Claudio Francia

Antonella Daidone
Paolino Monella
Adel Motawi

STUDI e RICERCHE

federambiente

ANALISI DEI COSTI DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RSU

Luglio 2000

INDICE

Risultati dell'analisi *pag. 2*

CAPITOLO I: Gli impianti di separazione e selezione **pag. 7**

Par. 1.1: Impianti specifici per selezione di carta e cartone, plastica, vetro e legno pag. 9

Par. 1.2: Gli impianti di selezione multimateriale pag. 11

Par. 1.3: Impianti di trattamento dei rifiuti indifferenziati pag. 13

1.3.1 *Impianti di trattamento per la produzione di CDR* *pag. 13*

1.3.2 *I costi degli impianti di selezione CDR e frazione umida* *pag. 14*

1.3.3 *Impianti di biostabilizzazione* *pag. 17*

CAPITOLO II: Gli impianti di compostaggio **pag. 20**

Par. 2.1: Impianti di compostaggio di frazioni selezionate pag. 20

Par. 2.2: Impianti di compost verde pag. 25

CAPITOLO III: Gli impianti di termotrattamento **pag. 27**

Par. 3.1: I costi per gli impianti di termotrattamento pag. 30

Par. 3.2: Impianto di trattamento CDR pag. 39

CAPITOLO IV: La discariche **pag. 43**

Risultati dell'analisi

Lo sviluppo del sistema integrato di gestione dei rifiuti urbani, alla luce D.Lgs.22/1997, richiede di valutare e rivedere in termini economici ed ambientali le scelte che si andranno ad operare nell'intero ciclo dei rifiuti, dalla raccolta differenziata, al trattamento, allo smaltimento finale.

All'interno del contesto integrato la scelta della tipologia di impianto, e quindi di trattamento, oltre a rappresentare una fase fondamentale del processo di integrazione del sistema, assume notevole importanza se considerata in termini di costi sia economici sia ambientali.

In tal senso la conoscenza dei costi d'investimento e di gestione degli impianti, e dei loro risultati di trattamento e smaltimento, va considerata come una condizione necessaria nelle scelte della pianificazione del sistema integrato di gestione dei rifiuti.

I costi della gestione delle diverse tipologie di impianti, vanno analizzati in rapporto ai costi specifici di raccolta richiesti a monte e ai i costi e ai risultati di smaltimento effettivo a valle.

Con questo studio, si è cercato di rappresentare i costi tecnici normalizzati per i diversi impianti, analizzando i costi lordi per unità di produzione (*costo*

tecnico), imputando solo i ricavi tecnici (ad esempio del recupero energetico), descrivendo a parte i possibili ricavi di vendita di frazioni trattate sul mercato, che risultano ciclici e aleatori, o dipendenti da indicazioni normative.

Per individuare indicatori comuni ai vari tipi di impianti, del sistema integrato di gestione dei rifiuti, assumono rilevante valore i *costi di contesto e di sistema.* La localizzazione degli impianti nel sistema determina costi complessivi differenziati nell'organizzazione e gestione del singolo impianto (costi di localizzazione , di trasporto, di discarica).

Altri costi da dover considerare sono i costi relativi all'ottenimento del consenso della popolazione residente nel luogo dove si intende costruire l'impianto ed i costi legati alla sicurezza ed al mantenimento della qualità ambientale in senso ampio.

L'analisi dei costi dei diversi sistemi di trattamento (vedi fig.1) (impianti di selezione dei rifiuti raccolti in modo differenziato, impianto di selezione CDR e frazione umida, impianto di biostabilizzazione, impianto di compostaggio, impianto di termodistruzione del rifiuto indifferenziato o di CDR, impianto di discarica) ha mostrato che i diversi modi di trattamento portano a costi tecnici che variano tra le 90 e le 200 lire, escludendo gli estremi, e che il costo tecnico di discarica risulta essere il costo minore (60/80 lire).

Le diverse modalità di trattamento possono perciò generare costi tecnici diversi, che sono funzione del tipo di residuo del rifiuto trattato.

L'inceneritore con recupero di energia (senza Cip 6) ha un costo medio tra le 100 e le 130 lire per kg di rifiuto trattato, in funzione della scolarità della grandezza dell'impianto.

Gli impianti di trattamento e biostabilizzazione costano intorno alle 90 lire per kg di rifiuto trattato, mentre gli impianti di selezione e produzione di CDR costano sulle 140 lire per kg di rifiuto trattato.

Gli impianti di selezione del multimateriale costano sulle 120 lire/kg, mentre gli impianti di compostaggio del FORSU e verde costano sulle 90/100 lire per kg di rifiuto trattato.

Tutti i sistemi di trattamento hanno presenza di residui, che in termini di peso sono consistenti. Va comunque valutato qualitativamente il tipo di residuo: gli inceneritori rilasciano ceneri (il cui peso specifico è molto elevato) e rifiuti quali polveri e filtri che riducono decisamente il volume finale di discarica richiesto.

Riassumendo i dati analizzati lo smaltimento dei residui risulta essere una delle voci di costo "critiche"nella determinazione dei costi operativi delle singole tipologie di trattamento, avendo un'incidenza dello 8% negli impianti di selezione multimateriale, oscillando dal 20 al 33% negli impianti di selezione CDR, variando dal 23 al 57% (pesando mediamente attorno al 45%) negli impianti di biostabilizzazione, dal 2 al 4% negli impianti di compostaggio, e dal 22 al 27% negli impianti di termodistruzione.

I costi relativi al personale sono legati ad economie di scala in funzione delle dimensioni e della capacità di trattamento degli impianti stessi. Si osserva comunque che i costi per il personale raggiungono il massimo, nell'impianto di selezione e negli impianti di termotrattamento.

Gli ammortamenti essendo una voce di costi funzione degli investimenti raggiungono i valori più alti per kg negli impianti di termotrattamento e negli impianti più complessi di compostaggio e i valori minori negli impianti di selezione e biostabilizzazione. La discarica raggiunge il costo di ammortamento più basso, calcolato sul valore del terreno e sui lavori di sistemazione iniziale e finale.

FIGURA 1

CONFRONTO DEI COSTI DI GESTIONE DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI (valori max e min in £/kg)								
	IMPIANTO SELEZIONE MULTIMAT.	**IMPIANTO SELEZ. CDR E FRAZ. UMIDA**	**IMPIANTO TRATTAMENTO BIOSTABILIZZ.**	**IMPIANTO COMPOSTAG.**	**IMPIANTO COMPOSTAG. VERDE**	**IMPIANTO TERMODISTRUZ.**	**IMPIANTO TRATTAM.DEDICATO CDR**	**DISCARICA**
	Costi in £/kg	**Costi in £/kg**	**Costi in £/kg**	**Costi in £/kg**	**Costi in £/kg**	**Costi in £/kg**	**Costi in £/kg**	**Costi in £/kg**
PERSONALE	42	21/22	10/3	15/8	15	30/14	40/15	11/2
MATERIALI tonn-£/kg	12	19/4	8	0/0	5	29/17	123/44	1/11
MANUTENZIONI ESTERNE	6	1/0.2	8/4	11/7	5	32/16	0/0	0/0
ENERGIE	8	18/10	6/4	18/10	0	0/19	0/0	0/0
SMALTIMENTO RESIDUI tonn-£/kg	9	55/24	36/33	3/3	2	53/50	0/0	0/0
CESSIONE/TRASPORTO CDR	0	20/40	0	0	0	0	0	0/0
SP. GESTIONE POST-CHIUSURA								36/14
SPESE GENERALI	20	10/13	8/6	5/3	1	26/8	0/0	0/0
tot costi operativi	***97***	***145/113***	***72/53***	***52/31***	***29***	***169/123***	**163/59**	***47/27***
Amm. Inv. Post-chiusura								4/3
Ammortamenti	23	21/4	11/14	61/32	11	47/42	51/61	4/3
Oneri finanziari	0	1/2	8	2/1	0	23/18	31/31	0/0
tot costi lordi	***120***	***166/119***	***91/75***	***114/64***	***40***	***239/183***	***245/151***	***53/31***
Ricavi industriali senza CIP6						109/81		
tot costi netti senza CIP6						***131/102***		
Ricavi industriali con CIP6						164/139		
tot costi netti con CIP6						***76/44***		
Rifiuti in entrata tonn		65.000/100.000	90.000/160.000	10.000/30.000		75.000/350.000		
Materiale in uscita tonn		45.500/74.500				18.000/84.000		
CDR tonn		16.250/40.000	0					
Compost/biostabilizzato tonn		0/17500	45.000/48.000					
Scorie/ceneri tonn				250/750		18.000/84.0000	n.d.	
Sovvalli tonn		29.250/17.000	6.300/48.000					
Perdite tonn			0/64.0000					
I costi **non** comprendono: IVA, ecotassa e utile d'esercizio.								

CAPITOLO I

GLI IMPIANTI DI SEPARAZIONE E DI SELEZIONE

La raccolta per il recupero e riciclaggio ha portato allo sviluppo di diversi sistemi di differenziazione: a monte con la raccolta differenziata per materia, in genere con cassonetti, bidoni, porta a porta; a valle della raccolta indifferenziata con la creazione di impianti di separazione tra i materiali e di selezione e pretrattamento dei singoli materiali.

Anche se la raccolta differenziata a monte è in generale una condizione per garantire la buona qualità dei materiali raccolti, è comunque necessario trattare gli specifici materiali per eliminare i residui che sono comunque presenti anche nelle migliori raccolte differenziate (ad es. nel vetro si stimano intorno al 2-4%, nelle plastiche intorno al 10-15%, nella carta intorno al 5%).

Pertanto possono essere necessari impianti di pretrattamento dei materiali raccolti per poterli consegnare alla fase del riciclaggio con le specifiche qualitative richieste.

Se invece la raccolta differenziata non avviene a monte per singoli materiali ma avviene parzialmente, ad es. con il multimateriale o con la raccolta del secco, allora diventano necessari altri tipi di impianti di separazione dei materiali prima di portarli agli impianti di trattamento per avviare il materiale al riciclaggio.

Le principali tipologie di impianto possono essere pertanto:

- Impianti di pretrattamento mono materiale (carta, plastica, verto da raccolta differenziata);
- impianti di separazione del multimateriale (separazione di carta, vetro, plastica);
- impianti di separazione dell'indifferenziato.

1.1 Impianti specifici per selezione di carta e cartone, plastica, vetro e legno.

Oltre agli impianti di separazione tra i materiali all'interno del ciclo di gestione dei rifiuti, o all'inizio della fase di riciclaggio, possono essere attivati impianti specifici di selezione e pretrattamento dei singoli materiali: carta e cartone, plastica e vetro.

- *Impianto di selezione e valorizzazione carta e cartone*

Un impianto di selezione e valorizzazione di carta e cartone che tratta circa 40.000 tonnellate l'anno, con 7 addetti su due turni, con un costo di investimento di circa 2.200 milioni di lire e una quantità residua di RSU dopo il trattamento pari a 4.000 tonnellate ha un costo di esercizio annuo di circa 1.800 milioni di lire e un costo unitario medio per kg di 53 lire.

- *Impianti di selezione e valorizzazione plastica*

Un impianto di selezione e valorizzazione della plastica che tratta circa 7.200 tonnellate l'anno, con 14 addetti, con un costo di investimento di circa 1.700 milioni di lire e una quantità residua di RSU dopo il trattamento pari a 1.440

tonnellate ha un costo di esercizio annuo di circa 4.300 milioni di lire e un costo unitario medio per kg di circa 600 lire.

- *Impianto di selezione bottiglie*

Un impianto di selezione di bottiglie di vetro che tratta circa 15.000 tonnellate l'anno, con 17 addetti su 7 turni e con un costo di investimento di circa 1.900 milioni di lire ha un costo di esercizio annuo di circa 1.420 milioni di lire e un costo unitario medio per kg di 113 lire.

1.2 Gli impianti selezione multimateriale

La raccolta differenziata multimateriale in genere (contenitori in plastica, vetro, metalli o carta e contenitori in plastica) richiede di attivare impianti di separazione tra i materiali e quindi di selezionare e trattare materiali specifici.

Dall'esame dei costi medi annui di gestione di un impianto di selezione multimateriale (Vedi tab 1.1 e grafici in appendice) da 4.500 t/a, emerge che i costi operativi, ossia i costi per il personale, per le spese industriali, per i consumi di energia elettrica, per le manutenzioni ordinarie, per lo smaltimento dei residui e per le spese generali, ammontano a 97 £/kg e rappresentano l'81% dei costi totali al lordo di eventuali ricavi.

Nel dettaglio le spese per il personale ammontano a 42 £/kg e rappresentano il 35% del costo totale.

Le spese industriali presentano invece un costo al kg di 12 £/kg, pari al 10% del costo totale.

I consumi energetici sono di 8 £/kg ed incidono per il 6% sul costo totale.

Le manutenzioni presentano un costo al kg pari a 6 £/kg e rappresentano il 6% del costo totale.

Le spese generali fanno registrare un valore di 20 £/kg pari al 17% del costo totale.

Per giungere alla configurazione di costo complessivo bisogna inoltre considerare i costi relativi agli ammortamenti pari a 23 £/kg ossia il 19% del costo totale.

Complessivamente il totale dei costi al lordo di eventuali ricavi si assesta per questa tipologia di impianto sulle 120 £/kg.

Tab. 1.1

Impianto selezione multimateriale (4.500 t/a)	**incid. % su costo tot lordo**	**Costi in £/kg rifiuto trattato**
PERSONALE	35%	42
Spese industriali	10%	12
Energia elettrica (GWh, £/kwh)+Acqua	6%	8
Metano (Nmc, £/mc)/combustibili	0%	0
MANUTENZIONI	5%	6
SMALTIMENTO RESIDUI	8%	9
SPESE GENERALI	17%	20
tot costi operativi	**81%**	**97**
Ammortamenti	19%	23
Oneri finanziari	0%	0
tot costi lordi	**100%**	**120**
Tipo di impianto		
condizioni finanziarie		
Rifiuti trattati (tonn in Entrata) *	4.500	0
Scorie (tonn in Uscita)	450	0

1.3 Impianti di trattamento dei rifiuti indifferenziati

Oltre agli impianti di trattamento delle raccolte differenziate, che hanno l'obiettivo di predisporre i materiali per la fase del riciclaggio, si sono sviluppati altri impianti per il trattamento dei materiali indifferenziati con obiettivi diversi: la preparazione del CDR, la biostabilizzazione del rifiuto e l'essiccamento per la riduzione volumetrica.

In particolare, gli impianti per la produzione del CDR sono diventati un'opzione per ora molto discussa anche se ancora poco applicata.

I dati considerati si riferiscono perciò ad impianti che devono ancora entrare in funzione.

1.3.1. Impianti di trattamento per la produzione di CDR

Si è valutato, per un impianto di produzione di CdR stabilizzato di 120.000 Tonn/anno in entrata di rifiuti, con una produzione di 60.000 Tonn/anno di CdR (25-30% di evaporazione, 15-20% di residui e 3-4% di materiali metallici), un costo al kg di 140 £ (il costo pieno è calcolato sui costi diretti di gestione, sui costi d'investimento e sui costi di smaltimento dei residui).

1.3.2 I Costi degli impianti di selezione CDR e frazione umida

Per quanto riguarda la selezione e produzione di CDR e frazione umida, a partire dal rifiuto indifferenziato, si sono analizzati due impianti da 100.000 e 65.000 tonnellate trattate.

L'analisi dei costi degli impianti presi in considerazione evidenzia, oltre la presenza di economie di scala legate alle potenzialità di trattamento dei due impianti, una forte incidenza dei costi per lo smaltimento dei residui (smaltimento frazioni secche smaltimento sovvalli e inerti, smaltimento percolato e biostabilizzato) e dei costi relativi alla cessione e al trasporto del CDR; un'altra voce di costo che influisce notevolmente sul costo operativo per kg è il costo per il personale che incide per 22 £/kg. Si raggiungono così costi operativi pari a 113 £/kg e costi lordi pari a 119 £kg nell'impianto da 100.000 tonn/anno. Nell'analisi dei costi dell'impianto da 65.000 tonn/anno si considerano i costi di trasporto del CDR (nell'ipotesi di 30£/kg) e di cessione del CDR (nell'ipotesi di 50 £/kg e produzione del 20%) si raggiungono così costi operativi pari a 145 £/kg e costi totali pari a 166 £/kg.

L'analisi dei costi lordi e dei costi netti è dipendente dal volume effettivo di CDR, che nei casi analizzati assume ancora un valore negativo (di smaltimento) in quanto non si è ancora creato un mercato del CDR.

Valutazioni di potenziali acquirenti hanno sottolineato che l'utilizzo di CDR, in impianti industriali richiede costi di adeguamento che portano a mantenere negativo il presso di "acquisto". Pertanto, nell'analisi degli impianti, lo smaltimento del CDR prodotto è stato valutato come un costo.

Tab. 1.2 IMPIANTO DI SELEZIONE CDR	Impianto Totale in Mln di £ (100.000 t/a)			Impianto Udine Totale in Mln di £ (65.000 t/a)		
	totali	incid. % su C tot	costi in £/kg	totali	incid. % su C tot	costi in £/kg
PERSONALE		18,2%	22		13%	21
MATERIALI consumati		2,9%	4		12%	19
MANUTENZIONI		0,2%	0,2		1%	1
ENERGIE		8,4%	10		11%	18
SMALTIMENTO RESIDUI	**(1)**	20,3%	24	**(3)**	33%	55
CESSIONE e trasporto CDR	**(2)**	33,6%	40	**(4)**	12%	20
SPESE GENERALI		11,1%	13		6%	10
tot costi operativi	***11.270***	***94,7%***	***113***	***9.396***	***87%***	***145***
Ammortamenti		3,6%	4		13%	21
Oneri finanziari		1,8%	2		0,3%	1
tot costi lordi	***11.906***		***119***	***10.783***		***166***
Totale costi investimento						***20.336***
Rifiuti trattati (tonn in Entrata)	***100.000***	***100%***		***65.000***	***100%***	
Trattato (tonn in Uscita) divise in:	***74.500***	***74,5%***		***45.500***	***70%***	
CDR	*40.000*	*40%*		*16.250*	***25%***	
biostabilizzato	*17.500*	*17,5%*				
sovvalli	*17.000*	*17%*		*29.250*	45%	

Costi valutati: (1) £ 100 al kg; (2) £ 100 al kg; (3) £ 122 al kg; (4) £ 80 al kg

1.3.3 Gli impianti di biostabilizzazione

Per gli impianti di biostabilizzazione, si sono analizzati due impianti, (Vedi tab 1.3 e grafici in appendice) di taglie differenti, per la selezione meccanica e la stabilizzazione aerobica (impianto 1 da 90.000 t/a) e per il trattamento meccanico e biologico dei rifiuti urbani e la biostabilizzazione aerobica della frazione organica selezionata (impianto 2 da 160.000 t/a).

I costi di investimento sono valutati in circa 15 Mdl per l'impianto 1 ed in circa 23 Mdl per l'impianto 2.

L'analisi relativa ai costi medi di gestione mostra come, anche per questa tipologia di impianti, si realizzino delle economie di scala all'aumentare della taglia degli stessi, in particolare nella voce “personale” e “spese generali”.

Il totale dei costi operativi, nel caso dell'impianto da 90.000 t/a, ammonta a circa il 79% dei costi totali di gestione mentre, nel caso dell'impianto da 160.000 t/a, rappresentano circa il 71% dei costi totali.

Nel dettaglio, i costi relativi al personale variano dalle 10 £/kg (pari a circa il 14% del costo lordo) alle 3 £/kg (ossia circa il 4% del costo totale).

Il costo per kg dell'energia consumata è di 6 £/kg, pari a circa il 9% del costo totale, per l'impianto da 90.000 t/a, e di 4 £/kg, ossia circa il 5%, per l'impianto da 160.000 t/a.

Le manutenzioni presentano invece un costo al kg di 4 £/kg, incidendo per circa il 6% sul totale dei costi, per l'impianto più piccolo, e di 8 £/kg, pari al 8%, per l'impianto più grande.

La componente indubbiamente più rilevante tra i costi operativi è quella relativa allo smaltimento dei residui. Il costo (calcolato sul totale dei rifiuti in entrata) è di 36 £/kg e rappresenta quasi il 50% dei costi totali, nell'impianto da 90.000 t/a, e di 33 £/kg, ossia circa il 44% del costo totale, nell'impianto da 160.000; ipotizzando per entrambi gli impiant il costo di smaltimento a 90 £/kg per gli inerti e sovvalli e a 60 £/kg per il biostabilizzato, al netto dell'ecotassa in quanto i residui da smaltire rappresentano materiale trattato e pertanto non assimilabile al rifiuto tal quale.

Questa componente di costo, che come detto in precedenza è la componente principale, è funzione del prezzo di conferimento in discarica.

Per giungere alla configurazione di costo complessivo è necessario considerare anche gli ammortamenti e gli oneri finanziari che nel caso dell'impianto da 90.000 t/a ammontano rispettivamente a 11 £/kg (pari al 12% dei costi totali) e a 8 £/kg (ossia circa il 9% dei costi totali), mentre nel caso dell'impianto da 160.000 t/a passano a 14 £/kg (ossia circa il 19% del costo totale) ed a 8 £/kg (ossia circa il 10% del costo totale).

Tab. 1.3 Biostabilizzazione - costi medi di gestione annua				
	Impianto 1 Totale in Mln di £ (90.000 t/a)		**Impianto 2 Totale in Mln di £ (160.000 t/a)**	
	incid. % su C tot	**costi in £/kg**	**incid. % su C tot**	**costi in £/kg**
PERSONALE	14,1%	10	3,8%	3
MATERIALI consumati	11,2%	8	0,0%	0
MANUTENZIONI ESTERNE	5,0%	4	10,0%	8
ENERGIE	8,4%	6	5,0%	4
Energia elettrica (GWh, £/kwh)+Acqua	0,0%	0	5%	4
Metano (Nmc, £/mc)/combustibili	0,0%	0	0,0%	0
SMALTIMENTO RESIDUI	50,5%	36	43,3%	33
smaltimento inerti (90 £/kg)		*6*	24,1%	18
smalt. biostabilizzato (60 £/kg)		*30*	19,2%	14
SPESE GENERALI	8,5%	8	8,2%	6
tot costi operativi	**79%**	**72**	**70,2%**	**53**
Ammortamenti	12,2%	11	19,3%	14
Oneri finanziari	9,1%	8	10,5%	8
tot costi lordi	**100,0%**	**91**	**100,0%**	**75**
Rifiuti trattati (tonn in Entrata)	90.000		160.000	
In uscita Compost/Biostabilizzazione	45.000		48.000	
In uscita Sovvalli	6.300		48.000	
Perdite	39.000		64.000	

CAPITOLO II

GLI IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO

2.1 Impianti di compostaggio di frazioni selezionate

La capacità italiana degli impianti di trattamento dei residui selezionati per produrre compost di qualità ha raggiunto, nel 1997, 900mila tonnellate con 85 impianti, di cui 170.000 tonn erano FORSU (ossia circa il 19% del totale trattato), 433.000 tonn erano verde (circa il 48%) e 58.000 tonn erano fanghi (il 15% del totale di RU trattati).

La situazione attuale degli impianti di compostaggio delle frazioni selezionate dei RSU è sintetizzata nella tabella che segue.

Tab. 2.1 Impianti di compostaggio di frazioni selezionate di RU - 1997

Regioni	Numero Impianti	Quantità di RU trattati 1997 (*) (t/a)	FORSU (t/a)	Verde (t/a)	Fanghi (t/a)
Emilia Romagna	9	44.813	9.708	35.105	
Friuli Venezia Giulia	1	1.150	1.150	-	-
Lombardia	25	312.300	62.400	190.700	57.700
Piemonte	16	166.696	3.000	110.431	53.265
Toscana	4	44.973	8.548	36.425	-
Trentino Alto Adige	12	42.850	4.665	13.455	17.390
Veneto	18	286.311	80.817	47.859	4.535
Totale	**85**	**899.093**	**170.288**	**433.975**	**132.890**

* Frazione trattata nell'impianto

Dati: ANPA - Osservatorio nazionale sui rifiuti

Gli impianti di trattamento dei rifiuti urbani con produzione di compost e CDR sono invece 30 e trattano complessivamente oltre 1,6 milioni di tonn/anno.

La maggior parte degli impianti risulta concentrata nel nord Italia, in particolare emerge il dato relativo alla Lombardia che con 4 impianti tratta circa 600.000 t/a di RU e all'Emilia Romagna con 4 impianti ed un totale di circa 150.000 t/a di RU trattati; particolarmente rilevante anche il dato riferito all'Umbria (3 impianti per un totale trattato di 241.000 t/a) e alla Toscana (3 impianti per un totale di circa 160.000 t/a di RU trattati).

Tab. 2.2 Impianti di trattamento RU con produzione di compost e CDR 1997

Regioni	**Quantità trattate 1997 (t/a)**	**Numero impianti**
Abruzzo	84.694	4
Basilicata	20.104	1
Calabria	68.989	2
Emilia Romagna	157.559	4
Friuli Venezia Giulia	35.910	1
Lazio	99.082	1
Lombardia	605.000	4
Marche	39.704	1
Piemonte	7.078	1
Sardegna	22.000	2
Sicilia	21.750	1
Toscana	159.900	3
Umbria	241.083	3
Veneto	80.000	2
Totale	**1.642.853**	**30**

Dati: ANPA - Osservatorio nazionale sui rifiuti

Gli impianti di compostaggio considerati trattano FORSU, verde e fanghi selezionati all'origine. Tendenzialmente gli impianti attivi e in via di attivazione trattano materiali organici di qualità già differenziati.

I costi medi registrati di gestione per la produzione di compost di qualità sono valutabili intorno alle 90 £/Kg.

L'analisi dei costi complessivi di diversi impianti di compostaggio con caratteristiche e dimensioni differenti mostra la presenza di economie di scala dipendenti dalle potenzialità degli impianti.

In particolare per impianti analoghi il costo del personale, per la manutenzione, per energie e consumi tendono a decrescere in £/kg all'aumentare della grandezza degli impianti; conseguentemente i costi operativi evidenziano una forte diminuzione che arriva a sfiorare il 40%.

In impianti ad alta automazione, i costi operativi non seguono lo stesso trend, in quanto i costi per il personale ed i consumi d'energia non creano economie di scala.

In tutti casi presi in esame, il costo degli ammortamenti per kg trattato tende a decrescere al crescere della grandezza dell'impianto (da 61£kg impianto da 10000 ton a 21 £/kg per l'impianto da 40000 ton).

Tendenzialmente un impianto medio da 10000 tonn/anno presenta un costo per kg trattato che oscilla dalle 90£ alle 114£, mentre per un impianto con maggiori potenzialità di trattamento il costo tende a decrescere.

La chiusura degli impianti con tamponamento non incide sui costi operativi ma, tramite la procedura di ammortamento, sui costi totali. I maggiori costi degli impianti con tamponatura sono dovuti non tanto alla tipologia di rifiuti trattati quanto ai costi dell'immobile destinato al compostaggio che, quando "tamponato" risulta essere più efficace in termini di impatto sull'ambiente in senso ampio (riduzione del rumore e degli odori), pur non essendolo in termini di processo di trattamento in senso stretto e abbattimento dei costi.

Tab. 2.3 IMPIANTI DI C O M P O S T A G G I O	Impianto A Toatale lire/kg (10.000 t/a) TAMPONATO*		Impianto B Totale lire/kg (10.000 t/a) NON TAMPONATO*		Impianto C Totale lire/kg (30.000 t/a) TAMPONATO		Impianto D Totale ilire/kg (30.000 t/a) NON TAMPONATO		Impianto E Totale lire/kg (40.000 t/a) ELEVATA AUTOMAZIONE	
	incid. % su C lordo	costi in £/kg	incid. % su C lordo	costi in £/kg	incid. % su C lordo	costi in £/kg	incid. % su C lordo	costi in £/kg	incid. % su C lordo	costi in £/kg
PERSONALE	13,1%	***15***	15,3%	**15**	10,8%	**8**	13,1%	**8**	23,9%	**16**
MATERIALI consumati		**-**		**-**		**-**		**-**	2,7%	**2**
MANUTENZIONI ESTERNE	9,8%	***11***	10,9%	**11**	10,8%	**8**	10,5%	**7**	9,1%	**6**
ENERGIE E CARBURANTI	15,7%	***18***	15,3%	**15**	17,2%	**13**	15,7%	**10**	25,6%	**17**
SMALTIMENTO RESIDUI	2,2%	***3***	2,6%	**3**	3,2%	**3**	3,9%	**3**	3,8%	**3**
SPESE GENERALI	4,4%	***5***	5,1%	**5**	4,3%	**3**	5,2%	**3**	1,9%	**1**
tot costi operativi	***45,2%***	**52**	***49,3%***	**48**	***46,3%***	**36**	***48,5%***	**31**	***67,0%***	**44**
Ammortamenti	53,5%	***61***	49,5%	**48**	52,4%	**41**	50,2%	**32**	32,1%	**21**
Oneri finanziari	1,3%	***2***	1,2%	**1**	1,3%	**1**	1,3%	**1**	0,8%	**1**
tot costi lordi	***100%***	**114**	***100%***	**98**	***100%***	**77**	***100%***	**64**	***100%***	**66**
Rifiuti trattati (tonn in Entrata)										
Scorie (tonn in Uscita)										

2.2 Impianto di compost verde

Dall'analisi dell'impianto di compostaggio verde risulta evidente il minore costo £/kg rispetto agli impianti di compostaggio del FORSU; dato che questa tipologia di impianti utilizza frazioni verdi già selezionate si verifica un abbattimento sia nei costi operativi (29 £/kg), in particolare minori costi per energie e manutenzioni, sia nei minori costi d'investimento per impianti che si riflettono in una minore incidenza degli ammortamenti e oneri finanziari. In particolare, tranne i costi del personale che in termini assoluti hanno un ammontare molto simile ad impianti di compostaggio classico di analoghe dimensioni, l'incidenza delle altre voci di costo in £/kg risulta essere decisamente più bassa (materiali 5 £/kg, manutenzioni 5 £/kg, smaltimento 2 £/kg e spese generali 1£/kg).

Itab. 2.4 MPIANTO COMPOSTAGGIO VERDE	Impianto Totale in Mln di £ (100.000 t/a)		
	totali	**incid. % su C tot**	**costi in £/kg**
PERSONALE		37,7%	15
MATERIALI consumati		13,3%	5
MANUTENZIONI ESTERNE		12,6%	5
ENERGIE		0,0%	-
SMALTIMENTO RESIDUI		5,8%	2
SPESE GENERALI		3,0%	1
tot costi operativi	***288***	72,5%	**29**
Ammortamenti		26,9%	11
Oneri finanziari		0,6%	0
tot costi lordi	***397,5***	***100,0%***	**40**
Rifiuti trattati (tonn in Entrata)	*10.000*		
Trattato (tonn in Uscita)	*4.500*		

CAPITOLO III

IMPIANTI DI TERMOTRATTAMENTO

In Italia l'attuale capacità di termotrattamento è del 7%, a fronte di percentuali di incenerimento del 42% della Francia, 40% della Germania e 65% della Danimarca.

Il termotrattamento è fortemente concentrato al Nord dove, con questo tipo di trattamento viene smaltito il 13% circa della produzione di RSU (con una punta molto significativa in Emilia-Romagna dove la percentuale si aggira sul 30%). Viceversa, l'incenerimento e' quasi assente nel centro-sud (con poche eccezioni riguardanti Lazio, Sardegna e soprattutto Toscana).

Molti degli inceneritori oggi in esercizio in Italia sono impianti piuttosto vecchi e obsoleti e di piccola potenzialità, tali da determinare sfavorevoli economie di scala. Infatti, solo il 20% degli impianti supera la potenzialità di 300 ton/d, mentre il 54% circa degli impianti ha potenzialità inferiore alle 150 ton/d. L'energia viene recuperata negli inceneritori italiani solo per il 40% (il dato è riferito alla frazione di RSU avviata ad impianti di incenerimento con recupero di energia), contro valori dell'80% del Giappone, 60% della Svezia, 100% della Danimarca, 59% della Spagna, il 50% dell'Olanda. Più o meno allineata con l'Italia, sotto questo punto di vista, è la Germania (40%), mentre

peggiori sono le situazioni di Francia (29%), Belgio (30%) e Gran Bretagna (20%).

Tab. 3.1 Impianti di incenerimento RSU in Italia						
Stato funzionale	**N.**	**%**	**Di cui Federambiente**			
Operativo	41	68.3	32			
Temporaneamente inattivo	5	8.3	0			
In costruz./collaudo/proget.	14	23.3	9			
Totale	60	100	41			
Fasce d'età	**Parco nazionale N.**		**Parco impianti Federambiente**			
< 1985	33		25			
1985-1998	14		7			
> 1998	13		9			
Totale	60		41			
Tecnologia	**Parco nazionale N.**		**Parco impianti Federambiente**			
			N.	**<1985**	**1985-98**	**>1998**
Griglia	42		33	(21)	(7)	(5)
Tamburo rotante	7		4	(4)	(0)	(0)
Letto fluido	8		4			(4)
Gassificatore	3		0			
Totale	60		47	(25)	(7)	(9)
Termocombustori	**Potenzialità nominale**					
	Tutti impianti t/a		**Imp. operativi t/a**			
Impianti Federambiente	3.591.585		2.392.945			
Altri impianti	926.700		417.780			
Totale nazionale	4.518.285		2.810.725			

Con riferimento all'impatto ambientale delle emissioni, si rileva che i progressi ottenuti in questi ultimi anni hanno portato alla realizzazione di sofisticati sistemi di controllo delle emissioni (basati su: camera di post-combustione dei fumi; trattamento con calce e carbone attivo; filtrazioni su tessuto; lavaggio finale; inserimento di sistemi di rimozione di NOx).

Nel D. L.vo 22/1997 sono indicate tre diverse vie di trattamento termico dei RSU con recupero di energia:

- *Termodistruzione del RSU indifferenziato* (rifiuto dopo raccolta differenziata);
- *Termodistruzione del RSU dopo selezione grossolana* (sovvallo);
- *Termodistruzione di CDR, dopo selezione e nobilitazione* (PCI di 3500 Kcal/Kg o superiore);

Sotto il profilo amministrativo le prime soluzioni comportano le classiche prassi autorizzative; la terza, come detto, è invece favorita dalle procedure semplificate di cui agli artt.31 e 33 del DLgsl 22/97.

Dal punto di vista tecnologico, la soluzione della termodistruzione diretta (come pure la termodistruzione di sovvalli) è indirizzata verso i tradizionali forni a griglia, mentre, per il CDR, dovrebbe essere indirizzata verso i letti fluidi o l'alimentazione in forni industriali idonei alla co-combustione (combustibile supplementare). Nessuna sostanziale differenza è invece prevista per la tecnologia di depurazione dei fumi, considerato che i problemi, seppure in misura diversa, rimangono gli stessi per macro e microinquinanti.

3.1 I costi degli impianti di termotrattamento

L'analisi dei costi degli impianti di termotrattamento (Vedi tab.3.2 e grafici in appendice) è funzione di diverse variabili che possono condizionare i costi insieme alla grandezza e alle economie di scala degli impianti.

Il costo della parte centrale dell'impianto, il bruciatore, è rimasto pressoché invariato in questi ultimi anni (dal punto di vista dell'innovazione tecnologica), mentre sono cresciuti i costi per le attrezzature ed apparecchiature "ausiliarie" impiegate per il trattamento dei diversi effluenti quali fumi, ceneri, scorie, rumore, acque, ecc. per i quali sussistono precisi limiti, (peraltro in progressiva riduzione) in parte oggi rivisti nella normativa europea.

I costi degli impianti nell'analisi degli inceneritori comprendono:

- i costi di discarica per tutti i sovvalli delle diverse sezioni di pretrattamento e trattamento finale;
- i costi di progettazione;
- i costi di acquisizione dei siti;
- i costi di realizzazione delle opere elettromeccaniche ed opere civili per l'impianto.

I costi lordi complessivi (quindi senza comprendere gli eventuali ricavi industriali), valutati per impianti di taglia differente e senza includere l'ecotassa e l'Iva, variano in modo scalare rispetto alla dimensione degli impianti stessi da circa 240 £/kg, per l'impianto di taglia più piccola, a circa kg, per l'impianto di taglia più grande; il costo lordo complessivo per kg trattato è dunque funzione delle economie di scala e quindi della grandezza dell'impianto. In particolare, le voci in cui si presentano le economie di scala sono il personale, le manutenzioni esterne e le spese generali.

All'interno di tale configurazione di costo è possibile distinguere le componenti fisse da quelle variabili.

In particolare, mentre le voci relative al personale, alle manutenzioni, alle spese generali, nonché agli ammortamenti e agli oneri finanziari sono da considerare fissi, in rapporto alle quantità effettivamente trattate, quelle invece relative ai materiali e all'energia consumati ed allo smaltimento dei residui sono variabili e in funzione del materiale trattato e presentano un costo costante per kg trattato al variare della grandezza degli impianti.

È da notare come la voce relativa allo smaltimento dei residui sia quella maggiormente rilevante, incidendo rispettivamente per il 22%, per il 26% e per il 27% sul costo complessivo registrato nei tre impianti.

Pertanto, i costi complessivi possono subire forti cambiamenti in funzione del prezzo dello smaltimento e degli oneri finanziari e anche delle condizioni generali di localizzazione dell'impianto, ad es. rispetto alla discarica.

Questa considerazione si può applicare a tutti gli impianti indipendentemente dalla loro grandezza.

Particolare rilievo assume infine la considerazione dei costi netti, ottenuti per differenza tra il totale dei costi medi di gestione ed i ricavi industriali legati principalmente alla vendita dell'energia recuperata che pertanto sono funzione del prezzo di vendita per kwh, variabile a seconda che sia presente o meno il CIP6.

Il costo netto per kg, ossia il complesso dei costi operativi e finanziari al netto di eventuali ricavi da perdita di energia, varia dalle 76 £/kg, nel caso di un impianto di piccola taglia (75.000 t/a), alle 64 £/kg per un impianto da 300.000 t/a, fino a raggiungere le 44 £/kg nel caso di un impianto di grandi dimensioni con una capacità di trattamento di 350.000 t/a. In particolare, questi valori sono stati riscontrati nell'ipotesi di ricavi industriali da vendita di energia con CIP6.

Nel caso in cui, invece, non sia previsto il CIP6, i valori risultano più alti rispetto a quelli sopra riportati: 131 £/kg (impianto da 75.000 t/a), 125 £/kg (impianto da 300.000 t/a) e 102 £/kg (impianto da 350.000 t/a).

Appare comunque evidente che i costi netti, in entrambi i casi, ossia con o senza CIP6, mostrano un trend decrescente all'aumentare della taglia degli impianti e quindi delle quantità trattate.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva con il dettaglio delle singole componenti di costo e dei relativi ricavi per i diversi impianti.

Nella tabella vengono evidenziati i costi (ricavi) per kg di rifiuti trattati e la loro incidenza in termini percentuali sul totale dei costi operativi e finanziari, al lordo dei ricavi.

Anche analizzando questo tipo di dati, ossia l'incidenza in termini relativi sul costo totale, viene nuovamente confermato il trend decrescente sia dei costi operativi che di quelli finanziari (ammortamenti e oneri finanziari).

I costi operativi rappresentano infatti circa il 71% dei costi totali nel caso dell'impianto da 75.000 t/a, che scende al 69% nel caso dell'impianto da 300.000 t/a fino ad arrivare a circa il 67% nel caso dell'impianto da 350.000 t/a.

Tab. 3.2 Termodistruzione con recupero energetico - costi medi di gestione annua						
TERMODISTRUZIONE CON RECUPERO ENERGETICO	**Impianto 1 Totale in Mln di £ (75.000 t/a)**		**Impianto 2 Totale in Mln di £ (300.000 t/a)**		**Impianto 3 Totale in Mln di £ (350.000 t/a)**	
	incid. % su C lordo	**costi in £/kg**	**incid. % su C lordo**	**costi in £/kg**	**incid. % su C lordo**	**costi in £/kg**
PERSONALE	**12,5**	**30**	**7,3**	**15**	**7,6**	**14**
MATERIALI tonn.- £/kg	**12,1**	**29**	**13,4**	**27**	**9,0**	**17**
MANUTENZIONI ESTERNE	**13,3**	**32**	**14,4**	**29**	**8,5**	**16**
ENERGIE	(costo compreso nei materiali)	**-**	(costo compreso nei materiali)	**-**	**10,6**	**19**
Energia elettrica (GWh, £/kwh)+Acqua	**-**	**-**	**0,0**	**-**	10,2	19
Metano (Nmc, £/mc)/combustibili	**-**	**-**	**0,0**	**-**	0,5	1
SMALTIMENTO RESIDUI	**22,2**	**53**	**26,4**	**53**	**27,2**	**50**
SPESE GENERALI	**10,7**	**26**	**7,4**	**15**	**4,4**	**8**
tot costi operativi	***70,8***	***169***	**69,0**	**139**	**67,3**	**123**
Ammortamenti	**19,5**	**47**	**20,7**	**42**	**22,7**	**42**
Oneri finanziari	**9,7**	**23**	**10,3**	**21**	**10,0**	**18**
tot costi lordi	***100,0***	**239**	**100,0**	**201**	**100,0**	**183**
Tot costi lordi in mln di £	***17.955***		**60.281**		**66.796**	
Tot investimenti in mdl	***70***		**280**		**300**	
Ricavi industriali senza CIP6	**45,5**	**109**	**37,7**	**76**	**44,4**	**81**
Vendita energia (GWh, £7kwh)					37,2	68
Conferimento rifiuti (ferro) (ton., £7kg)					0,0	-
Teleriscaldamento (Gcal, £/Gcal)					2,8	5
totale costi netti		***131***	**62,3**	**125**	**55,6**	**102**
Ricavi industriali CON CIP6	**68,4**	**164**	**67,9**	**137**	**76,1**	**139**
Vendita energia (GWh, £7kwh)					68,7	126
Conferimento rifiuti (ferro) (ton., £7kg)					0,0	-
Teleriscaldamento (Gcal, £/Gcal)					7,4	14
totale costi netti		***76***	**32,1**	**64**	**23,9**	**44**
DATI TECNICI IMPIANTI	***Impianto di termotrattamento a griglia mobile***		***Impianto di termotrattamento a griglia mobile***		**Forno a griglia**	
VITA IMPIANTI	***20 ANNI***		**20 ANNI**		**20 ANNI**	
TASSO DI COMPUTO	***2.50***		**2.50**		**2.50**	
Rifiuti trattati (tonn in Entrata)	75.000		300.000		350.000	
Totale smaltimenti	18.000		80.000		84.000	
Scorie/inerti	14.000		60.000		64.000	
Residui filtri e ceneri	4.000		20.000		24.000	

Ad un esame più approfondito, si nota come il totale dei costi operativi decresca grazie alle economie di scala che si riescono ad ottenere aumentando la taglia degli impianti e che si traducono in un'incidenza decrescente del costo relativo al personale, dei materiali da consumo, delle manutenzioni esterne e delle spese generali. I costi relativi invece allo smaltimento dei residui di produzione si mantengono pressoché costanti in tutti e tre i casi analizzati.

Nel dettaglio, analizzando i costi operativi, so nota come i costi per il personale passano dalle 30 £/kg per l'impianto da 75.000 t/a (circa il 12% del costo totale), alle 28 £/kg per l'impianto da 300.000 t/a (circa il 7% del costo totale), fino a giungere alle 14 £/kg nel caso dell'impianto da 350.000 t/a (sempre circa il 7% del costo totale).

I costi relativi ai materiali da consumo, passano dalle 29 £/kg nel caso dell'impianto da 75.000 t/a (circa il 12% del totale), alle 27 £/kg nel caso dell'impianto da 300.000 t/a (circa il 13% del totale), fino alle 17 £/kg dell'impianto da 350.000 t/a (circa il 9% del totale).

Notevole è anche la riduzione del costo per kg delle manutenzioni esterne che passano da 32 £/kg (circa il 13%), a 29 £/kg (circa il 14%) a 16 £/kg (circa l'8%).

Il costo relativo allo smaltimento dei residui (calcolato sul totale dei rifiuti trattati) si mantiene, come detto in precedenza, praticamente costante

passando dalle 53 £/kg nel caso delle 75.000 t/a trattate (circa il 22% del totale) e delle 300.000 t/a (ossia circa il 26 % del totale), alle 50 £/kg nel caso delle 350.000 t/a (circa il 27%). Il costo effettivo dello smaltimento dei residui, nell'ipotesi in cui questi ammontino a circa il 24% del totale dei rifiuti in entrata, salirebbe invece a 221 £/kg sia per l'impianto da 75.000 t/a sia per l'impianto da 300.000 t/a e a 205 £/kg nel caso dell'impianto da 350.000 t/a.

Per quanto riguarda invece le spese generali, fanno registrare la diminuzione più sensibile, passando dalle 26 £/kg (circa l'11% del totale) nell'impianto da 75.000 t/a, alle 15 £/kg (circa il 7% del totale) nell'impianto da 300.000 t/a, fino a raggiungere le 8 £/kg (circa il 4% del totale) nel caso dell'impianto da 350.000 t/a.

Complessivamente i costi operativi passano dalle 169 £/kg, alle139 £/kg, fino ad arrivare a 123 £/kg.

Per giungere infine alla configurazione di costo totale, bisogna considerare anche i costi finanziari ossia gli ammortamenti e gli oneri finanziari relativi al capitale impiegato per la realizzazione dell'impianto.

Entrambe le componenti di costo mostrano una tendenza decrescente anche se notevolmente meno amplificata rispetto alle componenti di costo operative.

In particolare, mentre l'ammortamento si mantiene pressoché costante (47 £/kg nell'impianto da 75.000 t/a, circa il 20% dei costi lordi totali, e 42 £/kg sia per l'impianto da 300.000 t/a, sia per quello da 350.000 t/a, circa il 21-22%

dei costi lordi totali), l'incidenza decrescente degli oneri finanziari, pur sempre contenuta, è tuttavia più evidente passando dalle 23 £/kg nell'impianto da 75.000 t/a, alle 21 £/kg nell'impianto da 300.000 t/a, alle 18 £/kg nell'impianto da 350.000 t/a.

Va comunque sottolineato come questa circostanza, ossia l'andamento decrescente degli oneri finanziari, non sia una misura diretta dell'efficienza produttiva (sebbene da questa influenzata), quanto piuttosto funzione decrescente dell'ammontare dell'investimento iniziale e conseguenza dei rapporti con le istituzioni finanziarie con cui si opera.

Quindi la leva finanziaria rappresenta comunque un importante strumento per agire sul costo complessivo (è anche partendo da questa considerazione che le diverse modalità di finanziamento e di project financing devono essere valutate).

Dall'analisi economica condotta risulta inoltre come la taglia dell'impianto debba essere prescelta sulla base dell'ammontare dei rifiuti disponibili da avviare a termotrattamento; sebbene infatti siano da preferire le taglie più grosse, grazie alle economie di scala che è possibile conseguire, va comunque ricordato che il differenziale dei costi lordi complessivi fra l'impianto di taglia più piccola e quello di taglia più grande è di circa 56 £/kg e risulta quindi piuttosto contenuto.

Tale differenziale si riduce ulteriormente se lo si calcola fra i costi netti dei due impianti, rispettivamente il più piccolo ed il più grande; infatti, considerando i Ricavi industriali senza CIP6, diventa di 29 £/kg mentre, nel caso dei Ricavi con CIP6, diventa di 32 £/kg.

3.2 Impianto termotrattamento di CDR

Dall'esame dei costi di gestione (Vedi tab.3.3 e grafici in appendice) si nota come, nel caso degli impianti di termotrattamento del CDR, i costi operativi sono rappresentati dai costi per il personale e dalle spese industriali relative al consumo dei materiali e delle energie necessarie per il funzionamento degli impianti.

I costi operativi in £/kg presentano un andamento decrescente rispetto alle dimensioni degli impianti passando dalle 163 £/kg nell'impianto da 5MW, alle 125 lire/kg nell'impianto da 10 MW, alle 105 lire/kg nell'impianto da 20 MW, per raggiungere le 59 £/kg nell'impianto di incenerimento del CDR.

In termini relativi tali costi rappresentano circa il 64% del costo totale lordo per i tre impianti di trattamento del CDR da 5 MW, da 10 MW e da 20 MW mentre, nel caso dell'impianto di incenerimento del CDR tale percentuale si abbassa notevolmente scendendo al 39% del costo totale.

I costi per il personale mostrano un andamento decrescente all'aumentare della taglia degli impianti e variano dalle 40 £/kg, nell'impianto da 5 MW, alle 22 £/kg, nell'impianto da 10 MW, alle 16 £/kg, nell'impianto da 20 MW, per arrivare alle 15 £/kg nel caso dell'impianto di incenerimento del CDR.

In percentuale, la loro incidenza sul costo totale al lordo di eventuali ricavi, passa dal 16% per l'impianto da 5 MW, al 12% per l'impianto da 10 MW per assestarsi attorno al 10% sia per l'impianto da 20 MW sia per quello di incenerimento.

Le spese industriali costituiscono la seconda componente dei costi operativi e tale costo in £/kg oscilla dalle 123 £/kg nell'impianto di taglia più piccola, alle 103 £/kg nell'impianto da 10 MW, alle 90 £/kg dell'impianto da 20 MW, fino alle 44 £/kg dell'impianto di incenerimento.

In termini relativi tali spese rappresentano, nei primi tre impianti analizzati, quasi il 50-55% dei costi totali mentre, per l'impianto di incenerimento, tale incidenza si abbassa al 29%.

Per arrivare alla configurazione del costo complessivo bisogna inoltre considerare gli ammortamenti e gli oneri finanziari.

La voce relativa agli ammortamenti in £/kg mostra anch'essa un andamento decrescente, almeno per i primi tre impianti di trattamento, mentre aumenta nel caso dell'impianto di incenerimento: 51 £/kg per l'impianto da 5 MW (circa il 21% del costo totale), 41 £/kg per l'impianto da 10 MW (circa il 21% del costo totale), 38 £/kg nell'impianto da 20 MW (circa il 23% del costo totale) e 61 £/kg nel caso dell'impianto di incenerimento (circa il 41% del costo totale).

Per quanto riguarda invece gli oneri finanziari, confermano la stessa tendenza mostrata dagli ammortamenti ossia tendono a diminuire in ragione delle dimensioni degli impianti nei primi tre casi per poi tornare ad aumentare nell'impianto di incenerimento: 31 £/kg nell'impianto da 5 MW (13% del costo totale), 25 £/kg nell'impianto da 10 MW (13% del costo totale), 23 £/kg nell'impianto da 20 MW (14% del totale) e 31 £/kg nell'impianto di incenerimento (20% del costo totale).

Complessivamente i costi totali, al lordo dei ricavi legati alla vendita di energia, confermano questo trend decrescendo all'aumentare delle quantità trattate: 245 £/kg nell'impianto da 5 MW, 191 £/kg nell'impianto da 10 MW, 167 £/kg nell'impianto da 20 MW e 151 £/kg nell'impianto di incenerimento.

Se consideriamo invece i costi di gestione al netto dei ricavi (senza CIP6) derivanti dalla cessione dell'energia prodotta, i costi complessivi risultano sensibilmente più contenuti: 178 £/kg nell'impianto da 5 MW, 133 £/kg nell'impianto da 10 MW, 116 £/kg nell'impianto da 20 MW e 87 £/kg nell'impianto di incenerimento.

Tab. 3.3 Trattamento CDR - costi medi annui di gestione								
	Impianto trattamento CDR a 5 MW		**Impianto trattamento CDR a 10 MW**		**Impianto trattamento CDR a 20 MW**		**Impianto di trattamento CDR**	
	incid. % su C lordo	**costi in £/kg**	**incid. % su C lordo**	**costi in £/kg**	**incid. % su C lordo**	**costi in £/kg**	**incid. % su C lordo**	**costi in £/kg**
PERSONALE	16	40	12	22	9	16	10	15
Spese industriali	50	123	54	103	54	90	29	44
En. elettrica (GWh, £/kwh)+Acqua								
Metano (Nmc, £/mc)/combustibili								
SMALTIMENTO RESIDUI								
SPESE GENERALI								
tot costi operativi	**66**	***163***	**66**	***125***	**63**	***105***	**39**	***59***
Ammortamenti	21	51	21	41	23	38	41	61
Oneri finanziari	13	31	13	25	14	23	20	31
tot costi lordi	***100***	***245***	***100***	***191***	***100***	***167***	***100***	***151***
Tipo di impianto								
condizioni finanziarie								
Rifiuti trattati (tonn in Entrata) *								
Scorie (tonn in Uscita)								

* Si assume un recupero di CDR del 30% del totale RSU. Nel caso dell'impianto da 5MW, 40500 ton di CDR corrispondono a 135000 ton di RSU. Per l'impianto da 10 MW, 81000 ton di CDR corrispondono a 270000 ton di RSU. Nell'impianto da 20 MW, 135000 ton di CDR corrispondono a 450000 ton di RSU.
Dati da "Conferenza nazionale energia e ambiente - il CDR e la co-combustione"

CAPITOLO IV

LA DISCARICA

L'analisi dei costi di gestione di una discarica (Vedi tab 4.1 e grafici in appendice) si è presentata particolarmente complessa a causa della frammentarietà dei dati a disposizione.

Le configurazioni di costo operativo e di costo di gestione alle quali si è pervenuti indubbiamente risentono dell'impossibilità di normalizzare i dati, che pertanto fanno riferimento ad anni differenti, circostanza che ha influito sulla possibilità di confrontare fra loro i risultati economici delle differenti discariche esaminate.

In linea di massima il costo totale di gestione di una discarica oscilla dalle 53 £/kg alle 28 £/kg, considerando anche gli oneri relativi alla sistemazione e alla gestione post-chiusura.

I costi registrati in questi casi sono sostanzialmente più bassi di altre situazioni in cui i costi lordi sono stati indicati intorno alle 80 lire/kg.

I costi operativi rappresentano la quota preponderante del costo totale (dal 44% circa al 93%) mentre l'ammortamento presenta un'incidenza che varia dal 6% del costo totale fino al 55%.

Questo costo è funzione del costo del terreno della discarica (che nei casi esaminati oscilla tra i 3 ed i 5 mdl) e degli investimenti per la sistemazione iniziale e per quella finale dei relativi siti.

Tab. 4.1 Discarica - Costi medi di gestione annui

	Discarica 1a categoria (56.000 t/a)		Discarica 1a categoria (120.000 t/a)		Discarica 1a categoria (120.000 t/a)		Discarica 1a categoria (175.000 t/a)		Discarica categoria 2b (26.000 t/a)	
	incid. % su costi tot lordi	**costi in £/kg**	**incid. % su costi tot lordi**	**costi in £/kg**	**incid. % su costi tot lordi**	**costi in £/kg**	**incid. % su costi tot lordi**	**costi in £/kg**	**incid. % su costi tot lordi**	**costi in £/kg**
PERSONALE	31,1%	10	8,9%	4	38,0%	6	12,2%	2	69,8%	11
MATERIALI tonn.-£/kg	16,2%	5	23,4%	11	3,8%	1	66,9%	11	3,2%	1
MANUTENZIONI ESTERNE	0,7%	0	0,0%	-	0,0%	-	2,4%	0	0,0%	-
ENERGIE	32,9%	11	12,0%	6	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-
SPESE GENERALI	12,3%	4	0,0%	-	41,4%	7	1,4%	0	0,0%	-
tot costi operativi (A)	**93,1%**	**31**	**44,3%**	**21**	**83,1%**	**13**	**82,9%**	**13**	**73,1%**	**11**
Ammortamenti	5,9%	2	55,6%	27	16,9%	3	16,7%	3	26,9%	4
Oneri finanziari	1,0%	0	0,1%	0	0,0%	-	0,4%	0	0,0%	-
tot costi lordi (B)	**100,0%**	**33**	**100,0%**	**48**	**100,0%**	**16**	**100,0%**	**16**	**100,0%**	**15**
Quota annua spese gestione post-chiusura (C)		**18**				8		14		36
tot costi operativi con post-chiusura (A+C)		**48**				**21**		**27**		**48**
Ammortamenti inv. post-chiusura (D)		**-**				4		1		1
tot costi lordi con post-chiusura (B+D)		**50**				**28**		**31**		**53**

Complessivamente, il costo lordo registrato per le discariche è il più basso tra tutti i sismi di trattamento considerati ed è determinato, oltre che dai costi di investimento per l'acquisizione del terreno e i lavori di preparazione, dai costi di ricopertura e dai costi di gestione dopo la chiusura, che sono considerati funzione del tempo (30/50 anni) in cui la discarica dovrà essere seguita.

I costi lordi registrati, pure al netto dell'ecotassa (20-30 lire/kg), che può portare i costi medi intorno alle 80/100 lire/kg, certamente si discostano fortemente dai prezzi di discarica, pagati in diverse situazioni intorno alle 200 lire/kg.

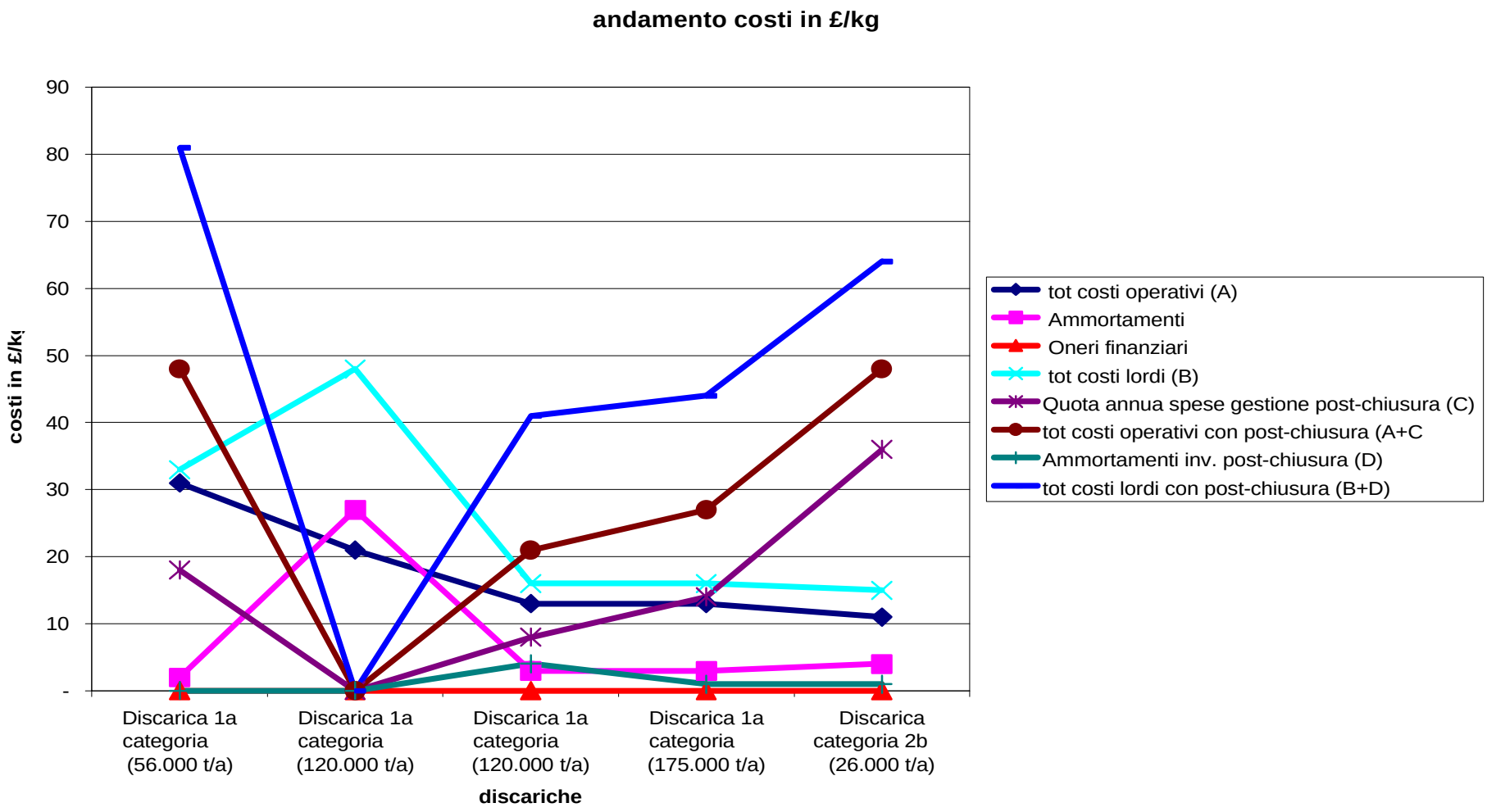
Va comunque sottolineato, anche in rapporto alla richiesta di smaltimento degli altri sistemi di trattamento, come l'esistenza e il controllo della discarica sia strategico per il sistema di gestione integrato dei rifiuti.

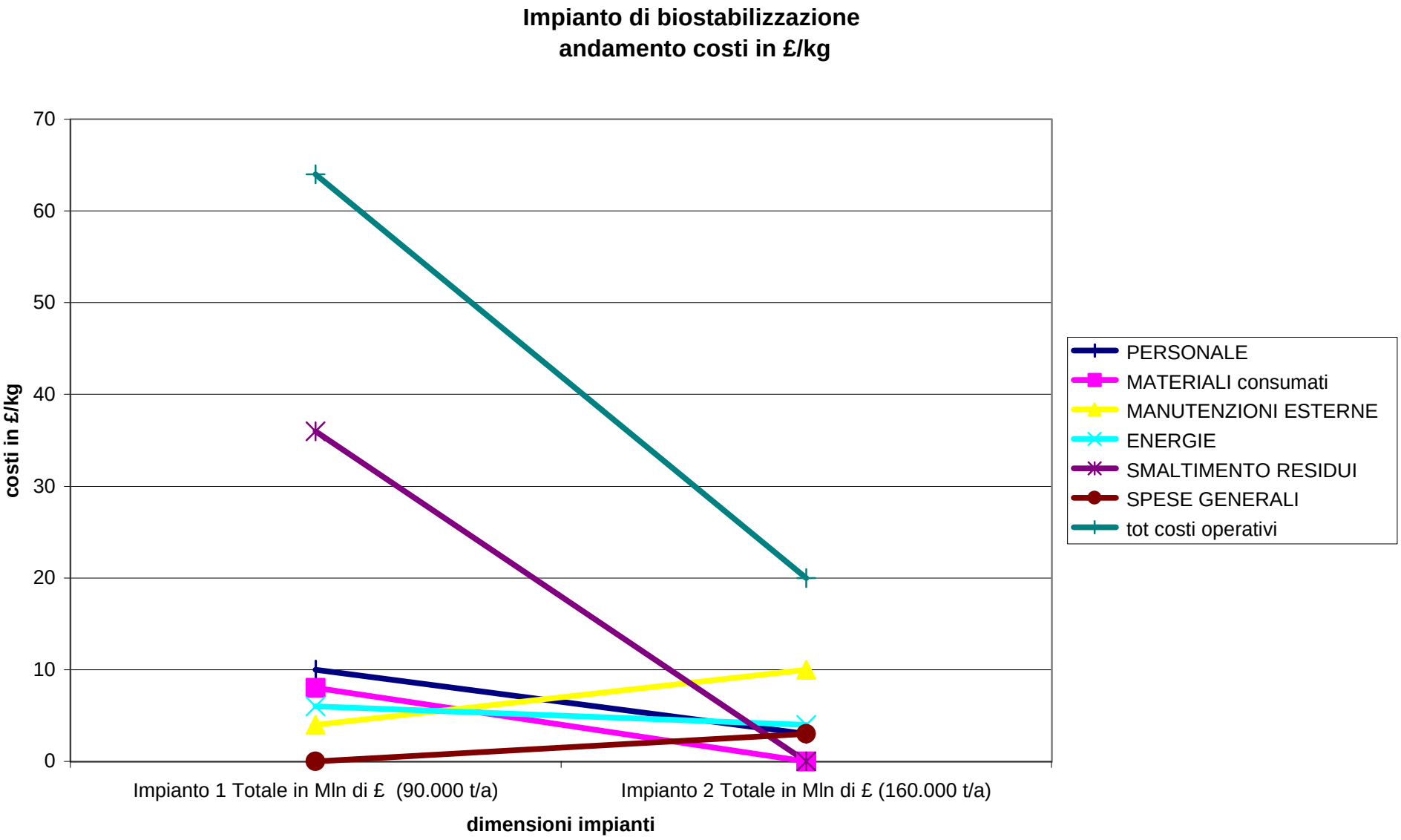
Il costo stimato non comprende i costi del danno ambientale che la discarica produce.

La valutazione del danno ambientale dovrebbe essere sviluppata in rapporto alla qualità del materiale presente nella discarica e alla sua effettiva mineralizzazione e inertizzazione nel tempo, oltre che ai rilasci liquidi e gassosi.

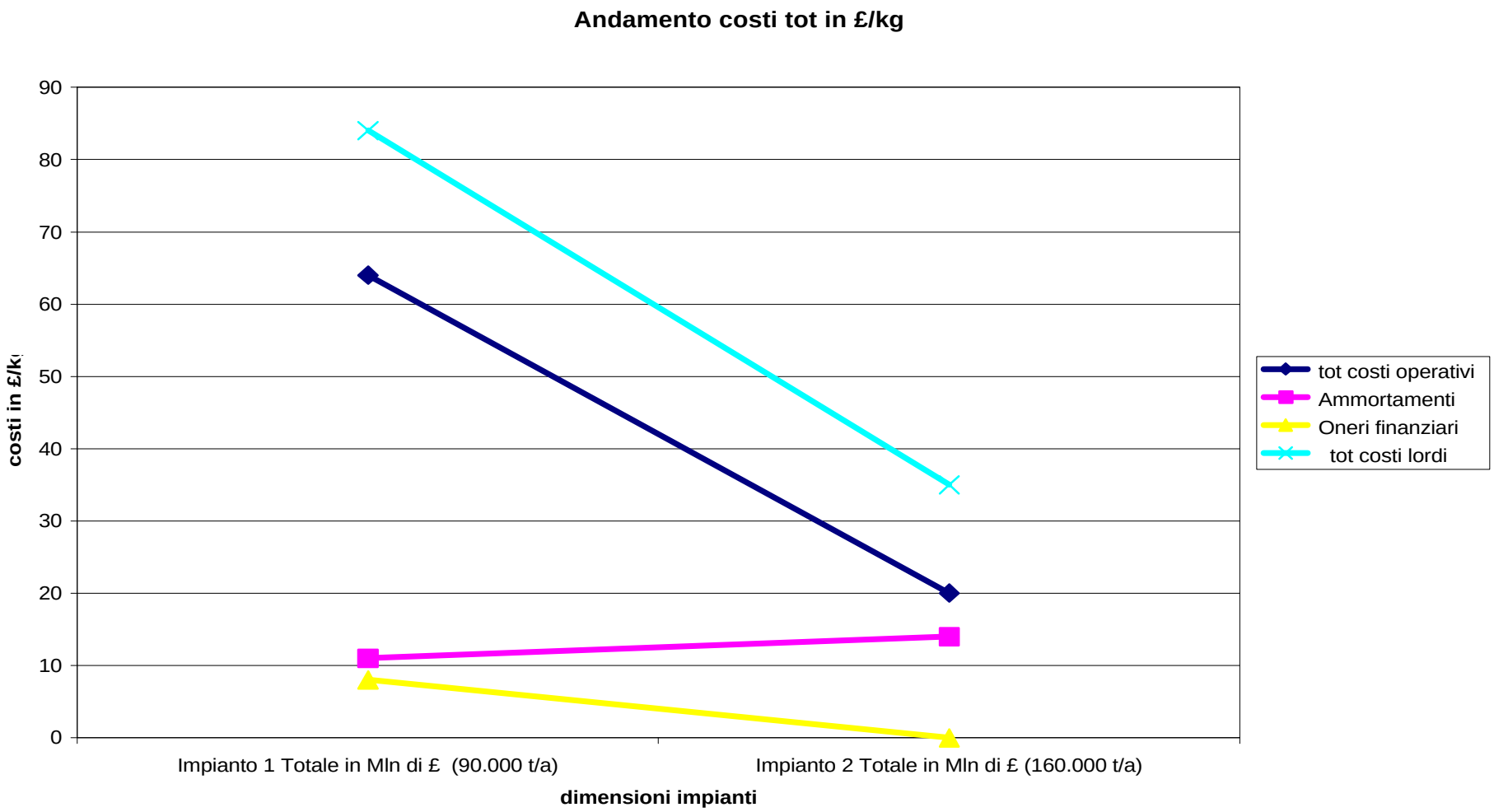
APPENDICI GRAFICHE

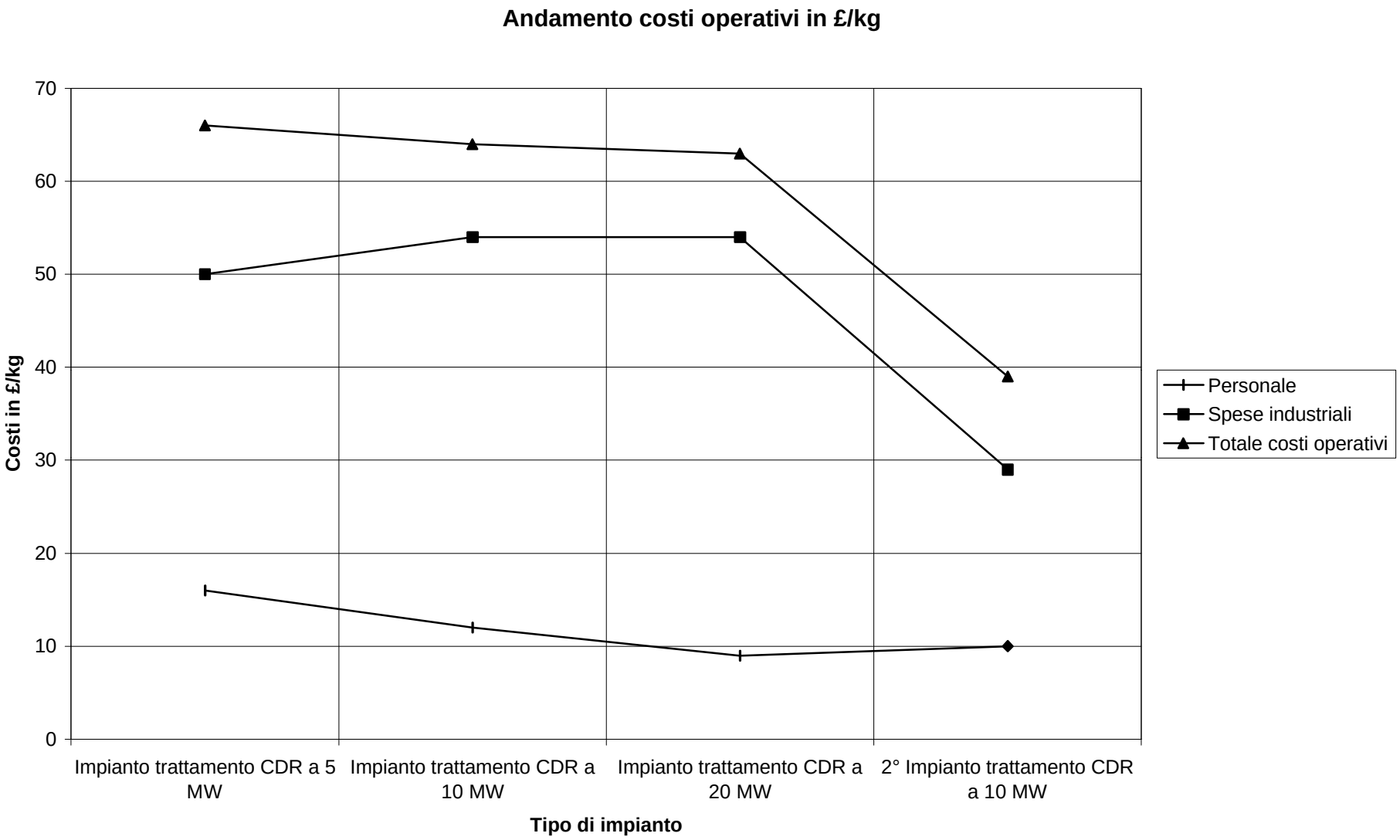
DISCARICA

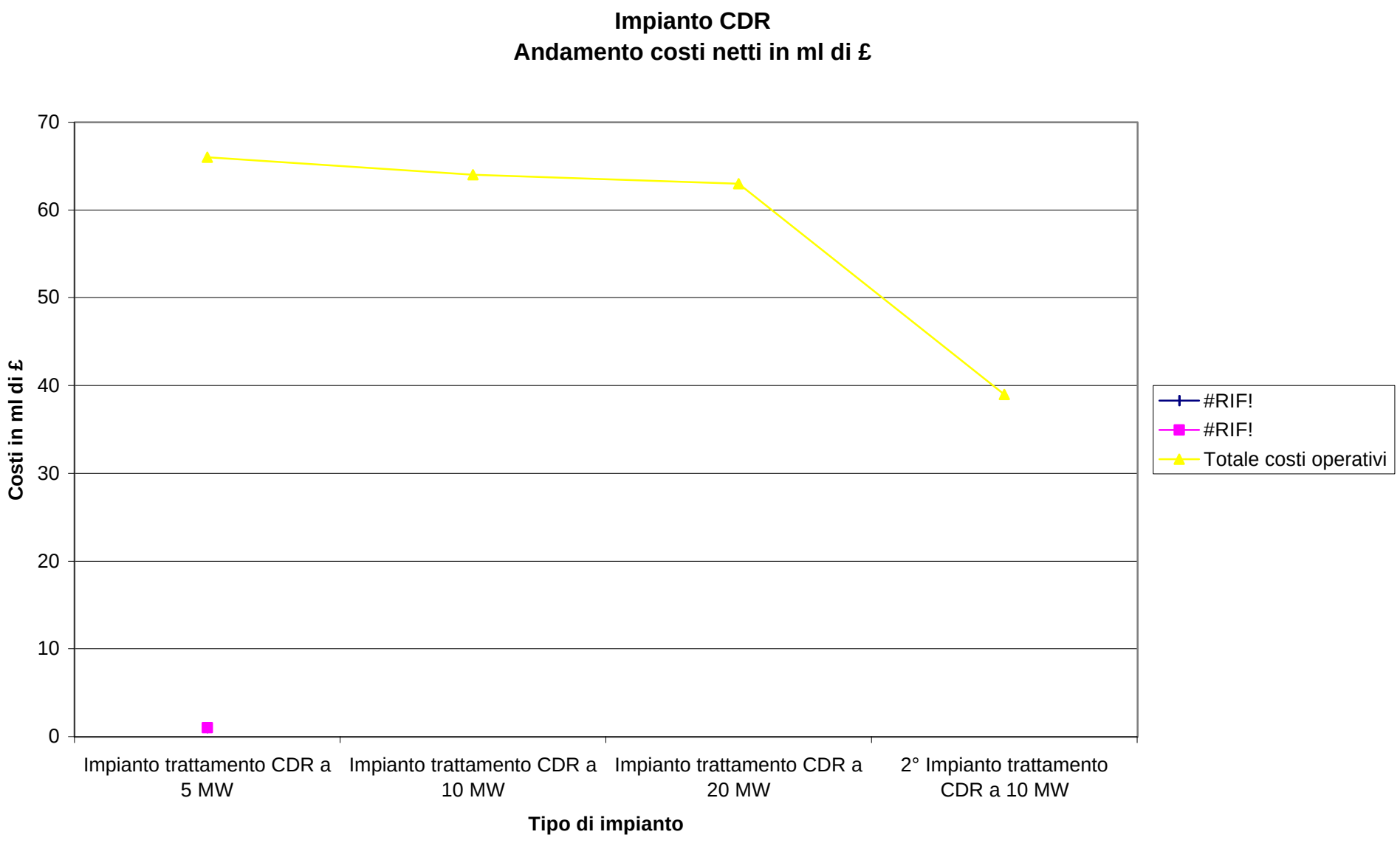

andamento costi in £/kg
costi in £/kg
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
Discarica 1a categoria (56.000 t/a)
Discarica 1a categoria (120.000 t/a)
Discarica 1a categoria (120.000 t/a)
Discarica 1a categoria (175.000 t/a)
Discarica categoria 2b (26.000 t/a)
discariche
tot costi operativi (A)
Ammortamenti
Oneri finanziari
tot costi lordi (B)
Quota annua spese gestione post-chiusura (C)
tot costi operativi con post-chiusura (A+C
Ammortamenti inv. post-chiusura (D)
tot costi lordi con post-chiusura (B+D)

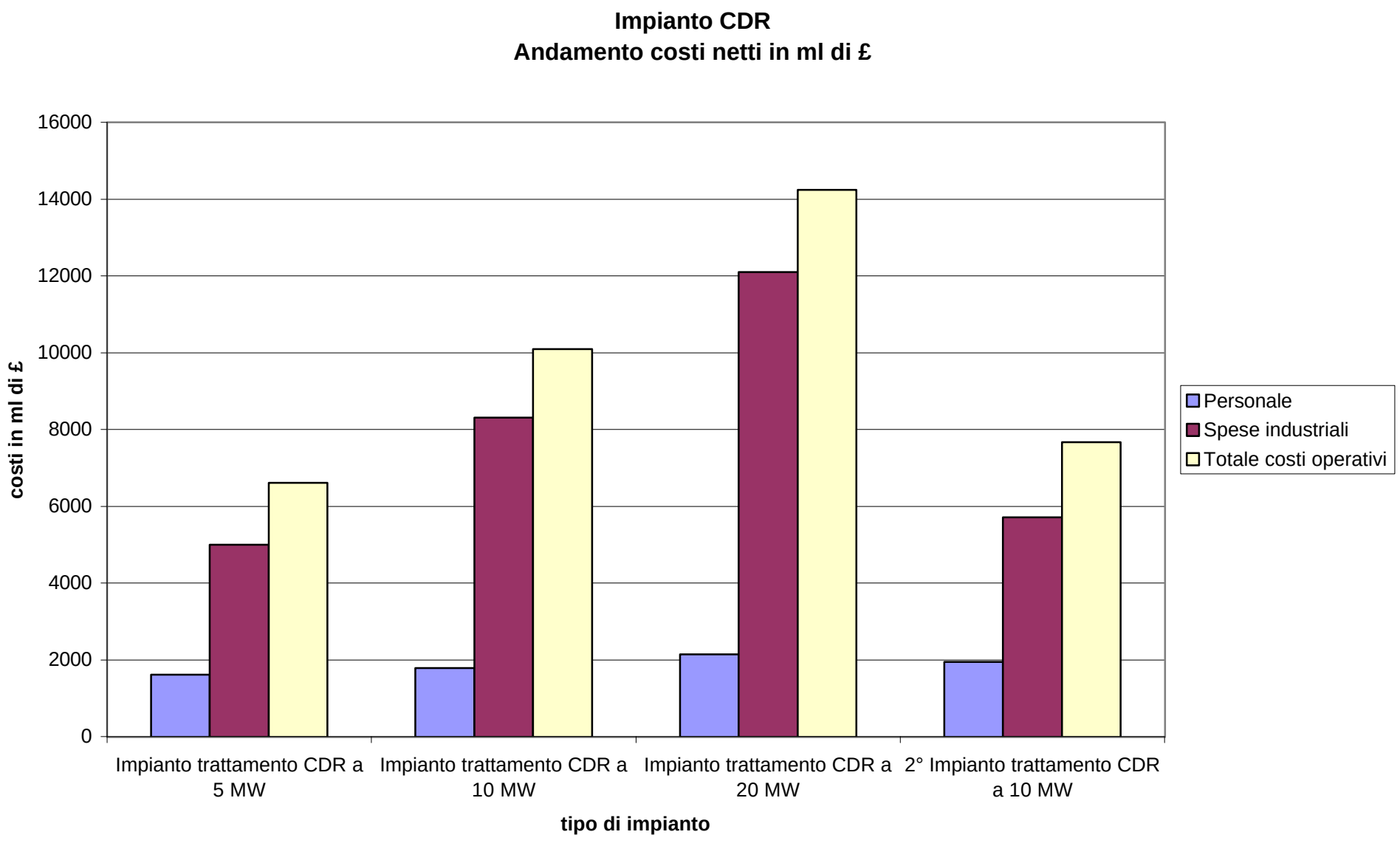

Impianto di biostabilizzazione
andamento costi in £/kg
70
60
50
40
30
20
10
0
costi in £/kg
Impianto 1 Totale in Mln di £ (90.000 t/a)
Impianto 2 Totale in Mln di £ (160.000 t/a)
dimensioni impianti
PERSONALE
MATERIALI consumati
MANUTENZIONI ESTERNE
ENERGIE
SMALTIMENTO RESIDUI
SPESE GENERALI
tot costi operativi

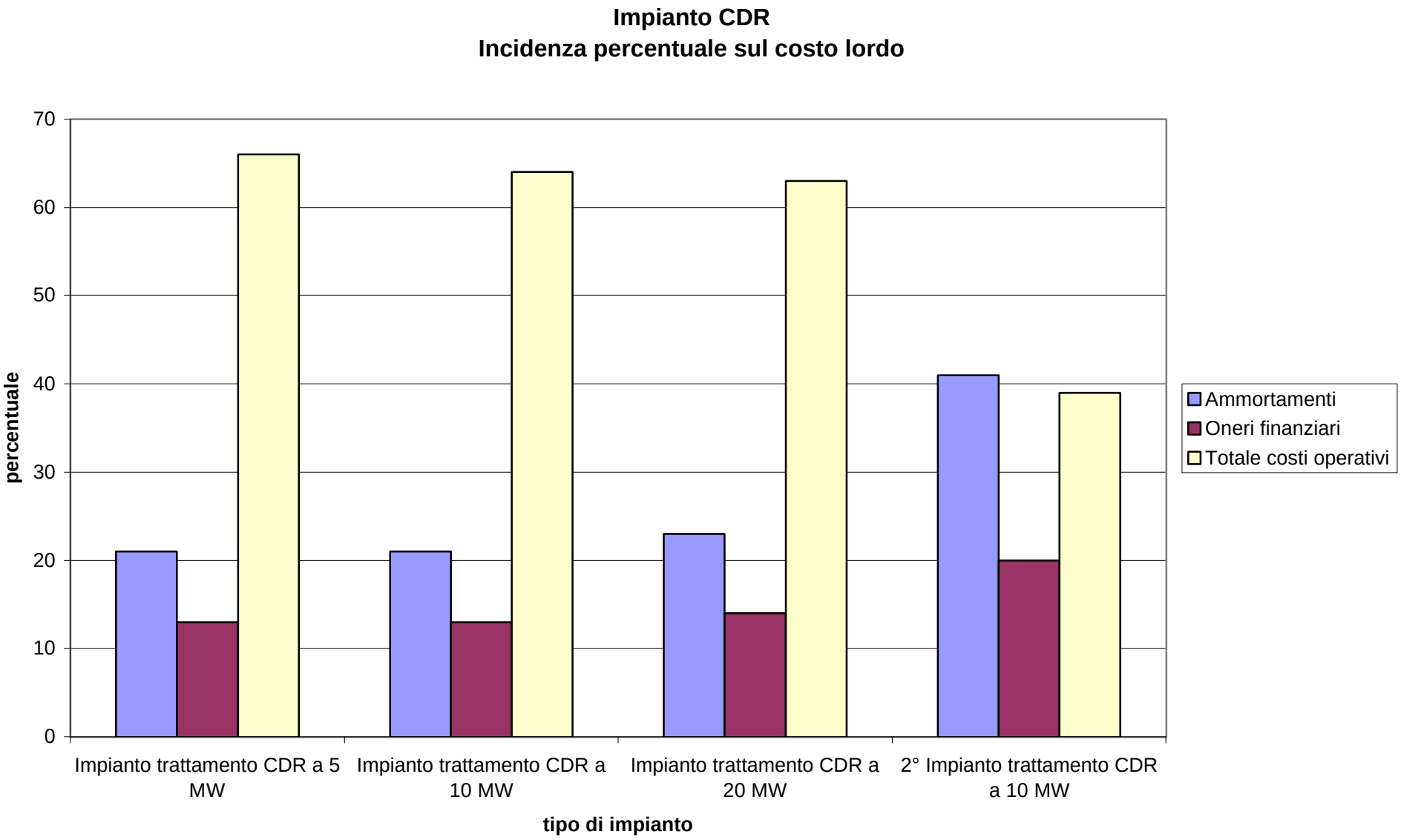
IMPIANTO BIOSTABILIZZAZIONE

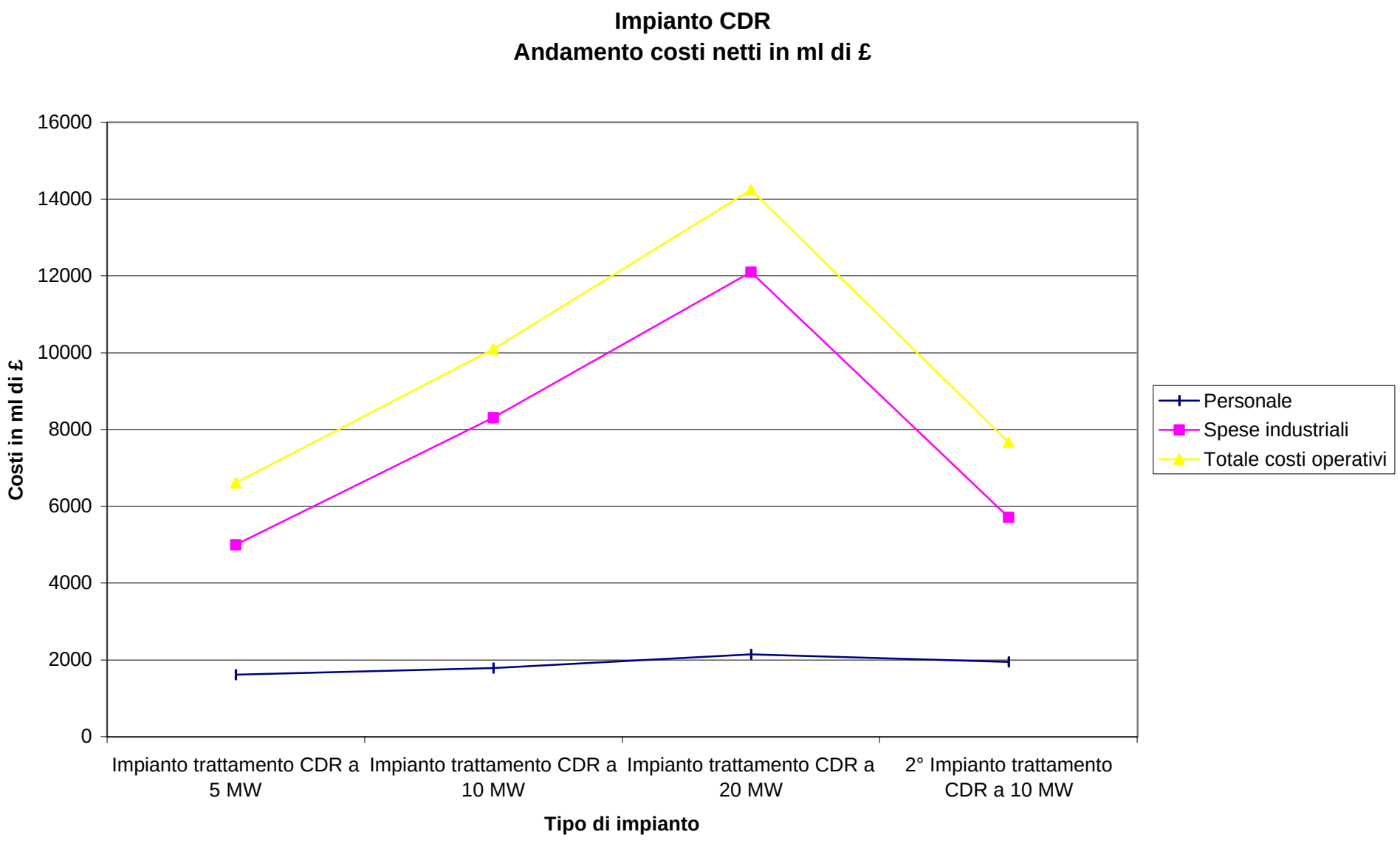


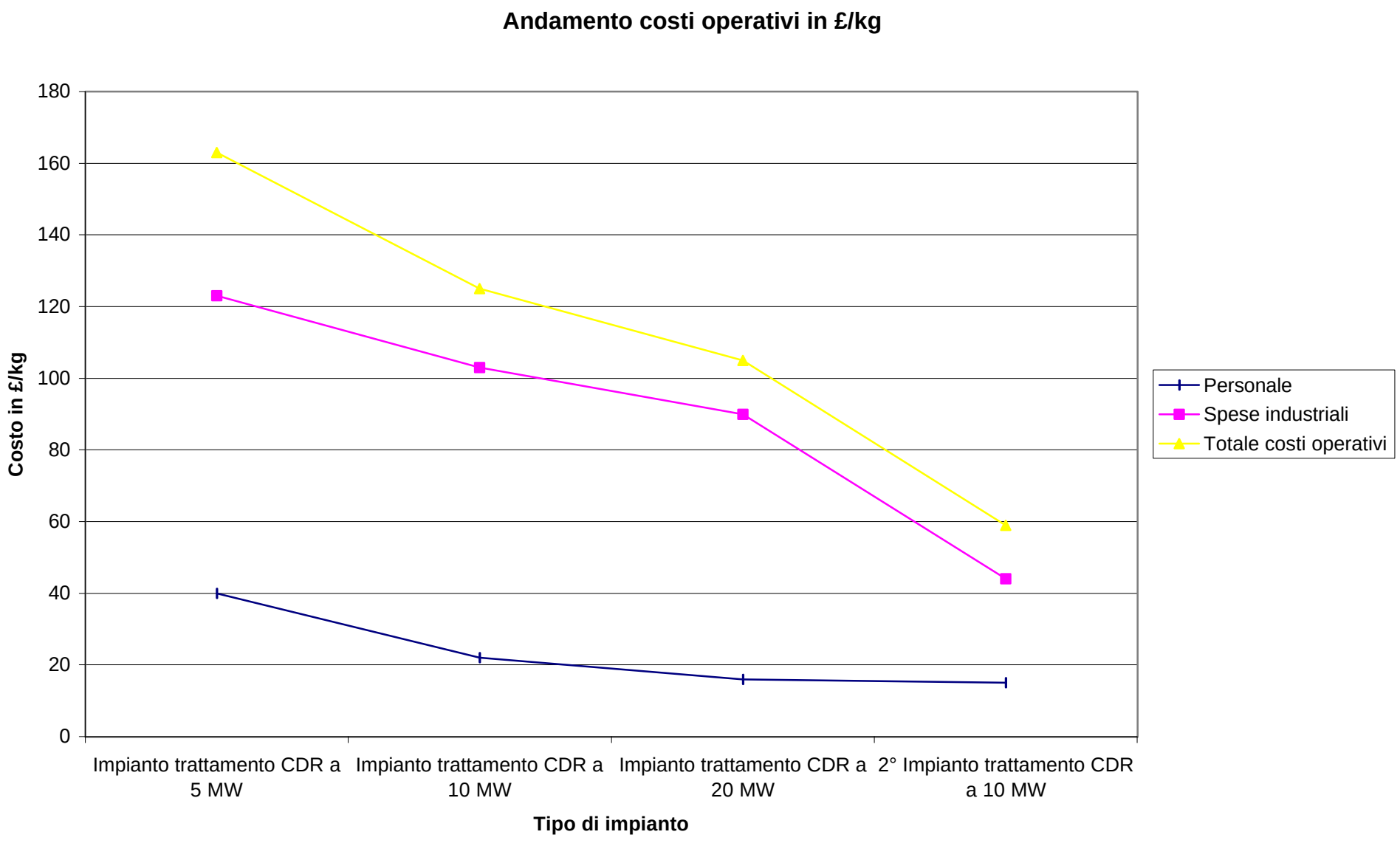

Andamento costi operativi in £/kg
70
60
50
40
30
20
10
0
Costi in £/kg
Impianto trattamento CDR a 5 MW
Impianto trattamento CDR a 10 MW
Impianto trattamento CDR a 20 MW
2° Impianto trattamento CDR a 10 MW
Tipo di impianto
Personale
Spese industriali
Totale costi operativi


Impianto CDR
Andamento costi netti in ml di £
70
60
50
40
30
20
10
0
Costi in ml di £
Impianto trattamento CDR a 5 MW
Impianto trattamento CDR a 10 MW
Impianto trattamento CDR a 20 MW
2° Impianto trattamento CDR a 10 MW
Tipo di impianto
#RIF!
#RIF!
Totale costi operativi

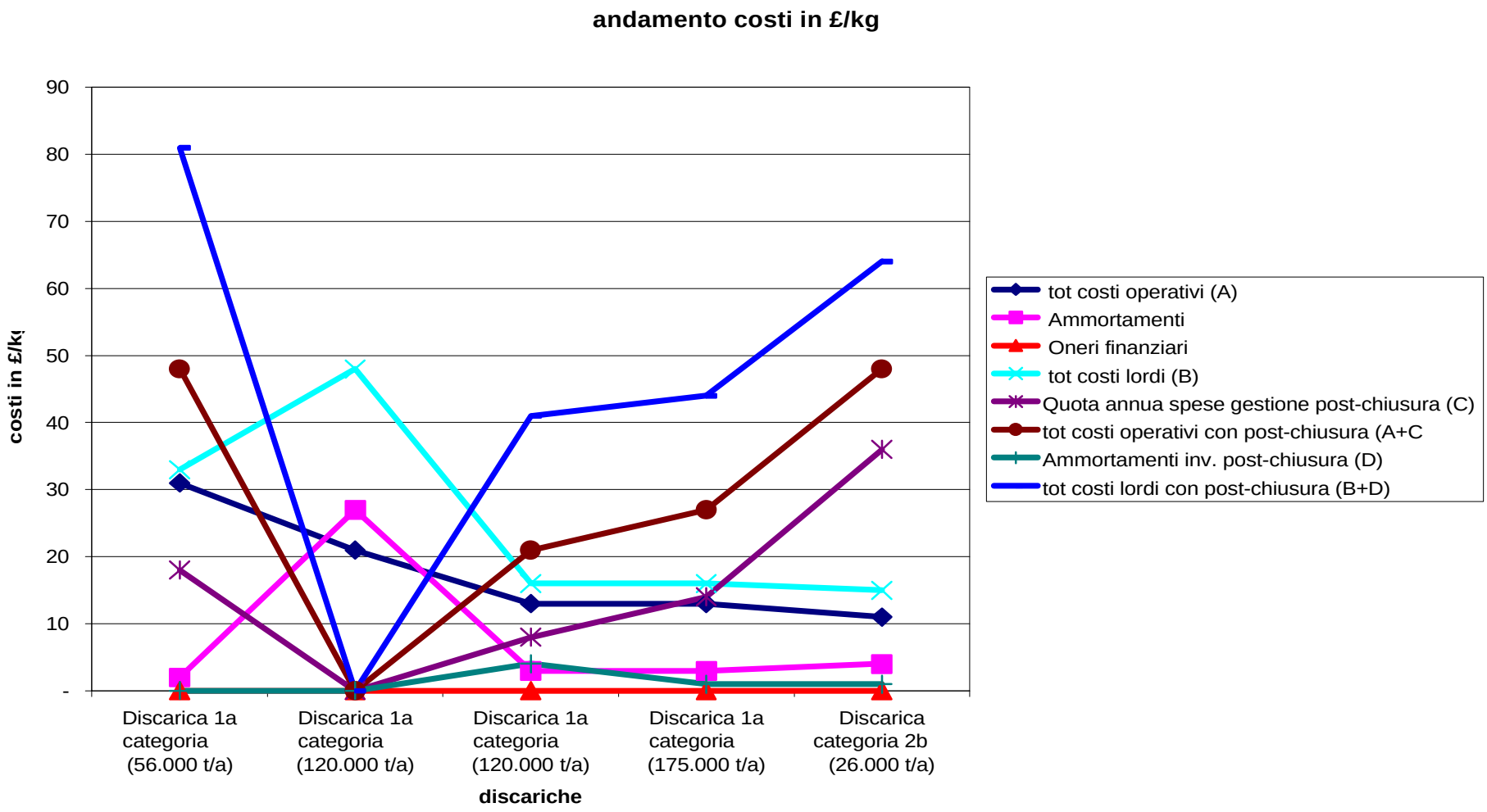

Impianto CDR
Andamento costi netti in ml di £
16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
costi in ml di £
Personale
Spese industriali
Totale costi operativi
Impianto trattamento CDR a 5 MW
Impianto trattamento CDR a 10 MW
Impianto trattamento CDR a 20 MW
2° Impianto trattamento CDR a 10 MW
tipo di impianto

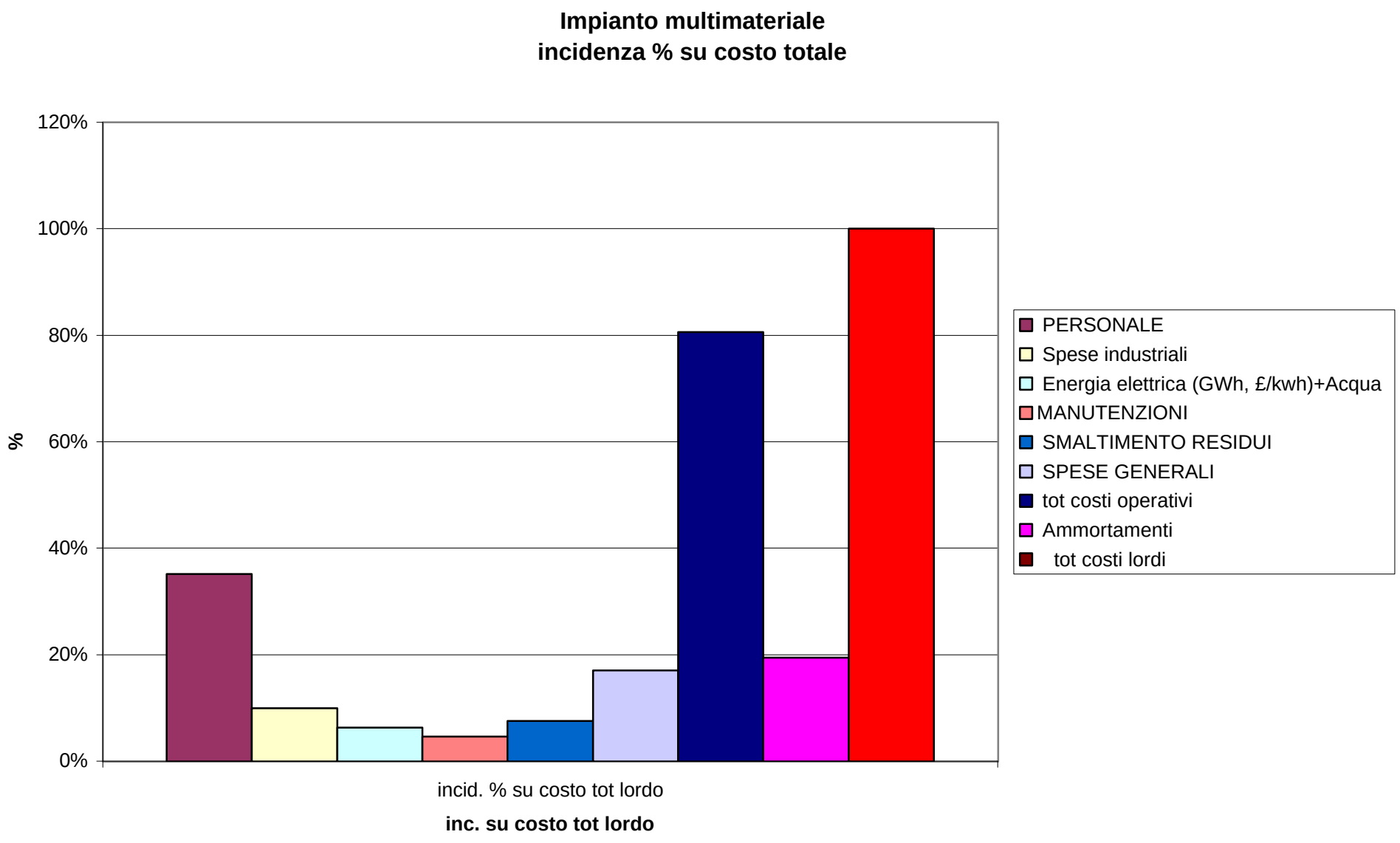

Impianto CDR
Incidenza percentuale sul costo lordo
70
60
50
40
30
20
10
0
percentuale
Impianto trattamento CDR a 5 MW
Impianto trattamento CDR a 10 MW
Impianto trattamento CDR a 20 MW
2° Impianto trattamento CDR a 10 MW
tipo di impianto
Ammortamenti
Oneri finanziari
Totale costi operativi

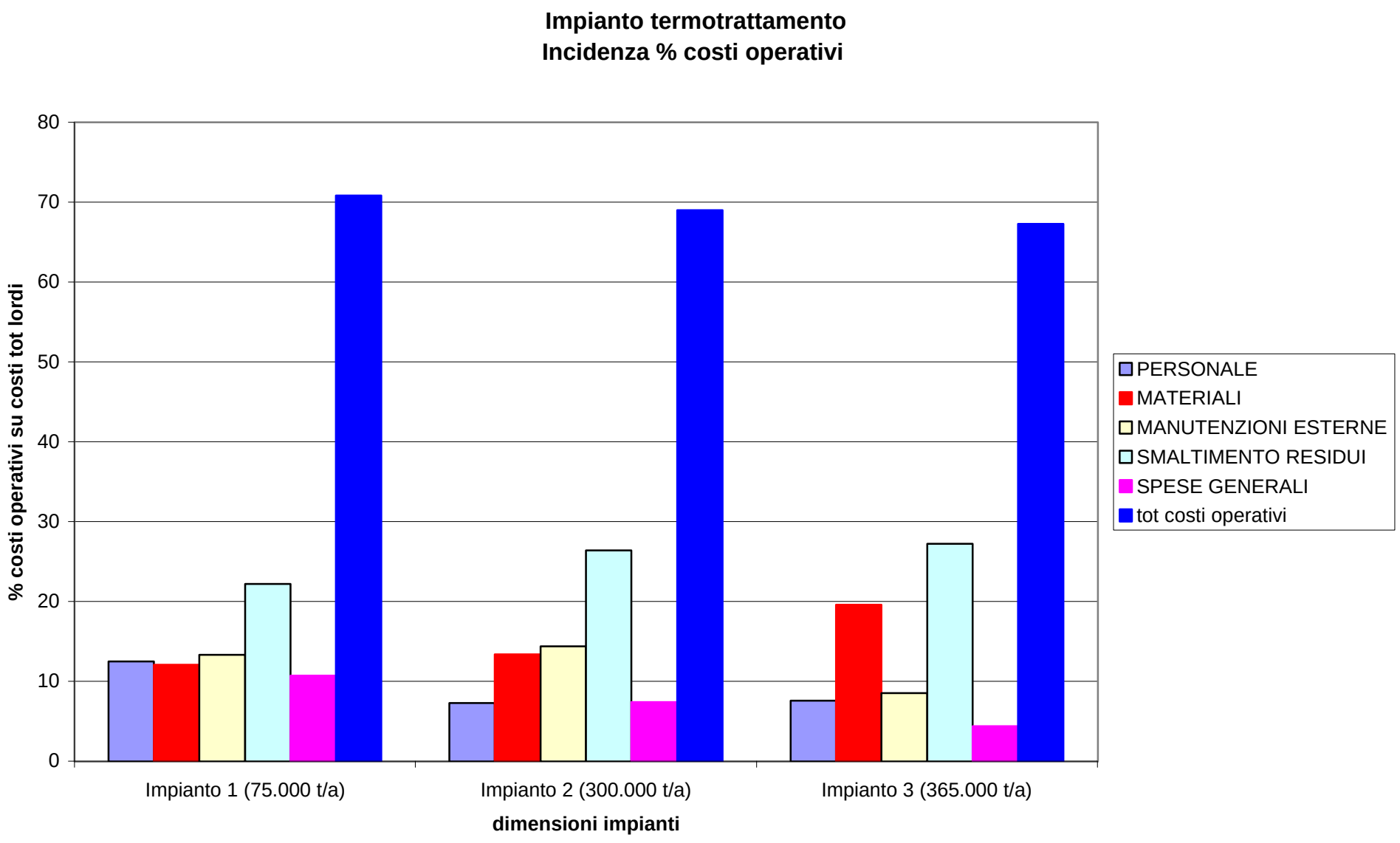

Impianto CDR
Andamento costi netti in ml di £
16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
Costi in ml di £
Impianto trattamento CDR a 5 MW
Impianto trattamento CDR a 10 MW
Impianto trattamento CDR a 20 MW
2° Impianto trattamento CDR a 10 MW
Tipo di impianto
Personale
Spese industriali
Totale costi operativi

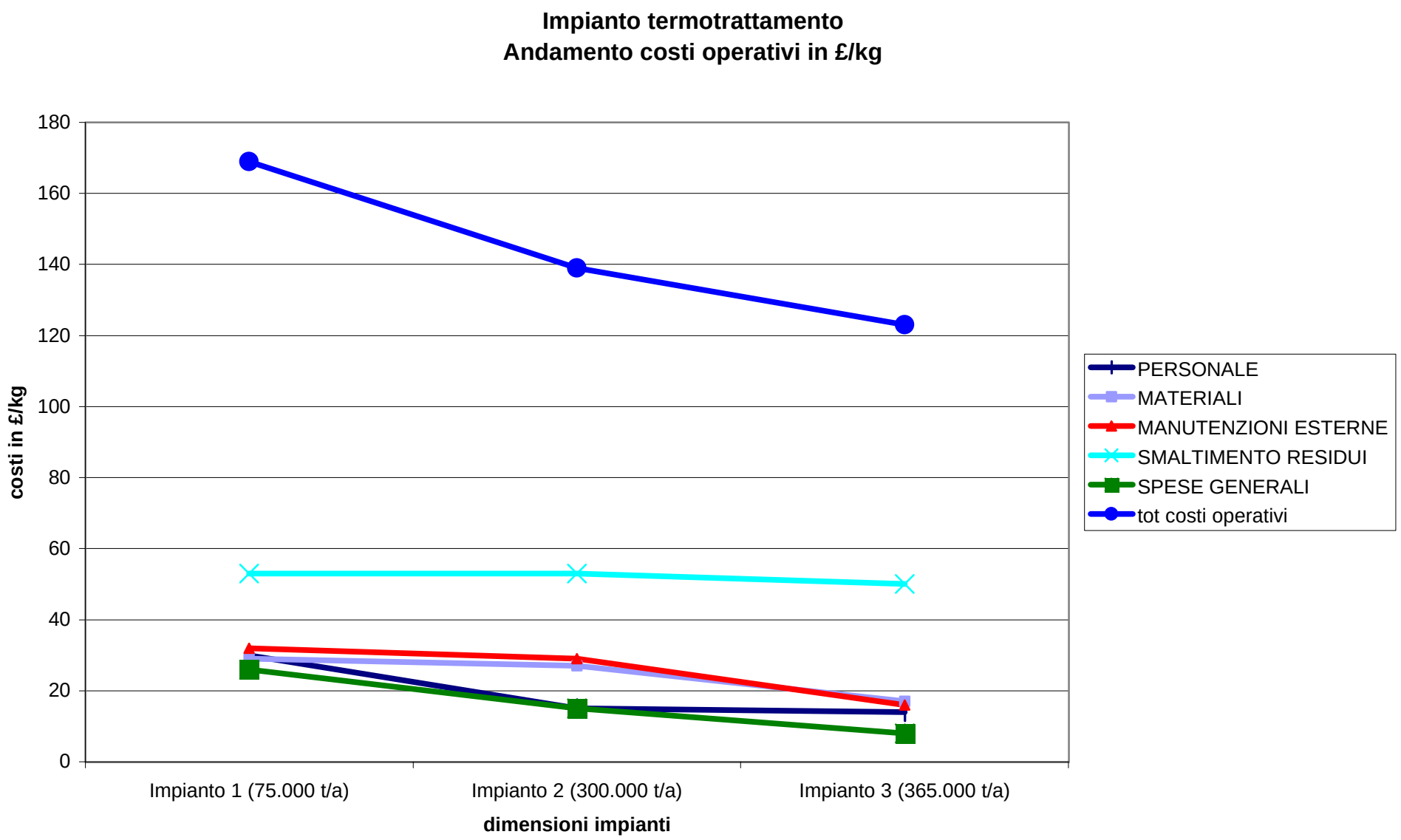

Andamento costi operativi in £/kg
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Costo in £/kg
Impianto trattamento CDR a 5 MW
Impianto trattamento CDR a 10 MW
Impianto trattamento CDR a 20 MW
2° Impianto trattamento CDR a 10 MW
Tipo di impianto
Personale
Spese industriali
Totale costi operativi

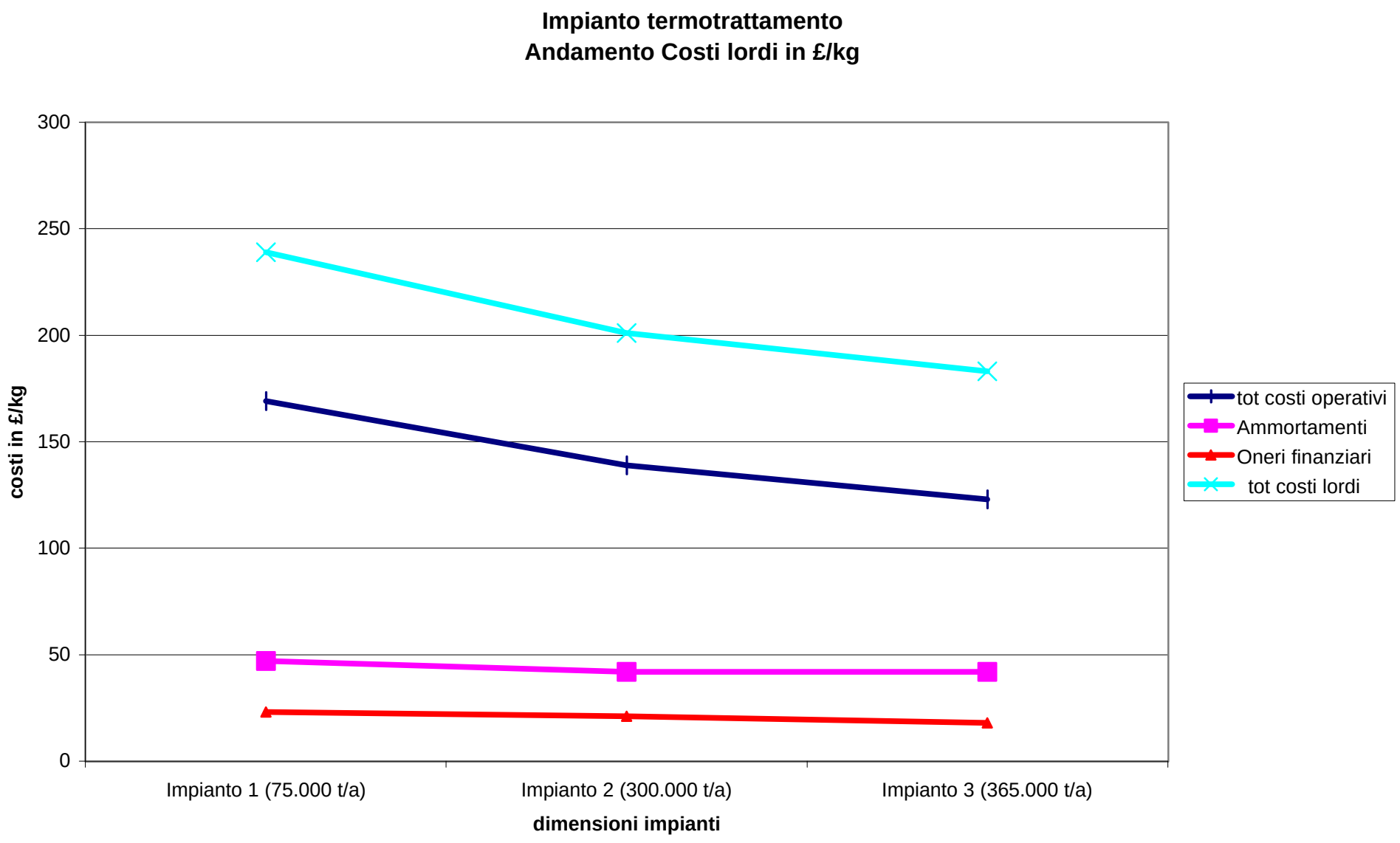
DISCARICA

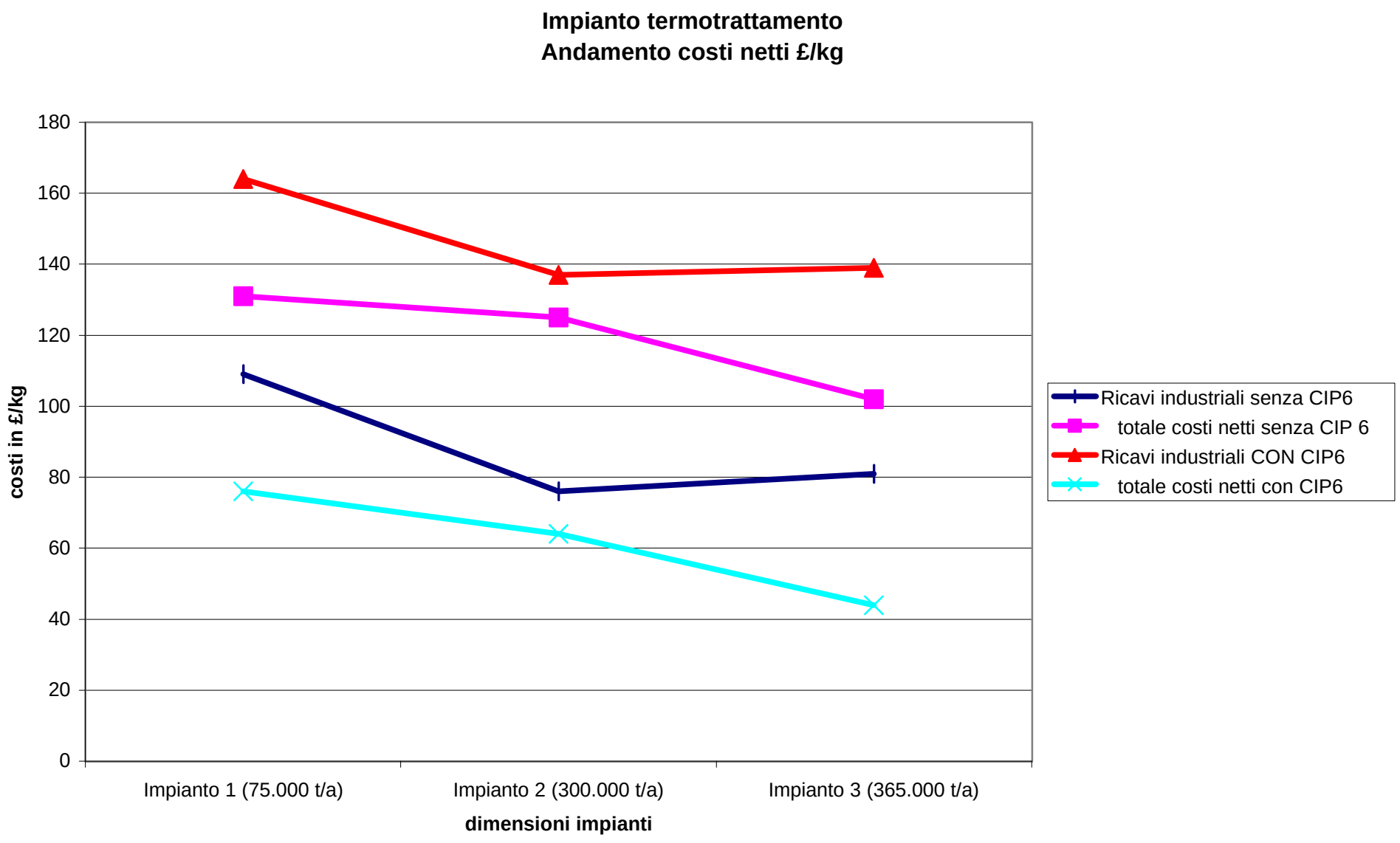

andamento costi in £/kg
costi in £/kg
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
Discarica 1a categoria (56.000 t/a)
Discarica 1a categoria (120.000 t/a)
Discarica 1a categoria (120.000 t/a)
Discarica 1a categoria (175.000 t/a)
Discarica categoria 2b (26.000 t/a)
discariche
tot costi operativi (A)
Ammortamenti
Oneri finanziari
tot costi lordi (B)
Quota annua spese gestione post-chiusura (C)
tot costi operativi con post-chiusura (A+C
Ammortamenti inv. post-chiusura (D)
tot costi lordi con post-chiusura (B+D)

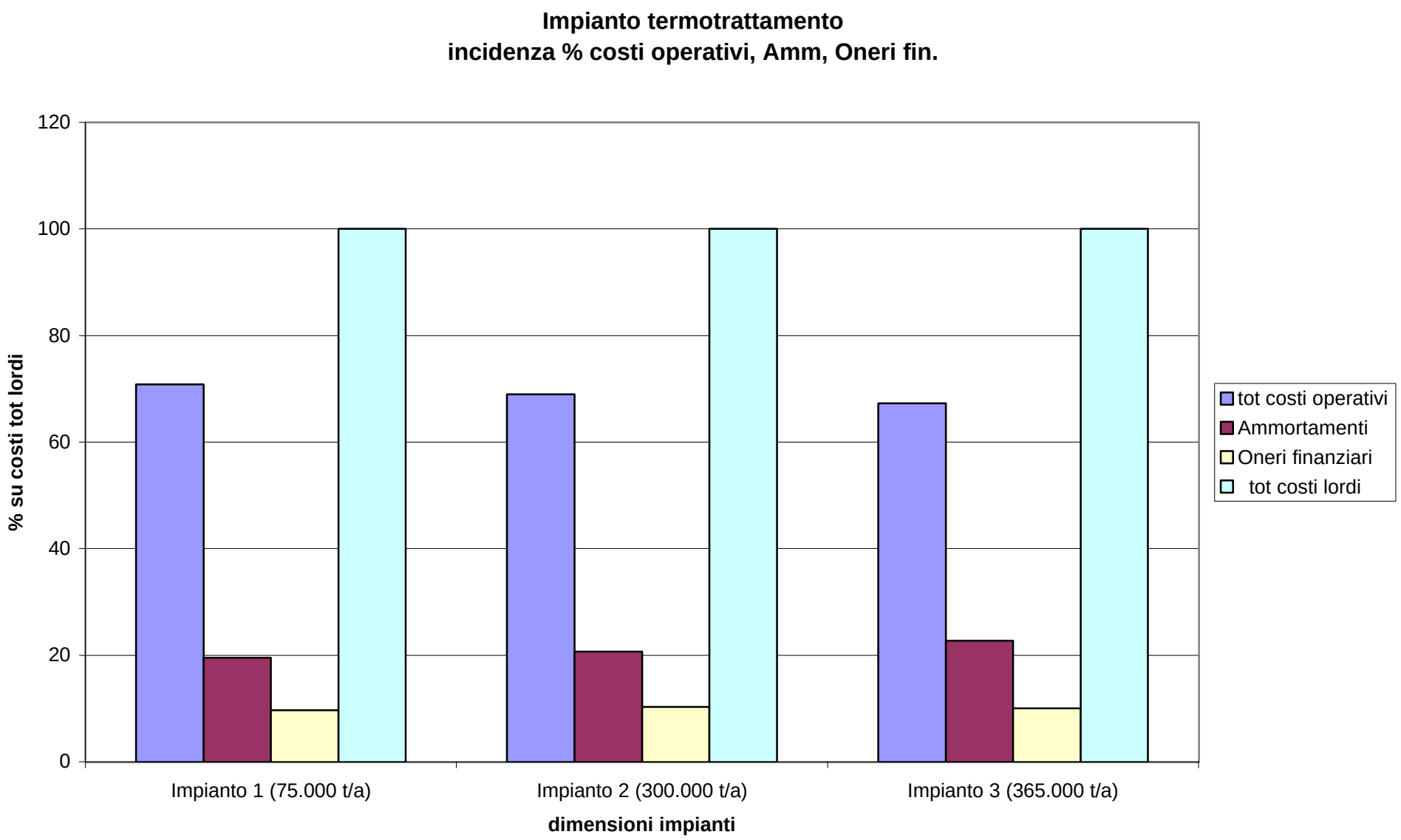

Impianto multimateriale
incidenza % su costo totale
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
%
incid. % su costo tot lordo
inc. su costo tot lordo
PERSONALE
Spese industriali
Energia elettrica (GWh, £/kwh)+Acqua
MANUTENZIONI
SMALTIMENTO RESIDUI
SPESE GENERALI
tot costi operativi
Ammortamenti
tot costi lordi

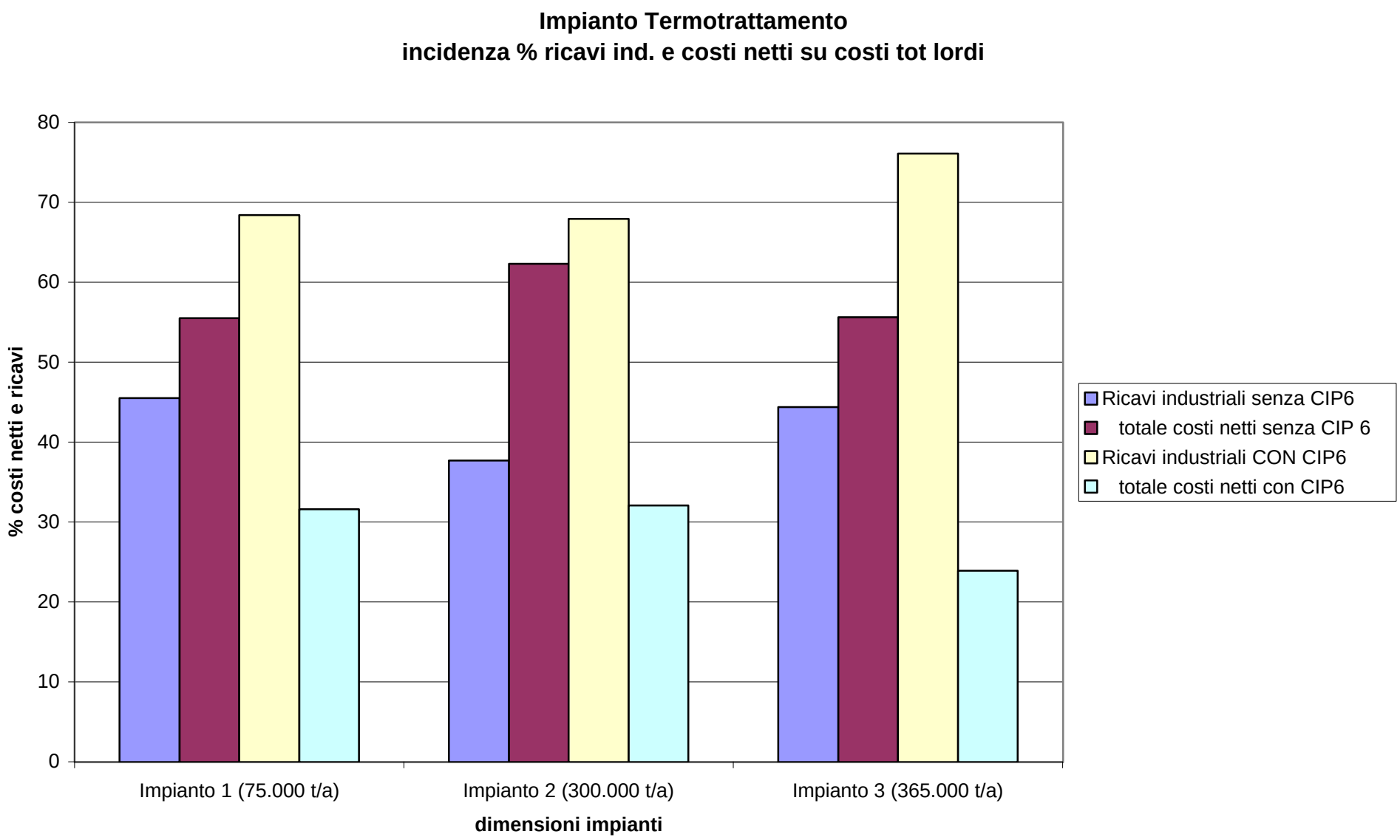

Impianto termotrattamento
Incidenza % costi operativi
% costi operativi su costi tot lordi
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Impianto 1 (75.000 t/a)
Impianto 2 (300.000 t/a)
Impianto 3 (365.000 t/a)
dimensioni impianti
PERSONALE
MATERIALI
MANUTENZIONI ESTERNE
SMALTIMENTO RESIDUI
SPESE GENERALI
tot costi operativi


Impianto termotrattamento
Andamento costi operativi in £/kg
costi in £/kg
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Impianto 1 (75.000 t/a)
Impianto 2 (300.000 t/a)
Impianto 3 (365.000 t/a)
dimensioni impianti
PERSONALE
MATERIALI
MANUTENZIONI ESTERNE
SMALTIMENTO RESIDUI
SPESE GENERALI
tot costi operativi


Impianto termotrattamento
Andamento Costi lordi in £/kg
300
250
200
150
100
50
0
costi in £/kg
Impianto 1 (75.000 t/a)
Impianto 2 (300.000 t/a)
Impianto 3 (365.000 t/a)
dimensioni impianti
tot costi operativi
Ammortamenti
Oneri finanziari
tot costi lordi


Impianto termotrattamento
Andamento costi netti £/kg
costi in £/kg
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Impianto 1 (75.000 t/a)
Impianto 2 (300.000 t/a)
Impianto 3 (365.000 t/a)
dimensioni impianti
Ricavi industriali senza CIP6
totale costi netti senza CIP 6
Ricavi industriali CON CIP6
totale costi netti con CIP6


Impianto termotrattamento
incidenza % costi operativi, Amm, Oneri fin.
120
100
80
60
40
20
0
% su costi tot lordi
Impianto 1 (75.000 t/a)
Impianto 2 (300.000 t/a)
Impianto 3 (365.000 t/a)
dimensioni impianti
tot costi operativi
Ammortamenti
Oneri finanziari
tot costi lordi


Impianto Termotrattamento
incidenza % ricavi ind. e costi netti su costi tot lordi
% costi netti e ricavi
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Impianto 1 (75.000 t/a)
Impianto 2 (300.000 t/a)
Impianto 3 (365.000 t/a)
dimensioni impianti
Ricavi industriali senza CIP6
totale costi netti senza CIP 6
Ricavi industriali CON CIP6
totale costi netti con CIP6