



**Via Venezian, 1 - 20133 Milano**

**Via dei Carracci, 2 - 20149 Milano**

**Tel. 02 498.46.78 Fax 02 480.14.680 -0331 501792**

14 settembre 2006

**Note inerenti la documentazione disponibile relativa all'impianto di "dissociazione molecolare" di Husavik (Islanda): alternativa all'inceneritore o inceneritore alternativo ?  
Il superamento degli inceneritori va effettuato con manovra a sinistra o a destra, oppure bisogna dare precedenza ad altro ?**

In considerazione di diverse richieste inerenti l'oggetto invio le seguenti note tecniche sulla questione per "oborto collo" in quanto non sono in possesso di documentazione adeguata per una valutazione esauriente.

La documentazione esaminata è costituita dai due documenti disponibili sul sito Ecquoecologia ovvero la relazione "Oltre l'età del fuoco" e le slides della società Energo con riferimento all'impianto di Husavik (Islanda).

Per completezza (non ho trovato queste informazioni nella documentazione disponibile) risulterebbe che la società che ha realizzato l'impianto di Husavik fa parte del gruppo della Enerwaste International Corporation e quella che lo ha progettato - o viceversa, non sono chiari padri e madri di questo impianto - è la *IceBits Pte Ltd*; l'impianto è attivo da dicembre 2005.

La *IceBits Pte Ltd* sul proprio sito web colloca l'impianto di Husavik tra i Sorporkustöðvar: (Waste Incinerators) ovvero gli inceneritori.

La tabella completa è la seguente

<b>Sorporkustöðvar:</b>	<b>(Waste Incinerators)</b>		
<b>Brennu-Flosi</b>	<b>Tourist &amp; Municipal</b>	<b>1991</b>	<b>Svinafell / Oeraefi / Iceland</b>
<b>Kirkjubaejarklaustur 1</b>	<b>Municipal Waste</b>	<b>1993</b>	<b>Skaftarhreppur / Iceland</b>
<b>Talknafjoerdur</b>	<b>Municipal Waste</b>	<b>1999</b>	<b>Talknafjoerdur / Iceland</b>
<b>Troellasorp</b>	<b>Municipal Waste</b>	<b>1999</b>	<b>Siglufjoerdur / Iceland</b>
<b>Kirkjubaejarklaustur 2</b>	<b>Municipal Waste</b>	<b>2002</b>	<b>Skaftarhreppur / Iceland</b>
<b>Vesturbyggd</b>	<b>Municipal Waste</b>	<b>2003</b>	<b>Patreksfjoerdur / Iceland</b>
<b>Skagafjoerdur</b>	<b>Municipal Waste</b>	<b>2004</b>	<b>Skagastroend / Iceland</b>
<b>Husavik Power Authority</b>	<b>Municipal Waste</b>	<b>2005</b>	<b>Husavik / Iceland</b>

Segnalo per gli interessati che una tecnologia analoga (in cui la fornitura al sistema di calore avviene tramite la formazione di un campo elettrico anche se in condizioni meno drastiche rispetto al più noto processo al plasma) è il sistema SEED (STE Technology di Padova) di "elettrrodissociazione" (la denominazione si avvicina a quella con cui viene presentato l'impianto di Husavik) anche di rifiuti per la produzione di syngas e successivo utilizzo energetico, quest'ultimo impianto è stato testato (fuori d'Italia) quasi esclusivamente su rifiuti particolarmente problematici

(come il PCB) più per la riduzione della loro tossicità che per finalità energetiche (similmente ai processi al plasma finora attivi) ma viene presentato come idoneo anche per rifiuti urbani.

Premesso quanto sopra cerco di indicare alcuni “*punti fermi*” per una valutazione dell’impianto proposto. Come si vedrà le note pongono più domande rispetto alle possibili risposte ma questo deriva dalla carenza conoscitiva.

## **1. Le denominazioni**

Nella discussione scaturita dalla proposta vi è stata una diatriba sulla definizione dell’impianto proposto che è palesemente un impianto di gassificazione con alcune particolarità rispetto a quelli “*tradizionali*”.

La discussione sulla denominazione si riverbera sulla “*alternatività*” della proposta rispetto all’incenerimento dei rifiuti.

L’unico “*timone*” in tal senso è rappresentato dalla normativa europea e nazionale che afferma quanto segue.

*d) impianto di incenerimento: qualsiasi unità e attrezzatura tecnica, fissa o mobile, destinata al trattamento termico di rifiuti ai fini dello smaltimento, con o senza recupero del calore prodotto dalla combustione. Sono compresi in questa definizione l'incenerimento mediante ossidazione dei rifiuti, nonché altri processi di trattamento termico, quali ad esempio la pirolisi, la gassificazione ed il processo al plasma, a condizione che le sostanze risultanti dal trattamento siano successivamente incenerite. La definizione include il sito e l'intero impianto di incenerimento, compresi le linee di incenerimento, la ricezione dei rifiuti in ingresso allo stabilimento e lo stoccaggio, le installazioni di pretrattamento in loco, i sistemi di alimentazione dei rifiuti, del combustibile ausiliario e dell'aria di combustione, i generatori di calore, le apparecchiature di trattamento, movimentazione e stoccaggio in loco delle acque reflue e dei rifiuti risultanti dal processo di incenerimento, le apparecchiature di trattamento degli effluenti gassosi, i camini, i dispositivi ed i sistemi di controllo delle varie operazioni e di registrazione e monitoraggio delle condizioni di incenerimento;”* (cfr. art. 2 comma 1 Dlgs 133/05).

Dalla lettura di quanto sopra riportato è palese che un impianto di gassificazione che invia a combustione il syngas è un impianto di incenerimento (perlomeno nei paesi della Unione Europea – cui l’Islanda non appartiene).

Ovviamente, sempre seguendo la normativa (italiana), un impianto del genere, che utilizza rifiuti e brucia il gas prodotto, potrebbe essere considerato anche come una centrale termoelettrica (con fonti rinnovabili) e/o soggetto a procedura semplificata (Dm 5.02.1998) o anche venire escluso in toto dalla normativa sui rifiuti (DM 5.05.2006) ove il rifiuto (anzi il combustibile) alimentato sia il cosiddetto CDR di qualità (UNI 9903-1).

## **2. La tipologia di rifiuti**

L’impianto viene presentato come idoneo a “*dissociare*” tutte le tipologie di rifiuti sia in forma tal quale (rifiuto indifferenziato) e senza alcun pretrattamento, come pure rifiuti con caratteristiche più omogenee come biomasse (residui agricoli).

Chi scrive ha una diffidenza innata e per mentalità (da chimico) di fronte a processi che promettono di trattare matrici complesse ed eterogenee e, ciò nonostante, dichiara una “*semplicità*” nei prodotti (in questo caso il syngas) e, conseguentemente, prestazioni ambientali (emissioni, residui ecc.) elevate e limitati problemi nei residui.

Per poter andare oltre a questa diffidenza (e verificarla nel caso in questione) occorrerebbe conoscere, in primo luogo, le caratteristiche merceologiche dei rifiuti alimentati nell'impianto in questione per capire se le prestazioni dichiarate siano o meno plausibili.

L'unica cosa che veniamo a conoscere è che l'impianto di Husavik ha una capacità di 2.000 kg/h (16.000 tonnellate) e che serve 35.000 abitanti .

Un primo dato quantitativo ci farebbe capire l'entità della raccolta differenziata (se l'impianto riceve solo rifiuti urbani dagli abitanti dobbiamo presumere che gli islandesi in questione siano degli zozzoni in quanto produrrebbero, *senza contare la raccolta differenziata* che speriamo sia esistente, 1,25 kg/giorno/procapite di rifiuti indifferenziati; il che significa una produzione complessiva di oltre i 2 kg/giorno, all'incirca il doppio degli italiani).

In effetti gli islandesi non scherzano : nel 2004 mediamente hanno prodotto complessivamente quasi 4,5 kg/procapite al giorno di rifiuti (488.000 tonnellate/anno per 299.404 abitanti); va tenuto conto però che nei dati che ho reperito (di fonte governativa) non vengono distinti i rifiuti municipali da quelli industriali e probabilmente è così anche nel caso dell'impianto in questione.

Per questo, a maggior ragione, avremmo bisogno di conoscere la composizione merceologica dei rifiuti alimentati per capire – ad esempio – la plausibilità del valore dei residui solidi dal processo (i documenti disponibili danno una indicazione del 3 % rispetto al peso dei soli rifiuti “*organici*”, a questi, quindi vanno sommati metalli, vetro e altre frazioni inerti che compongono anche le scorie degli inceneritori tradizionali e che – secondo i sostenitori di questi ultimi impianti - sono altrettanto “*recuperabili*”).

Tenuto conto inoltre che Husavik è un centro con importanti industrie di trasformazione dei prodotti ittici non vorremmo che il nostro gassificatore sia in realtà una immensa grigliata...

Proprio perché l'impianto viene proposto come una chiusura virtuosa del ciclo dei rifiuti, anche in relazione alla possibile contraddizione in termini quantitativi, sarebbe stato utile ricostruire l'intero “*ciclo*” di gestione dei rifiuti della collettività islandese e non solo occuparsi del “*residuo*” e della impiantistica dedicata con cui si finisce in discussioni stucchevoli e che si impantanano in questioni meno importanti di quella che ci dovrebbe occupare : produrre meno rifiuti e, per i pochi, pochissimi ancora prodotti, fare in modo che possano essere destinati a recupero come materiali o siano sufficientemente inerti per poterli affidare a una discarica.

Ciò per evitare, perlomeno, che la discussione finisca unicamente su aspetti tecnici mentre il problema rifiuti, come è noto, è una questione essenzialmente economico-sociale e culturale (ed è su questi aspetti che chi contrasta l'incenerimento insiste o dovrebbe insistere).

Così viene sintetizzata la politica islandese sui rifiuti (ripresa da quella europea) :

*The Waste Management Law no. 55/2003 and Regulation no. 737/2003 on waste treatment transpose the following EU targets into Icelandic law:*

*1. To reduce the total weight of organic household waste to be landfilled by 25 per cent by no later than 1 January 2009, by 50 per cent by no later than 30 June 2013, and by 65 per cent by no later than 30 June 2020,*

*2. To reduce the total weight of other organic waste, such as biodegradable organic waste to be landfilled, by 25 per cent by no later than 1 January 2009, by 50 per cent by no later than 30 June 2013 and by 65 per cent by no later than 30 June 2020,*

*3. To recover packaging waste by between 50 per cent as a minimum and 65 per cent as a maximum by weight, to recycle between 25 per cent as a minimum and 45 per cent as a maximum by weight of the totality of packaging materials contained in packaging waste, with a minimum of 15 per cent by weight for each packaging material, all on a yearly basis,*

4. To reuse and recover end-of-life vehicles (ELV) by no later than 31 December 2005 by 15 per cent as a minimum, and to reuse and recover the average total weight of vehicles by 20 per cent as a minimum,

5. To collect and treat in an appropriate way an average of 4 kilos of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) per capita annually.

Per quanto riguarda la raccolta differenziata, così viene presentata (scusate se riproduco testi in inglese ma i documenti è meglio che siano sempre originali – questo vale anche per i documenti relativi a prestazioni di impianti) :

*Regulation no. 737/2003 on treatment of waste makes the local authorities responsible for collection, handling and treatment of municipal waste. In several municipalities there are operated cooperative (regional) waste treatment facilities. In the capital area of Reykjavik this is SORPA, a company owned by several municipalities (covering around 62 per cent of the total Icelandic population). SORPA also operates eight container parks and has bring-sites in city centres. The public and small operators can take a wide range of recyclable items to the bring sites free of charge. However, private individuals pay to drop off waste at the bring sites which is not collected by the municipalities, such as building waste, garden waste, rubbish arising during house purchase, waste associated with vehicle repairs, waste associated with pets, etc. From the bring sites, the material is taken to the collection and baling centre of SORPA in Gufunes where it is sorted for either recovery or disposal, typically for landfilling in Álfsnes. Larger companies may take their (bulky) waste directly to SORPA.*

Non ho trovato dati sulle raccolte differenziate nel loro insieme ma a giudicare dal livello (nel 2002) della raccolta degli imballaggi (v. tabella seguente) paragonabile alla situazione italiana (del 2002) possiamo ritenere la situazione vicina alla nostra, “mediamente” non molto entusiasmante.

Table 2 Consumption, recycling and recovery of packaging in Iceland in 2002

Consumption		Recovery				Recycling			
		Actual		Target		Actual		Target	
Packaging type	2002 (tons)	2002 (tons)	(%)	2001 (%)	2008 (%)	2002 (%)	(%)	2001 (%)	2008 (%)
Glass	6.452	3.476	53,9	-	-	3.476	53,9	15*	60*
Plastic	19.333	2.353	12,2	-	-	1.628	8,4	15*	22.5*
Paper/board	19.003	3.048	16,0	-	-	2.323	12,2	15*	60*
Composites	2.632	839	31,9	-	-	114	4,3	-	-
Metal	1.212	498	41,1	-	-	498	41,1	15*	50*
Timber	7.473	7.068	94,6	-	-	7.065	94,5	15*	15*
<b>Total</b>	<b>56.105</b>	<b>16.558</b>	<b>29,5</b>	<b>50-65**</b>	<b>60**</b>	<b>15.104</b>	<b>26,9</b>	<b>25-45**</b>	<b>55-80**</b>

\* minimo

\*\* media

Fonte: Environmental Supervision Division - Environment and Food Agency of Iceland (Umhverfisstofnun, UST) – gennaio 2006

Attualmente il 71 % dei rifiuti islandesi finisce in discarica, il 2,7 % finisce in inceneritori, il 25,6 % va al recupero (ma viene incluso anche il recupero energetico e non ho dati che distinguano riciclaggio e “recupero energetico”), lo 0,8 % va ad “altri trattamenti”.

### 3. Alcuni aspetti relativi al processo e agli aspetti ambientali di impatto

Una prima stranezza, ad avviso di chi scrive e come già accennato, è l'utilizzo di rifiuti tal quali ovvero indifferenziati senza alcun trattamento (così si dichiara) per eliminare parti non “gassificabili” (metalli, vetro, inerti) e per ridurre e omogeneizzare la pezzatura dei rifiuti. È noto infatti che gli impianti di gassificazione vengono proposti quasi esclusivamente per rifiuti con una certa omogeneità come ad esempio biomasse specifiche, rifiuti di derivazione agro-industriale, CDR (qualche eccezione vi è come, ad esempio, il fallimentare processo Thermoselect), rifiuti industriali (ciclo della raffinazione) ecc.

Per la precisione nelle slides di Energo si parla di “rifiuti solidi urbani *anche non selezionati*” quasi a indicare una eccezionalità nell'assenza di pretrattamenti del rifiuto (il che, come è noto, vuol dire partire dall'avere a disposizione una quantità di rifiuti prodotti da una determinata area ben superiore a quella poi avviata all'impianto di combustione).

Il processo descritto nei documenti è un tipico processo di gassificazione, il rifiuto solido viene riscaldato dall'esterno, in gran parte si converte in syngas in una atmosfera a basso contenuto di ossigeno (ma non abbastanza basso da innescare processi di pirolisi).

Le “macchine” utilizzate per una certa semplicità e la piccola dimensione, rappresentano la novità di maggiore interesse.

Purtroppo non viene indicato alcun dettaglio sulla reale composizione del gas (oltre alla ovvia indicazione che i principali composti sono monossido di carbonio, idrogeno, metano), aspetto che – per una valutazione dei possibili impatti e della loro entità – è imprescindibile.

A questo punto, per questo aspetto, dovrei fermarmi in quanto le affermazioni conclusive circa la riduzione (peraltro espressa solo in termini di fattori e non di concentrazione come qualunque tecnico serio farebbe) delle emissioni rispetto a un inceneritore, richiedono al lettore solo una professione di fede e non un approccio tecnico.

Evidentemente i tecnici che hanno viaggiato fino all'Islanda non sono riusciti a “portare a casa” (o non l'hanno ancora resa disponibile) idonea documentazione sul ciclo e sulle sue prestazioni.

Per l'esattezza, nella documentazione disponibile, si dichiara che il contenuto nel syngas (prima della combustione e prima dei sistemi di depurazione del gas) di contaminanti (polveri, metalli, acido fluoridrico, anidride solforosa, ossidi di azoto, diossine e furani) si riducono di diversi fattori rispetto alle emissioni (dopo la combustione e dopo i sistemi di abbattimento fumi) dei rifiuti avviati a incenerimento.

Addirittura sarebbe “ridotto” (lo ripeto, già nel syngas e non nei fumi emessi) anche un componente combustibile volutamente prodotto nel processo di gassificazione per la successiva combustione, ovvero il monossido di carbonio (“più della metà” rispetto a un inceneritore, si dichiara, il che dovrebbe – in base alla normativa europea e nazionale – essere inferiore a 25 mg/Nmc).

Ripeto che non viene presentato (sic !) nulla in termini di esatta (media) composizione del syngas (magari, se non è pretendere troppo, anche in relazione ai diversi rifiuti che possono essere gassificati), pertanto è difficile presentare note ma, di fronte a tale affermazione sul monossido di carbonio, si rimane sorpresi. Il monossido di carbonio è uno dei principali componenti del syngas e se è davvero presente in una concentrazione di solo 25 mg/Nmc, o il syngas sarebbe ben poco combustibile o sarebbe un combustibile idoneo per la NASA (nel caso in cui la ridotta presenza di

monossido di carbonio sia compensata da elevate concentrazioni di metano e soprattutto idrogeno, ma si brancola nel buio).

Non ho trovato – nei documenti disponibili – indicazioni sul potere calorifico del syngas utili per meglio capire quali siano le applicazioni utilizzabili (e i relativi rendimenti) per l'utilizzo energetico (nel caso della gassificazione ad aria, come quella proposta, si rischia di ottenere un syngas con un potere calorifico basso rispetto a *macchine* energetiche con caratteristiche di rendimento interessanti).

Si segnala che in letteratura vengono riportati poteri calorifici inferiori del syngas da rifiuti urbani tra 4 e 10 MJ per metrocubo (a fronte, per esempio, dei 35-39 MJ/mc del gas naturale).

Valori così bassi per il syngas rappresentano una limitazione per quanto concerne il successivo utilizzo energetico e il relativo rendimento (se non ci credete venite vicino a casa mia, a Legnano, la municipalizzata AMGA ha un piccolo impianto a ciclo combinato dove il syngas prodotto da residui esclusivamente legnosi viene miscelato a gas naturale e il risultato non è stato entusiasmante).

Insomma, le relazioni tecniche, almento sotto un profilo chimico e termochimico, sono palesemente inadeguate per farsi un'idea adeguata del processo, dei prodotti ottenuti e degli impatti ambientali connessi.

Tenuto conto che la caratteristica principale degli impianti di gassificazione è quella (ove vi è un utilizzo energetico diretto del gas prodotto) di una combustione “*indiretta*” o meglio differita rispetto alla vera e propria fase di trattamento dei rifiuti, da ciò consegue, sotto il profilo delle prestazioni ambientali della “*macchina*”, ha maggiore importanza, rispetto agli inceneritori a combustione diretta, la composizione e il trattamento del gas una volta prodotto e prima dell'avvio a combustione per la produzione di energia termica/elettrica in quanto gli impianti di combustione di gas non sono dotati, di norma, di particolari sistemi di abbattimento delle emissioni (sul genere degli impianti termoelettrici a ciclo combinato a gas naturale).

Posso però affermare tranquillamente, sulla base della letteratura disponibile, che nel confronto tra un impianto di incenerimento “*tradizionale*” (con forno a griglia idoneo per rifiuti disomogenei) e un impianto di gassificazione di qualunque genere, si presentano alcuni noti aspetti concorrenziali che possono essere anche apprezzati ancor più nel caso di impianti “*compatti*” come quello proposto, e principalmente:

- il ridotto utilizzo di aria determina una concentrazione di ossidi di azoto nelle emissioni di combustione del syngas tendenzialmente inferiori (l'entità è tutta da verificare);
- dover trattare non dei fumi di combustione ma un gas prima del suo utilizzo termico per eliminare i composti indesiderati, determina una maggiore semplicità, una riduzione delle grandezze dei sistemi e, nel complesso, un maggiore rendimento di abbattimento rispetto a un inceneritore tradizionale (nel contempo il sistema di depurazione può diventare così complesso da azzerare i potenziali vantaggi rispetto all'incenerimento);
- spesso queste prestazioni ambientali, tendenzialmente migliori della gassificazione, ove il paragone non si limita alle due macchine inceneritore-gassificatore ma al ciclo di smaltimento, vengono “*compensate*”, almeno in parte in termini di impatti relativi alla “*produzione*” di un rifiuto con caratteristiche chimico-fisiche che si presti meglio a essere sottoposto a gassificazione rispetto al rifiuto urbano “*tal quale*”;
- inoltre che le condizioni di gassificazione siano tali da non favorire (nella produzione del syngas) la sintesi di sostanze cloroorganiche è plausibile e già conosciuto; il problema è l'entità di riduzione della presenza anche di precursori nella fase di purificazione del syngas in quanto la fase successiva di combustione avviene con *macchine* senza particolari (o in assenza totale) sistemi di abbattimento dei fumi in quanto si ritiene sufficiente la combustione quasi completa del syngas come forma di tutela ambientale (ovvero di emissioni solo di CO<sub>2</sub>, CO,

Ossidi di azoto). Prevedere una fase di “*dissociazione secondaria*”, ovvero un riscaldamento ulteriore a 1.100 °C per rompere le molecole persistenti indesiderate, non è una garanzia assoluta (come sanno bene anche i produttori di inceneritori) di azzeramento della possibilità di riformazione dei composti cloroorganici in una sezione del processo a temperature e condizioni favorevoli la riformazione di diossine e altre sostanze indesiderate (anche perché se tale fase di dissociazione non è “*associata*” a una fase di sequestro delle sostanze indesiderabili come il cloro l’effetto sulle emissioni non potrà che essere parziale). Per esempio nella documentazione disponibile si afferma che il cloro viene sequestrato dalle possibili reazioni con anelli benzenici (uno dei meccanismi di formazione delle diossine/furani) tramite la sua conversione ad acido cloridrico ma poi non si dice dove finisce questo acido cloridrico; se finisse direttamente alla combustione in turbina prima di aver problemi di diossine si avrebbe il problema di una turbina piena di “*buchi*” dovuti all’ambiente fortemente acido e corrosivo.

Si insiste : NON sono presentate idonee campagne di misurazione ove si dia conto – a partire dalle caratteristiche del rifiuto alimentato – della composizione del syngas nelle diverse fasi del processo e della composizione dei fumi di combustione nella fase di utilizzo del syngas.

#### **4. Un progetto analogo**

Del tutto casualmente rispetto alla discussione in atto mi è arrivato in mano un progetto (o meglio una relazione illustrativa di un progetto cui un comune, nonostante le carenze documentali, ha già dato un assenso alla realizzazione nel migliore spirito del “*cretinismo parlamentare*” di leniniana memoria) molto simile.

L’azienda è la Economic Power Plant & Management, della Svizzera, e per illustrare il suo impianto fa riferimento a realizzazioni in Alaska (città di Barrow) già nel 1988 a livello sperimentale e poi con una capacità industriale (sul web sono disponibili anche furenti comunicati del comitato locale e segnalazioni relative anche ai frequenti problemi di funzionamento dell’impianto a livello industriale).

Lo schema processuale è analogo a quello indicato e comprende anche la parte di utilizzo energetico.

L’impianto si basa su celle di gassificazione, con parametri di temperatura e tempi quasi identici a quello islandese, quindi il gas prodotto passa a una camera ove viene trattato a una temperatura tra 900 e 1.500 °C , il gas viene poi raffreddato e avviato alla turbina per la trasformazione in energia elettrica e energia termica.

Il processo viene presentato come idoneo per una ampia gamma di rifiuti incluso quelli urbani indifferenziati.

Vengono presentati dei valori di emissioni medie e indicazioni su diversi test in cui, la fanno da padroni pacchiani errori e indicazioni di emissioni paragonabili a quelle degli inceneritori (ad esempio si dichiara che il limite europeo per le diossine è 10 nanog/Nmc, anziché 0,1 nanog/Nmc, e poi, in una tabella, che le emissioni medie del gassificatore per queste sostanze sono pari a 0,553 nanog/Nmc – palesemente oltre il limite europeo per gli inceneritori – e in un’altra parte della relazione invece si riporta un grafico con indicazioni di 33 test sulle emissioni di diossine che variano dalla non rilevabilità a valori poco al di sotto di 0,1 nanog/Nmc).

Vengono inoltre presentati valori di emissione inferiori alla normativa europea per gli inceneritori ma superiori (nel caso degli ossidi di azoto) in diversi casi a quelli ottenibili e ottenuti con le B.A.T. per gli inceneritori.

Le emissioni di polveri vengono indicate – mediamente – intorno ai 4 mg/Nmc, il valore è paragonabile a quello raggiunto da moderni inceneritori (il limite giornaliero europeo/italiano è 10 mg/Nmc) e non corrisponde certo a un fattore 100 di riduzione come indicato per l’analogo impianto islandese.

Vengono riportati i risultati di test sulle ceneri prodotte (anche in quel progetto indicate come “inerti”) per un limitato numero di sostanze (e con test di eluizione che non è chiaro quanto siano confrontabili con le norme europee per l’accettazione in discariche per rifiuti non pericolosi ovvero del DM 3.08.2005) con alcuni parametri pari o al di sopra (Cadmio, Arsenico) di quelli vigenti in Italia e in Europa per lo smaltimento in discariche per rifiuti non pericolosi.

Anche sotto il profilo della classificazione (europea) dei residui dalla gassificazione le affermazioni sulla loro innocuità non appaiono documentate e certe (rimango in attesa di documentazione idonea, ovvero di copie di certificati analitici svolte da enti indipendenti dal realizzatore e gestore dell’impianto di Husavik, per una riconsiderazione della questione).

Tornando alle emissioni, per completezza, riporto una tabella di fonte ENEA che confronta le varie opzioni di combustione dei rifiuti in cui le emissioni non sono così elevate tra i diversi sistemi.

**Tabella 2.3 - Emissioni da trattamento termico di rifiuti e limiti normativi**

Inquinante	Unità	Pirolisi / Gassificazione		Incenerimento	Direttiva 2000/76/CE
		RU / CDR	Rifiuti Speciali		
Polveri	mg/Nm <sup>3</sup>	2-13	5-9	1-10	10
TOC	mg/Nm <sup>3</sup>	2	1,6	< 5	10
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	1-20		5-10	10
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	0,1-3		< 0,5	1
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	5-15	80-175	10-50	50
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	70-300	60-116	70-150	200
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	2,5-94		10-50	50
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	<0,01-0,07	<0,05	0,01-0,05	0,05
Cd + Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	<0,01-0,2	<0,05	< 0,02	0,05
Metalli Pesanti	mg/Nm <sup>3</sup>	2,2	0,54	< 0,5	0,5
PCDD/PCDF (FTE)	ng/Nm <sup>3</sup>	<0,02-1,2		< 0,1	0,1

Fonte: Rifiuti –Bollettino di informazione normativa, n. 103 – gennaio 2004.

## 5. Una alternativa all’inceneritore o un inceneritore alternativo ?

Da ultimo mi sembra che la “compatibilità” di un impianto di gassificazione con la raccolta differenziata può essere attribuita più ad un effetto *scala* che ad altro (impianto piccolo, minore difficoltà di accettazione, minore concorrenza con altre forme gestionali).

Un impianto di gassificazione (come quello segnalato ma anche altri operativi e progettati) si caratterizza per la sua “compattezza” ovvero la possibilità di dimensioni fisiche e di capacità di trattamento limitate con costi di investimento relativamente non elevati, cosa impossibile nel caso degli inceneritori in cui la necessità di avere grandi e complessi sistemi di trattamento fumi spingono necessariamente su taglie impiantistiche elevate (minimo oramai assestato a 300 t/g).

Quanto sopra, per memoria, implica anche – limitatamente alla questione emissioni e ricadute – che la gran parte degli impatti sarà anch’essa locale in quanto i punti di emissioni di tali impianti sono a pochi metri di altezza sul piano campagna.

Di contro gli impianti di gassificazione (riportando quanto presente in letteratura) presentano problemi circa la messa a punto di tecniche e sistemi di pretrattamento e alimentazione dei rifiuti, di depurazione spinta del syngas, di conversione del gas in energia con efficienza elevata - non sempre è possibile realizzare cicli combinati con turbina a gas e turbina a vapore – in relazione a caratteristiche del gas non ottimali per il loro impiego e gli alti costi endogeni del sistema.

A proposito di energia, a Husavik l'80 % dell'energia elettrica viene fornita da un impianto geotermico (Kalina Cycle della società X-Orka/X-Energy) da 2,1 MWe a sud della città e attivo dal 2000 che presenta alcune particolarità tecniche per un maggior rendimento di conversione (utilizzo di fluido “*di lavoro*” costituito da una soluzione di ammoniaca anziché vapore acqueo ottenendo il 20 % di rendimento rispetto a quello di un normale ciclo Rankine). Così viene descritto (scusate ancora l'inglese).

A 1.6 MWe geothermal Kalina cycle started operation as a municipal power plant in Húsavík, Iceland, in 2000. The ammonia-water cycle decreases the temperature of the geothermal brine stream from 121 °C to 80 °C and the remaining energy in the stream is used for heating purposes, for example district heating. The plant components, plant operation and safety features are presented by Mirolli et al. (2002). The plant design and economics, compared with an organic Rankine cycles, are described by Leibowitz and Mlcak (1999). Valdimarsson (2002) simulated different power cycles for the conditions in the Húsavík plant. An ammonia-water cycle had approximately 20 % higher power output compared with an organic Rankine cycle and a steam flash cycle. The Icelandic company X-Orka has the license for the Kalina cycle in Europe and markets the cycle for power generation from low-temperature heat sources, for example geothermal energy and waste heat (Húsavík Energy, 2003).

There is a Kalina cycle at the Sumimoto Metals Kashima steelworks in Japan (Sumimoto Metals, 2003). The plant, constructed by Ebara, generates 3.1 MWe from 98 °C cooling water (Exergy, 2003). **In addition, Ebara has constructed a Kalina cycle demonstration plant that operated in 1999 and 2000 at a refuse incineration plant in Fukuoka, Japan. Here, the Kalina cycle acted as a bottoming cycle to a waste-fired steam cycle. The working fluid in the Kalina cycle was evaporated in the steam cycle condenser and superheated by a fraction of the exhaust gas from the waste incinerator.** The Kalina cycle was simplified, for example by removing the separator, to reduce the cost for small-scale power generation. The design power output of the Kalina cycle was 2.6 MWe and the maximum pressure and temperature were 39 bars and 294 °C (Furuya and Mori, 2001a). The demonstration plant was also used for heat exchanger evaluation (Furuya and Mori, 2001b).

At the Waseda University in Japan, there is an experimental ammonia-water cycle. The ammonia-water cycle works as a bottoming cycle to a steam cycle that in turn is a bottoming cycle to a gas turbine. The ammonia-water cycle, that can generate 60 kW<sub>e</sub>, is driven by low-pressure steam from the steam cycle. The system also includes an ammonia-water refrigeration cycle. The purpose of the plant is to investigate systems for distributed cogeneration of power and hot and cold water. Takeshita et al. (2002) and Amano et al. (2001) presented results from the experimental plant. (Fonte : **Advanced Power Cycles with Mixtures as the Working Fluid** - tesi di dottorato presentata al Department of Chemical Engineering and Technology, Energy Processes Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden, 2003).

Dalla parte evidenziata in rosso emerge che la multinazionale giapponese Ebara (specializzata in grandi impianti di gassificazione anche di rifiuti) avrebbe costruito un impianto dimostrativo in Giappone in cui il vapore prodotto dal ciclo geotermico era evaporato nel condensatore del vapore del ciclo termico dell'inceneritore (incrementando il rendimento di conversione dell'energia) e surriscaldava parte dei fumi della combustione dei rifiuti (suppongo con un qualche effetto di abbattimento che mi sfugge, forse per evitare la condensazione di metalli e polveri nelle sezioni dell'impianto prima della emissione dei fumi).

Con riferimento all'impianto “Kalina” forse i tecnici, al loro prossimo viaggio da quelle parti, potrebbero portare notizie anche di quell'impianto, visto che la produzione geotermoelettrica è importante anche in Toscana.

Tra l'altro la presenza di tale impianto geotermico ha spinto la multinazionale dell'alluminio Alcoa a progettare la realizzazione di un nuovo impianto di fusione ad Usavik da 250.000 t/a. Forse il santuario delle balene (così Greenpeace ha definito il mare antistante quella parte dell'Islanda) avrà qualche problema in futuro...

Viceversa, girovagando sul web, ho scoperto che Husavik ha un'altra particolarità (direi quasi unicità) sulle questioni relative ai rifiuti.

Nel 2001 il Sindaco di Husavik Reinhard Reynisson (non so se è ancora in carica) ha proposto l'importazione di coccodrilli (avete lette bene, coccodrilli) per la gestione dei rifiuti delle aziende di lavorazione del pesce. Proprio grazie alla energia geotermica dell'impianto Kalina, ovvero al calore a bassa temperatura ancora disponibile dopo la trasformazione energetica, sarebbe possibile realizzare delle lagune di acqua a temperatura idonea, creando pertanto un habitat adeguato anche se a una latitudine "*naturalmente*" impossibile per questi rettili, che verrebbero nutriti con gli scarti dell'industria del pesce (suppongo con relativa previsione di sviluppo di una industria della pelle e annessi).

L'idea è stata ripresa da un "*impianto di smaltimento a coccodrilli*" esistente in Colorado.

Non sappiamo se questa particolare idea sia stata attuata ma possiamo chiedere ai nostri tecnici, nel prossimo viaggio, di raccogliere informazioni a tale proposito.

Direi comunque, a questo punto, che si apra una discussione nel forum sulla idoneità e accettabilità alternativa dell'impianto "*coccodrillatore*" come tecnologia alternativa all'incenerimento (e alla gassificazione) dei rifiuti (magari, visto che siamo in Italia, possiamo accettare anche altri animali, potremmo per esempio potenziare le possibilità di recupero dei rifiuti in particolare negli allevamenti suini ...).

Scusate qualche passaggio noioso come pure qualche battuta di troppo, non so quanto efficace, ma sono un po' stanco di seriose discussioni che si avvolgono su sé stesse e alla fine non si capisce più quale fosse l'origine.

Cordiali saluti a tutti.

Marco Caldiroli