

*Analisi comparativa di percorsi per il recupero di **Materia** e di **Energia** da Rifiuti*

POLITECNICO DI MILANO



POLITECNICO DI MILANO



Dipartimento di Energia

DIEM

DIAR



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

**Dipartimento Ingegneria
Civile e Ambientale**



Università Commerciale
Luigi Bocconi

IEFE

**Progetto di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN)
finanziato da Ministero Istruzione, Università e Ricerca (MIUR)**

Analisi economica del ciclo di vita dei rifiuti

Antonio Massarutto

Università di Udine e IFE, Università Bocconi
antonio.massarutto@uniud.it

Roma, 29 febbraio 2012

Il gruppo di ricerca

- Ricerca finanziata dal PRIN 2007-2008
- Partecipanti
 - Università di Piacenza (S. Consonni) – coordinatore
 - Politecnico di Milano (M. Giugliano)
 - Università di Bologna (C. Saccani)
 - Università di Trento (M. Ragazzi)
 - Università Bocconi – IEFE (L. De Paoli – A. Massarutto)
- Obiettivi: analisi comparata di alcuni scenari alternativi per la gestione del rifiuto urbano
 - LCA: emissioni ambientali complessive (PolIMI)
 - LCC (IEFE): analisi dei costi di gestione complessiva del rifiuto nei diversi scenari, riferiti alla gestione complessiva del rifiuto “dalla culla alla bara”

La nostra squadra

Ruolo	Nome	Affiliazione
Responsabile U.O.	Luigi De Paoli	Università Bocconi
Principal investigator	Antonio Massarutto	Università di Udine IEFE-Bocconi
Senior researcher	Alessandro de Carli	IEFE-Bocconi
Junior researcher	Matteo Graffi	Università di Udine

Metodologia dello studio

- Limiti delle analisi comparative
 - Confrontare singole tecnologie (es. incenerimento vs. riciclo)
 - Riferirsi a specifici flussi di materiali (es. studi LCA su recupero vs. materia vergine)
 - Ipotizzare costi di raccolta e trattamento invariati rispetto a SSL delle varie frazioni
- Simulazione a tavolino di contesti gestionali reali(stici)
 - A partire da una t di rifiuto urbano di composizione merceologica standard, vengono ipotizzate diverse combinazioni di soluzioni
 - Lo studio si concentra sui flussi principali; non vengono considerati flussi “speciali” come RAEE, ingombranti, RUP (per i quali si ipotizza una gestione separata: ecopiazzole etc)
- Gli scenari considerati
 - Mix di soluzioni di raccolta differenti (porta a porta e drop-off)
 - Ipotesi alternative sulle rese di intercettazione della raccolta differenziata (da 35 a 85%) verificate con operatori e sul campo
 - Ipotesi alternative per la gestione del residuo (rappresentato da rifiuto indifferenziato + scarti a valle della raccolta differenziata)

Life-cycle costing

- “Dalla culla alla tomba”
 - Culla = momento in cui un materiale acquisisce lo status legale di rifiuto, ossia una persona ha l'intenzione o l'obbligo di disfarsene
 - Tomba = momento in cui un materiale cessa dallo status legale di rifiuto, perché recuperato o definitivamente smaltito (suolo, aria, etc)
 - Problema nell'identificare il momento “tomba”: molti materiali hanno un valore positivo non “in sé”, ma perché “drogato” dalla presenza di incentivi-disincentivi;
- Prospettiva integrata
 - Vincolo di considerare la totalità del rifiuto e non singoli flussi
 - Vincolo del bilancio dei materiali
 - Attenzione ai rifiuti che cambiano status legale ma restano rifiuti!
- Prospettiva sociale
 - Considerare sia i costi finanziari (interni) che le esternalità
 - Considerare i costi effettivi, al netto di rendite economiche derivanti da imperfezioni del mercato (es. prezzo al cancello degli impianti di smaltimento)
 - Nettare le partite di giro (es. incentivi pagati da consorzi di filiera, che sono ricavi per i gestori dei rifiuti ma costi per i produttori)

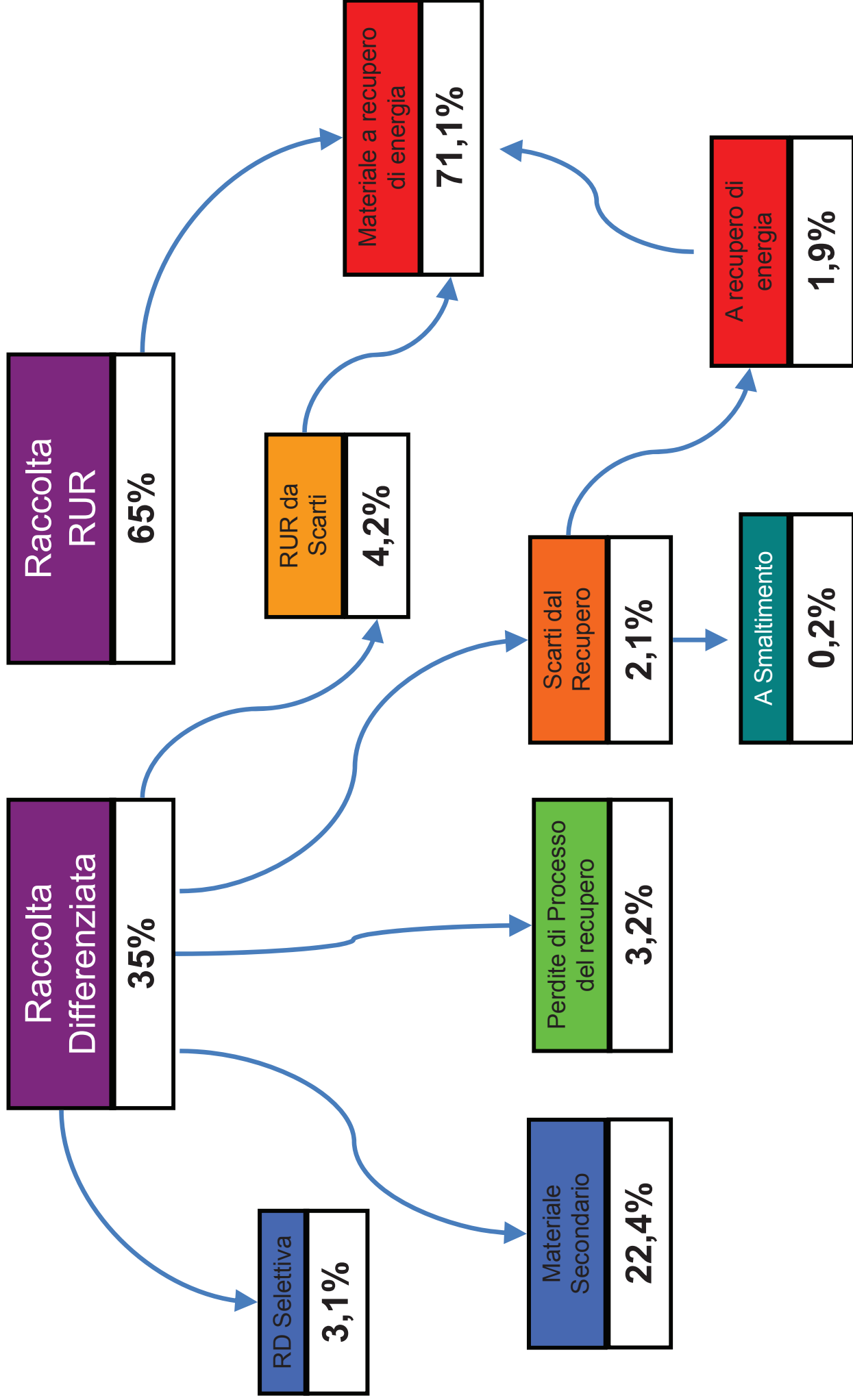
I bacini considerati

- Vengono analizzate due realtà ipotetiche:
 - bacino grande, prevalentemente urbano e suburbano, 1,5 Kton di RU
 - bacino piccolo, con un centro urbano di medie dimensioni e una certa dispersione in centri di minore dimensioni e rurali, 0,750 Kton di RU
- Per ciascun bacino vengono formulate ipotesi relative a:
 - struttura urbana (densità, tipologie insediative)
 - Composizione del rifiuto
- Si ipotizza di utilizzare impianti con le migliori tecnologie disponibili
 - PCI del rifiuto residuo pari a 9.5 – 10,8 MJ/t
 - Rendimento elettrico e termico ottimizzato (rendimento netto = 28%)

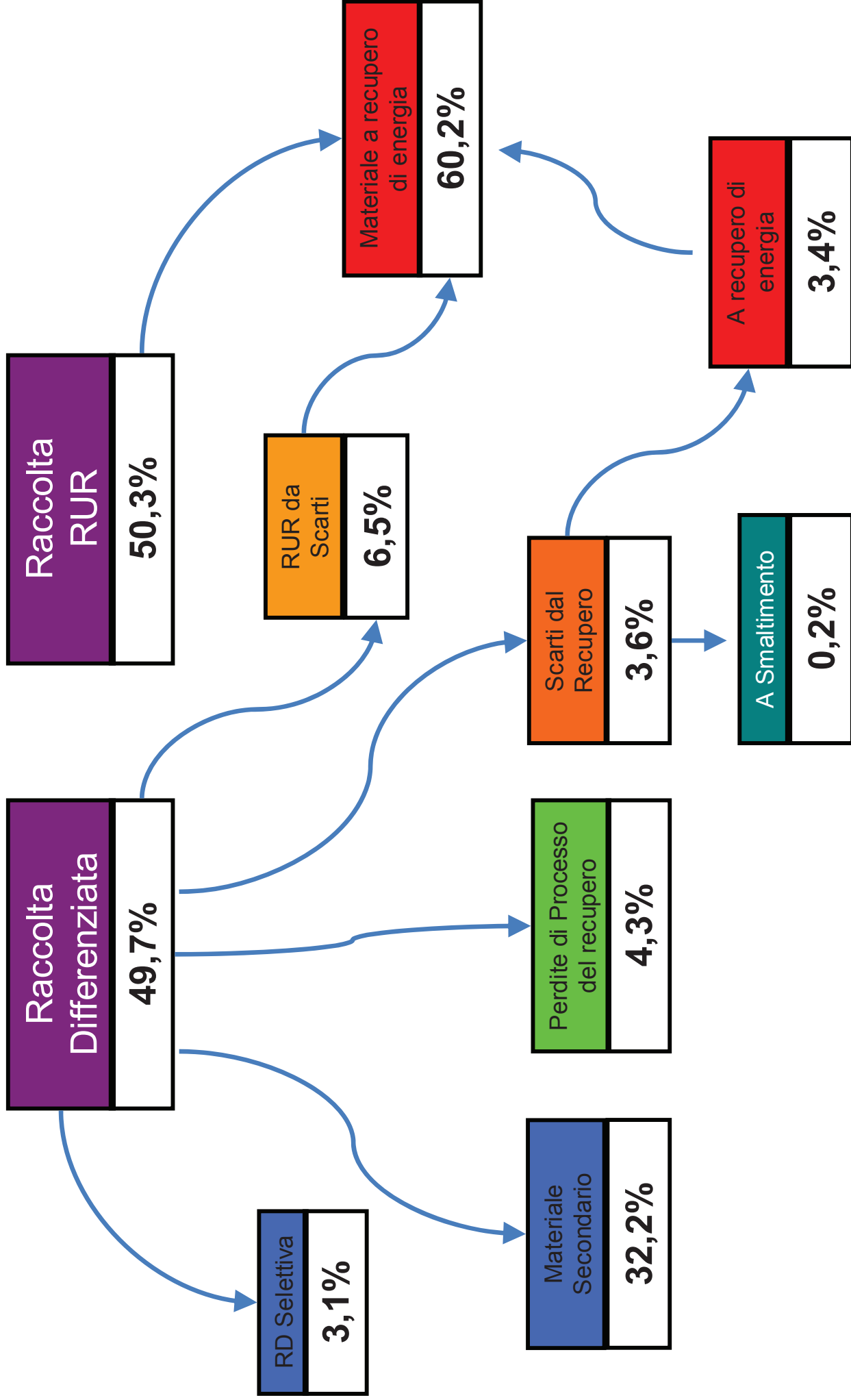
Gli scenari

- **Sistemi di raccolta**
 - S35 e S50: Raccolta stradale con sistemi drop-off che intercetta il 35 e il 50% dei rifiuti
 - K50, K65: Raccolta porta a porta con rese di intercettazione pari a 50–65%
 - K75, K85: Compostaggio domestico del rifiuto organico e porta a porta per le altre raccolte
- **Rifiuto residuo**
 - S35, S50, K50, K65, K75
 - » Il rifiuto residuo viene incenerito in impianti attrezzati per il recupero di calore ed energia (nel bacino grande si considera anche l'opzione
 - » Vengono formulati 4 sotto-scenari caratterizzati da modalità alternative di gestione del residuo: incenerimento; biostabilizzazione + incenerimento; biostabilizzazione + CDR in impianti dedicati; biostabilizzazione + cdr-q
 - K85: Il rifiuto residuo viene trattato in impianti per la produzione di additivi per il settore edile (“metodo Vedelago”)
 - Per K75 e K85, il bilancio dei materiali si basa su ipotesi che, a differenza degli altri scenari, non sono state verificate sul campo, ma derivano dall'esperienza di alcuni gestori intervistati

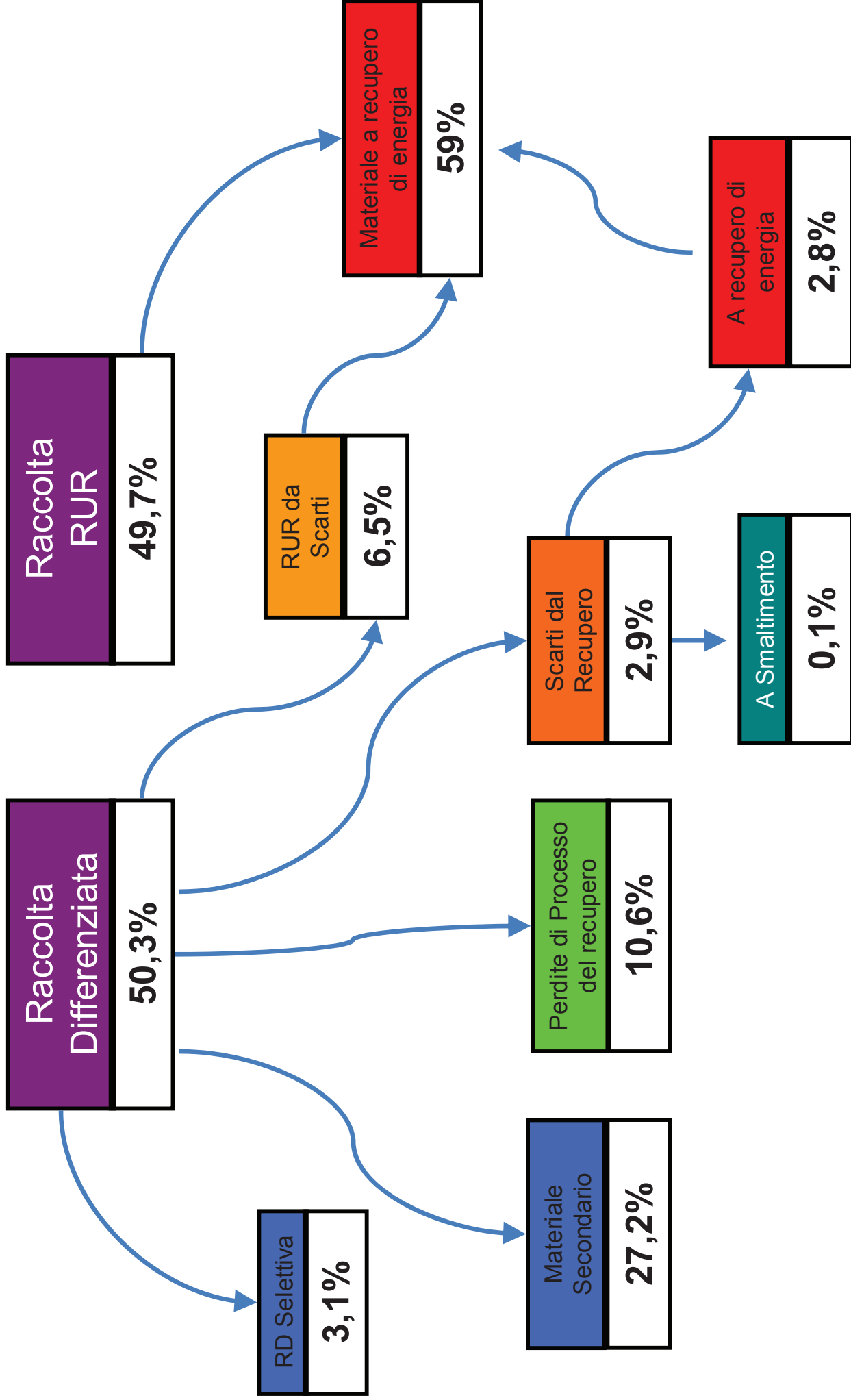
Scenario S35



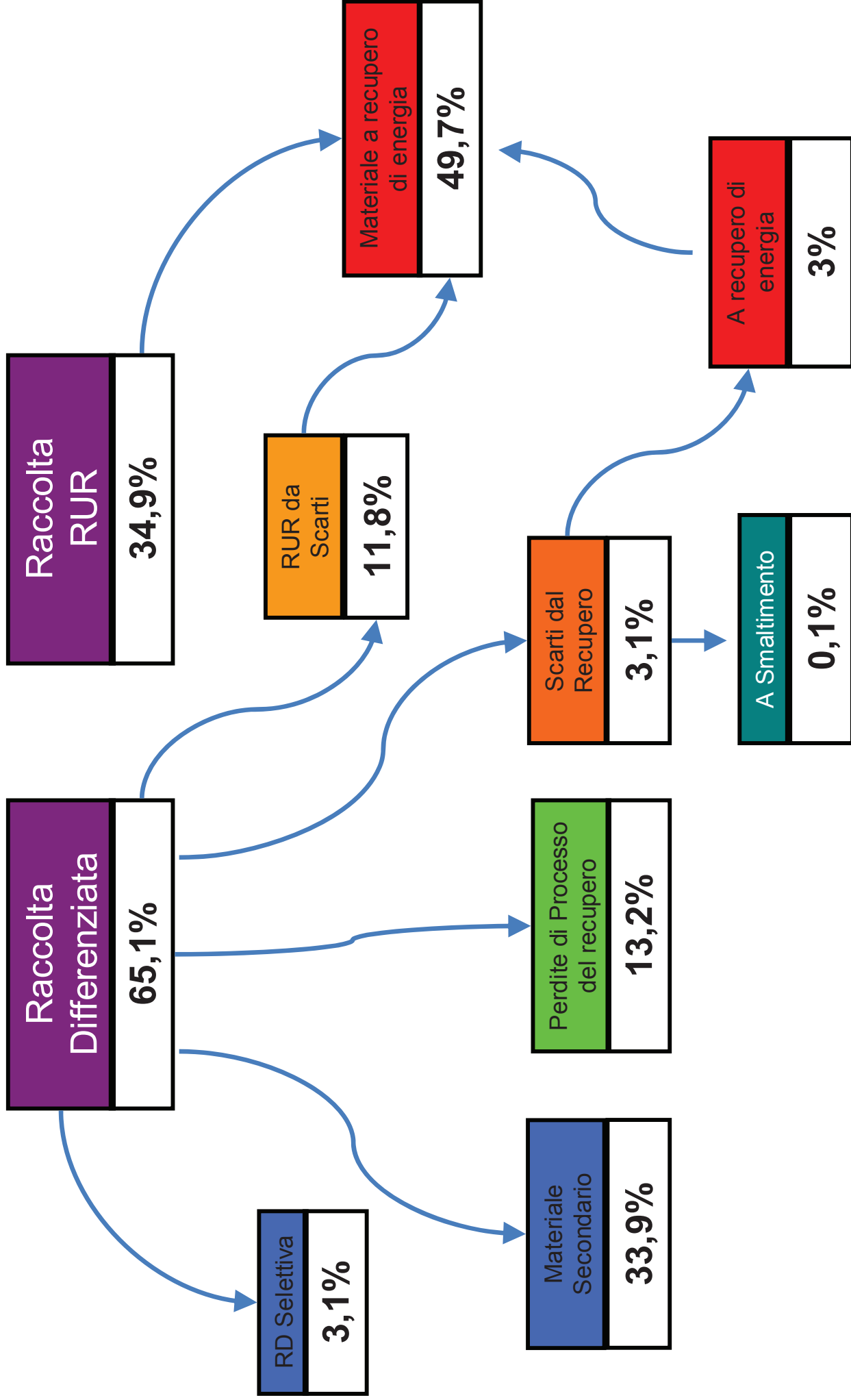
Scenario S50



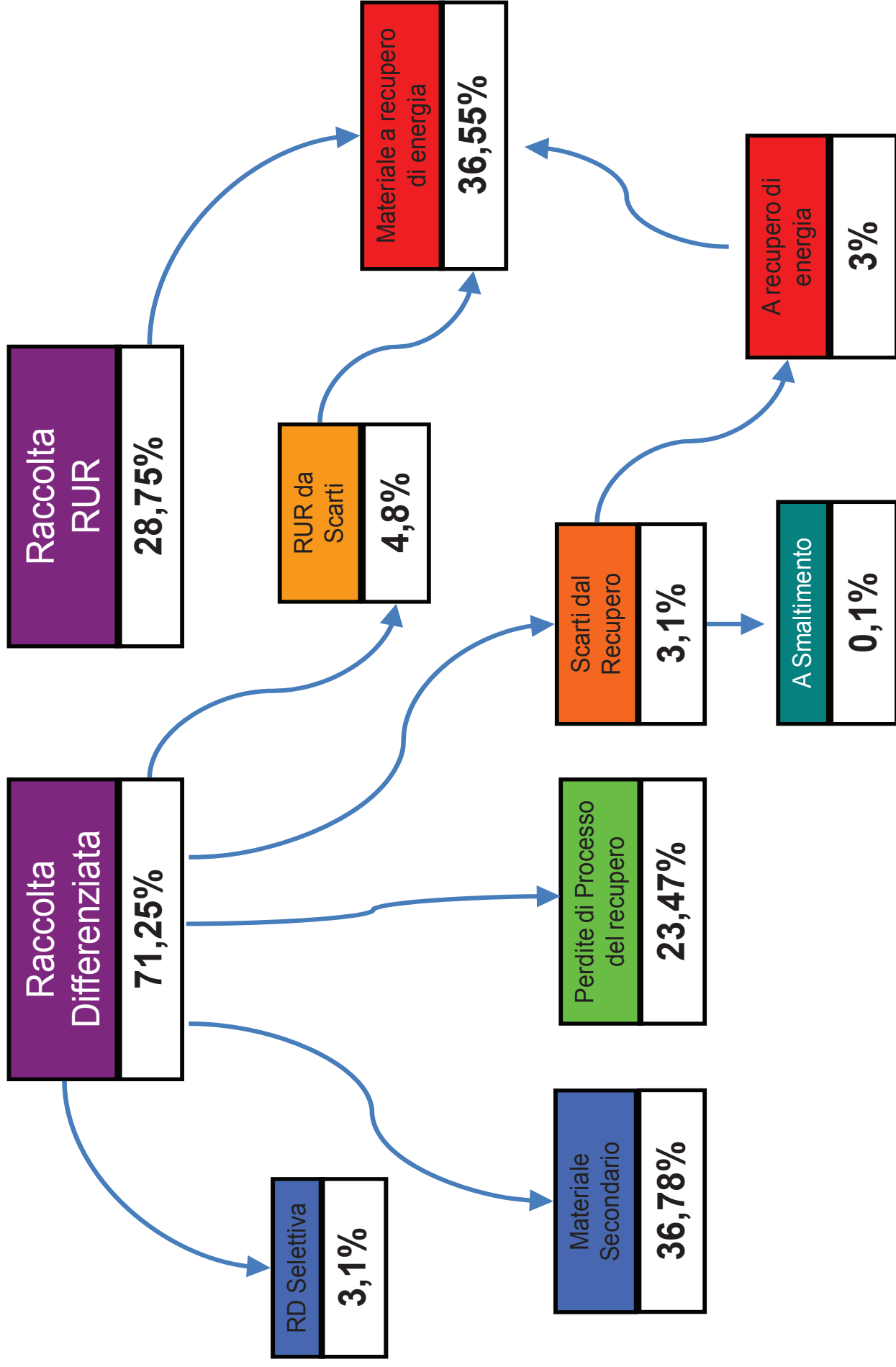
Scenario P50



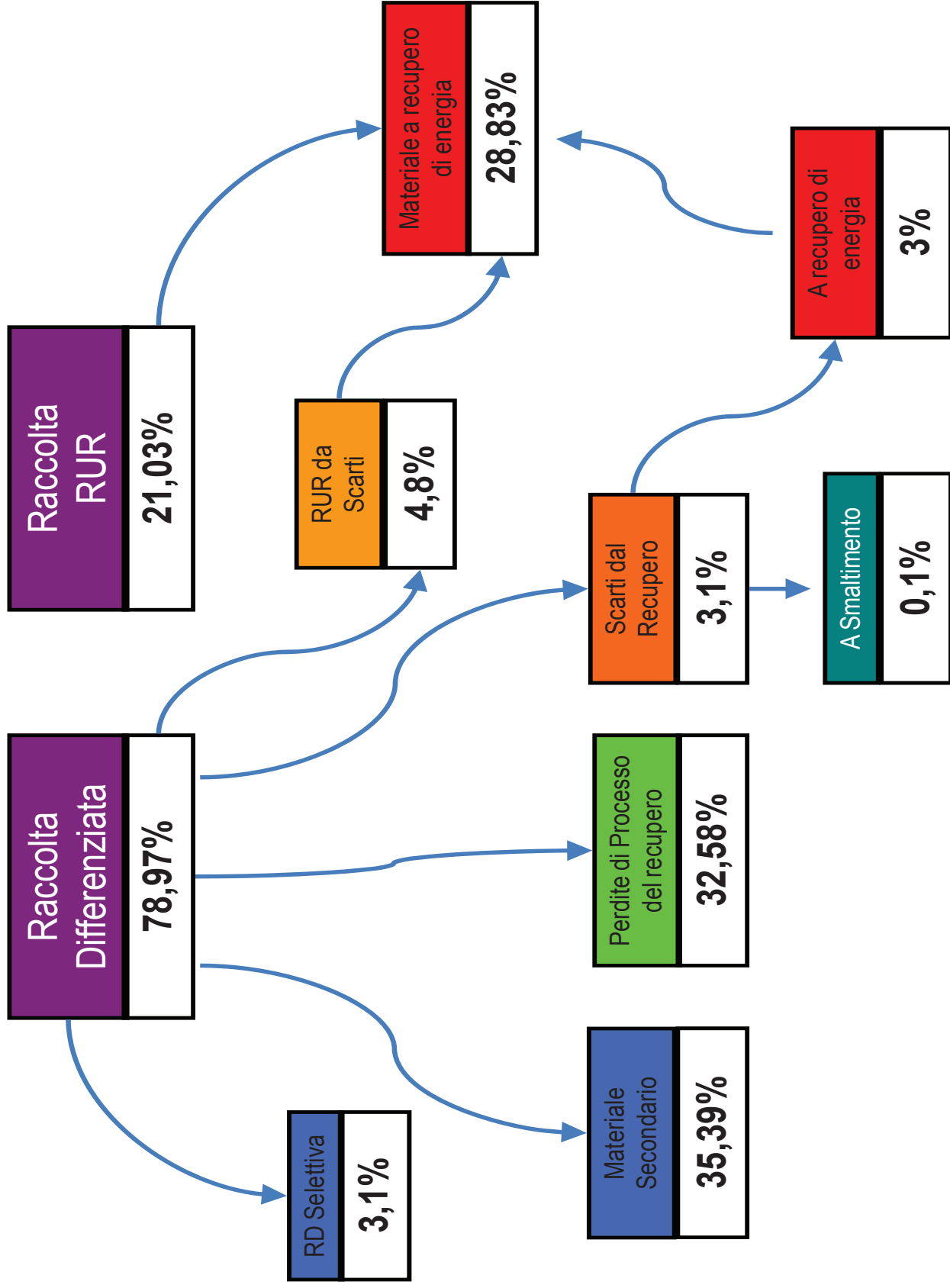
Scenario P65



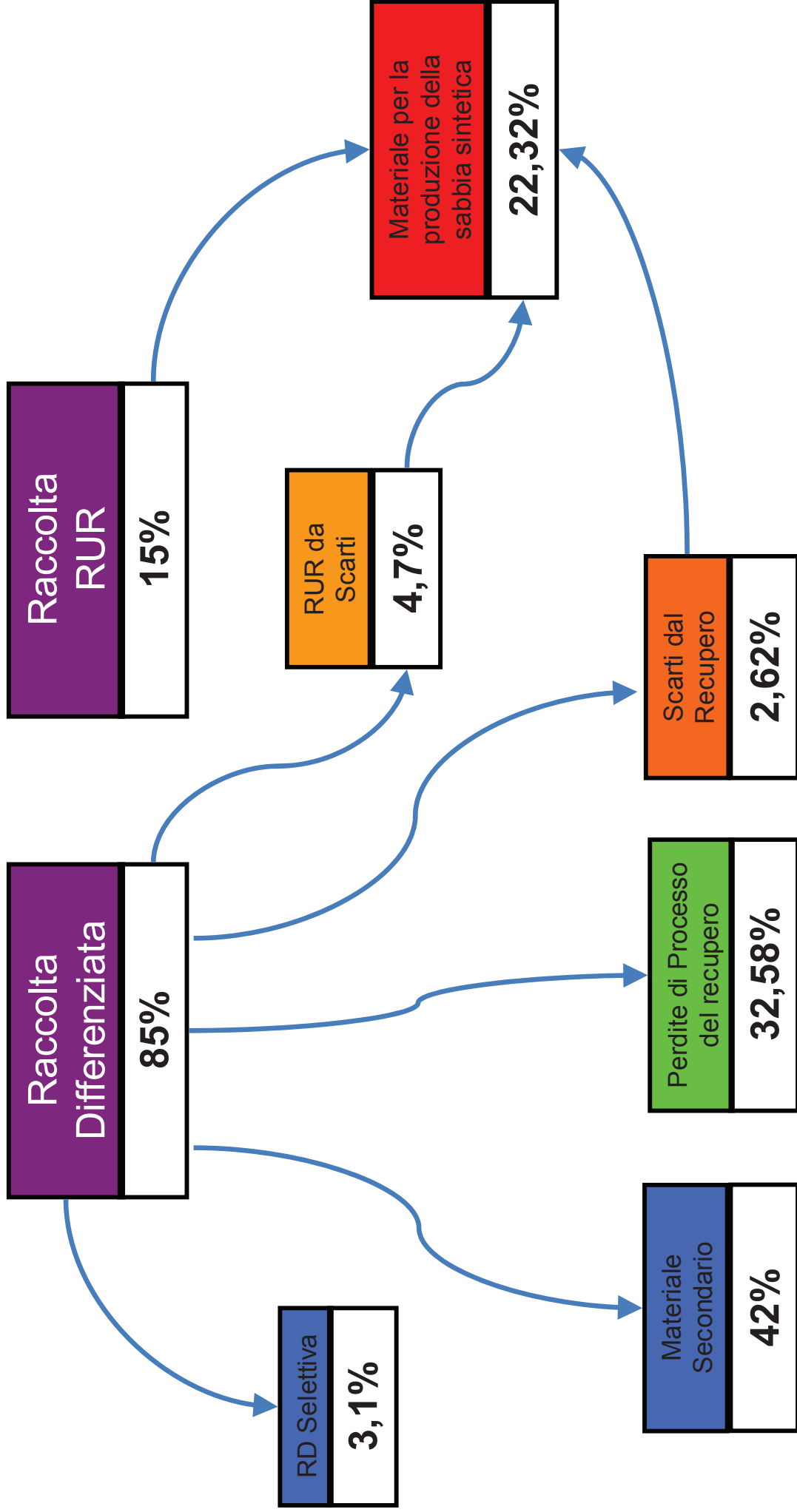
Scenario PC75 Bacino Grande



Scenario PC75 Bacino Piccolo



Scenario PC85



Materials balance (kg from 1 ton of MW)

Dati in kg	BACINO PICCOLO										BACINO GRANDE									
	S35	S50	K50	K65	K75	K85	S50		K50		K65		K75		K85					
							EL	COG	EL	COG	EL	COG	EL	COG	EL	COG				
Recupero materia	333	393	373	420	620	860	333	396	373	373	420	420	520	520	860					
Riciclo	213	300	220	267	313	380	212	301	220	220	269	269	315	315	377					
Downcycling	100	67	93	73	40	220	101	69	91	91	71	71	52	52	219					
Compost di qualità e domestico	20	27	67	80	260	260	19	25	64	64	80	80	153	153	263					
Recupero energetico	713	600	587	493	287	-	711	600	588	588	495	495	367	367	-					
Discarica	46	38	36	42	30	-	31	23	22	22	27	27	17	17	-					

Il modello di analisi

- **Bilancio di massa**
 - tutto ciò che entra nel sistema deve uscire, o perché rientra nel ciclo produttivo o perché viene collocato definitivamente nel suolo (discarica controllata) o nell'aria (fumo, vapore acqueo)
 - Vengono formulate ipotesi (poi sottoposte ad analisi di sensitività) con riferimento alle rese di intercettazione e agli scarti delle varie operazioni
- **Fase 1: Analisi dei costi e dei benefici delle tecnologie elementari**
 - 1A: valutazione dei costi finanziari unitari lordi delle varie fasi
 - 1B: valutazione dei benefici diretti derivanti dal recupero di materiali ed energia
 - 1C: valutazione dei costi e dei benefici esterni
- **Fase 2: Analisi dei costi e dei benefici a livello di scenario**
- **Fase 3: Analisi di sensibilità alle principali ipotesi**

LE UNITÀ ELEMENTARI DEL MODELLO

Metodologia: fase 1A

- I costi delle fasi elementari
 - Costi delle raccolte calcolati a partire da un modello che, in funzione delle quantità da raccogliere e di alcuni vincoli tecnici, ottimizza le unità di raccolta da impiegare
 - Costi delle tecnologie (al lordo dei ricavi derivanti dai sottoprodotti) sulla base di valutazioni ingegneristiche verificate sul campo
 - Il costo della discarica include una rendita di scarsità, stimata come differenza tra il prezzo di mercato effettivo e i costi ingegneristici
 - Ogni flusso viene seguito lungo la filiera finché il materiale corrispondente assume un valore positivo (o viene smaltito definitivamente in discarica); si considerano pertanto tutti i costi, anche a valle della raccolta, necessari affinché il materiale recuperi un valore positivo

I costi delle raccolte

Phase	Cost (€/t)	
	Drop-off	Kerbside
Collection of USW	70 - 85	150 – 187
Separate collection: glass	22 - 85	77 – 190
Separate collection: paper	22 - 29	62 – 101
Separate collection: plastics	245 - 249	307 – 372
Separate collection: mixed	75 - 103	94 - 123
Separate collection: Organic		82 – 138
Multimaterial (platform)		61

I costi unitari di trattamento

Phase	Cost (€/t)
WtE (small area)	110 – 120
WtE (large area)	80 - 85
Sorting downstream of separate collection (paper)	110
Sorting downstream of separate collection (other materials)	43
Production of inerts for building industry (including refined sorting of URW)	100
Composting	45
Mechanical sorting of URW	39
Production of low quality RDF (from selected URW)	20,90
Production of high-quality RDF (including adaptation of the receiving plant)	40,90
Landfill (financial cost)	37 – 44
Landfill (full cost including scarcity cost)	100

Metodologia – fase 1B

- I benefici diretti
 - Vengono formulate ipotesi relative a:
 - Recupero energetico e di calore, in funzione di PCI del rifiuto e della resa di conversione
 - Materiali effettivamente recuperati a valle delle raccolte differenziate (scarti di lavorazione)
 - Valorizzazione dei sottoprodotti
 - a prezzi di mercato *al netto degli incentivi* (Conai, Cip6, CV) quando il mercato esiste (energia elettrica, carta, plastica, vetro, metalli)
 - Per i materiali che non hanno un mercato consolidato, net-back analysis a partire dal valore dei materiali sostituiti (cdr, compost, inerti, calore)

Prezzi di mercato materiali recuperati

Market prices considered	Unity of measure	Value	Reference year	Source
Electricity	€/MWh _F	75	2008	GME
Heat	€/MWh _T	35	2008	Massarutto and Kaulard, 1997 (net-back analysis)
Glass (mixed)	€/t	5,15	2002-2009	Chamber of Commerce (Milano)
Paper and cardboard (mixed)	€/t	30,32	2000-2009	Chamber of Commerce (Milano)
Plastics	€/t	294	1999-2009	Chamber of Commerce (Milano)
Aluminium (from separate coll.)	€/t	723,77	2000-2009	Chamber of Commerce (Milano)
Aluminium (from ashes)	€/t	1173,33	2000-2009	Chamber of Commerce (Milano)
Recovery of ashes in cement mills	€/t	20	2009	Direct survey
Iron	€/t	8	2008	Bianchi, 2008
Compost from separate collection	€/t	8		Ricci et al., 2003
Compost from unsorted waste	€/t	0	2008	Direct survey
RDF (for cement mills)	€/t	17,1	2008	Net-back analysis based on direct survey
Inert materials	€/t	0	2008	Net-back analysis based on direct survey

Metodologia – fase 1C

- La valutazione delle esternalità si basa su dati di letteratura (metodo del *benefit transfer*)
 - Esternalità negative
 - Emissioni in atmosfera: European Commission (2000); Rabi e Spadaro (2007)
 - Disamenity
 - CO2: si usa il valore proposto nel Rapporto Stern (Stern, 2006)
 - Vengono considerate anche le emissioni dovute ai mezzi di trasporto e raccolta
 - Non vengono valorizzate, in mancanza di dati specifici, le patologie invalidanti subite dagli addetti di raccolta, particolarmente significative nel PAP
 - Esternalità positive
 - Per i materiali recuperati, si considerano i risparmi medi di energia stimati per i materiali riciclati rispetto a quelli vergini (Bianchi, 2009)
 - Per l'energia, si considera di sostituire un mix di fonti fossili
 - Non vengono valorizzati in mancanza di dati benefici di tipo “warm-glow”, derivanti dalla soddisfazione intrinseca di partecipare a un'impresa di valore collettivo come il riciclo; studi USA quantificano questa dimensione in 4-7 \$ per t recuperata

ANALISI DEGLI SCENARI

Metodologia: fase 2

- I costi unitari di ciascuna fase elementare (espressi in €/t trattata in quella particolare fase) vengono moltiplicati per la quantità di materiale che, nello scenario considerato, è destinata a quella fase
- Il costo totale della fase in questione viene riportato alla produzione totale di RSU del bacino considerato, ottenendo un costo della fase espresso in €/tRSU
 - Costo unitario della fase $x = 100 \text{ €/t}$
 - Flusso di materiale destinato alla fase x : 0,3 milioni t/anno
 - Produzione complessiva di RSU: 1,5 milioni di t/anno
 - Costo della fase x nello scenario: $100 \cdot 0,3 / 1,5 = 20 \text{ €/tRSU}$

La fase di raccolta

	SMALL AREA								LARGE AREA										
	S35	S50	K50	K65	K75	K85	S35	S50	K50	K65	K75	K85	S35	S50	K50	K65	K75	K85	
Bring-up (undifferentiated)	53	43					46	36											
Kerbside (undifferentiated)			80	59	48	28			75	54	44	24							
Bring-up (paper)	5	5					4	4											
Kerbside (paper)			12	16	18	22			7	10	11	14							
Bring-up (multi-material)	5						3												
Bring-up (glass)		5						1											
Kerbside (glass)			7	8	8	8			3	4	4	4							
Bring-up (plastics)		21						20											
Kerbside (plastics)			20						24										
Bring-up (plastics and metals)				12	12	12				11	12	15							
Bring-up (organic)			20	23	10	10			12	17	11	7							
Platform (multimaterial)	8	11	8	9	10	10	8	11	8	9	10	10	8	11	8	9	10	10	10
Total (all collection)	71	85	147	127	106	89	61	72	130	105	93	73	61	72	130	105	93	73	73

La fase di trattamento

		SMALL AREA										LARGE AREA									
		S35	S50	K50	K65	K75	K85	S35		S50		K50		K65		K75		K85			
								E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E				
WtE		84	73	77	64	40	0	64	64	52	52	52	52	45	45	34	34	0			
Landfill		7	5	6	5	4	0	4	4	3	3	4	4	3	3	2	2	0			
Transport		1	2	1	2	2	3	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	3			
Sorting		30	35	25	34	37	43	25	25	35	35	25	25	34	34	37	37	43			
Compost		0	0	11	14	12	12	0	0	0	0	11	11	14	14	14	14	11			
Production of inerts		0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33			
Total		122	115	120	119	94	90	94	94	93	93	93	93	98	98	88	88	89			

Ricavi dalla vendita dei sottoprodotti

		SMALL AREA										LARGE AREA									
		S35	S50	K50	K65	K75	K85	S35		S50		K50		K65		K75		K85			
		E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	K85	
Electricity	24	19	0,27	0,15	0,23	0,24	0,25	41	37	33	29	33	29	31	27	23	20	0	0		
Heat	56	47	0,12	0,15	0,23	0,24	0,25	0	37	0	30	0	30	0	29	0	21	0	0		
Glass	0,12	0,27	0,15	0,23	0,24	0,25	0,25	0,12	0,12	0,27	0,27	0,15	0,15	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25		
Paper	4	5	3	4	5	6	6	4	4	5	5	3	3	4	4	5	5	6	6		
Plastics	0,7	12	12	9	15	19	19	0,7	0,7	12	12	12	12	9	9	15	15	19	19		
Metals	0,13	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14		
Aluminium	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3		
Compost	0,15	0,21	0,51	0,63	0,38	0,38	0,38	0,15	0,15	0,21	0,21	0,51	0,51	0,63	0,63	0,48	0,48	0,38	0,38		
Ashes and inerts	2	1	2	1	1	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0		
TOTAL REVENUES	90	88	86	80	61	29	29	51	84	55	82	54	80	50	74	48	67	29	29		

Le esternalità

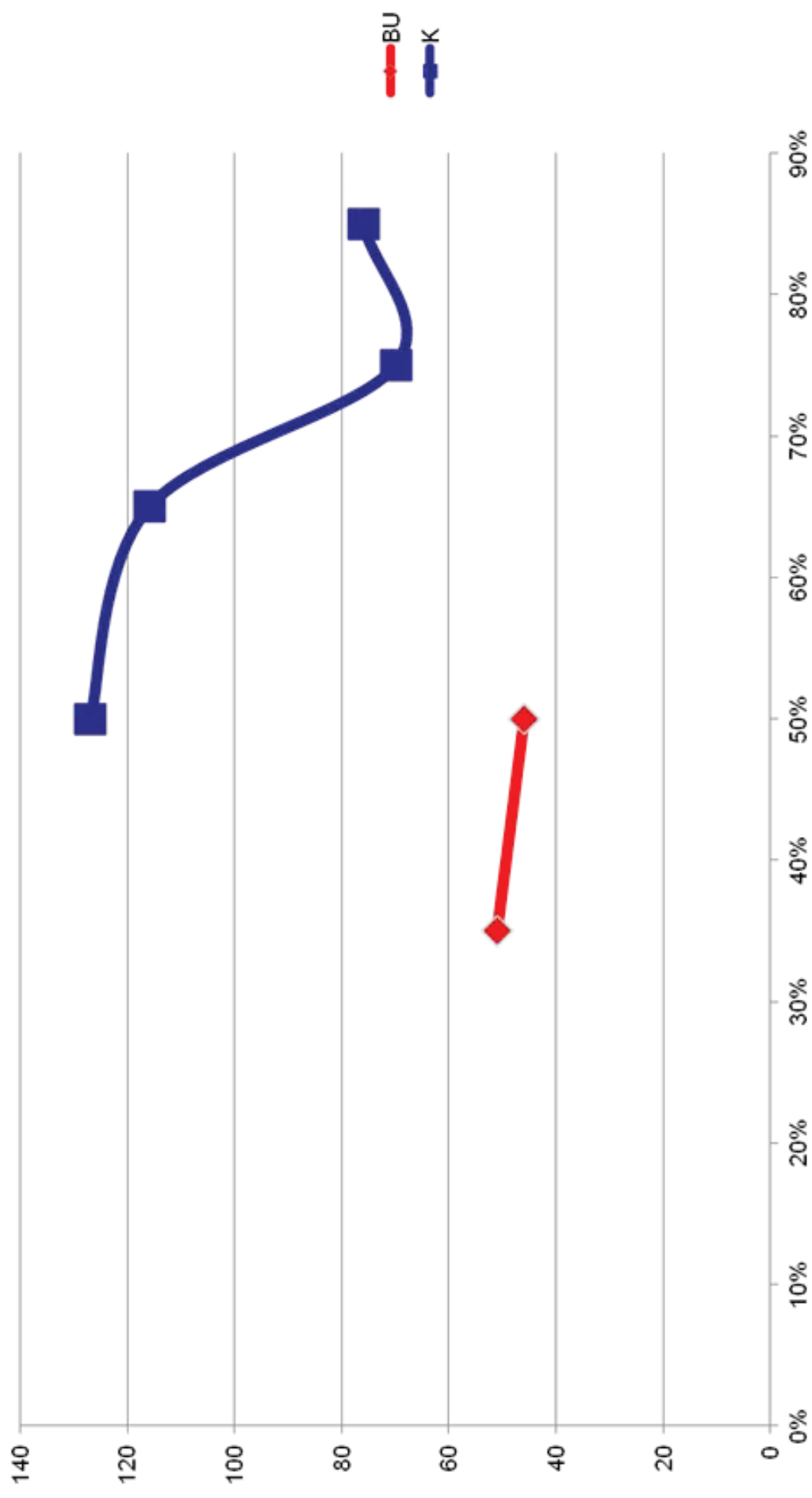
		SMALL AREA										LARGE AREA																
		S35		S50		K50		K65		K75		K85		S35		S50		K50		K65		K75		K85				
		E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E			
External cost	Total	18,45	16,72	16,18	14,5	9,98	7,96		18,21	16,48	15,95	14,26	11,58	7,97		18,21	16,48	15,95	14,26	11,58	7,97		18,21	16,48	15,95	14,26	11,58	7,97
	WtE plant	15,08	12,72	12,47	10,5	6,13	0,00		15,08	12,72	12,47	10,49	7,77	0,00		15,08	12,72	12,47	10,49	7,77	0,00		15,08	12,72	12,47	10,49	7,77	0,00
Emissions generated	Landfill	0,59	0,49	0,54	0,48	0,39	0,00		0,39	0,29	0,34	0,28	0,22	0,00		0,39	0,29	0,34	0,28	0,22	0,00		0,39	0,29	0,34	0,28	0,22	0,00
	Transport	1,96	2,82	2,49	2,95	3,09	7,96		1,95	2,81	2,48	2,95	3,18	7,98		1,95	2,81	2,48	2,95	3,18	7,98		1,95	2,81	2,48	2,95	3,18	7,98
Disamenity Impacts	WtE plant	0,71	0,60	0,59	0,49	0,29	0,00		0,71	0,60	0,59	0,49	0,37	0,00		0,71	0,60	0,59	0,49	0,37	0,00		0,71	0,60	0,59	0,49	0,37	0,00
	Landfill	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,00		0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00		0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02		0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00
Leachate		0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,00		0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,00		0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03		0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,00
External benefits	Total	-69,75	-83,60	-69,46	-63,6	-79,47	-81,8		-61,36	-80,37	-62,25	-68,25	-78,76	-81,78		-61,36	-80,37	-62,25	-68,25	-78,76	-81,78		-61,36	-80,37	-62,25	-68,25	-78,76	-81,78
	WtE	-19,14	-15,84	-15,87	-14,9	-8,68	0,00		-10,75	-12,61	-8,65	-8,08	-5,99	0,00		-10,75	-12,61	-8,65	-8,08	-5,99	0,00		-10,75	-12,61	-8,65	-8,08	-5,99	0,00
Energy saving		-46,17	-61,64	-49,12	-43,5	-64,42	-74,11		-46,17	-61,64	-49,12	-54,68	-66,36	-74,11		-46,17	-61,64	-49,12	-54,68	-66,36	-74,11		-46,17	-61,64	-49,12	-54,68	-66,36	-74,11
CO2 avoided by recycling		-4,45	-6,12	-4,48	-5,25	-6,36	-7,67		-4,45	-6,12	-4,48	-5,49	-6,42	-7,67		-4,45	-6,12	-4,48	-5,49	-6,42	-7,67		-4,45	-6,12	-4,48	-5,49	-6,42	-7,67
	Materials recycling																											
Net external cost (benefit)		-51,30	-66,88	-53,28	-49,1	-69,49	-73,82		-43,15	-63,89	-46,30	-53,99	-67,18	-73,80		-43,15	-63,89	-46,30	-53,99	-67,18	-73,80		-43,15	-63,89	-46,30	-53,99	-67,18	-73,80

I risultati complessivi

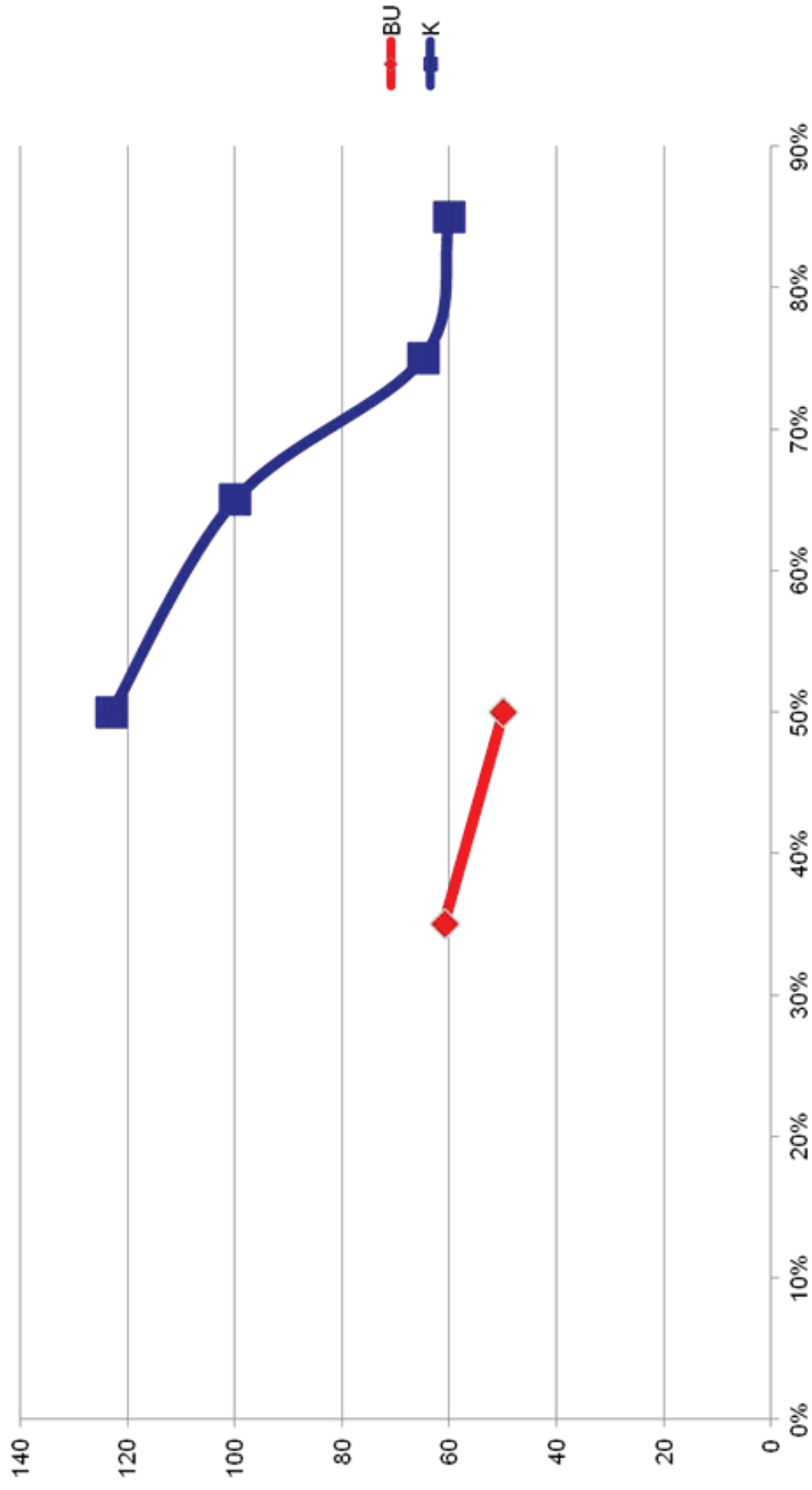
	SMALL AREA								LARGE AREA									
	S35	S50	K50	K65	K75	K85	S35		S50		K50		K65		K75		K85	
							E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E	E	H&E		
Collection (+)	71	85	147	127	106	89	61	61	72	72	130	130	105	105	93	93	73	
Treatment (+)	122	115	120	119	94	90	94	94	93	93	93	98	98	88	88	89		
Financial costs	193	200	267	246	200	179	156	156	165	165	223	223	203	203	181	181	163	
Revenues (-)	90	88	86	80	61	29	51	84	55	82	54	80	50	75	48	67	29	
Net financial costs	103	112	181	166	139	150	104	72	110	83	170	143	153	128	132	114	134	
External costs (+)	18	17	16	14	10	8	18	18	16	16	16	16	14	14	12	12	8	
External benefits (-)	70	84	69	64	79	82	61	66	76	80	62	66	68	72	79	82	82	
Net social cost	51	46	127	116	70	76	61	24	50	19	123	93	100	71	65	44	60	
Cost increase for sub-scenarios (additional cost with respect to baseline)																		
Biostabilization + WtE	+60	+46	+44	+36	+25		+47		+44		+47		+37			+34		
Biostabilization + RDF	+71	+52	+48	+45	+26		+73		+73		+71		+62			+49		
Biostabilization + RDF-Q	+83	+70	+59	+59	+31													

Valori in €/t, riferiti alla t di rifiuto iniziale

Costi sociali netti – bacino piccolo



Costi sociali netti – bacino grande (EL)



Costi sociali netti – bacino grande (H&E)



Metodologia – fase 3

- Analisi di sensibilità
 - Sono state individuate le ipotesi più critiche:
 - Rendimento energetico ottimale
 - Sfruttamento ottimale degli impianti e delle economie di scala
 - Valorizzazione dei sottoprodotti a prezzi di mercato
 - Efficienza qualitativa delle raccolte (scarti)
 - Effettivo raggiungimento dei target di SSL una volta dimensionato il sistema
 - Valorizzazione della CO2
 - Per ciascuna ipotesi è stato effettuato uno “stress test”, ipotizzando valori anche molto irrealistici (in + e in -) al fine di valutare la robustezza del risultato
 - Indicatori utilizzati
 - Ordine di priorità
 - Distanza (gap) tra le varie soluzioni

Analisi di sensibilità

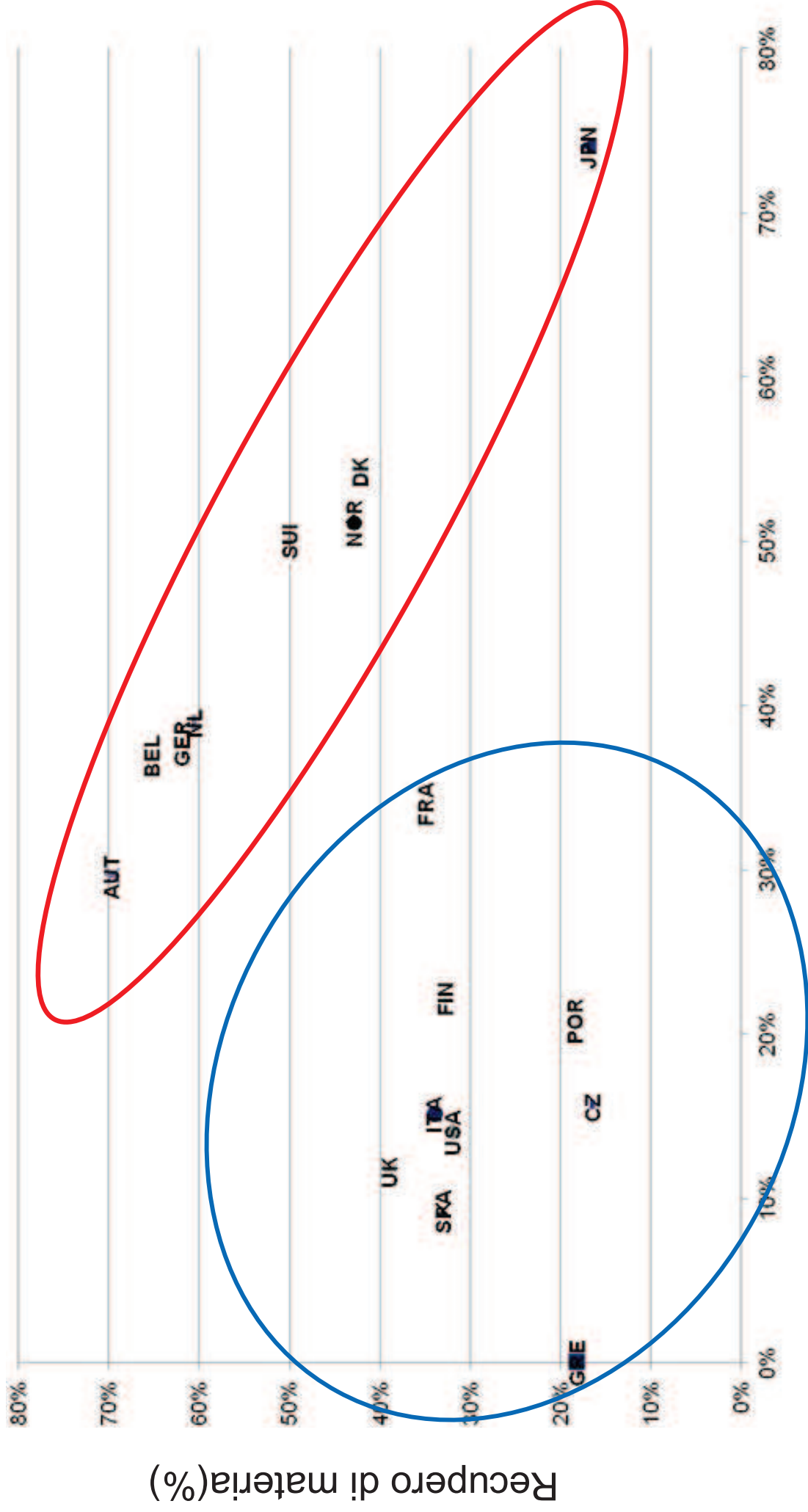
Assumption	Variation tested	Result	
		Rank	Gap
Efficiency of energy recovery	Energy recovery assumed as in Rabl et al., 2002 (reduction of 30-50%)	K85 as best option S50 as second-best K75 as third-best option S35 as fourth-best	--
	Market value of recovered materials	No change S35 as the best option; otherwise no change No change No change	-- + - --
Efficient sizing of facilities	Market price of ashes = 0	No change	+
	Market price of ashes = -200	No change	+
Quality of source-separated materials	No buffer capacity assumed	No change	+
	Optimal achievement of economies of scale	No change	+
Failure to achieve the targeted SSL	Residuals halved	No change	-(for K75-K85)
	Residuals doubled	S35 as best option No change otherwise	
Alternative hypotheses for external costs and CO2	0 < SSL < 100% (K75)	Increase of costs if SSL < 70%	++ (if SSL < 70%)
	% of population equipped with home composting up to 100%	No major change if SSL > 70%	
Alternative hypotheses for external costs and CO2	External costs doubled	No break even	
	External costs halved	No change S35 as the best option; otherwise no change	++ -

Commenti conclusivi

- Il recupero conviene, ma ha rendimenti decrescenti
 - Ogni opzione di recupero è preferibile allo smaltimento diretto, non è in questione se e quanto recuperare, ma in che modo farlo
 - E' opportuno un livello di recupero diretto >> di quello attuale (50-65%)
 - Non è opportuno spingere recupero diretto oltre questa soglia se non in circostanze molto particolari e sotto ipotesi molto restrittive, che si rivelano realistiche solo in specifici contesti
 - Il recupero energetico è un'alternativa più che valida, anche perché i suoi benefici esterni (in termini di emissioni risparmiate) sono superiori ai costi soprattutto se si riesce a valorizzare il calore oltre all'energia elettrica
 - In ogni caso, lo studio evidenzia la complementarietà tra le soluzioni
- No “one best way”; fattori da prendere in considerazione:
 - Dimensioni e concentrazione dell'area servita
 - Maggiore o minore facilità di effettuare raccolte porta a porta
 - Possibilità di compost domestico
 - Livello di educazione e partecipazione della popolazione (ha effetto sia sulle rese di intercettazione che sul livello degli scarti a valle delle RD)
 - Possibilità di sfruttare le economie di scala (vs. costi di trasporto)
 - Presenza di un mercato locale per i materiali recuperati

MW management in selected countries

Year	Incinerated		Recycled		Material recovery (composting etc)		Landfilled		Landfill diversion since 1995	
	%		%		%		%	kg/inh/y	%	kg/inh/y
USA	2005	14%	24%	8%	54%	407	-3%	-		
JPN	2005	74%	17%	0%	3%	14	-8%	-		
AUT	2010	29,6%	30,1%	39,6%	0,7%	4	-42%	-201		
BEL	2010	36,9%	39,9%	22,1%	1,4%	6	-42%	-192		
CZ	2010	15,5%	14,2%	2,3%	67,7%	205	-32%	-97		
DK	2010	54,2%	22,9%	19,3%	3,4%	23	-14%	-73		
FIN	2010	22,1%	19,6%	13,2%	45,1%	212	-21%	-55		
FRA	2010	34,0%	17,9%	17,1%	31,2%	166	-14%	-47		
GER	2010	37,7%	44,6%	17,3%	0,3%	2	-46%	-243		
GRE	2010	0,0%	17,3%	0,9%	81,8%	374		2		
ITA	2010	15,1%	20,9%	13,1%	50,6%	254	-40%	-168		
NL	2010	38,9%	32,9%	27,7%	0,4%	2	-30%	-155		
NOR	2010	51,1%	27,1%	15,8%	6,1%	28	-67%	-427		
POR	2010	20,8%	11,0%	7,5%	60,6%	314	-15%	114		
SPA	2010	9,2%	15,1%	17,9%	57,9%	310	-26%	2		
SWE	2010	49,1%	36,1%	13,7%	0,9%	4	-35%	-132		
SUI	2005	50,0%	34,0%	16,0%	1,0%	3	-12%	-		
UK	2010	11,6%	24,9%	14,1%	49,2%	255	-35%	-158		



Frazione incenerita (%)