

Attualità

Analisi ambientale sugli impianti di cremazione alla luce delle possibili evoluzioni legislative

di Fabrizio Giust (*)

1. PREMESSA

La cremazione è una pratica in costante crescita nel ns. paese e nel 2001 sono state effettuate 35.254 cremazioni con un incremento rispetto all'anno precedente di circa il 18% ed una percentuale sulla mortalità totale pari al 6,5% - (Fonte Sefit Circ.4733 del 20/06/2002); lo sviluppo sul territorio com'è noto, non è omogeneo, con aree che raggiungono percentuali del 20% ed altre in cui la percentuale non raggiunge l'1%. In termini percentuali il nostro Paese, nella pratica crematoria, è stato superato da Paesi di altrettanto forte tradizione Cattolica quali la Spagna e la Polonia e ciò sta a dimostrare che la matrice Cattolica non costituisce, di per sé, una limitazione allo sviluppo della cremazione.

La fase di relativa gratuità per il cittadino, la presenza degli impianti, la carenza di posti nei cimiteri e la posizione di sostanziale accettazione da parte della Chiesa Cattolica, sono i principali elementi che hanno consentito il forte sviluppo registratosi per la cremazione negli ultimi anni nel nostro Paese. Un limite alla diffusione degli impianti di cremazione, oltre alla mancanza di incentivi alla loro costruzione, è determinato dalla mancanza di chiarezza in materia di autorizzazioni all'installazione in ambito ambientale.

In qualità di rappresentante di un'azienda italiana che può vantare una notevole esperienza nella realizzazione di tale tipologia di impianti, ho sentito il dovere di intervenire nell'intento di apportare un contributo specialistico in una fase dibattimentale importante quale quell'attuale.

Ritengo che una legge, in linea generale, dovrebbe rispondere al criterio dell'applicabilità oltre che prevedere la copertura finanziaria per la sua effettiva applicazione; inoltre nello specifico e delicato ambito della cremazione, una legge dovrebbe cercare di coniugare l'aspetto etico, essenziale e prioritario in quanto riguarda l'essere umano, con l'aspetto ambientale, non meno importante per lo sviluppo e l'accettabilità della pratica crematoria.

Il nostro paese, inoltre, ha avuto nel corso degli ultimi decenni uno sviluppo urbano molto spinto e come conseguenza una progressiva riduzione degli spazi disponibili per i cimiteri tradizionali; per questo motivo riteniamo che non possa soltanto essere abbassato il limite di distanza tra cimiteri ed abitazioni, ma debba essere piuttosto affrontata una seria programmazione a livello di piani sia comunali che regionali per pianificare degli interventi in sintonia con l'equilibrio del territorio sviluppando in modo armonico le varie forme di sepoltura.

Esistono attualmente, sul territorio italiano, circa una quarantina di impianti di cremazione che potrebbero essere potenzialmente messi fuori legge dalle nuove norme conseguenti l'art. 8 della L.130/01 (quantomeno in base alle prime indiscrezioni circa i suoi contenuti) con necessità di costi di adeguamento molto elevati e non sempre sostenibili. Per questo motivo riteniamo indispensabile la conoscenza dello stato di fatto per non avere una nuova legge, un'altra di difficile applicazione.

Riteniamo doveroso, da parte degli organi tecnici preposti, svolgere un'attività seria di analisi del fenomeno cremazione senza pretendere di trasportare norme applicate all'incenerimento rifiuti anche al campo della cremazione. L'Italia, infatti, è l'unico paese europeo che equipara l'impianto di cremazione ad un impianto di incenerimento rifiuti. In Inghilterra, ad esempio, dove la pratica della cremazione ha una diffusione di oltre il 70%, gli impianti installati sono circa 250 e l'impatto ambientale che deriva da tali impianti è regolamentato da una normativa specifica che tiene conto delle peculiarità del processo di cremazione.

Riteniamo opportuno che anche il nostro paese in considerazione del crescente domanda di cremazione, provveda a regolamentare e fissare i requisiti tecnici di base e di conseguenza l'impatto in materia di emissioni in atmosfera.

Riteniamo infine, che l'elaborazione del nuovo regolamento di polizia mortuaria, possa costituire un'occasione per recepire anche le norme di base per l'effettuazione del processo di cremazione.

2. CONFRONTI INTERNAZIONALI

Secondo fonti ICF (International Cremation Federation, Maggio 1999) in Europa Occidentale sono funzionanti circa 1800 crematori che occupano circa 10.000 persone.

Un singolo crematorio, usato in modo intensivo per cinque cremazioni il giorno per cinque giorni a settimana tratta mediamente circa 1200 cremazioni/anno.

L'ambiente non conosce confini, come dimostrato da catastrofi recenti, e pertanto tutti i paesi europei sono coinvolti ed interessati; cambia l'interesse di ciascun paese per lo specifico argomento.

Sulla base di questo concetto di fondo riteniamo importante proporre una breve panoramica a titolo di raffronti esemplificativi senza alcuna pretesa di esaustivi. Prendendo a riferimento tre paesi Europei quali la Germania, il Regno Unito e la Francia in cui la cremazione è prassi consolidata e diffusa con centinaia di impianti funzionanti sul territorio.

Riportiamo nella tabella allegata (tab.1) alcuni parametri di riferimento che ci sembrano significativi per il raffronto tra vari Paesi Europei ed Extra Europei.

2.1. Germania

In Germania sono operativi circa 120 crematori e la percentuale di cremazione è del 45% (Fonte Sefit). L'impianto di cremazione è definito "l'impianto tecnico che serve alla cremazione di spoglie umane".

Le condizioni di combustione prevedono che la temperatura dopo l'ultima adduzione di calore deve essere di almeno 850°C, rilevata come valore medio orario; la bara non può essere introdotta nel forno se la temperatura è inferiore a 850°C (27 BImSchV); è regolamentata inoltre l'altezza del camino di processo. Non è consentita la cremazione di casse con rivestimento in zinco.

I valori limite delle emissioni riferiti al volume di gas di scarico normale (273K, 101.3 kPa, gas secco) sono i seguenti:

- per il monossido di carbonio (CO) non devono superare 50 mg/Nm³ inteso come valore medio orario;
- per le polveri il limite è 10 mg/Nm³ inteso come valore medio orario;
- per le sostanze organiche intese come carbonio organico totale il limite è di 20 mg/Nm³ inteso come valore medio orario;
- per le diossine e furani il limite è di 0.1 mg/Nm³ inteso come valore medio del tempo di campionatura previsto (minimo sei ore).

Il campionamento delle emissioni deve avvenire nel corso di cinque cremazioni consecutive; non sono considerati i periodi di funzionamento a vuoto tra due cremazioni e le fasi di caricamento feretro e scarico ceneri.

Strumentazione di rilevazione in continuo: è previsto un dispositivo di rilevazione e registrazione in continuo dei seguenti parametri:

- contenuto di ossigeno nell'effluente gassoso;
- concentrazione in massa di CO nell'effluente gassoso;
- temperatura operativa nell'impianto di cremazione;
- contenuto di polveri in uscita misurato dopo il sistema di depolverazione fumi.

La strumentazione suddetta deve essere sottoposta, a cura del gestore dell'impianto, a calibratura periodica (minimo cinque anni dall'ultima calibratura); inoltre il gestore deve inviare, una volta l'anno, all'autorità competente il risultato delle analisi effettuate ed i relativi certificati.

La normativa tedesca non riporta alcuna prescrizione sulle modalità di costruzione dell'ara crematoria.

2.2. Francia

In Francia sono attivi circa cento impianti con una percentuale di cremazione sulla mortalità di circa il 16% (Fonte Sefit).

La normativa francese riporta alcuni vincoli tecnici specifici da seguire per la costruzione di un'ara crematoria; in particolare l'ara crematoria deve essere divisa in due aree distinte di cui una **riservata al pubblico, costituita da una sala di attesa e accoglienza, una sala cerimonie e una sala consegna ceneri**, ed **un'altra tecnica costituita dalla zona forno, dalla zona di trattamento ceneri e un deposito provvisorio delle urne cinerarie**.

Condizioni di combustione: il forno crematorio deve essere costituito da una camera di cremazione, una camera di post-combustione e deve assicurare una durata di cremazione inferiore a 90 minuti.

Il sistema di caricamento del feretro nel forno deve essere automatico e deve prevedere una durata del processo di caricamento di circa 20 secondi.

Le condizioni di funzionamento devono rispettare una temperatura non inferiore a 850°C ed un tempo di permanenza non inferiore a due secondi in presenza di una quantità di ossigeno non inferiore al 6%.

Deve essere previsto un sistema di sicurezza che impedisce il caricamento del feretro se la temperatura è inferiore a 350°C o superiore a 900°C.

Strumentazione di rilevazione continua emissio-ni: il forno inoltre deve essere provvisto di sistema di misurazione continua di temperatura e ossigeno

misurata in camera di post-combustione. Non sono previsti sistemi di rilevazione in continuo delle emissioni al camino.

La velocità dei gas di scarico al camino deve essere superiore ad otto metri secondo. L'impianto deve essere provvisto dei sistemi di sicurezza antincendio.

I valori limite delle emissioni: i valori limite d'emissione riferiti al 11% d'ossigeno e delle condizioni normali (273°K, 101.3 kPa e gas secco) sono i seguenti:

- per monossido di carbonio (CO)	100 mg/Nm ³
- per le polveri	100 mg/Nm ³
- per l'acido cloridrico	100 mg/Nm ³
- per gli ossidi di azoto	700 mg/Nm ³
- per il biossido di zolfo	200 mg/Nm ³

Il controllo delle emissioni è annuale. L'impianto è autorizzato per un periodo di cinque anni scaduti i quali deve essere nuovamente aggiornata l'autorizzazione.

2.3. Regno Unito

Nel Regno Unito sono attualmente in corso d'elaborazione nuove norme; riportiamo quelle attualmente in vigore denominata PG 5/2 (95). Gli impianti funzionanti sono circa 220, con una percentuale di cremazione sulla mortalità di circa il 73% (Fonte Sefit).

Condizioni di combustione:

Il crematorio deve essere dimensionato con camera secondaria per assicurare un tempo di permanenza di due secondi alla temperatura minima di 850°C nella camera secondaria, in presenza di un quantitativo minimo d'ossigeno del 6%.

L'alimentazione del feretro deve essere impedita se la temperatura della camera secondaria è inferiore a 850°C.

Non è ammessa la combustione di casse in zinco e contenenti mercurio o con rivestimenti plastici in PVC o con resine melaminiche.

Strumentazione di rilevazione continua emissioni: è previsto un dispositivo di rilevazione e registrazione in continuo dei seguenti parametri:

- contenuto d'ossigeno misurato in uscita dalla camera secondaria di combustione;
- concentrazione in massa di CO nell'effluente gassoso per ciascun crematorio o in caso di più impianti installati uno strumento di misura del CO per tre forni con monitoraggio sequenziale delle emissioni per ciascun forno; i dati devono essere acquisiti a distanza di 10 secondi;
- contenuto di polveri in uscita misurato dopo il sistema di depolverazione fumi, con collegamento ad un sistema d'allarme visivo e sonoro.

I valori limite delle emissioni:

I valori limite di emissione riferiti al 11% di ossigeno e delle condizioni normali (273°K, 101.3 kPa e gas secco) sono i seguenti:

- per monossido di carbonio (CO)	100 mg/Nm ³
- per le polveri	80 mg/Nm ³
- per l'acido cloridrico	200 mg/Nm ³
- per il carbonio organico tot. (COT)	20 mg/Nm ³

Le emissioni vanno campionate per un tempo non inferiore a 60 minuti per ciascuna cremazione, partendo con il campionamento dopo il caricamento del feretro e terminandolo prima della fase di raccolta delle ceneri.

Le emissioni provenienti da un crematorio funzionante secondo un ciclo normale (pre-riscaldamento e spegnimento compreso), non devono presentare fumi visibili in modo evidente né vapore acqueo o condense in uscita al camino.

La strumentazione di rilevazione e registrazione in continuo deve essere periodicamente controllata e sottoposta a manutenzione programmata.

Devono essere sottoposte a controllo almeno una volta all'anno le emissioni d'acido cloridrico (HCl) e carbonio organico totale (COT).

3. LA SITUAZIONE ITALIANA

Nel nostro paese, al momento attuale, non esiste una norma unitaria che disciplina l'installazione degli impianti di cremazione e le emissioni da essi derivanti; pertanto ogni Regione o Provincia in base al D.P.R. 203/88 stabilisce dei limiti specifici in relazione alla localizzazione dell'impianto ed alla tecnologia adottata. Il D.P.R. 203/88 introduce il **concetto della miglior tecnologia disponibile**, principio disatteso nella nuova proposta di norma che si sta elaborando al Ministero della Salute.

Nel D.P.R. 203/88, all'articolo 2, sono fissate concettualmente le linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti: "criteri in linea con l'evoluzione tecnica, relativi al settore industriale, utilizzati come base per individuare i valori minimi e massimi di emissioni". Per ogni processo di combustione o conversione energetica è possibile fissare dei valori minimi e massimi di emissioni tenendo conto dei cicli utilizzati e della migliore tecnologia disponibile per il contenimento delle emissioni, a livello sia tecnico sia economico.

In base all'articolo 4 del D.P.R. 203/88, la tutela dell'inquinamento atmosferico spetta alle Regioni, le quali dovranno fissare i valori massimi delle emissioni consentite sul proprio territorio di competenza avendo cura di non superare il valore massimo previsto a livello nazionale dalle linee guida.

**TAB.1 - NORMATIVA SULLE EMISSIONI DA IMPIANTI DI CREMAZIONE SALME
CONFRONTI INTERNAZIONALI**

PARAMETRI	NAZIONI								
	1 (*) Inghilterra	2 (*) Germania	3 (*) Svezia	4 (*) Danimarca	5 (*) Olanda	6 (*) Francia	7 (*) Belgio	8 (*) Australia	9 (*) Hong Kong
O ₂ secco %	11	11	10	11	11	11	11	7	11
CO mg/Nm ³	100	50	100	50 medio 500 per max 1 minuto	50	100	100	107	100
SO ₂ mg/Nm ³	-	-	-	-	-	200	300	-	-
NO _x mg/Nm ³	-	-	-	-	-	700	400	-	-
HCl mg/Nm ³	200	40	-	-	10	100	-	280	100
Polveri mg/Nm ³	80	10	20 150 (**)	80	-	100	30	250	100
Mercurio ig/Nm ³	-	-	Rimozione 90 %	Rimozione 90 %	-	-	-	2	200
COT mg/Nm ³	20	20	-	-	-	20	-	21	20
PCDD/F ngTE/Nm ³	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
T min. in camera se- condaria °C	850	850	700	850	850	850	850	850	850
Tempo di Permanenza in c.p.c. sec.	2,0	-	-	1,0	1,5	-	-	1,5	2,0
% O ₂ minimo in camera se- condaria	6	6	6	-	6	6	6	-	6
Altezza camino m.	15	10	-	3 dal colmo	0,05 dal colmo	Regolata con apposita formula	-	-	-
Possibilità di cremazione casse in zinco	NO	NO	-	-	NO	-	-	-	-
Monitoraggio continuo O ₂ e T	SI + CO	SI + CO	-	-	-	SI	-	-	-
Autorizzazione Richiesta	SI	SI	SI	-	SI	SI	-	-	-

(**) Svezia: 20 mg/Nm³ applicato ad impianti con più di 700 cremazioni/anno; negli altri casi è accettato un valore max di 150 mg/Nm³.

(-) Non sono disponibili informazioni

Norme di riferimento (*)

- Secretary of Statès Guidance "Crematoria", PG 5/2 (91) and UG-1 1995 Enviromental Protection Act 1990. Part 1. Dept.Of Environment. HMSO February 1991. ISBN 0-11-752390-9 and 0-11-752661-4.
- 27.BImSchV- Anlagen ZUR Feuerbestattung vom 19. März 1997 in GBl. Teil I Nr. 18 v. 21.03.1997, gültig ab 01.05.1997.
- "Krematorier", Statens Naturvårdsverket, Sweden, April 1992.
- Miljöministeriet, Denmark, Decree No. 532, 20. June 1992. (Comes into Force 1. January 1994)
- Nederlandse Emissie Richtlijnen, Ministerie van Volkshuisvesting, January 1993.
- Decret n. 94-1117 20.12.1994 - France
- Hoofdstuck 5.58 - 1993
- Crematoria and Cremation Fumaces, Draft Guidelines, Dept. of Enviroment and Heritage, Queensland. Australia, June 1993
- Best Practicable Means Notes, Environmental Protection Department, Hong Kong 1991.

A completezza di quanto sopra riportato, è importante notare come nei decreti del ministero dell'ambiente (DMA 12.07.90 e DMA 08.05.89) di applicazione del D.P.R. 203/88, i valori massimi e minimi delle emissioni che vanno a costituire le linee guida, sono fissati in funzione della taglia dell'impianto in termini di potenza nominale; si deve rilevare inoltre che nelle succitate norme non si fa alcun riferimento specifico agli impianti per la cremazione salme i cui valori di emissione sono traslati per assimilazione "non scritta" dagli impianti di incenerimento rifiuti.

Dei circa quaranta impianti al momento funzionanti sul territorio italiano, alcuni operano a scarico diretto secondo soluzioni tecniche ormai obsolete e privi di un sistema specifico di trattamento dei fumi prodotti dal processo di cremazione, altri invece operano in conformità a limiti più restrittivi ed in sintonia con i limiti adottati dai principali paesi Europei.

A titolo esemplificativo riportiamo i **limiti di emissione vigenti** in due Regioni particolarmente sensibili agli aspetti ambientali, quali la Regione Lombardia e la Provincia Autonoma di Bolzano.

I valori limite delle emissioni richiesti dalla Regione Lombardia riferiti all'11% di ossigeno e nelle condizioni normali (273°K, 101.3 kPa e gas secco) sono i seguenti:

- per il monossido di carbonio (CO) 100 mg/Nm³
- per le polveri 30 mg/Nm³
- per il carbonio organico tot. (COT) 20 mg/Nm³

Il forno crematorio deve essere dimensionato per assicurare un tempo di permanenza di due secondi alla temperatura minima di 850°C, in presenza di un tenore minimo di ossigeno del 6% e deve essere installata una strumentazione di rilevazione e regi-

strazione continua di ossigeno e temperatura misurate nella camera secondaria. L'impianto deve essere provvisto di un sistema adeguato di trattamento e di depolverazione dei fumi.

I valori limite delle emissioni richiesti dalla Provincia Autonoma di Bolzano riferiti all'11% di ossigeno e nelle condizioni normali (273°K, 101.3 kPa e gas secco) sono i seguenti:

- per il monossido di carbonio (CO) 50 mg/Nm³
- per le polveri 10 mg/Nm³
- per l'acido cloridrico 30 mg/Nm³
- per il carbonio organico tot. (COT) 20 mg/Nm³

Il forno crematorio deve essere dimensionato per assicurare un tempo di permanenza di due secondi alla temperatura minima di 850°C, in presenza di un tenore minimo di ossigeno del 6% e deve essere installata una strumentazione di rilevazione e registrazione continua di ossigeno e temperatura misurate nella camera secondaria.

È richiesta la strumentazione di **rilevazione e di registrazione in continuo di monossido di carbonio(CO), polveri, ossigeno, temperatura** e carbonio organico totale (COT) misurati in uscita al camino. Tale disposizione è in conformità con la norma tecnica tedesca sulla cremazione 27 BlmSchV.

A fronte di questi due esempi "virtuosi", esistono altre regioni che continuano ad autorizzare l'installazione di crematori funzionanti a scarico diretto, senza alcun sistema di trattamento dei fumi né tanto meno di controllo e monitoraggio del processo termico. Riportiamo a tal proposito una tabella di raffronto tra diverse aree del Nord-Est Italia.(tab.2) che evidenzia la varietà dei limiti autorizzati ed una tabella di sintesi dei riferimenti normativi per gli impianti di cremazione (tab. 3).

TAB. 2 - DECRETI AUTORIZZATIVI IMPIANTI CREMAZIONE SALME

		Provincia		Regione Veneto		Reg. FVG	
		BZ	PD	VE	UD	TS	
1	Anno di autorizzazione	1996	1999	1994	1991	1999	
2	Depurazione fumi a secco presente:	SI	NO	NO	SI	SI	
3	Trattamento metalli pesanti e composti acidi presenti:	SI	NO	NO	NO	NO	
4	Tenore di O2 (%)	11	11	12	10	11	
5	Polveri	10	60	80	20	30	
6	CO	50	100	70	50	100	
7	COT	20	10	-	20	20	
8	NOX	-	300	200	300	400	
9	SO2	-	300	150	-	200	
10	HCl	10	30	-	10	40	
11	HF	-	-	-	-	-	
12	Metalli Pesanti	-	-	-	-	-	
13	Hg	-	-	-	-	-	
14	PCDD + PCDF	0,1 ngTE /m ³	0,004 mg /m ³	-	-	0,1 ngTE/Nm ³	

TAB. 3 - IMPIANTI DI CREMAZIONE SALME NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO				
	D.M. 12.07.90 Im- pianti incenerimen- to	Regione Lombardia Prescrizioni per crematori	D.M.A. 503/97 In- cenerimento rifiuti urbani e spe- ciali	DIRETTIVA CE 94/67 16.12.94 Ince- nerimento rifiuti pericolosi
O₂ secco %	11	11	11	11
CO mg/Nm³	100	100	50 media giornaliera 100 media oraria	50 media giornaliera 100 media oraria
NO_x mg/Nm³	-	-	200 media giornaliera 400 media oraria	-
SO₂ mg/Nm³	300	-	100 media giornaliera 200 media oraria	50 media giornaliera 200 media oraria
HCl mg/Nm³	50 < 3 ton/h 100	-	20 media giornaliera 40 media oraria	10 media giornaliera 60 media oraria
Polveri mg/Nm³	30 < 3 ton/h 100	30	10 media giornaliera 30 media oraria	10 media giornaliera 30 media oraria
Mercurio µg/Nm³	-	-	0,05	0,05 (**) 0,1 (***)
COT mg/Nm³	20	20	10 media giornaliera 20 media oraria	10 media giornaliera 20 media oraria
PCDD/F ng/Nm³	0,004	-	0,1	0,1
T min. in camera secondaria °C	950 (*)	850	850	850 1100 (****)
Tempo di permanenza in c.p.c. sec.	2 (*)	2	2	2
% O₂ minimo in camera secondaria	6 (*)	6	6	6

(*) DPR 915/82

(**) Nuovi Impianti

(***) Vecchi Impianti

(****) Con rifiuti con contenuto di cloro superiore a 1%.

È evidente che, al di là delle implicazioni di carattere tecnico, esistono problematiche di carattere economico che spingono le nostre Amministrazioni verso un contenimento dei costi a scapito di uno sviluppo tecnologico di questo tipo di impianti. Riteniamo però che la nuova norma non possa disconoscere una realtà Regionale che si è andata rafforzando in questi anni anche in ambito ambientale; la nuova norma dovrebbe pertanto porsi come riferimento di linea guida, delegando alle Regioni la facoltà di adottare provvedimenti più o meno restrittivi in funzione delle specifiche realtà locali, pur in all'interno di un quadro di riferimento omogeneo.

3.1. La tecnologia: lo stato dell'arte

Proprio in considerazione di una diffomità autorizzativa per Provincie e per Regioni, lo stato della tecnica degli impianti di cremazione presente sul

territorio Italiano è molto variegato e poco omogeneo.

Il dato comune a quasi tutti gli impianti è d'essere allocati in spazi molto ristretti, con pochi margini di manovra per le manutenzioni e per eventuali future implementazioni, quasi che il Progettista negasse l'evidenza di trovarsi, a tutti gli effetti, di fronte ad un impianto che deve essere in grado di rispondere a requisiti di carattere ambientale, di sicurezza, d'igiene e decoro dell'intero processo.

Soprattutto gli impianti di prima generazione, installati nella seconda metà degli anni '80, si basano su questo concetto e sono costituiti dal solo forno crematore, molto semplice e con ridotta capacità di cremazione.

Soltanto nella seconda metà degli anni '90 sono nati impianti concepiti come tali e provvisti di una completa linea di trattamento fumi, rendendoli di fatto compatibili ed integrabili nelle moderne realtà urbane.

Una moderna linea di cremazione è indicativamente composta come in [Fig. 1](#).

L'intero processo termico è gestito automaticamente e con supervisione a mezzo PC. Sono inoltre rilevati e registrati in continuo:

- l'ossigeno e la temperatura, misurati nella camera secondaria e rilevati e registrati in continuo.

Il processo di cremazione avviene in modo esotermico, cosicché con una quantità adeguata di ossigeno la combustione può essere mantenuta senza combustibile di supporto. Teoricamente soltanto per il pre-riscaldamento delle due camere dovrebbe essere necessaria una alimentazione esterna di energia; in realtà il consumo di energia (generalmente gas metano) durante la cremazione è determinato dal mantenimento della temperatura richiesta nella camera di post-combustione. I gas in uscita da questa seconda camera possono raggiungere temperature limite di 1000° - 1200°C e quindi devono essere raffreddati per proteggere i componenti a valle dell'impianto. Le soluzioni tecniche più diffuse per il raffreddamento dei fumi sono:

- dissipazione del calore per mezzo di dissipatori fumi/aria;

- recupero del calore per mezzo di scambiatori fumi/acqua ed eventuale dissipazione del calore di esubero sul circuito acqua per mezzo di air-cooler. Esiste quindi la possibilità di sfruttare il contenuto entalpico dei gas di combustione. Tuttavia l'offerta di calore non costante e l'assorbimento di calore in funzione del fabbisogno limitano lo spettro di utilizzo e richiedono spesso l'impiego di costosi dispositivi di regolazione. Il modo operativo discontinuo (attività in base a turni, fermo dell'impianto durante i fine settimana, ecc.), le diverse cariche nonché le variazioni nell'utilizzo (determinate dalla mortalità che varia, ecc.) hanno effetti determinati sulla quantità di calore disponibile. Anche all'interno di un processo di cremazione, esaminato singolarmente, si identificano significative variazioni nel rendimento termico che può variare da 300 kW sino a 1000 kW nelle fasi iniziali della cremazione. Il calore prodotto viene generalmente usato nei sistemi di riscaldamento dell'edificio crematorio e per la produzione di acqua calda industriale.

Per quanto riguarda la depurazione dei fumi, **la soluzione tecnologica con filtro a maniche, oltre ad essere la più diffusa, costituisce la migliore tecnologia disponibile allo stato attuale**, sia in termini d'efficienza d'abbattimento delle polveri, che in termini di manutenzione e gestione dell'impianto. Soluzioni alternative con sistemi d'abbattimento ad umido, meno onerosi in termini di costo iniziale, seppur proposti da alcuni costruttori, non consento-

no di garantire un efficiente trattamento di depurazione fumi in grado di rispettare i sempre più restrittivi limiti d'emissione; inoltre non si prestano ad essere impiegati nel contesto cimiteriale poiché presentano una serie d'inconvenienti notevoli quali:

- Produrre un residuo fangoso che richiede un successivo trattamento e deve essere pertanto smaltito in adeguato impianto di depurazione;

- Produrre un fastidioso effetto pennacchio al camino tanto evidente in particolari condizioni atmosferiche con fenomeni di condensazione;

- Produrre un indesiderato effetto pioggia nella zona circostante da ricondensazione dei vapori provenienti dall'acqua di lavaggio;

- Consumi elevati d'acqua dovuti alla necessità di ricambio dell'acqua di lavaggio.

La soluzione con filtro a maniche si presta ad impiegare sistemi di riduzione delle emissioni di diossine (PCDD e PCDF), in particolare il sistema ad assorbimento già impiegato con successo nei più recenti impianti installati nel nostro Paese. Con tale processo, il reagente (generalmente la sorbalite), ovvero un mezzo di assorbimento polverizzato finemente, viene iniettato nel flusso dei gas combusti e separato insieme alle ceneri volanti in un filtro a tessuto posto a valle. In tal modo viene attivata un'azione di neutralizzazione dei composti inquinanti la cui efficacia dipende da una serie di variabili quali il tempo di contatto gas/reagente, la configurazione geometrica del reattore e delle tubazioni, la temperatura dei gas, ecc.

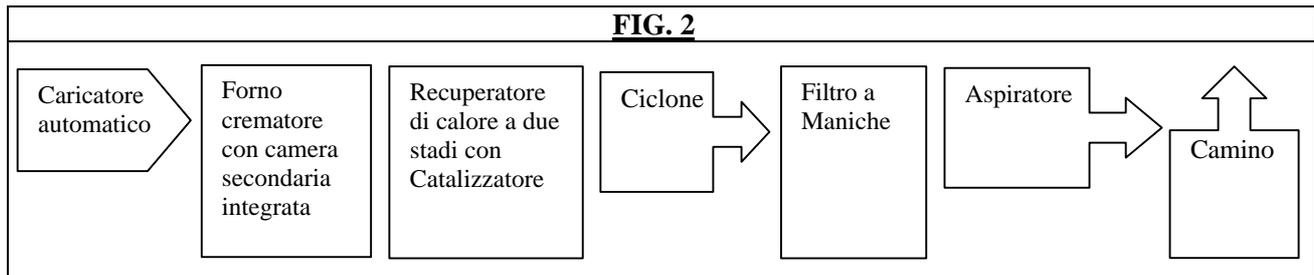
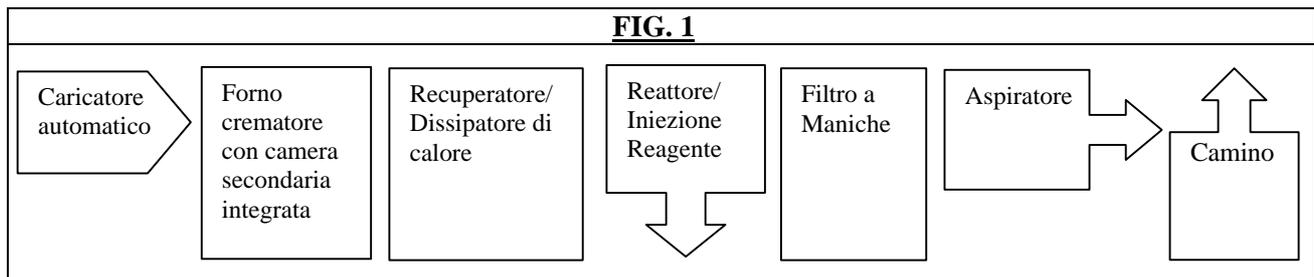
Nei paesi Nord Europei la tecnologia degli impianti prevalente prevede l'installazione di un catalizzatore installato dopo il recuperatore di calore; tale soluzione è necessaria per garantire il rispetto dei sempre più stringenti limiti relativi alle diossine richiesti. È necessario rilevare che, tale scelta comporta però un incremento notevole dei costi impiantistici pari a circa il 60 % dei costi rispetto alla linea precedentemente descritta. Inoltre l'uso del catalizzatore innalza i costi gestionali perché esso ha un ciclo di vita definito e deve essere sostituito. (vedi [Fig. 2](#)).

Sono inoltre rilevati e registrati in continuo:

- l'ossigeno e la temperatura, misurati nella camera secondaria e rilevati e registrati in continuo;

- il monossido di carbonio e le sostanze organiche (COT) che sono un parametro d'efficienza del processo di combustione;

- le polveri per monitorare in continuo l'efficienza del sistema di depurazione fumi.



3.2. Caratteristiche di crematori e relativi forni: la normativa in gestazione

Nella proposta di modifica del regolamento di Polizia Mortuaria è prevista, come allegato, anche la norma tecnica relativa agli impianti per la cremazione salme. Il legislatore ha lodevolmente cercato di affrontare un argomento fino ad oggi ignorato dalla normativa nazionale ovvero quello relativo alle caratteristiche tecniche degli impianti di cremazione e delle emissioni da essi derivanti.

Da una prima lettura, si evince come il Legislatore proponente non abbia fatto alcuno sforzo per analizzare e comprendere il fenomeno "cremazione", ma abbia trasportato i principi tecnici da quelli delle leggi 503/97 sugli impianti d'incenerimento rifiuti urbani e speciali e da quanto disposto dal Ministero della Sanità relativamente all'incenerimento di rifiuti organici (materiale specifico ad alto e basso rischio BSE).

Il modo di procedere adottato presta il fianco a molte critiche. Prima di tutto tale atteggiamento sembra sottendere una "negazione" del fenomeno cremazione e della sua specificità.

Ricordando che **il principio informatore** di tutte le norme europee nel campo della cremazione è **lo sviluppo e la diffusione della cremazione sul territorio nel rispetto dell'ambiente**, riteniamo importante che la norma non inibisca in partenza possibili realizzazioni impiantistiche con l'imposizione di prescrizioni che non interpretano correttamente la realtà in termini di:

- Limiti coerenti sulle emissioni allo stato della miglior tecnologia disponibile;

- Prescrizioni tecniche-gestionali alla luce della realtà specifica all'interno della quale gli impianti vanno inseriti;

- Costi d'investimento sostenibili per le Amministrazioni o per gli Operatori Privati.

Le differenze tecniche tra incenerimento rifiuti e cremazione salme sono notevoli e ne evidenziamo solo alcune, le più importanti:

A) Il processo d'incenerimento dei rifiuti, (organici o urbani che sia) **è un processo continuo e costante; gli impianti di incenerimento rifiuti lavorano a regime circa 8.000 ore anno** con il compito primario di "bruciare" a "regime costante" i rifiuti e solo secondariamente si pone il problema tecnico di massimizzare il recupero energetico. Pertanto in un processo termochimico così fortemente delineato da un solo regime di funzionamento, ha senso l'imposizione di limiti d'emissione quali quelli previsti dal D.M. 503/97.

Il processo di cremazione, per sua natura, è un processo ciclico e discontinuo cosiddetto a "batch" di durata limitata (circa 80-90 minuti escludendo la fase di pre-riscaldamento e spegnimento dell'impianto) in cui sono identificabili delle fasi del processo molto precise, che così riassumiamo:

1. Fase di pre-riscaldamento del crematore con il solo apporto di combustibile (ad esempio metano);
2. Introdotto il feretro in camera di cremazione si ha una breve e violenta combustione causata dalla volatilizzazione della vernice costituente il rivestimento esterno della cassa, tale fase ha una durata tipicamente di circa 1 minuto;

3. Una fase di combustione della cassa della durata di circa 15-20 minuti;
4. Dopo che la cassa si è aperta avviene la cremazione del corpo della durata di circa 40 minuti;
5. Quindi si ha la fase di calcificazione dei resti ossei della durata di circa 20-25 minuti;
6. La fase finale è quella di raccolta delle ceneri della durata di circa 2 minuti;
7. Fase di raffreddamento e spegnimento dell'impianto.

In considerazione della natura discontinua e a "batch" del processo di cremazione l'analisi completa delle emissioni deve essere condotta durante lo svolgimento delle fasi dal punto 3 al punto 5 sopra indicato, **iniziando il campionamento almeno due minuti dopo che la cassa è stata introdotta nel forno e fermandolo prima della fase di raccolta delle ceneri, in modo da evitare che la turbolenza causata dall'apertura del portello di raccolta ceneri possa influenzare il risultato analitico.**

Il limite temporale proposto, come periodo di riferimento per l'effettuazione delle analisi di 120 minuti, appare poco realistico perché non tiene conto della natura del processo; inoltre, per i valori limite d'emissione, la normativa italiana fa sempre riferimento a valori medi giornalieri oppure a valori medi orari, pertanto proponiamo di considerare un tempo di campionamento di almeno 8 ore oppure di 4 cremazioni giornaliere, facendo cominciare il campionamento all'inizio d'ogni cremazione e non considerando i tempi di funzionamento a vuoto tra due cremazioni.

Sarebbe quindi opportuno estendere il tempo di campionamento su almeno quattro cremazioni/giorno (la normativa tedesca ne considera addirittura cinque).

B) La qualità dei prodotti avviati alla combustione nei due processi non è paragonabile. Nel caso dell'incenerimento rifiuti urbani tal quali, il Progettista deve considerare una qualità dei rifiuti estremamente variabile, non omogenea e con contenuti d'inquinanti assolutamente ignoti; e come tale il sistema deve prevedere soluzioni tecniche estremamente cautelative per l'ambiente circostante.

Nel caso della cremazione invece il "prodotto" avviato alla combustione è noto e sostanzialmente costante in un ambito di variabilità definibile. La natura dei possibili inquinanti presenti durante il processo di cremazione sono di natura esogena al corpo umano e pertanto potenzialmente controllabili od eliminabili; (ad esempio i tipi di vernici utilizzati nelle casse, così come i tipi di rivestimenti

interni delle casse stesse (in fibra sintetiche o in fibre naturali) o i tipi di legni utilizzati. (legni teneri facilmente combustibili come ad esempio l'abete piuttosto che il frassino che presenta un buon grado di resistenza alla fiamma). È pertanto auspicabile che la nuova proposta consideri, come sembra, gli aspetti relativi alle casse ed ai singoli componenti in esse contenute.

C) La portata massima dei gas di combustione per una cremazione è molto limitata (circa 1500-2000 Nm³/h) e pertanto assolutamente non paragonabile a quella necessaria per la combustione di rifiuti in un impianto di incenerimento rifiuti. La natura discontinua tipica del processo di cremazione rende di fatto la portata dei gas variabile nelle varie fasi del processo. Alla luce di ciò si può affermare che le sostanze potenzialmente inquinanti prodotte da un ciclo di cremazione sono facilmente individuabili ed eliminabili. Tali sostanze, data l'esiguità delle portate in gioco, rappresentano dei valori trascurabili e, a nostro avviso, non tali da richiedere l'installazione di costosissime strumentazioni di analisi fumi al camino. A riprova di ciò rileviamo che la portata dei gas di scarico al camino di un impianto di incenerimento rifiuti di piccola potenzialità capace di produrre 2 MW di energia elettrica trattando circa 70 ton/gg. è pari a circa 50.000 Nm³/h.

In termini più esemplificativi la potenzialità termica prodotta da un impianto di cremazione è pari a circa 400-500 kW che corrispondono al consumo equivalente di metano di circa 50 appartamenti di media grandezza posti in una città del Nord Italia. Secondo la normativa vigente, gli impianti termici di potenzialità inferiore a 3 MW se funzionanti a metano ed a 1 MW se funzionanti a gasolio, non sono soggetti ad alcuna autorizzazione preventiva.

D) La qualità dei fumi di combustione in gioco nei due processi è molto diversa e non paragonabile; i valori limite d'emissione in atmosfera previsti dalla proposta di nuova normativa riporta i limiti d'emissione applicabili agli impianti d'incenerimento rifiuti. (per alcuni parametri quali CO, polveri, COT i valori medi giornalieri previsti dal Decreto 503/97, per altri quali HF-NO₂ sono riportati i valori medi orari del Decreto 503/97; per altri ancora quali HCl-SO₂ sono fissati valori ancora più restrittivi di quanto previsto dal 503/97).

A nostro avviso i valori limite d'emissione inseriti nella bozza devono essere rivisti o almeno uniformati. Sulla base della nostra esperienza **rite-**

niamo che il processo di cremazione abbia dei parametri caratteristici che solo in parte sono assimilabili a quello d'altri processi di combustione o incenerimento. Per esempio il contenuto di monossido di carbonio è determinato essenzialmente dai processi termochimici d'ossidazione; la combustione condotta in presenza d'ossigeno, almeno stechiometrico, comporta la formazione finale di CO₂ e H₂O; il monossido di carbonio emesso durante la combustione incompleta ovviamente diminuisce all'aumentare, entro certi limiti, della quantità d'ossigeno. Il controllo del CO, in impianti a "batch", presenta dei problemi tecnici che devono essere affrontati con un corretto dimensionamento dell'impianto; è sufficiente un leggero "disturbo" alle condizioni di normale funzionamento dell'impianto per determinare improvvisi incrementi del contenuto di CO con valori di punta che generalmente hanno durate limitatissime (alcuni secondi) e che a volte sono connaturate con il processo di combustione. **È importante segnalare che ai fini della tutela ambientale in termini di "qualità dell'aria" è di preponderante rilevanza che i valori delle emissioni siano bassi nei valori medi e non nei valori di punta.** Quindi sarebbe più logico e più aderente alla realtà degli impianti crematori adottare per i parametri d'emissione un valore medio ponderato rilevato su almeno 4 cremazioni eseguite nel corso della giornata o in otto ore di funzionamento dell'impianto nelle varie fasi del processo di cremazione.

Rileviamo inoltre che, dal punto di vista qualitativo, a livello di controllo delle emissioni dovrebbe essere richiesta un'analisi che individui gli inquinanti tipici del processo di cremazione senza andare a ricercare parametri che hanno un apporto del tutto insignificante nelle emissioni degli impianti di cremazione.

Per quanto riguarda l'emissione di diossine (PCDD e PCDF) da impianti di cremazione non esiste nel nostro Paese un'analisi approfondita e metodica del fenomeno, a differenza di quanto è stato fatto nei paesi Nord-Europei. Possiamo dire che le diossine possono essere presenti nei gas combusti sia sotto forma gassosa che sotto forma di polveri volanti. Lo stato gassoso dipende direttamente dal contenuto di ossigeno delle polveri volanti e quindi dalla qualità del processo di post-combustione termica adottato. Tendenzialmente la percentuale di PCDD/F legati in particelle aumenta con il crescere del contenuto di ossigeno nelle ceneri volanti. Pertanto con un contenuto di ossigeno superiore al 6% in camera di post-combustione si possono rag-

giungere con un filtro a tessuto unito ad un sistema di assorbimento con reagente buoni valori di separazione delle diossine in conformità con i più recenti orientamenti normativi.

E) Misurazione e registrazione in continuo delle emissioni al camino: la proposta di norma prevede la misurazione e registrazione in continuo di CO, polveri, COT, HCl, NO₂, O₂, temperatura, pressione, umidità, portata volumetrica, riprendendo alla lettera quanto previsto dal D.M. 503/97 per i rifiuti solidi urbani. Come già precedentemente rilevato, tale sistema sofisticato di controllo non ha molto senso in un processo che opera fondamentalmente in modo discontinuo e a "batch".

Le prescrizioni riportate nella proposta di normativa finiscono per rendere un duplice e gravoso servizio:

- Da una parte un'amministrazione comunale con un impianto crematore già installato è posta di fatto "fuori legge" con l'alternativa di, o sostenere elevati costi d'adeguamento, o chiudere gli impianti esistenti aggravando in tal modo la già critica situazione della gestione dei cimiteri e degli spazi disponibili;
- Dall'altra penalizza fortemente il comparto impiantistico produttivo nel suo complesso poiché è assolutamente dimenticato un valore fondamentale dello sviluppo economico e tecnologico che è la conoscenza dello stato dell'arte e della miglior tecnologia disponibile.

Infine alcune considerazioni sull'opportunità economica dell'adozione di una strumentazione di rilevazione e registrazione in continuo sugli impianti di cremazione.

Il costo indicativo di tale apparecchiature con installazione e messa in servizio si aggira in un range di prezzo che va da 100.000,00 € a 150.000,00 € ed è sicuramente un costo non sostenibile per molte amministrazioni locali; al rilevante costo d'installazione vanno poi aggiunti i costi di manutenzione (valutati in circa 10.000,00 € all'anno). Considerando che tale apparecchiatura risulta "passiva" rispetto al processo di cremazione, non potendo in alcun modo utilizzare il segnale per la regolazione dell'impianto in tempo reale, gli oneri concernenti all'installazione ed alla gestione delle apparecchiature di rilievo, risultano spropositati in relazione alla taglia piccola degli impianti di cremazione ed al loro costo complessivo. Come si può ben vedere l'incremento dei costi rischia di rendere utopico lo sviluppo della cremazione in Italia ma anche di pregiudicare la sopravvivenza stessa degli

impianti di cremazione già installati., peggiorando in tal modo la gestione dei cimiteri ed il quadro ambientale generale.

4. PROPOSTA OPERATIVA

Siamo consapevoli dell'importanza imprescindibile della tutela dell'ambiente e riteniamo prioritario far coesistere le esigenze dell'ambiente con quelle di tipo economico-industriale. Sulla base di tale considerazione formuliamo alcune proposte che riteniamo siano in grado di conciliare le diverse istanze.

Per quanto riguarda i valori limite d'emissioni sarebbe auspicabile da parte del Ministero competente, proporre un monitoraggio su alcuni impianti di cremazione significativi e di ultima generazione, e sulla base dei risultati ottenuti, emettere delle Linee Guida di riferimento.

Nello specifico riteniamo che dovrebbero essere proposti a livello di Linee Guida Nazionali i valori vigenti ed adottati già da alcune Regioni, quali ad esempio, quelli vigenti nella Regione Lombardia, lasciando facoltà a ciascuna Regione o Provincia di proporre valori più restrittivi in relazione alla situazione specifica.

In particolare i valori limite d'emissione proposti, intesi come valori medi giornalieri o su quattro cremazioni/giorno, riferiti all'11% d'ossigeno e delle condizioni normali (273°K, 101.3 kPa e gas secco) sono i seguenti:

- Per il monossido di carbonio (CO) 100 mg/Nm³
- per le polveri 30 mg/Nm³
- per l'acido cloridrico 30 mg/Nm³
- per il carbonio organico tot. (COT) 20 mg/Nm³

In relazione alla strumentazione di rilevazione in continuo delle emissioni riteniamo corretto proporre **un sistema di controllo dei parametri di combustione con rilevazione e registrazione continua dell'ossigeno e della temperatura nella camera secondaria di combustione.** Oltre a ciò potrà essere sottoposto a **monitoraggio e registrazione in continuo il parametro del monossido di carbonio (CO) misurato nell'effluente gassoso in uscita, al fine di verificare costantemente l'efficienza e la bontà del processo di combustione; per misurare e controllare in continuo l'efficienza dei sistemi di depolverazione fumi adottati potrà essere previsto un sistema di rilevazione delle polveri.** Tale apparecchiatura installata ha un costo indicativo di circa 40.000,00 € costo molto inferiore a quanto proposto dalla normativa in gestazione, e che riteniamo possa essere so-

stenuto da gran parte degli impianti installati senza pregiudicarne la chiusura (anche se è un aumento rispetto alla situazione attuale di non meno di 30.000,00 €).

Relativamente alle disposizioni riportate sulle "Caratteristiche minimali della zona tecnologica" della bozza di normativa ci pare di cogliere una volontà d'eccessiva regolamentazione anche di aspetti tecnici marginali; riteniamo che debba essere lasciato al Progettista una libertà di scelta, all'interno delle norme di riferimento che devono essere seguite nella progettazione e realizzazione di un'Ara crematoria, non imponendo limiti che potrebbero andare ad interferire con norme tecniche specifiche. Infine segnaliamo con apprezzamento la possibilità di introdurre **impianti crematori mobili**; tale soluzione tecnica, già sviluppata in altri paesi Europei, è stata per molto tempo ignorata dalla normativa Italiana e quindi è una novità interessante con ripercussioni positive per numerose realtà locali. Andrebbero chiariti, a nostro parere, i requisiti minimi di sicurezza del sito di destinazione dell'impianto mobile, le autorizzazioni necessarie e le interrelazioni con l'ambiente circostante. Inoltre proprio in quanto mobile e pertanto provvisorio, l'impianto mobile potrebbe essere normato con limiti di emissione meno restrittivi di quelli adottati per gli impianti fissi.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalla lettura della normativa in gestazione sembra che la cremazione appaia come un fenomeno poco conosciuto al Legislatore proponente, e che in ogni modo, il principio informatore della legge appaia essere il blocco della cremazione piuttosto che un suo sviluppo. Ci auguriamo che queste nostre impressioni vengano smentite e che l'approccio fin qui avuto dal Legislatore sia stato dettato dalla mancanza di tempo e dalla scarsa possibilità di confronto con le realtà sociali operanti nel settore. Infatti, la proposta presenta numerose incongruenze ed imprecisioni che siamo sicuri saranno superate nella stesura definitiva.

Riteniamo che **debba essere respinta con decisione l'idea di equiparare la combustione di un essere umano a quella dei rifiuti**; tale equiparazione non ci pare eticamente sostenibile, ma neppure dal punto di vista tecnico giustificabile; riteniamo, infatti, che non possano esserci delle analogie come abbiamo cercato di dimostrare nella nostra breve dissertazione.

Dal punto di vista tecnico, riteniamo più corretto proporre dei **sistemi attivi** di controllo e conte-

nimento delle emissioni quali ad esempio adeguati sistemi di depurazione dei fumi che allarghino lo spettro d'interazione associando un'azione meccanica ad una chimica per l'abbattimento di inquinanti specifici.

Sarebbe pertanto opportuno ridurre l'impiego di **sistemi passivi di controllo**, quali ad esempio la strumentazione di rilevazione e registrazione continua delle emissioni al camino poiché tali sistemi non interagiscono direttamente con il processo termico.

Riteniamo che sarebbe più pragmatico e utile da parte dei Ministeri competenti prevedere il rafforzamento dei controlli sugli impianti da parte degli Uffici competenti. Tale modo di procedere avrebbe anche il benefico effetto di produrre un aumento d'occupazione e non della disoccupazione, come invece accadrebbe se questa proposta dovesse diventare legge dello Stato.

Infine deve essere valutato il **costo sociale** di una proposta tecnica quale quella in discussione; infatti, se i circa quaranta crematori attualmente in funzione in Italia dovessero adeguarsi a tali prescrizioni, la somma da spendere sarebbe di circa € 6.000.000,00, cifra non trascurabile e che bloccherebbe, a nostro avviso, lo sviluppo della cremazione facendoci tornare 15 anni indietro e che obbligherebbe i gestori ad aggravare di bilancio del tutto ingiustificati, che poi si ribalterebbero sui fruitori del servizio.

(*) Titolare G.E.M. (Giust Environmental Machinery) s.r.l., Udine