ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

DICAM

TESI DI LAUREA

in

Valorizzazione delle risorse primarie e secondarie LS

ANALISI DI SOSTENIBILITÀ DEL SISTEMA DI GESTIONE DEI RIFIUTI SOLIDI IN BAALBEK (LIBANO): VALUTAZIONI ECONOMICO-FINANZIARIE, QUANTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI MEDIANTE LCA E CONSIDERAZIONI DI NATURA SOCIALE ED ISTITUZIONALE

CANDIDATO:
Carmen Bovi

RELATORE:
Chiar.ma Prof.ssa Alessandra Bonoli

CORRELATORI:
Ing. Paolo Neri
Ing. Rosangela Spinelli

Anno Accademico 2013/2014
Sessione I

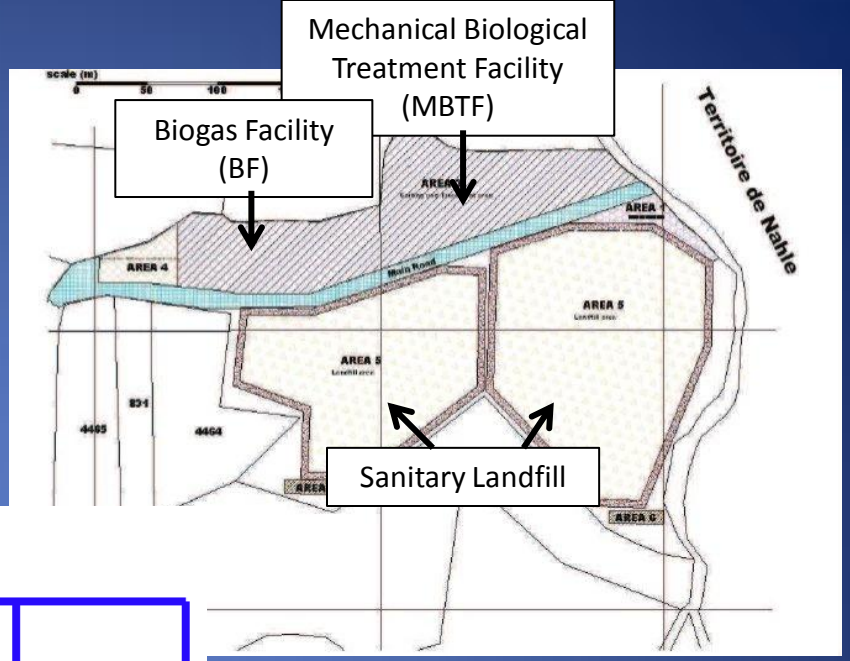
Il Progetto:
"Integrated Waste Management in Baalbek Caza"

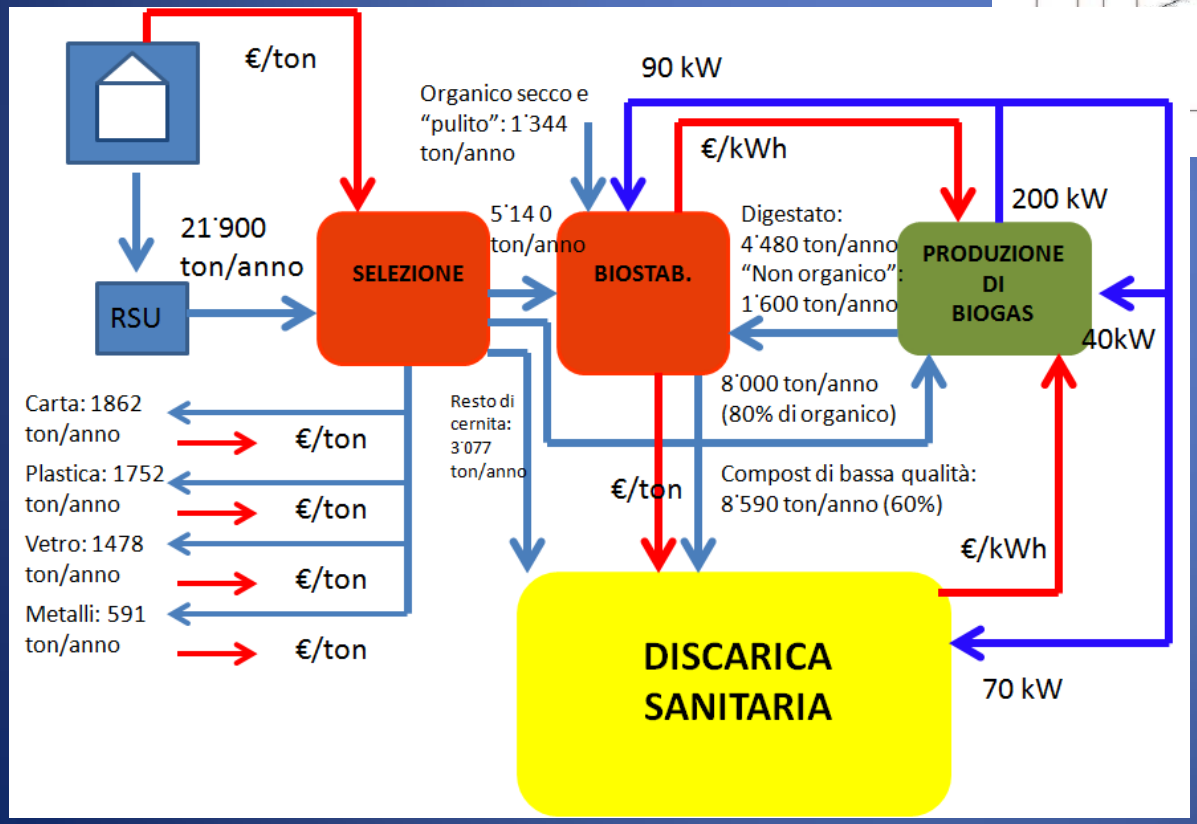
Patrimonio dell'Umanità secondo l'UNESCO

Il problema della gestione dei rifiuti

Il Waste Compound

- Impianto per il Trattamento Meccanico Biologico
- Impianto pilota per la Produzione di Biogas
- Discarica Sanitaria





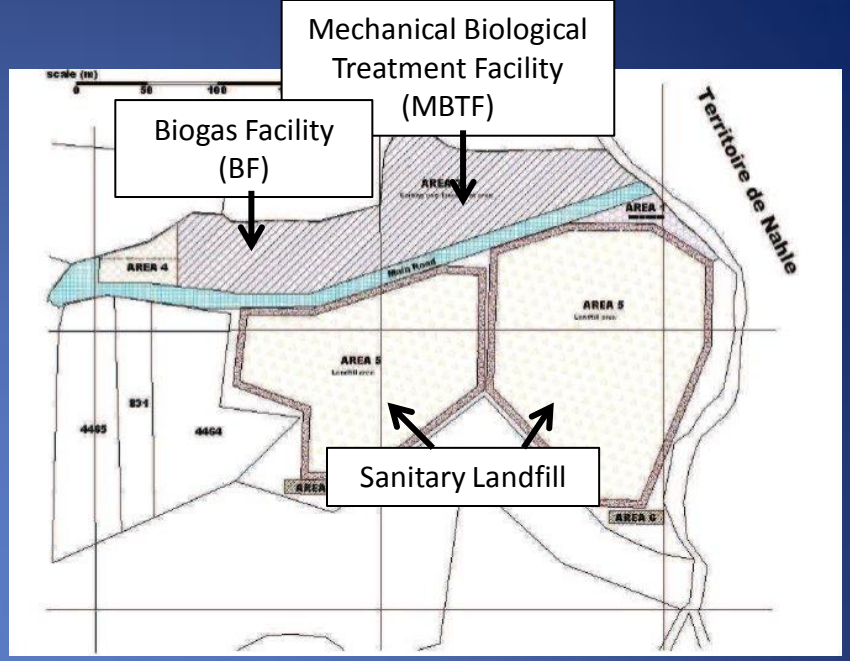
- Il MBTF è parte di un progetto **OMSAR** (Office of the Minister of State for Administrative Reform)
- BF è un'iniziativa del **COSV ONG**
- La Discarica Sanitaria è stata proposta da **Cooperazione Italiana** (Il progetto esecutivo della Discarica Sanitaria di Baalbek è ancora in fase di definizione e approvazione)

SONO TUTTI IMPIANTI FINANZIATI DALL'UE TRAMITE "GRANT"

flusso di materia
flusso di energia (potenza elettrica)
flusso economico

Il Waste Compound

- Impianto per il Trattamento Meccanico Biologico
- Impianto pilota per la Produzione di Biogas
- Discarica Sanitaria



- Il MBTF è parte di un progetto **OMSAR** (Office of the Minister of State for Administrative Reform)
- BF è un'iniziativa del **COSV ONG**
- La Discarica Sanitaria è stata proposta da **Cooperazione Italiana** (Il progetto esecutivo della Discarica Sanitaria di Baalbek è ancora in fase di definizione e approvazione)

SONO TUTTI IMPIANTI FINANZIATI DALL'UE TRAMITE "GRANT"

Analisi di Sostenibilità

Valutazioni economiche e finanziarie

- **Analisi economica** di tutti e tre gli impianti:
  -Costi d'investimento
  -Costi operativi e di manutenzione
  - Ricavi
- Piano di ammortamento
- Ipotizzati differenti scenari di gestione
- Individuazione dei flussi economici, di materiale e di energia scambiate tra le società che partecipano alla gestione
- Assegnazione di un margine di profitto (pari al 30%) e definizione di un prezzo a tutti i prodotti e servizi
- Calcolo del ***costo-opportunità del capitale***
- **Proiezione sui flussi di cassa per i 15 anni di vita del progetto**

Quantificazione degli impatti ambientali

- Lettura del VIA
- Studio di ***Life Cycle Assessment (LCA)***
- **Analisi di sensibilità**
  -Utilizzo dell'energia termica prodotta
  -Il prodotto del riciclo come prodotto evitato
  -En. elettrica da fotovoltaico
  -En. elettrica ed en. termica come coprodotti
  -Riduzione dell'energia elettrica unitaria del TMB
- **Analisi dei costi esterni e dei costi interni**
- **Analisi dei vantaggi sociali**
- **Analisi dei vantaggi sociali introducendo il concetto di "percezione"**

Considerazioni di natura legislativa, sociale ed istituzionale

- Analisi del quadro di riferimento amministrativo e istituzionale
- Analisi del quadro di riferimento legale
- Analisi del quadro sociale di riferimento
- Individuazione delle principali problematiche culturali, sociali e istituzionali
- Proposte sui possibili strumenti d'intervento sociale per il futuro
- **L'*Outcome Mapping***

Valutazioni economiche

Obiettivo: definire un prezzo del servizio di smaltimento dei RSU, rendendo conveniente per la/le società che gestirà/gestiranno la struttura svolgere questa attività, garantendo il raggiungimento di un utile

Le fonti dei dati:

- **MBTF** → I dati sono stati forniti, **in parte, dai rappresentanti dell'OMSAR e di Cooperazione Italiana** e, in parte, ricavati da **letteratura**

- **BF** → I dati riportati sono **dati primari**

- **SANITARY LANDFILL** → I dati sono stati stimati sulla base di informazioni relative a siti attivi con dimensioni e caratteristiche confrontabili (utilizzati per compilare il **format tratto dal sito del Ministero della Nuova Zelanda**), **con margine di approssimazione maggiore**

Ipotesi pessimistica di vita: 10 anni

Costruzione di una terza cella all'undicesimo anno, per prolungarne la vita di altri 5 anni

COSTI D'INVESTIMENTO

IMPIANTO TRATTAMENTO MECCANICO BIOLOGICO			
Elemento	**Costo Unitario**	**Unità**	**Costo d'investimento**
Edifici e Fondamenta (compresi uffici e area pavimentata esterna dedicata al processo di maturazione)			971˙000 €
Sistema di aerazione (Ventilatore TAS480T246, portata: 23500 m^3/h, consumo:1,5 kW, peso: 71,44kg)	925 €	2	1850 €
Controllo odori (biofiltro)			20˙000 €
Sistema elettrico			16˙700 €
Sistema di controllo compostaggio			18˙000 €
Sistema di controllo biofiltro			34˙ 000 €
Subtotale	1˙061˙550 €		
Mobilitazione del sito		2%	21˙230 €
Spese eventuali		15%	159˙230 €
Spese generali per l'appalto		20%	212˙310 €
Ingegnerizzazione		10%	106˙155 €
Subtotale	498˙925 €		
Pala gommata [CATERPILLAR 950F]	150˙000 €	1	150˙000 €
Vaglio rotativo per la separazione dell'umido [Bouchalhoub, maglia di 80mm, 150 m3/h]	50˙000 €	1	50˙000 €
Vaglio rotativo per la raffinazione del compost	-	1	-
Rivolta cumuli [Kompetech topturn X53]	270˙000 €	1	270˙000 €
Aprisacchi [Matthiessen, 6 ton/h]	170˙000 €	1	170˙000 €
Pesaponte	20˙000 €	1	20˙000 €
Subtotale	660˙000 €		
Totale	**2˙220˙475€**		

COSTI OPERATIVI E DI MANUTENZIONE

IMPIANTO TRATTAMENTO MECCANICO BIOLOGICO			
Costi operativi e di manutenzione			
Costi relativi al personale			
	Costo orario	Numero	Costo annuo
Manager/supervisore	1˙000 €/mese	1	12˙000 €/anno
Operatori di processo (stazioni di selezione)	400 €/mese	12 per turno	115˙200 €/anno
Operatore pesaponte	400 €/mese	1 per turno	9˙600 €/anno
Operatore rivolta cumuli	400 €/mese	1 per turno	9˙600 €/anno
Operatore carico/scarico camion	400 €/mese	1 per turno	9˙600 €/anno
Meccanici	400 €/mese	1 per turno	9˙600 €/anno
Manutentori	400 €/mese	1 per turno	9˙600 €/anno
Subtotale costi	175˙200 €/anno		
Costi di gestione del materiale			
	Tonnellate/anno trasportate	Costo unitario a tonnellata	Costo annuo
Trasporto materie prime (materiale organico secco e "pulito")	1˙344 ton/anno	13 €/ton	17˙472 €
Trasporto dei residui (resto di cernita) verso la Discarica	3˙077 ton/anno	-	-
Trasporto del compost verso la Discarica	8˙590 ton/anno	-	-
Trasporto del percolato agli impianti di trattamento	-	-	36˙700 €
Subtotale costi	54˙172 €		
Costi di gestione aziendale			
Costi legali, di regolamentazione e consulenza	7˙300 €		
Amministrazione	3˙600 €		
Pubbliche relazioni	2˙000 €		
Formazione e Sicurezza	2˙000 €		
Marketing	/		
Subtotale costi	14˙900 €		
Costi di processo			
	unità	**costo**	**unità**	**SubTotale**
Carburante				
-Pala gommata	25 litri/h	0,91€/litro	2˙000 h/anno	45˙500 €/anno
-Rivolta cumuli	65 litri/h	0,91€/litro	438 h/anno	25˙900 €/anno
Elettricità	90 kWh	0,03 €/kWh (EDL)	5˙400 h/anno	14˙580 €/anno
Acqua	2˙000 €/anno			
Manutenzione sui sistemi di controllo (3% dell'investimento)	1˙560 €/anno			
Manutenzione sulle attrezzature e macchinari (5% dell'investimento)	33˙000 €/anno			
Manutenzione sulle strutture, sistema elettrico e biofiltro (1% dell'investimento)	10˙100 €/anno			
Materiali di consumo (es.utensili)	200 €/anno			
Analisi di laboratorio	300 €/analisi	2 analisi/anno	600 €/anno	
Subtotale costi	133˙440 €/anno			
Tasse operative e di gestione dell'impianto (20%)	75˙500 €/anno			
Spese generali (5%)	18˙900 €/anno			
Costi Totali	**472˙140 €/anno**			

RICAVI

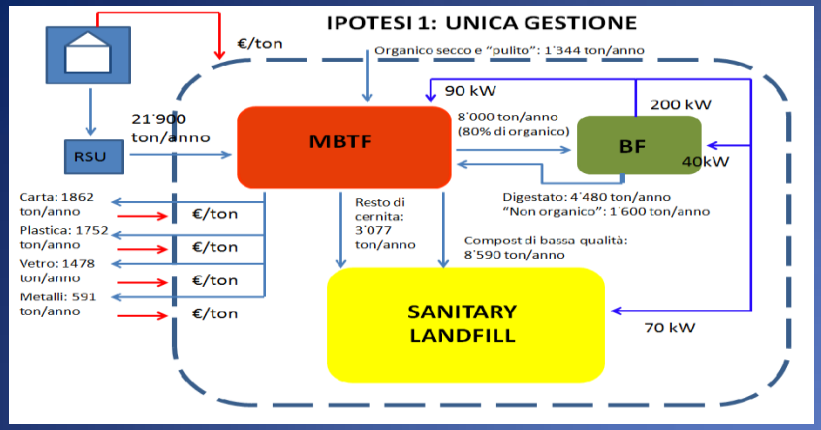
Materiale	Quantità recuperata (ton/anno)	Prezzo medio (€/ton)	Ricavi derivanti dalla vendita (€/anno)
Carta e Cartone	1862	20-70	83˙790
Plastica	1752	72-88	140˙160
Vetro	1476	19-22,5	30˙627
Metalli	591	450	265˙950
Totale Ricavi			**520˙527**

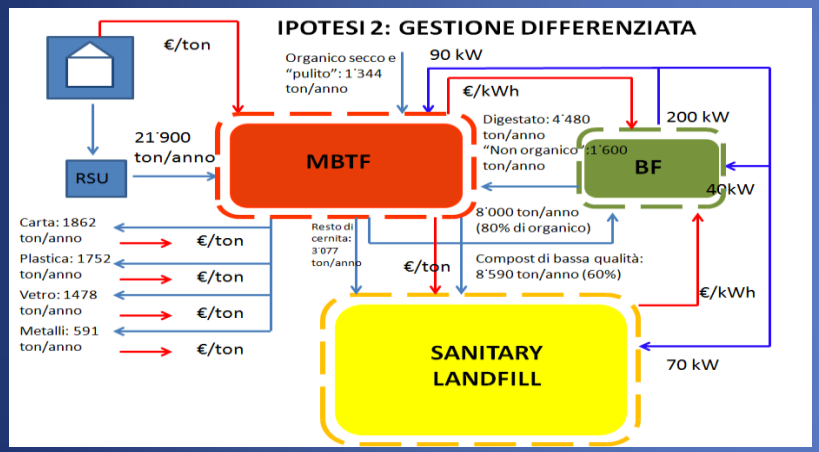
Piano di ammortamento

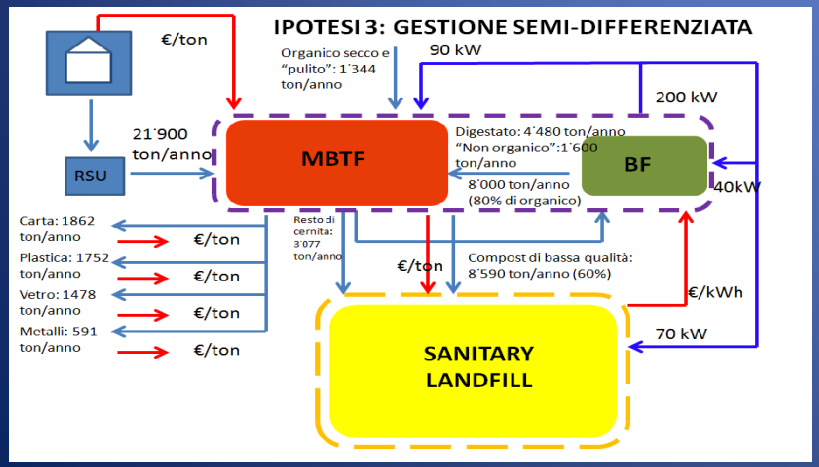
I coefficienti d'ammortamento usati da D.M. del 31-12-1988

Anno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Edificio (i=6,7%): 971˙000 €															
Q_k	65057	65057	65057	65057	65057	65057	65057	65057	65057	65057	65057	65057	65057	65057	60202
FA_k	65057	130114	195171	260228	325285	390342	455399	520456	585513	650570	715627	780684	845741	910798	971000
VR_k	905943	840886	775829	710772	645715	580658	515601	450544	385487	320430	255373	190316	125259	60202	0
Costruzioni leggere, tettoie, baracche (i=10%)															
Q_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FA_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VR_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impianti specifici di utilizzazione e attrezzature (i=10%): 600˙550 €															
Q_k	60055	60055	60055	60055	60055	60055	60055	60055	60055	60055	0	0	0	0	0
FA_k	60055	120110	180165	240220	300275	360330	420385	480440	540495	600550	0	0	0	0	0
VR_k	540495	480440	420385	360330	300275	240220	180165	120110	60055	0	0	0	0	0	0
Impianti destinati al trattamento ed al depuramento delle acque, fumi nocivi, ecc. mediante impiego di reagenti chimici (i=15%)															
Q_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FA_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VR_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mobili e macchine ordinarie d'ufficio (i=12%)															
Q_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FA_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VR_k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impianti e mezzi di sollevamento, carico e scarico, pesatura, ecc (i=7,5%): 150˙ 000 €															
Q_k	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	3750	0
FA_k	11250	22500	33750	45000	56250	67500	78750	90000	101250	112500	123750	135000	146250	150000	0
VR_k	138750	127500	116250	105000	93750	82500	71250	60000	48750	37500	26250	15000	3750	0	0
	136362	**136362**	**136362**	**136362**	**136362**	**136362**	**136362**	**136362**	**136362**	**136362**	**76307**	**76307**	**76307**	**68807**	**60202**

Risultati dell'analisi economica 1/2







IPOTESI:

- 30% di utile per tutte le società che partecipano alla gestione
- Si considerano i costi relativi ad 1 ton di RSU trattata nel MBTF e i costi relativi alla frazione di tale quantità che andrà smaltita in discarica (circa il 14%)

- Si considerano i flussi economici in ingresso relativi alla vendita del materiale riciclabile selezionato

- Si deve tener conto anche dei ricavi, o mancati costi, derivanti dall'autoproduzione di energia elettrica

- Nel caso di gestione differenziata o semi-differenziata si tiene conto dei costi di tutti i prodotti e servizi scambiati tra i diversi impianti, partendo dal costo unitario di vendita dell'energia elettrica prodotta dal BF, individuando, subito dopo, il costo di smaltimento dei rifiuti in discarica ed, infine, stimando il costo del servizio per 1 ton di RSU in ingresso al MBTF

	COSTO UNITARIO DI SMALTIMENTO SENZA AMMORTAMENTI	COSTO UNITARIO DI SMALTIMENTO CON AMMORTAMENTI
GESTIONE UNICA	7,8 €/ton	24,2 €/ton
GESTIONE DIFFERENZIATA	13,2 €/ton	29,0 €/ton
GESTIONE SEMI-DIFFERENZIATA	11,1 €/ton	26,1 €/ton

Risultati dell'analisi economica 2/2

	Beirut	Zahleh	Tripoli	Naameh	Bsalim	Altre aree rurali
Raccolta (€/ton)	18	12	13	-	-	7-14
Classificazione (€/ton)	19	8	-	-	-	-
Smaltimento in discarica (€/ton)	38	11-15	22	28-40	23	-
Compostaggio (€/ton)	22	-	-	-	-	-

Fonte: COUNTRY REPORT ON THE SOLID WASTE MANAGEMENT IN LEBANON, SWEEP-Net (2010)

Costo di classificazione + Costo di compostaggio *60% + Costo di smaltimento in discarica *14%

8 €/ton + 22 €/ton * 60% + 22€/ton * 14% = 24,28 €/ton

È possibile confrontare tale valore con i risultati stimati in base all'analisi economica:

	SENZA AMMORTAMENTI	CON AMMORTAMENTI
GESTIONE UNICA	7,8 €/ton	24,2 €/ton

Analisi finanziaria

Ipotesi:

+ Ricavi

- Costi operativi

- Ammortamenti

Reddito operativo

- Imposte

+ Ammortamenti

Flusso di cassa

- Analisi dei flussi monetari per **15 anni di attività**

Funzionamento della Discarica per 10 anni, **ulteriore investimento successivo** per prolungare la vita del WC di altri 5 anni

- Si considerano nulle le variazioni delle immobilizzazioni (materiali e immateriali) durante gli esercizi

- **L'aliquota delle imposte** sul reddito operativo delle società è del **15%**

[fonte: Investment Development Authority of Lebanon (IDAL), TAXATION SCHEMES IN LEBANON]

- Si suppone che per i primi 10 anni di attività il tasso di produzione dei RSU di Baalbek sia, ogni anno, del 6,5% maggiore rispetto all'anno precedente (VIA) e che oltre i 10 anni resti costante e pari al valore del decimo anno

- Stima del ***Costo-opportunità del capitale***

Calcolo del ***Costo-opportunità del capitale***:

- rappresenta il rendimento medio di un'azienda libanese rappresentativa del settore della gestione dei rifiuti

- presso la Borsa di Beirut (*Beirut Stock Exchange)* si è scelto il titolo **Ciment Blancs Nominal**

- si è deciso di approssimare il costo opportunità del capitale con il rendimento medio annuo di quel titolo

- **SERIE STORICA DI RIFERIMENTO PARI ALLA DURATA IPOTIZZATA DEL PROGETTO: 10 anni**

sono stati raccolti i report che registrano l'andamento dei titoli dal 2003 al 2013

- **sono stati calcolati i rendimenti medi mensili**

(partendo dal prezzo del titolo ad ogni fine mese)

$$i_m = \frac{p_m - p_{m-1}}{p_{m-1}} * 100\ \%$$

- **sono stati calcolati i rendimenti medi annui, per i 10 anni**

tramite la *formula dei tassi equivalenti*

$$i_a = (i_m + 1)^{12} - 1$$

- **media dei rendimenti medi annui**

- poiché i flussi di cassa stimati sono in euro, è necessario **considerare il rischio cambio tra euro e dollaro**

- sono stati ricavati sul sito della *Banca D'Italia* tutti i tassi di cambio alla data, relativi ad ogni fine mese di tutti i mesi tra il 2003 e il 2013

- sono stati convertiti in euro i prezzi del titolo alla data ultima di ogni mese, ed è stato ricalcolato nuovamente il rendimento medio mensile per ogni mese e il rendimento medio annuo (in euro)

TASSO DI RENDIMENTO MEDIO ANNUO (IN DOLLARI)	TASSO DI RENDIMENTO MEDIO ANNUO (IN EURO)
16, 01%	14,68%

Risultati dell'analisi finanziaria

IPOTESI DI GESTIONE UNICA

ANNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RSU trattati nel WC (ton/anno)	21900	23324	24840	26454	28174	30005	31955	34032	36244	38600	38600	38600	38600	38600	38600
Ricavi	1600097	1704103	1814870	1932837	2058471	2192272	2334769	2486529	2648154	2820284	2820109	2820109	2820109	2820109	2820109
Costi fissi	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800	208800
Costi variab.	690067	734921	782691	833566	887747	945451	1006905	1072354	1142057	1216291	1216291	1216291	1216291	1216291	1216291
Ammortamenti	458560	458560	458560	458560	458560	458560	448325	425680	421330	421330	269754	269754	269754	262254	257072
Reddito Operativo	242671	301823	364819	431911	503364	579461	670739	779695	875967	973863	1125264	1125264	1125264	1132764	1137946
Imposte sul reddito	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Ammortamenti	458560	458560	458560	458560	458560	458560	448325	425680	421330	421330	269754	269754	269754	262254	257072
Invest.											807577				
Flussi di cassa (€/anno)	664830	715109	768656	825684	886419	951101	1018453	1088421	1165901	1249113	418651	1226228	1226228	1225103	1224326
α (%)	14,68%														
VAN	**-1˙517˙697,54 €**														
VA	**5˙260˙410,46 €**				**Tempo di Recupero**	**8 anni**									

Valutazione degli impatti ambientali: Life Cycle Assessment (LCA)

Obiettivo

Individuare le principali forme di impatto ambientale derivanti dal trattamento e dallo smaltimento dei RSU del distretto di Baalbek (Libano) nel complesso di impianti, definito Waste Compound e situato nella stessa regione

Campo di applicazione

Funzioni del sistema

- Un servizio al cittadino, che corrisponde al trattamento e allo smaltimento dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU)
- Produzione di energia elettrica da biogas
- Flussi di materiale destinati al riciclo

Unità Funzionale: **21900 ton/anno di RSU**

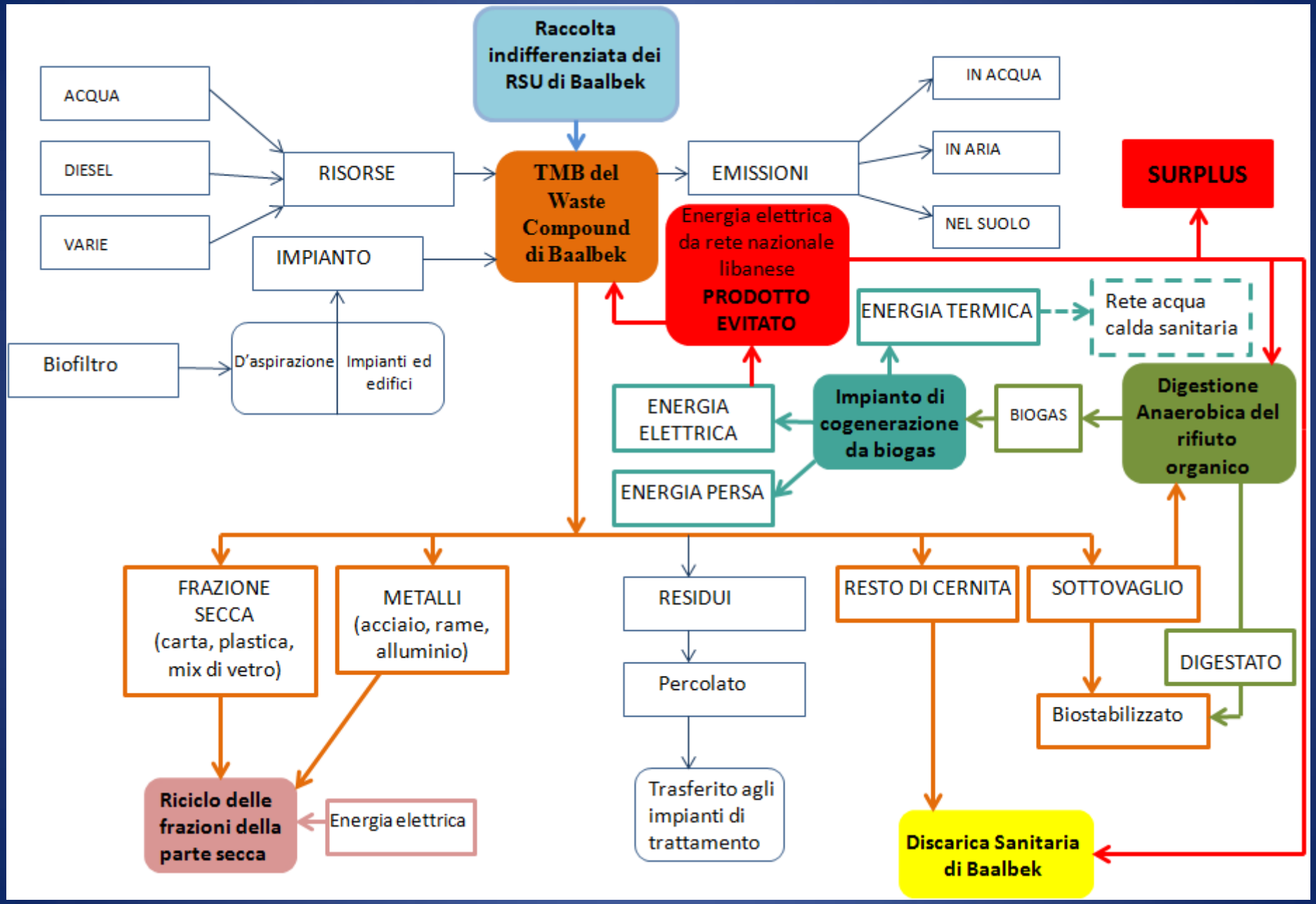
Confini del sistema

I confini del sistema vanno dalla raccolta dei rifiuti al conferimento di una loro porzione in discarica; sono considerate le emissioni in aria, acqua e suolo e il trattamento degli scarti

La qualità dei dati

- Ridotta disponibilità di dati primari
- Dal VIA del progetto: informazioni sulle quantità trattate e sulle dimensioni delle attrezzature
  Altre informazioni mediante le schede tecniche dei macchinari
- Mancano completamente i dati primari sulle emissioni
- Processi da studi precedenti o da bancadati Ecoinvent.2 (ed Ecoinvent.3), opportunamente modificati per renderli più rappresentativi della realtà del WC

Per il calcolo del danno viene usato il metodo IMPACT 2002+, modificato per tenere conto del consumo di acqua, del particolato e della trasformazione del territorio.
Il software utilizzato è SimaPro 8.0.2


Raccolta indifferenziata dei RSU di Baalbek
ACQUA
DIESEL
VARIE
RISORSE
IMPIANTO
Biofiltro
D'aspirazione
Impianti ed edifici
TMB del Waste Compound di Baalbek
EMISSIONI
IN ACQUA
IN ARIA
NEL SUOLO
SURPLUS
Energia elettrica da rete nazionale libanese
PRODOTTO EVITATO
ENERGIA TERMICA
Rete acqua calda sanitaria
ENERGIA ELETTRICA
Impianto di cogenerazione da biogas
BIOGAS
Digestione Anaerobica del rifiuto organico
ENERGIA PERSA
FRAZIONE SECCA (carta, plastica, mix di vetro)
METALLI (acciaio, rame, alluminio)
RESIDUI
RESTO DI CERNITA
SOTTOVAGLIO
DIGESTATO
Percolato
Biostabilizzato
Riciclo delle frazioni della parte secca
Energia elettrica
Trasferito agli impianti di trattamento
Discarica Sanitaria di Baalbek

Inventario: processi principali 1/2

- **Avoided product**
  - Energia elettrica di rete del Libano: 203kWh/h*8000h=1628000kWh
  - Energia termica: 0 kWh (attualmente non utilizzata)

  Per il trattamento di 21˙900 ton di RSU nel WC: 872˙200 kWh

  Surplus di energia elettrica: 755˙800 kWh → **IPOTESI DI VENDITA**

- il processo *Raccolta dei rifiuti nel distretto di Baalbek*

  Bacino di utenza: 2319,2 km^2

- il processo multi-output *Frazione secca impianto di Baalbek (TMB)*

Modifiche apportate al processo CDR prodotto dall'impianto "Tre Monti" di Imola" (127˙218,19 ton/anno di RSU) →

- È stato necessario cambiare il rapporto tra le frazioni dei prodotti in uscita e assumere per esso quello dell'impianto di Baalbek, mantenendo inalterata la dimensione dell'impianto
- Modifica al consumo unitario di energia elettrica dell'impianto: 24kWh/ton
- Macchina aprisacchi e deferrizzatore → allocazione temporale e di peso
- Eliminata la deferrizzazione secondaria del sottovaglio
- Eliminato l'impianto che rappresenta il filtro a maniche
- Le emissioni in aria di particolato solido di Imola sono state aumentate del 99%
- Eliminato il processo che rappresenta la raccolta nel Distretto di Baalbek, poiché tale processo viene richiamato direttamente dal processo principale

COPRODOTTI:
- *Frazione secca impianto di Baalbek (TMB)*
- *Metalli ferrosi di Baalbek (TMB)*
- *F.O.S prodotto dall'impianto di Baalbek (TMB)*

Inventario: processi principali 2/2

- il processo multi-output *Biowaste, to anaerobic digestion (multi-output)*

Modifiche apportate al processo Biogas, from biowaste, at storage di Ecoinvent.2

- Allocazione originaria su base economica, allocazione scelta:

Biowaste, to anaerobic digestion (multi-output) → 71,76%
Biogas, from biowaste, at storage (multi-output) → 18,24%
Digested matter (multi-output) → 10%

- Consumo unitario di energia elettrica del processo: 40 kWh/ton
- Produzione di biogas: 100 m^3 per tonnellata di rifiuti
- Produzione di digestato: 71,2% in massa del rifiuto in ingresso sostituito col dato di Baalbek: 76%
- Eliminati gli impatti relativi alla raccolta e al trasferimento dei rifiuti fino all'impianto
- Eliminate le emissioni al suolo relative allo spargimento del digestato sul terreno come fertilizzante

- il processo multi-output *Energia elettrica da cogenerazione di Baalbek*

Processo multi-output costruito partendo dai dati del processo multi-output di database Ecoinvent.2

- Dallo Studio di Fattibilità dell'impianto (Studio Azue, 2011):

Energia termica → 43%
Energia elettrica → 37%
Energia persa → 20%

- Trasformazione dei dati relativi al consumo di risorse ed emissioni: criterio di proporzionalità

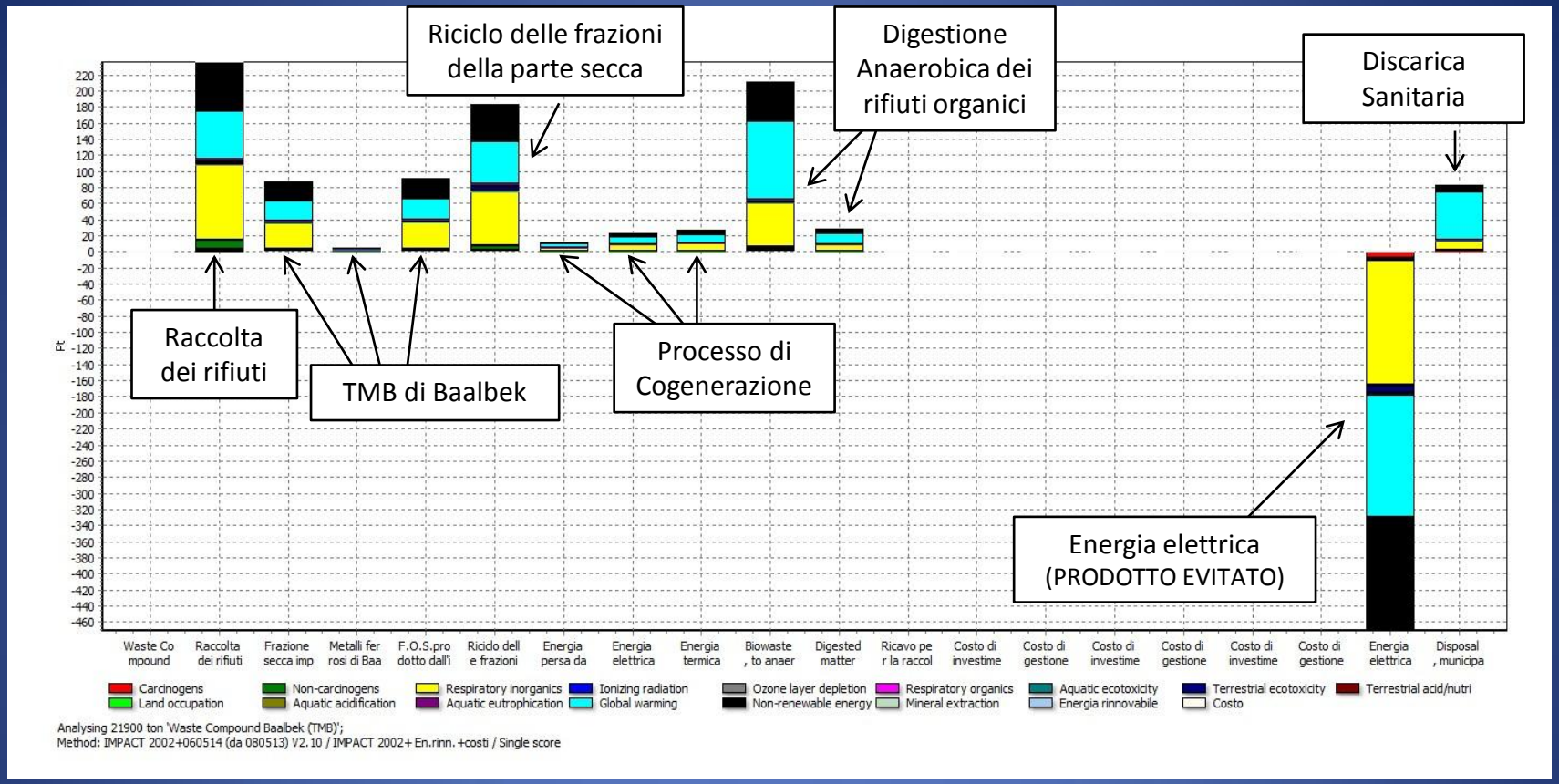
- il processo *Energia elettrica low voltage in Libano*

Energia elettrica del Libano (production mix)

Da IEA, 2010:

Energia da olio combustibile:	81,8%
Energia da gas naturale:	5,8%
Energia idroelettrica:	4,9%
Energia elettrica importata (da Siria e Egitto) :	7,5%

Valutazione dell'impatto e interpretazione dei risultati

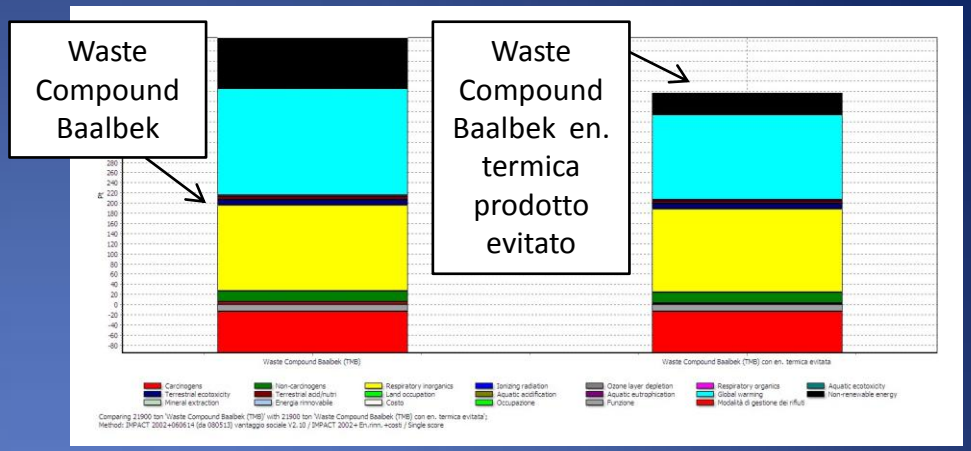


- Il danno totale vale 525,98 Pt
- Il danno è dovuto per il 37,24% a **Human Health**, per il 3,63% a **Ecosystem quality**, per il 40,1% a **Climate change** e per il 19,03% a **Resources**
- Il processo che arreca un danno maggiore è quello relativo alla raccolta dei rifiuti nel distretto di Baalbek, seguito dal processo che rappresenta il trattamento dei rifiuti organici mediante la Digestione Anaerobica

Analisi di sensibilità 1/2

- **Utilizzo dell'energia termica prodotta**

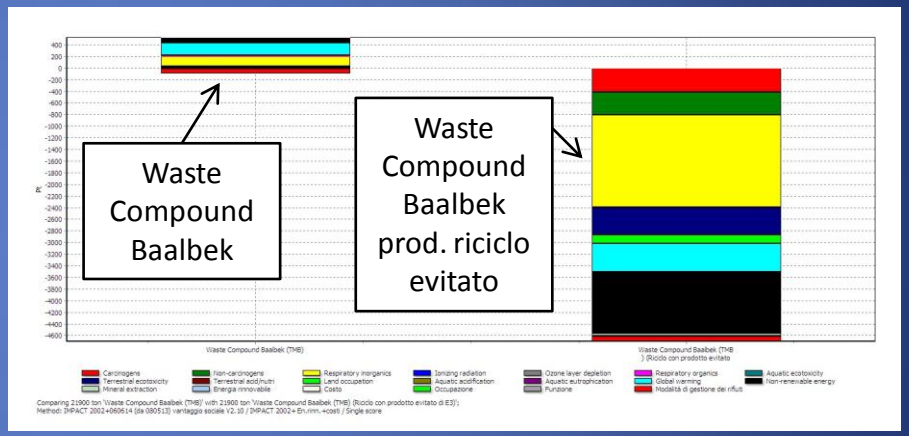
il danno totale diminuisce del 24,98%



- **Il prodotto del riciclo come prodotto evitato**

il danno ambientale diventa un vantaggio ambientale pari a -4700,7 Pt → <u>Nessun valore scientifico</u>

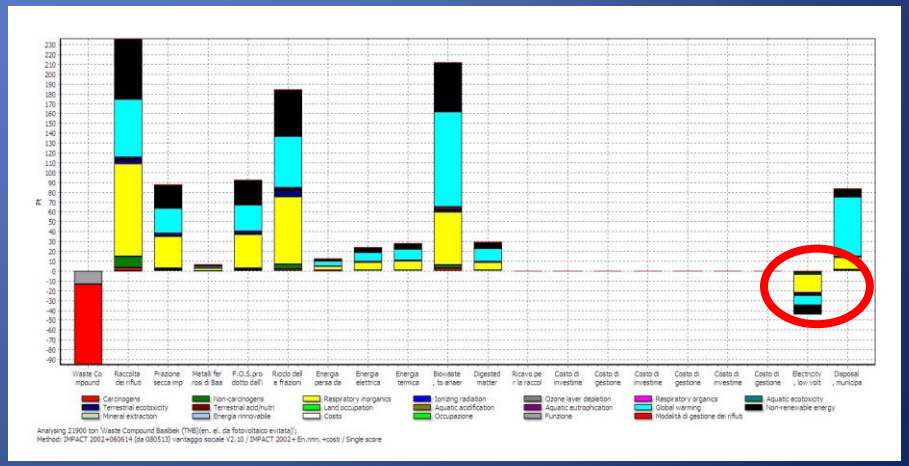
Un valore scientifico lo avrebbe solo se si considerasse un sistema comprendente anche l'uso dei secondari



- **Energia elettrica da fotovoltaico come prodotto evitato**

il danno vale 856,71274 Pt

Prodotto Evitato ↓ Danno ↑



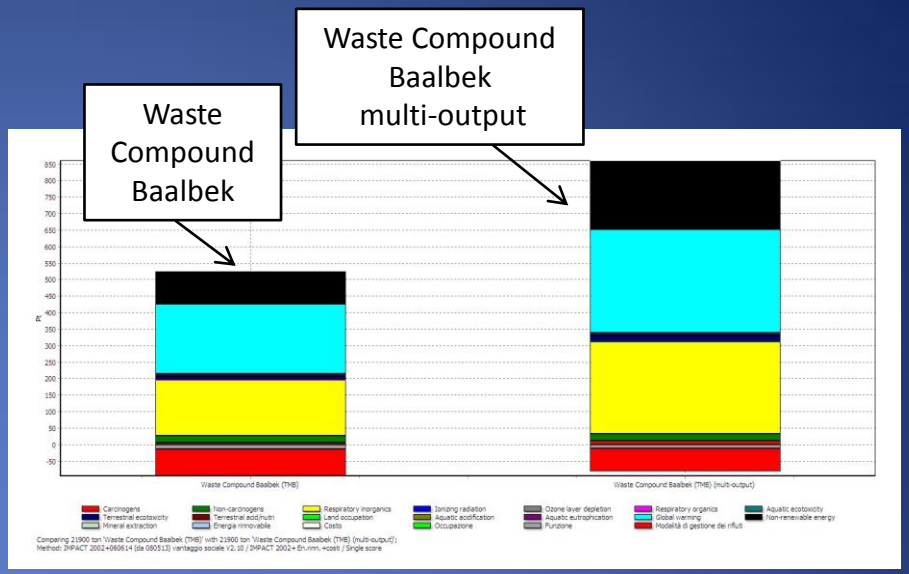
<u>Da tale risultato emerge l'incongruenza scientifica del criterio di "prodotto evitato"</u>

Analisi di sensibilità 2/2

- **Il processo di gestione dei rifiuti come processo multi*-output***

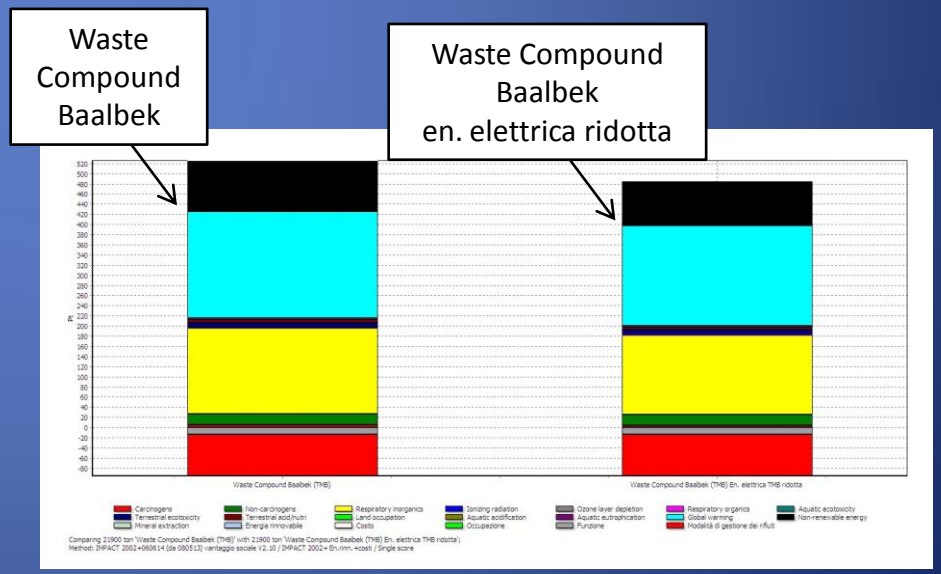
il danno totale aumenta dell'80,8%

Il criterio del processo multi-output ha il pregio di considerare tutti i danni ambientali, attribuendone una parte a ciascuno dei coprodotti, e di non richiedere l'estensione dei confini del sistema



- **Riduzione dell'energia elettrica unitaria del TMB**

il danno totale diminuisce del 9,24%



I costi interni ed esterni

Costi esterni: col Metodo EPS2000
col Metodo IMPACT 2002+

Costi interni: Costo dell'energia elettrica
Costi d'investimento e operativi di tutti gli impianti

Ricavi: Ricavi derivanti dalla vendita del surplus di energia: 0,03 €/kWh (EDL)
Ricavi per il servizio di raccolta dei rifiuti: 13 €/ton
(*Solid Waste_State and Trends of the Lebanese Environment, Jadam 2010*)

Metodo	**Human Health** [ELU] [€]	**Ecosystem production capacity** [ELU]	**Abiotic stock resource** [ELU] **resource** [€]	**Biodiversity** [ELU] **Ecosystem quality** [€]	**Climate change** [€]	**Totale** [€]
EPS 2000	5,5189E5	1,6257E5	7,8714E5	8290,6	/	1,5099E6
IMPACT 2002+	46918	/	3,4991E5	1283,3	17128	415239,3
Costi interni						5,9424E5

Il costo interno è 1.43 volte superiore al costo esterno calcolato con IMPACT e 0.394 volte inferiore al costo esterno calcolato con EPS.
Il costo interno maggiore è quello dovuto alla gestione del TMB.

Indicatori sociali nell'analisi LCA

SENZA "PERCEZIONE"

NUOVE CATEGORIE DI IMPATTO E DI DANNO:

- Occupazione
- Funzione
- Modalità di gestione dei rifiuti

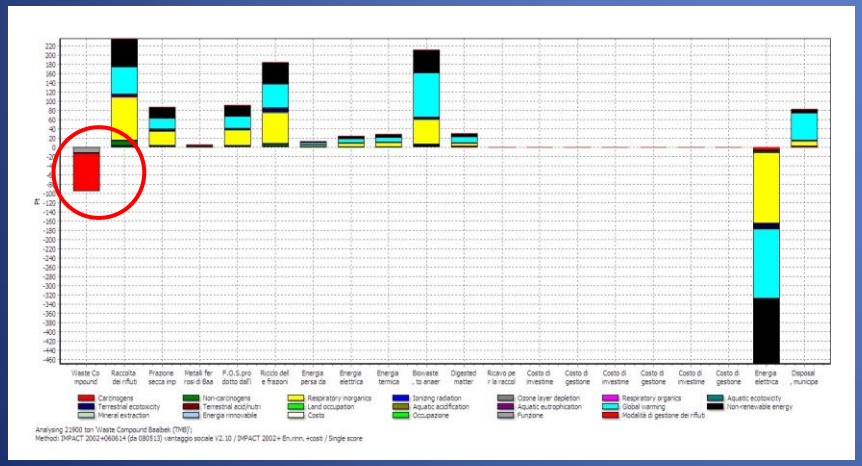
I coeff. di caratterizzazione si suppone siano stati assegnati dalla comunità scientifica.
I coefficienti di normalizzazione sono l'inverso del valore massimo che l'indicatore può assumere.
Fattori di peso tutti pari a 100.

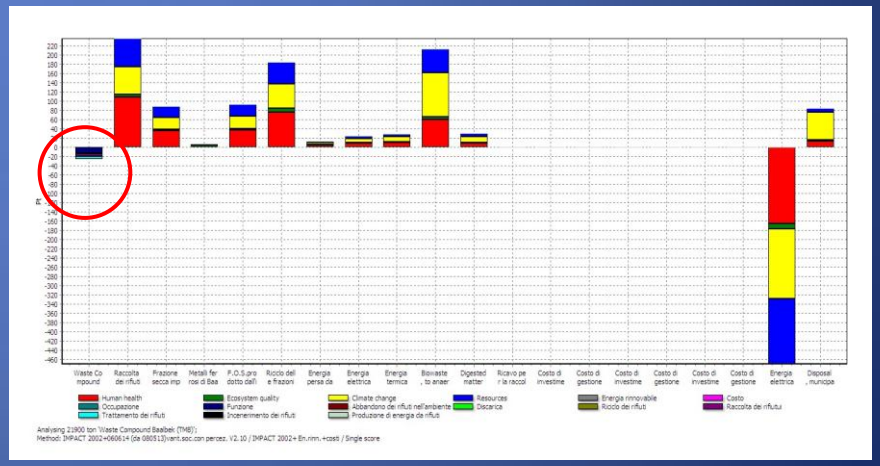
CON "PERCEZIONE"

NUOVE CATEGORIE DI IMPATTO E DI DANNO:

- Occupazione
- Funzione
- *Abbandono dei rifiuti nell'ambiente*
- *Trattamento dei rifiuti*
- *Discarica*
- *Produzione di energia elettrica da rifiuti*
- *Incenerimento dei rifiuti*
- *Riciclo dei rifiuti*
- *Raccolta dei rifiuti*

Fattori di peso sono:
1, 9, 20, 25, 20, 10, 15
Si suppone che essi siano stati definiti in base al risultato di un questionario realizzato su un campione della popolazione.





Il vantaggio sociale diminuisce nel caso in cui si tiene conto della percezione. Tale vantaggio potrebbe aumentare nel caso in cui il pensiero dell'opinione pubblica si allineasse al pensiero della comunità scientifica.
Attraverso campagne di sensibilizzazione si può far crescere la consapevolezza del cittadino, influenzando così il "peso percepito".

Valutazioni sui problemi di natura sociale, culturale ed istituzionale

Considerazioni

- la necessità in futuro di introdurre una tassa diretta per la gestione dei RSU

- l'emissione di un decreto che indichi nel dettaglio le procedure da seguire che riguardano tutti gli appalti nel settore

- va affrontato il problema del ruolo di monitoraggio e controllo degli organismi pubblici, in particolare del **Ministero dell'Ambiente**: si dovrebbe garantire un know-how adeguato in termini di competenze tecniche, legislative, gestionali e decisionali al personale pubblico

- più in generale va rafforzata la presenza nel settore del ruolo pubblico rispetto al privato (caso di successo: Discarica di Zahle gestita dal Comune di Zahle – Maalaka)

- in una prospettiva di orientamento al futuro, il passo successivo è l'introduzione di un sistema di raccolta differenziata alla fonte, almeno della frazione organica, e l'inserimento nel Waste Compound di una linea di compostaggio dell'organico pulito

→Partecipazione di agricoltori e industrie agroalimentari nella zona
Fase iniziale: **leva motrice del vantaggio economico**
Fase successiva: **sensibilizzazione e consapevolezza**

Strumenti di intervento sociale

Le **tre le principali sfide** da affrontare per migliorare la compatibilità sociale di un Sistema Integrato di Gestione dei Rifiuti Solidi in Libano:

- Formazione del personale pubblico
- Informazione e consapevolezza pubblica
- Partecipazione pubblica

Si può pensare ad un **PROGETTO DI CAMBIAMENTO SOCIALE** che per avere successo prevede necessariamente **un cambiamento di comportamento ed atteggiamento**

In questi contesti si organizzano, generalmente, delle ***campagne di sensibilizzazione***

In questo lavoro si propone anche il ricorso ad un altro strumento percepito come potenzialmente più completo per guidare da vicino i processi di cambiamento organizzativo: l'***Outcome Mapping***

L'Outcome Mapping

Obiettivo: "Mantenere nel tempo un dialogo aperto e libero tra le diverse parti coinvolte nel progetto"
(Centro Internazionale di Ricerca dello Sviluppo (IDRC) del Canada , 2001)

- suddivisione in fasi, le fasi sono ben strutturate nell'esecuzione e negli output
- molte fonti di letteratura a riguardo
- un processo iterativo e interattivo che consente di identificare il cambiamento che le diverse parti desiderano e che favorisce la collaborazione alla realizzazione di tale cambiamento
- i risultati sono misurati in termini di cambiamento nei comportamenti, nelle azioni e nelle relazioni degli individui, gruppi o organizzazioni coinvolti

Conclusioni e linee guida 1/2

- La scarsità di dati primari e le poche informazioni deducibili dai documenti sul progetto a disposizione rappresentano un limite alla rappresentatività del contesto a cui si fa riferimento. I risultati ottenuti, in futuro, potrebbero essere di certo migliorati, ricavando altre informazioni e dati anche sul campo.

- In base alla mera analisi economica la soluzione gestionale unica del Waste Compound appare come la soluzione più conveniente, poiché il costo di smaltimento di 1 ton di RSU in tal caso è inferiore.

- L'analisi finanziaria realizzata sui singoli impianti evidenzia come l'impianto su cui risulti meno conveniente investire sia la Discarica (VAN negativo). Questo risultato potrebbe dipendere dalle ipotesi che sono state fatte sui dati di partenza.

- Si consiglia di riutilizzare il calore prodotto dall'impianto di cogenerazione costruendo, nel futuro, una rete di alimentazione dell'acqua calda sanitaria che sfrutti tale calore.

- Sarebbe giusto riutilizzare tutta l'energia elettrica prodotta dal sistema all'interno dello stesso, per avere così un reale prodotto evitato.

- Sarebbe opportuno verificare la possibilità di ridurre il consumo unitario di energia elettrica del TMB, mediante il confronto con altri impianti.

Conclusioni e linee guida 2/2

- I trasporti assumono un peso notevole in termini di impatto ambientale del sistema. Di conseguenza essi diventano un aspetto su cui si richiede di focalizzare l'attenzione in fase di definizione del Piano di Gestione di tutta l'area.

- Si evidenzia la necessità in futuro di introdurre una tassa diretta per la gestione dei RSU.

- Andrebbe affrontato il problema del ruolo di monitoraggio e controllo che gli organismi pubblici devono assolvere, in particolar modo il Ministero dell'Ambiente.

- Andrebbe guidato un cambiamento di comportamento e atteggiamento della società civile rispetto al problema: far cresce il coinvolgimento e la consapevolezza pubblica, oltre che la partecipazione pubblica, ricorrendo a strumenti di cambiamento sociale.

- Attraverso tali strumenti si può far crescere la consapevolezza del cittadino rispetto alle modalità di gestione dei rifiuti, influenzando così il "peso percepito" assegnato alle diverse alternative. Il tal caso il beneficio sociale riconosciuto ad un sistema integrato di gestione dei RSU, come quello di Baalbek, aumenterebbe.

Grazie per l'attenzione!