

E-Nucl “Predicting Nucleation to support next-generation microtechnology: Fluctuating Hydrodynamics, Diffuse Interface and rare events”.

ERC-StG 2024

PI: Mirko Gallo

erc

ERC DAYS
**EUROPEAN
RESEARCH
COUNCIL**
-
CALL 2026



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

**HORIZON
EUROPE
@
SAPIENZA**



**Funded by
the European Union**



European Research Council
Established by the European Commission

17/07/2025

mirko.gallo@uniroma1.it

Contenuti

Breve Introduzione di contesto ai progetti ERC

Regole scritte e consigli pratici

Genesi e sviluppo di E-Nucl

Estratti Intervista

Punti di Forza e Debolezza (Report Revisori)

Cosa sono i progetti ERC?

L'**European Research Council (ERC)** è un organismo dell'Unione Europea che finanzia la *ricerca scientifica di eccellenza* attraverso bandi altamente competitivi

Puntano a promuovere progetti *ambiziosi (di base)*, *ad alto rischio e potenziale impatto*, guidati dalla curiosità e creatività dei singoli ricercatori.

I finanziamenti **ERC** sostengono la *ricerca di frontiera eccellente* in tutti i campi, valutata esclusivamente sulla base dell'eccellenza scientifica.

Rappresentano uno degli strumenti più *prestigiosi e competitivi* per affermare la propria **indipendenza scientifica in Europa**.

Il programma è aperto a ricercatori di *qualsiasi nazionalità*, ospitati presso enti di ricerca situati nello *Spazio Europeo della Ricerca*.

Cosa sono i progetti ERC StG?

Gli **ERC Starting Grant (StG)** sono finanziamenti dedicati a *ricercatori promettenti* che stanno costruendo la propria indipendenza scientifica (2–7 anni dal PhD)

Puntano a promuovere progetti *ambiziosi (di base), ad alto rischio e potenziale impatto*, guidati dalla curiosità e creatività dei singoli ricercatori.

L'obiettivo è sostenere progetti *ambiziosi e innovativi* guidati da **giovani scienziate/i** con un forte potenziale.

Offrono fino a **1,5 milioni di euro per 5 anni** (con possibili integrazioni), per sviluppare una *linea di ricerca autonoma*.

Regole del Gioco (Scritte)

Eleggibilità: Possono partecipare ricercatori con **2–7 anni di esperienza dal PhD** (calcolati alla scadenza del bando, con possibili estensioni in casi specifici).

Proposta in 3 parti:

- **Parte B1:** *CV e Track Record del PI + Extended Synopsis* (5 pagine); valutata nella Fase 1.
- **Parte B2:** *Scientific Proposal dettagliata* (15 pagine); valutata solo nella Fase 2.
- **Altro:** *Host Institution Support Letter* e informazioni etiche, riassunto Budget.

Valutazione in 2 fasi:

- **Fase 1:** Solo B1 (eccellenza scientifica e PI).
- **Fase 2:** B1 + B2 + colloquio per i candidati selezionati.

Unica valutazione: l'eccellenza – sia del progetto che del proponente (*Principal Investigator*).

Regole del Gioco (*My two cents*)

Obiettivo chiaro e ambizioso: la proposta deve avere una *domanda di ricerca forte*, ben definita e con un chiaro valore trasformativo.

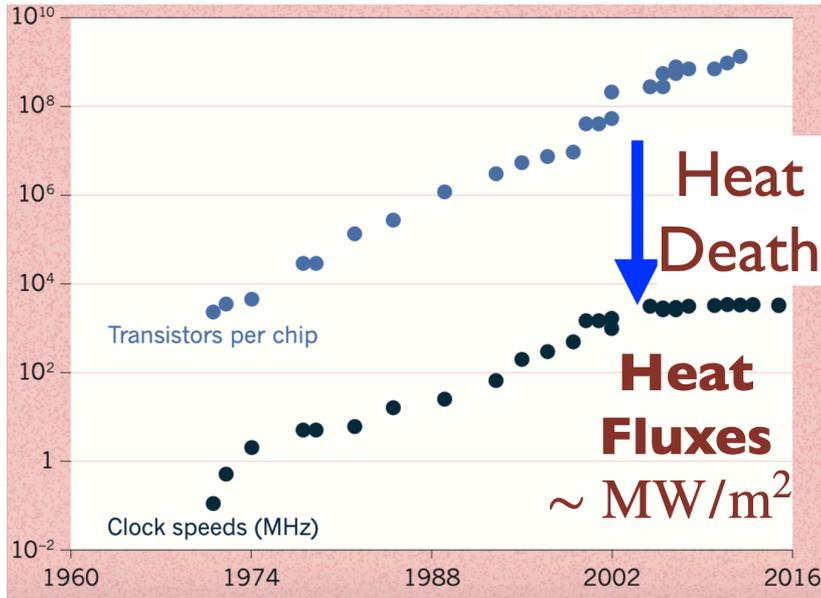
Importanza e impatto scientifico: spiega *perché conta*, cosa cambierà nel tuo campo, e *perché ora è il momento giusto* per affrontare il problema.

Perché proprio voi?: il ruolo del PI deve essere centrale e visibile; il legame tra *il tuo profilo* e *la sfida scientifica* deve essere evidente e credibile.

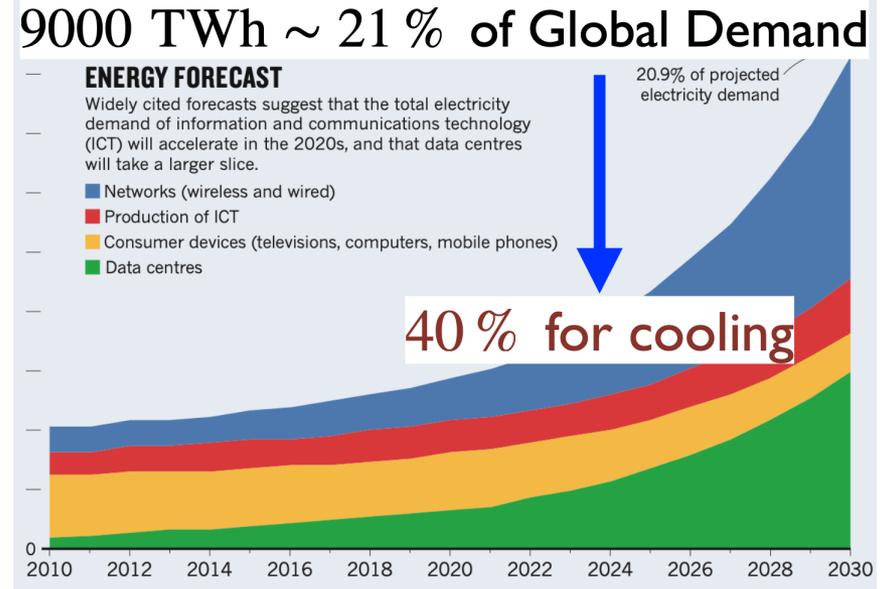
Strategia di rischio ben gestita: *non evitare il rischio*, ma mostra di avere una *strategia di mitigazione* e piani B/C intelligenti per affrontare gli ostacoli.

Come nasce l'idea di E-Nucl?

Un problema tecnologico Importante: la morte termica.



M. Waldrop. "More than Moore." Nature 2016.



N. Jones "The information factories". Nature 2018

Sfruttare i cambiamenti di fase per raffreddare i chip

Come nasce l'idea di E-Nucl?

Un problema tecnologico Importante: la morte termica.



Energia per riscaldare

$$E_{25^{\circ} \rightarrow 100^{\circ}} \sim 300 \text{ J}$$

Energia per vaporizzare

$$E_{vap} \sim 2250 \text{ J}$$

Come nasce l'idea di E-Nucl?

Un problema fondamentale duro: le transizioni di fase fuori dall'equilibrio

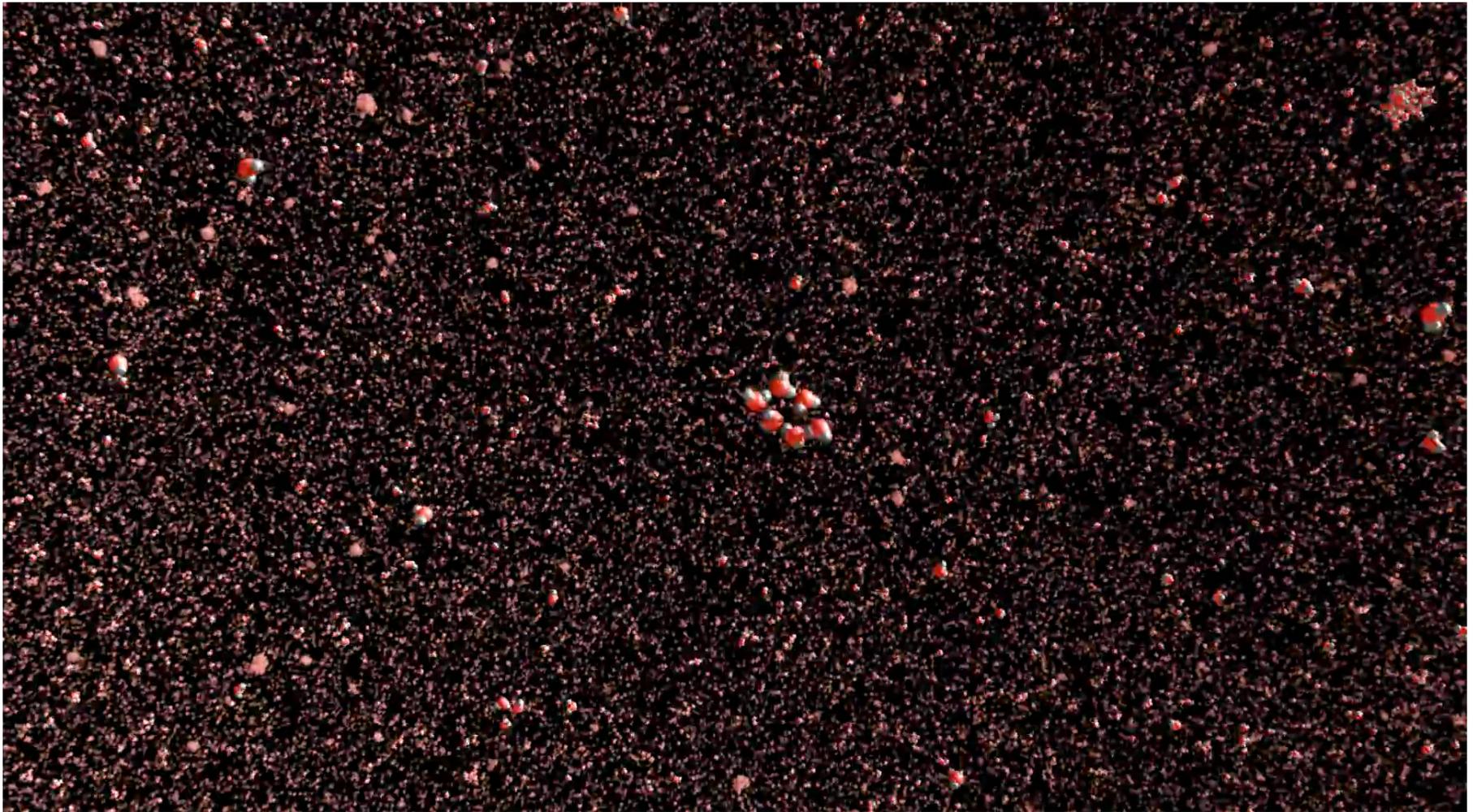
"Può sembrare una domanda semplice, ma rispondere a: *a che temperatura bolle un liquido o condensa un vapore?* è sorprendentemente difficile — perché dipende non solo dalla sostanza, ma anche dalle fluttuazioni, dalla geometria e dalle condizioni iniziali."



Qualche esempio pratico

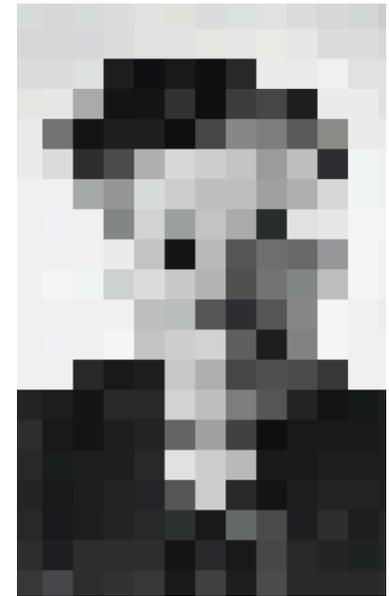
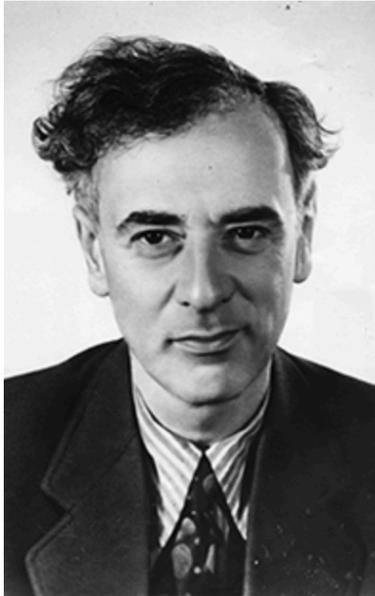


Il cambiamento di fase è un evento stocastico



Angelil et al. J. Chem. Phys. 2015

L'idea del progetto



Modelli Continui Coarse-Grained Stocastici e
Tecniche ad Eventi Rari

Per fare cosa?

Comprendere in modo quantitativo le transizioni di fase liquido–vapore, integrando strumenti di fisica statistica e fluidodinamica, al fine di sviluppare modelli predittivi in grado di supportare la progettazione di tecnologie emergenti in ambito ingegneristico.

Come ho comunicato l'idea attraverso la proposta?

Cercando di essere chiaro su questi aspetti

Perchè E-Nucl?

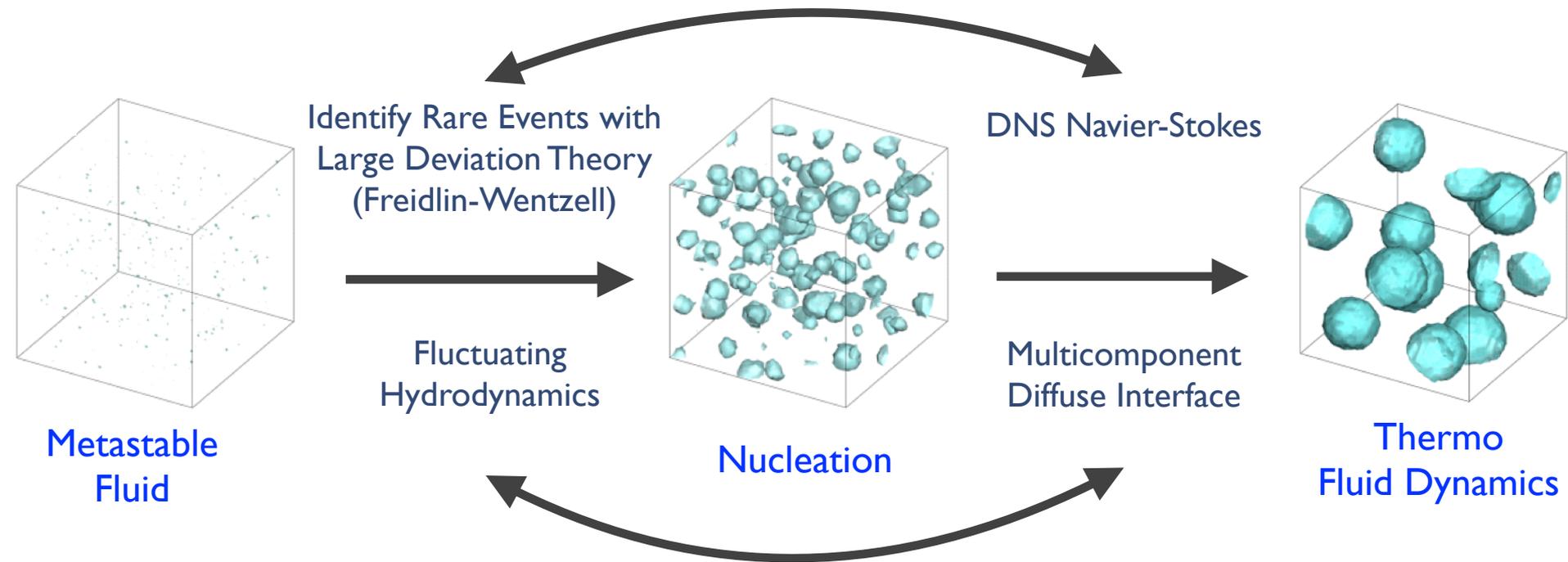
Perchè Ora?

Perchè Io?

Dove saremo tra 5 anni se andrà bene?

The E-Nucl Methodology

E-Nucl proposes a **transformative mesoscale approach** that synergically combines **advanced theories and HPC** to attack this multiphysics problem



In concert with advanced HPC technologies

(Massively Parallel GPU accelerated codes for billions of degree of freedom simulations)

A unique framework for computer-aided engineering of phase change technologies

The E-Nucl Objectives and Outcomes

Decipher the complex microscopic mechanism of phase change **in real fluids** and its coupling with macroscopic hydrodynamics.



Can we finally **quantify** homogeneous and heterogeneous nucleation Process? **Yes, we can!**

Can we finally **quantify** the nucleation influence on heat and mass transfer? **Yes, we can!**



Exploit these theories for *in silico* trials of archetypal next-generation microtechnologies.

Why Me? Specialised competences.

PI's Multidisciplinarity Expertise:

Fluid Mechanics, Thermodynamics, Statistical Physics and HPC.

(15 papers on these topics in leading journals, tens of awarded computational grants, AIMETA prize for mechanics, invitations to conferences, editorial committees, teaching of PhD course)



My International Research Network

(Theory) S. Kalliadasis' Group Imperial College (UK)

(Numerics) T. Georgoulas' Group University of Brighton (UK)

(Experiments) M. Bucci's Group MIT (USA)

(Experiments) M. Marengo's Group University of Pavia (IT)

(Experiments) Z. Lou's Group EPFL (CH)

(Co-)Supervisor: 7 PhD students, 3 postdocs, 18 master's thesis.

Timeliness: Why now?

To meet the urgent need of supporting emerging microtechnology!

The E-Nucl Impact: Where will we be in five years?

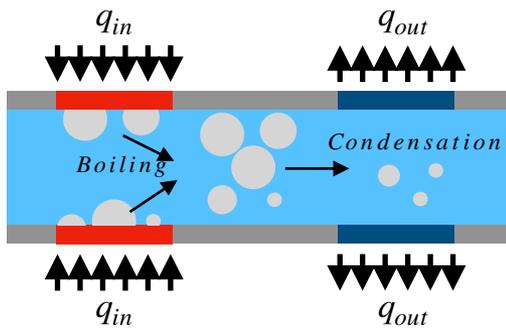
Main Fundamental achievement: Bridge the gap between atomistic and continuum physics is **key for phase change predictions.**



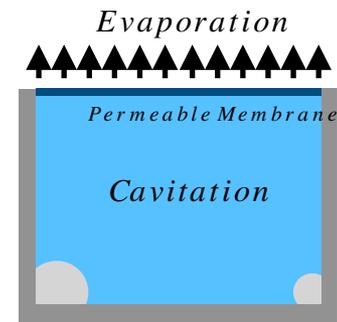
Main Technological achievement: Open the way for computer-aided engineering of next-generation microtechnology.



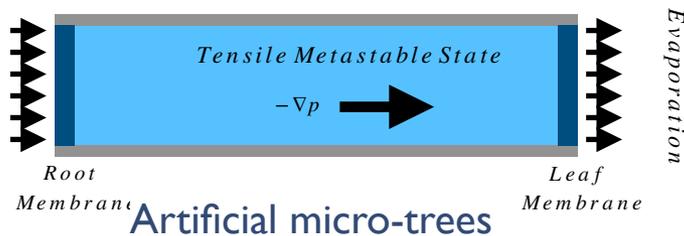
POC: In-silico trials of archetypal devices to aid the **conception/design** of future engineering solutions



Micro heat sinks

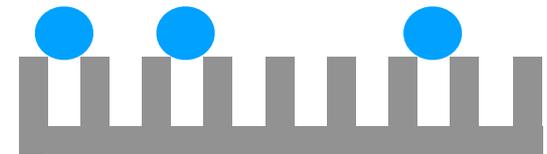


Sporangia-inspired microactuators



Artificial micro-trees

E-Nucl 8



Bio-inspired nanosurfaces

Punti di forza della proposta

Affronta due problemi importanti sia di carattere fondamentale che tecnologico.

Multidisciplinare: Fluidodinamica, Meccanica Statistica, Matematica Applicata, HPC, Ingegneria, Micro/Nanotecnologie.

Molto attuale, e.g. problema del raffreddamento

PI ha esperienza nei temi

Punti di debolezza

Budget alto senza esperimenti

Gestione fondi pregressa

Difficoltà trasferimento tecnologico

Reclutamento risorse sul tema

Grazie per l'attenzione!