

PROGRAMMA PRIN PNRR 2022 - BANDO PRIN PNRR 2022 Decreto Direttoriale n. 1409 n. 1409 del 14-9-2022

TITOLO DEL PROGETTO: MEDUSA - unveiling jellyfish bioMEchanics for the design of DURable Soft Aquanauts” - P2022AC8H4

CODICE CUP: E53D23017050001

Budget DIST: 71.860,00

Responsabile Unità Locale: Dott.ssa Stefania Palumbo

Altre Unità di Ricerca coinvolte nel progetto: Università della Calabria, Politecnico di Bari

Descrizione del progetto

delle meduse, organismi marini caratterizzati da capacità uniche in termini sia di efficienza della locomozione che di strategie di auto-riparazione. L'Unità UNINA ha principalmente studiato processi meccanobiologici che governano il ciclo vitale delle meduse, concentrandosi sullo stadio giovanile di *efira* e sulle sue fasi di metamorfosi. In particolare, l'obiettivo è stato quello di far luce sui principi biofisici alla base di tre importanti fenomeni osservati nelle meduse, ovvero: i processi di metamorfosi che avvengono attraverso crescita e morfogenesi dei tessuti; il meccanismo di *simmetrizzazione* come strategia di auto-riparo più rapida e alternativa alla rigenerazione; il meccanismo di pulsazione attivato dalla contrazione muscolare e necessario per la locomozione in acqua e l'alimentazione.

Questi obiettivi sono stati perseguiti nell'ambito delle milestone del Progetto, così organizzate:

- (M1) sviluppo di metodi numerici 3D multi-fisici avanzati per l'interazione fluido-struttura-elettrofisiologia;
- (M2) implementazione di modelli meccanici per l'auto-riparo e la metamorfosi;
- (M3) comprensione della locomozione delle meduse attraverso modelli semplificati e avanzati;
- (M4) sviluppo di strumenti basati sulla simulazione *in silico* per la progettazione di *soft-swimmers* biomimetici.

L'Unità UNINA ha utilizzato un approccio multidisciplinare, combinando la modellazione biomeccanica teorica con esperimenti di laboratorio, per esplorare come la meccanica interagisca con processi biologici attivi, quali la crescita, la contrazione muscolare e il rimodellamento microstrutturale. Nello specifico, questa ricerca ha contribuito a spiegare il ruolo cruciale svolto dagli stress elastici nel *self-healing* delle meduse, nei processi di metamorfosi guidati da agenti di instabilità e nei meccanismi di locomozione. I risultati principali includono lo sviluppo di modelli meccanobiologici analitici e numerici capaci di simulare *in silico* tali processi e l'implementazione di strumenti computazionali parametrici per effettuare analisi di sensibilità e definire criteri di ottimizzazione. Inoltre, è stato predisposto un nuovo setup sperimentale di laboratorio, che ha permesso di ottenere un

ampio dataset sulle proprietà geometriche, microstrutturali e costitutive di diverse specie di meduse, sia in condizioni fisiologiche che durante le dinamiche di auto-riparazione. Si ritiene che questi risultati forniscano un quadro fondamentale per future potenziali applicazioni nella medicina traslazionale, così come nella progettazione di soft-robot da impiegare nel monitoraggio e nell'esplorazione degli oceani, necessari per la protezione dell'ecosistema marino.