



**Uno strumento di governance per le
amministrazioni locali e gli operatori del settore**

Le città intelligenti

- **Oltre il 50%** delle emissioni di gas serra deriva dall'uso dell'energia di prodotti e i servizi utilizzati dai cittadini.
- Il Patto dei Sindaci impegna le città che vi aderiscono a predisporre e attuare un **Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile**, con l'**obiettivo di ridurre di oltre il 20% al 2020** le proprie emissioni di anidride carbonica (CO₂), attraverso una maggiore efficienza energetica, un maggior ricorso alle fonti di energia rinnovabile e appropriate azioni di promozione e comunicazione.



Le città intelligenti

Le “**Smart Cities**” identificano quelle realtà urbane dotate di una serie fattori tali da garantire uno sviluppo equilibrato, sostenibile e, detto in una sola parola, “**intelligente**”.

Una smart city è definita da **sei parametri**:

1. Smart Economy
2. Smart Mobility
3. Smart Environment
4. Smart People
5. Smart Living
6. Smart Governance

Il progetto Smartness in Waste Management: come nasce

- ❑ Nella maggior parte dei progetti “Smart Cities” non ci sono applicazioni rivolte esclusivamente alle attività di gestione dei rifiuti.
- ❑ Nei PAES non vengono presi in considerazione gli impatti complessivi derivanti dai servizi di igiene urbana.
- ❑ Non ci sono modelli informatici che danno un quadro completo dell'impatto determinato dalla gestione dei servizi igiene urbana con le modifiche introdotte nel testo unico ambientale dal recepimento della Direttiva 2008/98/CE

Il progetto Smartness in Waste Management: con il progetto

- ❑ Si adottano nuove tecnologie volte a monitorare e/o controllare gli impatti ambientali derivanti dalla gestione dei rifiuti in modo da contribuire all'aumento del grado di “smartness” delle città.
- ❑ Si coniugano gli obiettivi di eco sostenibilità propri delle Smart Cities con i nuovi obiettivi introdotti dalla Direttiva 2008/98/CE sulla normativa ambientale italiana
- ❑ Si supportano i centri decisionali con dati ed informazioni adeguate, aggiornate per permettere valutazioni, analisi ed interventi mirati.

Il progetto Smartness in Waste Management



I principali **obiettivi** del progetto sono la realizzazione a livello nazionale di un “Decision Support-System” (DSS) per gli Enti locali con applicazioni client per i decisori (portale web) e lo sviluppo di applicazioni mobili rivolte ai cittadini (“mobile apps”) per la comunicazione e la raccolta dei dati.

L'impatto del progetto



L'applicativo: input

- ☐ **Dati riportati nei Formulari Identificazione Rifiuti**
- ☐ **Tipologia mezzi, consumi e percorrenze**
- ☐ **Dati organizzazione servizio**
- ☐ **Dati economici servizio**

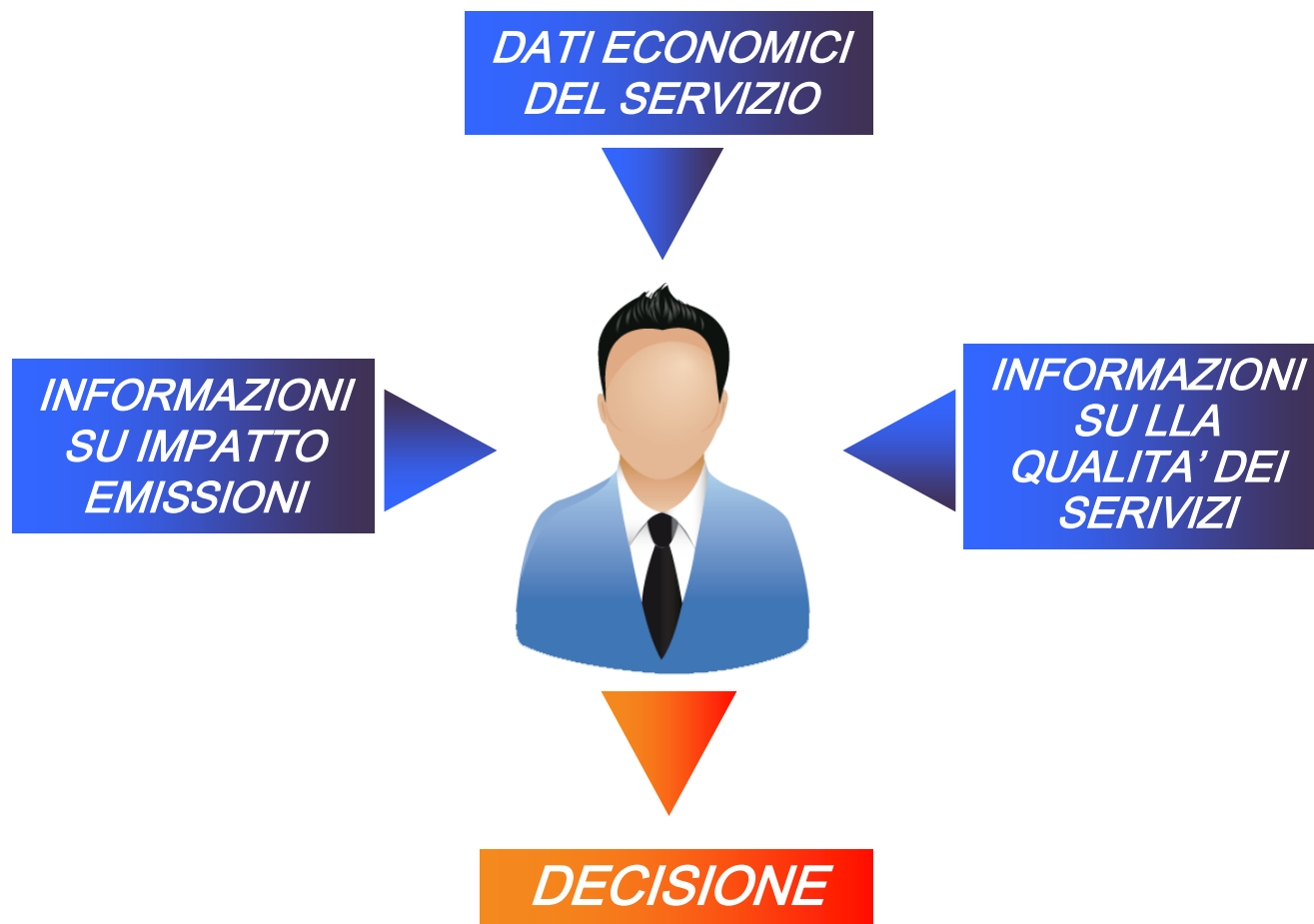
L'applicativo: output

***UN CRUSCOTTO
INFORMATICO A DISPOSIZIONE
DEGLI ENTI LOCALI***

***CON INFORMAZIONI UTILI
CHE SIANO DA SUPPORTO
PER I CENTRI DECISIONALI***



Cruscotto informatico per i centri decisionali



Dati forniti al decisore

CONTROLLO/MONITORAGGIO
EMISSIONI CLIMALTERANTI PRODOTTE
EMISSIONI EVITATE



EMISSIONI CO2, MASSA INQUINANTE,
DERIVANTI DA RACCOLTA E
TRASPORTO RIFIUTI –
EMISSIONI EVITATE GRAZIE AL RICICLO

CONTROLLO/MONITORAGGIO
QUALITA' – GEOREFERENZIAZIONE
IMPIANTI



QUALITA' RACCOLTA
DIFFERENZIATA, % RICICLO,
LOCALIZZAZIONE IMPIANTI

QUADRO ECONOMICO



CORRISPETTIVI RICONOSCIUTI
DAI CONSORZI, COSTI
SMALTIMENTO,..

Prodotti per i cittadini

***FORNIRE VIA WEB DATI ED INFORMAZIONI
SUL SERVIZIO GESTIONE RSU
CREARE APPLICATIVI PER SMARTPHONE
A DISPOSIZIONE DEGLI ABITANTI O DEI VISITATORI
(CASO CITTA' A VOCAZIONE TURISTICA)
CON INFORMAZIONI UTILI SUL SERVIZIO
DI IGIENE URBANA***



Cruscotto sul web

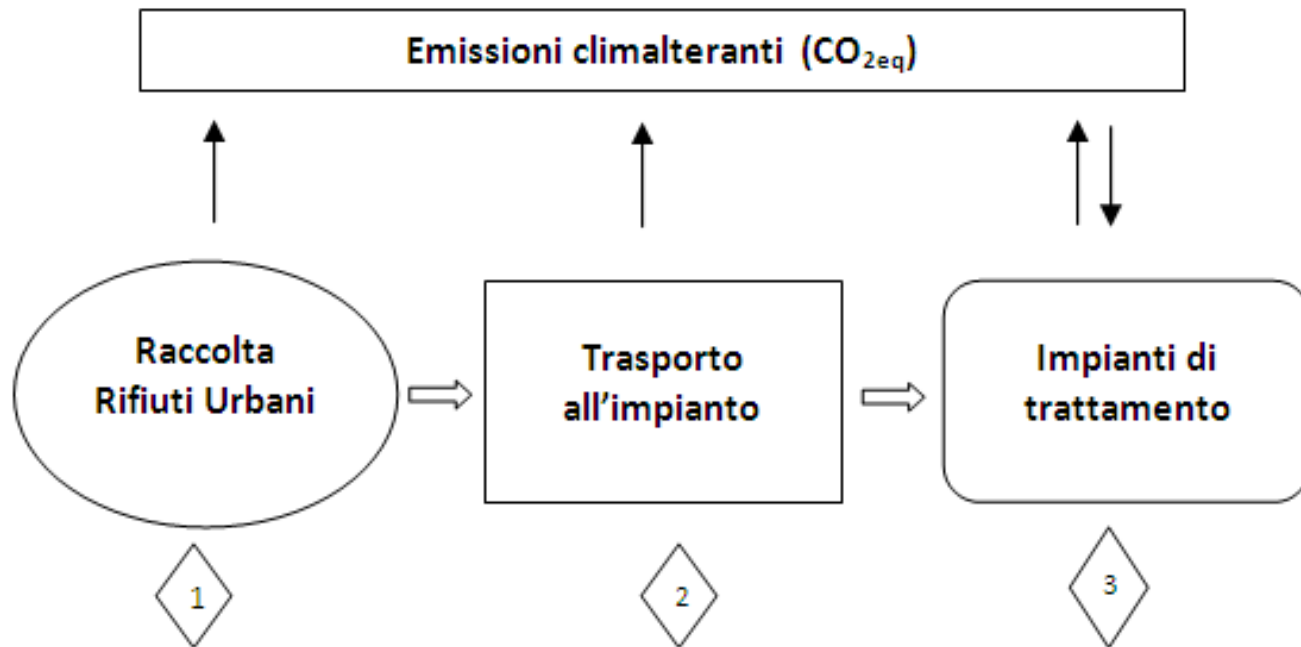


Vai al sito..



L'approccio al calcolo delle emissioni nella gestione dei rifiuti

Schema da analizzare



RACCOLTA E TRASPORTO: CORINAIR

In letteratura, la metodologia di riferimento per l'inventario delle emissioni è **l'EMEP-CORINAIR**, contenente tutti i modelli di stima per diverse attività antropiche e naturali.

Le categorie di processi inclusi in questo inventario sono le seguenti:

- combustione nella conversione energetica e nell'industria di trasformazione
- combustione non industriale
- combustione nell'industria manifatturiera
- processi produttivi
- estrazione e distribuzione di combustibili fossili ed energia geotermica
- solventi ed altri prodotti d'uso
- **trasporti stradali**
- altre sorgenti mobili e macchinari
- trattamento di rifiuti e smaltimento
- agricoltura

RACCOLTA E TRASPORTO: CORINAIR

La metodologia proposta nel programma CORINAIR si basa sull'**emission factor approach**: per ogni attività l'emissione deriva dalla grandezza di riferimento moltiplicata per il fattore di emissione.

Il calcolo dei fattori di emissione, dovuti al trasporto, necessita la conoscenza di alcuni dati:

- **tipologia di veicoli utilizzati** (in particolare la portata e la classe ambientale)
- **velocità media di percorrenza**

RACCOLTA E TRASPORTO: CORINAIR

A partire da queste informazioni vengono messe a disposizione una serie di formule per il calcolo dell'EF dei principali inquinanti (CO, NO_x, VOC, CO₂, CH₄), distinte per veicoli leggeri (portata <3,5t) e pesanti.

Per i **veicoli leggeri** il calcolo del fattore di emissione segue una legge del tipo:

$$EF = av^2 + bv + c$$

Dove v è la velocità di percorrenza espressa in km/h

RACCOLTA E TRASPORTO: CORINAIR

Per i Veicoli Pesanti (portata maggiore di 3,5 t) il calcolo è abbastanza complesso e si basa su HBEFA (Handbook Emission Factors of Road Transport v3.1)

$$EF = (a + (b \times V)) + (((c - b) \times (1 - \exp(((-1) \times d) \times V))) / d) \quad (32)$$

$$EF = (e + (a \times \exp(((-1) \times b) \times V))) + (c \times \exp(((-1) \times d) \times V)) \quad (33)$$

$$EF = 1 / (((c \times (V^2)) + (b \times V)) + a) \quad (34)$$

$$EF = 1 / (a + (b \times (V^c))) \quad (35)$$

$$EF = 1 / (a + (b \times V)) \quad (36)$$

$$EF = a - (b \times \exp(((-1) \times c) \times (V^d))) \quad (37)$$

$$EF = a + (b / (1 + \exp(((-1) \times c) + (d \times \ln(x)))) + (e \times V))) \quad (38)$$

$$EF = c + (a \times \exp(((-1) \times b) \times V)) \quad (39)$$

$$EF = c + (a \times \exp(b \times V)) \quad (40)$$

$$EF = \exp(a + (b / V)) + (c \times \ln(V)) \quad (41)$$

Il documento rimanda ad un allegato in cui sono presenti i coefficienti da applicare a seconda della pendenza del terreno e del carico dell'automezzo.

RACCOLTA E TRASPORTO: CORINAIR

HDV <7,5 t

EURO 5											
Pollutant	Load	Slope	R2	a	b	c	d	e	f	g	Function
CO	100	0%	0,9973267	7,6866261	1,0116166	-0,9780207	0	0	0	0	$((a * (b^x)) * (x^c))$
NOx	100	0%	0,9514128	1,0751064	5,1030978	-1,4912761	-0,7655532	0,1794268	0	0	$(a + (b / (1 + \exp(((-1)^c * c) + (d * \ln(x)) + (e * x))))))$
HC	100	0%	0,9759191	11,266742	1,144319	-0,0071983	0	0	0	0	$(1 / (((c * (x^2)) + (b * x)) + a))$
PM	100	0%	0,9633151	22,352889	1,5912786	-0,0123386	0	0	0	0	$(1 / (((c * (x^2)) + (b * x)) + a))$
FC	100	0%	0,9193318	-0,0001992	0,0557247	-4,2534842	198,60903	0	0	0	$((a * (x^3)) + (b * (x^2)) + (c * x)) + d$
CO	100	-2%	0,9905037	0,155842	-2,6376014	0,3280729	0,6676437	0	0	0	$(a - (b * \exp(((-1)^c * c) * (x^d))))$
NOx	100	-2%	0,9627627	0,4570294	3,9061954	-0,3053549	-0,1145857	0,106124	0	0	$(a + (b / (1 + \exp(((-1)^c * c) + (d * \ln(x)) + (e * x))))))$
HC	100	-2%	0,9740961	11,854119	1,4740039	-0,0027354	0	0	0	0	$(1 / (((c * (x^2)) + (b * x)) + a))$
PM	100	-2%	0,9686175	-4,592E-08	1,111E-05	-0,0008622	0,0280414	0	0	0	$((a * (x^3)) + (b * (x^2)) + (c * x)) + d$
FC	100	-2%	0,9324271	-0,0002224	0,0566818	-4,412701	151,63708	0	0	0	$((a * (x^3)) + (b * (x^2)) + (c * x)) + d$
CO	100	2%	0,9850033	6,1469327	1,0092903	-0,8189654	0	0	0	0	$((a * (b^x)) * (x^c))$
NOx	100	2%	0,9217411	0,0444755	7,6482057	0,0872548	0	0	0	0	$\exp((a + (b/x)) + (c * \ln(x)))$
HC	100	2%	0,9725439	0,1488949	1,0043559	-0,4765167	0	0	0	0	$((a * (b^x)) * (x^c))$
PM	100	2%	0,9742113	-8,518E-08	1,462E-05	-0,0009352	0,041492	0	0	0	$((a * (x^3)) + (b * (x^2)) + (c * x)) + d$
FC	100	2%	0,9002263	-0,0002211	0,0583516	-4,0278629	249,90304	0	0	0	$((a * (x^3)) + (b * (x^2)) + (c * x)) + d$

RACCOLTA E TRASPORTO: CORINAIR

Le **emissioni di CO₂** sono funzione del consumo di carburante:

$$E_{CO_2} = 44.011 \frac{FC}{12.001 + 1.008r_{C:H} + 16.000r_{O:C}}$$

Dove: FC è il consumo di carburante espresso in g/km;
 $r_{C:H}$ e $r_{O:C}$ esprimono rispettivamente il rapporto tra gli atomi di carbonio e idrogeno e quelli di ossigeno e carbonio

Lo scopo è valutare l'impatto ambientale, in termini di **tCO_{2eq}**.

Per i fattori di conversione abbiamo fatto riferimento ai valori riportati dall'IPPC:

- ❖ 1 tCO₂ = 1 tCO_{2eq}
- ❖ 1 tCH₄ = 25 tCO_{2eq}
- ❖ 1 tN₂O = 298 tCO_{2eq}

considerando un orizzonte temporale di 100 anni.

RACCOLTA E TRASPORTO: CORINAIR

Un esempio di calcolo è riportato nella tabella:

Tipologia	Carburante	Classe (Euro)	EF gCO ₂ eq/km (100-0)
LCV	Benzina	4	264,78
LCV	Diesel	1	193,75
LCV	Diesel	2	193,65
LCV	Diesel	3	193,55
LCV	Diesel	5	193,50
HDV <=7,5t	Diesel	1	362,32
HDV <=7,5t	Diesel	4	315,14
HDV <=7,5t	Diesel	5	312,53
HDV 7,5-12 t	Diesel	3	495,12
HDV 7,5-12 t	Diesel	5	477,71
HDV 12-14 t	Diesel	2	517,33
HDV 14-20 t	Diesel	3	655,08
HDV 14-20 t	Diesel	5	639,99

RICICLO

Le emissioni dovute al riciclo possono essere considerate:

- **Dirette**, per i trattamenti che vengono effettuati nell'impianto
- **Indirette**, cioè le emissioni evitate grazie al riciclo.

DIRETTE: in base alla tipologia di materiale trattato si hanno diversi fattori di emissione. I valori riportati in tabella derivano da uno studio dell'European Topic Center

	Kg CO2/t	Kg CH4/ t	kg N2O/ t	kg CO2eq/ t
Carta e Cartone	110	0,217	0,00306	116,34
Plastica	1300	0,602	0,000704	1315,26
Vetro	21	0,01	0,0000192	21,26
Metalli	860	1,09	0,0101	890,26
Legno	24	0,041	0,011	28,303
Tessili	220	0,429	0,00556	232,38

Fonte: EEA-European Topic Center 2011

RICICLO

INDIRETTE: vengono considerati i benefici ambientali associati al riciclo.

Ad ogni materiale viene associato un **fattore di sostituzione** che rappresenta la percentuale per la quale, il materiale riciclato, copre le emissioni necessarie per la produzione di materia prima vergine.

Applicando ai fattori di emissione associati alla produzione di materia prima vergine i fattori di sostituzione si ottengono i $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{t}$ evitati.

Materiali	kgCO ₂ eq/t	Fattore di sostituzione	kgCO _{2eq} /t
Carta e Cartone	680	0,7	-476
Plastica	1720	0,85	-1462
Vetro	180	1,00	-180
Metalli	4110	0,88	-3616,8
Legno	90		0
Tessili	1960	1,54	-3018,4

Fonte: AEA Technology for European Commission 2001

Fonte: EEA-European Topic Center 2011

RICICLO

Anche per la frazione organica si può parlare di recupero/riciclo nelle due possibilità di:

1. **Compostaggio**
2. **Digestione Anaerobica**

Le emissioni indirette/evitate derivano dalla sostituzione di torba e fertilizzanti con il compost.

EMISSIONI DIRETTE		kgCO ₂ /t	kgCH ₄ / t	kg N ₂ O/ t	kg CO ₂ eq/ t
Compostaggio	Organico	109	-	-	109,00
Digestione anaerobica	Organico	138	-	-	138,00

EMISSIONI INDIRETTE/EVITATE		kg CO ₂ eq/t
Compostaggio	Organico	-80
Digestione anaerobica	Organico	-180

Fonte: EEA-European Topic Center 2011

TRATTAMENTO TERMICO

Le emissioni dirette di gas serra sono composte da CO₂ e N₂O, emesse dalla combustione del carbonio fossile (plastica, 50% materiali tessili, gomma ecc).
Le emissioni di CO₂ sono funzione del contenuto di carbonio e di quello fossile.

Materiali	%C	% C fossile	kg CO2/t	kg N2O/t	kg CO2eq/t
Carta e Cartone	33%	0%	0,00	0,05	14,90
Plastica	61%	100%	2236,67	0,05	2251,57
Vetro	0%	0%	0,00	0,05	14,90
Metalli	0%	100%	0,00	0,05	14,90
Tessili	39%	50%	715,00	0,05	729,90
Organico	19%	0%	0,00	0,05	14,90
Altri	24%	29%	255,20	0,05	270,10

Fonte: AEA Technology for European Commission 2001

SMALTIMENTO IN DISCARICA

Per le emissioni prodotte dallo smaltimento in discarica si è fatto riferimento allo studio dell'AEA Technology for European Commission basato sulla metodologia di default dell'IPCC.

Il metano, principale prodotto della degradazione della frazione putrescibile del rifiuto, rappresenta la principale fonte di emissione.

Le emissioni evitate derivano dal Carbonio organico sequestrato.

	Emissioni prodotte			Emissioni Evitate	Emissioni Nette
	kg CH ₄ /t (DDOC*50%*16000/12)	kg CO ₂ /t (DDOC*50%*44000/12)	kgCO ₂ eq/t	C Sequestrato kgCO ₂ /t (DOC-%DDOC)*44000/12	Emissioni nette kgCO ₂ eq/t
Carta	77,00	211,75	2136,75	-951,06	1185,69
Scarti organici	75,00	206,25	2081,25	-413,60	1667,65
Verde	80,00	220,00	2220,00	-854,48	1365,52
Legno	81,07	222,93	2249,60	-675,77	1573,83
Tessili	39,00	107,25	1082,25	-666,38	415,87
Pannolini	64,75	178,06	1796,81	-995,12	801,70
Fini	36,40	100,10	1010,10	-289,96	720,14

Fonte: AEA Technology for European Commission 2001

EMISSIONI DEGLI IMPIANTI

Dati necessari per la stima:

- Tonnellate di rifiuto per tipologia di trattamento
- Composizione media del rifiuto residuo secco
- % di frazione estranea nel rifiuto
- Destinazione del rifiuto



Processo di acquisizione dei dati

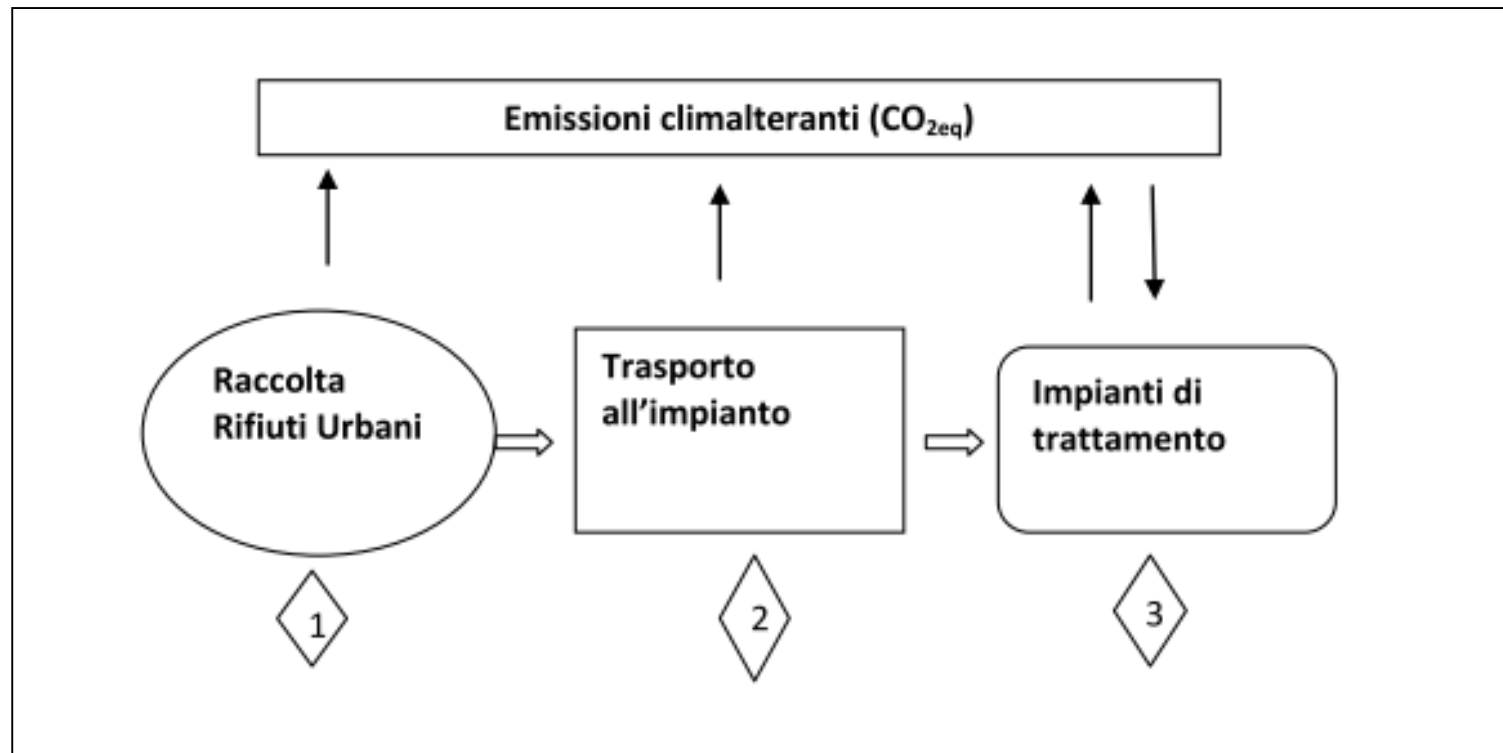
Riepilogo

Fasi progettuali

1. Riconoscimento del bisogno informativo del Comune: DSS che misuri l'impatto ambientale della gestione dei rifiuti attuata dal Comune
2. Definizione delle fonti di emissione del sistema: emissioni del trasporto e del trattamento
3. Sviluppo di un approccio metodologico in grado di misurare gli impatti del sistema
4. Acquisizione dei dati per il calcolo dell'impatto ambientale (quali dati e come acquisirli)
5. Validazione del processo di calcolo da parte del CNR-IIA
6. Standardizzazione del processo di calcolo e di acquisizione dei dati

Sistema considerato

Gli impatti ambientali delle fasi di gestione sono le emissioni degli automezzi e del trattamento



I confini delle fasi del sistema

- Fase RACCOLTA - dalla stazione base dell'automezzo allo svuotamento dell'ultimo contenitore;
- Fase TRASPORTO - dallo svuotamento dell'ultimo contenitore al conferimento del rifiuto all'impianto a cui è destinato;
- Fase TRATTAMENTO - l'impianto di destinazione finale: riciclo, recupero energetico e smaltimento

I 4 comuni campione

Comune	Società	Modalità di raccolta	Abitanti 2014 (03/03/2014)	Superficie (kmq)	Densità (ab./kmq)	Zona altimetrica
Chieti	Consorzio Formula ambiente	Porta a porta	51.484	59,57	864,26	4
Prato	ASM Prato	Misto	185.456	97,35	1905,04	3
Perugia	Gesenu	Misto	162.449	449,51	361,39	3
Sassari	Gesenu	Misto	123.782	547,04	226,674	5
TOTALE			523.171	1.153,47		

Tipologia dei DATI richiesti

I GRADO (modalità diretta)

- Servizio di raccolta: tipologia frazione (CER) e modalità di raccolta;
- Tipologia automezzi: portata, carburante, classe ambientale;
- FIR: quantità per CER; trattamento, distanza tra produttore e smaltitore

Periodo di riferimento

Anno riferimento 2013

COMUNE	MESI DISPONIBILI	MESI CONSIDERATI
SASSARI	6 MESI (LUGLIO - DICEMBRE 2013)	6 MESI (LUGLIO - DICEMBRE 2013)
CHIETI	9 MESI (GENNAIO - SETTEMBRE 2013)	6 MESI (GENNAIO - GIUGNO 2013)
PERUGIA	12 MESI (GENNAIO - DICEMBRE 2013)	6 MESI (GENNAIO - GIUGNO 2013)
PRATO	12 MESI (GENNAIO - DICEMBRE 2013)	6 MESI (GENNAIO - GIUGNO 2013)

Implementazione dell'approccio

TRASPORTO

- Determinazione della emissioni degli automezzi (tonCO₂eq) per frazione
 1. Quantità trasportata per frazione (quali CER; quanto raccolto di quei CER; automezzi impiegati nel trasporto – info su servizio di raccolta e FIR)
 2. Calcolo del fattore di emissione degli automezzi impiegati (info tipologia automezzo portata, carburante, classe ambientale per targa) per il N di automezzi
 - Componente gestionale e territoriale (pendenza)
 3. Km percorsi nella fase trasporto da ogni tipologia automezzo per frazione (distanza tra produttore e smaltitore dai FIR)

Materiali considerati

CER raccolti per Comune (anno 2013)

FRAZIONE	CER	SASSARI	CHIETI	PERUGIA	PRATO
PLASTICA	150102	X			
VETRO	150107	X			X
MULTIMATERIALE*	150106		X	X	X
CARTA	200101	X	X	X	X
ORGANICO	200108	X	X	X	X
	200201	X			
RESIDUO SECCO	200301	X	X	X	X

Quantità procapite (kg/ab.)

CER raccolti per Comune in kg/ab. anno (2013)

FRAZIONE	CER	SASSARI t	CHIETI t	PERUGIA t	PRATO t
PLASTICA	150102	8,47	-	-	-
VETRO	150107	15,52	-	-	19,56
MULTIMATERIALE	150106	-	35,35	25,96	2,71
CARTA	200101	14,55	19,31	18,27	-
ORGANICO	200108	22,35	13,31	45,29	2,36
	200201	6,39	-	-	-
RESIDUO SECCO	200301	113,95	65,05	107,39	115,99
TOTALE		181,24	133,02	196,91	140,62

Tipologia dei dati richiesti

II GRADO (modalità indiretta: determinazione dei km per la fase della raccolta)

- Estrazione dati software (km percorsi e velocità);
- Elenco vie delle zone di raccolta

Implementazione dell'approccio

TRATTAMENTO

- Determinazione delle emissioni del trattamento (tonCo2eq) per frazione
 1. Quantità trattata per frazione: quantità trasportata al netto degli scarti (+ secco residuo secondo la composizione merceologica)
 2. Calcolo delle emissioni nette del trattamento (emissioni prodotte meno le emissioni evitate)
 - Applicazione dei fattori di emissioni degli impianti finali (per R13 e per D15)
 - Emissioni nette negative (impatto evitato) e positive (impatto prodotto)

Risultati

1. Emissioni di tonCO₂eq/ton frazione per fase di gestione: trasporto e trattamento (in futuro raccolta)
 - Confronto dell'impatto del Comune in anni diversi: modifica del numero e della tipologia degli automezzi; km percorsi (nel trasporto); variazione della quantità e della tipologia di trattamento.
 - Confronto dell'impatto del Comune rispetto all'impatto in altri Comuni (NON ESISTONO PARAMENTRI DI RIFERIMENTO)

Prossime fasi progettuali

1. Validazione del metodo di calcolo
2. Standardizzazione del processo di calcolo e di acquisizione dei dati



Ancitel Energia e Ambiente

Tel. 06 68892362 – 06 68215590

fax 06 68307563

sito: www.ea.ancitel.it

email: osservatorio.info@ea.ancitel.it
