

# Prospettive future del Calcolo Scientifico nell'ambito del Programma Nazionale per la Ricerca (PNR)

Prof.ssa Elisa Francomano  
Università degli Studi di Palermo

Dipartimento di Ingegneria



Università di Camerino, 18 Giugno 2021

-Think Tank on Scientific Computing and Funding Opportunities-

- Il Programma Nazionale per la Ricerca (PNR) 2021-2027 è il documento che orienta le politiche della ricerca in Italia, individuando priorità, obiettivi ed **azioni** volte a sostenere la coerenza, l'efficienza e l'efficacia del sistema nazionale della ricerca.
- Il programma si propone di razionalizzare in un quadro coerente, gli **interventi** del Paese sulla ricerca, di promuoverne il ruolo all'interno dello Spazio europeo della Ricerca (SER) rispettando l'autonomia degli attori che vi concorrono.

Con questo piano il governo pone le basi per superare l'inadeguatezza delle risorse investite nel sistema ricerca **aumentando gli investimenti e avvicinandoli alle medie dell'UE.**

Il nostro **Paese vanta una forte base scientifica pubblica**, nonostante un **investimento complessivo in ricerca e innovazione** che è stato fino ad ora **largamente sotto la media europea.**

Il finanziamento alle attività R&S del settore pubblico e di quello privato nel 2019 è stato pari, rispettivamente, al 60,8% e al 58,3% della media Europea per lo stesso anno.

A sostegno delle azioni previste concorrono le risorse nazionali ed europee, quali:

- a) i fondi europei assegnati su base competitiva attraverso Horizon Europe;
- b) i fondi strutturali e d'investimento nazionali e regionali (PON e POR) per la parte destinata alla ricerca, i fondi di competenza del MUR (ad esempio, FFO, FOE, FIRST, FISIR ecc.);
- c) le iniziative in ricerca degli altri Ministeri ed enti nazionali.

La deframmentazione delle risorse dovrebbe accrescere l'efficienza e l'efficacia della spesa e l'incentivazione delle buone pratiche, così da innescare un feedback positivo tra risultati e risorse e aumentare la competitività del sistema italiano della ricerca e la sua l'attrattività per i talenti migliori.

Il programma prevede azioni per

- l'investimento sui **giovani**
- il consolidamento della **ricerca fondamentale**
- l'incentivazione della **ricerca interdisciplinare**
- la promozione della **dimensione internazionale dell'alta formazione e della ricerca**
- la circolazione di conoscenza tra **ricerca e sistema produttivo**.

Sono inoltre contemplate attività orientate a cogliere le trasversalità individuate nei temi relativi a **donne e Sud**.

## INVESTIMENTO SUI GIOVANI

Gli investimenti nel capitale umano sono fondamentali per dare impulso e continuità **alla troppo lenta transizione dell'Italia verso un'economia basata sulla conoscenza.**

Il PNR 2021-27 dovrebbe :

- favorire un contributo decisivo a bilanciare la circolazione di risorse umane qualificate intervenendo sull'attuale situazione che vede unidirezionalità dall'Italia verso l'estero;
- permettere di accogliere più facilmente i talenti che contribuiscano a mantenere i risultati nel tempo.

## RICERCA DI BASE

Viene più volte sottolineata **l'importanza della ricerca di base**, che è necessario sostenere e valorizzare, anche grazie a congrui finanziamenti, **perchè è l'imprescindibile punto di partenza per sviluppare la qualità della ricerca**, nonchè, più in generale, il ruolo di questa nello studio e nella valorizzazione della parte del patrimonio culturale che loro compete.

In questo quadro va incoraggiata la condivisione e la collaborazione di gruppi

# SEI GRANDI AMBITI DI RICERCA E INNOVAZIONE

| SALUTE                                    | CULTURA UMANISTICA, CREATIVITÀ, TRASFORMAZIONI SOCIALI, SOCIETÀ DELL'INCLUSIONE | SICUREZZA PER I SISTEMI SOCIALI                  | DIGITALE, INDUSTRIA, AEROSPAZIO            | CLIMA, ENERGIA, MOBILITÀ SOSTENIBILE             | PRODOTTI ALIMENTARI, BIOECONOMIA, RISORSE NATURALI, AGRICOLTURA, AMBIENTE          |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Temi Generali                             | Patrimonio culturale                                                            | Sicurezza delle strutture, infrastrutture e reti | Transizione digitale - I4.0                | Mobilità sostenibile                             | Green technologies                                                                 |
| Tecnologie farmaceutiche e farmacologiche | Discipline storico, letterarie e artistiche                                     | Sicurezza sistemi naturali                       | High performance computing e big data      | Cambiamento climatico, mitigazione e adattamento | Tecnologie alimentari                                                              |
| Biotecnologie                             | Antichistica                                                                    | Cybersecurity                                    | Intelligenza Artificiale                   | Energetica industriale                           | Bioindustria per la Bioeconomia                                                    |
| Tecnologie per la salute                  | Creatività, design e made in Italy                                              |                                                  | Robotica                                   | Energetica ambientale                            | Conoscenza e gestione sostenibile dei sistemi agricoli e forestali                 |
|                                           | Trasformazioni sociali e società dell'inclusione                                |                                                  | Tecnologie quantistiche                    |                                                  | Conoscenza, innovazione tecnologica e gestione sostenibile degli ecosistemi marini |
|                                           |                                                                                 |                                                  | Innovazione per l'industria manifatturiera |                                                  |                                                                                    |
|                                           |                                                                                 |                                                  | Aerospazio                                 |                                                  |                                                                                    |

In questi sei ambiti il **Calcolo Scientifico** trova applicazioni ed implicazioni.

Molti di questi ambiti **richiedono competenze trasversali in cui la matematica ed il calcolo scientifico forniscono un linguaggio universale** per descrivere astrattamente i modelli e studiare le loro proprietà, **mettendo a disposizione algoritmi e tecniche di calcolo avanzate.**

Paradigmi computazionali da seguire :

**approcci data-driven.** **Machine Learning** (ML) e più in generale l' **Intelligenza Artificiale** (IA) possono dare un grande contributo in termini di servizi, applicazioni innovative e ricerca scientifica. L'impatto del Calcolo Scientifico su tali discipline è ad oggi un tema di frontiera.

**ambienti computazionali ad alta prestazione** (i.e. paralleli, GPUs, grid computing) così da consentire l'implementazione di soluzioni effettive, basate su metodologie innovative, con miglioramenti in termini di tempo di esecuzione e di accuratezza dei risultati.



## **AMBITO 4. Digitale, industria, aerospazio.**

Questo grande ambito di ricerca e innovazione, composto da sette aree di intervento contribuisce agli obiettivi di società più inclusive, resilienti e sostenibili, **promuove la trasformazione digitale attraverso lo sviluppo tecnologico e industriale.**

Il **PNR** fa riferimento ai testi programmatici emanati dal governo italiano per recepire quanto previsto dall'Agenda 2030 (Programmazione della politica di coesione 2021-2027 e Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile), **nei quali la transizione digitale e lo sviluppo tecnologico sono considerati obiettivi strategici per garantire un progresso economico, sociale e tecnologico in armonia con la natura.**

### Area di intervento 2.

#### Ricerca di base e fondamentale in ingegneria, scienze e tecnologie informatiche per HPC e big data

L'articolazione 2 è dedicata a ricerche per la produzione di nuova conoscenza e all'evoluzione della conoscenza esistente su tutte le aree tematiche HPC e big data.

**La ricerca include:** metodologie, processi, tecnologie e strumenti di Ingegneria del software per lo sviluppo di applicazioni HPC; **metodi matematici, algoritmi e software matematico per HPC**; fondamenti e caratterizzazione dei big data, con particolare riferimento a modelli, metodi e tecniche per la qualità (affidabilità, correttezza, riusabilità) e la protezione dei dati; **paradigmi computazionali**; pre-processi di preparazione, classificazione semantica, trasformazione e filtraggio (*data mining* e *cleaning*); aggregazione e integrazione; **analisi descrittive, predittive e prescrittive** (*analytics*).

### **AMBITO SALUTE**      Area d'intervento “**Tecnologie per la salute**”

#### Articolazione 1.

*Digital Health*: telemedicina, tecnologie digitali e sensoristica per la medicina preventiva, partecipativa e personalizzata e per l'innovazione dei servizi sanitari e dell'ingegneria clinica

#### Articolazione 1b.

Dispositivi medici dotati di sensori avanzati e tecnologie di comunicazione per il monitoraggio dello stato del paziente, dell'uso, delle prestazioni e dell'efficacia dei dispositivi medici stessi, anche attraverso **metodologie matematiche e statistiche *real time embedded* nel sistema sensoristico**;  
**sviluppo di metodologie matematiche e statistiche *real time* per problemi inversi complessi connessi alla raccolta e combinazione di dati spesso eterogenei.**

#### Articolazione 2.

Intelligenza artificiale per la diagnostica di precisione, le terapie personalizzate e per l'innovazione organizzativa e gestionale dei processi sanitari .

*Priorità di ricerca*: **strumenti matematico statistici di *big data analytics and machine learning*, e di *High Performance Computing*** per l'analisi e la gestione di dati clinici e dati omici;

## Articolazione 4. Neuroscienze e salute mentale

L'attività di ricerca sviluppata avrà impatto sui seguenti aspetti: meccanismi neurocognitivi e fisiopatologici centrali e relative influenze dei fattori di rischio biologici e ambientali e dello stile di vita su patologie neurologiche e sui disturbi mentali (cfr. impatti attesi di Horizon Europe n. 1, 2, 3); applicazione della intelligenza artificiale per la diagnostica, classificazione e stratificazione delle malattie del sistema nervoso centrale con particolare riferimento alle malattie neurodegenerative; **tecniche di IA**, ovvero **di machine learning**, per **l'analisi di big data** nelle malattie neurologiche e nei disturbi psichiatrici (cfr. impatti attesi di Horizon Europe n. 5, 6).

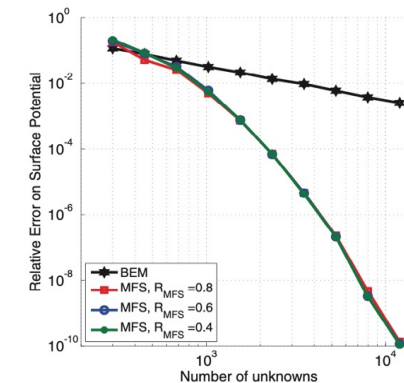
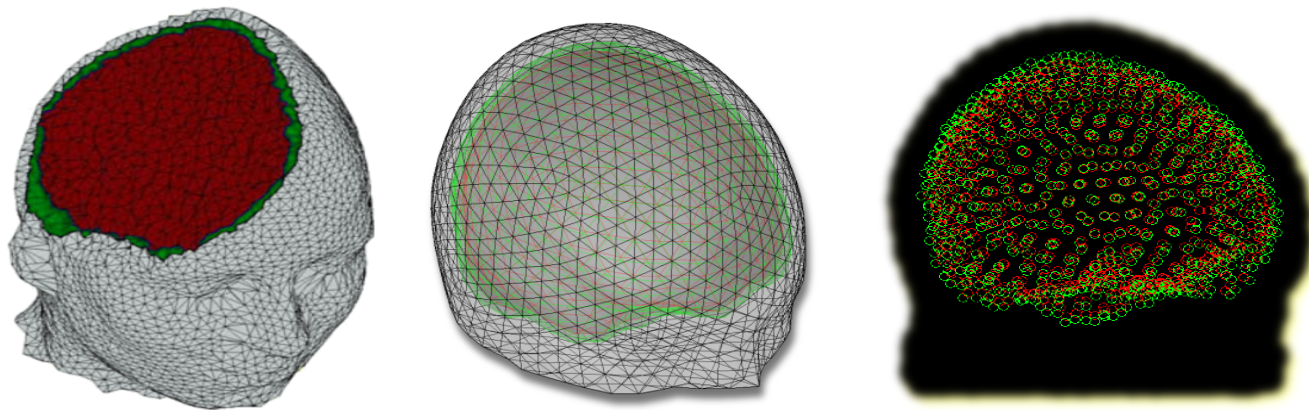
**Identificare nuovi metodi e tecnologie di neuroimaging** relativi alle malattie neurodegenerative, neuroinfiammatorie, psichiatriche e nell'ambito della neuroriabilitazione **mediante l'integrazione con approcci computazionali innovativi**, associati a tecniche di stimolazione cerebrale la stimolazione magnetica transcranica (TMS), la stimolazione transcranica a corrente diretta continua (tDCS) o la stimolazione transcranica a ultrasuoni focalizzati.

## Università degli Studi di Palermo:

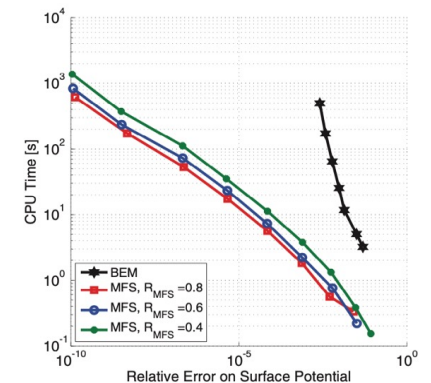
Studi condotti su tecniche di neuroimaging non invasive (M/EEG) in human brain per individuare le sorgenti neuronali attive a partire dalla rilevazione dei campi elettrici facendo uso di modellistica numerica avanzata.

### THE METHOD OF FUNDAMENTAL SOLUTIONS IN SOLVING COUPLED BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR M/EEG \*

G. ALA<sup>†</sup>, G. FASSHAUER<sup>‡</sup>, E. FRANCOMANO<sup>§</sup>, S. GANCI<sup>†</sup>, AND M. MCCOURT<sup>¶</sup>



(a) Convergence



(b) Cost per accuracy

FIG. 4.3. Dipole in a three-layered sphere.

**Guido Ala**, Prof. Ordinario di Elettrotecnica, Dipartimento di Ingegneria, Università di Palermo,  
**Elisa Francomano**, Prof. Ordinario di Analisi Numerica, Dipartimento di Ingegneria, Università di Palermo;  
**Salvatore Ganci**, Dottore di ricerca, Elettrotecnica,  
**Marta Paliaga**, Dottore di ricerca, Analisi Numerica  
e con gli analisti numerici  
Prof. **Gregory Fasshauer**, School of Mines Università del Colorado  
Dr. **Mike Mc Court**, Sig-Opt, San Francisco.

La scarsità di risorse umane altamente qualificate costituisce una barriera significativa agli investimenti in ricerca e sviluppo.

Un grave problema per le risorse umane altamente qualificate in Italia è dovuto alla crescente emigrazione di laureati e dottori di ricerca.

L'indagine ISTAT sull'inserimento professionale dei dottori di ricerca del 2018 ha rilevato che la percentuale di dottorandi residenti all'estero è aumentata di oltre 10 punti dal 2009, raggiungendo il 17,2%.

Il PNR è un treno che è già partito che potrebbe condurre la ricerca nazionale a destinazioni DI INTERESSE E SVILUPPO per la conoscenza tutta.