

## LABORATORIO ANALISI BIOCOMBUSTIBILI (LAB. ABC) DEL DIPARTIMENTO TESAF

### ATTIVITÀ

Il Laboratorio Analisi BioCombustibili (Lab. ABC) del Dipartimento TESAF fu costituito nel 2010 al fine di rispondere alla necessità di indagare sulle caratteristiche dei biocombustibili legnosi, il cui impiego si stava affermando in maniera importante nell'ambito della produzione di energia. All'inizio del 2011, il Laboratorio avviò le procedure di analisi fisico-meccaniche su cippato, pellet, bricchetti e legna da ardere. Grazie a una visione lungimirante, l'attività del Laboratorio è stata predisposta in maniera tale da soddisfare i requisiti della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, standard di riferimento per l'accreditamento del Laboratorio.

Al momento attuale si possono eseguire tutte le prove fisico-meccaniche richieste per la classificazione dei biocombustibili legnosi, quali: contenuto idrico, massa volumica, massa sterica, contenuto di ceneri, potere calorifico, dimensioni, granulometria, contenuto di particelle fini, durabilità e fusibilità delle ceneri seguendo rigorosamente i protocolli descritti nelle norme in vigore al fine di garantire l'accuratezza dei risultati e la ripetibilità delle prove (Tabella 1).

Tabella 1. Analisi fisico-meccaniche eseguite nel Laboratorio Analisi BioCombustibili

| Analisi                      | Tipologia di combustibile   | Norma                    |
|------------------------------|---|--------------------------|
| Campionamento                | Legna da ardere, Cippato, Pellet e Bricchetti                         | UNI EN ISO 18135:2018    |
| Contenuto idrico             | Legna da ardere, Cippato, Pellet e Bricchetti                         | UNI EN ISO 18134-1: 2015 |
| Contenuto di ceneri          | Legna da ardere, Cippato, Pellet e Bricchetti                         | UNI EN ISO 18122: 2016   |
| Potere calorifico            | Legna da ardere, Cippato, Pellet e Bricchetti                         | UNI EN ISO 18125:2018    |
| Massa sterica                | Legna da ardere, Cippato, Pellet e Bricchetti                         | UNI EN ISO 17828: 2016   |
| Massa volumica               | Legna da ardere   | Metodo interno           |
| Classificazione dimensionale | Legna da ardere   | UNI EN ISO 17225-5: 2014 |
| Distribuzione granulometrica | Cippato   | UNI EN ISO 17827-1:2016  |
| Classificazione dimensionale | Cippato   | UNI EN ISO 17225-4: 2014 |
| Massa volumica               | Pellet e Bricchetti   | UNI EN ISO 18847:2017    |
| Misura delle dimensioni      | Pellet  | UNI EN ISO 17829: 2016   |
| Classificazione dimensionale | Pellet  | UNI EN ISO 17225-2: 2014 |
| Contenuto di particelle fini | Pellet  | UNI EN ISO 18846:2017    |
| Durabilità meccanica         | Pellet  | UNI EN ISO 17831-1: 2016 |
| Classificazione dimensionale | Bricchetti  | UNI EN ISO 17225-3: 2014 |
| Durabilità meccanica         | Bricchetti  | UNI EN ISO 17831-2: 2016 |
| Fusibilità delle ceneri      | Legna da ardere, Cippato, Pellet e Bricchetti e altri biocombustibili | CEN/TS 15370-1:2006      |

Inoltre il Laboratorio ABC ha sviluppato un metodo interno per l'analisi fisico-meccanica delle lettiere per animali.

A oggi, il Laboratorio ABC ha analizzato circa 1500 campioni di biomassa legnosa, principalmente di origine italiana, ma anche europea ed internazionale (Sud America, Asia, Africa).

#### **PERSONALE COINVOLTO**

Il personale coinvolto nell'attività del Laboratorio è rappresentato da:

Prof. Raffaele Cavalli (PO) [Responsabile delle attività Didattica o di Ricerca in Laboratorio (RDRL) e Preposto]

Dott.ssa Rosa Greco (Tecnico cat. D) [Tecnico di laboratorio]

#### **DOTAZIONE TECNICA**

Le attrezzature che costituiscono la dotazione tecnica del Laboratorio sono le seguenti:

Calorimetro IKA mod. 200 e relativo software di acquisizione dati

Pressa idraulica per preparazione pastiglie calorimetro

Forno a muffola digitale modello ZA (1100°C)

Forno a muffola P330 NABERTHERM LVT15

Stufa BINDER FD 115 E2

Stufa MEMMERT UF 750

Analizzatore fusibilità delle ceneri CKIC, modello 5E-AF4105 e relativo software di acquisizione dati

Rilevatore gas CO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub> con pompa esterna elettrica DRAEGER X-AM 5600

Campionatore FRITSCH Laborette 26

Tavolo antivibrante RADWAG SAL/N

Bilancia RADWAG PS 6000 C/2

Bilancia di precisione RADWAG AS220/C/2

Bilancia SARTORIUS 1413

Bilancia RADWAG WLC 60/C2/K con piattaforma

Bilancia LAUMAS ISC30A0A

Piastra riscaldante VELP con agitatore magnetico

Piastra riscaldante VELP RC

Mulino a coltelli IKA MF10

Mulino a coltelli RETSCH SM100

Mulino a martelli Peruzzo mod. A/5-R/75

Vibrosetacciatore con vagli CISA

Tester durabilità meccanica pellet  
Tester durabilità meccanica bricchetti  
Contenitori da 50 litri e da 5 litri per determinazione massa volumica  
Aspiratore Airum  
Apparecchio misurazione umidità legno GANN Hydromette HT 95 T  
Apparecchio a ultrasuoni CONTROLS E46  
Data Logger per controllo ambiente ESCORT RH iLog  
Data Logger per controllo temperatura stufa con termocoppie K e T TESTO  
Termometro con sonda per liquidi  
Calibro digitale MITUTOYO  
Stufa a pellet MESCOLI ARIA 14SR (14 kW) per prove di combustione con controllo gravimetrico, collegata ad una piattaforma elettronica a 4 celle DINI ARGEO ES150-1 dotata del software WEIMONITOR

Si sottolinea che il Laboratorio, grazie alla specifica dotazione strumentale, è l'unico in Ateneo in grado di effettuare la determinazione del potere calorifico e della temperatura di fusibilità delle ceneri e per tale ragione ad esso fanno ricorso anche ricercatori di altri Dipartimenti sia dell'area di Agripolis (DAFNAE, MAPS) sia dell'area di Ingegneria (DII).

### **AMBITO DELLA RICERCA**

Il Laboratorio costituisce una valida infrastruttura per tutte le iniziative di ricerca e sviluppo nel settore dei biocombustibili finalizzate all'ottimizzazione dei processi produttivi, delle fasi di approvvigionamento delle materie prime e della logistica della distribuzione, focalizzando l'attenzione sulla qualità dei materiali utilizzabili come biocombustibili. In particolare la ricerca si concentra sull'analisi delle proprietà fisico-meccaniche dei combustibili lignocellulosici e sulle tecniche di miglioramento, con lo scopo di accentuarne le prestazioni nella combustione e di ridurre gli impatti ambientali. Si tratta di temi coerenti con gli interessi scientifici del Dipartimento e che hanno trovato riscontro in progetti di ricerca e in una serie di pubblicazioni scientifiche e scientifico-divulgative:

#### Progetti di ricerca

1. Progetto "Recupero, valorizzazione e utilizzo di biomasse da attività vitivinicola nell'area collinare di produzione del Conegliano Valdobbiadene DOCG" finanziato dalla Regione del Veneto nell'ambito del PSR 2010-2013
2. Progetto "CORE-WOOD" finanziato dalla Regione del Veneto nell'ambito del programma POR FESR 2014-2020
3. Progetto "Dolomiti Green Brick" finanziato dalla Regione del Veneto nell'ambito del programma PSR 2014-2020

Il Laboratorio ha fornito e fornisce la propria attività analitica ai seguenti progetti:

4. Progetto "RES4CARBON" finanziato dalla Regione del Veneto nell'ambito del programma PSR 2014-2020 (Responsabile Prof. Grigolato)
5. Progetto "LogistiCiplus" finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento nell'ambito del programma PSR 2014-2020
6. Progetto "PIF-FOGLIE" finanziato dalla Regione Toscana nell'ambito del programma PSR 2014-2020 (Responsabile Prof. Grigolato)

## Pubblicazioni scientifiche

1. CESPRINI E., GRECO R., CAUSIN V., URSO T., CAVALLI R., ZANETTI M. (2021). Quality assessment of pellets and briquettes made from glued wood waste. *HOLZ ALS ROH- UND WERKSTOFF*, p. 1-10, ISSN: 1436-736X, doi: 10.1007/s00107-021-01695-1
2. SGARBOSSA A., BOSCHIERO M., PIEROBON F., CAVALLI R., ZANETTI M. (2020). Comparative Life Cycle Assessment of Bioenergy Production from Different Wood Pellet Supply Chains. *FORESTS*, vol. 11, ISSN: 1999-4907, doi: doi:10.3390/f11111127
3. CESPRINI E., RESENTE G., CAUSIN V., URSO T., CAVALLI R., ZANETTI M. (2020). Energy recovery of glued wood waste – A review. *FUEL*, ISSN: 0016-2361, doi: 10.1016/j.fuel.2019.116520
4. CORONA P., TOGNETTI R., MONTI A., NARDI, S, FACCOLI M., SALVI S., CASINI L., PANTALEO M.A., PERGHER G., CAVALLI R., CORTI G., BUZZINI P., TERRIBILE F., MOTTA R., TONON G., ROMANO R., PLUTINO M., PALETTO A., SALLUSTIO L., COMINO R., GARRONE C., MARTELLO G., ANGELINI P., MONARCA D., ZIMBALATTI G. (2019). Agricultural and forest biomass production for energy use. *FOREST@*, vol. 16, p. 26-31, ISSN: 1824-0119, doi: 10.3832/efor3001-016
5. DAL FERRO, N., BORIN M., CARDINALI A., CAVALLI R., GRIGOLATO S., ZANIN G. (2019). Buffer Strips on the Low-Lying Plain of Veneto Region (Italy): Environmental Benefits and Efficient Use of Wood as an Energy Resource. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL QUALITY*, vol. 48, p. 280-288, ISSN: 0047-2425, doi: 10.2134/jeq2018.07.0261
6. GIORIO C., PIZZINI S., MARCHIORI E., PIAZZA R., GRIGOLATO S., ZANETTI M., CAVALLI R., SIMONCIN M., SOLDÀ L., BADOCCO D., TAPPARO A. (2019). Sustainability of using vineyard pruning residues as an energy source: Combustion performances and environmental impact. *FUEL*, vol. 243, p. 371-380, ISSN: 0016-2361, doi: 10.1016/j.fuel.2019.01.128
7. ZANETTI M., GRECO R., COSTA C., CAVALLI R. (2018). Changes of particle size classification of wood chips according to the new standard rules for domestic use. *HOLZ ALS ROH-UND WERKSTOFF*, vol. 76, p. 805-807, ISSN: 0018-3768, doi: 10.1007/s00107-017-1254-z
8. ZANETTI M., BRANDELET B., MARINI D., SGARBOSSA A., GIORIO C., BADOCCO D., TAPPARO A., GRIGOLATO S., ROGAUME C., ROGAUME Y., CAVALLI R. (2017). Vineyard pruning residues pellets for use in domestic appliances: a quality assessment according to the EN ISO 17225. *JOURNAL OF AGRICULTURAL ENGINEERING*, vol. 2, p. 99-108, ISSN: 2239-6268, doi: 10.4081/jae.2017.612
9. FRANCESCHINIS C., THIENE M., SCARPA R., ROSE J., MORETTO M., CAVALLI R. (2017). Adoption of renewable heating systems: An empirical test of the diffusion of innovation theory. *ENERGY*, vol. 125, p. 313-326, ISSN: 0360-5442, doi: 10.1016/j.energy.2017.02.060
10. ZANETTI M., COSTA C., GRECO R., GRIGOLATO S., OTTAVIANI AALMO G., CAVALLI R. (2017). How Wood Fuels' Quality Relates to the Standards: A Class-Modelling Approach. *ENERGIES*, vol. 10, p. 1455-1468, ISSN: 1996-1073, doi: 10.3390/en10101455
11. FRANCESCHINIS C., SCARPA R., THIENE M., ROSE J., MORETTO M., CAVALLI R. (2016). Exploring the Spatial Heterogeneity of Individual Preferences for Ambient Heating Systems. *ENERGIES*, vol. 9, ISSN: 1996-1073, doi: 10.3390/en9060407
12. CAVALLI R. (2016). Quality assessment of wood chip in Italy. *KIKAIKA RINGYO*, ISSN: 0912-2486
13. PIEROBON F., ZANETTI M., GRIGOLATO S., SGARBOSSA A., ANFODILLO T., CAVALLI R. (2015). Life cycle environmental impact of firewood production – A case study in Italy. *APPLIED ENERGY*, vol. 150, p. 185-195, doi: 10.1016/j.apenergy.2015.04.033
14. SGARBOSSA A., COSTA C., MENESATTI P., ANTONIUCCI F., PALLOTTINO F., ZANETTI M., GRIGOLATO S., CAVALLI R. (2015). A multivariate SIMCA index as discriminant in wood pellet quality assessment. *RENEWABLE ENERGY*, vol. 76, p. 258-263, DOI: 10.1016/j.renene.2014.11.041
15. 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*, vol. 137, p. 70-76, ISSN: 0016-2361, doi: 10.1016/j.fuel.2014.07.080
16. CAVALLI R., GRIGOLATO S., SGARBOSSA A. (2014). Productivity and quality performance of an innovative firewood processor. *JOURNAL OF AGRICULTURAL ENGINEERING*, vol. 45, p. 32-36, ISSN: 2239-6268, doi: 10.4081/jae.2014.228

## Pubblicazioni tecnico-divulgative

1. MECARELLI A., CAVALLI R., GRECO R. (2021). Conosciamo davvero la carbonella?. PF MAGAZIN, vol. 16, p. 65-70
2. GRECO R., CAVALLI R. (2021). Il bricchetto questo sconosciuto.... PF MAGAZIN, vol. 16, p. 49-51
3. GRECO R., CASTELLO P., ZANETTI M., CAVALLI R. (2019). Le biomasse alternative al legno: Work in Progress. PFMAGAZIN, vol 8, p. 29-30
4. CAVALLI R. (2019). Il Laboratorio ABC. PFMAGAZIN, vol. 8, p. 19-21
5. CASTELLO P., GRECO R., CAVALLI R. (2018). Progetto lettiera per cavalli: sviluppo di uno standard di qualità che evidenzia i requisiti fondamentali della lettiera per garantire il benessere del cavallo. CAVALLI E CAVALIERI, vol.9, p. 94-97
6. GRECO R., ZANETTI M., CAVALLI R. (2016). A certificare la biomassa ci pensa il Laboratorio ABC. L'INFORMATORE AGRARIO, vol 22, p. 52-23
7. CAVALLI R., CORVARO G. (2016). Abbiamo messo alla prova una pellettatrice per uso domestico. VITA IN CAMPAGNA, vol. 34, p. 39-41, ISSN: 1120-3005
8. CAVALLI R., GRIGOLATO S., FRANCESCATO V. (2012). Energia dai sarmenti di vite per le aziende vitivinicole. INFORMATORE AGRARIO, vol. 68, p. 44-48, ISSN: 0020-0689
9. CAVALLI R., GRIGOLATO S., SGARBOSSA A., FRANCESCATO V., NEGRIN M. (2011). Qualità del cippato. I nuovi standard UNI EN e la loro applicazione nel settore forestale. SHERWOOD. FORESTE ED ALBERI OGGI, vol. 17, p. 37-41, ISSN: 1590-7805

Il Laboratorio è integrato nella rete di laboratori afferente al Centro Interdipartimentale di Ricerca Levi Cases dell'Università degli Studi di Padova .

Per garantire affidabilità alle analisi, il Laboratorio partecipa annualmente, dal 2015, all'ICT-PT International Comparison Tests organizzato dal BEA Institut für Bioenergie GmbH di Vienna, che valuta l'efficienza analitica del Laboratorio.

**AMBITO DELLA DIDATTICA E DI TERZA MISSIONE**

Il Laboratorio opera anche a supporto dell'attività didattica e di terza missione.

*Didattica*

Per quanto concerne la prima attività, gli studenti che frequentano le lezioni dell'insegnamento "Sistemi foresta-energia" (CS Scienze forestali e ambientali) hanno la possibilità di svolgere, suddivisi a gruppi, le esercitazioni pratiche relative alla caratterizzazione dei biocombustibili legnosi. Allo stesso modo gli studenti che scelgono di svolgere la tesi di laurea sugli argomenti propri del Laboratorio trovano in questa struttura una efficiente risposta ai loro fabbisogni di sperimentazione. Di seguito si riportano le tesi di laurea e di dottorato, gli assegni di ricerca e i contratti di ricerca le cui attività sperimentali si sono potute sviluppare con il supporto del Laboratorio:

## Tesi

1. Santi Silvia. 2013. Analisi della qualità dei pellet prodotti da legname delle utilizzazioni forestali
2. Castello Pietro. 2015. Analisi dell'impiego a fini energetici di cippato prodotto dai residui di potatura di alberature in ambiente urbano

## Tesi magistrali

1. Cosola Giulio. 2013. Energetic properties of european Black Pine (Pinus nigra subsp. nigra var. nigra J.F. Arnold) wood in the Trieste area
2. Corvaro Giacomo. 2014. Analisi di pellet di materiale di origine forestale: effetto del contenuto idrico e dell'aggiunta di additivi
3. Penasa Andrea. 2014. Caratterizzazione energetica della biomassa legnosa ricavata dall'espianto di meleti in Trentino

4. Greco Rosa. 2014. Analisi delle principali caratteristiche fisiche e chimiche dei sarmenti di tre varietà di vite
5. Righetto Alberto. 2015. Miglioramento dei biocombustibili ligno-cellulosici mediante il processo di torrefazione
6. Carletti Andrea. 2015. Analisi della correlazione tra durabilità e resistenza al taglio dei pellet di legno per uso energetico
7. Sanzio Alessio Salvatore. 2016. Valutazione di un metodo speditivo per l'analisi delle principali caratteristiche fisico-meccaniche del pellet per uso energetico
8. Breda Nicola. 2017. Produzione di cippato di sarmenti di vite nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG
9. Castello Pietro. 2018. Sviluppo di uno standard di qualità per trucioli di legno impiegabili in lettieri animali
10. Marano Gina. 2018. Caratterizzazione delle proprietà fisico-chimiche di gusci e noccioli per il loro impiego a fini energetici
11. Teo Serena. 2018. Valorizzazione a fini energetici di *Phragmites australis* da fitodepurazione con reflui di cantina

#### Tesi di Dottorato

1. Sgarbossa Andrea. 2014. Study on the optimization of the pellet production and on the development of a forest-wood-pellet chain

#### Assegni di ricerca

1. Marini Diletta. 2012-2013. "Studio quantitativo e qualitativo delle emissioni di inquinanti legate alle diverse tipologie di combustibile di origine agro-forestale". Assegno FSE. Codice progetto 2105/1/30/1739/2011
2. Sanzio Alessio. 2016-2017. "Calcolo della sostenibilità ambientale della produzione di biocombustibili solidi in Veneto nell'ambito della certificazione BIOMASSPLUS". Assegno FSE. Codice progetto 2105-73-2121-2015
3. Pietro Castello. 2018-2019. "Let energy: biocombustibili solidi da lettieri esauste per animali" Assegno FSE. Codice progetto 2105-10-11-2018

#### Contratti di ricerca

1. Zanetti Michela. 2011-2014 contrattista Articolo 1, Comma 14, Legge 230/2005 – finanziamento "Programma per giovani ricercatori" del MIUR
2. Zanetti Michela. 2014-2017 contrattista Articolo 1, Comma 14, Legge 230/2005 - finanziamento "Programma per giovani ricercatori" del MIUR

Nell'ambito dell'attività didattica il Laboratorio ospita dal 2014, in collaborazione con il Servizio Stage e Career service dell'Ateneo, studenti dell'Istituto di Istruzione Superiore Pietro Scalcerle di Padova per lo svolgimento del tirocinio curriculare e dell'alternanza scuola-lavoro.

#### Terza missione

Per quanto riguarda l'attività di terza missione, oltre a rapporti diretti con oltre 200 aziende produttrici di legna da ardere, cippato, pellet e briquette e con oltre 60 committenti pubblici<sup>1</sup>, il Laboratorio fornisce servizio di assistenza alla Guardia di Finanza, relativamente alla qualità del pellet importato dai paesi dell'Europa orientale<sup>2</sup>, e alle amministrazioni comunali, in particolare per quanto riguarda il quadro legislativo di riferimento, la qualità dei biocombustibili solidi e valutazione di casi applicativi.

<sup>1</sup> **Le analisi fisico-meccaniche per la classificazione della qualità dei biocombustibili solidi legnosi è una delle quattro attività economiche per le quali l'Università di Padova è iscritta al Registro delle Imprese della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Padova**

<sup>2</sup> Considerata che una delle principali problematiche dei pellet prodotti nell'Europa orientale è il contenuto di Cesio137, si è avviata una collaborazione con il Laboratorio CNR-ICMATE dell'Area della Ricerca di Padova (Dott.ssa Chiara Cantaluppi), specializzato in radioattività ambientale

Inoltre, con finalità formativa, il Laboratorio ha curato la progettazione, il montaggio e la post produzione di un modulo del video-corso per il progetto ENAGRI “Elementi introduttivi sulla qualità e sulla certificazione dei biocombustibili solidi”.

Sempre in questo ambito il Laboratorio ha preso parte con il proprio personale a 14 corsi di formazione per produttori di biomasse legnose e di caldaie.

Infine, il Laboratorio partecipa a eventi fieristici e a iniziative di divulgazione: Progetto Fuoco (edizioni 2012, 2014, 2016 e 2018), Italia Legno Energia (edizione 2015, 2017 e 2019), Villaggio dell’Innovazione – Galileo Festival (edizioni 2016 e 2017), Open Factory (edizione 2016) e Venetonight (edizione 2018 e 2019).

## CONTATTI

Laboratorio Analisi BioCombustibili

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali

Viale dell’Università 16

35020 Legnaro PD

Telefono +39 049 827 2767

Fax +39 049 827 2750

E-mail [biofuel.tesaf@unipd.it](mailto:biofuel.tesaf@unipd.it)

URL [tesaf.unipd.it/biofuel](http://tesaf.unipd.it/biofuel)



[www.facebook.com/LaboratorioABC/](https://www.facebook.com/LaboratorioABC/)