



# PhD in INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE / INFORMATION TECHNOLOGY - 38th cycle

Research Area n. 3 - Systems and Control

**PNRR\_352 Research Field: MODELLING AND CONTROL OF BIOCHEMICAL PROCESSES  
FOR THE OPTIMIZED PRODUCTION OF BIOGAS AND BIOMETHANE FROM CIVIL AND  
AGRO-ZOOTECNICAL WASTE AND EFFLUENTS**

**Monthly net income of PhDscholarship (max 36 months)**

**€ 1400.0**

In case of a change of the welfare rates during the three-year period, the amount could be modified.

## Context of the research activity

**Motivation and objectives of the research  
in this field**

The research aims at optimizing biogas and biomethane production and carbon dioxide capture from agro-industrial residues, through the modelling and control of anaerobic biochemical processes, considering multiple constraints and objectives. The research objective will be achieved by optimizing a system that includes:

- I. anaerobic digestion for the production of biogas and biomethane from agro-residues and microalgae;
- II. integrated valorization of the residual CO<sub>2</sub> to a) convert green H<sub>2</sub> into biomethane and b) to support microalgae growth;
- III. concomitant valorization and nutrient rich digestate to produce biofertilizers.

In essence, the main result of the research will be the development of an energy-efficient process that maximizes the amount of organic carbon contained in agricultural residues that is converted into renewable biomethane, minimizing the fraction that is released into the atmosphere as CO<sub>2</sub>, thus improving the environment sustainability of food production. The optimal control strategies will be evaluated taking into account additional external constraints.



<b>Methods and techniques that will be developed and used to carry out the research</b>	<p>The research will be developed from the convergence of skills on the dynamics and monitoring of biochemical processes (DICA), and of modeling, identification and control (DEIB) skills.</p> <p>The monitoring of the process will make available the relevant process variables (online: flow rate and composition of the gas, pH, temperature, redox and dissolved gases in the digestate; off-line: total and volatile solids, volatile fatty acids, alkalinity, concentrations of nutrients), while potential control variables include gas feed rates, pH corrector dosage, nutritional supplement dosage. In the current state of knowledge, the application of advanced modeling, identification and optimal control techniques to biochemical processes is characterized by a strong innovative contribution.</p>
<b>Educational objectives</b>	<p>Acquire technical skills related to the design and operation of innovative biological processes; reinforce competences in modeling and control tools; strengthen personal skills of team working in an international environment, and in scientific communication.</p>
<b>Job opportunities</b>	<p>A PhD experience in this field will open up employment opportunities in the renewable energy sector (especially as for public utilities), in consultancy in process design and optimization, in research centers and universities.</p>
<b>Composition of the research group</b>	<p>3 Full Professors 1 Associated Professors 1 Assistant Professors 2 PhD Students</p>
<b>Name of the research directors</b>	<p>Prof. Gianni Ferretti</p>

#### Contacts

gianni.ferretti@polimi.it  
Tel.: 0372 567745  
<https://ferretti.faculty.polimi.it/>

#### Additional support - Financial aid per PhD student per year (gross amount)

**Housing - Foreign Students**

--



Housing - Out-of-town residents (more than 80Km out of Milano)	--
--	----

Scholarship Increase for a period abroad	
Amount monthly	700.0 €
By number of months	6

National Operational Program for Research and Innovation	
Company where the candidate will attend the stage (name and brief description)	A2A S.p.A. - <a href="https://www.a2a.eu/it">https://www.a2a.eu/it</a>
By number of months at the company	6
Institution or company where the candidate will spend the period abroad (name and brief description)	Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, INRAe, Narbonne, FR, centro di ricerca sull'agricoltura e l'ambiente <a href="https://www6.montpellier.inrae.fr/narbonne">https://www6.montpellier.inrae.fr/narbonne</a>
By number of months abroad	6

**Additional information: educational activity, teaching assistantship, computer availability, desk availability, any other information**

**Attinenza alle tematiche, alle missioni/componenti prescelte del bando PNRR v. D.M. 352, art.6**

Il tema di ricerca cui verrà finalizzata la borsa di dottorato si colloca a pieno titolo nell'ambito della missione M2C2: ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITÀ SOSTENIBILE, prevista dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, in particolare nell'ambito dell'Investimento 1.4: Sviluppo biometano. Lo sviluppo del biometano, ottenuto massimizzando il recupero energetico dei residui organici, è giudicato strategico per il potenziamento di un'economia circolare basata sul riutilizzo ed è un elemento rilevante per il raggiungimento dei target di decarbonizzazione europei. La produzione di biometano è inoltre uno dei principali strumenti per la realizzazione di un'agricoltura sostenibile, obiettivo della missione M2C1: AGRICOLTURA SOSTENIBILE ED ECONOMIA CIRCOLARE, soprattutto se associata a pratiche ecologiche nella fase di produzione del biogas per ridurre l'uso di fertilizzanti sintetici e aumentare l'approvvigionamento di materia organica nei suoli, e creare poli consortili per il trattamento centralizzato di digestati ed effluenti con produzione di fertilizzanti di origine organica.

**Impresa, presso cui si svolgerà l'attività esterna**

A2A S.p.A.

<https://www.a2a.eu/it>

6 mesi

Sviluppo integrato dei modelli su impianti di digestione anaerobica gestiti dall'azienda per massimizzare sostenibilità e circolarità.

Partecipazione congiunta a proposte progettuali.

**Ente, università, azienda, centro di ricerca presso cui si svolgerà il periodo di studio e**



**ricerca all'estero.**

Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, INRAe, Narbonne, FR, centro di ricerca sull'agricoltura e l'ambiente

<https://www6.montpellier.inrae.fr/narbonne>

6 mesi

Sviluppo di metodiche rapide di caratterizzazione delle matrici organiche da utilizzare come input nella modellazione del digestore anaerobico

Collaborazioni pregresse: sviluppo di modelli e sensori per il controllo della digestione anaerobica, sviluppo di tecniche di pretrattamento per aumentare la degradabilità anaerobica, modellazione di sistemi di depurazione basati su microalghe.

**All information regarding educational activities, personal funding, regulations and obligations of Ph.D. candidates are available on the web site <https://dottoratoit.deib.polimi.it/>**