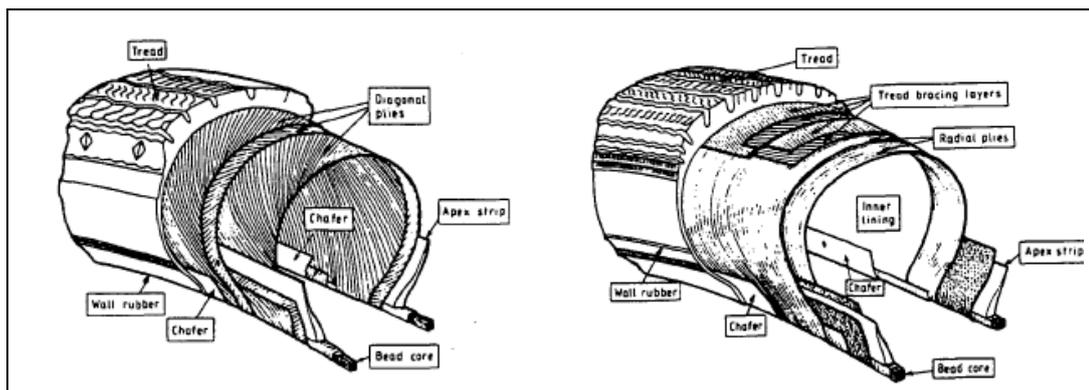


Figura 112 - Struttura a strati per due tipologie diverse di pneumatici: con camera d'aria a destra e senza camera d'aria a sinistra.

7.3.2. Il riciclaggio della gomma nei diversi paesi

Esiste una profonda differenza nella prospettiva con cui si affronta il riciclaggio della gomma nei paesi industrializzati rispetto a quella dei

paesi in via di sviluppo. Nei primi infatti l'esigenza è legata ad un incremento di rifiuti ingombranti e quindi ad una volontà di ridurre il quantitativo, negli ultimi invece dall'esigenza di reinserire nel processo produttivo un materiale scarso e di difficile reperibilità.

Negli ultimi anni, i paesi sviluppati hanno focalizzato l'attenzione sulla ricerca di strategie efficaci per lo smaltimento ed il recupero: nella provincia di Ontario in Canada, il Ministero dell'Ambiente ha istituito una task-force che analizzasse le soluzioni che erano state scelte nei diversi paesi.

Il risultato è un resoconto che stabilisce le opzioni di gestione più compatibili dal punto di vista ambientale:

la riduzione, diminuire la produzione di rifiuti aumentando la vita dei prodotti grazie a tecnologie di produzione più avanzate e programmi per formare la popolazione su un impiego più oculato dei prodotti;

il riutilizzo come pneumatico, soprattutto se, come avviene in alcuni casi, il pneumatico non è ancora completamente consumato, esso può essere adatto a venire lavorato nuovamente per ricreare l'incisione (retreading);

il riuso dell'intero pneumatico per altri impieghi, si riportano alcuni esempi: scogliere artificiali, controllo dell'erosione e stabilizzazione della pareti di miniere, di laghi e pozzi profondi;

il riciclaggio in altri prodotti, per questo esistono due tecniche principali. La riduzione dimensionale fino ad ottenere frammenti di forma adatta al riasssemblaggio in nuove applicazioni (ad esempio: tappetini); la macinatura di pneumatici in briciole per la formazione di un mix in gomma e plastica con cui produrre svariati oggetti tramite estrusione o tranciatura;

i frammenti di pneumatici usati in progetti di ingegneria civile, in questo caso le applicazioni più comuni sono: letti stradali, nuclei di argini in terra, contenitori di fosse settiche, impiego come agente rigonfiante;

il recupero di materia prima per formare nuovi pneumatici, i materiali che fanno parte dei pneumatici possono essere separati e recuperati quindi inseriti nuovamente nel processo di produzione;

l'impiego per la produzione di carburante derivato da pneumatici, con questa soluzione si ricava energia dall'incenerimento; in questo modo però si elimina la possibilità di allungare il ciclo di vita (inoltre in questo caso si presenta il problema dovuto ai fumi prodotti dal processo di combustione);

il taglio e deposito in discariche dedicate, si tratta di una strategia di sistemazione dei rifiuti gommosi senza che essi vengano mischiati a quelli solidi urbani indifferenziati. Se nel futuro si scoprisse un modo di recuperare questo materiale si potrebbe andare facilmente a recuperare dalle discariche.

Anche il Consiglio dell'Unione Europea dei ministeri dell'Ambiente appoggiò nel 1990 la strategia della Commissione Europea in materia di gestione dei rifiuti, secondo la quale è necessario porre l'attenzione sia sul prodotto, sia sul processo produttivo, con l'obiettivo di allungarne il più possibile il ciclo di vita. Secondo questa visione “dalla culla alla tomba” (“*from cradle to grave*”) si vuole fare in modo che già in fase di progettazione e di ideazione del prodotto, si abbia in mente la logica del riutilizzo.

Nei paesi meno sviluppati la percentuale di pneumatici di automobili e di autocarri, rispetto alla totalità dei prodotti in gomma, assume valori ancora maggiori se confrontati con quelli relativi ai paesi industrializzati.

Per queste realtà è evidente come la composizione della gomma prodotta, sia fortemente legata alla presenza di materie prima disponibile sul territorio: l'India ad esempio è grande produttrice di gomma naturale mentre i prodotti che vengono dall'Africa sono in gran parte realizzati con gomma sintetica.

Lo smaltimento dei pneumatici non è avvertito né come una costrizione né come una necessità legata alla tutela ambientale; a volte è annoverato tra gli obiettivi politici ma non è mai una priorità.

Questo accade a livello ufficiale perché la quantità di gomma ricavabile dall'insieme dei rifiuti solidi urbani è limitata e perché spesso il settore informale ha già effettuato la separazione, prima della fase di smaltimento vera e propria.

Questo non si significa che il riciclaggio della gomma non esista: in alcuni casi non viene calcolato perché si fa direttamente all'interno della fabbriche stesse, che recuperano i materiali di scarto del processo produttivo e li inseriscono nuovamente per realizzare ancora prodotti. Nei garage è frequente la pratica di sostituire il battistrada più volte su pneumatici usati per poi rimetterli in circolazione.

Il settore dei pneumatici, inteso come riparazioni, riciclaggio totale o parziale, è costituito ormai da attività commerciali che possono variare da micro e piccole imprese, con cinque lavoratori o meno, fino ai più grandi laboratori, con un più elevato numero di dipendenti.

Città	Materiale	Percentuale (%)
Accra	gomma e pelle	1÷5
Bamako	gomma	0
Cairo	pneumatici	1
Calcutta city	gomma	0,24
Dar es Salaam	plastica e gomma	1,8
Jakarta	gomma e pelle	0,56
Karachi	gomma e pelle	2,1
Kanpur	plastica e gomma	0,5÷1
Lagos	plastica e gomma	4
Metro Manila	gomma e pelle	1,8

Tabella 10 - Percentuale di gomma presente nella totalità di rifiuti prodotti in diverse città di paesi in via di sviluppo²⁷.

A differenza del settore informale che si occupa di altri materiali (acciaio, plastiche, ecc.), queste attività sono meglio organizzate, anche perché i pneumatici sono considerati una vera e propria risorsa da non destinarsi alla discarica ed il loro recupero deve essere gestito attraverso

²⁷ I dati sono ricavati dalle seguenti fonti: Cointreau (1982); Haskoning (1985-88); PTR Consultants, GERAD, EQI (WAREN research); UNCHSworkshop Manila (1993); GOPA consultants (1983-1990); Shakaib, KMC (1991).

attività di persone competenti, piuttosto che attraverso attività casuali svolte da chiunque.

Nonostante questo, in alcuni paesi è presente anche in questo settore la raccolta informale, effettuata da persone che mettono a rischio la loro salute.

7.4. Riuso e trattamenti manuali per prodotti in gomma

Si vuole ora fare una esposizione dei processi attraverso i quali è possibile riutilizzare i prodotti in gomma, ordinandoli secondo una gerarchia del recupero (*'recovery hierarchy'*).

La classe su cui ci soffermeremo è quella dei pneumatici e dei suoi componenti, in quanto nello studio che ci si propone di fare ci si occuperà soltanto di questa tipologia di prodotti.

7.4.1. Gerarchia del recupero e valore aggiunto

Anche la gomma quando deve essere riciclata ricade nella categoria del recupero dei materiali e come tale può essere inserita all'interno della piramide capovolta della gerarchia delle attività di recupero, all'origine della quale sta il concetto di valore aggiunto.

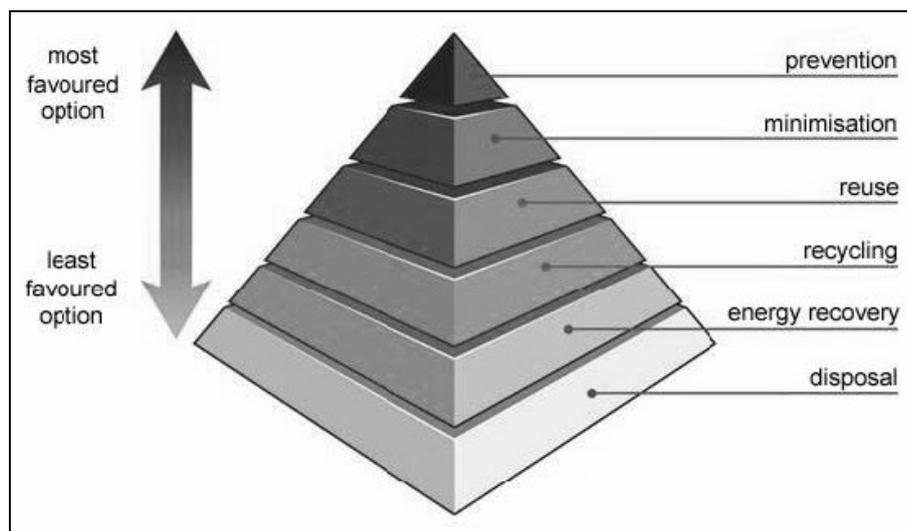


Figura 113 - Rappresentazione della gerarchia del recupero.

Quando il lattice viene estratto dell'albero della gomma e viene poi trasformato in oggetto, attraverso una serie di processi, il valore aggiunto viene inserito all'interno di quel prodotto finale.

Tale valore si definisce come la differenza tra il valore di mercato (prezzo di vendita) ed il costo originario del lattice; ovviamente un oggetto complesso come un pneumatico avrà un elevato valore aggiunto. Questo può essere imputato, allo stesso modo, ai prodotti ed ai materiali ottenuti tanto dalla materia prima originale, quanto a quelli realizzati con rifiuti reinseriti nel processo produttivo.

Si può dire che, a parità di altri elementi, quali ad esempio la domanda del prodotto sul mercato, tanto più il valore aggiunto rimane intatto "all'interno" del materiale, tanto più il prodotto riciclato avrà un prezzo simile a quello dell'originale.

Per quanto riguarda i pneumatici: se vengono riutilizzati, tutto il valore rimane, al contrario se vengono incisi nuovamente o si sostituisce il battistrada, una parte viene perduta.

Se si sceglie di realizzare dei prodotti di altro genere, ricavando la gomma come materiale da riciclare, allora il valore diminuisce molto perché il calcolo riparte da zero: il valore aggiunto del pneumatico è andato perduto; va considerata la lavorazione a partire da quel momento.

Il valore aggiunto ha un'importanza anche dal punto di vista della sostenibilità e dello sviluppo sostenibile; spesso infatti è un indicatore abbastanza attendibile dell'energia spesa e delle risorse impiegate, in termini di quantità e di valore intrinseco, per realizzare quel prodotto.

Ciò significa che esso dà anche informazioni riguardo l'impatto ambientale che il processo produttivo ha avuto; inoltre se il valore aggiunto viene mantenuto, significa che non vanno perse le energie e le risorse che sono state utilizzate a monte.

I processi di riciclaggio e recupero, soprattutto nei paesi in via di sviluppo, possono disporre di un elevato numero di persone da impiegare come forza lavoro ed è generalmente di questo che hanno bisogno. Non così accade nei processi complessi di produzione dei paesi industrializzati.

In questa ottica il riciclaggio della gomma e dei pneumatici in particolare può avere degli effetti positivi da diversi punti di vista:

- ✓ economico: si possono diminuire le importazioni, riutilizzando una materia prima presente all'interno del paese;
- ✓ sociale: è una fonte di guadagno per un maggior numero di persone;
- ✓ ambientale: non si butta via ciò che per essere prodotto aveva già fatto uso di risorse ed energia.

7.5. I pneumatici

La maggior parte dei pneumatici per autovetture è costituita da gomma sintetica: in particolare stirene butadiene , e butadiene. La gomma naturale ha un ruolo di maggior importanza nella produzione destinata agli autocarri; mentre per le camere d'aria si usa generalmente il butile, impermeabile al gas.

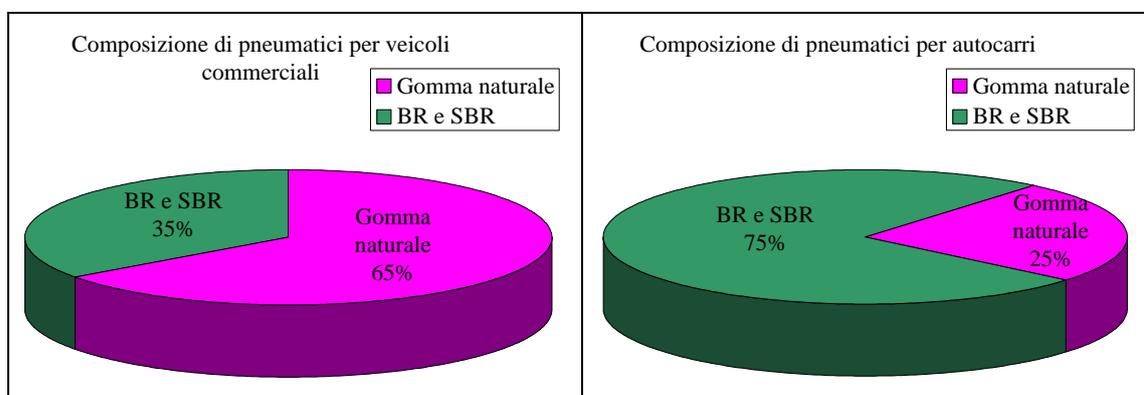


Figura 114 - Grafici che mettono a confronto la diversa suddivisione in termini di gomma naturale e sintetica (nello specifico butadiene e stirene butadiene) per veicoli commerciali e per autocarri.

La composizione varia a seconda della destinazione d'uso ed anche secondo le diverse parti che compongono il pneumatico. Siccome il battistrada ha una composizione diversa in termini di miscela rispetto al pneumatico nel suo complesso, allora varierà anche la composizione mano a mano che esso si consuma (il battistrada si assottiglia).

A seconda dell'applicazione naturalmente varia anche il peso, ciò è dovuto in gran parte alla presenza di materiale di rinforzo necessario a seconda delle sollecitazioni che il pneumatico deve sopportare nel corso della sua vita.

7.5.1. Recupero di pneumatici nei paesi in via di sviluppo

L'attività di riparazione dei pneumatici è molto diffusa nei paesi in via di sviluppo e si può fare con una certa facilità. Nonostante questo la sostituzione del battistrada era una attività più diffusa un tempo, quando il costo di nuovi prodotti era più proibitivo, oggi con la produzione delle gomme sintetiche tale pratica ha perso un po' della sua importanza.

La vita di uno pneumatico dipende essenzialmente da quattro fattori:

- ✓ la qualità del prodotto di partenza;
- ✓ la qualità delle strade sulle quali viene utilizzato;
- ✓ le condizioni di utilizzo (pressione, tempo atmosferico, velocità, ecc.);
- ✓ le condizioni di carico dell'automezzo.

7.5.2. Tecniche di riparazione dei pneumatici

Esistono due diversi metodi di riparazione dei pneumatici dalla foratura:

1. a freddo, il bordo del foro viene levigato e si aggiunge uno speciale adesivo; metodo adatto solo per piccole forature, ha il vantaggio di richiedere come attrezzatura soltanto una lima (oppure un attrezzo per la levigatura qualsiasi), un mixer ed un applicatore per il mastice.

2. a caldo, dopo avere reso liscio il bordo della foratura, come nel caso precedente, al di sopra viene posto un frammento di gomma per la riparazione. Le due parti vengono legate insieme grazie ad una piccola

pressa elettrica (in alcuni paesi in via di sviluppo si usano anche presse a carbone). L'attrezzatura necessaria è formata da un utensile per la levigatura ed un piccolo torchio per le pressature a caldo.

Per fare un confronto dal punto di vista economico: il metodo a caldo costa 33 \$ (U.S.A.) rispetto ai 10 \$ del primo metodo.

7.5.3. Ricreare la scanalatura sul battistrada

Ricreare la scanalatura sul battistrada è una pratica molto diffusa nei paesi meno industrializzati, consiste nel creare un nuovo intaglio dopo che il primo è quasi completamente sparito a seguito dell'usura.

Non sono necessarie macchine per questa operazione e può essere fatta con l'ausilio di strumenti diffusi presso le botteghe degli artigiani.



Figura 115 - Separazione a mano del battistrada a Karachi, Pakistan.

Il problema è che molti pneumatici non hanno un battistrada sul quale è possibile incidere nuovamente l'intaglio: quelli per bus, camion e mezzi pesanti sono adatti ma, per quanto riguarda quelli delle automobili per la circolazione abituale, spesso non sono dotati delle caratteristiche adeguate a tale trattamento.

In questi casi facendo comunque una scanalatura nuova, la qualità e l'affidabilità cala abbastanza rispetto agli originali infatti in alcuni paesi tale pratica è vietata.

Questo tipo di riparazione di pneumatici ha il pregio, comunque di essere molto economica, il costo complessivo è circa pari ad un quarto del prezzo per un nuovo pneumatico; inoltre in paesi come il Pakistan dove le strade sono rovinare è molto diffusa ed il mercato per questi prodotti si sta espandendo, soprattutto relativamente ai pick-up.

7.5.3.1. Il processo

Per la “ristrutturazione” dei pneumatici è necessario considerare che c’è bisogno di uno spazio sufficiente per lo stoccaggio: per quelli da intagliare, per quelli già riparati e per gli altri, scartati, da destinarsi ad altri usi. A causa dell’ingombro dei pneumatici, dove è possibile le attività sono svolta all’aria aperta, spesso in strada.

Il primo passo della procedura è verificare le condizioni dei pneumatici usurati: la qualità della carcassa, l’adesione tra gli strati, la qualità della superficie del battistrada.

Esistono due modi per ricreare l’intaglio: manuale con l’ausilio di strumenti come un cutter; e l’intaglio a caldo con uno scalpello riscaldato elettricamente.



Figura 116 - Lavorazione su pneumatici: operazione di ricreazione della scanalatura già presente.

Per il metodo a freddo, usato ad esempio a Karachi in Pakistan, gli artigiani utilizzano un cutter immerso in acqua saponata per facilitare il taglio della gomma; ovviamente la produzione non ha un ritmo elevato così se i costi rimangono bassi, lo sono però anche i guadagni.

Con il metodo a caldo il pneumatico viene posizionato sopra una struttura in legno per tenerlo fermo durante le operazioni di incisione.

In questo caso la lama riscaldata, è utilizzata per ripassare sopra l'intaglio già presente e renderlo più profondo (5 ÷ 10 mm); servono in media 15 minuti di lavoro per ogni pneumatico. In base alle esigenze ovviamente si possono scegliere lame di diverse dimensioni.

Dopo questa operazione si dovrà ricoprire la superficie del pneumatico con un lucido nero, così da ridargli l'aspetto di un prodotto nuovo.

La vita di questi pneumatici è generalmente pari alla metà di quelli nuovi, naturalmente cambia un po' in funzione della profondità del nuovo intaglio; si tratta comunque di un'operazione vantaggiosa, considerando che il costo di produzione è pari ad un quarto.

Nonostante questo, la suddetta soluzione si deve considerare non particolarmente adatta ai veicoli per il trasporto privato sui quali sarebbe meglio effettuare la sostituzione del battistrada.

7.5.4. Sostituzione del battistrada

La sostituzione del battistrada è l'approccio più completo per rendere nuovamente utilizzabili i pneumatici; esso dà al prodotto usurato la possibilità di un secondo (a volte anche terzo) utilizzo, senza che la qualità e l'affidabilità subiscano una grossa perdita.

Questo processo è utilizzato in tutti i paesi, anche se in quelli industrializzati sta perdendo importanza a causa dell'elevato costo del lavoro.

È più utilizzata per camion e trattori, infatti i pneumatici in questo caso hanno un valore maggiore ed il trattamento è meno costoso.

Dal momento che la qualità è paragonabile ai pneumatici di nuova fabbricazione, anche le prestazioni sono più soddisfacenti rispetto al caso di intaglio del battistrada. Generalmente si possono utilizzare, a

parità di condizioni, per il 60% del chilometraggio dello stesso pneumatico nuovo.

7.5.4.1. Il processo

Questo trattamento può essere effettuato attraverso due distinti processi:

- ✓ metodo a caldo con gomma nuova non vulcanizzata;
- ✓ metodo a freddo con gomma pre-vulcanizzata;

Entrambi comunque si suddividono in sei fasi: acquisizione della gomma e dei pneumatici da riparare; esame delle condizioni e selezione dei pneumatici; preparazione del casing e della mescola; confezionamento ed applicazione del nuovo materiale; vulcanizzazione ed infine ispezione e controllo della qualità.

La fase iniziale di selezione è molto accurata e in alcuni paesi solo la metà dei pneumatici sono accettati per questo trattamento.

In seguito viene tolto il vecchio battistrada, il pneumatico è montato su un albero che, dotato di un tagliente, asporta la gomma mentre avviene la rotazione; in questo modo la superficie che resta è liscia e tondeggiante. La levigatura prosegue fino al raggiungimento della dimensione voluta.

La superficie si controlla affinché qualsiasi elemento, polvere o frammento, venga tolto per non compromettere l'aderenza con la gomma che andrà a ricoprire la struttura del pneumatico. L'operazione di applicazione del nuovo materiale deve essere fatta immediatamente, in modo che non ci sia il tempo di un eventuale ossidazione della superficie.

Il nuovo battistrada, può essere avvolto a spirale attorno alla carcassa, in questo caso prende il nome di “camel back”; oppure può essere depositato uno strato di nuovo battistrada tutto intorno, utilizzando uno speciale adesivo per unire le due estremità. Dopodiché viene fatto l'intaglio. A questo punto, in entrambi i casi, segue il processo di vulcanizzazione

In caso di pneumatici molto larghi si può scegliere anche di sostituire soltanto la parte con l'incisione; questa soluzione è usata spesso nei pneumatici ad uso civile per migliorarne l'aspetto.

Ovviamente il problema è il grande numero di carcasse che devono essere smaltite in altro modo. Sono quelle che non hanno passato la selezione iniziale, a causa della presenza di buchi e di punti di debolezza. È necessario quindi un controllo perché i pneumatici rigettati in quanto inadatti non vengano riutilizzati illegalmente e perché la selezione a monte sia sempre accurata.

Si passa ora alla descrizione dei due metodi diversi:

- ✓ il metodo *con gomma non vulcanizzata* è usato generalmente nella forma di camel back: una striscia estrusa della larghezza necessaria a coprire tutta la superficie liscia del pneumatico. Il casing è ricoperto con una sostanza adesiva sulla quale il camel back è applicato. Infine le due estremità vengono collegate ed il battistrada è accuratamente pressato per eliminare le eventuali bolle d'aria. Invece del camel back è possibile anche applicare direttamente della gomma della macchina per l'estrusione, in tal caso è garantita una aderenza maggiore e non sono necessari adesivi. La temperatura della gomma deve essere abbastanza alta da assicurare una buona vulcanizzazione in un tempo ragionevole .
- ✓ Il *metodo con la gomma pre-vulcanizzata* sta assumendo un'importanza crescente, soprattutto per le applicazioni su camion e trattori, perché in questo caso il battistrada è parzialmente vulcanizzato (trattamento per indurire) e c'è soltanto un sottile strato di adesivo da attivare per garantire l'unione delle due parti. Queste operazioni possono essere fatte oggi ad una temperatura di 100°C e in un tempo inferiore rispetto al metodo precedente. È chiaro che in questo modo si può prevenire l'eccessivo indurimento delle carcasse.

7.5.4.2. I rifiuti del processo di sostituzione del battistrada

Ci sono due tipi di rifiuti a valle di questo processo: i pneumatici che non sono stati considerati adatti al recupero ed i frammenti di gomma prodotti nel processo stesso di fabbricazione del nuovo battistrada.

Per i primi si può pensare ad un riutilizzo per produrre altri oggetti (recupero secondario); nel caso dei frammenti di gomma, questi possono essere venduti alle fabbriche come materie prime oppure vanno raccolti e smaltiti come rifiuti.

7.6. Il recupero e l'impiego della gomma

L'utilizzo di gomma da pneumatici e camere d'aria per realizzare altri oggetti comprende la produzione artigianale attraverso il lavoro manuale.

Nel Sud del mondo esistono numerose imprese di piccole e medie dimensioni che si occupano di quest'attività; oggi nei paesi industrializzati queste pratiche sono state abbandonate nonostante in passato fossero diffuse.

A differenza del caso precedente di recupero di pneumatici, non è possibile descrivere un processo produttivo esemplare, perché le operazioni variano molto con il prodotto che deve essere realizzato.

A grandi linee possiamo dire che dopo avere recuperato la gomma, e averla selezionata, viene ridotta dimensionalmente per ottenere così la materia seconda per la produzione dei nuovi oggetti.

Gli strumenti utilizzati per il processo produttivo che segue sono generalmente coltelli o strumenti di taglio specializzati; spesso tali utensili sono montati su un supporto in modo da garantire una uniformità nella lavorazione e da permettere la meccanizzazione del processo.

Esistono anche prodotti più elaborati, che risultano da numerose operazioni di assemblaggio e rifinitura, incollaggio o bloccaggio di diverse parti insieme, aggiunte di parti in tessuto o in metallo ed ingrassatura o verniciatura del prodotto finito per migliorarne l'aspetto.

7.6.1. Esempi di prodotti con gomma riciclata

In Africa i pneumatici sono riprocessati in piccole botteghe lungo la strada, in oggetti quali: sandali, sedie, reti per letti, soles di scarpe, cardini, semplici valvole e chiusure ermetiche.

Il prezzo di questi oggetti è basso rispetto ai prodotti originali; l'attrezzatura principale per questa attività consiste in un coltello per tagliare la gomma ed inciderla, una pietra per affilare il coltello, acqua e occasionalmente una soluzione di acqua e sapone da usare come lubrificante durante il processo di taglio. Per fare dei buchi sulla gomma si utilizza una barra riscaldata che brucia la superficie oppure un tubo di ferro che viene spinto per forare lo spessore.

In Indonesia grazie ad un tubo di ferro affilato che serve a forare la gomma, i pneumatici, perfettamente tondi, vengono usati come parti sostitutive per i molti riscio presenti nella zona; altri prodotti, anch'essi diffusi in Indonesia, sono secchi e lavabi fatti con vecchi pneumatici capovolti.

7.7. Conseguenze ambientali del recupero dei pneumatici

Ci sono tre effetti di tipo ambientale connessi con i pneumatici dopo il loro normale utilizzo:

1. gli effetti dovuti allo smaltimento, che variano secondo la modalit  scelta e le misure preventive e di controllo, prese per gestire il processo;
2. l'impatto ambientale associato al recupero e al riciclaggio, che varia in funzione delle tecnologie impiegate e della scala alla quale il recupero viene fatto. Gli effetti hanno conseguenze sia a livello locale che globale;
3. gli effetti sulle condizioni di vita e di salute dei lavoratori nel settore del riciclaggio della gomma.

Si vuole quindi fare un'analisi delle conseguenze che derivano dalle attività di recupero nei paesi in via di sviluppo e vedere quali possono essere le tecniche che limitano l'impatto sull'ambiente e riducono il rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

I problemi legati alla diffusione dei pneumatici e anche al loro smaltimento sono i seguenti:

- ✓ si riscontra un aumento della quantità di rifiuti in gomma sul territorio;
- ✓ si tratta di materiali che persistono nel tempo;
- ✓ a causa della loro forma hanno la proprietà di inglobare acqua e aria all'interno. Quando vengono lasciati nei depositi per lo smaltimento, questi diventano un luogo ideale per la crescita di zanzare, batteri e insetti di ogni tipo;
- ✓ con la diffusione di nuove tecniche di produzione e di nuovi materiali meno costosi, all'aumento della quantità da smaltire, corrisponde una diminuzione della quantità di pneumatici avviati al recupero, perché non c'è più convenienza.

Nonostante questo è ancora diffusa la consapevolezza che l'attività di riciclaggio di questo materiale produca benefici dal punto di vista della riduzione dell'impatto ambientale.

7.7.1. Vantaggi ambientali derivanti dal recupero

Si vuole fare un elenco dei vantaggi che derivano dal recupero dei pneumatici:

la conservazione del valore aggiunto,

l'acquisizione di valore aggiunto porta con sé un impatto ambientale associato ad ogni passo del processo produttivo; conservando tale valore il prodotto si rende ancora utilizzabile per lo stesso impiego evitando un ulteriore impatto dovuto ad una nuova produzione;

La conservazione del materiale:

la materia prima della gomma naturale è la linfa dell'albero di caucciù, le piantagioni, che sono molto sviluppate nei paesi tropicali

sottoforma di monocolture, tolgono spazio alle foreste. La flora e la fauna sono molto povere in questi ecosistemi, che sono oltretutto artificiali; per questo essi sono vulnerabili agli attacchi degli insetti nocivi e ai cambiamenti climatici. Attraverso il riciclaggio si può garantire la disponibilità della gomma, che è un materiale necessario alla vita moderna, limitando il bisogno di nuove piantagioni e le conseguenze negative che ne derivano.

Per quanto riguarda invece la gomma sintetica, cioè quella derivata dagli idrocarburi, è evidente che limitare la necessità di una eccessiva produzione, permette di risparmiare risorse che possono essere utilizzate in altro modo e di contenere le emissioni generate dal processo produttivo.

La riduzione delle discariche:

la coscienza riguardo le conseguenze delle discariche non è ancora molto presente nei paesi meno industrializzati, ma gli effetti negativi sono numerosi. Nonostante i pneumatici siano rifiuti inerti, sono complicati da sistemare ed hanno un grande impatto visivo.

La conservazione dell'energia:

l'energia usata per il recupero ed il riciclaggio della gomma è inferiore rispetto a quella da spendere per il processo produttivo dei prodotti nuovi. Anche nel caso della creazione di nuova battistrada, per il quale le operazioni per generare la gomma sono simili a quelle della produzione di pneumatici dal materiale vergine, gli effetti sull'ambiente sono sensibilmente inferiori perché la quantità di materiale che serve è più piccola.

La riduzione del rischio:

uno dei rischi più grandi associati ai pneumatici è quello derivante dal pericolo di incendio delle catoste nelle quali vengono ammassati per lo smaltimento. Con il recupero è possibile ridurre il numero di questi perché vengono continuamente sottratti dai cumuli e destinati al riutilizzo.

7.7.2. Benefici ambientali specifici per i PVS

È chiaro che i problemi ambientali legati alla presenza di discariche sempre più numerose e di dimensioni maggiori, sono gli stessi nei paesi industrializzati e in quelli in via di sviluppo.

Tuttavia in questi ultimi le discariche sono spesso incontrollate ed i rifiuti vengono depositati in maniera libera. Questo fatto, oltre ad essere dovuto ad inconsapevolezza, è causato dalla difficoltà di attuare soluzioni tecnologiche che necessitano di un budget troppo elevato.

Ciò che invece può fare leva sulla sensibilizzazione al problema, è che un uso più attento ed oculato dei pneumatici, associato al recupero di quelli usati, significa una riduzione di energia spesa ed una minore necessità di importare dall'estero prodotti finiti e materie prime.

Si può quindi conservare un materiale di cui si è già in possesso, creare prodotti che avranno un costo di produzione inferiore e quindi più accessibili alla popolazione; a questi si aggiungono i vantaggi dal punto di vista ambientale e sanitario; possono essere evitati problemi di igiene e salute legati sia alla presenza di discariche non controllate che alla pratica di combustione di materiali che liberano sostanze tossiche nell'aria.

Il problema è che ancora oggi, in molti casi, manca un'attenzione da parte dell'autorità pubblica di questi paesi, che non riconosce il problema e spesso non prende provvedimenti stringenti in proposito.

7.7.3. Impatti ambientali negativi nei paesi in via di sviluppo

Il recupero rappresenta un passo in avanti dal punto di vista dell'ambiente, i benefici specifici legati a questo, hanno un effetto che dipende dal tipo di tecniche e dalla scala alla quale il riciclaggio viene fatto.

Si considerano, quindi, gli impatti ambientali nei PVS, focalizzando l'attenzione sull'attività delle micro e piccole imprese generalmente del settore informale.

1. La produzione di fumi e di idrocarburi causati dalla combustione nelle operazioni di recupero e riciclaggio:

Molte operazioni sono fatte attraverso la combustione di parti di pneumatici che portano alla dispersione in aria di idrocarburi policiclici aromatici cancerogeni, monossido di carbonio, anidride solforosa (SO₂; diossido di zolfo) e di ceneri che possono essere pericolose. Dato che le operazioni sono fatte manualmente è quasi impossibile ridurre l'effetto delle sostanze prodotte sui lavoratori.

Se ci fossero le risorse adeguate si dovrebbero sostituire le operazioni manuali con un processo meccanico che contenga la produzione di fumi.

2. Accumulo e dispersione nell'ambiente di pneumatici (che non possono essere riutilizzati), frammenti e polveri come residui delle lavorazioni:

A seguito della selezione iniziale alcuni pneumatici sono considerati inadatti e quindi come rifiuti vanno smaltiti, inoltre in seguito alle operazioni di recupero e ristrutturazione dei pneumatici si generano polveri e gomma in frammenti anch'essi da smaltire.

Si dovrebbe cercare di evitare che tutti questi scarti andassero buttati nell'ambiente; per fare questo è necessario un cambiamento nelle tecniche utilizzate e nella mentalità dei lavoratori.

Le proposte per alcune soluzioni possono essere: il posizionamento di speciali bidoni o contenitori nei luoghi di lavoro; l'installazione di sistemi per rimuovere le polveri e per catturare gli scarti della lavorazione; filtri per le polveri se le attività avvengono in ambiente chiuso (ma raramente accade).

3. Uso ed emissione di sostanze pericolose

Molti prodotti, sottoprodotti e sostanze per la produzione della gomma sono più o meno pericolosi: si fa uso ad esempio di colle ed adesivi nei processi manuali e di additivi diversi per facilitare il processo di formatura.

Anche i processi di rigenerazione della gomma producono come scarti delle sostanze che possono essere pericolose; la produzione di

materiale riciclato ha un elevato potenziale in termini di emissioni in aria, acqua e suolo.

Nel processo di sostituzione del battistrada alcune sostanze durante la vulcanizzazione vengono vaporizzate e la probabilità che vengano prese le giuste precauzioni per evitare inalazioni e dispersioni in ambiente, nelle piccole imprese dei paesi in via di sviluppo, è molto remota.

Il processo di produzione intensiva di gomma ha i suoi effetti, quali ad esempio l'inquinamento delle acque con la produzione di fluidi contaminati da sostanze chimiche pericolose e dell'aria con la diffusione di cattivi odori. I rischi ambientali derivanti da un uso improprio e dal rilascio incontrollato in ambiente delle sostanze, residui della lavorazione, sono difficili da valutare.

Per ridurre tale impatto sarebbe necessario dare una formazione e sensibilizzare rispetto a questi problemi, fornire idonee attrezzature e gestire sistemi di raccolta dedicati.

A lungo termine invece sarebbe opportuno cercare di sostituire le sostanze utilizzate con altre equivalenti ma meno pericolose ed impattanti.

4. I rischi legati ai pneumatici riciclati

Anche i prodotti finiti stessi, non solo le sostanze che si impiegano per farli, possono essere in alcuni casi fonte di rischio. Questo può avvenire se i processi di lavorazione non sono accurati e deteriorano il prodotto che non mantiene più le caratteristiche di sicurezza per il quale era stato progettato.

Per evitare questo si dovrebbero fare dei controlli di qualità, rendere gratuito lo smaltimento ed il deposito in discarica dei pneumatici inadatti per non alimentare la tendenza a selezionarli in maniera poco accurata.

5. Le perdite ambientali dovute alla scelta di una strategia di recupero con conseguenze ambientali negative maggiori (ma più economica) rispetto ad una meno impattante

Questo problema è difficile da eliminare a meno di non forzare attraverso una normativa adeguata i gestori delle attività, che altrimenti tenderebbero naturalmente a scegliere per il loro beneficio.

7.8. Considerazioni finali sul recupero dei pneumatici

Il riciclaggio della gomma nei paesi in via di sviluppo è generalmente in mano alle micro e piccole imprese che si occupano di riparare i pneumatici dalle forature, di ricreare o sostituire il battistrada. Tutte queste tecniche si posizionano esattamente al top della piramide della gerarchia del recupero, sono perciò da preferirsi anche dal punto di vista della sostenibilità, nonostante gli effetti negativi elencati precedentemente.

Le attività di riparazione, svolte all'aria aperta o al limite in piccoli garage, sono generalmente svolte dagli stessi proprietari con un numero di lavoratori dipendenti che varia da uno a tre; gli investimenti necessari per dare inizio ad un'impresa di questo tipo sono bassi, come anche i costi di gestione e di recupero del materiale grezzo.

Le tecniche utilizzate possono variare da luogo a luogo ma sono sempre di facile apprendimento per chi non ha esperienza.

Per le lavorazioni sul battistrada invece, gli investimenti iniziali sono un po' più elevati come anche il numero di lavoratori dipendenti (8 ÷ 15); inoltre ai lavoratori è richiesta un minimo di esperienza in più rispetto al caso precedente.

Capitolo 8

Il progetto

8.1. Situazione di partenza

Il progetto che verrà descritto nei dettagli in questo capitolo, riguarda la gestione di una parte dei rifiuti prodotti nel campo profughi di Tindūf, Algeria, che si vorrebbero destinare al riciclaggio e al recupero.

In particolare la porzione di territorio di cui il progetto si occupa, è uno dei distretti in cui è divisa la tendopoli, nel deserto dell’Hammada: la Wilaya di Smara.

Già in questo territorio sono stati fatti sopralluoghi per controllare le condizioni in cui la popolazione vive e per verificare il procedere delle operazioni di gestione di rifiuti solidi urbani attualmente in corso.

Wilaya: Smara	
Numero totale di Dairas	7
Numero Barrios per ogni Daira	4
Numero totale di Barrios	28

Tabella 11 - Suddivisione del territorio nella Wilaya di Smara.

Il territorio è diviso in questo modo: la Wilaya di Smara è formata da sette Dairas (province) che al loro interno presentano ognuna quattro barrios (quartieri).

La popolazione è di circa 80000 abitanti e si può considerare distribuita uniformemente su tutto il centro abitato, che, come le altre Wilaya del campo profughi, sorge vicino alle fonti di approvvigionamento di acqua potabile, che forniscono sufficiente quantità d'acqua senza problemi a tutti i Saharawi.

Esistono anche altre falde acquifere a bassa profondità nell'area ma generalmente sono attraversate da acqua salata.

A questo punto considerando la situazione della tendopoli e studiando i valori attendibili per situazioni analoghe a quella in questione, si è ipotizzato un valore di produzione giornaliera, procapite di rifiuti pari a:

0,5 kg / (cap · d).

Produzione di rifiuti procapite	0,5 kg/d procapite
Densità dei rifiuti	375 kg/m ³
Contenuto d'acqua	60 %

Tabella 12 - Produzione procapite di rifiuti e proprietà.

La composizione, espressa in termini di valori medi, riportata nella tabella seguente, è il risultato dell'analisi dei dati relativi ai paesi in via di sviluppo che si trovano in condizioni paragonabili a queste ²⁸, elaborati poi facendo delle considerazioni particolari relative all'area oggetto di studio.

Composizione dei rifiuti:	Valori medi (%)	Valori ipotizzati (%)
Frazione organica	40÷85	60
Carta e cartone	1÷10	7
Vetro e ceramica	1÷10	2
Metalli	1÷5	5
Plastiche	1÷5	5
Polveri e ceneri	1÷40	21

Tabella 13 - Dati ipotizzati sulla composizione dei rifiuti solidi urbani prodotti.

²⁸ La fonte dei dati è il SANDEC Report No. 1/96.

La componente organica nei rifiuti solidi urbani, prodotti nei paesi in via di sviluppo, è generalmente molto elevata e tale percentuale decresce con il livello di sviluppo del paese. In realtà però in questo caso la quantità di rifiuti organici, seppure presente, lo è in percentuale inferiore se confrontata con i dati relativi ad altre comunità nelle stesse condizioni economiche e di sviluppo: molta parte dei rifiuti, infatti, deriva dagli imballaggi a seguito del fatto che il popolo Saharawi vive quasi totalmente grazie ad aiuti umanitari.

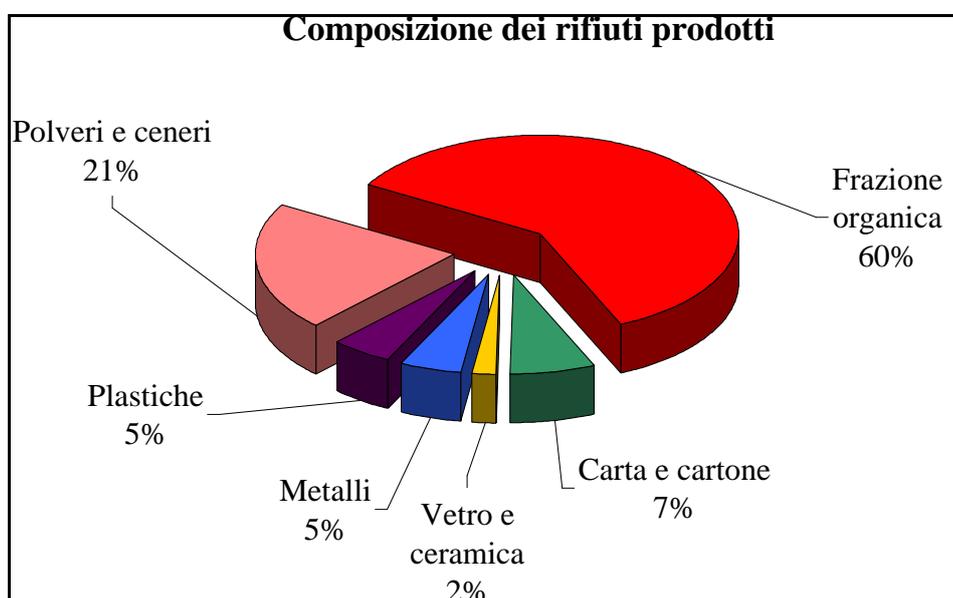


Figura 117 - La composizione dei rifiuti solidi urbani prodotti.

In particolare saranno elevate le percentuali di carta e cartone, metalli (stagno, alluminio, provenienti soprattutto da scatolame) e materie plastiche. La frazione organica non si considera per quanto riguarda lo smaltimento perché tutto ciò che rientra in questa categoria, viene mangiato dagli animali.

Ora si definiscono la quantità di rifiuti prodotti in media nella Wilaya in base alla popolazione, quindi la quantità relativa alla porzione riciclabile:

- data una popolazione di 80000 persone e il valore di produzione medio, si calcola la produzione procapite di rifiuti²⁹:

²⁹ La produzione quotidiana di rifiuti è espressa in chilogrammi procapite al giorno (day): kg / cap · d.

$$80000 \cdot 0,5\text{kg/cap} \cdot \text{d} = 40000\text{kg/d}$$

- sapendo la densità si ottiene il volume corrispondente:

$$\frac{40000\text{kg/d}}{375\text{kg/m}^3} = 107 \text{ m}^3/\text{d}$$

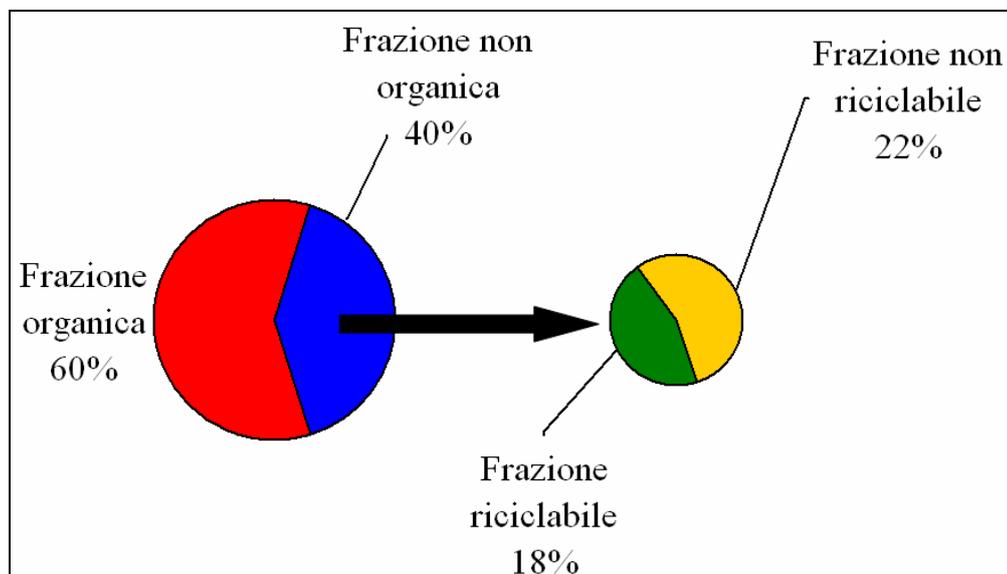


Figura 118 - Composizione dei rifiuti divisi nelle frazioni organica e inorganica; riciclabile e non riciclabile.

- come si vede dai grafici la percentuale di riciclabile rispetto al totale é pari al 18%, quindi in termini di peso giornaliero e settimanale:

$$40000 \text{ kg/d} \cdot 18\% = 7200\text{kg/d}$$

$$7200 \text{ kg/d} \cdot 7 = 50400\text{kg/week}$$

- per il volume questa volta, considerando il tipo di materiali presenti, si prenderà un valore medio della densità pari a 200 kg/m^3 :

$$\frac{50400\text{kg/week}}{200\text{kg/m}^3} = 252\text{m}^3/\text{week}$$

8.1.1. Le varie fasi dello studio

In base ai dati raccolti da diverse fonti, tramite questo studio si vogliono:

- ✓ fornire delle indicazioni per i possibili trattamenti divisi per materiale scelti tra quelli riportati nei capitoli precedenti;

- ✓ quando è possibile, dare un'idea del numero di persone da impiegare nel settore, fornendo quindi un'occupazione a parte della popolazione;
- ✓ definire quale siano in effetti i vantaggi per la popolazione e per l'ambiente derivanti da un progetto di sviluppo di questo tipo.

Con questo studio, si intende progettare:

la raccolta differenziata in termini di carta e cartone, plastiche e metalli, definire l'attrezzatura, il numero di persone necessarie, valutare a grandi linee i costi da sostenere;

le attività di riciclaggio organizzate attraverso dei laboratori divisi fondamentalmente in due tipologie: la prima che si occupa di recupero dei materiali tal quali, con tecniche per lo più manuali, la seconda che invece prevede il trattamento tramite macchinari semplici, ma che in qualche modo vanno a modificare la struttura dell'oggetto preesistente;

attività di controllo e monitoraggio che devono essere previste dopo un determinato tempo dall'inizio delle attività. I controlli da parte di chi sostiene il progetto sono volti a verificare il funzionamento dei macchinari dal punto di vista tecnico, il recepimento da parte della popolazione in termini di gradimento e soprattutto di capacità di autogestione delle operazioni;

valutazione e confronto della situazione attuale rispetto a quella ipotizzata a seguito della realizzazione del progetto;

attività di formazione che devono venire organizzate a monte per fornire le conoscenze tecniche necessarie ad operare e che devono proseguire, per garantire una diffusione delle conoscenze tecniche acquisite al maggior numero di abitanti della Wilaya.

8.2. La fase di raccolta differenziata

La situazione attuale è caratterizzata da una raccolta di rifiuti indifferenziati che avviene due volte a settimana, grazie al passaggio del camion che richiama le persone verso un punto già noto del centro abitato. La popolazione sa che in quel momento deve portare tutti i

propri rifiuti in modo che questi, dopo essere stati caricati, siano trasportati verso le quattro attuali zone di deposito lontane dalle tende.

Ora quello che si vuole fare è incanalare parte di questi rifiuti verso il riciclaggio facendo in modo che le famiglie raccolgano autonomamente materiale cellulosico, plastico e metallico.

Le possibilità per la raccolta sono in realtà tre:

il deposito comune: in questo caso è la popolazione stessa a portare i propri rifiuti in un punto comune; si tratta di un metodo veloce ed economico. L'unico fattore a cui si deve prestare attenzione è la posizione del punto di raccolta: se fosse troppo lontano diventerebbe difficilmente raggiungibile dalla popolazione. Questo potrebbe portare ad una scarsa efficienza e ad una discontinuità nelle attività di raccolta. È necessario inoltre pensare di organizzare dei controlli nell'area del deposito perché non diventi un punto di prelievo di materiale per raccoglitori di rifiuti a livello informale;

il punto di raccolta mobile: si tratta della soluzione adottata al momento per i rifiuti destinati allo smaltimento; il camion di raccolta si ferma periodicamente e richiama la popolazione che arriva portando i propri sacchi. Ha il vantaggio di coinvolgere la comunità, ma pensare di scegliere questo metodo anche per i rifiuti da riciclare potrebbe essere difficoltoso: nel centro abitato ci sarebbero due raccolte del tutto indipendenti, dal punto di vista logistico e organizzativo e potrebbe essere problematico pensare di coordinarle insieme;

la raccolta porta a porta: gli operatori dovranno passare casa per casa e saranno le famiglie a fornire i sacchi con i rifiuti. La problematica è che si tratta del sistema più costoso e più lento.

In questo caso anche la morfologia del territorio è un fattore limitante: il deserto sassoso obbliga ad escludere tutti i mezzi di raccolta a spinta quali carretti, tricicli, ecc. in quanto si romperebbero in poco tempo e sarebbe troppo faticoso per gli operatori; ciò allungherebbe i tempi di raccolta oltremodo.

Si formulerà comunque un'ipotesi anche per questa soluzione, valutando le ragioni favorevoli e contrarie in funzione delle caratteristiche peculiari del luogo e della comunità.

8.2.1. Considerazioni iniziali

Innanzitutto il luogo in cui i rifiuti devono essere trasportati dopo la raccolta deve essere ubicato all'interno o nei pressi della tendopoli.

Le quantità, comunque piccole, sono subito destinate alla lavorazione ed al recupero, oppure eliminate dagli stessi operatori e portate nei punti attrezzati allo smaltimento attualmente attivi; in questo modo non si viene a creare un accumulo di rifiuti incontrollato.

I rifiuti che vanno stoccati per le diverse attività di recupero hanno una velocità di decomposizione molto limitata ed una densità bassa.

La società del popolo Saharawi mantiene un'organizzazione ben definita da anni, grazie anche al gruppo delle donne che è molto forte e si occupa della gestione della maggior parte delle attività.

I diversi progetti di cooperazione, che sono stati organizzati e che sono tuttora in corso, hanno tutti come obiettivo principale quello di aumentare l'occupazione degli abitanti.

La scelta del veicolo da impiegare per la raccolta si basa sui seguenti fattori:

- ✓ il metodo di raccolta scelto;
- ✓ i costi;
- ✓ la manutenzione e la reperibilità dei pezzi di ricambio;
- ✓ il tipo di strade e le zone in cui avviene la raccolta;
- ✓ il tipo di rifiuti;
- ✓ il tipo di clima;
- ✓ gli aspetti culturali.

Innanzitutto avendo escluso tutti i veicoli a mano, si è scelto di utilizzare una jeep. Si tratta di un mezzo che ha una capacità di trasporto in volume di $1,3 \div 1,5 \text{ m}^3$; le caratteristiche del mezzo garantiscono inoltre una buona resistenza al terreno del deserto dell'Hammada.

Non serve un volume più grande, perchè la quantità di rifiuti prodotta non è eccessiva in termini di frazioni riciclabili.

In seguito si confronteranno l'ipotesi di raccolta porta a porta con quella di far recapitare da ogni famiglia la quantità di rifiuti accumulati al luogo di raccolta e stoccaggio.

Infine valutati gli aspetti positivi e negativi delle due possibilità si farà una scelta spiegandone le ragioni.



Figura 119 - Trattore con rimorchio per la raccolta secondaria a Cucuta (Colombia).

8.2.2. *Ipotesi per una raccolta porta a porta*

La raccolta porta a porta verrà fatta con una jeep, da scegliere possibilmente tra i modelli appartenenti alla casa di produzione, i cui veicoli sono più diffusi nella zona.

In base a questa scelta sono stati fatti i calcoli per capire il numero di operatori da impiegare e i mezzi necessari.

I dati di partenza sono:

- ✓ la capacità di trasporto volumetrica delle jeep (pari a $1,5 \text{ m}^3$);
- ✓ la quantità di rifiuti da raccogliere;
- ✓ la produttività della raccolta.

Per quanto riguarda la frequenza è possibile limitarsi ad un passaggio a settimana.

Sono stati quindi fatti i calcoli per la valutazione della forza lavoro necessaria, attraverso la *produttività di raccolta* che si esprime in termini di numero di abitanti serviti (ab) per ora di lavoro (h) per ogni raccogliitore (lav).

Normalmente il valore medio che si utilizza è di 200 ab/ h · lav, si tratta di un valore medio risultato della valutazione di diversi fattori:

1. metodo di raccolta scelto;
2. tipo di veicolo;
3. densità di popolazione;
4. morfologia del territorio;
5. e altre particolarità legate alle diverse situazioni.

Le condizioni lavorative in termini di ore e giorni sono le seguenti:

Giorni lavorativi a settimana:	6
Ore lavorative:	[h]
Giornaliere	7
Settimanali	42

Tabella 14 - Organizzazione della settimana lavorativa e distribuzione delle ore giornaliere e settimanali.

Si riporta ora il calcolo delle ore lavorative necessarie a servire la popolazione, da cui si ricava il numero di lavoratori totali.

- ✓ Si divide il numero di abitanti da servire nell'intera settimana per la produttività:

$$\frac{80000ab}{200ab / h \cdot lav} = 400h$$

- ✓ Considerando il fatto che gli operatori lavorano in coppia, in modo che ci sia un guidatore e un raccoglitore vero e proprio per ogni unità lavorativa, il tempo necessario si raddoppia:

$$400h \cdot 2 = 800h$$

Calcolo delle ore ipotetiche necessarie per la raccolta:		
	[h/lav]	[h/d]
Per Wilaya	800	133
Per Daira	114	19
Per Barrio	29	5

Tabella 15 - Risultato dei calcoli delle ore necessarie alla raccolta settimanale.

- ✓ Dividendo il numero di ore necessarie al giorno per quelle di ogni lavoratore è stato calcolato il numero di operatori necessari alle diverse unità territoriali in cui la Wilaya è divisa. I seguenti calcoli sono basati sull'ipotesi di assoluta uniformità nella distribuzione spaziale delle abitazioni e della popolazione:

$$\frac{133h}{7h/d} = 19,05 \quad \text{numero di lavoratori per la Wilaya;}$$

$$\frac{19h}{7h/d} = 2,72 \quad \text{numero di lavoratori per Daira;}$$

$$\frac{5h}{7h/d} = 0,68 \quad \text{numero di lavoratori per Barrio.}$$

Questi valori servono principalmente a dare un'idea dell'organizzazione del lavoro; tuttavia ai fini del progetto è rilevante soltanto il numero di operatori necessari all'intera provincia che si assume pari a venti. Di conseguenza saranno necessari dieci veicoli, uno per ogni coppia.

- ✓ Per definire la quantità di rifiuti, in peso e volume, da raccogliere complessivamente in un intero giorno lavorativo, si deve dividere il quantitativo settimanale per il numero di giorni lavorativi:

$$\frac{50400 \text{ kg/week}}{6} = 8400 \text{ kg / d}$$

$$\frac{8400 \text{ kg / d}}{200} = 42 \text{ m}^3/\text{d}$$

Ogni coppia deve raccogliere quindi poco più di 4 m³ di rifiuti al giorno ed effettuare circa 3 riempimenti del veicolo di raccolta.

In termini di costi il maggior contributo è dato dai veicoli necessari per la raccolta e questo è un fattore estremamente negativo da tenere bene in considerazione nel confronto di tale soluzione con quella del deposito comune esposta nel successivo paragrafo.

8.2.3. *Il deposito comune*

Il grande svantaggio di questa soluzione è che il deposito comune rischia, se non controllato, di diventare paragonabile ad una temporanea

discarica. In questo caso però il problema è superato dal fatto che esso corrisponde al luogo in cui si esercitano le attività di recupero.

Per quanto riguarda il trasporto è la comunità stessa ad occuparsi di portare i propri rifiuti direttamente al luogo di riciclaggio. Questa scelta nasce dal fatto che la quantità di rifiuti che si accumula per ogni nucleo familiare è piccola, perciò è un compito che senza problemi ogni famiglia può assumersi.

Il coinvolgimento diretto della popolazione è certamente un fattore positivo che aiuta a far capire ad ognuno quali sono i vantaggi che possono derivare a tutta la comunità.

È necessario che l'inizio del progetto sia accompagnato con uno o più incontri di formazione, che illustrino le seguenti tematiche:

- ✓ i vantaggi di una riduzione dei rifiuti da mettere in discarica;
- ✓ le diverse attività di recupero e gli oggetti che potranno essere prodotti;
- ✓ la possibilità per un certo numero di persone di entrare direttamente a far parte delle attività di recupero e di formazione all'interno della comunità stessa;
- ✓ i vantaggi legati alla conoscenza di nuove tecniche artigianali.

Non ci sono attrezzature o veicoli di cui dotare la comunità, basterà che ogni famiglia, utilizzando i sacchi di cui dispone, porti i materiali, eventualmente già separati nelle tre frazioni, al luogo di deposito.

Per quanto riguarda questi sacchi si è pensato di usare quelli grandi di farina (o di altri prodotti), gli stessi che già vengono usati per i rifiuti indifferenziati; data la natura del materiale che dovranno contenere, è possibile prevederne un riutilizzo. Se le condizioni in cui si trovano non sono troppo critiche, possono essere lavati insieme a quelli da recuperare ai laboratori e ridistribuiti a coloro che arrivano a portare il sacco pieno.

8.2.4. Osservazioni e scelta della soluzione idonea

Le due ipotesi vengono analizzate innanzitutto dal punto di vista economico; generalmente la raccolta porta a porta, che è comunque il metodo più lento, risulta il più conveniente. Tuttavia in questo caso, dove l'impiego dei veicoli di tipo manuale non è possibile, data la morfologia del territorio, perde questo vantaggio; l'impiego di jeep per il totale delle persone della Wilaya porta ad una grande spesa in termini sia di investimento iniziale che di costi di gestione. Per quanto riguarda l'ipotesi di deposito comune, in cui le famiglie si occupano di portare i loro sacchi, i costi invece sono praticamente nulli.

La densità della popolazione è elevata, infatti, le diverse Wilaya sono tutte caratterizzate da tende disposte una vicino all'altra. Per questo entrambi i metodi sarebbero adatti. Inoltre gli spazi per far transitare il mezzo a motore non mancano.

Nel caso della raccolta porta a porta la densità elevata dà il vantaggio di poter coprire in tempi inferiori un territorio nel quale la popolazione è concentrata. Nel caso del deposito comune invece il vantaggio è dato dal fatto che la posizione del laboratorio, che sorge all'interno del centro abitato, a differenza dei punti di raccolta attualmente presenti, non sarà troppo lontana per nessuna delle famiglie della tendopoli.

In termini di efficienza della raccolta e di continuità, il fatto di affidarsi a mezzi meccanici, soggetti a guasti e a manutenzione frequente può essere uno svantaggio perché in caso di problemi le operazioni si interrompono; anche sotto questo aspetto si privilegia l'ipotesi del deposito comune. Il problema che invece può nascere per questa soluzione dal punto di vista dell'efficienza, è dato dal fatto che il procedere delle operazioni dipende dalla popolazione stessa.

Il coinvolgimento della popolazione gioca quindi un ruolo fondamentale, ma si può ritenere che in questo caso data la scarsità di attività in cui la popolazione è impegnata sia solo un fattore positivo. Inoltre data la presenza di altri progetti già in corso riguardanti l'aspetto dei rifiuti all'interno della tendopoli, le persone sono, almeno in parte, già a conoscenza dei vantaggi che possono derivare da una buona gestione del problema.

Per tutte le motivazioni sopra elencate, facendo un bilancio dei vantaggi e degli svantaggi legati ad ognuna delle due soluzioni, *si opta per la raccolta tramite deposito comune*. Con questa scelta è possibile anche gestire il flusso di rifiuti in arrivo che soprattutto all’inizio, durante la fase di organizzazione dei laboratori, dovrà essere limitato.

8.3. Le attività di riciclaggio

Per organizzare le attività di recupero è necessario capire quali siano le quantità di rifiuti, divisi per materiale, che devono essere trattati; dai grafici si può vedere la distribuzione in termini di percentuale in peso sul totale dell’indifferenziato e poi della frazione riciclabile.

Volendo quindi esprimere il tutto in termini di peso effettivo per ogni frazione si deve prendere il totale dei rifiuti riciclabili e moltiplicarlo per le rispettive percentuali:

$$50400 \text{ kg/week} \cdot 33\% = 16632 \text{ kg/week} \quad (\text{carta e cartone});$$

$$50400 \text{ kg/week} \cdot 45\% = 22680 \text{ kg/week} \quad (\text{plastiche});$$

$$50400 \text{ kg/week} \cdot 22\% = 11088 \text{ kg/week} \quad (\text{metalli}).$$

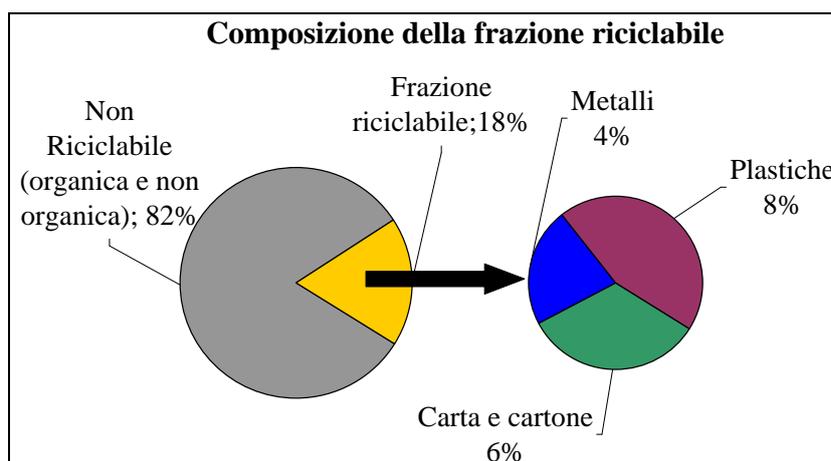


Figura 120 - Grafico che illustra le frazioni dei materiali riciclabili sul totale dell’indifferenziato.

A questo punto per ognuno dei tre materiali si illustreranno le soluzioni scelte per il riciclaggio e il recupero, in più si parlerà di come

organizzare la raccolta di pneumatici che naturalmente non rientrano nella quantità dei rifiuti prodotti dalle famiglie, ma che sono presenti all'interno della tendopoli.

Si premette che lo scopo fondamentale del progetto non è quello di sottrarre tutti i rifiuti allo smaltimento, ma quello di utilizzarne una parte in attività stimolanti dal punto di vista creativo e remunerative dal punto di vista economico. Per questo le quantità di materiali calcolate, basate sulla totalità dei rifiuti prodotti, sono indicative ma non necessariamente devono rientrare tutte nel recupero.

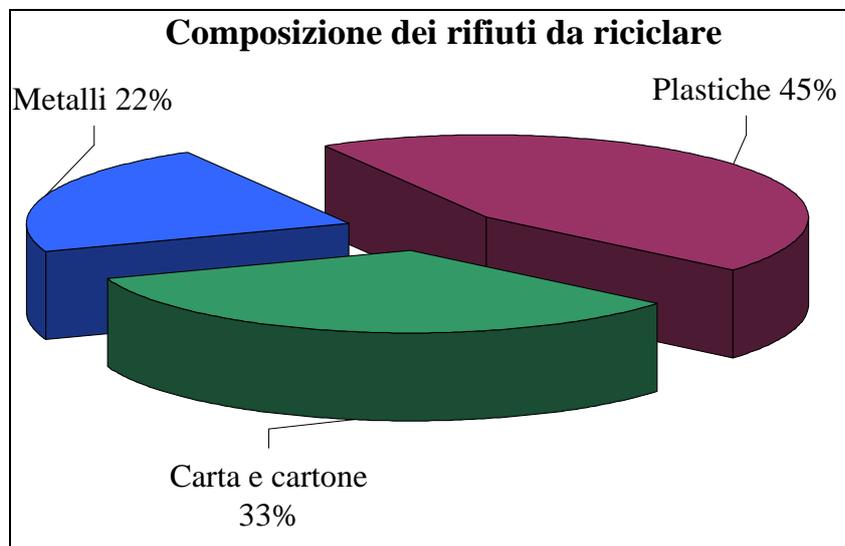


Figura 121 - Grafico che illustra le frazioni dei materiali riciclabili sul totale del riciclabile.

8.3.1. La separazione dei materiali

Si possono formulare due ipotesi diverse anche per la separazione, la prima per la quale il lavoro di separazione è affidato al personale che se ne occupa al momento dell'arrivo dei rifiuti al deposito comune, la seconda che invece prevede che siano le famiglie stesse a separare le tre frazioni in casa accumulando i rifiuti in tre sacchi diversi.

Nel caso della separazione al deposito saranno gli operatori, che seguono le operazioni di trattamento e recupero nei laboratori, a prelevare il materiale destinato alla particolare attività di cui si occupano. È altrimenti ipotizzabile pensare che i materiali arrivino

direttamente separati; anche in questo caso tale soluzione appare fattibile data la ridotta quantità di rifiuti che si accumulano.

Il responsabile di ogni famiglia può limitarsi a portare i sacchi diversi anche in tempi diversi.

Si sceglie quindi di *responsabilizzare i singoli nuclei familiari ad una selezione nelle tre tipologie di materiale*, in questo modo il ritmo con il quale si accumulano i rifiuti al deposito di stoccaggio vicino ai laboratori sarà più basso e la situazione meglio gestibile da chi lavora per il riciclaggio.

8.3.2. Le attività di produzione di oggetti ed utensili artigianali

Si descrivono le soluzioni, scelte tra quelle proposte nei capitoli precedenti, per impiegare il materiale di scarto come materia prima in attività di artigianato e recupero.

Si tratta di processi caratterizzati dalla quasi completa assenza di macchinari, sono semplici e il loro impatto ambientale è praticamente nullo. In questo modo c'è anche la possibilità di impiegare un elevato numero di persone perchè si tratta di operazioni che richiedono tempo e manualità. In generale per le situazioni come questa si privilegiano sempre attività che richiedono molta forza lavoro in quanto aumentare l'occupazione è uno degli obiettivi che stanno alla base dei progetti di sviluppo e cooperazione.

8.3.2.1. Le lattine e le scatole di latta

I metalli ricavabili da scotolame di ogni genere, sono generalmente costituiti da lamiere di spessore così piccolo che possono essere facilmente ripiegabili a mano soltanto con l'ausilio di piccoli attrezzi (pinze, cesoie, ecc.). Con le lattine e le scatole è possibile realizzare piccoli giocattoli e oggetti decorativi; la tecnica è facile ed è inoltre sviluppata in altri paesi dell'Africa.

Nel caso non esista nessuno già in grado di fare questo tipo di lavoro si deve pensare di trovare una persona disponibile ad insegnare tale tecnica.

L'investimento iniziale è pressoché nullo dato che la materia prima è disponibile gratuitamente e l'attrezzatura, di costo irrisorio, è già presente sul territorio.

All'interno dello stesso laboratorio si effettuerà la separazione delle linguette delle lattine per farne oggetti di ogni genere: borse, braccialetti o anche tende. La modalità è spiegata in dettaglio nel quarto capitolo che è relativo al recupero dell'alluminio e di metalli simili; in questo caso serve solo lo spago per l'intreccio e delle forbici.

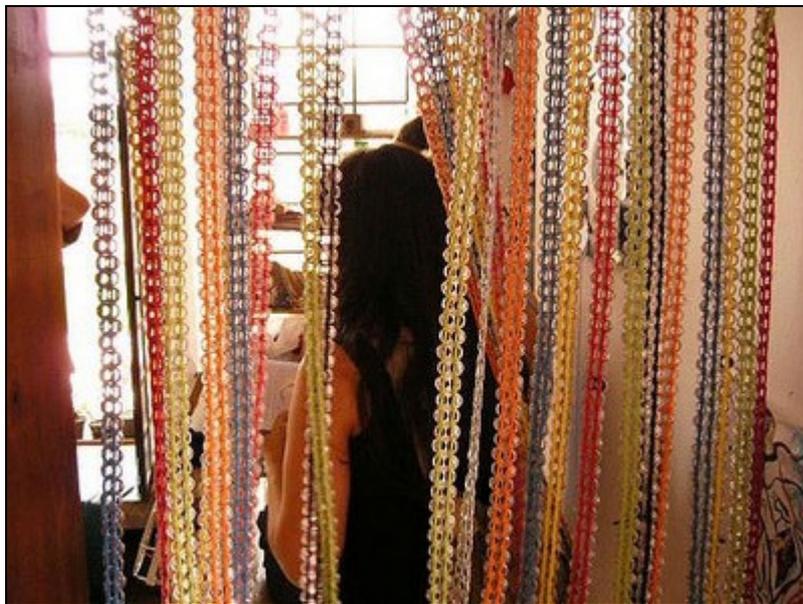


Figura 122 - Tenda formata da linguette di lattine intrecciate insieme.

In entrambi i casi si tratta di attività di artigianato che non richiedono particolari doti fisiche, possono essere fatti da uomini e da donne.

Naturalmente tutte le scatole e le lattine da utilizzare devono essere lavate e asciugate prima del riutilizzo.

8.3.2.2. *La plastica: sacchetti e bottiglie*

Nel caso della plastica si propone di realizzare un laboratorio simile a quello già sperimentato in Benin (interamente gestito da donne) per il recupero di sacchetti che vengono intrecciati per fare sacchi multiuso, borsette, cappelli, ecc. In questo caso il procedimento è quello dell'uncinetto.

Un'altra soluzione prevede di realizzare teli di plastica con spessore tale da poter essere cuciti. Queste tecniche, insieme con la procedura per ottenere strisce (l'equivalente di fili per intrecci), sono già state illustrate nel capitolo relativo ai rifiuti plastici.

Prima di iniziare i lavori si devono eseguire le seguenti fasi preparatorie:

- ✓ lavaggio dei sacchetti ed eliminazione di quelli che hanno contenuto sostanze tossiche o pericolose;
- ✓ l'asciugatura;
- ✓ la separazione in base alle diverse esigenze.

I particolari tecnici in termini di organizzazione delle tre fasi preparatorie e del numero di persone da impiegare saranno discussi successivamente nel paragrafo 8.3.3. relativo al processo di formatura della plastica. Tutti i rifiuti di tipo plastico devono essere accuratamente lavati e solo al momento della separazione ci sarà la differenziazione in base al tipo di recupero.

Per le attività di artigianato, relativamente ai sacchetti, l'attrezzatura è ridotta al minimo: forbici per ridurre i sacchetti alle dimensioni volute, strumenti per intrecciare e ferri da stiro per realizzare i teli plastici.

Per le bottiglie di plastica sono state trovate due soluzioni complementari: con la parte del corpo della bottiglia privata del collo si realizzano scope e con il resto è possibile realizzare dei giocattoli. Le parti rimanenti possono essere ridotte in frammenti e mandate al laboratorio che si occupa di fonderle per farne oggetti con gli appositi stampi, come verrà descritto in seguito.

Per realizzare gli oggetti suddetti sono necessari solo bastoni che fungono da manici, filo di ferro, forbici per la plastica e chiodi; al personale non è richiesta esperienza particolare.

I costi sono contenuti sia per l'attrezzatura sia per l'energia elettrica eventualmente utilizzata.

8.3.2.3. La carta di giornale

La carta di giornale, o comunque tutta la carta non troppo rigida, né di grande spessore, può diventare la materia prima per un laboratorio di produzione di cesti e contenitori di tutte le forme e dimensioni.

Le attrezzature necessarie sono anche in questo caso molto semplici: forbici, colla, colore per dipingere il prodotto finito.

Le modalità di costruzione di questi oggetti sono già state esposte, si tratta di operazioni semplici ma il risultato è davvero ottimo, infatti si ottengono oggetti molto robusti che possono anche essere impiegati per contenere gli stessi rifiuti cartacei o plastici (preferibilmente asciutti).

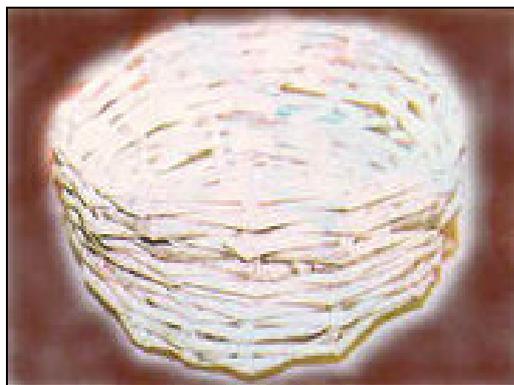


Figura 123 - Cesto in carta prodotto con le tecniche tradizionali di intreccio.

Anche nel caso della carta bisognerà prevedere una fase di selezione, in questo caso è più semplice perché basterà dividere la carta bianca o di giornale, adatta per i cesti, per il riciclaggio artigianale e per la cartapesta, dai cartoni che possono essere utilizzati per produrre dischi combustibili.

Considerando una velocità di selezione di circa 200 kg al giorno per operatore, si può pensare che 8 lavoratori siano in grado di completare la cernita e la separazione senza problemi.

8.3.3. Il laboratorio di stampaggio della plastica

I rifiuti di tipo plastico vengono radunati tutti insieme, ma poi va fatta una riduzione dimensionale e, per le operazioni di stampaggio, si

separeranno le plastiche più dure da quelle più flessibili a seconda dei prodotti che si vogliono ottenere.

Si è già parlato dei metodi di separazione per le diverse tipologie di plastica ed è chiaro che in questo caso la metodologia scelta è una semplice ispezione visiva come è già stato detto nel paragrafo 8.3.2.2.

Si farà ora un'analisi delle tecniche a disposizione per quanto riguarda i trattamenti preliminari e, per ogni fase, si definirà quali siano le soluzioni più adatte alla situazione della Wilaya di Smara.

✓ Il lavaggio

Si sceglie la soluzione del lavaggio manuale, per questa è necessario l'impiego di bidoni capaci di contenere acqua ed eventualmente sapone o detersivi, insieme ai rifiuti plastici che vengono mescolati di tanto in tanto. Se al posto di un comune detersivo si sceglie di utilizzare soda caustica, per garantire la salute dei lavoratori è necessario che questi abbiano a disposizione guanti protettivi.

✓ L'asciugatura

La soluzione scelta per l'asciugatura, a causa delle condizioni climatiche che ci sono nel deserto dell'Hammada, è di disporre gli oggetti al sole e lasciarli ad asciugare. I sacchetti e i fogli verranno appesi a fili, per ridurre l'area necessaria mentre gli oggetti di plastica rigida staranno stesi a terra girandoli di tanto in tanto per ridurre il tempo necessario di esposizione.

La produttività delle operazioni di lavaggio e asciugatura manuale delle plastiche è circa pari a 70 kg al giorno per ogni lavoratore.

Basandosi sulla velocità di produzione dei rifiuti, per pulire tutte le plastiche sarebbero *necessarie circa 44 persone*.

✓ Selezione

Una prima separazione può avvenire tra termoplastici e termoindurenti, in seguito si separa per colore. Considerando in questo caso che un lavoratore inesperto può selezionare circa $166 \div 167$ kg al giorno, *i lavoratori necessari sono circa 20*.

✓ La riduzione dimensionale

La prima fase si opera tagliando manualmente la plastica selezionata e lavata con apposite cesoie per la plastica. Cinque lavoratori possono

ridurre in pezzetti una tonnellata di rifiuti al giorno lavorando 7 ore al giorno circa.

Ovviamente si sta parlando di plastica più rigida, poiché tutti i sacchetti sono stati selezionati prima di questa fase e avviati al laboratorio che si occupa in maniera specifica del loro recupero.

Per la seconda fase che permette una riduzione maggiore è possibile utilizzare una macchina azionata manualmente già descritta nel capitolo relativo ai trattamenti di recupero della plastica. Grazie alla presenza di un cambio differenziale e di una serie di ingranaggi, che danno un rapporto di riduzione 8 a 1, con la rotazione della manovella si possono raggiungere velocità elevate.

Tuttavia per ottenere un risultato soddisfacente non è sempre necessario effettuare questa seconda fase di riduzione; la valutazione dell'utilità o meno di questa operazione deve essere effettuata in loco, dopo avere osservato i risultati ottenibili senza di essa.

Senza considerare i sacchetti, le bottiglie e gli altri prodotti che vengono recuperati interamente per attività varie, si può ipotizzare che *5 lavoratori siano sufficienti per la riduzione dimensionale completa.*

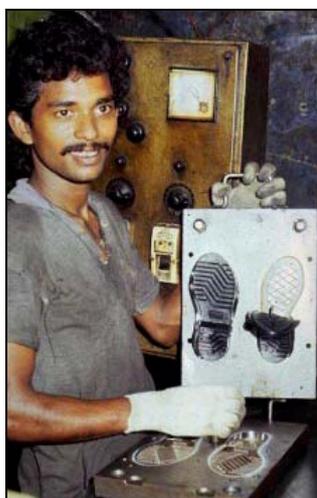


Figura 124 - Suole di scarpe ottenute da plastica riciclata, India.

In tutti i paesi caratterizzati da scarsità di risorse e basso reddito il metodo di riciclaggio più comune è la formatura ad iniezione: la macchina che si utilizza permette, variando gli stampi, di creare soles di scarpe in PVC che rimangono morbide o usando plastiche più dure,

ottenere piatti e contenitori in genere. Anche in questo caso si è pensato ad un processo di questo tipo.

È possibile utilizzare una macchina azionata a mano; il risultato non sarà di qualità elevata a causa del fatto che è difficile applicare una pressione uniforme che renda perfettamente omogenea la distribuzione di plastica nello stampo. Tuttavia il mercato a cui questi prodotti sono destinati non ha pretese di qualità eccessivamente elevate.

Nella figura sottostante si vede una macchina ad azione manuale usata in India, il suo prezzo è pari a circa 200 \$ ed è relativamente semplice come utilizzo e manutenzione. Ha una capacità produttiva di circa 200 pezzi al giorno di 50 g ognuno e richiede il lavoro di due persone.



Figura 125 - La macchina per la formatura della plastica azionata manualmente.

8.3.4. Il laboratorio di recupero del metallo: il progetto esistente

Attualmente i rottami metallici, come stagno ed alluminio, vengono raccolti e portati al laboratorio per la produzione di medaglie. Si è pensato di inserirsi in questa realtà già avviata. La soluzione quindi, sarebbe quella di gestire il trasporto dal punto di deposito comune nella Wilaya di Smara al laboratorio di lavorazione dei metalli.

Per il futuro poi, si potrebbe anche pensare di organizzare dei corsi di formazione per far apprendere la tecnica, e creare un nuovo laboratorio con medaglie personalizzate.



Figura 126 - Immagini dal laboratorio per la lavorazione dei metalli al campo profughi di Tindūf.

La situazione attuale permette di produrre oggetti il cui mercato è già avviato e c'è un notevole impegno da parte di chi ha gestito il progetto per fare sensibilizzazione. In Italia ad esempio sono numerosissime le occasioni in cui sono state organizzate Ecomaratone con scopi e obiettivi diversi, che hanno finanziato il progetto acquistando questi oggetti. Queste medaglie fanno anche parte di un progetto Saharawi e Saharamarathon dello stesso circuito delle Ecomaratone gestito dalla facoltà di ingegneria La Sapienza per lo sviluppo di “tecnologie per l'autonomia”.



Figura 127 - Esempi di medaglie prodotte dai Saharawi per alcune ecomaratone effettuate in Italia.

8.3.5. Carta e cartone per produrre i dischi combustibili

Per quanto riguarda la carta, nel capitolo relativo al materiale sono state illustrate diverse possibilità di riciclaggio, pensate o addirittura già applicate in paesi in via di sviluppo.

Una delle soluzioni a cui si è pensato è la formazione di dischi combustibili in materiale cartaceo. Il macchinario necessario è semplice e di facile utilizzo, è già stato collaudato e migliorato rispetto al suo primo progetto.

L'unico problema di cui ci si deve preoccupare è di insegnare a fare bruciare queste formelle di combustibile che essendo molto compatte non prendono fuoco facilmente.

La macchina da utilizzare è riportata nelle figura seguente.



Figura 128 - Pressa per la produzione dei dischi combustibili in carta.

La riduzione iniziale della carta in pezzetti si effettua manualmente e per il funzionamento sono necessari solo tre operatori. Il costo relativo alla macchina stessa si aggira attorno ad un centinaio di dollari.

8.3.6. Produzione di oggetti in carta pesta o in carta riciclata

Un'attività di tipo artigianale che potrebbe svilupparsi in uno dei laboratori è quella che si occupa di ridurre la carta in una pasta per fare oggetti o per ricreare fogli di carta. Per questi processi è necessaria una quantità di acqua sempre a disposizione. Nonostante ci si trovi in un'area desertica, la zona non risente del problema di scarsità idrica; inoltre è da sottolineare che la presenza di falde poco profonde permette l'approvvigionamento di acqua, che pur essendo non potabile in quanto troppo salata, è utilizzabile per questi processi. Questa soluzione non va a peggiorare la qualità del prodotto in uscita.

Si è già parlato del processo per fare la carta pesta con la quale è possibile costruire oggetti di forme diverse, che vanno poi ricoperti con una sostanza impermeabilizzante ed eventualmente decorati con colori appositi.

Si può anche pensare ad un laboratorio per la realizzazione di carta artigianale.

Le attrezzature principali per le suddette attività sono semplicemente forbici per la riduzione della carta in frammenti e contenitori vari per i diversi impasti. Nel caso della cartapesta, per applicazioni particolari, è necessario adibire una zona alla cottura della carta con la colla, quindi un fornello e una pentola adatta.

Per i particolari riguardo a tutti gli utensili necessari alla realizzazione di queste due attività si rimanda ai paragrafi 6.4.1. e 6.4.2.

8.3.7. I pneumatici: organizzazione del recupero

I pneumatici non fanno parte dei rifiuti di tipo domestico e non sono presenti in quantità così elevate. Si è deciso comunque di prenderli in considerazione perché il problema dell'usura dovuta al territorio è notevole.

Dopo avere considerato varie tecniche si sceglie come soluzione quella di educare la popolazione a portare i propri pneumatici usati, in un luogo predisposto alla selezione e alla ricostituzione del battistrada tramite incisione.

In questo modo si può ottenere un risparmio in termini economici e una continua disponibilità di pneumatici usati.

La ricostituzione della scanalatura può essere fatta sia con un piccolo apparecchio elettrico, sia manualmente con un utensile capace di incidere nella gomma.

8.4. I corsi di formazione

Uno degli obiettivi fondamentali del progetto è quello di fornire alla popolazione locale delle conoscenze legate a tecniche artigianali. Per

questo è necessario che la prima fase del progetto sia dedicata all'organizzazione di corsi di formazione in cui le tecniche vengano insegnate a coloro che poi dovranno occuparsene.

Gli obiettivi di questi corsi sono:

- ✓ la trasmissione delle conoscenze tecniche;
- ✓ la fornitura di indicazioni perché le attività vengano condotte in piena sicurezza.

Nell'ottica di una diffusione di questi saperi sarebbe indicato che i corsi di formazione diventassero una attività parallela a quella dei laboratori stessi; in questo modo si possono anche impiegare nuove persone nell'attività di insegnamento.

Inizialmente è necessario che sia qualcuno di esterno a gestire l'insegnamento, tuttavia col procedere del tempo dovranno essere gli stessi abitanti della Wilaya a prendere in mano la gestione di tali corsi, rendendo questa attività in tutto e per tutto autonoma.

8.5. Prevenzione dello sviluppo del settore informale

Lo sviluppo del settore informale è un problema a cui si è accennato parlando delle diverse situazioni e dei progetti in altre parti del mondo. Questo si sviluppa generalmente in luoghi in cui la povertà è elevata e il trattamento dei rifiuti può diventare una fonte di guadagno per le famiglie disagiate.

Non è di per sé un fenomeno negativo, se non fosse che proprio per il suo carattere di informalità, non garantisce agli “impiegati nel settore” una qualsiasi garanzia di tutela.

Nella situazione della Wilaya di Smara, non c'è questo fenomeno anche perché al momento non esiste un mercato per i rifiuti il cui destino è lo smaltimento. Il rischio di un progetto di questo tipo è che, valorizzando il materiale di scarto si potrebbe alimentare questo tipo di attività.

Per evitare questo problema è bene che ci sia un controllo sugli addetti ad ogni laboratorio e alle attività ad essi correlate in modo da avere sempre chiaro il ruolo di ognuno.

È bene quindi rendere in qualche modo ufficiale ogni nuova assunzione e ogni nuova attività attraverso una collaborazione con le autorità locali, che peraltro sono già coinvolte in progetti del genere sul territorio.

8.6. Controllo e monitoraggio

Per fare in modo che il progetto si sviluppi senza particolari difficoltà, è necessario che soprattutto nel primo periodo, ci sia un controllo sull'andamento delle operazioni e sull'effetto che questo ha sulla popolazione.

Già sul territorio ci sono altri progetti in corso, e ci si può inserire nell'ambito dei viaggi organizzati per la verifica della situazione nel centro abitato.

Mantenendo contatti continui con la popolazione, il monitoraggio in loco può essere fatto una volta all'anno circa.

Naturalmente nell'ambito di questo studio è possibile soltanto pensare alla modalità ed ai tempi previsti per il monitoraggio. Eventuali modifiche al progetto iniziale andranno elaborate in itinere.

Per ogni visita al campo potrà essere redatta una relazione che dovrà contenere le seguenti informazioni:

- ✓ i risultati della verifica della situazione ambientale;
- ✓ le attività effettivamente svolte e le persone coinvolte per ognuna di esse;
- ✓ i problemi incontrati e le possibili cause da imputare a questi;
- ✓ le eventuali richieste della popolazione;
- ✓ i risultati degli incontri con le autorità locali e le associazioni in cui la popolazione autonomamente si organizza;
- ✓ una verifica dello stato delle attrezzature e dei macchinari;

- ✓ la descrizione delle eventuali soluzioni alternative che sono state adottate dalla popolazione;
- ✓ il rilevamento dell'esigenza, o meno, di organizzare attività di sensibilizzazione;
- ✓ osservazioni generali e giudizi di chi si è occupato della gestione del progetto;
- ✓ eventuali proposte per il futuro.

Capitolo 9

CONCLUSIONI

Nella *fase preliminare dello studio* sono stati affrontati i seguenti argomenti:

- ✓ analisi dei principi alla base dell'elaborazione dei progetti di sviluppo e cooperazione in relazione al problema dei rifiuti;
- ✓ analisi della situazione attuale e del progetto di raccolta in corso nel campo profughi di Tindūf;
- ✓ descrizione dei progetti di cooperazione in altri paesi in via di sviluppo legati alla gestione dei rifiuti solidi urbani ed ai problemi connessi al loro smaltimento;
- ✓ illustrazione di diverse ipotesi di recupero applicabili in paesi in via di sviluppo per i materiali riciclabili quali alluminio, plastica, carta, cartone e gomma (pneumatici).

A questo punto è stato elaborato il *progetto* vero e proprio attraverso:

1. l'analisi della situazione di partenza in termini di quantità di rifiuti prodotti nell'unità di tempo e della loro composizione.
2. La definizione del peso e del volume della frazione riciclabile giornalieri e settimanali.

3. La scelta fra due ipotesi di raccolta differenziata.

Sono state messe a confronto la *raccolta porta a porta*, da effettuarsi necessariamente con mezzi a motore (jeep), e la soluzione del *deposito comune*, per la quale il responsabile di ogni nucleo familiare ha il compito di portare i rifiuti, separati nelle tre frazioni, al deposito comune che verrà ubicato nei pressi del centro abitato.

La scelta è stata fatta tenendo conto dei seguenti aspetti:

- la valutazione economica;
- le caratteristiche del territorio;
- la densità della popolazione;
- l'efficienza e la continuità del metodo;
- il coinvolgimento diretto della popolazione.

In base ai fattori elencati *la scelta è ricaduta sulla soluzione del deposito comune*, che sarà ubicato in prossimità dell'area adibita alle attività di recupero.

4. La valutazione delle attività di selezione e preparazione dei rifiuti che dovranno essere eseguite preliminarmente alle operazioni di riciclaggio vero e proprio. Nella seguente tabella si riportano, per ogni attività, il numero di lavoratori impiegabili basato sui dati relativi alle quantità di rifiuti prodotti per ogni materiale e alla produttività giornaliera di ogni operatore.

Attività:	Numero di lavoratori necessari
Separazione di carta e cartone per le diverse attività di recupero	8
Lavaggio ed asciugatura dei rifiuti plastici	44
Selezione in base al tipo di plastica ed al colore	20
Riduzione dimensionale della plastica da avviare al processo di formatura ad iniezione	5

Tabella 16 - Attività di selezione e preparazione dei rifiuti con il rispettivo numero di operatori.

5. Le attività di riciclaggio scelte per ogni materiale in base alle esigenze specifiche della realtà della tendopoli.

Si è tenuto conto dei seguenti aspetti:

- rispetto della cultura e delle popolazioni locali;
- abilità e mestieri locali;
- possibilità di occupazione per un numero elevato di persone;
- possibilità di creare un modello di sviluppo di tipo decentrato;
- costi limitati di investimento e di gestione.

Materiale:	Attività di recupero e riciclaggio
Alluminio	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Laboratorio di formatura per la produzione di medaglie (appartiene ad un progetto già in corso).</i>
Plastica	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Laboratorio di formatura ad iniezione per la produzione di contenitori;</i> • <i>lavorazione ed intreccio di sacchetti di plastica;</i> • <i>produzione di oggetti vari assemblando bottiglie e altri rifiuti di plastica rigida.</i>
Carta e cartone	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Produzione di cesti con le tecniche classiche di intreccio;</i> • <i>produzione di carta riciclata artigianalmente e oggetti in cartapesta;</i> • <i>produzione di formelle combustibili in materiale cellulosico.</i>
Gomma	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Recupero di pneumatici usati per l'incisione del nuovo intaglio.</i>

Tabella 17 - Attività di riciclaggio divise per materiale.

6. Analisi dei problemi eventualmente riscontrabili a seguito dell'organizzazione e della gestione del progetto. In particolar modo ci si è soffermati sui seguenti aspetti:

- la resistenza delle popolazioni locali ai cambiamenti nell'organizzazione della società;
- la mancanza di comprensione riguardo alle problematiche ambientali;
- lo sviluppo del settore informale del riciclaggio dei rifiuti.

Le soluzioni proposte, affinché il progetto possa svilupparsi beneficiando della collaborazione dell'intera comunità, sono le seguenti:

- attività di sensibilizzazione riguardo alle conseguenze ambientali che possono derivare da una cattiva gestione dei rifiuti solidi urbani;
- istituzione di corsi di formazione che hanno il duplice scopo di avviare le attività nella fase iniziale del progetto e di diffondere le conoscenze acquisite al maggior numero di persone;
- collaborazione con le autorità locali per un'ufficializzazione delle assunzioni di ogni operatore, in modo che sia ben chiaro il ruolo di ognuno e non ci sia possibilità di un parallelo sviluppo del settore informale.

Bibliografia

- Rapport Global : *Rencontre du réseau des villes et organisations partenaires du projet "De déchets à ressources"*, Louga, les 12 et 13 mars 2004.
- Lo Rokhaya Dime (agent voyer della Città di Louga), *Intervento durante il seminario "Da rifiuto a risorsa"*, Torino 23-27 settembre 2002.
- Djibril Sy (segretario comunale della Città di Mbour), *Intervento durante il seminario "Da rifiuto a risorsa"*, Torino.
- Andrea Anselmi, *Marocco: Sahara Occidentale, un capitolo sempre aperto*, 2005.
- Jon Vogler, *Small Scale Recycling of Plastics*.
- Jon Vogler, *Work from Waste*, Intermediate Technology Publications and Oxfam, 1981.
- Plastic Waste, *Options for small-scale resource recovery*, Inge Lardinois & Arnold van der Klundert editori, 1995
- Marco Zupi, *Manuale di formazione: Cooperazione Decentrata e Processi di Internazionalizzazione Economica e Territoriale*, 2001.
- E. Schumacher, *Piccolo è bello*, 1972.
- L'Ecole Valdotaïne, *De déchet à ressource, Un projet de coopération décentralisé de la Ville de Turin pour développer le protagonisme des jeunes*, 2003.
- Carla Negretti, Fiorenza Genovese, Paolo Carpi, Anna Garfi, *Rafforzamento istituzionale circa le strategie di protezione*

- ambientale e sostegno alle capacità di gestione dei rifiuti nella wilaya di Smara - Campi dei rifugiati Sahrawi in Algeria*, Dicembre 2006.
- R.Ahmed, A. van de Klundert, I. Lardinois, *Rubber Waste, Options for Small-scale Resource Recovery*, TOOL Publications and WASTE, 1996.
 - Sandra J. Cointreau, *Environmental Management of Urban Solid Wastes in Developing Countries*, Urban Development Department, The World Bank Washington, D.C., June 1982.
 - OCEANIC WAVES, Volume 7 Issue 4 October 2005.
 - Giorgio Grimaldi , Paolo Freschi, Alessandra Mucci, Ines Romano, *Carta e Ambiente, Analisi del comparto di produzione della carta*, Roma, Marzo 2005.
 - Yeshey Penjor, *JUNGSHI PAPER RECYCLING -THIMPHU, BHUTAN*, 2006.
 - Development Alternatives (New Delhi, INDIA), *Rags To Riches*, April 1998.
 - David Wilson, Andrew Whiteman, Angela Tormin, *STRATEGIC PLANNING GUIDE FOR MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT*.
 - Justine Anschütz, Jeroen Ijgosse, Anne Scheinberg, *Putting Integrated Sustainable Waste Management into Practice Using the ISWM Assessment Methodology, ISWM Methodology as Applied in the UWEP Plus Programme (2001-2003)*, Anne Scheinberg Editore, 2004.

SITI WEB

- www.pequals.com/at/papermaking/
- www.comune.torino.it/cooperazioneint/rifandris/progetto.htm
- www.practicalaction.org

- www.comune.torino.it/cooperazioneint/rifandris/progetto.htm
- www.comune.torino.it/ambiente/r_rifiuti.html
- www.comune.torino.it/cultura/intercultura/7/relazionerisoto.htm
- www.arpnet.it/cisv
- www.lvia.it
- www.mairie-ouaga.bf
- www.arpnet.it/mais
- www.siup.sn/parcelles
- www.senegal-online.com/italien/cartographie/quartiers-dakar.htm
- www.triciclo.com
- www.siup.sn
- www.gouv.sn/annuaire/dep_reg.cfm
- www.siup.sn/louga
- www.gouv.sn/annuaire/dep_reg.cfm?sigle=mbour
- www.esteri.it/polestera/cooperaz/quadro/coopdec.ht
- www.protezionecivile.emilia-romagna.it/news/2006/50saharawi.html
- www.reorient.it
- www.indigoarts.com
- <http://etsylabs.blogspot.com/2007/04/pendant-tutorial-personalize-your-tags.html>
- www.usp.ac.fj/start/
- http://leslie_westerlund.tripod.com
- www.pequals.com
- www.retread.it
- www.aluminium.org
- www.philiplamb.com
- www.wasteonline.org.uk
- www.paper-machinery.com/tradeleads/Paper%20Machines/
- www.ilo.org
- www.afk-plastics.co.uk/Shape%20Moulding/recycling.aspx

- www.cat.org.uk/index.tmpl
- www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/RassegnaStampa/rassegna.asp
- www.icat.org.au/
- www.sandec.ch/index.html
- www.alupro.org.uk

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.