Tecnologia TChar per stufe da cucina

Parte A: Introduzione

Versione 1.1 - 13 novembre 2011

Paul S. Anderson ("Dr TLUD")

Christa Roth Robert J. Fairchild

Biomass Energy Foundation (BEF)
psanders@ilstu.edu

Consulenti esterni per l'Energia da Biomassa christa-roth@foodandfuel.info solarbobky@yahoo.com

Definizione

Il termine TChar ™ indica forme di combustione che combinano gassificatori TLUD (Top-Lit UpDraft) che producono carbonella con stufe in grado di bruciarla. Una stufa di tipo'TChar' funziona con quasi ogni tipo di biomassa secca producendo da essa gas combustibile e carbonella; all'inizio la cottura viene fatta bruciando il gas, esaurito il quale essa sarà continuata e completata bruciando la carbonella prodottasi in una stufa apposita che si trova alla base di ogni unità TChar.

I vantaggi di questo metodo comprendono:

- 1. Minore deforestazione (reduce la tipica, ma inefficiente produzione di carbone vegetale).
- 2. I combustibili usati derivano da biomasse locali abbondanti e meno costose, creando nuova occupazione.
- 3. Riduzione delle spese di combustibile per ogni nucleo familiare; il risparmio ottenuto ripaga in poco tempo la spesa sostenuta per la stufa.
- 4. Maggiore efficienza energetica: si utilizzano i gas altrimenti dispersi nella produzione di carbonella.
- 5. Combustione estremamente pulita (si può consentire l'uso di biomassa come combustibile in aree urbane).
- 6. Si mantiene la cucina tradizionale dove la cottura a carbonella è abituale.
- 7. Rapido sviluppo di forte calore nella prima fase di gassificazione, seguito da calore moderato e continuo durante la cottura a carbonella, com'è naturale per gran parte della cucina.
- 8. Stufe di costo bassissimo grazie alla semplicità del gassificatore superiore e l'uso di comuni stufe a carbonella, probabilmente già presenti in ogni casa, come parte inferiore del dispositivo.

Il nome TChar e varianti similari come T-Char e tchar sono riservate come marchi commerciali al fine di obbligare gli utilizzatori del nome a conformarsi al significato espresso in questo documento e stabilito dalla Biomass Energy Foundation (BEF). La forma scritta da preferire è con la T e la C entrambe maiuscole. TChar si pronuncia:

"TEE-char" in Inglese (quasi come la parola "teacher"),

"TAY-char" in Spagnolo e Portoghese,

"TAY-shar" in Francese (oppure "Tay-shar-bon" scritto come "TCharbon"), o

"TI-ciar" in Italiano.

Nota: L'uso della lettera T (o T-, oppure t, o t-) all'inizio di un termine o di un nome relativo a stufe da cucina e applicazioni associate è riservato come marchio commerciale della Biomass Energy Foundation (BEF) allo scopo di significare l'incorporazione di tecnologia TLUD (Top-Lit UpDraft) nel dispositivo, processo, combustibile o altre cose associate. Ad esempio, l'uso di T-Rock (o TRocket, ecc.) denota funzioni TLUD incorporate nelle stufe Rocket (turbo).

La tecnologia "Top-Lit UpDraft" (TLUD) utilizza un contenitore verticale con biomassa combustibile, accesa nella sua parte superiore, per dare origine a due processi contemporanei di pirolisi e carbonizzazione che procedono e continuano gradualmente verso il basso. I gas procedono verso l'alto e, in prossimità dell'uscita dalla stufa, vengono bruciati con una fiamma adatta per cucinare. Nei gassificatori TLUD, il combustibile non si muove, ma diminuisce solo di volume durante la pirolisi. Invece, il fronte pirolitico avanza verso il basso attraverso il combustibile trasformando la biomassa in carbonella. Unici tra tutti i gassificatori, i dispositivi TLUD praticamente completano la pirolisi di tutta la biomassa prima di gassificare apprezzabilmente la parte carbonizzata. La transizione tra le due fasi è facilmente riconoscibile con in passaggio dalla caratteristica fiamma giallo-arancio (dalla combustione di gas catramosi) a una fiamma azzurra più piccola che identifica la combustione del monossido di carbonio. La carbonella rovente si accumula nel recipiente fino all'esaurimento del processo, quando dovrà essere trasferita in un braciere per continuare la cottura, o in un contenitore per essere spenta.

I lettori che non hanno dimestichezza con termini specifici della tecnologia TLUD (quali zona pirolitica, disco concentratore e aria primaria) e del suo funzionamento (come accensione superiore e controllo dell'aria) possono fare riferimento alle pubblicazioni cui ci fa riferimento. Il manuale "Micro-gasification: Cooking on gas from dry biomass" (http://www.gtz.de/de/dokumente/giz2011-en-micro-gasification.pdf) della GIZ-HERA spiega le differenze tra l'uso di carbonella e di biomassa grezza come combustibili. Per consulenza e assistenza in tema di stufe a carbonella e pirolitiche TLUD, consultare gli autori di questo articolo o visitare i siti www.bioenergylists.org e www.drtlud.com. Video YouTube raccomandati sullo impiego di tecnologia TLUD sono disponibili all'indirizzo: www.youtube.com/user/drtlud

Semplice descrizione (in termini familiari) dei dispositivi e dei metodi TChar

1. La parte inferiore di una stufa TChar è chiamato "T-Base." Si tratta di un braciere a carbonella con pareti laterali per contenere la carbonella su di una grata che consente l'afflusso di aria dal di sotto. Si completa con reggi-pentola, manici, ecc. necessari per diventare una stufa a carbonella autonoma e funzionale, come mostrato in Fig. 1.

Figura 1: Esempi di bracieri che possono servire da T-Base per stufe TChar.

A = metallico, a doppia parete;

B = mod. Envirofit 2200;

C = metallico a parete singola;

D = ceramico con rivestimento metallico.



2. La parte superiore di una stufa TChar si chiama "T-Top" o "TTopper" e funziona come gassificatore TLUD. Il T-Top è normalmente formato da un contenitore cilindrico per biomassa secca che viene accesa superiormente nel modo tipico del metodo TLUD. Esso è completo di supporti per il recipiente di cottura, manici, anello concentratore, cilindri esterni, ecc. necessari per essere una stufa pirolitica completamente funzionale quando sia appoggiato su di T-Base (v. fig. 2).

Figure 2: Esempi di moduli T-Top per stufe TChar.

A = Prototipo di modello ad appoggio;

B = Prototipo di modello a inserimento;

C & D = modello "Standard" ad appoggio (cilindri da13-23cm di diametro in figura C e da 10-20cm in figura D, rispettivamente.)



La Figura 3 mostra gli abbinamenti di T-Basi e T-Top uniti per formare una stufa TChar completa. In questa configurazione, il braciere a carbonella serve sostanzialmente come base di ventilazione per l'ingresso dell'aria primaria attraverso il fondo del T-Top.

Figure 3: Dieci esempi di stufe TChar.

A sinistra appaiono T-Top "Standard" su T-Base ceramica rivestita e su Envirofit 2200, rispettivamente. Le altre otto composizioni si riferiscono ad altrettanti prototipi.



3. Opportunamente caricato e acceso sulla parte superiore, come in tutte le stufe TLUD, il combustibile viene progressivamente carbonizzato da un fronte pirolitico discendente che rappresenta l'aspetto più caratteristico della tecnologia TLUD. Il funzionamento non è continuo, ma avviene per singole cariche di combustibile a condizioni stabilite dall'utilizzatore, inclusi tipo e quantità di biomassa e controllo del flusso d'aria. I processi di pirolisi e di carbonizzazione avvengono contemporaneamente, mentre una fiamma di biogas fornisce calore al recipiente di cottura. Quando la fiamma del gas si estingue, la parte superiore (T-Top) può essere sollevata con attenzione per consentire alla carbonella formatasi nel suo interno di spandersi all'interno della T-Base che inizia ad operare come braciere a carbonella per continuare la cottura. Altra carbonella può essere aggiunta secondo necessità (v. Figura 4).

Figura 4. Sequenza fotografica d'impiego di una stufa TChar (Malawi, luglio 2011). Da sinistra a destra: T-Top e T-Base uniti e caricate con stecche di bambù; cottura con gas pirolitici; sollevamento del T-Top; carbonella ardente in attesa della recipiente di cottura; esaurimento della carbonella.

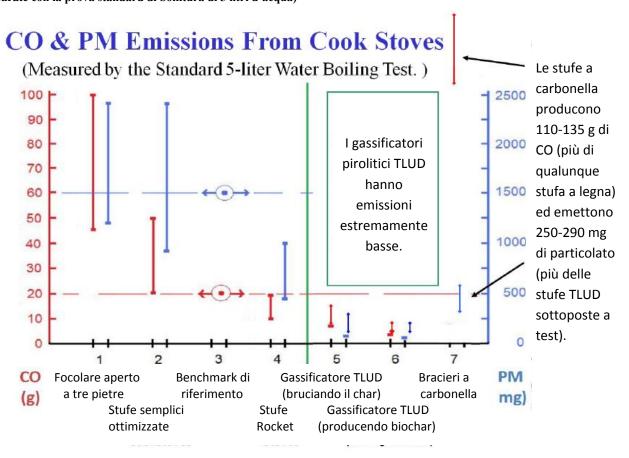


Risultati delle prove di emissione relative a stufe TChar per cucinare

Nei pochi mesi dalla nascita del concetto di TChar nel giugno 2011, non vi sono stati test completi di emissione ed efficienza con metodi rigorosi e ripetizioni multiple per determinare i valori medi e le deviazioni standard. Comunque, semplici prove di emissione condotte con attrezzatura PEMS sul campo in Uganda e presso l'Università Zamorano in Honduras hanno fornito risultati preliminari coerenti con quelli di precedenti prove eseguite separatamente su stufe TLUD e stufe a carbonella.

Nel 2005, il primo impiego comparativo di apparati di misura delle emissioni fatto al Centro Ricerche Aprovecho (ARC) ha rivelato che una stufa pirolitica ha emissioni di monossido di carbonio (CO) e di particolato (PM) assai inferiori rispetto ad altre stufe presenti allo 'Stove Camp 2005'. (Quella stufa presa in esame fu successivamente battezzata "Champion" ed è tuttora prodotta con alcune migliorie dalla Servals in India.) Nel corso degli anni sono stati raccolti i risultati di centinaia di prove eseguite con le apparecchiature PEMS del Centro Aprovecho su vari tipi di stufe e su diversi modelli TLUD. Un grafico fornito dall'ARC e relativo ai dati antecedenti il 2010 riporta i tipi principali di stufe e la coerenza dei risultati per ciascuno di essi. Tutti i dati raccolti da prove successive su stufe TLUD sono in linea ed a conferma dei risultati rappresentati in Figura 5. Va sottolineato il fatto che i progettisti delle stufe TChar stoves non hanno possibilità di accesso alle schede dati degli enti che eseguono le prove.

Figura 5: Emissioni di CO e di PM delle stufe per cucinare (Misurate con la prova standard di bollitura di 5 litri d'acqua)



Poiché il funzionamento delle stufe TChar avviene in due fasi distinte (come gassificatore TLUD producendo biochar, e come braciere che consuma carbonella), i valori di emissione attesi durante una prova standard di bollitura (WBT) con cinque litri d'acqua sono i seguenti:

- a. Nella fase di TLUD (che libera circa il 70% dell'energia) si prevedono emissioni di CO minori di 8 grammi e meno di 200mg di particolato. Queste sono stime conservative stimate sulla base di dati di una prova WBT *completa*.
- b. La successiva fase di bruciatura del biochar prodotto dovrebbe avere meno di un terzo delle emissioni di qualsivoglia braciere a carbonella usato come T-Base della stufa TChar.

Le ragioni di queste stime sono:

- 1) Il biochar è già caldo e in combustione quando termina la fase di produzione del biogas pirolitico.
- 2) La durata della combustione del biochar è molto più breve perché avviene solo più durante la fase di mantenimento della bollitura.

Conseguentemente, con un braciere ceramico Jiko (una stufa a carbonella) usato come T-Base, il CO prodotto dovrebbe essere inferiore a 40 grammi e il particolato meno di 400mg. Per contro, un Envirofit Modello 2200 come T-Base dovrebbe produrre meno di 15g di CO e meno di 300mg di particolato.

Sommando le emissioni delle due fasi, si stima prudentemente che la stufa TChar possa produrre circa 25-50g di CO e meno di 600mg di particolato, con la maggior parte delle emissioni prodotto durante la fase finale di combustione della carbonella.

<u>Nota</u>: le stufe TChar hanno emissioni assai inferiori agli attuali bracieri a carbonella, e sono pertanto le sole stufe a biomassa solida (unitamente alle altre stufe pirolitiche TLUD) attualmente disponibili e di basso costo, accettabili per uso urbano, oltreché in zone rurali, nei Paesi in via di sviluppo.

Significato delle stufe TChar (in relazione a bracieri a carbonella e alter stufe)

I bracieri a carbone vegetale hanno origini antiche. Essi forniscono il calore di cottura con minima quantità di fumo, cioè di particolato (PM). Con l'addensarsi delle popolazioni umane (e delle loro stufe), le aree urbane si sono inquinate a causa del fumo prodotto dai focolari a legna. (Le emissioni invisibili e inodore di monossido di carbonio (CO) sono per lo più ignorate dove la cottura a carbonella viene fatta in zone ben ventilate quali balconi o tettoie per il barbecue.) Vuoi volontariamente, oppure incitati dai vicini o da disposizioni locali, le persone hanno ripulito l'aria urbana passando dalla cottura a legna all'uso della carbonella. Anche il vantaggio economico di trasportare carbonella invece di legna è cresciuto con il progressivo allontanamento dei boschi a causa del loro sfruttamento. In casi estremi visti in Haiti e in molte nazioni africane, la produzione e la vendita hanno creato grandi danni ambientali in vaste zone e addirittura in intere nazioni.

In generale, il carbone vegetale è più povero e il meno desiderabile dei *combustibili trattati* disponibili presso le società del benessere. È del tutto naturale che le persone benestanti preferiscano cucinare con combustibili più raffinati quali GPL, gas naturale ed elettricità, che sono perlopiù importati in molti Paesi in via di sviluppo. Tuttavia, tale orientamento è caratterizzato da tre errori: 1) noncuranza per l'impatto ambientale derivante da quei combustibili non rinnovabili (eccetto l'idroelettrico); 2) mancanza di consapevolezza della distruzione dei posti di lavoro presso le industrie esistenti per la produzione di combustibili per cucina basati su biomasse rinnovabili di Paesi poveri; 3) onere finanziario che ricade sui poveri, specialmente quando vengono tagliati i sussidi.

Invece, vi è necessità di: A) stufe a combustione pulita, che usino biomasse rinnovabili locali, e B) accettabili per un gran numero di famiglie, e C) supportate dallo sviluppo di una opportuna catena di fornitura di biomasse combustibili. Le ricerche fatte dal 2005 concordano nello stabilire che la combustione pirolitica TLUD soddisfa la necessità (A) relativa alla combustione pulita di biomassa secca. L'esigenza (C) può essere soddisfatta con una semplice risposta economica di fornitura rapportata alla richiesta; la biomassa adatta per stufe pirolitiche è abbondante e con investimenti relativamente modesti si può avviare una produzione in grado di crescere con l'aumentare della richiesta. (Sicuramente gli ambientalisti dovrebbero essere soddisfatti da questa opportunità di porre fine ai processi nocivi per la produzione di carbone vegetale.)

Negli ultimi tempi la sfida è stata quella di dimostrare l'accettazione (B) delle stufe TLUD per cucinare, anche se non ovunque e da tutti, da un gran numero di nuclei familiari. Mentre dati confortanti in tal senso cominciano ad affluire, i progettisti di stufe TLUD continuato a sottolineare la capacità di tali stufe di produrre carbonella, ma con due inconvenienti. In primo luogo, lo svuotamento del biochar ardente è po' problematico e con qualche preoccupazione per la sicurezza. In secondo luogo, lasciar bruciare la carbonella nel fondo della stufa pirolitico è inefficiente in termini di scambio termico (il recipiente di cottura è troppo sollevato rispetto al carbone ardente), e l'elevata temperatura del carbone comprometterebbe seriamente la durata delle parti metalliche inferiori della stufa. La conformazione innovativa delle stufe TChar risolve entrambi questi inconvenienti. Infatti, il carbone prodottosi rimane nella T-Base della stufa, specificamente costruito per resistere alle temperature più elevate, e completa il processo di cottura..

Sostanzialmente, il carbone vegetale è di solito prodotto in luoghi distanti da quelli di utilizzo, e tutto il calore generato nel processo di carbonizzazione va perduto, mentre nell'atmosfera si disperdono grandi quantità di gas serra (GHG). Al contrario, una stufa TLUD è messa in funzione localmente dall'utilizzatore finale della biomassa combustibile. L'energia utile sprigionata durante la fase pirolitica e di formazione della carbonella è interamente utilizzata per la cottura, con un basso livello di emissioni proprio di una stufa a gas (autoprodotto da biomassa combustibile secca). Successivamente, il carbone così prodotto (che potremmo anche chiamare TLUD-char) viene bruciato nella T-Base della stufa TChar.

Nota: Vi è scarsità di terminologia chiara per distinguere univocamente diversi tipi di carbonella in base alle sue origini (quali le temperature raggiunte durante la pirolisi) o alle sue caratteristiche (quali il contenuto di materia volatile). Inoltre, la carbonella prodotta non è definibile esattamente come "biochar" in quanto la parte carbonizzata viene bruciata, pur avendo in generale le qualità auspicabili di un biochar destinato ad essere interrato come fertilizzante (v. la pubblicazione "Non tutti i biochar sono uguali...".)

Differenze e similitudini tra le stufe TChar e quelle a carbonella

Una stufa TChar ha un avvio facile e rapido, e una fiamma forte per molti minuti nella fase pirolitica. Subito dopo, il suo funzionamento è pari a quello di una stufa a carbonella che sfrutta i carboni ardenti creati al suo interno poco prima. In termini di cottura, si inizia con un calore forte e pulito cui fa seguito il calore più moderato della carbonella, il che è esattamente quel che necessita per gran parte delle cotture.

☐ Semplice, sicura e facile da usare, con un passaggio quasi automatico dalla fase pirolitica a quella di

Altre caratteristiche della stufa TChar sono:

combustione della carbonella (solo la rimozione fisica del T-top non è automatica).
☐ Gli utilizzatori possono aggiungere altra biomassa secca durante la fase pirolitica.
\Box Gli utilizzatori possono aggiungere altra carbonella sia nella fase finale nella T-Base che nei bracieri a carbone.
☐ Usa carbone autoprodotto, NON biochar normale.
□ La biomassa combustibile non deve essere necessariamente legno. La stufa TLUD preferisce combustibile in piccole pezzature usando molti scarti agricoli e ambientali, e biomassa di scarso valore. Ciò riduce l'insostenibilità di dover tagliare alberi di grosso fusto, causa di degrado delle foreste in molte zone.
\square Basse emissioni – inferiori a quelle delle stesse stufe a carbonella, grazie al veloce avvio bruciando gas prodotto dalla pirolisi.
☐ La stabilità e la sicurezza del braciere a carbonella (costituente la T-Base) diventa una caratteristica propria delle stufe TChar che non devono più essere mosse durante il processo di cottura.

Origine delle stufe TChar e dei loro modi di funzionamento

Le stufe a carbonella sono antiche, mentre la combustione TLUD è stata scoperta nel 1985 ed è stata sfruttata per le stufe solo negli ultimi anni. Solamente nel 2010 e 2011, durante lo sviluppo di piccolo progetti di stufe TLUD in Africa (sponsorizzati dalla Earth Capital Partners Foundation (UK)), Christa Roth, Paul Anderson e Carmel Lloyd hanno sostenuto l'opportunità di *sostituire le stufe a carbonella* con modelli TLUD. Alcuni utilizzatori di stufe pirolitiche in Malawi e Mozambico manifestarono il loro desiderio di continuare a usare i loro bracieri tradizionali e di alimentarli con la carbonella prodotta dalle stufe TLUD. Nel giugno 2011, Roth, Anderson e Lloyd si sono ritrovati per il Gasifier Stove Camp della Biomass Energy Foundation (BEF) a CREEC in Uganda. Le discussioni in corso indussero Roth ad asportare il fondo di una TLUD Peko Pe e appoggiare la stufa su di un braciere usato come base. La seguente fig. 6 illustra la sequenza degli eventi.

Figura 6: La prima stufa TChar, a Kampala, Uganda nel giugno 2011.







Stufa montata e vista senza disco concentratore.
T-Top (stufa Peko Pe senza griglia) e in funzione. Il combustibile usato sono tutoli. Braciere metallico che forma la T-Base.

In agosto e settembre dello stesso anno, prototipi sperimentali di unità TChar furono costruiti in Uganda, Malawi, USA, Germania, Haiti, e Honduras da Roth, Anderson e altri appassionati di stufe.

All'inizio di ottobre, Anderson trascorse 24 ore con Robert Fairchild in Kentucky cercando di definire un modello di TChar adatto per la produzione di massa destinato particolarmente per Haiti. Dopo 6 ore di frustranti tentativi, a sera fu concepita la struttura attualmente indicata come la TChar "Standard", ed il mattino successivo fu fabbricato e messo in funzione un esemplare realizzato con componenti standard acquistati in una ferramenta. Nella stessa occasione essi definirono le proporzioni per stufe TChar di varie misure (presentate nella parte B a continuazione di questo documento). Fairchild costruì poi una seconda unità con diverse migliorie da portare ad Haiti (v. fig. 7)

Figura 7: Prototipo realizzato da Fairchild nell'ottobre 2011. Si notino i ganci per unire tra loro T-Top e T-Base; inoltre, vi è un tubo al centro della T-Base per l'aria secondaria nella fase a carbonella.



Meno di cinque mesi dopo la definizione iniziale dei principi e dei dispositivi TChar, furono fatte presentazioni per: 1) includere i modelli TChar nei programmi nazionali di promozione delle stufe in corso di lancio in Haiti e Timor Est, 2) lanciare video YouTube illustranti stufe TChar in funzione (ved. www.youtube.com/user/drtlud), e 3) lanciare progetti pilota in Malawi, Mozambico, Uganda, India, Haiti, America Centrale. Le persone interessate a sviluppare progetti pilota per l'uso di stufe TChar sono invitate a contattare gli autori per avere supporto e informazioni aggiornate sugli sviluppi del TChar nel mondo.

Conclusioni relative alla Parte A

In breve, il metodo TChar cuoce dapprima con i gas pirolitici (ottenuti sul posto da biomassa secca) per terminare poi la cottura con la carbonella creatasi nella stufa stessa. Gli autori ritengono che il concetto the TChar si affermerà come variante importante della tecnologia TLUD per stufe da cucina, unitamente ai modelli Peko Pe di Wendelbo, Stufa a Gas da Campo di Reed, Champion di Anderson, Belonio a pula di riso, Oorja della BP, e alcuni altri che stanno emergendo in diverse parti del mondo.

In questo settore, prevediamo frequenti e importanti migliorie relative al controllo dei flussi d'aria, diversificazione dei combustibili, nuove applicazioni del calore pirolitico e adattamenti socio-culturali. Probabilmente, le conoscenze odierne sono solo il 20% di ciò che possiamo apprendere circa i processi TLUD di micro-gassificazione e chiunque voglia occuparsi del rimanente 80% è benvenuto. Tutte informazioni sulla tecnologia TLUD sono virtualmente 'open-source' e possono essere copiate liberamente. La micro-gassificazione non è la re-invenzione del fuoco, ma la riscoperta di ciò che si può fare con piccoli focolari.

Molto rimane da dire sulla storia della TChar, e noi cerchiamo di documentarla il più rapidamente possibile continuando in contemporanea la ricerca e lo sviluppo di nuove caratteristiche che si evidenziano quasi giornalmente. Questo documento è previsto in cinque parti aggiornabili e ampliabili secondo necessità:

- A. Introduzione per definire origine e importanza del concetto TChar.
- B. Generalità costruttive, istruzioni, specifiche, alternative, produzione.
- C. Combustibili, durata di fiamma, costi, fattori umani, progetti e pianificazioni.
- D. Ulteriori varianti di progetto, migliorie, biochar e proiezioni future.
- E. Risultati e relazioni di progetti avviati nel mondo.

Tutti gli interessati sono invitati a contattare gli autori che forniranno assistenza e partecipazione in funzione delle loro finalità e delle circostanze presentate. L'iniziativa è eccezionale, l'indipendenza è buona, l'isolamento non è auspicabile. Per favore, comunicate.