

PIROLISI

Cos'è il fuoco?

La riscoperta della pirolisi per un uso sostenibile delle fonti rinnovabili

L'utilizzo delle biomasse viene qui esemplificato attraverso un piccolo fornello pirolitico da campeggio costruito riutilizzando materiali di rifiuto come bombolette spray, lattine in alluminio, il ventilatore di un computer non funzionante...

La pirolisi dei residui colturali o di colture dedicate o semplicemente della legna da ardere riduce l'impatto ambientale delle emissioni in atmosfera rispetto alla combustione tradizionale, sottrae anidride carbonica dall'atmosfera immobilizzandola nel suolo per lunghi periodi e aumenta la fertilità dei suoli in modo considerevole.

Introduzione

Già dalla seconda metà del diciottesimo secolo alcuni sperimentatori inglesi notarono che il riscaldamento del carbone in assenza di aria produceva un combustibile gassoso (pirolisi). Nei primi anni del 1800 l'illuminazione delle strade di Londra avveniva bruciando il gas di pirolisi. Successivamente si diffuse anche la tecnologia della gassificazione (aggiungendo un agente ossidante) e tra il 1920 ed il 1945 si affermò anche in Italia per fronteggiare la carenza di prodotti petroliferi e far funzionare con il gas ottenuto motori a combustione interna per il trasporto pubblico o privato.



L'accresciuta disponibilità di prodotti petroliferi e di gas durante il boom economico del dopoguerra ha portato all'abbandono di questa tecnologia che oggi, per effetto della crisi energetica,

sta riscoprendo una nuova giovinezza.

La pirolisi (o piroscissione) è un processo di decomposizione termochimica di materiali organici, mediante calore e in completa assenza di un agente ossidante (normalmente ossigeno) che porta alla sintesi di prodotti (solidi, liquidi o gassosi) combustibili.

La pirolisi avviene in assenza di agenti ossidanti (come invece accade nel processo di gassificazione), o con una presenza così limitata di questi, tale da poter trascurare le reazioni di ossidazione.

I prodotti di sintesi sono:

- 1) un gas combustibile denominato syngas avente un potere calorifico medio di (13-21 MJ/Nm³), costituito principalmente da CO, H₂, e idrocarburi leggeri sia saturi che insaturi;
- 2) un prodotto liquido denominato tar o bio-olio costituito prevalentemente da molecole organiche ed oli ad alto peso molecolare,
- 3) un prodotto solido (char), costituito da residuo carbonioso e da ceneri.

Il fornello da campeggio oggetto della presentazione intende promuovere la tecnologia pirolitica per l'utilizzo delle biomasse anche su piccola e piccolissima scala poiché l'effetto sull'inquinamento dell'aria determinato dalle combustioni tradizionali (stufe e caminetti) è di notevole ripercussione anche sulla salute della popolazione (vedi grafici esposti successivamente).

Tale strumento viene utilizzato come exhibit educativo nella mostra "Energeticamente" (vedi sito <http://www.ea.fvg.it/index.php?id=60#c1747>)

Con questo exhibit si comunica agli studenti, agli insegnanti e alla popolazione coinvolta che sebbene con la pirolisi non si sfrutti al 100% il potenziale energetico della legna (infatti nel carbone vegetale o biochar rimane mediamente circa il 30% del potere calorifico iniziale), si ottengono comunque numerosi vantaggi tra cui:

Miglioramento della qualità dell'aria nelle località ad elevato consumo di legna o con scarsa movimentazione delle masse d'aria (montagna)

Un minor impiego di combustibile a parità di energia prodotta

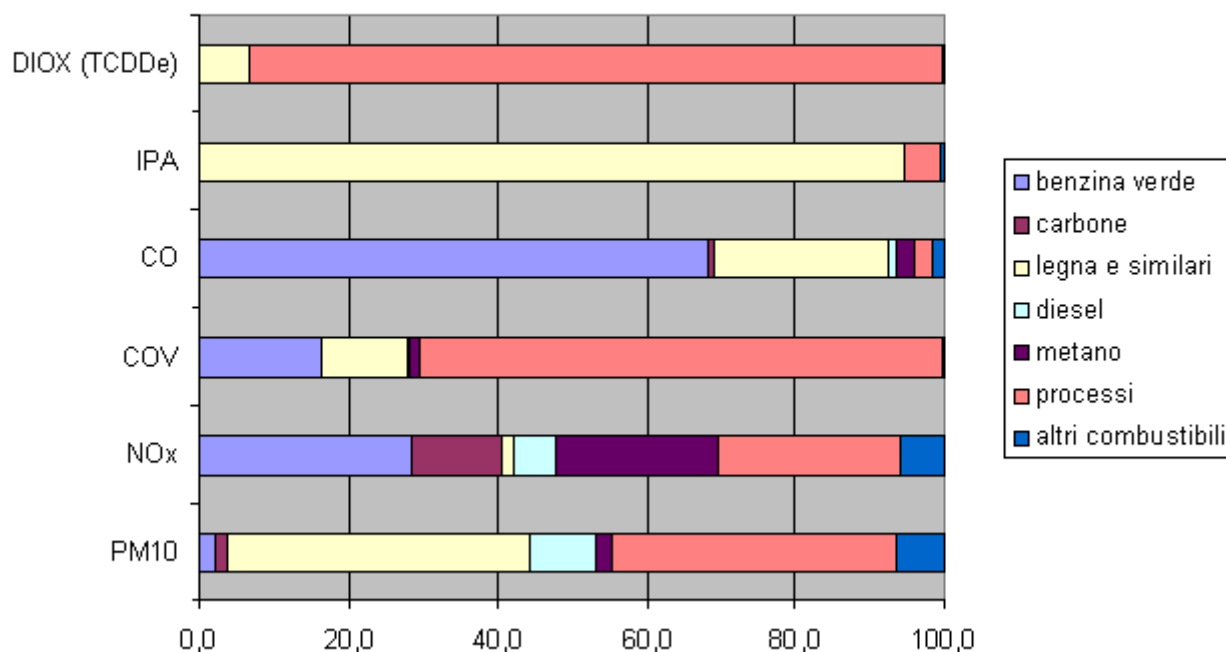
Minori emissioni di particolato, monossido di carbonio, furani, diossine, IPA...

Incremento della fertilità dei suoli: l'Università di Udine (BeBi Project) ha condotto test su terre fertili del Codroipese con incrementi di produzione di granella di mais di oltre il 20% e con una sola somministrazione.

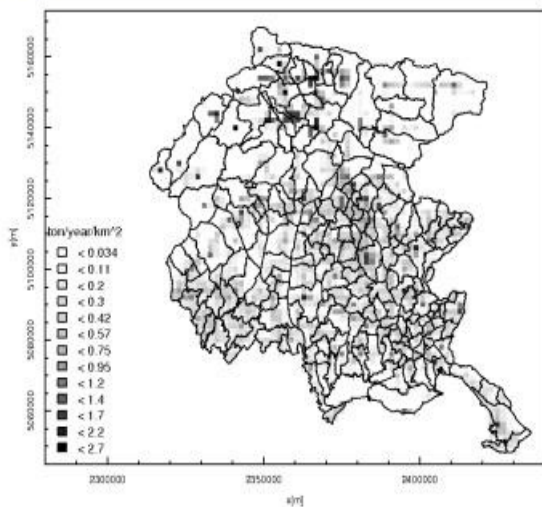
Sequestro attivo di CO₂ atmosferica e mitigazione dei cambiamenti climatici (ad ogni kg di biochar prodotto corrisponde una sottrazione di circa 3 kg di CO₂)

Emissioni in Friuli Venezia Giulia

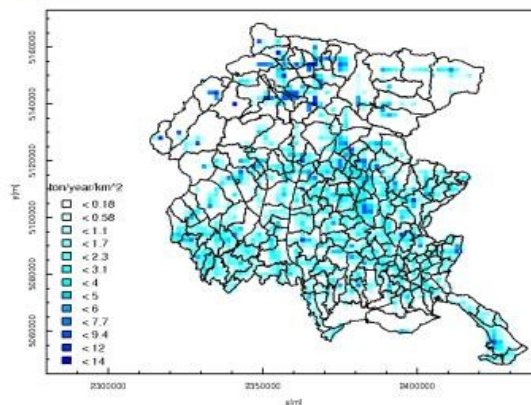
Distribuzione percentuale emissioni per combustibile in FVG



Macrosettor 02: PM10 emissions



Macrosettor 02: COV emissions



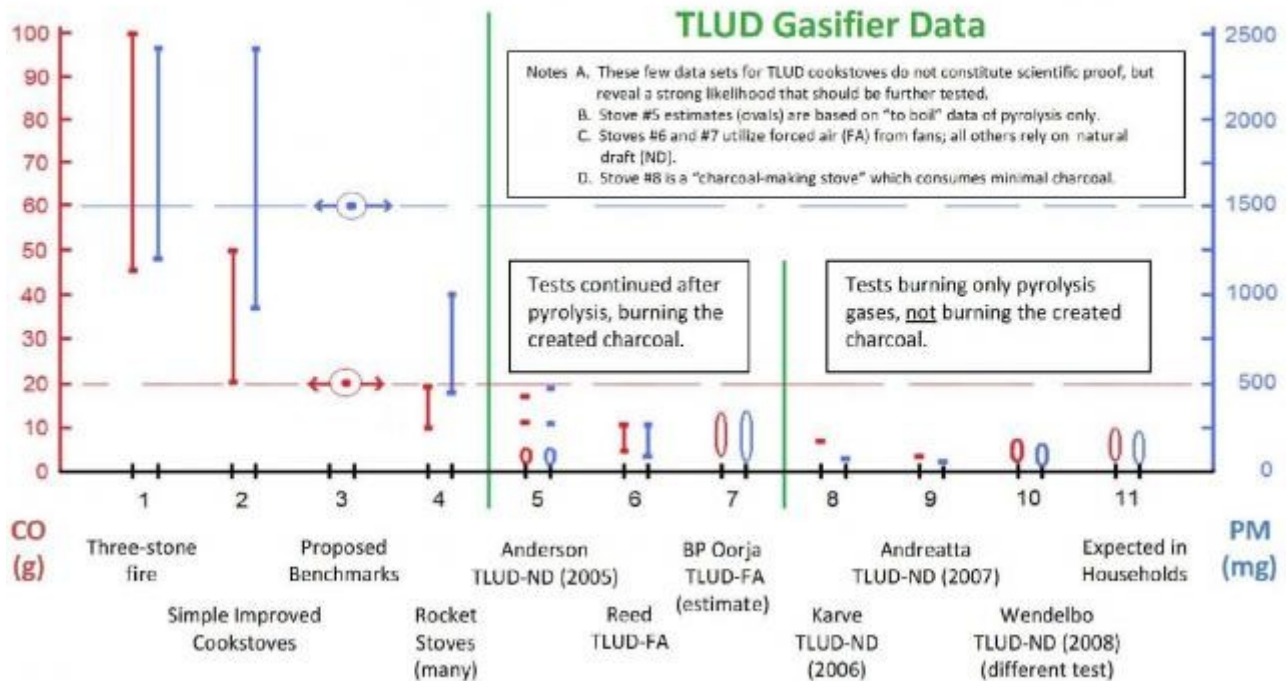
fonte: CRMA Centro Regionale di Modellistica Ambientale ARPA FVG

Nella stufetta presentata non si forma cenere ma carbone perché non c'è combustione ma pirolisi (o pirosicissione) cioè si riscalda della legna in (parziale) assenza di ossigeno e si ha la scissione della cellulosa, dell'emicellulosa e della lignina presenti nella biomassa (per comodità viene usato il pellet, ma si possono impiegare foglie, pezzetti di legno o gusci con umidità inferiore al 35% circa) nel gas combustibile (syngas o woodgas) sopra descritto.

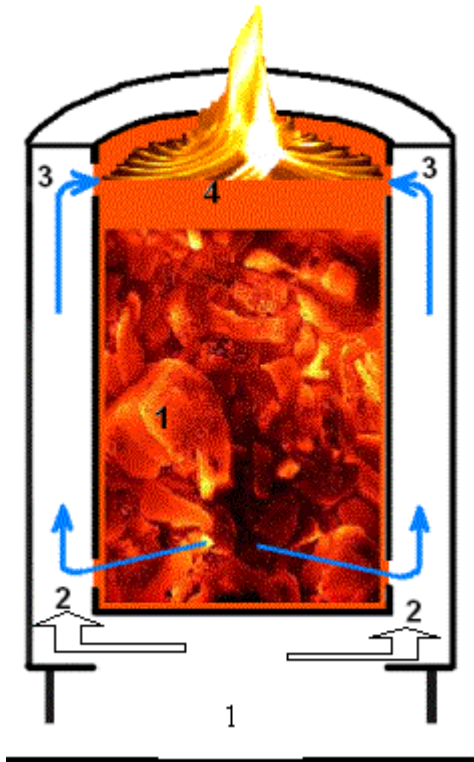
A supporto della ridotta emissione di inquinanti si veda anche il seguente diagramma:

Emissions of Carbon Monoxide (CO) & Particulate Matter (PM) from TLUD (Top-Lit UpDraft) Gasifiers and Other Cookstoves

(Measured by the Standard 5-Liter Water Boiling Test (WBT))



Prepared by: Anderson, Wendelbo, Reed, and Belonio (2008) for the "Beyond Firewood" Conference. (Revised for ETHOS 2009)



Funzionamento:

Il fornello da campeggio è l'evoluzione di un progetto opensource noto come TLUD STOVE ed è adatto per essere usato in ambienti aperti o semiaperti.

Descrizione del "reattore"

L'ingresso dell'aria primaria alla base del "reattore", avviene dal foro circolare 1 della lattina esterna. Il passaggio dell'aria vicino ai fori 2 della lattina interna provoca per effetto Venturi un flusso d'aria che dall'alto scende verso il basso. La fiamma che si sviluppa all'interno della bomboletta interna rilascia dei vapori incandescenti di azoto che per l'effetto Venturi sopradescritto scendono verso il basso ed effettuano il cracking di cellulosa emicellulosa e lignina in idrogeno, monossido di carbonio e metano. Parte di questi salgono direttamente verso l'alto alimentando la fiamma e probabilmente un'altra parte viene estratta dal Venturi e portata a combustione attraverso i fori 3.

Accensione

Caricare con circa 80-100 grammi di pellet (utilizzare un bicchiere di plastica pieno per 4/5 mantenendo un livello di qualche millimetro sotto la corona di fori superiore) il "reattore" pirolitico.



Aggiungere circa 3-4 ml di alcool denaturato (usare la siringa con ago per effettuare tale operazione). Rapidamente, posizionare il "reattore" pirolitico sopra il barattolo con il ventilatore, accendere il pellet con l'accendino e accendere l'interruttore del ventilatore posizionando il potenziometro a media potenza (a ore 13.00).

In caso di materiale umido, portare la velocità della ventola al massimo per circa 3-4 minuti e poi abbassare lentamente il potenziometro a piacimento secondo il volume di fiamma richiesto.

Spegnimento

Caricare con 20 ml di acqua la siringa senza ago e infilare la punta in plastica della siringa nel foro piccolo della lattina di spegnimento.

Solo quando la fiamma si spegne (dopo circa 35-50 minuti) staccare il "reattore" pirolitico dal ventilatore portarlo in un ambiente all'aperto ed effettuare l'operazione di "quenching" (ovvero raffreddamento rapido del biochar) mettendo la lattina di spegnimento (con la siringa rivolta verso l'alto) a contatto con la parte superiore del "reattore" e scaricando lentamente la siringa d'acqua.

Dopo circa 2-3 minuti svuotare il "reattore" dal biochar esausto e lasciarlo raffreddare prima di riutilizzarlo.

NOTE

Cercare di effettuare sempre l'operazione di quenching sia per sequestrare in modo attivo dell'anidride carbonica dall'aria, (circa il 50% del carbonio presente nella biomasse rimane intrappolato nel biochar residuo).

Non dimenticare il "reattore" sopra il ventilatore durante l'operazione di "quenching" così si eviterà che il vapore che si genera rovini il ventilatore.

Alte velocità del ventilatore creano per effetto Venturi un forte richiamo di vapori incandescenti verso il basso, gassificando in misura maggiore la biomassa e lasciando una maggior quantità di ceneri nel biochar. Tale operazione "sequestra una minor quantità di carbonio e produce un biochar maggiormente basico e meno adatto ad un uso diretto nel suolo.

RIASSUNTO

La pirolisi è un processo di decomposizione termochimica di materiali organici (anche di sintesi), ottenuto mediante l'applicazione di calore e in completa assenza di ossigeno. Mentre riscaldando il materiale in presenza di ossigeno avviene una combustione che genera calore e produce composti gassosi ossidati, con lo stesso riscaldamento in condizioni di assenza totale di ossigeno il materiale subisce la scissione dei legami chimici originari con formazione di molecole più semplici. Il calore fornito nel processo di pirolisi viene quindi utilizzato per scindere i legami chimici.

La pirolisi delle biomasse, utilizzando temperature comprese tra 400 e 800 °C, converte il materiale dallo stato solido in prodotti:

- liquidi (cosiddetto tar o olio di pirolisi), un catrame ottenuto dalla condensazione dei vapori di pirolisi utilizzabile a fini energetici o chimici;
- gassosi (syngas), utilizzabili quali combustibili o quali materie prime destinate a successivi processi chimici.
- un residuo carbonioso solido (char) (biochar se ottenuto da biomasse) che può essere utilizzato in campo siderurgico; combinato con residui umidi dei rifiuti o miscelato con deiezioni zootecniche per produrre un ammendante agricolo di elevato pregio.

I prodotti della pirolisi (gassosi, liquidi o solidi) sono prodotti in proporzioni che dipendono dai metodi di pirolisi (pirolisi veloce, lenta, o convenzionale) e dai parametri di reazione oltre che dalla biomassa di partenza. Un pirolizzatore si differenzia da un gassificatore in quanto lavorando in

assenza di ossigeno (spesso si sfrutta un flusso caldo di un gas inerte quale l'azoto) attua la pirolisi propriamente detta, mentre un gassificatore in realtà lavorando in presenza di piccole quantità di ossigeno realizza anche una parziale ossidazione e come tecnologia rappresenta una via di mezzo tra l'inceneritore e il pirolizzatore.

La combustione di materiale forestale o residui agricoli si attua con buoni rendimenti, se si utilizzano come combustibili sostanze ricche di glucidi strutturati (cellulosa e lignina) e con contenuti di acqua inferiori al 35%. I prodotti utilizzabili a tale scopo sono i seguenti: legname in tutte le sue forme; paglie di cereali; residui di raccolta di legumi secchi; residui di piante oleaginose; residui di piante da fibra tessile; residui legnosi di potatura di piante da frutto e di piante forestali; residui dell'industria agro-alimentare

Considerazioni:

Sia per le caratteristiche del processo, che per il fatto di poter filtrare il syngas prima della combustione, con la pirolisi si possono diminuire le emissioni di particolato (PM10) in modo significativo. Secondo il Catasto delle Emissioni in Atmosfera di ARPA FVG una quota rilevante del PM10 è prodotto dalla combustione in stufe domestiche per il riscaldamento nelle abitazioni civili al quale si aggiungono anche altri microinquinanti quali IPA, Diossine, ecc.

Combustione maggiormente efficiente dal punto di vista energetico e di emissioni;

Sequestro attivo di anidride carbonica dall'atmosfera e immobilizzazione permanente al suolo;

Aumento della fertilità con l'utilizzo del biochar (Stimolazione della crescita delle piante; Riduzione delle emissioni di metano; Riduzione emissioni protossido di azoto (circa 50%); Riduzione dell'utilizzo di fertilizzanti (circa 10%) Riduzione dilavamento nutrienti; Sequestro del carbonio in un deposito sotterraneo stabile e a lungo termine; Abbassamento dell'acidità del suolo; Riduzione dell'inquinamento da alluminio; Innalzamento del numero e qualità degli aggregati nel suolo grazie all'aumento delle ife fungali; Miglioramento della capacità di ritenzione idrica del terreno; Aumento di Ca, Mg, P e K disponibili nel terreno; Aumento della respirazione microbica del terreno; Aumento della massa microbica; Stimolazione dell'azione di fissaggio dell'azoto da parte dei legumi; Maggiore estensione delle micorrize; Maggiore capacità di scambio di cationi

Il biochar è il carbone vegetale che oltre a sequestrare la CO₂ (immobilizzandola per centinaia e centinaia d'anni) nel suolo e migliorare significativamente la fertilità dei terreni coltivati, trattenendo l'acqua riduce il dilavamento dei nutrienti e la necessità di ricorrere a fertilizzanti di sintesi e diventando a tutti gli effetti una risorsa economica.

Sitografia:http://bioenergy-fvg.uniud.it/fileadmin/documenti/Presentazioni_Convegno_Gassificazione/BiochargassificazioneFVGPeressottii28052010.pdf

<http://www.fuocoperfetto.altervista.org/>