

PRIN 2022 n. 2022AALLEC “finanziato dall’Unione europea – Next Generation EU

Titolo progetto : Hydrodynamic devices for micro-particle trapping and vibrational energy harvesting (HYDRA)

Abstract

Italiano

La proposta di ricerca riguarda l'indagine teorica, numerica e sperimentale di apparati immersi in acqua in grado di incrementare l'intrappolamento e la rimozione di particelle disperse, con particolare riferimento a microplastiche in corsi e ambienti acquatici. Uno degli obiettivi della ricerca è l'approfondimento dei meccanismi che conducono all'aggregazione di particelle e alle relative modalità di interazione con le correnti fluide. Un ulteriore obiettivo è quello di determinare se l'attivazione di meccanismi di aggregazione delle particelle possa essere accoppiata con la possibilità di estrazione di energia dai flussi d'acqua, attraverso le vibrazioni indotte da questi ultimi. In aggiunta, alcuni meccanismi elettrocinetici, come l'elettroforesi, potrebbero contribuire all'intrappolamento di particelle. La ricaduta dell'attività di ricerca è un "proof-of-concept" che possa combinare intrappolamento di particelle ed estrazione di energia per utilizzi sul campo. Per ottenere gli obiettivi descritti, l'attività di ricerca si svolgerà su linee parallele, portate avanti dai gruppi di ricerca coinvolti, con l'intenzione di realizzare strette interazioni e convergenze. La prima linea di ricerca è collegata allo studio delle interazioni fluido-struttura, in particolare di dispositivi che possano essere collegati all'estrazione di energia dal flusso d'acqua. La seconda linea riguarda lo studio dei flussi bifase, attraverso la messa a punto e utilizzo di metodi sperimentali avanzati, basati sull'analisi di immagini, per la determinazione dei contributi di fluido e particelle alla fluidodinamica complessiva. In particolare, per quanto riguarda le particelle, si porrà attenzione alla riproduzione della dinamica di microplastiche, mentre dal punto di vista del fluido, si metterà in evidenza la necessità di creare zone estese di ricircolazione. L'attività di cui sopra è vincolante all'individuazione dei meccanismi e delle localizzazioni ottimali di dispositivi passivi di intrappolamento e rimozione di particelle. La terza linea di ricerca è indirizzata allo studio del fenomeno di elettroforesi e alla sua effettiva applicabilità come meccanismo di intrappolamento attivo. La ricerca viene portata avanti con esperimenti su impianti di piccola scala disponibili presso le unità di ricerca della Università Sapienza e del CNR-INM e in parallelo utilizzando un approccio teorico-numerico presso l'Università di Palermo. I risultati ottenuti aiuteranno la definizione, il progetto e la verifica di possibili apparati e sistemi di cattura/rimozione.

English

This research proposal regards the theoretical, experimental and numerical investigation of devices immersed in water that are able to enhance the trapping and removal of dispersed

particles, with special emphasis on micro-plastic sequestration. One objective of the research is to study and define the mechanisms leading to particle aggregation and how such mechanisms may be driven by devices interacting with the hydrodynamic flow. Another objective is to determine whether the same devices may embed energy harvesting capabilities, which in turn could power further segregation mechanisms. Devices performing energy conversion from flow induced vibrations provide this functionality and can be combined with an electrokinetic mechanism such as dielectrophoresis to enhance particle trapping. As the outcome of these activities, the expected long-period objective is a proof-of-concept that combines particle trapping and energy harvesting capabilities. In order to fulfill these objectives, the research activities are performed over different parallel lines, which are intended to interact and converge. The first research line is related to the study of the fluid-structure interactions of energy harvesting devices, from flow hydrodynamics to energy extraction. The second research line regards the study of two-phase flows through the implementation of advanced experimental and image analysis techniques for the determination of the fluid and particle contributions in the global fluid dynamics. From the particle perspective, emphasis is put on shape anisotropy to mimic the real-world micro-plastics, whereas, from the fluid perspective, the focus is put on hydrodynamic recirculating regions. This activity is mandatory in order to identify the relevant flow mechanisms and the most efficient locations for placing passive trapping devices. The final research line is devoted to the investigation of the phenomenon of dielectrophoresis and its effective applicability as an active trapping mechanism. The proposed research is performed with dedicated experiments on small-scale laboratory systems available at the Sapienza University and CNR-INM units, and, in parallel, at the University of Palermo, using theoretical and numerical simulation approaches. Results obtained with the different approaches will help the definition, design and test of a possible proof-of-concept.

Team di ricerca & Partner

Coordinatore: Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Giovanni Paolo ROMANO (PO), Luca MARINO (PA), Giorgio MOSCATO (Assegnista), Mohammad MORADI (Assegnista reclutato)

Partner: CNR - Istituto di Ingegneria del mare (INM) - Francisco PEREIRA

Partner: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO - Vincenzo GULIZZI

Durata del progetto

Da 29 settembre 2023 al 28 febbraio 2026



Importo finanziato (DIMA)

Cofinanziamento: 11.257 euro

Contributo MUR: 69.322 euro