

Scheda Gruppi di Ricerca

<p>Nome gruppo</p>	<p><u>Italiano</u> (Recupero e Riutilizzo di Risorse – R_al_cubo) <u>Inglese</u> <i>Resources Recovery & Reuse (Rcube)</i></p>
<p>Descrizione</p>	<p><i>Descrizione sintetica delle linee di ricerca (max 1500 caratteri per ogni linea di ricerca).</i></p> <p><u>Italiano</u></p> <p>Digestione anaerobica di biomasse residuali Sono indagati i processi di produzione di bioidrogeno e biometano da fermentazione anaerobica in condizioni dark di biomasse residuali con elevato tenore di umidità. In tale ottica, l'ottimizzazione del processo di fermentazione anaerobica viene realizzato tramite valutazione dei principali parametri del processo e dei pretrattamenti. Viene indagato l'effetto dell'utilizzo di inoculo di percolato oppure di sostanza solida (HC) proveniente dal processo di Carbonizzazione Idrotermale (HTC). Inoltre, viene indagato il recupero di materia dallo stesso processo, quale la produzione di acido lattico e altri acidi ad altro valore economico aggiunto. Nell'ambito dell'attività sono effettuate caratterizzazioni delle popolazioni microbiche attraverso test biomolecolari (DGGE) sul substrato per ottenere un quadro completo della dinamica delle comunità microbiche presenti nel substrato durante il processo di fermentazione anaerobica.</p> <p>Utilizzo di miscele idrogeno/metano: l'utilizzo e l'applicazione delle miscele e il loro relativo impatto ambientale è indagato attraverso prove sui motori a combustione interna. Tali indagini hanno quantificato riduzioni di anidride carbonica e inquinanti gassosi come CO, NOx, e particolato. È stato progettato e realizzato, con l'azienda ECOS srl, un miscelatore idrogeno-metano per l'alimentazione dei veicoli sottoposti a prove di laboratorio.</p> <p>Processo di Carbonizzazione Idrotermale (HTC) Le attività relative al processo di carbonizzazione idrotermale (HTC) sono realizzate in una scala da banco del volume di 3000 ml e in un impianto pilota da 100 litri. Un parametro cruciale che influisce sulla sostenibilità economica del processo HTC è il liquido (acqua) utilizzato: rapporto liquido/rifiuti organici, tipo di liquido, tasso di riciclo del liquido nel processo sono variabili che influenzano lo scaling industriale sia dal punto di vista tecnologico che motivo economico. L'acqua di diluizione, che rappresenta il mezzo di reazione per HTC, verrà fatta ricircolare per una serie di altri cicli. In questo modo, il costo per lo smaltimento del liquido di scarico dopo il completamento del processo HTC sarà ridotto al minimo. La possibilità di applicare l'HTC al digestato influisce sul modo tradizionale della sua gestione. Il digestato, infatti, viene normalmente destinato al compostaggio o immesso direttamente nel terreno senza mineralizzazione. In quest'ultimo caso si verifica una proliferazione di batteri sul suolo in quanto l'indice di respirazione del digestato è elevato e le proprietà del suolo non vengono modificate positivamente ma, al contrario, vengono impoverite.</p>

Analisi energetica, economica e ambientale di sistemi energetici alternativi. È sviluppato un modello per la determinazione delle emissioni di gas serra da parte delle aziende zootecniche per la produzione di idrogeno e metano da biomasse e per valutare la convenienza tecnico-economica di impianti di digestione per la produzione dei biogas di dimensioni medio/grandi per siffatta tipologia di aziende. Inoltre, sono condotte analisi energetiche ed exergetiche di cicli Organici Rankine ORC per il recupero termico da impianti di conversione dell'energia e utilizzo di sistemi a pompe geotermiche per il condizionamento ambientale per la valutazione delle efficienze e dell'impatto economico dei sistemi.

Studio innovativo di produzione sostenibile di biomassa vegetale: È svolto lo studio di piante, principalmente di macchia mediterranea, resistenti alla siccità ed alla salinità, utilizzabili per la produzione di principi attivi di interesse farmaceutico e/o nutraceutico e il successivo utilizzo degli scarti organici per la produzione di biogas.

Recupero della risorsa idrica dai reflui zootecnici. Le acque reflue, e i reflui zootecnici in particolare, possono e devono essere inquadrati come una preziosa risorsa idrica non convenzionale, da destinare a usi multipli. Un refluo depurato da un tradizionale impianto di trattamento può risultare idoneo al riutilizzo solo dopo un potenziamento delle fasi volte alla riduzione dei tenori di organico (BOD_5) e del contenuto di solidi oltre che all'abbattimento della carica microbica. A tal proposito verranno studiate e messe a punto soluzioni innovative, opportunamente sviluppate per ogni singolo caso specifico, basate su una fase biologica ibrida, a colture sospese/adese, del tipo MBBR (Moving Bed Bio-Reactor), oppure facendo ricorso a reattori biologici a membrane (MBR, Membrane Bio-Reactor), a filtri biologici aerati, a letto fisso (BAF, Bio-Aerated Filter e SAF, Submerged Aerated Filter) o a letto mobile (FBR, Fluidized Bed Reactor). All'occorrenza i processi biologici verranno integrati con fasi di affinamento del trattamento mediante processi chimico-fisici.

Lombricompostaggio per deiezioni bufaline L'obiettivo è adattare le tecniche e le modalità di gestione del processo di lombricompostaggio alle esigenze dell'allevatore bufalino, trasformando la gestione del letame bufalino da problema per l'allevatore ad opportunità che elimina il rischio di inquinamento da nitrati generando al contempo una significativa redditività. I lombrichi individuati sono in grado di stabilizzare il letame, giunto alla fine della fase termofila della fermentazione, trasformandolo in 6-12 ore in vermicompost, ammendante che ha macro e micro elementi in forma inorganica, presenza di ormoni per la crescita (in particolare auxine e gibberelline), di antipatogeni, significativa presenza di acidi umici e fulvici e per avere una carica microbica fino a mille volte superiore rispetto alla matrice iniziale.

Inglese

Anaerobic digestion of residual biomasses the processes of production of biohydrogen and biomethane from anaerobic fermentation in dark conditions of residual biomasses with high humidity content are investigated. In this perspective, the optimization of the anaerobic fermentation process is achieved by evaluating the main parameters of the

process and the pre-treatments. The effect of using leachate inoculum or solid substance (HC) from the Hydrothermal Carbonization (HTC) process is investigated. Furthermore, the recovery of material from the same process is investigated, such as the production of lactic acid and other acids with high added value. As part of the activity, characterizations of microbial populations are carried out through Biomolecular Tests (DGGE) on the substrate to obtain a complete picture of the dynamics of the microbial communities present in the substrate during the anaerobic fermentation process.

Use of Hydrogen/methane blends as fuels: the use and application of the blends and their relative environmental impact is investigated through tests on internal combustion engines. These surveys have quantified reductions in carbon dioxide and gaseous pollutants such as CO, NO_x, and particulate matter. A hydrogen-methane mixer was designed and built with the company ECOS srl for fueling vehicles for laboratory tests.

Hydrothermal Carbonization Process (HTC) The activities related to the hydrothermal carbonization process (HTC) are carried out in a bench scale with a volume of 3000 ml and in a 100-liter pilot plant. A crucial parameter that affects the economic sustainability of the HTC process is the liquid (water) used: liquid/organic waste ratio, type of liquid, recycling rate of the liquid in the process are variables that influence industrial scaling both from a technological point of view what an economic reason. The dilution water, which represents the reaction medium for HTC, will be recirculated for a series of further cycles. In this way, the cost for disposing of the waste liquid after completion of the HTC process will be minimized. The possibility of applying HTC to digestate affects the traditional way of its management. In fact, digestate is normally destined for composting or introduced directly into the soil without mineralisation. In the latter case there is a proliferation of bacteria on the soil as the respiration index of the digestate is high and the properties of the soil are not positively modified but, on the contrary, are impoverished.

Energy, economic and environmental analysis of alternative energy systems. A model has been developed for the determination of greenhouse gas emissions by livestock farms for the production of hydrogen and methane from biomass and to evaluate the technical-economic convenience of medium/large digestion plants for the production of biogas for such type of companies. Furthermore, energy and exergy analyses of Organic Rankine Cycles for heat recovery from energy conversion plants and the use of geothermal pump systems for environmental conditioning are carried out to evaluate the efficiencies and the economic impact of the systems.

Innovative study of sustainable production of vegetable biomass: The study of plants, mainly of Mediterranean maquis, resistant to drought and salinity, which can be used for the production of active ingredients of pharmaceutical and/or nutraceutical interest and the subsequent use of organic waste for the production of biogas.

Recovery of water resources from livestock manure. Wastewaters, and livestock effluents in particular, can be and should be considered as a precious unconventional water resource to be devoted to multiple uses. A wastewater purified according to a conventional treatment plant can be

suitable for reuse exclusively after a strengthening of the treatment phases aimed at reducing the organic (BOD₅) and solid content besides the reduction of the microbial load. Such results can be achieved by planning and implementing innovative biological processes, properly designed for the single specific case, based on a hybrid biological system, with suspended/attached cultures, such as MBBR (Moving Bed Bio-Reactor), or using membrane biological reactors (MBR, Membrane Bio-Reactor), aerated fixed (BAF, Bio-Aerated Filter and SAF, Submerged Aerated Filter) or moving bed (FBR, Fluidized Bed Reactor) biological filters. When necessary, such biological processes will be integrated by appropriate physical and/or chemical refining processes.

Buffalo manure Worm composting. The goal is to adapt the techniques and management methods of the worm composting process to the needs of the buffalo farmer, transforming the management of buffalo manure from a problem for the farmer to an opportunity that eliminates the risk of nitrate pollution, generating at the same time a significant profitability. The earthworms identified are able to stabilize the manure, which has reached the end of the thermophilic phase of fermentation, transforming it into vermicompost in 6-12 hours, a soil conditioner which has macro and micro elements in inorganic form, the presence of growth hormones (in particular auxins and gibberellins), of antipathogens, significant presence of humic and fulvic acids and for having a microbial load up to a thousand times higher than the initial matrix.

Riferimento all'interazione con altri gruppi di ricerca dell'Ateneo se presente.

Ecologia – Genetica Agraria – Fisiologia delle piante coltivate

Partecipazione a progetti di Ricerca.

- CHIMERA 2019 (Progetto finanziato con fondi di Ateneo per gruppi inter-ateneo)
- HYGNATIO 2020 (Progetto finanziato con fondi di Ateneo per giovani ricercatori)
- CIBUS (Regione Campania) 2022-24
- SOSPIRI (PNRR Mite) 2023-25

Da 10 a 20 prodotti scientifici principali segnalando eventualmente il totale del numero di prodotti scientifici rilevanti (riportare obbligatoriamente 10 prodotti di Fascia A dall'Anagrafe della Ricerca – relazioni 2011-2013).

- 1) D'Amelia L., Dell'Aversana E., Faiella D., Cacace D., Woodrow P., Carillo P., Morrone B. (2018) Lactic acid production from tomato pomace fermentable sugars using innovative biological treatments. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS 65:595-600. DOI: 10.3303/cet1865100.
- 2) Carillo P., D'Amelia L., Dell'Aversana E., Faiella D., Cacace D., Giuliano B., MORRONE B. (2018) Eco-friendly use of tomato processing residues for lactic acid production in Campania. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS 64:223-228. DOI: 10.3303/cet1864038

- 3) Carillo P, Colla G, Fusco GM, Dell'Aversana E, El-Nakhel C, Giordano M, Pannico A, Cozzolino E, Mori M, Reynaud H, Kyriacou MC, Cardarelli M, Roupheal Y (2019) Morphological and physiological responses induced by protein hydrolysate-based biostimulant and nitrogen rates in greenhouse spinach. *Agronomy* 9 (8). doi:10.3390/agronomy9080450
- 4) Mariani A., Mastellone M.L., Morrone B., Prati M.V., Unich A. (2020) An organic Rankine cycle bottoming a diesel engine powered passenger car. *ENERGIES* 13:314. DOI: 10.3390/en13020314.
- 5) Carillo P., Morrone B., Fusco G.M., De Pascale S., Roupheal Y. (2020) Challenges for a Sustainable Food Production System on Board of the International Space Station: A Technical Review. *AGRONOMY*. DOI: 10.3390/agronomy10050687.
- 6) Carotenuto C., Guarino G., D'Amelia L.I., Morrone B., Minale M. (2020) The peculiar role of C/N and initial pH in anaerobic digestion of lactating and non-lactating water buffalo manure. *WASTE MANAGEMENT* 103:12-21. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.12.008.
- 7) Zaccariello L., Mastellone M.L., D'Amelia L.I., Catauro M., Biagio M. (2020) Assessment of Integration between Lactic Acid, Biogas and Hydrochar Production in OFMSW Plants. *ENERGIES* 13. DOI: 10.3390/en13246593.
- 8) Morrone B. (2020) Residual Biomass Resources: An Invaluable Reservoir of Energy and Matter, in: De, A., Gupta, A.K., Aggarwal, S., Kushari, A., Runchal, A.K. (Ed.), *Sustainable Development for Energy, Power, and Propulsion*, Springer Singapore, Singapore.
- 9) Carillo P, Ciarmiello LF, Woodrow P, Corrado G, Chiaiese P, Roupheal Y (2020a) Enhancing sustainability by improving plant salt tolerance through macro-and micro-algal biostimulants. *Biology* 9 (9):1-21. doi:10.3390/biology9090253
- 10) Carillo P, Woo SL, Comite E, El-nakhel C, Roupheal Y, Fusco GM, Borzacchiello A, Lanzuise S, Vinale F (2020b) Application of trichoderma harzianum, 6-pentyl- α -pyrone and plant biopolymer formulations modulate plant metabolism and fruit quality of plum tomatoes. *Plants* 9 (6):1-15. doi:10.3390/plants9060771
- 11) Roupheal Y, Carillo P, Cristofano F, Cardarelli M, Colla G (2021) Effects of vegetal- versus animal-derived protein hydrolysate on sweet basil morpho-physiological and metabolic traits. *Scientia Horticulturae* 284. doi:10.1016/j.scienta.2021.110123
- 12) El-Nakhel C, Ciriello M, Formisano L, Pannico A, Giordano M, Gentile BR, Fusco GM, Kyriacou MC, Carillo P, Roupheal Y (2021) Protein hydrolysate combined with hydroponics divergently modifies growth and shuffles pigments and free amino acids of carrot and dill microgreens. *Horticulturae* 7 (9). doi:10.3390/horticulturae7090279
- 13) Zaccariello L., Battaglia D., Morrone B., Mastellone M.L. (2021) Hydrothermal carbonization of digestate and leachate in a lab-scale batch reactor. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS* 86:91-96. DOI: 10.3303/cet2186016.
- 14) Mariani, A., Minale, M., Unich, A. Use of biogas containing CH₄, H₂ and CO₂ in controlled auto-ignition engines to reduce NO_x emissions (2021) *Fuel*, 301, art. no. 120925, DOI: 10.1016/j.fuel.2021.120925
- 15) Mariani, A. Unich, M. Minale EGR Strategy for NO_x Emission Reduction in a CAI Engine Fuelled with Innovative Biogas, *Tecnica*

Italiana-Italian Journal of Engineering Science, ISSN: 0040-1846, doi.org/10.18280/ti-ijes.632-444, Page 417-423

- 16) Zaccariello L., Battaglia D., Morrone B., Mastellone M.L. (2022) Hydrothermal Carbonization: A Pilot-Scale Reactor Design for Bio-waste and Sludge Pre-treatment. WASTE AND BIOMASS VALORIZATION 13:3865-3876. DOI: 10.1007/s12649-022-01859-x.
- 17) Zaccariello L., Battaglia D., Catauro M., Morrone B., Mastellone M.L. (2022) Hydrothermal Carbonization of Oat in a Lab-Scale Batch Reactor. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, pp.307-312, 92:6. DOI: 10.3303/CET2292052
- 18) Mariani A., Morrone B., Laiso D., Prati M.V., Unich A. (2022) Waste Heat Recovery in a Compression Ignition Engine for Marine Application Using a Rankine Cycle Operating with an Innovative Organic Working Fluid. ENERGIES 15:7912. DOI: 10.3390/en15217912.
- 19) Carraturo, F., Panico, A., Giordano, A., Libralato, G., Aliberti, F., Galdiero, E., & Guida, M. (2022). Hygienic assessment of digestate from a high solids anaerobic co-digestion of sewage sludge with biowaste by testing Salmonella Typhimurium, Escherichia coli and SARS-CoV-2. Environmental Research, 206, 112585.
- 20) Ferraro, A., Panico, A., Pirasteh-Anosheh, H., Race, M., Spasiano, D., Trancone, G., & Pirozzi, F. (2022). Innovative Treatment Processes for Emerging Contaminants Removal from Sewage Sludge. In Emerging Pollutants in Sewage Sludge and Soils (pp. 89-110). Cham: Springer International Publishing.
- 21) Rossi, E., Pecorini, I., Panico, A., & Iannelli, R. (2022). Impact of reactor configuration and relative operating conditions on volatile fatty acids production from organic waste. Environmental Technology Reviews, 11(1), 156-186.
- 22) Mariani A., Laiso D., Morrone B., Unich A. (2023) Exergy Analysis of Organic Rankine Cycles with Zeotropic Working Fluids. FLUID DYNAMICS & MATERIALS PROCESSING 19:593-601. DOI: 10.32604/fdmp.2022.022524.

Rapporti internazionali e nazionali con aziende, enti, centri di ricerca, Università.

- Università della Lorena (Francia)
- Università Paris Saclay (Francia)
- Università di Orleans (Francia)
- Ibn Tofail University, National School of Applied Science ENSA – (Marocco)
- CNR – STEMS
- ECOS srl
- CMD Spa
- CEA Spa

Enti di ricerca con i quali sono stati stipulati accordi di convenzione, conto terzi o accordi quadro di collaborazione e trasferimento tecnologico

CNR – STEMS

	<p><i>Categorie ISI WEB di riferimento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy & Fuels • Engineering, Chemical • Engineering, Environmental <p><i>Settori Scientifico-Disciplinari di riferimento.</i></p> <p><i>ING-IND/10, ING-IND/08; ING-IND/24; ING-IND/25; ICAR/03; AGR/02; AGR/07; BIO/07</i></p> <p><i>Altre parole chiave di riferimento non contenute nelle categorizzazioni di cui sopra (max 10).</i></p> <p>Idrogeno</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Recupero energetico 2) Fanghi, recupero di materia 3) Biomasse, biostimolanti per agricoltura <p><i>Laboratori di riferimento:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Biofermentazioni e Bioidrogeno (dip. Ingegneria) • Reologia (dip. Ingegneria) • Gassificazione (dip. DISTABIF) • Piante coltivate (dip. DISTABIF)
Sito web	
Responsabile scientifico/ Coordinatore	prof. Biagio MORRONE
Settore ERC del gruppo	PE8_3 PE8_5 PE8_6 LS9_6 LS9_5
Componenti	<p><i>I Ricercatori afferenti all'Ateneo vengono associati da un elenco. E' possibile indicare anche ricercatori esterni. All'atto dell'inserimento di ricercatori esterni è consigliato chiedere esplicitamente l'assenso attraverso una mail di conferma. Il coordinatore del gruppo è responsabile di questo aspetto. Se i gruppi di ricerca sono interdipartimentali è opportuno segnalare i contributi dei diversi dipartimenti. Ciascun Ricercatore inserito deve avere almeno 3 prodotti scientifici nel triennio su tematiche inerenti. Anche di questo aspetto si assume la responsabilità il coordinatore del gruppo.</i></p> <p>Andrea UNICH; Antonio MARIANI; Antonio PANICO; Mario MINALE; Claudia CAROTENUTO; Petronia CARILLO (Distabif); Maria Laura MASTELLONE (Distabif); Lucio ZACCARIELLO (Distabif); Stefania PAPA (Distabif); Pasqualina WOODROW (Distabif); Annalinda CAPONE</p>

(dottoranda), Saif SERAG (dottorando), Rosada ESPOSITO (dottoranda)