

professor Umberto Arena, Chem. Eng., Ph.D.

Curriculum vitae

Umberto Arena, ingegnere chimico e dottore di ricerca in ingegneria chimica, è **professore ordinario di Impianti di Trattamento dei Rifiuti Solidi** presso l'Università della Campania "Luigi Vanvitelli" e **co-Editor-in-Chief** della rivista **Waste Management** di Elsevier.

ATTIVITÀ DIDATTICA IN ITALIA

È titolare dei corsi di "Impianti di trattamento dei rifiuti solidi" e di "Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti" nel Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, e di "Impianti per l'industria farmaceutica" nel Corso di Laurea in Farmacia.

Ha insegnato presso le Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino, dell'Università di Perugia e dell'Università "Federico II" di Napoli.

Ha progettato e tenuto diversi corsi di specializzazione per Enti ed Istituzioni (Scuola di Protezione Civile, Conai, Regione Campania, UnionCamere, Camera di Commercio di Napoli, AMRA scarl) sulle principali tematiche della gestione dei rifiuti.

ATTIVITÀ DIDATTICA ALL'ESTERO

Ha svolto attività didattica e di ricerca all'estero, come:

- **Visiting professor alla School of Mechanical Engineering della Tongji University di Shanghai** (Cina) dal 7 ottobre al 9 novembre 2016, tenendo un corso su "Processi di conversione termochimica di biomasse e rifiuti".
- **Visiting scientist al Residues & Resource Reclamation Centre (R3C) del Nanyang Environment & Water Research Institute (NEWRI) della Nanyang Technological University of Singapore** dal 13 al 18 gennaio 2019, partecipando a incontri e visite tecniche, e tenendo una lezione plenaria sui processi di gassificazione.
- **Visiting scientist alla Waste Management Research Unit (WMRU) del Kuwait Institute of Scientific Research (KISR) of Kuwait City** dal 26 marzo al 7 aprile 2019, nell'ambito di un contratto di su attività innovative della gestione rifiuti.
- **Docente di scuole internazionali**, tra le quali: *Process Decarbonization and Energy Transition School* (ottobre 2022); *IWWG_food for brain* (settembre 2022); *Sardinia Academy of Waste Management* (aprile 2021); *7th Inter. Sotacarbo Summer School on Low Carbon Technologies* (Carbonia, giugno 2019); *2nd Summer School on Engineering for Waste and Biomass Valorisation* (Mines AlbiCarmaux, WasteEng, maggio 2016); *Course on Waste Management and Conversion* (Universidad de Sevilla, marzo 2015); *Fecundus Summer School*, (CIEMAT di Madrid, giugno 2012); *Winter School of The Energy from Biomass and Waste Symposium*, (IWWG, Venezia, novembre 2012).
- **Componente di Commissioni per titoli di dottorato**, presso: la Ghent University di Ghent, Belgio (2022); la *Aalto University* di Aalto, Finlandia (2016); la *North-West University* di

Potchefstroom, Sud Africa (2015); la *Technical University of Wien* di Vienna, Austria, (2014); la *University of Surrey* di Guildford, Regno Unito (2013); la *Technical University of Chalmers* di Goteborg, Svezia, (2012).

- **Componente di Commissioni di concorso per posizioni di docente** in: *Energy Engineering* della Chalmers University of Technology di Goteborg, Svezia (2008 e 2009); *Industrial Ecology* della Faculty of Science and Technology, Aarhus University di Copenhagen, Denmark (2016); *Residual Resource Engineering* della Denmark Technical University, Denmark (2018); *Circular Polymers*, University of Maastrich, Paesi Bassi (2021); *Environmental sustainability of energy systems* della LUT University, Finlandia (2022); *Energy Process Technology & Industrial Plant Design* della TUW Vienna , Austria

ATTIVITÀ SCIENTIFICA ALL'INTERNO DELLA COMUNITA'INTERNAZIONALE

È Editor-in-Chief della rivista Waste Management (Elsevier) dal gennaio 2018.

È stato Associate Editor della stessa rivista dal 2012 al 2017, anche con la responsabilità di curare come Guest Editor alcuni numeri speciali, tra i quali quelli su “Thermal treatment of solid waste” (30/7, luglio 2010), “Solid Waste Gasification (32/4, April 2012) e “Waste-to-Energy Processes and Technologies” (37, marzo 2015).

È membro del Managing Board dell'IWWG-International Waste Working Group, all'interno del quale è anche uno dei componenti dello Scientific Advisory Panel. È il **coordinatore internazionale del Task Group on Thermal Treatments dello stesso IWWG**.

È membro dell'International Society of Industrial Ecology.

È stato main chairman di conferenze internazionali, quali: Fluidization XI, Present and Future for Fluidization Engineering, Ischia, Italy, May 9-14 2004; 11th Fluidized Bed Combustion Conference, Naples, Italy, June 2011; WasteLCA, 1st Conference on Life Cycle Assessment for waste management, Cetraro, Italy, 5-10 June, 2016; WasteLCA_2, 2nd Conference on Life Cycle Assessment for waste management - Symposium of Integrated Resource Management and Assessment, Copenhagen, Denmark, 18-22 June, 2018; WasteLCA_3, 3rd Conference on Life Cycle Assessment for waste management - Symposium of Integrated Resource Management and Assessment, Cetraro, Italy, 5-10 June, 2022.

Fa parte di numerosi comitati scientifici di conferenze internazionali, tra i quali:

- International Advisory Board of the CRETE-Int. Conference on Industrial and Hazardous Waste Management (dal 2017)
- International Advisory Board of the SUM-Int. Symposium on Urban Mining (dal 2017)
- International Scientific Committee of the Int. Conf. on Industrial Furnaces and Boilers (dal 2016)
- International Scientific Committee of the Int. Conf. on Engineering for Waste and Biomass Valorisation (dal 2015)
- International Scientific Committee of the International Green Process Engineering Congress (dal 2015)

- International Scientific Committee of the Int. Conf. on Industrial and Hazardous Waste Management (dal 2014)
- International Symposium on Gasification and its Application (i-SGA) (dal 2012)
- International Advisory Board of the Int. Symposium on Energy from Biomass and Waste (dal 2009)
- International Symposium on Urban Mining (dal 2012)
- International Expert Group on Life Cycle Analysis for Waste Management (dal 2000)
- International Scientific Committee dell'Engineering Foundation on Fluidization (dal 1994 e poi di nuovo dal 2018)
- International Advisory Board dell'International Conference on Circulating Fluidized Beds (dal 1993).

È stato membro di alcuni panel di esperti per la *critical review* di lavori di LCA-analisi del ciclo di vita di prodotti.

Ha svolto attività di referee di progetti di ricerca internazionali, per conto di diverse Istituzioni, quali: National Environment Agency di Singapore; Ministry of Science, Technology & Space del Governo israeliano; Università Franco-Italiana (progetti Galileo); FWO-Research Foundation-Flanders (progetti SBO-strategic basic research); SNSF-Swiss National Science Foundation.

Ha tenuto plenary lectures in conferenze internazionali, quali:

- London (UK), Sustainable Waste management: a fast track to Net Zero, UCL-Royal Academy of Engineering, April 27th, 2023
- Kuwait City (Kuwait), Products, energy and Fuel Recovery from Solid Waste, November 24th, 2019
- Singapore, WtE Research Facility Handover Ceremony, Nanyang Technological University, January 17th, 2019
- Kuwait City (Kuwait), Resource-to-Resource International workshop, November 20th, 2018
- Prague (Czech Republic), WastEng2018-International Conference on Engineering for Waste and Biomass Valorisation, July 2nd 2018
- Seville (Spain), International project workshop on waste gasification: NETUWAS, May 2017
- Naples (Italy), The Combustion Institute-Italian Sec. Meeting, July 2016
- Shanghai (China), Thermal & Environmental Engineering Institute of the Tongji University, November 2015
- Venice (Italy), 5th International Symposium on Energy from Biomass and Waste, November 2014
- Hong Kong (China), 2nd International Conference on Solid Waste, May 2013

È revisore di numerose riviste scientifiche internazionali, tra le quali:

- Waste Management, Waste Management&Research, Resource Conservation and Recycling
- Renewable and Sustainable Energy Reviews, Journal of Cleaner Production, Int. J. of Life Cycle Assessment, Journal of Industrial Ecology
- Fuel, Fuel Processing Technology, Combustion Science and Technology, Energy, Applied Energy, Energy Conversion and Management
- Chemical Engineering Sciences, The Chemical Engineer Journal, Canadian Journal of Chemical Engineers, Polymer Degradation & Stability, Powder Technology
- Process Safety and Environmental Protection, Journal of Loss Prevention in the Process Industries

prevalentemente su tematiche di impiantistica ambientale e di sistemi di gestione di rifiuti.

ATTIVITÀ DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO VERSO ENTI E SOCIETÀ'

È membro di comitati nazionali e responsabile scientifico di convenzioni universitarie con diversi enti e società su temi della gestione rifiuti, dei trattamenti ambientali e dell'industria di processo. Tra gli altri ha collaborato con Agip Carbone, Ansaldo Energia, Asia.biz, Chemtex, Cira, Conai, EcoBat, Enea-Dipartimento Ambiente, Enichem Anic, Enitecnologie, Eppa (European Paper Packaging Alliance), Fater, Politecnico di Torino-DiSTA, Prodeval Europe, Sagit-Unilever, Sotacarbo, Unicalce.

È stato membro del Consiglio di Amministrazione della società pubblica consortile AMRA-s.c.a r.l., nata dal Centro di Competenza della Regione Campania su "Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale", avente come soci le 5 università campane, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche. All'interno di Amra è stato responsabile dell'Unità di Produzione Energia e Gestione Rifiuti, con la responsabilità scientifica di un impianto di scala pilota (100kg/h) di gassificazione e pirolisi di rifiuti e biomasse.

Ha partecipato alla redazione del Rapporto 2012-2013 "Ciclo dei rifiuti: governare insieme. Economia, ambiente, territorio", preparato da Italia Decide, Associazione di Ricerca a-partisan per la qualità delle politiche pubbliche, di cui Carlo Azeglio Ciampi è Presidente Onorario.

Ha svolto il ruolo di esperto in tema di impianti industriali per la Regione Lombardia (DGR 16 ottobre 2015- n. X/4192) per l'esame e la valutazione di progetti innovativi e sperimentali per il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, a partire dall'ottobre 2015 (B.U. Reg.Lombardia, S. O. n. 43, del 22-102015).

Svolge il ruolo di esperto in tema di autorizzazioni integrate ambientali (AIA) a supporto della Regione Campania, come membro del gruppo del DiSTABiF dell'Università Vanvitelli, a partire dal 2008.

È stato membro del Tavolo Istituzionale Conai-Anci (2021-2022), per la definizione dei soggetti terzi che coordinino le analisi merceologiche del materiale da raccolta differenziata.

È stato membro del Consiglio Scientifico di COMIECO, Consorzio Nazionale per il Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica, dal 2003 al 2014.

È stato responsabile scientifico di convenzioni universitarie con diversi Enti Locali e con il Commissariato di Governo per l'Emergenza Rifiuti in Campania sulla pianificazione dei sistemi di gestione rifiuti e su problematiche di impiantistica per il trattamento e lo smaltimento di rifiuti.

In particolare, ha preparato: la parte impiantistica del Piano di Smaltimento Rifiuti della Regione Campania (novembre 1996-luglio 1997); l'analisi del ciclo di vita delle opzioni di smaltimento rifiuti in Campania (novembre 2001-dicembre 2002); il Piano di Smaltimento dei Rifiuti Speciali della Regione Campania (aprile 2008); il Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti della Provincia di Caserta (ottobre 2009); il Piano di Gestione dei Rifiuti Urbani della Regione Campania (2010-2011); il Piano di Gestione dei Rifiuti Urbani della Regione Molise (2012 e 2015).

È stato membro del Comitato Scientifico della Regione Campania per la redazione del Piano Territoriale Regionale, di cui ha curato la parte relativa al rischio ambientale connesso alla gestione di rifiuti e ai potenziali incidenti rilevanti nell'industria.

ATTIVITÀ DI RICERCA SPERIMENTALE

Partecipa o ha partecipato a diversi programmi internazionali di ricerca con Università ed enti di ricerca italiani e stranieri, quali: Aalto University (Norvegia); Centre for Environment and Sustainability della University of Surrey, Guildford (Gran Bretagna); Centre for Renewable Energies, Athens (Grecia); Ciemat, Madrid (Spagna); Fraunhofer Institute (Germany); Technical University of Vienna (Austria); Tongji University of Shanghai (Cina); Technical University of Hamburg-Harburg (Germania), Technical University of Halifax (Nova Scotia, Canada); Universidad de Sevilla (Spagna); VTT (Finlandia); Western University, London, Ontario (Canada).

È (o è stato) responsabile scientifico e team leader in diversi Progetti nazionali ed europei sul recupero di energia e *chemicals* da biomasse e rifiuti, pianificazione della gestione rifiuti, valutazione del ciclo di vita di processi e servizi, ed in particolare di opzioni di trattamento di rifiuti. Numerosi articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali descrivono queste attività. La lista che segue riporta alcuni dei principali progetti recenti.

- Progettazione e valutazione tecnico-ambientale ed economica di un gassificatore di media scala per il trattamento di rifiuti plastici (2009-2011) - Conai-Consortio Nazione degli Imballaggi
- Pianificazione della gestione dei rifiuti industriali in Regione Campania (2009-2010)
- Pianificazione della gestione dei rifiuti urbani e industriali in Provincia di Caserta (2009)
- Pianificazione della gestione dei rifiuti urbani in Regione Campania (2010-2011)
- Progettazione e valutazione tecnico-ambientale ed economica di un gassificatore per il trattamento di combustibili derivati da rifiuti (CSS) (2013) – SMALTIMENTI SUD S.r.l.
- Pianificazione della gestione dei rifiuti urbani e industriali in Regione Molise (2012 and 2015)
- Progettazione di processo di un gassificatore a letto fluido bollente per biomasse (2016) - SOTACARBO S.p.A.
- Valutazione tecnica ed ambientale di un processo di digestione anaerobica per la produzione di biometano (2017) – Umberto Foglia S.r.l.
- Valutazione tecnica ed ambientale di un processo di gassificazione di biorifiuti per la produzione di energia per un forno per calce (2018) – UNICALCE S.p.A.
- Review delle tecniche di upgrading del biogas per la produzione di biometano da biorifiuti (2019) - PRODEVAL Europe.

- Valutazione del Ciclo di Vita di termovalorizzatori di ultima generazione (2019) – A2A S.p.A.
- VIRGIN (**LIFE 12 ENV/IT/000611**). Valutazione tecnico-economico-sociale di un Sistema innovativo di riciclo di assorbenti post-consumo (2013-2015).
- BIOVALUE (**PON 03PE_00176**). Implementazione di una piattaforma tecnologica per lo sviluppo di sistemi ibridi di generazione e cogenerazione, basati sullo sfruttamento di sorgenti di energia rinnovabile (2018-2021).
- VAPETAN (**PON ARS01_00802**). Progettazione di tecniche di concia in aerosol a basso impatto ambientale per pelli di elevate prestazioni (2019-2022).
- NONTOX (**H2020_820895**). Valutazione del ciclo di vita ambientale, economica e sociale di schemi innovativi di gestione di plastiche da rifiuti RAEE, da costruzione e demolizione e da veicoli di fine vita (2019-2022)
- Gassificazione di plastiche in letto fluido bollente (2022) - SOTACARBO S.p.A.
- TechnoMapping: Ricognizione di tecnologie innovative per il recupero di risorse da imballaggi a fine vita (2022-2023) – CONAI.
- SyngasClean-up: Ricognizione di tecnologie per la pulizia a caldo di syngas da gassificazione (2022-2023) – PRODEVAL Italy.

L'attività di ricerca del prof. Arena è principalmente rivolta allo studio di aspetti fondamentali ed applicativi dell'industria e dei servizi energetici ed ambientali, focalizzandosi su:

- Le nuove tecnologie di recupero di materia e di energia da combustibili alternativi, di cui si indagano gli aspetti impiantistici e di processo e le implicazioni per l'ambiente. L'attività è rivolta in particolare allo studio dei trattamenti termici di gassificazione di rifiuti diversi (plastiche, biomasse, CDR, pneumatici, ecc.) in reattori a letto fluido e di digestione anaerobica per la produzione di energia e di biometano.
- I sistemi di gestione di rifiuti urbani e industriali sia nel loro complesso sia per aspetti specifici (gestionali, tecnologici, ambientali ed economici) di alcune filiere di riciclo (plastica, carta, alluminio, RAEE, C&DW) e dei sistemi di trattamento biologico e termico. Gli studi sono condotti con l'ausilio di strumenti innovativi, quali il Life Cycle Assessment (LCA), la Substance Flow Analysis (SFA), il Life Cycle Costing (LCC).

ATTIVITÀ DI PUBBLICAZIONE DI ARTICOLI O LIBRI SCIENTIFICI

È autore di oltre 100 lavori a stampa su riviste scientifiche internazionali (tra le quali: Waste Management, Renewable and Sustainable Energy Review, Resource Conservation and Recycling, Sustainable Production&Consumption, Journal of Industrial Ecology, Journal of Cleaner Production, Int. J. of Life Cycle Assessment, Waste Management&Research, Fuel, Combustion Science and Technology, Fuel Processing Technology, Combustion and Flame; Chemical Engineering Sciences, The Chemical Engineer Journal, Ind.&Eng.Chem.Res., AIChE Journal, Canadian Journal of Chemical Engineers, Japanese J. of Chemical Engineering, Polymer Degradation & Stability, Powder

Technology, Journal of Loss Prevention in the Process Industries) e di altrettanti contributi in atti di congressi internazionali con comitato di revisione internazionale.

I suoi principali dati bibliometrici sono (da fonte Scopus; author ID: 7005935081; <http://orcid.org/0000-0001-6635-2568>): articoli JCR: 111; citazioni totali: 4845; h index: 36.

Umberto Arena è stato incluso nelle graduatorie:

- **2019 PLOS Biology** degli autori più citati nel mondo, che valuta sia l'impatto a lungo termine, nella finestra temporale 1996-2019, sia quello a breve-termine (2019) <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.3000918>;
- **Stanford University Names World's Top 2% Scientists 2021** (<https://ecebm.com/2021/10/26/stanford-university-names-worlds-top-2-scientists-2021/>) e **2022** (<https://ecebm.com/2022/10/11/stanford-university-names-worlds-top-2-scientists-2022/>).

Ha anche scritto capitoli su alcuni libri internazionali, in particolare:

- il capitolo "Gas Mixing" nel libro *Circulating Fluidized Beds* curato da J. Grace, A. Avidan e T. Knowlton e pubblicato dalla Chapman & Hall;
- il capitolo "Fluidized Bed Pyrolysis of Plastic Wastes" nel libro *Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics*, curato da J. Scheirs e W. Kaminsky e pubblicato da J. Wiley&Sons Ltd;
- il capitolo "Fluidized Bed Gasification" nel libro *Fluidized-bed technologies for near-zero emission combustion and gasification*, curato da F. Scala e pubblicato da Woodhead Publishing Ltd.

Gli ultimi 20 lavori pubblicati su riviste scientifiche Q1 sono:

1. Ardolino F., Lodato C., Astrup T.F., Arena U., 2018. Energy recovery from plastic and biomass waste by means of fluidized bed gasification: A life cycle inventory model. **Energy**, 165:299-314. DOI: 10.1016/j.energy.2018.09.158
2. Fuentes-Cano D., Parrillo F., Ruoppolo G., Gómez-Barea A., Arena U., 2018. The influence of the char internal structure and composition on heterogeneous conversion of naphthalene. **Fuel Processing and Technology**, 172:125-132. DOI: 10.1016/j.fuproc.2017.12.015
3. Yua G., Chen D., Arena U., Huang Z., Dai X., 2018. Reforming sewage sludge pyrolysis volatile with Fe-embedded char: Minimization of liquid product yield" **Waste Management**, 73:464-475. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.08.004
4. Ardolino F., Parrillo F., Arena U., 2018. Biowaste-to-Biomethane or Biowaste-to-Energy? An LCA study on Anaerobic Digestion of Organic Waste" **Journal of Cleaner Production**, 174:462-476. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.04.088
5. Peixoto Rosado L., Vitale P., Santos Penteado C.L., Arena U., 2019. Life cycle assessment of construction and demolition waste management in a large area of São Paulo State, Brazil. **Waste Management**, 85:477-489. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.01.011
6. Ardolino F. and Arena U., 2019. Biowaste-to-Biomethane: An LCA study on biogas and syngas roads. **Waste Management**, 87:441-453. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.02.030
7. Yue X., Arena U., Chen D., Lei K., Dai X., 2019. Anaerobic digestion disposal of sewage sludge pyrolysis liquid in cow dung matrix and the enhancing effect of sewage sludge char. **Journal of Cleaner Production**, 235:801-811. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.07.033

8. Christensen T., Damgaard A., Levis J., Zhao Y., Bjorklund A., Arena U., Barlaz M., Starostina V., Boldrin A., Astrup, T.F., Bisinella V., 2020. Application of LCA modelling in integrated waste management. **Waste Management**, 118: 313-322. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.08.034.
9. Ardolino F., Colaleo G., Arena U., 2020. The cleaner option for energy production from a municipal solid biowaste. **Journal of Cleaner Production**, 266: 121908. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121908. IF=6.395
10. Ardolino F., Boccia C., Arena U., 2020. Environmental performances of a modern waste-to-energy unit in the light of the 2019 BREF document. **Waste Management**, 104:94-103. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.01.010.
11. Parrillo F., Ruoppolo G., Arena U., 2020. The role of activated carbon size in the catalytic cracking of naphthalene. **Energy**, 190:116385. DOI: 10.1016/j.energy.2019.116385.
12. Ardolino F., Cardamone G.F., Parrillo F., Arena U., 2021. Biogas-to-biomethane upgrading: A comparative review and assessment in a life cycle perspective. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 121: 110588. DOI: 10.1016/10.1016/j.rser.2020.110588.
13. Parrillo F., Ardolino F., Cali G., Marotto D., Pettinau A., Arena U., 2021. Fluidized bed gasification of eucalyptus chips: axial profiles of syngas composition in a pilot scale reactor. **Energy**, 219, 119604. DOI: 10.1016/j.energy.2020.119604.
14. Ardolino, F., Cardamone, G.F., Arena U., 2021. How to Enhance the Environmental Sustainability of WEEE Plastics Management: An LCA Study. **Waste Management**, 135: 347-359. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.09.021.
15. Cardamone, G.F., Ardolino F., Arena U., 2021. About the Environmental Sustainability of the European Management of WEEE Plastics. **Waste Management**, 126: 119-132. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.02.040.
16. Boccia, C., Parrillo, F., Ruoppolo, G., Commodo, M., Berruti, F., Arena U., 2021. The Effect of Steam Concentration on Hot Syngas Cleaning by Activated Carbons. **Fuel Processing Technology**, 204: 107033. DOI: 10.1016/j.fuproc.2021.107033.
17. Cardamone, G.F., Ardolino F., Arena U., 2022. Can Plastics from End-Of-Life Vehicles Be Managed in A Sustainable Way? **Sustainable Production and Consumption**, 29: 115-127. DOI: 10.1016/j.sucpc.2021.09.025.
18. Arena, U and Ardolino F., 2022. Technical and Environmental Performances of Alternative Treatments for Challenging Plastics Waste. **Resources, Conservation & Recycling**, 183, 106379. DOI: 10.1016/j.resconrec.2022.106379.
19. Parrillo, F., Boccia, C., Ruoppolo, G., Commodo, M., Berruti, F., Arena U., 2022. Steam Reforming of Tar in Hot Syngas Cleaning by Different Catalysts: Removal Efficiency and Coke Layer Characterization. **Canadian J. of Chemical Engineers**, DOI:10.1002/cjce.24535
20. Parrillo F., Ardolino F., Boccia, C., Cali G., Marotto D., Pettinau A., Arena U., 2023. Co-Gasification of Plastics Waste and Biomass in a Pilot Scale Fluidized Bed Reactor, **Energy**, 273, 127220. DOI:10.1016/j.energy.2023.127220

Napoli, 4 maggio 2023

