obiettivo efficienza energetica

GUIDA OPERATIVA

L'ottenimento dei Certificati Bianchi
Settore Rifiuti

ai sensi del Decreto del Ministero Sviluppo Economico 28.12.2012, art. 15 comma 2

2014

Collana Certificati Bianchi

Ministero dello Sviluppo Economico

ENEA UTEE UNITÀ TECNICA EFFICIENZA ENERGETICA

CERTIFICATI BIANCHI
Presentazione dei progetti a Consuntivo (PPPM)
Guida Operativa per il Settore della Gestione dei Rifiuti

2014 ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia
e lo sviluppo economico sostenibile
Lungotevere Thaon di Revel 76 - 00196 Roma

Gruppo di lavoro ENEA sui certificati bianchi
www.enea.it

NOTA METODOLOGICA
La presente guida operativa è stata redatta con la collaborazione di Federambiente, FISE Assoambiente e CIC, e attingendo informazioni dalla banca dati ENEA 'certificati bianchi'.

Informazioni e dati contenuti nella presente guida operativa possono essere liberamente riprodotti o comunicati al pubblico purché si indichino la fonte da cui sono tratti, la data e il nome dell'autore.

INDICE

1. PERCHÉ UNA GUIDA OPERATIVA 5
2. LA PRODUZIONE E LA GESTIONE DEI RIFIUTI IN ITALIA 7
2.1 La situazione attuale 7
2.2 L'incenerimento 10
2.2.1 Dati descrittivi del settore 10
2.2.2 I consumi e la produzione di energia 10
2.2.2.1 Consumi di energia termica 11
2.2.2.2 Consumi di energia elettrica 12
2.2.2.3 Recupero energetico 14
2.3 Il TMB 14
2.3.1 Dati descrittivi del settore 14
2.3.2 I consumi di energia 16
2.4 Il compostaggio e la digestione anaerobica 17
2.4.1 Dati descrittivi del settore 17
2.4.1.1 Gli impianti di compostaggio di frazioni organiche selezionate 17
2.4.1.2 Gli impianti di digestione anaerobica di frazioni organiche selezionate 19
2.4.2 I consumi di energia 21
3. MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI 23
3.1 L'incenerimento 23
3.1.1 Controllo del processo 24
3.1.2 Recupero di calore 24
3.1.3 Incremento dell'efficienza del ciclo termodinamico 23
3.1.4 Altri interventi 25
3.2 Il TMB 25
3.3 Il compostaggio e la digestione anaerobica 26
4. L'INDIVIDUAZIONE DELLA *BASELINE* 28
4.1 L'incenerimento 28
4.2 Il TMB 29
4.3 Il compostaggio e la digestione anaerobica 29
5. STIME RELATIVE AL POTENZIALE DI 30
PENETRAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO 30
5.1 Incenerimento dei rifiuti 30
5.2 Il TMB 30
5.3 Il compostaggio e la digestione anaerobica 31
6. L'ALGORITMO DI CALCOLO DEI RISPARMI 31
6.1 L'incenerimento 31
6.1.1 Risparmio relativo all'energia termica 32
6.1.2 Risparmio relativo all'energia elettrica 32

6.1.3 Risparmio relativo alla produzione di energia elettrica 32
6.1.4 Recupero di calore 33
6.1.5 Considerazioni relative alle grandezze da misurare 33
6.2 Il TMB 34
6.2.1 Risparmio relativo all'energia elettrica 34
6.3 Il compostaggio e la digestione anaerobica 34
6.3.1 Risparmio relativo all'energia elettrica 34
6.3.2 Recupero di calore 35
7. INTERVENTI PRESENTATI NEL SISTEMA DEI TEE 35
7.1 L'incenerimento 36
7.1.1 Installazione di generatore di vapore per recupero di calore dai fumi 37
7.1.2. Installazione di inverter sui motori dei ventilatori 37
7.1.3 Modifiche al sistema di trattamento dei fumi 37
7.1.4 Modifiche al controllo della combustione 38
7.1.5 Integrazione con reti di teleriscaldamento 38
7.1.6 Efficientamento del sistema di illuminazione 38
7.1.7 Installazione ex-novo di una centrale di produzione di energia elettrica 38
7.2 Il compostaggio e la digestione anaerobica 39
7.2.1 Installazione di recuperatore di calore dai fumi di combustione del biogas 39
BIBLIOGRAFIA 40
TRE REGOLE DA SEGUIRE 41
GLOSSARIO 42

1. PERCHÉ UNA GUIDA OPERATIVA

Il sistema dei Certificati Bianchi, o Titoli di Efficienza Energetica (TEE), è stato definitivamente introdotto in Italia dai decreti 20 luglio 2004. L'accesso a tale sistema incentivante è articolato su tre diversi metodi di valutazione: il metodo standardizzato, il metodo analitico ed il metodo a consuntivo. I primi due si sostanziano nell'esistenza di *schede tecniche* le quali facilitano l'accesso al sistema, avendo già incluso l'algoritmo di calcolo dei risparmi che incorpora implicitamente la *baseline*, la verifica dell'addizionalità, gli aggiustamenti, ecc. Il metodo a consuntivo, viceversa, comporta un maggior coinvolgimento del proponente il quale, nel presentare il proprio progetto, è invitato a pronunciarsi sul complessivo quadro al contorno, sia di tipo tecnologico, che normativo, che di mercato. Questo compito non è di immediata esecuzione poiché ogni progetto ha le sue proprie peculiarità, e non può far tesoro dell'esperienza maturata con altri progetti analoghi già inviati a sistema. La comunità delle SSE (società di servizi energetici) e delle SEM (società con energy manager nominati) ha allora sollecitato le istituzioni nel mettere a disposizione dei riferimenti condivisi con il soggetto valutatore, in maniera da rendere più spedita la compilazione della proposta a consuntivo facilitando al contempo il lavoro istruttorio.

Il Ministero dello Sviluppo Economico ha fatto propria l'istanza, ed ha elaborato il comma 2 dell'art. 15 del DM 28.12.2012, il quale recita:

"L'ENEA predispone e pubblica, entro il 31 dicembre 2013 e successivamente con cadenza biennale, guide operative per promuovere l'individuazione e la definizione di progetti a consuntivo con particolare riferimento ai settori industriali del cemento, del vetro, della ceramica, dei laterizi, della carta, della siderurgia, dell'agricoltura e dei rifiuti nonché ai settori di cui all'articolo 4, comma 2, lettere a), b) e c), del decreto del Ministro dello sviluppo economico del 15 marzo 2012 [trasporti pubblici locali, edifici e utenze delle regioni e delle province autonome e degli enti locali, riduzione del traffico urbano, illuminazione pubblica, settore idrico (N.d.R.)]. *Le guide operative sono corredate della descrizione delle migliori tecnologie disponibili e delle potenzialità di risparmio in termini economici ed energetici derivanti dalla loro applicazione."*

L'ENEA, nel redigere le Guide Operative, prende contatto con associazioni di categoria e soggetti coinvolti nel sistema dei certificati bianchi (società di servizi energetici, energy manager, aziende leader nel settore specifico, istituzioni, utenti finali), in modo da produrre uno strumento operativo frutto di un lavoro di squadra, le cui indicazioni risultino condivise tra le parti interessate.

Per valorizzare le informazioni che vengono raccolte durante le istruttorie delle proposte di progetto, ENEA analizza le relative analisi effettuate ed estrae dati medi o tendenziali che possano fungere da media di mercato, fornendo al contempo informazioni sulla struttura degli algoritmi di calcolo dei risparmi.

Le Guide Operative non sono manuali sull'efficienza energetica nei diversi settori elencati nel comma citato in precedenza, ma hanno una finalità — ed una conseguente struttura — dedicata esclusivamente alla facilitazione nel conseguimento dei titoli di efficienza energetica. In altri termini, aspetti di inquadramento seppur importanti come la descrizione dello specifico settore produttivo, dei relativi processi produttivi e delle migliori tecniche disponibili sono limitati a quegli elementi necessari alla compilazione delle proposte.

Gli scopi che la Guida Operativa di settore si pone sono diversi; in particolare si evidenziano i seguenti:

- fornire un quadro degli interventi di razionalizzazione energetica che possono essere realizzati nello specifico settore; quando possibile, verranno citati i risultati quantitativi che possono essere ottenuti;
- fornire supporto nella presentazione di progetti a consuntivo; viene posta specifica attenzione alla *baseline* di riferimento, argomento che normalmente riveste caratteristiche di criticità durante la valutazione.

2. LA PRODUZIONE E LA GESTIONE DEI RIFIUTI IN ITALIA

2.1 La situazione attuale

Nel caso specifico della gestione dei rifiuti debbono essere prese in esame attività piuttosto diversificate che includono aspetti che spaziano dalla raccolta, al trasporto, all'impiantistica di trattamento (per lo più finalizzata al riciclaggio e al recupero), allo smaltimento finale, di solito rappresentato dalla discarica controllata.

Occorre inoltre ricordare che oltre ai rifiuti urbani l'esame deve riguardare anche i rifiuti speciali, vale a dire tutta quella gamma di rifiuti, inclusi anche quelli classificati come pericolosi, che oltre a essere quantitativamente assai più significativa di quelli urbani, possono richiedere il ricorso a tecniche di gestione e di trattamento specifiche, che sovente si discostano da quelle tipiche degli urbani.

Va da sé che questa prima edizione della guida non possa essere esaustiva di tutti i multiformi aspetti che compongono il ciclo completo di gestione dei rifiuti, siano essi urbani o speciali.

In particolare le modalità gestionali che sono state prese in esame hanno riguardato:

- l'incenerimento;
- il trattamento meccanico, meccanico-biologico e la produzione di CSS/CDR [1];
- il compostaggio e la digestione anaerobica.

Va comunque evidenziato che le suddette voci, pur costituendo una gamma ridotta di forme di trattamento, sotto l'aspetto quantitativo costituiscono una frazione consistente delle modalità gestionali che trovano applicazione allo stato attuale, soprattutto per quanto riguarda i rifiuti urbani. Inoltre, come verrà discusso in seguito, sino a oggi gli unici casi oggetto di proposte e successiva assegnazione di TEE sono riconducibili ad impiantistica relativa proprio a tali forme di trattamento.

Si sottolinea comunque il numero assai ridotto di interventi a oggi proposto nel settore della gestione dei rifiuti. Dall'analisi della banca dati messa a punto dall'ENEA per il periodo 2009-giugno 2013 sono state individuate poco meno di trenta iniziative.

[1] Solo ai fini della semplificazione dell'esposizione questa modalità gestionale verrà in seguito individuata con l'acronimo TMB. Si ricorda inoltre che il DLgs 205/2010 ha introdotto il concetto di CSS (combustibile solido secondario), in accordo alla normativa tecnica messa a punto a livello europeo dal CEN e pubblicata in Italia dall'UNI. Il CSS ha formalmente sostituito, anche se con un'accezione più ampia, il CDR (combustibile derivato da rifiuti).

Di queste, tralasciando quelle che riguardano l'impiego di rifiuti come combustibile (tipicamente i cementifici) o come materiale alternativo in impianti produttivi, ascrivibili allo specifico settore industriale, ne rimangono 16 di cui 12 riconducibili all'ambito dei rifiuti urbani e 4 che riguardano il trattamento di rifiuti speciali, per lo più relativi ad operazioni di autosmaltimento. Per il settore dei rifiuti urbani 9 riguardano l'incenerimento e 3 la digestione anaerobica. In entrambi i casi si tratta per lo più di iniziative finalizzate al recupero di energia termica dai fumi di combustione, ai fini sia di teleriscaldamento, sia di usi interni all'impianto.

In considerazione della carenza di dati aggiornati riguardo all'impiantistica di trattamento si è resa necessaria l'esecuzione di un'indagine ad hoc, ai fini della raccolta di informazioni e dati inerenti lo specifico settore. I risultati di quest'indagine, pur con i limiti che verranno meglio discussi in seguito, hanno costituito la fonte informativa principale ai fini della redazione della presente guida, venendo di fatto a costituire la voce identificata in seguito come "Pratica corrente italiana".

Anche se non è stato possibile, in questa prima edizione, fornire un quadro esaustivo di riferimento, le informazioni e i dati riportati costituiscono un valido supporto per affrontare il percorso che dovrebbe portare all'acquisizione dei TEE nel settore della gestione dei rifiuti.

Come già accennato in precedenza livello nazionale la normativa di settore classifica i rifiuti in due distinte categorie: i **rifiuti urbani** (RU) e i **rifiuti speciali** (RS). I primi individuano principalmente i rifiuti domestici e, più in generale, quelli prodotti in un contesto urbano, quali quelli derivanti da attività commerciali, circuiti produttivi di ridotte dimensioni, dal terziario ecc. che spesso vengono "assimilati" a quelli urbani a livello locale, in accordo a specifici regolamenti comunali. I rifiuti speciali invece includono per lo più i rifiuti (anche pericolosi) derivanti dall'industria, dall'agricoltura e dalle attività di costruzione e demolizione.

Benché la tematica dei rifiuti urbani sia più conosciuta e pressante presso l'opinione pubblica, dal punto di vista quali-quantitativo il quadro relativo ai rifiuti speciali risulta essere molto più variegato e significativo.

I dati di produzione e di gestione, secondo quanto riportato nell'ultimo rapporto (edizione 2013) dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) [1], evidenziano che nel 2011 la produzione di rifiuti urbani in Italia si è assestata a un valore pari a 31,4 milioni di tonnellate (Mt), facendo rilevare un calo di circa 1,1 milioni di tonnellate (-3,4%) rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda invece la gestione dei RU, sempre secondo i dati ISPRA, l'analisi dei dati relativi all'anno 2011 evidenzia che **lo smaltimento in discarica** ha riguardato oltre 13,2 Mt (42,1% della produzione totale), configurandosi ancora come la forma di gestione più diffusa.

L'**incenerimento con recupero di energia** in impianti dedicati ha riguardato 5,29 Mt (16,9% della produzione), a cui si aggiungono circa 0,56 Mt di **CSS/CDR** (1,8% della produzione totale) impiegato come combustibile alternativi in impianti industriali.

Il **trattamento meccanico-biologico** (TMB) ha interessato circa 9,2 Mt di RU (29,2% della produzione) e ha costituito la forma principale di pretrattamento a monte dello smaltimento in discarica o dell'incenerimento con recupero energetico.

Il **riciclaggio** delle diverse frazioni provenienti dalla raccolta differenziata (RD) o eventualmente da impianti TMB rappresenta il 34,4 % della produzione totale di cui il 22,8% risulta proveniente dalla raccolta delle "frazioni secche" (imballaggi) e l'11,6% è costituito dalla frazione organica da RD (umido + verde); di quest'ultima, circa 3,5 Mt sono state avviate a compostaggio, mentre circa 0,45 Mt sono state trattate tramite la digestione anaerobica.

Il restante quantitativo di rifiuti, pari al 6,6% della produzione totale, ha interessato forme minori di gestione che includono: esportazione, trattamenti preliminari di selezione/biostabilizzazione, recupero energetico di combustibile alternativo in impianti industriali, copertura di discariche ecc.

Per quanto riguarda invece i rifiuti speciali, in base ai dati riportati nel relativo rapporto ISPRA (edizione 2012) [2], nel 2010 la produzione totale di rifiuti speciali in Italia si è attestata a 137,9 Mt con un incremento del 2,4% rispetto all'anno precedente.

Nello stesso anno i rifiuti speciali complessivamente gestiti in Italia sono stati pari a 144,8 Mt, a causa delle differenze tra import ed export e, soprattutto della presenza di specifiche modalità gestionali (deposito preliminare, messa in riserva) che, in quanto forme intermedie di gestione, non consentono di correlare la produzione con la gestione di rifiuti nello stesso anno di riferimento. Dei circa 145 Mt di rifiuti trattati, circa 133 Mt (91,8%) sono costituiti da rifiuti non pericolosi e i restanti 12 milioni circa (8,2%) da rifiuti pericolosi.

La forma di gestione prevalente è stata costituita dal recupero di materia con 83,3 Mt (57,5% del totale dei rifiuti gestiti); sono seguiti il trattamento chimico, fisico e biologico con 24,9 Mt (17,2% del totale), lo stoccaggio prima dell'avvio alle operazioni di recupero/smaltimento con 21,4 Mt (14,8%) e lo smaltimento in discarica con 11,9 Mt (8,2%). Incidenze più ridotte riguardano rispettivamente il recupero di energia in impianti dedicati, ovvero presso impianti industriali con 2,3 Mt (1,6%) e l'incenerimento con 0,98 Mt (0,7%).

2.2 L'incenerimento

2.2.1 Dati descrittivi del settore

In Italia l'incenerimento di rifiuti segna il passo rispetto ai Paesi del Centro-Nord Europa. Al 31.12.2010, secondo l'ultima indagine condotta da ENEA e Federambiente [3], sono presenti sul territorio nazionale 53 impianti di incenerimento di rifiuti urbani, di cui 50 effettivamente operativi. La capacità complessiva di trattamento è pari 21.693 t/g, la potenza elettrica installata è 782 MW. La capacità media di trattamento risulta di poco superiore alle 400 t/g, corrispondenti a circa 135.000 t/a.

Le considerazioni e i dati di seguito riportati sono riferiti principalmente al caso dei rifiuti urbani, per i quali il ricorso all'incenerimento è molto più sviluppato che per gli speciali. Ciò in analogia quanto già avvenuto nella redazione del "BRef for Waste Incineration [4][2]. Occorre inoltre ricordare che negli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani vengono attualmente trattati quantitativi significativi di rifiuti speciali (inclusi i pericolosi), mediamente dell'ordine del 15-20 % del totale trattato.

Per quanto riguarda la configurazione impiantistica, essa risulta piuttosto consolidata dopo le rilevanti trasformazioni e il progresso tecnologico conseguiti nell'ultimo decennio del secolo scorso.

In linea generale un impianto di incenerimento risulta costituito dalle seguenti sezioni:

- sezione di combustione (griglia, tamburo rotante, letto fluido);
- sezione di recupero energetico tramite ciclo a vapore;
- sezione di produzione di energia elettrica;
- sezione di trattamento dei fumi.

In Fig. 1 è riportato lo schema di flusso di un impianto di incenerimento nel caso di trattamento di rifiuti urbani.

2.2.2 I consumi e la produzione di energia

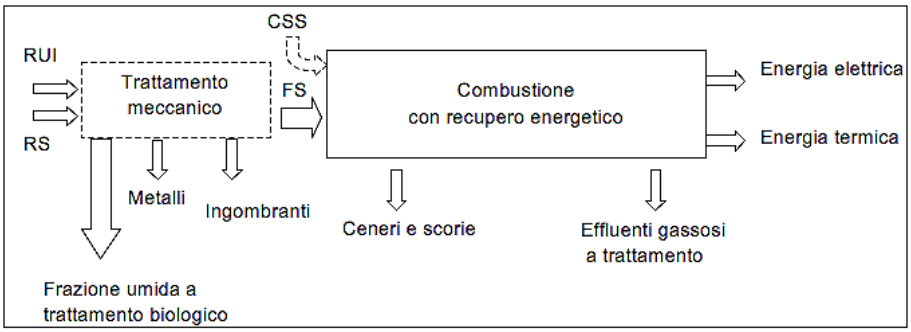
In termini di prestazioni energetiche, intese come consumi e produzioni di energia, occorre subito dire che esse sono fortemente influenzate, a parità di altre condizioni, dalla taglia dell'impianto.

2 BAT reference document ("BRef") for Waste Incineration, documento elaborato in sede europea nell'ambito dell'applicazione della Direttiva 96/61/CE per la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC), allo stato attuale abrogata e sostituita dalla direttiva 2010/75/CE. È stato ripreso, a livello nazionale, dal DM 29 gennaio 2007 [5].

Alla luce di ciò, ai fini della presente guida, gli impianti di incenerimento possono essere suddivisi nelle seguenti classi di taglie, individuate sulla base del carico elettrico nominale:

– impianti piccoli (P_{el}< 8 MW);
– impianti medi (8 MW < P_{el}< 25 MW);
– impianti grandi (P_{el}> 25 MW).

Figura 1. Schema di flusso di un impianto di incenerimento



Fonte: Rielaborato da ENEA-Federambiente [6].
Legenda: RUI = rifiuti urbani indifferenziati; CSS = combustibile solido secondario; FS = "frazione secca".

Inoltre, al fine di caratterizzare univocamente la taglia dell'impianto viene definito il seguente parametro, calcolato per un periodo di riferimento prefissato ed espresso in MWh:

MWh_{EP} = Energia termica primaria in ingresso all'impianto, pari a: [(quantitativo di rifiuti inceneriti) x (PCI medio dei rifiuti) + contributo energetico dei combustibili fossili].

Si sottolinea inoltre il fatto che, allo stato attuale, sono stati presi in esame solo gli impianti con tecnologia di combustione su **forno a griglia**. i quali costituiscono la tipologia di gran lunga più impiegata nel settore, fattore che ha anche consentito di disporre di un numero di dati ampio.

2.2.2.1 Consumi di energia termica

Un impianto d'incenerimento di rifiuti urbani richiede l'impiego essenzialmente di energia elettrica per il funzionamento delle sue apparecchiature principali, ausiliarie ed accessorie.

I consumi di energia termica sono legati all'impiego di combustibile fossile, per lo più gas naturale, necessario per attivare la combustione e per mantenere la temperatura minima richiesta dalla normativa nella camera di post-combustione.

In Tab. 1 sono riportati i consumi medi unitari derivanti dall'indagine di settore effettuata a livello nazionale, espressi in termini di Sm^3 di gas naturale, rapportati al parametro MW_{EP}.

Tabella 1. Consumi unitari di gas naturale per l'incenerimento

Taglia impianto	Gas naturale Sm^3/MWh_{EP}
Impianti piccoli	1,2
Impianti medi	2,2
Impianti grandi	1,1

Dai dati di Tab. 1, adottato un PCI per il gas naturale pari a 9,59 kWh/Sm^3, si ricavano i consumi di energia termica riportati in Tab. 2.

Tabella 2. Consumi unitari di energia termica per l'incenerimento

Taglia impianto	Energia termica [kWh/MWh_{EP}]
Impianti piccoli	11,5
Impianti medi	21,1
Impianti grandi	10,6

2.2.2.2 Consumi di energia elettrica

Per quanto riguarda i consumi di energia elettrica i dati resi disponibili sono riportati nella Tab. 3.

Tabella 3. Consumi unitari di energia elettrica per l'incenerimento

Taglia impianto	Energia elettrica [kWh/MWh_{EP}]
Impianti piccoli	49
Impianti medi	44
Impianti grandi	32

Tabella 4. Valori di riferimento per i consumi unitari di energia per l'incenerimento

Riferimento	Energia termica	Energia elettrica
BRef for Waste Incineration [4]	n.d.	0,15 MWh/t [(1)]
Pratica corrente italiana	[kWh/MWh$_{EP}$]	[kWh/MWh$_{EP}$]
	Impianti piccoli: 11,5 Impianti medi: 21,1 Impianti grandi: 10,6	Impianti piccoli: 49 Impianti medi: 44 Impianti grandi: 32

[(1)] Riferito a un PCI dei rifiuti pari 10,4 MJ/kg (2,9 MWh/t)

Si riporta in Tab. 4 il riepilogo dei consumi termici ed elettrici espressi come consumi di energia rispetto all'energia primaria totale immessa.

Tali valori debbono essere considerati indicativi e non possono essere impiegati *tout court* per la definizione della *baseline* di riferimento, a causa delle motivazioni alle quali si è già accennato e che vengono di seguito dettagliate:

- i dati disponibili presentano una dispersione consistente, con una forbice tra valore minimo e massimo che può arrivare anche a un rapporto 1 a 3;
- le prestazioni energetiche sono strettamente correlate alle condizioni progettuali, come pressione e temperatura del vapore, presenza o meno di spillamento per recupero calore, ecc., legate a fattori non strettamente tecnici che possono rendere non confrontabili impianti solo apparentemente simili;
- l'influenza di fattori locali come, ad esempio, particolari prescrizioni autorizzative che limitano i parametri di esercizio, svincolandoli dal perseguimento della migliore efficienza impiantistica;
- le condizioni al contorno presenti nel periodo di costruzione o revamping degli impianti, potenzialmente condizionate da particolari situazioni autorizzative a livello locale;
- i dati di riferimento, raccolti tramite un'indagine effettuata ad hoc, derivano dalle informazioni fornite da un numero limitato di impianti.

Tutto ciò porta a concludere che per questa tipologia impiantistica risulta assai difficoltoso definire una *baseline* di riferimento a livello generale. Ne consegue che interventi di efficientamento energetico effettuati su queste tipologie di impianti debbano necessariamente essere valutati caso per caso.

Tabella 5. Valori di riferimento per la produzione di energia elettrica da incenerimento

Riferimento	Energia elettrica [%]
BRef for Waste Incineration [4]	12,9 – 22,0 (1)
Pratica corrente italiana	Impianti piccoli: 14,5 Impianti medi: 21,5 Impianti grandi: 28,7

(1) Riferito a un PCI dei rifiuti pari a 10,4 MJ/kg (2,9 MWh/t)

2.2.2.3 Recupero energetico

Dal recupero energetico effettuato sui fumi di combustione è possibile produrre energia, per lo più costituita da energia elettrica, talvolta combinata con la produzione di energia termica, di norma utilizzata per alimentare reti di teleriscaldamento a livello locale.

Un'indicazione dei possibili recuperi ottenibili è riportata in Tab. 5; i valori riportati sono rappresentativi di un assetto impiantistico riguardante la sola produzione elettrica.

Le prestazioni energetiche di impianti con produzione combinata di energia elettrica e termica dovranno invece essere determinate prendendo in considerazione di volta le specifiche condizioni operative adottate quali, ad esempio, le modalità di produzione di energia termica (es. spillamento, contropressione, ecc.).

2.3 Il TMB

2.3.1 Dati descrittivi del settore

Un quadro della situazione nazionale di settore è riportato nel rapporto ENEA–Federambiente [6]. Secondo l'indagine effettuata erano presenti sul territorio nazionale, al 31 dicembre 2008, 135 impianti di trattamento meccanico e meccanico-biologico di rifiuti, la stragrande maggioranza dei quali dedicati ai rifiuti urbani, costituiti da 141 linee e aventi una capacità complessiva di trattamento pari 14,5 Mt/a.

I trattamenti di tipo meccanico-biologico hanno come funzione principale la stabilizzazione della frazione organica putrescibile, la separazione delle diverse frazioni contenute nei rifiuti ai fini del recupero di materia ed energia, quest'ultima attraverso la produzione di CSS/CDR.

Essi possono essere articolati secondo due distinte modalità:

– “a flusso separato”, nel caso in cui il trattamento biologico viene applicato alla sola frazione “umida”, precedentemente separata meccanicamente da quella “secca”;
– “a flusso unico” se la corrente di rifiuti in ingresso all’impianto è sottoposta nel suo complesso a trattamenti meccanico-biologici.

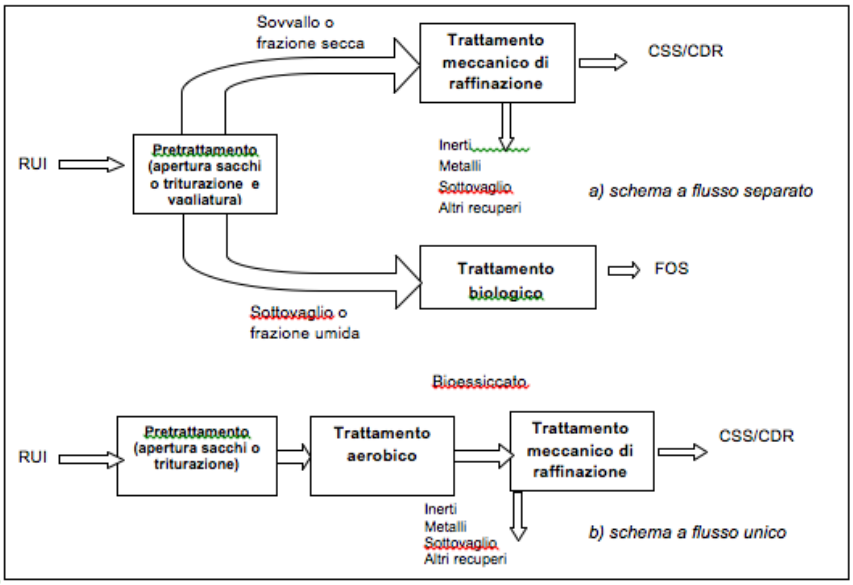
Uno schema di flusso delle due alternative è riportato in Fig. 2.

Nel seguito si assume che il trattamento biologico sia di tipo aerobico statico, ovvero che richieda un’aerazione forzata fornita da sistemi di ventilazione e che non sia necessario rivoltare il rifiuto in trattamento con mezzi meccanici.

Per gli impianti “a flusso separato” oppure “a flusso unico” si possono comunque distinguere le seguenti fasi:

– pretrattamento
– trattamento biologico
– trattamento meccanico di raffinazione.

Figura 2. Schema di flusso delle soluzioni alternative per il TMB



Fonte: Rielaborato da ENEA-Federambiente [6]
Legenda: RUI = rifiuti urbani indifferenziati; CSS/CDR = combustibile solido secondario/combustibile derivato da rifiuti; FOS = frazione organica stabilizzata.

Tabella 6. Consumi unitari di energia elettrica nel TMB

Trattamento completo	**Energia elettrica [kWh/$t_{rifiutiIN}$]**
BRef for Waste Treatments Industries [7] [3]	n.d.
Pratica corrente italiana	45 - 110
Suddivisione per fasi di trattamento	
Sezione di pretrattamento	15
Sezione di trattamento biologico	30
Sezione di raffinazione/produzione CSS/CDR(1)	30
Sezione di raffinazione/produzione CSS/CDR (2)	55

(1) Produzione di CSS/CDR destinato a smaltimento finale e/o a recupero energetico in inceneritori.
(2) Produzione di CSS/CDR destinato a cementifici o a centrali termoelettriche.

2.3.2 I consumi di energia

Un impianto di TMB di rifiuti urbani richiede l'impiego di energia elettrica per il funzionamento delle sue apparecchiature principali, ausiliarie e accessorie. Non sono di norma previsti invece consumi di energia termica. I dati disponibili per i consumi di energia elettrica sono riportati nella Tab. 6. Tali valori sono da considerarsi puramente indicativi; gli effettivi consumi specifici degli impianti oppure riferiti alle singole fasi del trattamento sono da valutare caso per caso, in quanto sono funzione di molti fattori, quali la tipologia dei rifiuti in ingresso, dello specifico processo realizzato, delle tecnologie di trattamento impiegate, nonché delle caratteristiche richieste per i materiali in uscita.
I consumi di energia elettrica risultano inoltre fortemente influenzati da:

- la pezzatura del materiale triturato da destinare al successivo trattamento biologico;
- la pezzatura richiesta per il CSS/CDR che, a titolo esemplificativo, risulta variabile tra nessuna richiesta per impianti con forno a griglia, inferiore a 150 mm per forni a letto fluido, inferiore a 30 mm

[3] BAT reference document ("BRef") for Waste Treatments Industries, documento elaborato in sede europea nell'ambito dell'applicazione della Direttiva 96/61/CE per la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC), attualmente abrogata e sostituita dalla direttiva 2010/75/CE. Anche in questo caso i principi sono stati ripresi, a livello nazionale, dal DM 29 gennaio 2007 [5].

per la co-combustione in cementifici (fiamma soffiata), inferiore a 10 mm per la co-combustione in centrali termoelettriche a carbone;

– le rese di produzione e il grado di purezza richiesti per i materiali di recupero (CSS/CDR, metalli, inerti, plastiche ecc.). Maggiore è il valore del prodotto (resa per purezza), maggiore risulta la complessità del trattamento e di conseguenza maggiori i consumi di energia elettrica.

È da notare come lo schema del processo, e quindi le conseguenti scelte impiantistiche con i relativi consumi elettrici, dipendano in ultima analisi anche dalle caratteristiche dei rifiuti in ingresso, ovvero dalle modalità adottate per la raccolta differenziata effettuata a monte. Ad esempio, in ambiti in cui viene prevista una raccolta spinta della frazione organica, la sezione di trattamento biologico può essere ridotta e quindi i consumi energetici risultano parimenti contenuti.

In questo contesto può essere d'aiuto la Tab. 7 che riporta i consumi elettrici della principale componentistica normalmente utilizzata negli impianti TMB. I consumi sono riferiti ai rifiuti in ingresso all'apparecchiatura stessa.

Data la molteplicità e le differenti peculiarità degli impianti di TMB, occorrerà pertanto determinare caso per caso i consumi specifici di energia elettrica (complessivi, per singoli componenti oppure per fasi di trattamento), rispetto ai quali fare riferimento ai fini della quantificazione dei risparmi conseguenti ad interventi di efficienza energetica.

2.4 Il compostaggio e la digestione anaerobica

2.4.1 Dati descrittivi del settore

2.4.1.1 Gli impianti di compostaggio di frazioni organiche selezionate

Secondo i dati riportati nell'ultimo rapporto dell'ISPRA [1] e rielaborati dal CIC [9] sono stati censiti, nel 2011, 283 impianti di cui i 252 che risultano operativi coprono il 93% della capacità complessiva autorizzata a livello nazionale, pari a 6,98 Mt/a.

Gli impianti possono essere distinti in tre categorie, in base alla taglia, individuata da quantitativi annui di rifiuti di cui è autorizzato il trattamento.

Sulla base di tale classificazione sono 30 gli impianti che trattano fino a 1.000 t/a, 59 quelli che trattano fino a 10.000 t/a e 193 quelli autorizzati per quantitativi annui di rifiuti superiori a 10.000 t/a.

A titolo informativo è riportato in Fig. 3 uno schema di flusso del trattamento di compostaggio delle frazioni organiche.

Tabella 7 - Principali caratteristiche delle apparecchiature impiegate negli impianti TMB [8]

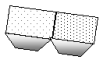
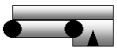
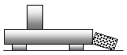
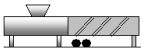
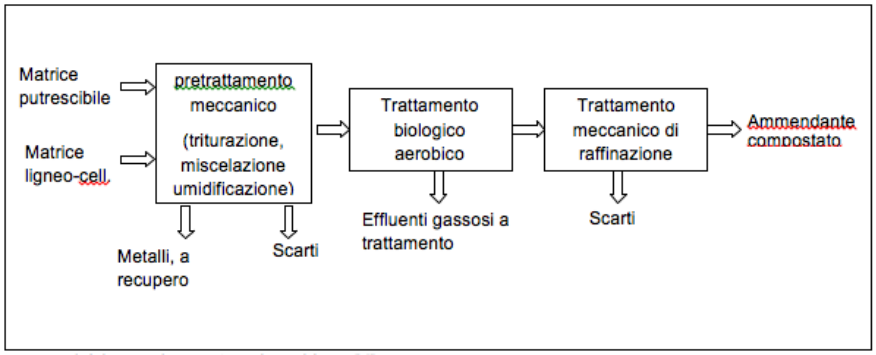
Macchina	Funzione	Tipologia	Pregi	Difetti	Consumi elettrici
Trituratore primario	tritura-rompe i sacchi	monorotore-birotore-lento(<100 giri minuto)-veloce(>200 giri minuto)	Omogenizza il rifiuto-facilita le lavorazioni successive	eventi critici in presenza di materiali intrituribili.	7-15 kWh/ton
 Vaglio	seleziona i materiali in funzione della pezzatura	cilindro rotante-vaglio vibrante-a dischi-monostadio-pluristadio-flip-flop	alta produttività-alta efficacia	possibili accumuli di materiali su alberi o cilindro (filacci)-criticità per vagliatura fine (<1 cm) e con materiali impaccanti	2-4 kWh/ton
Deferrizzatore	estrae materiali ferrosi	elettromagnetici-a magneti permanenti-sopranastro-pulegge	efficacia di selezione alta	criticità nel posizionamento-distanza efficace ridotta	0.2-1 kWh/ton
 Demetallizzatore	estrae metalli non ferrosi	puleggia magnetica multipolare	efficace per piccole produzioni	criticità nella preparazione del materiale-distanza efficace ridotta-sorriscaldamenti ruota polare	0,7-1,2 kWh/ton
Separatore balistico	seleziona i materiali in funzione del peso specifico	elementi a vibrazione	efficace per piccole produzioni-efficace per pezzature e forme particolari	difficoltà di messa a punto	0,5-1 kWh/ton
Separatore aeraulico	seleziona i materiali in funzione del peso specifico	ad aspirazione e trasporto-a cuscino d'aria	efficace anche per pezzature disomogenee	bloccaggi in presenza di materiali dalle dimensioni eccessive	1-3 kWh/ton
Trituratore secondario	tritura a pezzatura controllata	a griglia-monorotore-birotore-lento(<100 giri minuto)-veloce(>200 giri minuto)	efficace per materiali privi di frazioni intrituribili od abrasive	alti consumi energetici e di usure per piccole pezzature (<30 mm)	15-25 kWh/ton
 Imballatrice	imballa	a canale orizzontale-a estrusione-a doppio effetto	alta produttività-forte compattazione	eventi critici in presenza di alte percentuali di inclusioni ferrose-alta usura in presenza di materiali abrasivi	3-5 kWh/ton
Press container	carica i container	a canale orizzontale	alta produttività	bassa compattazione-necessità di sistemi di cambio-container	1-2 kWh/ton
 Pressa walking floor	carica i rimorchi walking floor	a canale orizzontale e con camera di compattazione	alta produttività	manutenzione del cilindro idraulico di spinta	1-2 kWh/ton
Pellettizzatrice	riduce e compatta il rifiuto in pellets	ad estrusione	adatto per gli stoccaggi sfusi	bassa produttività-alti costi energetici e di manutenzione	25-35 kWh/ton

Figura 3. Schema di flusso del compostaggio



Fonte: Rielaborato da ENEA-Federambiente [6]

2.4.1.2 Gli impianti di digestione anaerobica di frazioni organiche selezionate

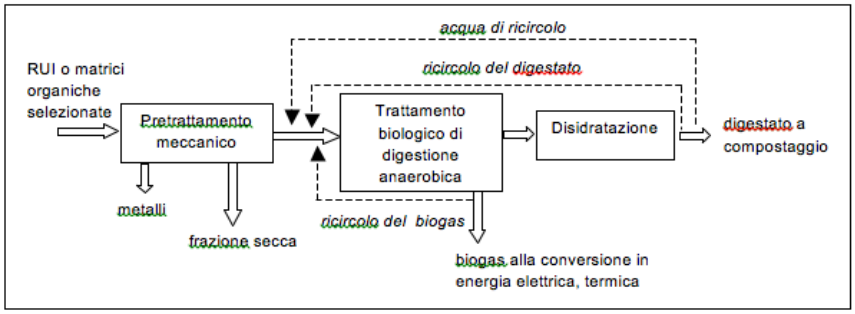
Secondo i dati riportati nel rapporto ISPRA [1], nel 2011 sono presenti sul territorio nazionale 32 impianti; di questi sono 8 gli impianti che trattano fino a 1.000 t/a, mentre 7 sono autorizzati per quantitativi annui fino a 10.000 t/a.

La capacità media autorizzata è pari a circa 40.000 t/a, se si escludono gli impianti di piccola taglia del Trentino Alto-Adige aventi capacità inferiore a 1.000 t/a. A livello nazionale si tratta di impianti industriali di medio-grande taglia per il recupero di energia e di materia da frazioni organiche raccolte in maniera differenziata. La tipologia di rifiuti trattati nel 2011 negli impianti di digestione anerobica è infatti costituita per l'89% da frazione organica da rifiuti urbani raccolta in maniera differenziata.

Gli impianti di digestione anerobica prevedono il recupero energetico tramite la produzione di energia elettrica e/o termica attraverso la combustione del biogas prodotto, mentre il digestato è molto spesso sottoposto a un'ulteriore fase di compostaggio. Un'elaborazione dei dati di ISPRA [1] porta a concludere che dal trattamento di una tonnellata di rifiuti organici è possibile produrre in media 125 Nm^3 di biogas, oltre a 270 kg di digestato.

In Fig. 4 è riportato uno schema di flusso del trattamento di digestione anerobica delle frazioni organiche.

Figura 4. Schema di flusso della digestione anaerobica



Fonte: Rielaborato da ENEA-Federambiente [6].

2.4.2 I consumi di energia

Gli impianti di compostaggio e di digestione anaerobica di rifiuti urbani richiedono l'impiego di energia elettrica per il funzionamento delle apparecchiature principali, ausiliarie e accessorie. Non sono, di norma, previsti consumi di energia termica.

Ai fini del reperimento dei dati, oltre ad una ricerca bibliografica, sono state svolte alcune analisi di dettaglio di impianti di compostaggio e di digestione anaerobica di rifiuti organici.

L'elaborazione dei dati ha evidenziato una casistica caratterizzata da un'applicazione di tecnologie molto variegate che di fatto influenza in modo significativo la dispersione riscontrata nei dati raccolti, che vengono riportati in Tab. 8.

I valori riportati sono stati ricavati sia tramite l'elaborazione di dati relativi ad alcuni casi rappresentativi di impianti italiani, sia tramite analisi in campo, nonché da riferimenti bibliografici.

In bibliografia, ad esempio, i dati di consumo relativi al solo compostaggio risultano compresi tra 6 e 60 kWh/t di rifiuti trattati. Per rendere più preciso questo dato l'indagine eseguita è entrata nel dettaglio delle varie tecnologie e delle varie fasi di processo (pre-trattamento, fase attiva, post-trattamento, raffinazione, biofiltrazione, ecc.). In questo modo è stata ridotta la variabilità dei dati, ma rimane comunque una "forchetta" abbastanza ampia a testimonianza del fatto che i dati risultano molto disomogenei.

Tabella 8. Stima dei consumi energetici in impianti di compostaggio/digestione anaerobica

Tipologia di trattamento	Taglia minima (t/a)	Matrici utilizzate	Prodotto ottenuto [1]	Range consumi (kWh/t)	Note
Compostaggio aerobico	> 5.000	Verde	ACV	10-20	
Compostaggio aerobico FORU	> 10.000	FORU/verde/fanghi	ACM/ACF	40-65	
Post compostaggio digestato (PCD)	> 10.000	Digestato/verde	ACM	30-55	
Digestione anaerobica (DA) con pretrattamento	> 10.000	FORU/verde/fanghi	ACM/ACF	60-80	Con biocelle statiche riduzioni del 60-80% dei consumi
Impianto integrato (DA+ PCD)	> 10.000	FORU/verde/fanghi	ACM/ACF	90-115	Con biocelle statiche anaerobiche riduzioni del 30-40% dei consumi

[1] Ex DLgs 75/2010.
Legenda ACV: Ammendante compostato verde; ACM: Ammendante compostato misto; ACF: Ammendante compostato con fanghi; FORU: Frazione organica dei rifiuti urbani.

In sintesi, si sottolinea come i risultati esposti in Tab. 8 possano costituire un utile mezzo per valutare le richieste energetiche unitarie del settore (che dovranno essere moltiplicate per i quantitativi di rifiuti totali trattati), nonché per dare una indicazione dei perimetri di consumo degli impianti stessi. Tale perimetro è certamente soggetto a diverse eccezioni e considerazioni particolari, influenzate da vari fattori (tecnologie impiegate, assetti impiantistici e di processo, situazioni locali dipendenti dalle prescrizioni contenute nelle autorizzazioni, ecc.) che portano a dover considerare ogni situazione impiantistica come un caso a sé stante.

Si precisa che i consumi sopra riportati sono di riferimento per l'intero ciclo di trattamento. Per la composizione di quest'ultimo, in merito alle differenti tipologie, si rimanda a quanto riportato al punto 3.3.

3. MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

3.1 L'incenerimento

Ad oggi l'unico documento ufficiale che affronta in maniera organica il tema dell'individuazione delle migliori tecniche disponibili (MTD) o BAT (Best Available Techniques) per l'incenerimento dei rifiuti è costituito dal "BAT Reference document for Waste Incineration" (BRef) [4], elaborato in sede europea nell'ambito dell'applicazione della Direttiva 96/61/CE per la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC), attualmente abrogata e sostituita dalla direttiva 2010/75/CE. Il documento in questione, di cui è prevista prossimamente la revisione, nell'affrontare principalmente gli aspetti relativi alla compatibilità ambientale di tale modalità gestionale, riporta anche alcune indicazioni sullo stato dell'arte della tecnologia e sui relativi consumi energetici. Il suo contenuto è stato ripreso, a livello nazionale, dal DM 29 gennaio 2007 [5], allegato "Impianti di incenerimento".

Di seguito ci si soffermerà soltanto sulle considerazioni energetiche e sulle MTD che si ritengono più peculiari della realtà nazionale nel suo complesso.

Nel caso specifico dei rifiuti urbani per la realizzazione di un nuovo impianto (o per un rifacimento sostanziale), la MTD individua come:

- il forno a griglia[4] come apparecchiatura di trattamento termico;
- il ciclo termico a vapore come sistema di recupero del calore;
- il trattamento multistadio, più o meno articolato, come sistema di depurazione dei fumi.

In considerazione di quanto sopra i principali elementi costitutivi dell'impianto "standard" sono pertanto costituiti da:

- alimentazione rifiuti;
- forno di combustione a griglia;
- ciclo termico per la produzione di vapore;
- turbogeneratore;
- sistema di trattamento dei fumi;
- utilities.

Come già accennato in precedenza le valutazioni svolte e le conclusioni a cui si perverrà sono indirizzate pressoché esclusivamente all'incenerimento dei rifiuti urbani[5] che risulta di gran lungo il più diffuso e nei cui impianti affluiscono anche significativi quantitativi di rifiuti speciali.

---

[4] Per la combustione dei rifiuti urbani può essere impiegato anche l'inceneritore a letto fluido, qualora i rifiuti vengano preventivamente pretrattati, soprattutto ai fini della riduzione e della omogenizzazione della pezzatura.

[5] In analogia del resto a quanto è stato a suo tempo effettuato a livello europeo in occasione della redazione del "BRef for Waste Incineration" [4].

Entrando nello specifico delle fasi di trattamento, si possono segnalare le seguenti misure di miglioramento.

3.1.1 Controllo del processo

Una marcia del forno stabile e costante, che avvenga secondo parametri di processo vicini a quelli prefissati, incide positivamente sul consumo di energia. Ciò può essere ottenuto, ad esempio, attraverso:

- l'ottimizzazione del controllo di processo, comprendente sistemi di controllo automatici computerizzati;
- l'uso di sistemi avanzati per l'alimentazione dei rifiuti;
- la misura della temperatura in camera di combustione tramite pirometro.

Gli interventi di cui sopra mirano soprattutto al contenimento dei consumi di combustibile ausiliario (gas naturale).

3.1.2 Recupero di calore

Il recupero di calore risulta particolarmente significativo ai fini dell'acquisizione dei TEE, in quanto può essere considerato, di norma, completamente addizionale.
Tra i possibili interventi si citano, tra quelli potenzialmente più efficienti:

- il recupero di calore a bassa entalpia da utilizzare preferenzialmente per alimentazione di reti di teleriscaldamento, oltre che per eventuali usi interni all'impianto;
- il recupero del calore latente di condensazione dei fumi prima dell'emissione al camino, da utilizzare per usi interni (preriscaldamento condense) o esterni all'impianto.

Ove possibile la produzione di energia termica andrebbe comunque perseguita, in quanto tale forma di recupero risulta meno penalizzata, sotto l'aspetto dell'efficienza di recupero conseguibile, rispetto alla produzione di energia elettrica.

3.1.3 Incremento dell'efficienza del ciclo termodinamico

L'incremento del rendimento di recupero dell'energia elettrica può essere perseguito attraverso una serie di iniziative che, a titolo esemplificativo, possono riguardare:

- incremento delle condizioni operative (pressione, temperatura) del vapore prodotto, conseguibile anche tramite l'adozione di opportuni rivestimenti in materiali pregiati dei banchi del surriscaldatore;

- diminuzione della pressione del condensatore, ad esempio tramite l'adozione di sistemi di condensazione ad acqua;
- inserimento di scambiatori di recupero di calore dai fumi per il pre-riscaldamento dell'acqua di alimento.

3.1.4 Altri interventi

Si elencano di seguito altri interventi che, pur non essendo specifici dell'incenerimento, possono condurre a riduzione dei consumi energetici dell'impianto. Per alcuni dei seguenti sono disponibili schede di richiesta standardizzate o analitiche.

- impiego di sistemi di pulizia avanzati dei generatori di vapore, per mantenere nel tempo l'efficienza di recupero energetico;
- installazione di pompe ad anello liquido in sostituzione di gruppi a eiettori per vuoto;
- sostituzione dei sistemi di trasporto pneumatici con altri energeticamente più efficienti;
- installazione di inverters su apparecchiature azionate da motori (pompe, ventilatori, compressori, ecc. Esistono schede tecniche);
- razionalizzazione del sistema di produzione dell'aria compressa;
- ristrutturazione del sistema di illuminazione dell'impianto, ad esempio tramite l'impiego di lampade a led;
- aumento del $\cos\varphi$ in prelievo tramite potenziamento del sistemi di rifasamento centralizzato oppure tramite rifasamento decentrato (per quest'ultimo intervento esiste una scheda tecnica).

3.2 Il TMB

In analogia a quanto già esposto per l'incenerimento il documento di riferimento in materia è il "Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries" (BRef) [7], pubblicato nel 2006, elaborato in sede europea nell'ambito dell'applicazione della Direttiva 96/61/CE ed al momento in corso di revisione. Il suo contenuto è stato ripreso, a livello nazionale, dal DM 29 gennaio 2007 [5], allegati "Impianti di selezione, produzione CDR e trattamento apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse " e "Impianti di trattamento meccanico-biologico".

Il documento illustra le tecnologie impiegate ed impiegabili nel settore del trattamento dei rifiuti, compreso quelle relative ai trattamenti meccanico-biologici.

Di norma, i rifiuti urbani conferiti agli impianti a valle della raccolta differenziata vengono trattati in impianti dedicati, dove possono essere distinte le seguenti fasi:

– trattamento meccanico iniziale, di norma costituito da una triturazione ed (eventuale) selezione;
– bioessiccazione o biostabilizzazione;
– raffinazione e produzione di CSS/CDR.

Negli impianti di trattamento meccanico e successiva biostabilizzazione della frazione umida a “flusso separato”, vi è una prima fase di riduzione della pezzatura e di apertura dei sacchi (di norma mediante triturazione) e successiva separazione delle diverse frazioni attraverso le seguenti tecnologie, ai fini del recupero di materia e di energia:
– separatori dei metalli ferrosi e non ferrosi;
– separatori aeraulici;
– vagli vibranti o rotanti per la separazione della frazione fine;
– separatori ottici.

Alla fase di separazione delle diverse frazioni, segue la fase di biostabilizzazione di quella umida e di produzione di CSS/CDR dalla frazione a più alto potere calorifico.

La fase di biostabilizzazione può essere effettuata con sistemi anaerobici oppure aerobici (con insufflazione di aria) e in cumuli statici oppure in biocelle.

Negli impianti a “flusso unico”, alla fase iniziale di riduzione della pezzatura e di omogeneizzazione del materiale mediante triturazione, segue la fase di bioessiccazione e stabilizzazione dei rifiuti mediante circolazione forzata di aria. A valle è prevista la fase di recupero di materia e di energia, attraverso una sezione di raffinazione in cui avviene la separazione delle diverse frazioni e la produzione di CSS/CDR mediante le medesime tecnologie appena descritte.

Nel caso specifico degli impianti di TMB gli interventi di efficienza energetica sono finalizzati essenzialmente alla riduzione dei consumi di energia elettrica e possono essere realizzati, ad esempio, mediante :
– l’installazione di tecnologie energeticamente più efficienti;
– l’installazione di regolazioni a velocità variabile, in sostituzioni di regolazioni meccaniche;
– l’installazione di motori elettrici a più elevata efficienza;
– la riduzione delle perdite di carico dei circuiti (aria, idraulici);
– modifiche al processo di trattamento che comportino una riduzione dei consumi complessivi.

3.3 Il compostaggio e la digestione anaerobica

Anche in questo caso il documento di riferimento in materia è il BRef for the Waste Treatments Industries” [7], pubblicato nel 2006, elaborato in sede europea nell’ambito dell’applicazione della Direttiva 96/61/CE, al

momento in corso di revisione. Il suo contenuto è stato ripreso, a livello nazionale, dal DM 29 gennaio 2007 [5], allegato “Impianti di trattamento meccanico-biologico”.

Nel caso specifico possono essere prese in considerazione le seguenti alternative di trattamento, per le quali possono essere definite le rispettive configurazioni standard.

a) Compostaggio di rifiuti vegetali e produzione di ACV

I principali elementi costitutivi dell’impianto “standard” sono:

- fase di pre-trattamento;
- ciclo di compostaggio;
- allontanamento/trattamento delle acque reflue;
- fase di raffinazione.

b) Compostaggio e produzione di ACM

I principali elementi costitutivi dell’impianto “standard” sono:

- fase di pre-trattamento;
- ciclo di compostaggio;
- depurazione delle arie;
- allontanamento/trattamento delle acque reflue;
- fase di raffinazione.

c) Digestione anaerobica con produzione di biogas e ACM

I principali elementi costitutivi dell’impianto “standard” sono:

- fase di pre-trattamento;
- ciclo di digestione anaerobica (dry o wet, mesofilo o termofilo): include il sistema di alimentazione e di scarico del materiale, l’eventuale ricircolo del digestato e/o del biogas, nonché il sistema di riscaldamento del digestore;
- depurazione biogas, comprensiva dello stoccaggio e dei sistemi di trasferimento dal digestore allo stoccaggio, se presenti, e dallo stoccaggio al cogeneratore/sistema di recupero;
- separazione del digestato liquido da quello solido;
- produzione di energia elettrica ed eventuale recupero calore;
- depurazione del digestato liquido;
- depurazione delle arie;
- recupero elementi fertilizzanti;
- fase di raffinazione.

Nel caso specifico degli impianti di compostaggio/digestione anaerobica gli interventi di efficienza energetica sono finalizzati essenzialmente alla riduzione dei consumi di energia elettrica e possono essere realizzati, ad esempio, mediante:

- l'installazione di tecnologie energeticamente più efficienti;
- l'installazione di regolazioni a velocità variabile, in sostituzioni di regolazioni meccaniche;
- l'installazione di motori elettrici a più elevata efficienza;
- la riduzione delle perdite di carico dei circuiti (aria, idraulici);
- modifiche al processo di trattamento che comportino una riduzione dei consumi complessivi;
- il recupero di calore dalla combustione del biogas in motori endotermici;
- la produzione di biometano.

4. L'INDIVIDUAZIONE DELLA *BASELINE*

4.1 L'incenerimento

Nella scelta dell'impianto di riferimento (*baseline*) per il confronto con quanto proposto nell'intervento e il calcolo del risparmio conseguibile, ai fini dell'applicazione del sistema dei TEE si possono presentare due alternative: installazione di un nuovo impianto o ristrutturazione di uno esistente.

Per i nuovi impianti (o adeguamento totale di un impianto esistente) il riferimento è, ove possibile, alla "media di mercato", cioè all'impiantistica più diffusamente offerta dal mercato nel periodo in riferimento. Per quanto detto in precedenza, attualmente si tratta della combustione su griglia per i rifiuti urbani, seguita dal recupero energetico tramite un ciclo a vapore di tipo tradizionale e successivo trattamento multistadio dei fumi prima dello scarico in atmosfera.

Per un intervento su impianti esistenti bisogna innanzitutto accertare che non si tratti di un ripristino dell'impianto originario (interventi di manutenzione straordinaria) in quanto il sistema dei TEE risulta premiante soltanto in presenza di un miglioramento dell'efficienza energetica; pertanto la ristrutturazione deve consistere nella realizzazione di interventi migliorativi (su apparecchiature, sistemi ausiliari, accessori, strumentazione ecc.) in grado di conseguire livelli di efficienza energetica superiori a quelli caratteristici dell'impianto originario.

La *baseline* di riferimento, in questo caso, è l'impianto precedente; per il quale bisogna accertare che le prestazioni siano prossime (o superiori) a quelle della "pratica corrente".

Dal confronto fra le prestazioni ante-intervento e il valore della "pratica corrente", deriva la *baseline* definitiva di riferimento, indirizzando la scelta verso il valore più conservativo, vale a dire quello che dà luogo alle migliori prestazioni in termini di efficienza energetica.

4.2 Il TMB

Per i nuovi impianti (o adeguamento totale di un impianto esistente) il riferimento è alla “media di mercato” riferibile ad ogni singola apparecchiatura costituente il sistema di trattamento, cioè all’impiantistica più diffusamente offerta dal mercato nel periodo in riferimento, ai fini di un’analisi differenziale per la componentistica utilizzata.

Per un intervento su impianti esistenti bisogna innanzitutto accertare che non si tratti di un ripristino dell’impianto originario (interventi di manutenzione straordinaria) in quanto il sistema dei TEE risulta premiante soltanto in presenza di un miglioramento dell’efficienza energetica; pertanto la manutenzione straordinaria deve consistere nella realizzazione di interventi migliorativi (su apparecchiature, sistemi ausiliari, accessori, strumentazione ecc.) in grado di conseguire livelli di efficienza energetica superiori a quelli caratteristici dell’impianto originario.

La *baseline* di riferimento, in questo caso, è l’impianto precedente; per il quale bisogna accertare che le prestazioni siano prossime (o superiori) a quelle della “pratica corrente”.

Dal confronto fra le prestazioni ante-intervento e il valore della “pratica corrente”, deriva la *baseline* definitiva di riferimento, indirizzando la scelta verso il valore più conservativo, vale a dire quello che dà luogo alle migliori prestazioni in termini di efficienza energetica.

4.3 Il compostaggio e la digestione anaerobica

Nella scelta dell’impianto di riferimento (*baseline*) ai fini della applicazione del sistema dei TEE si possono presentare due alternative: installazione di un nuovo impianto o ristrutturazione di uno esistente.

Per i nuovi impianti (o adeguamento totale di un impianto esistente) il riferimento è alla “media di mercato”, cioè all’impiantistica più diffusamente offerta dal mercato nel periodo in riferimento in coerenza con la taglia di impianto.

Per un intervento su impianti esistenti bisogna innanzitutto accertare che non si tratti di un ripristino dell’impianto originario (interventi di manutenzione straordinaria) in quanto il sistema dei TEE. risulta premiante soltanto in presenza di un miglioramento dell’efficienza energetica; pertanto la ristrutturazione deve consistere nella realizzazione di interventi migliorativi (su apparecchiature, sistemi ausiliari, accessori, strumentazione ecc.) in grado di conseguire livelli di efficienza energetica superiori a quelli caratteristici dell’impianto originario.

La *baseline* di riferimento, in questo caso, è l’impianto precedente, per il quale bisogna accertare che le prestazioni siano prossime (o superiori) a quelle della “pratica corrente”.

Dal confronto tra le prestazioni ante-intervento e quelle della “pratica corrente”, consegue l’individuazione dell’effettiva *baseline* di riferimento, che scaturisce dalla scelta della situazione più conservativa, vale a dire quella che dà luogo alle migliori prestazioni in termini di efficienza energetica.

5. STIME RELATIVE AL POTENZIALE DI PENETRAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO

5.1 Incenerimento dei rifiuti

Nonostante i notevoli progressi della tecnica, in termini di efficienza energetica, esistono ancora margini per ulteriori miglioramenti nel settore dell’incenerimento dei rifiuti.

Tuttavia in considerazione dell’ampia gamma di variabilità sia in termini di taglia, sia di prestazioni fornite che caratterizza l’attuale parco impiantistico nazionale, nonché delle limitate esperienze ad oggi maturate non risulta agevole fornire proiezioni quantitative sulla potenziale penetrazione del meccanismo dei TEE in questo specifico settore. Vista la complessità e la varietà del sistema, a parità di intervento i margini di miglioramento potrebbero risultare infatti variabili da impianto a impianto.

Solo a titolo indicativo è possibile fornire un stima grossolana del risparmio di energia primaria associabile ad un incremento del recupero energetico ottenibile come media nazionale, in via cautelativa assunto pari al 10%.

Partendo dai quantitativi di produzione di energia riportati nel rapporto ENEA-Federambiente [3] che riportano (consuntivo 2010) una produzione di energia elettrica pari a circa 3.887 GWh, alla quale si sommano circa 1.209 GWh di energia termica, un incremento del 10% a livello nazionale dell’efficienza di recupero potrebbe dunque risolversi, a parità di altre condizioni, in un risparmio annuo complessivo pari a circa 83.000 tep.

5.2 Il TMB

In questo caso i possibili risparmi energetici riguardano esclusivamente eventuali contenimenti dei consumi di energia elettrica. Come si è visto in precedenza tali consumi dipendono strettamente dalla tipologia dei rifiuti in ingresso a valle della raccolta differenziata, dal processo di trattamento e dalle caratteristiche richieste per i materiali in uscita dagli impianti.

Ad esempio, nel caso di produzione di combustibili alternativi, tali caratteristiche risultano molto variabili, a seconda del fatto che il CSS/CDR sia destinato al recupero energetico in impianti di incenerimento oppure

in cementifici. Inoltre, anche le tecnologie di trattamento impiegate incidono significativamente sui consumi specifici di energia elettrica.

In ogni caso, fermo restando le caratteristiche richieste per i materiali in uscita dal processo, l'impiego di tecnologie più efficienti può comportare un incremento dell'efficienza e quindi un contenimento dei consumi di energia elettrica. Tali risparmi sono praticamente impossibili da quantificare, alla luce del fatto che non sono ad oggi disponibili esperienze di applicazione del meccanismo dei TEE a questo specifico settore.

5.3 Il compostaggio e la digestione anaerobica

Come per i sistemi di TMB anche per il compostaggio la progressiva riduzione delle impurità presenti nelle frazioni in ingresso agli impianti ha inciso e incide sui sistemi di trattamento, che, a fronte di un'innata flessibilità, sono soggetti a evoluzione impiantistica. Questa evoluzione rende difficile immaginare uno scenario di base e un potenziale risparmio energetico se non si considera lo schema di raccolta rifiuti a monte e il destino dei materiali in uscita dagli impianti stessi. In pratica la riduzione delle impurità presenti nei rifiuti in ingresso agli impianti (presenza di soli materiali compostabili) permette un risparmio energetico delle soluzioni tecniche richieste per la pulizia dei flussi in ingresso o in uscita.

La principale riduzione attesa in questi sistemi è legata ai consumi di energia elettrica. Tuttavia tali risparmi sono praticamente impossibili da quantificare, anche alla luce del fatto che sono ad oggi assai limitate esperienze di applicazione del meccanismo dei TEE a questo specifico settore.

6. L'ALGORITMO DI CALCOLO DEI RISPARMI

L'algoritmo per il calcolo dei risparmi deriva dal confronto tra i consumi individuati come baseline con quelli misurati nella nuova situazione impiantistica.

Poiché l'algoritmo viene formulato in termini di consumi specifici, esso definisce la differenza tra i consumi nella configurazione ex-post e quanto avrebbe consumato l'impianto di riferimento per realizzare il trattamento dello stesso quantitativo di rifiuti.

6.1 L'incenerimento

Nel caso dell'incenerimento le variabili da misurare sono:

- i quantitativi di rifiuti inceneriti;
- i quantitativi di combustibili ausiliari utilizzati;
- il potere calorifico dei rifiuti e dei combustibili;

– i consumi di energia elettrica e/o termica.
– la produzione di energia elettrica e/o termica.

6.1.1 Risparmio relativo all'energia termica

Si siano realizzati nell'inceneritore una serie di efficientamenti sul ciclo termico, cha abbiano diminuito il consumo specifico in termini di riduzione della frazione di combustibile fossile necessaria al processo.

Il possibile algoritmo per valutare il risparmio di fossile ha la seguente struttura di carattere generale:

$$\mathbf{R_t = (Cst_{ante} - Cst_{post}) \cdot B \cdot k \quad [tep/anno]}$$

in cui:

R_t = risparmio energetico annuo [tep/anno]
Cst_{ante} = Consumo specifico termico di baseline [kWh/MWh]
Cst_{post} = E_t/ B= consumo specifico termico post intervento [kWh/MWh]
E_t = consumo annuale di energia termica = quantità di combustibile utilizzato x PCI [kWh]
B = energia termica primaria ex post in ingresso all'impianto, pari a [(quantitativo annuo di rifiuti inceneriti) x (PCI medio annuo dei rifiuti) + contributo energetico dei combustibili fossili] [MWh/anno]
k = $0,86 * 10^{-4}$ [tep/kWh]

6.1.2 Risparmio relativo all'energia elettrica

Analogamente l'algoritmo per il calcolo del risparmio di energia elettrica può essere individuato in linea generale come:

$$\mathbf{R_e = (Cse_{ante} - Cse_{post}) \cdot B \cdot c \quad [tep/anno]}$$

in cui:

R_e = risparmio energetico annuo [tep/anno]
Cse_{ante} = consumo specifico elettrico di baseline [kWh/MWh]
E_e = consumo annuale di energia elettrica [kWh]
Cse_{post} = E_e/B = consumo specifico di energia elettrica [kWh/ MWh]
B = energia termica primaria ex post in ingresso all'impianto pari a: [(quantitativo annuo di rifiuti inceneriti) x (PCI medio annuo dei rifiuti) + contributo energetico dei combustibili fossili] [MWh/anno]
c = $0,187 * 10^{-3}$ [tep/kWh]

6.1.3 Risparmio relativo alla produzione di energia elettrica

In caso di incremento della produzione di energia elettrica il calcolo del risparmio di energia primaria può essere individuato in linea generale come:

$$R_e = [(\eta_{post} - \eta_{ante})] \cdot B \cdot c \quad [tep/anno]$$

in cui:

R_e = risparmio energetico annuo [tep/anno]

η_{ante} = rendimento elettrico di baseline [MWh/MWh]

η_{post} = E_p/B = rendimento elettrico post intervento [MWh/MWh]

E_p = produzione annuale di energia elettrica [MWh]

B = energia termica primaria ex post in ingresso all'impianto pari a [(quantitativo annuo di rifiuti inceneriti) x (PCI medio annuo dei rifiuti) + contributo energetico dei combustibili fossili] [MWh/anno]

c = 0,187 [tep/MWh]

6.1.4 Recupero di calore

Nel caso di recupero di calore, ad esempio dai fumi, da destinare a energia termica per teleriscaldamento e/o usi interni all'impianto, è possibile adottare il seguente algoritmo:

$$R_t = \frac{Q_u \cdot k}{\eta} \quad [tep/anno]$$

in cui:

R_t = risparmio energetico annuo [tep/anno]

Q_u = calore, misurato con strumentazione dedicata, inviato ad utenza(e) ed effettivamente utilizzato nel periodo di rendicontazione [kWh];

k = $0,86 * 10^{-4}$ [tep/kWh];

η = rendimento di produzione tramite generatore alimentato con combustibile fossile; è plausibile assumere un valore di 0,9 (Delibera AEEG 42/02 per generatori di calore in contesti industriali).

6.1.5 Considerazioni relative alle grandezze da misurare

La misura dei quantitativi e dei parametri operativi deve risultare conforme alla normativa di settore.

La definizione dei quantitativi di rifiuti trattati su base annua non presenta grosse difficoltà per un impianto di incenerimento.

Più difficoltosa può risultare la corretta determinazione del PCI medio dei rifiuti, a causa delle diverse tipologie di rifiuti trattati e della variabilità delle caratteristiche degli stessi su base stagionale.

Per la determinazione del PCI medio si può ricorrere all'esecuzione di un bilancio di massa e di un bilancio di energia inverso del sistema forno-generatore di vapore, alla formulazione del quale concorrono molteplici parametri operativi dell'impianto. In alternativa può essere fatto ricorso alla formula semplificata riportata nel *Bref for Waste Incineration* [4].

6.2 Il TMB

Le variabili da misurare sono:
- i quantitativi di rifiuti trattati;
- i consumi di energia elettrica e/o termica.

6.2.1 Risparmio relativo all'energia elettrica

Nel caso di impianti di TMB il risparmio di energia primaria può essere espresso come di seguito riportato:

$$\mathbf{R_e = (Cse_{ante} - Cse_{post}) \cdot B \cdot c \quad [tep/anno]}$$

in cui:
Cse_{ante} = consumo specifico elettrico di baseline [kWh/t di rifiuti]
E_e = consumo annuale di energia elettrica [kWh]
Cse_{post} = E_e/B = consumo specifico di energia elettrica [kWh/t rifiuti]
B = tonnellate di rifiuti in ingresso ex post all'impianto di trattamento [t/anno]
c = $0{,}187 * 10^{-3}$ [tep/kWh]

Nell'algoritmo di calcolo esposto i quantitativi [t] di rifiuti sono quelli in ingresso all'impianto di trattamento (il termine B, in particolare, è la quantità di rifiuti in alimento all'impianto *post intervento)*; in alternativa, qualora misurati, possono essere presi come riferimento quelli in ingresso alle singole fasi di trattamento.

6.3 Il compostaggio e la digestione anaerobica

Le variabili da misurare sono:
- i quantitativi di rifiuti trattati;
- i consumi di energia elettrica e/o termica.
- la produzione di energia elettrica e/o termica.

6.3.1 Risparmio relativo all'energia elettrica

Nel caso di risparmi conseguenti alla riduzione dei consumi di energia elettrica è possibile definire il seguente algoritmo di carattere generale:

$$\mathbf{R_e = (Cse_{ante} - Cse_{post}) \cdot B \cdot c \quad [tep/anno]}$$

in cui:
Cse_{ante} = consumo specifico elettrico di baseline [kWh/t di rifiuti]
E_e = consumo annuale di energia elettrica [kWh]
Cse_{post} = E_e/B = consumo specifico di energia elettrica [kWh/t rifiuti]

B = tonnellate di rifiuti ex post in ingresso all'impianto di trattamento [t/anno]
c = $0,187 * 10^{-3}$ [tep/kWh]

Tale algoritmo è riferito alle tonnellate di rifiuti in ingresso all'impianto di trattamento.

6.3.2 Recupero di calore

Nel caso di recupero di calore, ad esempio dai fumi di combustione del biogas, da destinare a energia termica per teleriscaldamento e/o usi interni all'impianto è possibile adottare il seguente algoritmo:

$$R_t = \frac{Q_u \cdot k}{\eta} \quad [\text{tep / anno}]$$

in cui:
R_t = risparmio energetico annuo [tep/anno]
Q_u = calore, misurato con strumentazione dedicata, inviato ad utenza(e) ed effettivamente utilizzato nel periodo di rendicontazione [kWh];
k = $0,86 * 10^{-4}$ [tep/kWh];
η = rendimento di produzione tramite generatore alimentato con combustibile fossile; è plausibile assumere un valore di 0,9 (Delibera AEEG 42/02 per produzione in contesti industriali).

7. INTERVENTI PRESENTATI NEL SISTEMA DEI TEE

Allo stato attuale non sono molte le proposte presentate che riguardano la gestione dei rifiuti ovvero l'impiego di rifiuti come combustile o materiale alternativo in processi produttivi.

Da un'indagine effettuata *ad hoc*, analizzando la banca dati 'certificati bianchi' dall'ENEA, ne sono stati complessivamente individuati poco meno di trenta per il periodo che va dal 2009 al giugno 2013. Di questi, tralasciando quelli che riguardano l'impiego di rifiuti come combustibile (tipicamente nei cementifici) o come materiale alternativo in impianti industriali, ne rimangono 16 di cui 12 possono essere riconducibili all'ambito dei rifiuti urbani e 4 che riguardano il trattamento di rifiuti speciali, per lo più relativi a operazioni di autosmaltimento.

Limitatamente al trattamento dei rifiuti urbani è inoltre possibile catalogare gli interventi come di seguito riportato:

– 9 hanno riguardato gli impianti di incenerimento, finalizzati principalmente al recupero dell'energia termica contenuta nei fumi di combustione;
– 3 hanno riguardato lo sfruttamento energetico, per lo più con uno schema cogenerativo, di biogas prodotto tramite la digestione anaerobica.

Non sono stati finora imputati interventi sul TMB e il compostaggio.

7.1 L'incenerimento

Si riporta in Tab. 9 un riassunto della tipologia degli interventi presi in esame, ai quali viene associata un'indicazione dell'entità dei risparmi potenzialmente conseguibili. A titolo informativo vengono anche riportate le categorie più pertinenti per ciascun intervento, così come individuate dalle Linee Guida AEEG EEN 9/11 e s.m.i..

Tabella 9. Interventi realizzati nel sistema dei TEE per l'incenerimento

	Tipologia d'intervento	N°	Risparmio $tep/t_{rifiuti}/a$	Categoria
1	Installazione di GdV di recupero calore dai fumi	2	$9 \div 13 \cdot 10^{-3}$	IND-T
2	Installazione di inverter su motori ventilatori	1	$2 \cdot 10^{-3}$	IND-E
3	Modifiche al sistema di trattamento fumi	1	$20 \cdot 10^{-3}$	IND-T
4	Modifiche al controllo della combustione	1	$7 \cdot 10^{-3}$	IND-E
5	Integrazione con reti di teleriscaldamento	2	$3 \div 24 \cdot 10^{-3}$	CIV-GEN/CIV-T
6	Efficientamento del sistema di illuminazione	1	$0{,}3 \cdot 10^{-3}$	IPRIV-RET
7	Installazione ex-novo di una centrale per produzione energia elettrica	1	$75 \cdot 10^{-3}$	IND-T

Va evidenziata la scarsa significatività di tali valori essendo riconducibili per lo più a un unico intervento. Essi sono pertanto da ritenersi puramente indicativi e potrebbero differire sensibilmente in caso di reale rendicontazione di un intervento analogo. L'entità dei risparmi conseguibili dipende dalle modifiche apportate all'impianto, ma soprattutto dalle caratteristiche tecniche tipiche della situazione di partenza.

Tenuto conto dell'assai limitato numero di proposte disponibili non è possibile fornire al momento dati di maggiore dettaglio. Occorre ancora una volta ricordare il fatto che nel caso dell'incenerimento sia i consumi, sia le produzioni di energia sono fortemente influenzati dalla taglia dell'impianto, dalla sua configurazione, dalla sua vetustà, dalle caratteristiche dei rifiuti trattati, ecc..

7.1.1 Installazione di generatore di vapore per recupero di calore dai fumi

In impianti di incenerimento già dotati di recupero energetico tramite la generazione di vapore ad alta pressione da destinare alla produzione di energia elettrica è possibile in alcuni casi individuare la possibilità di effettuare ulteriori recuperi di calore tramite la produzione di vapore a bassa pressione da destinare, ad esempio, all'alimentazione di una rete di teleriscaldamento ovvero per supplire ai servizi ausiliari di impianto.

Tali recuperi sono realizzabili tramite l'inserimento di banchi evaporativi addizionali, posizionati, ad esempio, subito a valle dei generatori di vapori esistenti o, in alternativa tramite l'inserimento di un economizzatore di recupero finale posto subito a monte dell'invio dei fumi al camino.

7.1.2. Installazione di inverter sui motori dei ventilatori

La regolazione dei ventilatori tramite variazione del numero di giri del motore mediante l'uso degli inverter, è un tipo di intervento che comporta un incremento di efficienza energetica rispetto alla regolazione tradizionale con serranda di strozzamento.

Ne possono essere interessati tutti i motori soggetti a carichi variabili; in particolare le grandi apparecchiature che riguardano i ventilatore dell'aria primaria e secondaria, il ventilatore di estrazione dei fumi, nonché i ventilatori al servizio dei condensatori ad aria. Tali interventi sono stati inviati a sistema prima dell'adozione della scheda tecnica 32E "Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici operanti sui sistemi di ventilazione", il riempimento della quale renderebbe oggi molto più spedita la preparazione e l'istruttoria della pratica di richiesta di TEE.

7.1.3 Modifiche al sistema di trattamento dei fumi

Molteplici sono gli interventi che possono essere realizzati all'interno del sistema di trattamento dei fumi di un impianto di incenerimento. Un esempio tipico è costituito dal caso specifico proposto che prevede l'eliminazione delle torri di lavaggio e relativi ausiliari, con possibilità di contenere i consumi elettrici legati sia al ventilatore fumi, sia alle pompe di ricircolo delle acque di lavaggio in colonna. Inoltre si viene a creare la

possibilità di installare uno scambiatore fumi/acqua per il recupero di energia termica, da destinare a un eventuale rete di teleriscaldamento ovvero a usi interni all'impianto.

7.1.4 Modifiche al controllo della combustione

Negli impianti di incenerimento la normativa di settore prescrive che nella camera di post-combustione venga comunque garantita una temperatura operativa pari ad almeno 850 °C. Ciò può comportare, in funzione delle caratteristiche dei rifiuti e delle modalità operative, consumi notevoli di combustibile ausiliario, di norma costituito da gas naturale.

E' possibile intervenire sul sistema di controllo della combustione tramite una serie di azioni mirate a ridurre tali consumi. Tra queste si possono citare, a titolo esemplificativo, la modifica della logica di controllo, l'inserimento di un pirometro in camera di combustione, la messa a punto di un sistema di calcolo in continuo del PCI dei rifiuti tramite un bilancio termico del forno.

7.1.5 Integrazione con reti di teleriscaldamento

Tale soluzione è sicuramente auspicabile in quanto consente di incrementare in maniera notevole l'efficienza di recupero dell'impianto di incenerimento, consentendo di superare i notevoli limiti legati ai ridotti rendimenti conseguibili nella produzione di energia elettrica, a causa dell'aggressività dei fumi di combustione e, al tempo stesso, di conseguire un significativo risparmio di energia primaria. La sua diffusione è purtroppo spesso limitata dagli eccessivi oneri connessi con la realizzazione di un rete di distribuzione ex-novo, qualora non disponibile.

7.1.6 Efficientamento del sistema di illuminazione

Pur non essendo un intervento prioritario, è sicuramente auspicabile in quanto in grado di far conseguire risparmi significativi di energia primaria. Esso può prevedere un raggio di azione piuttosto ampio che va dall'installazione di nuovi dispositivi (lampade + apparecchi illuminanti) ad alta efficienza fino all'implementazione di un sistema di telecontrollo del sistema di illuminazione integrato all'interno del sistema di controllo centrale dell'impianto.

7.1.7 Installazione ex-novo di una centrale di produzione di energia elettrica

È una soluzione per certi versi “anomala” in quanto prevede l’installazione “ex-novo” di un inceneritore presso uno stabilimento produttivo, in gradi di trattare, oltre ai propri, anche rifiuti per conto terzi. L’energia recuperata dal trattamento dei rifiuti viene destinata alla produzione di energia elettrica e a usi termici di stabilimento. La nuova centrale va a sostituire in parte una serie di apparecchiature preesistenti, funzionanti sia a combustibili convenzionali che a rifiuti.

7.2 Il compostaggio e la digestione anaerobica

Si riporta in Tab. 10 l’unica tipologia di intervento inviato a sistema, al quale viene associata l’entità dei risparmi potenzialmente conseguibili, nonché un’indicazione della categoria più pertinente.

Va precisato che, allo stato attuale, gli interventi proposti hanno riguardato unicamente la digestione anaerobica. Anche in questo caso i valori riportati, a mero titolo informativo, sono da ritenersi puramente indicativi e potrebbero differire sensibilmente in fase di reale rendicontazione di un analogo intervento.

Tabella 10. Interventi realizzati nel sistema dei TEE per la digestione anaerobica

Tipologia d’intervento	N°	Risparmio tep/kW$_{inst}$	Categoria
Installazione di recuperatore di calore da fumi combustione biogas	3	0,13 ÷ 0,44	IND-T/IND-GEN

7.2.1 Installazione di recuperatore di calore dai fumi di combustione del biogas

Il biogas reso disponibile dalla digestione anaerobica dei rifiuti o estratto da discarica viene di norma combusto in motori endotermici per la produzione di energia elettrica con conseguente dispersione dei fumi e del calore ad essi associato in atmosfera.

Prevedendo il recupero del calore contenuto nei fumi esausti di combustione è possibile disporre di quantitativi significativi di energia termica da destinare, ad esempio, a reti di distribuzione a livello locale e/o per sopperire alle richieste necessarie al funzionamento dell’impianto stesso.

BIBLIOGRAFIA

[1] ISPRA (2013), "*Rapporto Rifiuti Urbani"* – Edizione 2013

[2] ISPRA (2012), *"Rapporto Rifiuti Speciali"* – Edizione 2012

[3] ENEA-Federambiente (2012), *"Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia"*

[4] European Commission, *"Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration,* July 2006

[5] DM 29 gennaio 2007, S. O. n. 133 alla Gazzetta Ufficiale n. 130 del 7 giugno 2007

[6] ENEA-Federambiente (2010), "*Rapporto sulle tecniche di trattamento dei rifiuti urbani in Italia"*

[7] "European Commission, "*Reference Document on Best Available Techniques for Waste Treatments Industries*" , July 2006

[8] CITEC (2004), *"Guidelines for the design, production and running of technology plant for the disposal of urban waste"*

[9] CIC (2013), *"Rapporto associativo 2013"*, in corso di stampa

TRE REGOLE DA SEGUIRE
PER LA PREPARAZIONE DELLE PPPM

UNO: SINTESI

Compilare i campi della scheda tipo in modo chiaro, esaustivo ma sintetico.
La scheda tipo *"è"* la proposta. Non si rimandino informazioni importanti agli allegati.
La formula dell'algoritmo va inserita e descritta compiutamente nel relativo campo della scheda tipo.
La scheda di rendicontazione deve consistere in un foglio di calcolo con formule in chiaro, nel quale si possano seguire e verificare i calcoli eseguiti.
Descrivere il progetto in modo asciutto evitando avverbi o frasi magniloquenti: non aggiungono valore informativo e rendono più pesante lo studio del caso.
La probabilità di successo della proposta *non è* proporzionale al numero degli allegati.
Fornire un semplice schema di impianto, composto dai principali elementi con linee di connessione, da cui si capisca come erano le situazioni ex ante ed ex post. Evidenziare, in modo chiaro, la posizione degli strumenti di misura, possibilmente con una legenda che li descriva ed individui.

DUE: CONTATTI

ENEA fornisce chiarimenti via telefono o via e-mail sui progetti da proporre o in corso di valutazione, o programma incontri coi proponenti.
Per domande, inviare una mail a: certificatibianchi@enea.it
oppure riempire il modulo sul blog ENEA:
http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/faq.html
Per chiedere un incontro, riempire il modulo:
http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/chiedere-un-incontro-col-gdl.html

TRE: TAKE CARE

I certificati bianchi migliorano il conto economico, valorizzano l'immagine, aumentano il giro di affari di proponenti e clienti partecipanti. Per conseguire tutti questi tangibili vantaggi, il proponente abbia cura nella preparazione della proposta. Conviene dedicare impegno addizionale nella predisposizione della proposta: se questa è ben presentata, si abbreviano i tempi di istruttoria e si ottengono certificati più velocemente. È un interesse comune a tutti noi.

GLOSSARIO

ACF	Ammendante compostato con fanghi
ACM	Ammendante compostato misto
ACV	Ammendante compostato verde
AEEG	Autorità per l'energia elettrice e il gas
AIA	Autorizzazione integrata ambientale
BAT	Best available technique
BRef	BAT Reference document (Documento di riferimento sulle BAT)
CB	Certificati bianchi
CDR	Combustibile derivato da rifiuti
CIC	Consorzio Italiano Compostatori
CIP 6	Provvedimento del Comitato interministeriale prezzi n. 6 del 29 aprile 1992
CSS	Combustibile solido secondario
CV	Certificati verdi
DM	Decreto ministeriale
DLgs	Decreto legislativo
e. e.	Energia elettrica
EEN	Efficienza energetica
FORU	Frazione organica dei rifiuti urbani
FOS	Frazione organica stabilizzata
FS	Frazione secca o "secco"
GdV	Generatore di vapore
GSE	Gestore dei servizi energetici
IPPC	Integrated pollution prevention and control
ISPRA	Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale
MJ	Mega Joule (10^6 J)
Mt	Milioni di tonnellate
MTD	Migliore tecnologia disponibile
MW	Mega Watt (10^6 W)
PCI	Potere calorifico inferiore
PPPM	Proposta di progetto e programma di misura
RD	Raccolta differenziata
RP o RSP	Rifiuti speciali pericolosi
RS	Rifiuti speciali
RSS	Rifiuti speciali sanitari
RU	Rifiuti urbani
RUI	Rifiuti urbani indifferenziati a valle della RD
SEM	Società con energy manager
SSE	Società di servizi energetici
TEE	Titoli di efficienza energetica
TMB	Trattamento meccanico-biologico
tep	Tonnellate equivalenti di petrolio

L'ENEA - UTEE ricopre le funzioni di
Agenzia nazionale per l'efficienza energetica

Come tale ha la responsabilità di supervisionare il quadro istituito allo scopo di rafforzare il miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia sotto il profilo costi/benefici, e di verificare il risparmio energetico risultante dai servizi energetici e dalle altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica, comprese quelle vigenti a livello nazionale, e riferisce in merito ai risultati della verifica. (Decreto legislativo 50 maggio 2008 n. 115, Art. 4, recepimento della Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici).

ENEA-UTEE Unità tecnica per l'efficienza energetica
Gruppo di lavoro sui certificati bianchi
Centro Ricerche Casaccia
Via Anguillarese, 301
00123 Santa Maria di Galeria (Roma)
Tel. 06 30483574
certificatibianchi@enea.it
http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/index.html

Edito dall'ENEA

Unità Comunicazione

Lungotevere Thaon di Revel, 76 – 00196 Roma

www.enea.it

Gestione banca dati ENEA 'certificati bianchi': Daniele Ranieri

Grafica e versione digitale: Giuseppina Del Signore

Revisione editoriale: Rosa Labellarte

Copertina: Cristina Lanari

Stampa: Laboratorio tecnografico – Centro Ricerche ENEA Frascati

ENEA
Unità Tecnica Efficienza Energetica
Via Anguillarese, 301 - 00123 ROMA
segreteria.utee@enea.it

Informazioni, aggiornamenti, approfondimenti e altre opportunità relative all'efficienza energetica sono disponibili sul sito:

obiettivo efficienza energetica

www.efficienzaenergetica.enea.it

CERTIFICATI BIANCHI
EFFICIENZA ENERGETICA

http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/