

Task 5.5: Innovazione, dimostrazione e divulgazione della qualità del pellet

5.5.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)

I pellet rappresentano ad oggi uno dei biocarburanti più diffusi a livello internazionale per la produzione di energia presentando un mercato in piena espansione in Europa. Tale economia è trainata sia dal costo relativamente basso per unità di energia che dalla spinta della Comunità europea e dei sistemi di sovvenzioni nazionali. Oggi la crescente domanda in pellet sembra non essere totalmente soddisfatta dalla produzione nazionale, non per limitazioni di ordine tecnologico, ma per carenza di risorse primarie ed a causa della concorrenza con le grandi centrali elettriche e l'industria del legno. Anche se statistiche specifiche e precise per il settore pellet sono mancanti, il mercato europeo è dipendente dalle importazioni e le relazioni annuali ENplus sottolineano come l'importazione italiana di pellet di legno provenienti dall'estero (all'interno dell'UE-27, Canada, Stati Uniti, Sud America e Nuova Zelanda) stiano in realtà colmando il divario tra la produzione e il consumo domestico. In relazione ad altri biocarburanti, il pellet presenta una maggiore densità energetica riducendo i costi di trasporto e favorendone la stoccabilità. Inoltre la regolarità della loro forma consente l'automatizzazione della procedura di alimentazione per le caldaie domestiche. Queste sono alcune delle ragioni per cui pellet hanno una larga diffusione sul mercato dei biocarburanti e godono di popolarità crescente.

Il pellet finale è caratterizzato da una serie di parametri determinati sia dalle caratteristiche intrinseche delle materie prime, che dalle condizioni di trattamento e di produzione. Le proprietà chimico-fisiche delle materie prime si trovano pressoché invariate nel prodotto finale. È stato dimostrato come sia le specie arboree che la provenienza del legno influenzino il processo di pellettizzazione e la qualità del prodotto finito. L'importanza della provenienza sottolinea possibilità legate al trasferimento tecnologico di sistemi RfID per la tracciabilità.

Tra i parametri che definiscono la qualità dei pellet troviamo: la distribuzione granulometrica della segatura ed il suo contenuto di acidi grassi, la quantità totale di cenere (legata alle diverse quantità di residui incombusti), il colore del pellet (legno puro, residui di lavorazione, scortecciati e trucioli hanno generalmente colori più chiari), durabilità (propensione a disgregarsi del pellet sottoposto a sollecitazioni meccaniche), umidità e molti altri. La variabilità qualitativa determinata dai parametri elencati ha stimolato molti paesi allo sviluppo di standard e regolamenti specifici nel tentativo di impostare delle linee di base per la produzione, lo stoccaggio e la distribuzione di pellet. Il processo di normazione ha portato, alla fine del 2012 e poi rinnovate, alla pubblicazione di alcune norme europee armonizzate (EN) che definiscono alcuni dei parametri qualitativi dei pellet e le relative classi di qualità. Inoltre l'esperienza sviluppata nello studio del settore del riscaldamento domestico ha dimostrato l'attenzione per parametri ancora non normati (dalle EN - ISO) ma che tuttavia determinano delle forti preferenze d'acquisto come il colore. Questa considerazione è supportata al momento da pochi studi scientifici.

L'applicazione di tecniche di analisi innovative per la caratterizzazione qualitativa dei pellet e la divulgazione delle nozioni relative alla qualità potrebbero produrre ricadute applicative interessanti lungo l'intera catena dalla produzione alla vendita del prodotto finito.

5.5.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)

Task leader:

Corrado Costa - UO CREA-ING, (vedi Task 1.4).

Collaborazioni esterne:

- Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (ENAMA) è riconosciuto ai sensi del DPR 361/2000 ed è la struttura operativa creata per offrire al settore meccanico agrario un efficace strumento di supporto per una migliore competitività, tecnologia e riconoscimento delle prestazioni e sicurezza delle macchine agli operatori. L'ENAMA si occupa delle problematiche nel settore tra cui ricordiamo le complesse norme di prestazioni, sicurezza, protezione ambientale (UNI, EN, ISO, OCSE, etc) e circolazione stradale delle macchine agricole, la certificazione, le nuove tecnologie applicate, i combustibili agevolati ecc. I centri specializzati presso le strutture operative offrono la possibilità di svolgere test e verifiche di ogni tipo dai trattori alle macchine operatrici ed alla componentistica a livello internazionale offrendo anche attestati di altri importanti strutture estere aderenti all'Entam.

Nel progetto esecutivo finanziato all'ENAMA dal MiPAAF "Programma per la promozione, lo sviluppo, la ricerca, l'innovazione ed il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere agroenergetiche nazionali – Energia dall'Agricoltura –ENAGRI" (Decreto n.34927 del 9 agosto 2013 si presuppone un'attività congiunta con il CREA (sviluppata in questo progetto AGROENER).

- L'Università di Padova effettuerà le analisi chimico-fisiche che verranno confrontate con i metodi indiretti proposti in questa scheda di ricerca.
- L'Università di Firenze analizzerà i composti aromatici mediante la tecnologia PTR-TOFMS.

Pubblicazioni

- Sgarbossa A, Costa C, Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Zanetti M, Grigolato S, Cavalli R, 2015. A multivariate SIMCA index as discriminant in wood pellet quality assessment. *Renewable energy*, 76, 258-263.
- Febbi P, Menesatti P, Costa C, Pari L, Cecchini M, 2015. Automated determination of poplar chip size distribution based on combined image and multivariate analyses. *Biomass & Bioenergy*, 73: 1-10.
- Verani S, Sperandio G, Picchio R, Marchi E, Costa C, 2015. Sustainability assessment of a self-consumption wood-energy chain on small scale for heat generation in Central Italy. *ENERGIES*, 8: 5182-5197.
- Sgarbossa A, Costa C, Menesatti P, Antonucci F, Pallottino F, Zanetti M, Grigolato S, Cavalli R, 2014. Colorimetric patterns of wood pellets and their relations with quality and energy parameters. *Fuel*, 137, 70-76.
- Costa C, Antonucci F, Pallottino F, Aguzzi J, Sarrià D, Menesatti P, 2013. A review on agri-food supply chain traceability by means of RFID technology. *Food and Bioprocess Technology*, 6: 353-366.
- Febbi P, Costa C, Menesatti P, Pari L, 2013. Determining wood chip size: image analysis and clustering methods. *Journal of Agricultural Engineering*, 44(s1): 519-521 (e102).
- Menesatti P, Angelini C, Pallottino F, Antonucci F, Aguzzi J, Costa C, 2012. RGB color calibration for quantitative image analysis: the "3D Thin-Plate Spline" warping approach. *Sensors*, 12, 7063-7079.
- Costa C, Antonucci F, Pallottino F, Aguzzi J, Sun DW, Menesatti P, 2011. Shape analysis of agricultural products: a review of recent research advances and potential application to computer vision. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 673-692.

5.5.3 Obiettivi della task

L'obiettivo generale della Task, in collaborazione con ENAMA, è la caratterizzazione multi-sensore di materie prime e pellet da esse derivati per una valutazione qualitativa del processo di produzione e dei prodotti finiti. A tal fine verranno sviluppate tecniche ed effettuate analisi distruttive e non delle materie prime di differente origine (materiali / provenienze) e del pellet da

esse derivati per qualificare e tracciare il prodotto. La attività è proposta in conformità ed a supporto di quanto previsto dal paragrafo 1.2 del progetto esecutivo “ENERGIA dall’Agricoltura - ENAGRI” che specifica come gli esperti dei due enti collaboreranno in diversi settori tra i quali quello della certificazione dei biocombustibili (in riferimento alle norme EN e le ISO) per lo sviluppo di tecnologie a supporto delle filiere agro-energetiche, la riduzione dell’impatto ambientale e l’aumento della redditività aziendale.

A tal fine l’attività verrà sviluppata in quattro linee principali:

1. Sviluppo e/o valutazione di metodi indiretti di stima delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati;
2. Sviluppo e/o valutazione di modelli e tecniche per la qualificazione e la provenienza delle materie prime;
3. Valutazione economica sull’introduzione di tecnologie di tracciabilità elettronica (RFID) nella filiera del pellet ed in relazione alla certificazione;
4. Azioni di dimostrazione e di divulgazione dei risultati.

È prevista la collaborazione con ENAMA.

5.5.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

L’attività prevista nella Task 5.5 verrà articolata in quattro linee, in relazione agli obiettivi sopra specificati, che avranno come output i relativi deliverables.

Linea 1: Sviluppo e/o valutazione di metodi indiretti di stima delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati

L’attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- Valutazione delle principali tecniche e dei sistemi per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati, basate su tecnologie opto elettroniche (visibile, IR) e dei composti volatili;
- Test delle tecniche identificate come le più idonee per un’efficiente caratterizzazione qualitativa;
- Caratterizzazione qualitativa di pellet prodotti da materie prime alternative a quelle forestali (es. sarmenti e potature di origine agricola);
- Analisi dei risultati in relazione alle linee guida dettate dalla normativa ENplus vigente.

Linea 2: Sviluppo e/o valutazione di modelli e tecniche per la qualificazione e la provenienza delle materie prime

L’attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- valutazione delle principali tecnologie e metodi utilizzabili per qualificare materie prime, le loro provenienze ed i processi produttivi, basati su tecnologie opto elettroniche (visibile, IR) e dei composti volatili;
- test delle differenti tecniche per la valutazione qualitativa del prodotto di origine e finale;
- test delle differenti tecniche per la identificazione della provenienza (rintracciabilità);
- test delle differenti tecniche per la valutazione di differenti processi produttivi per l’identificazione dei parametri produttivi più idonei;
- Analisi dei risultati in relazione alle linee guida dettate dalla normativa ENplus vigente.

Linea 3: Valutazione economica sull’introduzione di tecnologie di tracciabilità elettronica (RFID) nella filiera del pellet ed in relazione alla certificazione

L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- Stima dei parametri micro-economici di filiera;
- Stima delle tecnologie RFID open source utilizzabili;
- Pianificazione di un sistema di infotracing;
- Calcolo della fattibilità economica.

Linea 4: Azioni di dimostrazione e di divulgazione dei risultati

L'attività che verrà sviluppata in questa linea si articolerà come segue:

- giornate dimostrative;
- convegni.

5.5.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

Gli output previsti dalla task comprendono i deliverables:

D.5.5.1 Output dell'attività sulla linea 1:

- Selezione delle tecniche e dei sistemi per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati;
- Modelli matematici per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche delle materie prime e pellet da esse derivati.

D.5.5.2 Output dell'attività sulla linea 2:

- Selezione delle tecnologie e metodi utilizzabili per qualificare materie prime, le loro provenienze ed i processi produttivi;
- Modelli matematici per la qualificazione delle materie prime;
- Modelli matematici per la stima delle provenienze;
- Modelli matematici per la valutazione dei processi produttivi.

D.5.5.3 Output dell'attività sulla linea 3:

- Modello economico di fattibilità nell'introduzione delle tecnologie elettroniche (RFID) per la tracciabilità del pellet.

D.5.5.4 Output dell'attività sulla linea 4:

- Giornate dimostrative;
- Convegni.

5.5.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task(Gantt)

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Selezione tecnologie proprietà chimico-fisiche	D.5.5.1
	2	Selezione tecnologie proprietà chimico-fisiche Selezione tecnologie qualificazione pellet	D.5.5.1 D.5.5.2
	3	Selezione tecnologie provenienza pellet	D.5.5.2

4	Selezione tecnologie processi produttivi	D.5.5.2
5	Modelli matematici proprietà chimico-fisiche	D.5.5.1
6	Modelli matematici qualificazione pellet	D.5.5.2
7	Modelli matematici qualificazione pellet	D.5.5.2
8	Modelli matematici provenienza pellet	D.5.5.2
9	Modelli matematici provenienza pellet	D.5.5.2
10	Modelli matematici processi produttivi	D.5.5.2
11	Modelli matematici processi produttivi Giornata dimostrativa	D.5.5.3 D.5.5.4
12	Modello economico RFID	D.5.5.3
13	Giornata dimostrativa Modello economico RFID	D.5.5.3 D.5.5.4
14	Modello economico RFID	D.5.5.3
15	Convegno	D.5.5.4

5.5.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive

Risultati attesi: estrazione di modelli matematici applicativi per la stima indiretta delle proprietà chimico-fisiche del pellet e per la qualificazione, valutazione delle provenienze e processi produttivi del pellet stesso.

Ricadute e Benefici:

- Produttore: avere degli strumenti semplici che possano portare alla certificazione del prodotto.
- Consumatore: avere una tracciabilità, una maggiore sicurezza delle provenienze, delle tipologie e delle qualità materie prime.
- Organismi di controllo: disporre di un sistema validato semplice ed a basso costo per la verifica del prodotto pellet.

Ostacoli prevedibili e Azioni correttive

Alcuni dei parametri per i quali si vogliono prevedere le misure indirette (proprietà chimico-fisiche, qualità, provenienza e tipo di produzione) potrebbero non avere delle performances di previsione elevate; tuttavia, anche solo alcuni dei parametri valutati potranno essere di interesse per produttori, consumatori ed organismi di controllo. La valutazione economica sull'introduzione delle tecnologie elettroniche per la tracciabilità (RFID) potrebbe non fornire, ad oggi, dei parametri economici adeguati all'introduzione sul mercato di tali tecnologie; tuttavia, i modelli sviluppati saranno di supporto ad una futura introduzione di tali tecnologie vista la riduzione crescente dei costi di produzione.

5.5.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Il piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati descritti nella Task prevede:

- L'organizzazione di giornate dimostrative e workshop ad hoc con utilizzatori ed altri addetti ai lavori per diffondere le applicazioni sviluppate a tutti i soggetti pubblici e privati potenzialmente interessati;
- Partecipare a convegni di interesse per la presentazione dei risultati;
- Realizzare pubblicazioni scientifiche sui risultati più rilevanti del progetto a partire dal secondo anno del progetto.

5.5.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.5.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.5.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.