

Superare la sindrome NIMBY, utilizzare l’RDF come combustibile per la propulsione navale

Franco Piermartini pres@westlogistics.com - Michael Cabibbo, Guglielmo Sessa, Stefano Zappalà - Worldwide Ecological Shipping & Transport

Riassunto

Nel rispetto della gerarchia sui rifiuti (Riduzione, Riuso, Riciclaggio, Recupero di Materia e di Energia) si riscontra la riluttanza delle comunità locali riguardo la realizzazione di nuove infrastrutture (sindrome NIMBY) in particolare verso la termovalorizzazione considerata invece “sostenibile” dal protocollo di Kyoto.

Sotto il lato ambientale è necessario ridurre l’uso di fonti fossili a favore delle rinnovabili. L’utilizzo del RDF per l’alimentazione propulsiva di una nave può integrare entrambi gli obiettivi senza inficiare la gerarchia sui rifiuti.

Summary

With respect to the hierarchy on the waste (Reduction, Reuse, Recycling, Recovery of Matter and Energy), the local communities are reluctant to accept the construction of new infrastructures (the so called NIMBY syndrome), particularly the WTE plants, while instead the thermal recovery process is considered to be “eco-sustainable” by the Kyoto protocol.

As regards the ecological side, it is necessary to reduce the utilization of fossil sources and prefer the renewable ones.

The utilization of the RDF for the propulsion of a ship can achieve both the targets, without prejudice to the hierarchy on the waste.

1 Introduzione

Il nostro studio brevettale vuole risolvere diversi problemi: 1) individuare una soluzione tecnologicamente sostenibile di recupero energetico; 2) accogliere le aspettative di cittadini che non vogliono sentire minacciato l'ambiente a loro limitrofo da iniziative tecnologiche di cui non comprendono l'effettivo grado di affidabilità ambientale (sindrome NIMBY); 3) non stravolgere la filiera tecnologica del ciclo rifiuti. Le idee innovative in genere nascono da un approccio che si può definire ad "inseguimento dell'obiettivo", in pratica si definisce un'esigenza e si percorrono idealmente tutte le strade possibili, anche quelle più bizzarre, arrivando per eliminazioni consecutive a scegliere quella che intuitivamente sembra la migliore di cui viene poi verificata la fattibilità tecnico/economica.

2 L'obiettivo da inseguire

Utilizzare il contenuto energetico dei rifiuti in modo compatibile con l'ambiente risolvendo i problemi di accettazione del sito.

Nella nostra decennale esperienza di settore abbiamo verificato che: il problema non è tecnologico ma di accettazione "del sito" → quindi la soluzione sta nell'ubicare la tecnologia in un "non luogo". Il "non luogo" è collegabile ad una "non rete" → l'impianto deve fornire energia "in isola".

Le isole sono in mare → bisogna utilizzare una "isola mobile" per non incorrere in problemi di sito: una "isola mobile" è una nave → l'impianto deve essere installato su

una nave e fornirle energia.

Da tale “giocchetto” logico nasce un’idea innovativa e rivoluzionaria.

Innovativa perché applica alla propulsione navale una tecnologia nata per ambiti molto diversi. Rivoluzionaria perché compie una rivoluzione, cioè un giro su se stessa, ritrovando i principi della propulsione a vapore, con la differenza che la caldaia di bordo non è alimentata da carbone ma da un combustibile indiscutibilmente innovativo e rinnovabile.

Nata l’idea bisogna renderla fattibile, bisogna verificare tutti i parametri: • tecnici, • ambientali • economici.

I parametri non sono gerarchicamente disposti ma ognuno dipende dagli altri due, il che significa che il progetto deve tendere ad una loro configurazione "**ottimizzata**" da cui il "**miglior**" progetto.

3 Analisi dei parametri fondamentali.

■ la tecnologia delle caldaie per RDF è nota, affidabile e consolidata; essa evolve la precedente applicazione delle caldaie a carbone;

■ lo stoccaggio combustibile utilizzando gli stessi container navali con i quali l’RDF, dal produttore è giunto al porto, taglia una fase di movimentazione e quindi risparmia energia.

■ la logistica per la distribuzione del combustibile alle navi e per il ritiro delle ceneri è quella classica del settore delle materie prime seconde;

■ il nuovo sistema di propulsione andrà inserito nella normativa esistente;

■ per il combustibile sono stati contattati vari Enti di Certificazione Navale per affrontare le problematiche per ottenere le certificazioni in particolare per il protocollo di gestione e sicurezza e relativa omologazione del sistema di stoccaggio ed alimentazione del combustibile;

■ in fase di progettazione sarà predisposto il sistema di estrazione del combustibile dal “magazzino mobile containers” attraverso sistemi di • carico e scarico del combustibile; • automatici di alimentazione; • di sicurezza antincendio; • tenuta all’acqua e separazione in più comparti indipendenti; • stoccaggio a bordo di scorie e ceneri; • sistema di scarico in porto di scorie e ceneri.

■ dagli studi e dalla letteratura si ricava che la propulsione a vapore (da carbone) comporta su navi di taglia medio-grande un aumento del volume tecnico di circa il 4,5% rispetto al volume richiesto dal motore diesel con la caldaia generatore di vapore e relativi dispositivi; si è calcolato che è necessario tener conto di un ulteriore aumento del 3-5 % per il maggior volume dovuto al combustibile. Ciò comporta che una nave a parità di portata utile deve essere costruita con un volume aggiuntivo di circa il 8-10%. Tuttavia tale aspetto viene compensato dai positivi ritorni economici previsti e dal fatto che tale tecnologia non può facilmente essere applicata su navi esistenti (da cui una perdita della capacità utile di carico), ma va applicata su navi costruite ad hoc per cui sarà impostato (ed ottimizzato) in origine il rapporto volume utile/volume tecnico.

Il trasporto merci navale viene effettuato con una spasmodica ricerca della riduzione dei costi. Il primo fattore a cui guardano gli armatori è il costo di propulsione, direttamente legato al costo del combustibile. Sulle navi vengono attualmente usati motori diesel lenti alimentati con "il peggio utilizzabile": il "bunker oil (poco meno di un catrame)" la cui combustione comporta significative emissioni al camino in termini di polveri, di CO₂, CO, NO_x, composti di solfo e fluoro, incombusti, metalli.

■ L'utilizzo del CDR permette un drastico abbattimento dei costi di propulsione (in

molti casi addirittura un costo negativo) e permette di svincolare il trasporto marittimo dalle fluttuazioni del costo del greggio.

L'utilizzo del CDR consente inoltre una fortissima riduzione delle emissioni al camino, in quanto vengono facilmente applicate le tecniche di riduzione delle emissioni derivate da quelle previste per gli impianti terrestri.

4 Descrizione sintetica dell'impianto

Il principio brevettale consiste nel “tornare” alla propulsione a vapore con un combustibile innovativo e la nuova tecnologia connessa al suo utilizzo. L'ipotesi brevettale si è quindi attestata su un sistema di propulsione costituito essenzialmente da:

- ◆ caldaia a griglia. Sono utilizzabili altri tipi di caldaia, ma si tende a preferire quella a griglia in quanto
- più compatta;
- meglio regolabile;
- minor produzione di ceneri ;
- più affidabile.

- ◆ generatore di vapore/ciclo termico: il vapore viene generato a condizioni di temperatura compatibili con la massima durata degli scambiatori surriscaldatori e con un buon rendimento del ciclo termico.

Il vapore fluisce a ciclo chiuso tra:

- l'evaporatore-surriscaldatore (caldaia);
- l'espansore (turbina);
- il condensatore;
- l'elevatore di pressione (pompa di rilancio)

In queste applicazioni è opportuno sacrificare qualche punto di efficienza (rispetto a quanto possibile negli impianti terrestri) per tenere alta l'affidabilità e la facilità di gestione; vanno quindi evitati cicli a più spillamenti con risurriscaldamenti.

- ◆ **turbina e propulsione:** il vapore prodotto alimenta una turbina principale che, tramite un riduttore, comanda l'asse d'elica.

Sulla linea turbina-riduttore-asse d'elica sono installabili tutti i dispositivi necessari alle manovre:

- turbina secondaria con generatore elettrico per le utenze di impianto e di bordo;
- eventuale turbina di marcia indietro o inversore ad ingranaggi;
- elica a passo variabile;
- smorzatori, ecc;
- gruppo diesel di emergenza e di manovra.

5 Analisi della struttura del combustibile utilizzabile

Come detto il sistema nel suo complesso non deve rivoluzionare i vari sistemi di gestione dei rifiuti.

Non è pensabile approvvigionare il motore con rifiuti tal quali (RSU) in quanto:

- caratterizzati da PCI troppo basso a cui corrisponderebbe un aggravio incompatibile dei volumi di stoccaggio del combustibile;
- l'utilizzo dello RSU ostacolerebbe la gerarchia di gestione dei rifiuti ;
- sarebbe incompatibile con le normative vigenti;
- renderebbe problematico lo smistamento verso i porti e le condizioni sanitarie a bordo.

Stante la nuova normativa europea che spinge verso un maggior recupero di materia in tutte le filiere, il progetto prevede di utilizzare per la produzione di RDF, i residui delle varie attività di separazione e trattamento rifiuti.

Quindi il progetto si inserisce in un punto estremamente finale della catena rifiuti, immediatamente a monte della discarica.

Proprio per svantaggiare l'uso della termovalorizzazione come forma speculativa a danno del recupero di materia non sarebbe male se la normativa prevedesse che sia proprio la discarica a poter trattare quanto gli viene conferito per la produzione di RDF.

Fino a che questa possibilità non sia stata presa in considerazione dalla normativa europea, i fornitori di combustibile RDF saranno gli impianti specifici di produzione di

RDF o frazioni combustibili a valle degli specifici trattamenti di selezione e cernita. Tali combustibili, secondo il nostro progetto dovranno unicamente essere imballati raggiungendo buoni risultati di peso specifico e caricati in container navali da inoltrare, sulla base di una richiesta pianificata verso la nave che li caricherà a bordo.

Questo sistema garantisce che il combustibile RDF al porto risulti protetto da qualsiasi dilavamento e/o spandimento a causa di eventi meteorici.

Questa linea di progetto rende evidente che non si andrà a caricare di ulteriori costi la filiera a monte del trattamento rifiuti, lasciando sostanzialmente invariati i costi di investimento per le singole realtà impiantistiche della filiera rifiuti.

Tale organizzazione è sicuramente valida per navi di una certa dimensione che, in fase di progettazione dovranno vedere riservati specifici spazi per tutte le necessità di cui la nave si vorrà dotare per meglio gestire la sua attività e per la gestione del “magazzino mobile containers”.

Una volta caricato a bordo della nave, l’RDF può essere utilizzato tal quale semplicemente tagliando i fili di legatura della balla ed inviando in camera gli stessi in formato fluff attraverso apposito nastro trasportatore di dosaggio.

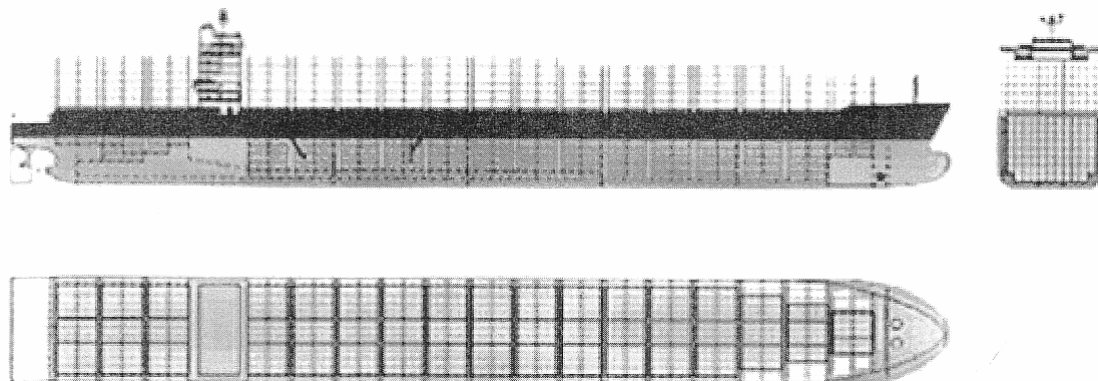
Solo in caso di applicazione della tecnologia su piccole navi, tipo peschereccio o navi da carico di piccola stazza, la logistica viene modificata. Infatti tali navi, se pur di nuova costruzione, viste le dimensioni non sono adatte a gestire container e quindi il combustibile dovrà essere fornito in forma di pellets per consentirne una gestibilità semplice, alimentando attraverso una semplice coclea la camera di combustione.

Da quanto esposto, secondo la nostra analisi tecnica, trattandosi di nuova nave, si dovrà prevedere uno spazio per la motorizzazione di appena il +5% rispetto allo spazio occupato dalla tradizionale motorizzazione diesel.

Inoltre, in relazione al vano di allocazione del combustibile, nel caso di una portacontainer si dovrà considerare che i container utilizzati come vano combustibile, in occasione di traversate transoceaniche senza scalo intermedio occuperanno circa il 4% della capacità di trasporto di container.

Per una portacontainer 4800 TEU (container navali 20 piedi (6,10 m) chiamati TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) saranno utilizzati 200 container ca. come vano combustibile.

Se si considera che mai nessuna portacontainer viaggia a pieno carico, tale volume può essere considerato influente, oppure in fase di realizzazione si maggia la nave di pochi metri (considerando che i container vengono sistemati a bordo in file sovrapposte, e la nave portacontainer ha circa 300 mt di lunghezza per 32 di larghezza ed ogni fila di container può essere composta da 13 x 20h teu si può stimare in un allungamento della nave in soli 6 metri. Che nella economia di costruzione è un fattore irrilevante.



6 Aspetti ambientali

Posto che gli aspetti tecnici sono noti adottando la tecnologia delle navi a carbone, dotate di tutti i presidi per il trattamento degli effluenti, abbiamo approfondito la valutazione ambientale.

Questo aspetto non riveste anche qui particolari problemi perché sappiamo che le tecnologie di captazione dei termovalorizzatori a terra hanno raggiunto livelli di sicurezza estremamente elevati ed il rispetto dei limiti di emissione per impianti collocati anche a ridosso delle città (Vienna e Parigi) è ormai un dato acquisito.

Abbiamo quindi analizzato il delta delle emissioni in atmosfera a parità di potenza delle due diverse motorizzazioni valutando una portacontainer 4800 TEU con potenza stimata di circa 50 MW ed una pari potenza alimentata a RDF

| Fuel Type | Tons x year | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-------|-------------------------|--------------|-------|
| | Annual Usage in | HCl | CO | NOx | SO2 | Total Organic Compounds | Particulates | HF |
| Bunker Oil | 46.200 | 0 | 30 | 391 | 2840 | 6 | 201 | 0 |
| RDF | 175.175 | 6 | 3 | 133 | 35 | 2 | 2 | 0.002 |
| Increased emissions RDF vs.bunker Oil | | 6 | | | | | | 0.002 |
| Reduced emissions RDF vs Bunker Oil | | | 27 | 258 | 2805 | 4 | 199 | |
| % Change | | 100 | -90 | -66 | -98.8 | -67 | -99 | 100 |

Comparison of air emissions from a diesel-fuelled engine and a waste-fired steam boiler [1]

Considerando inoltre che la CO₂ da recupero energetico di rifiuti e/o combustibili derivati dai rifiuti RDF è considerata nulla se sostituiva di quella da fonti fossili, il bilancio ambientale è sicuramente più che positivo.

E' evidente che al pari di un termovalorizzatore a terra, anche nel progetto di propulsione navale alimentato a RDF le ceneri pesanti e le fly-ash vengano intercettate e, contestualmente al carico di nuovo combustibile, depositate al porto di arrivo per essere inviate a recupero e/o trattamento.

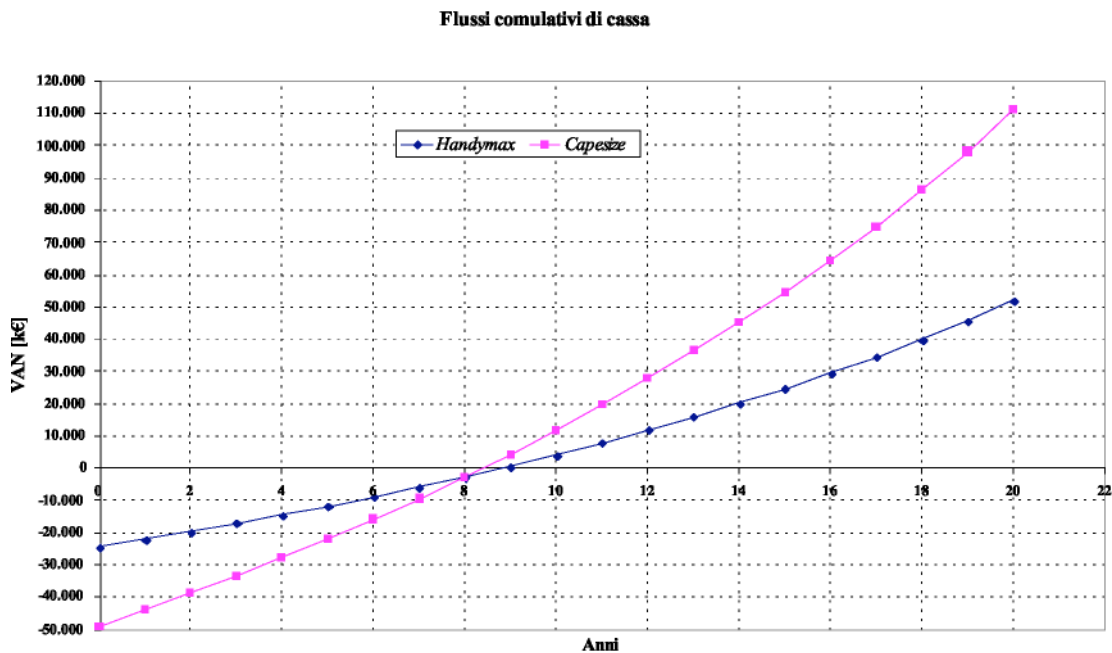
7 Analisi costi benefici

Una tediosa elencazione di numeri non aiuta la comprensione dell'analisi economica. A tale proposito si rimanda allo studio realizzato dall'ENEA che ha valutato l'applicazione dell'idea brevettata su due diverse motorizzazioni 8 e 16 MW circa applicate a due navi bulk carrier.

Il dato macro economico risiede nel fatto che se pur la nuova motorizzazione proposta è prevista più onerosa di una tradizionale motorizzazione diesel (5:1 ca.) - ogni anno le due diverse navi mettono in attivo il costo evitato di bunker oil pari rispettivamente a M€ 2,6 e M€ 4,6 [2]. Sono questi valori risparmiati che garantiscono un elevato ritorno

dell'investimento, anche nelle più cautelative condizioni.
 Il risultato di tali studi è sintetizzato nel seguente grafico:

Figura 5.1: Andamento del VAN in funzione di n



Vogliamo ringraziare l'Enea per lo studio realizzato che avvalora la nostra tesi.
 Possiamo solo aggiungere che tale studio si è basato su parametri molto cautelativi utilizzando per la motorizzazioni forni a letto fluido.

8 Conclusioni

La sindrome NIMBY è superabile utilizzando l'RDF come combustibile navale. La proposta è eco compatibile e consente di chiudere il ciclo dei rifiuti così come previsto dalla normativa internazionale. Il ritorno dell'investimento è forse uno dei più alti delle tecnologie ambientali conosciute.

E' forse superfluo sottolineare quale risparmio ambientale si otterrebbe applicando tale tecnologia alle navi dedicate alle nuove autostrade del mare, ed ancor più al sistema di gestione dei rifiuti delle isole che vengono raccolti da un'isola all'altra con navi diesel per essere poi conferiti nel continente e smaltite in discarica. L'idea è oggi sostenuta dalla direttiva 2003/30/CE sulla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti e rispettando i principi del Protocollo di Kyoto e della nuova Direttiva 2006/12/CE del 5 aprile 2006 relativa ai rifiuti.

Bibliografia

- [1] Nostre analisi da bibliografia tecnica generale;
- [2] Tesi di laurea: "Impiego del CDR nella propulsione navale: valutazioni tecniche ed economiche"; Università degli Studi "Roma Tre", Facoltà di Ingegneria, Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica.