

ISTITUTO NAZIONALE DI ALTA MATEMATICA FRANCESCO SEVERI
CITTÀ UNIVERSITARIA - 00185 ROMA

— · — · —
<http://www.altamatematica.it> e-mail: indam@altamatematica.it
Tel. 06.490320 – 06.4440665 – Fax 06.4462293



Istituto Nazionale di Alta Matematica

RELAZIONE PROGRAMMATICA

PER IL TRIENNIO 2021 - 2023

(Piano Triennale 2020-2022)

Prof. Giorgio Patrizio
Presidente dell'INdAM

Programmazione delle Attività dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica "Francesco Severi" per il Triennio 2021-2023.

INDICE

PARTE PRIMA

Compiti e natura giuridica dell'INdAM	4
---------------------------------------	---

PARTE SECONDA

Obiettivi dell'intervento dell'Istituto per il triennio 2021- 2023

1 Missione, Obiettivi Strategici e Operativi.	5
---	---

PARTE TERZA

Attività Programmate nel Triennio 2021- 2023 e Relative Previsioni di Spesa

1 Programma Formazione alla Ricerca	
1.1 Progetto Straordinario Corsi estivi internazionali di Alta Formazione e Avviamento alla Ricerca _____	6
1.2 Borse di studio per soggiorni all'estero _____	9
1.3 Professori visitatori per i corsi di dottorato _____	9
1.4 Altri Corsi di alta formazione matematica e avviamento alla ricerca _____	10
1.5 Partecipazione a Dottorati _____	10
1.6 Assegni di collaborazione alla ricerca _____	10
1.7 Mensilità di Borse di studio per l'estero _____	10
1.8 Borse di studio per il conseguimento del dottorato in matematica italiano da parte di cittadini stranieri _____	11
1.9 Borse di studio di merito per studenti di matematica _____	11
1.10 Borse "Francesco Severi" e borse di studio per ricercatori avanzati _____	11
1.11 Campionato Matematico della Gioventù Mediterranea _____	11
2 Programma Europeo COFUND	
2.1 Progetto Europeo "INdAM-DP-COFUND-2015" _____	12
2.2 Progetto COFUND per ricercatori esperti _____	12
3 Attività di Ricerca	
3.1 Attività dei gruppi nazionali di ricerca matematica _____	13
3.1.1 Attività del gruppo nazionale per l'analisi matematica la probabilità e le loro applicazioni _____	13
3.1.2 Attività del gruppo nazionale per la fisica matematica _____	14
3.1.3 Attività del gruppo nazionale per il calcolo scientifico _____	15
3.1.4 Attività del gruppo nazionale per le strutture algebriche, geometriche e le loro applicazioni _____	17
3.1.5 Progetti di ricerca _____	19
3.1.6 Risorse necessarie _____	20
3.2 Periodi Intensivi, Workshop, Incontri Scientifici e Giornate INdAM _____	20
3.3 Gruppi di Ricerca Europei _____	21
3.4 Progetti di Ricerca INdAM _____	21

4 L'INdAM e l'ambito internazionale _____	21
5 Iniziative Strategiche _____	24
5.1 Matematica e ICT: Intelligenza artificiale e Cybersecurity _____	24
5.2 Progetti Bandiera _____	24
6 Progetti Premiali _____	26
7 Matematica Applicata e Trasferimento Tecnologico _____	27
8 Nuova sede _____	29

PARTE QUARTA

1. Interazione con il Sistema Universitario e con gli altri Enti di Ricerca _____	30
2. Interazione con il sistema delle Imprese _____	30

PARTE QUINTA

Finanziamento

1. Stima del finanziamento _____	32
2. Schema di ripartizione delle entrate e delle spese previste nel triennio 2021- 2023 e contributo aggiuntivo richiesto _____	33

PARTE PRIMA

COMPITI E NATURA GIURIDICA DELL'INDAM

L'Istituto Nazionale di Alta Matematica "Francesco Severi" (INdAM) è stato istituito con la Legge 13 luglio 1939, 1129, modificata con le leggi 10 dicembre 1957, n° 1188, 5 maggio 1976, n° 257 e 14 febbraio 1987, n° 42.

Esso è stato riordinato dalla legge 11 febbraio 1992, n° 153 che gli ha conferito ampia autonomia regolamentare includendolo tra gli enti di ricerca a carattere non strumentale di cui all'art. 8 della Legge 9 maggio 1989, n° 168. Questa legge di riordino indica esplicitamente le finalità dell'Istituto, peraltro coerenti con quelle indicate dalle norme preesistenti e con l'attività precedentemente svolta dall'Istituto.

I fini dell'Istituto indicati dalla legge di riordino sono:

- a) promuovere sul piano nazionale, internazionale e comunitario, la formazione ed il perfezionamento di ricercatori di matematica anche allo scopo di integrare le potenzialità formative esistenti nelle varie università italiane;
- b) svolgere e favorire le ricerche di matematica pura ed applicata specialmente nei rami in via di sviluppo, curando anche il trasferimento delle conoscenze alle applicazioni tecnologiche;
- c) procurare che la ricerca matematica italiana si mantenga sempre in stretto contatto con quella internazionale, in particolare promovendo e partecipando ad iniziative e programmi di collaborazione nell'ambito delle Comunità europee.

Nell'ambito della delega legislativa per la riforma degli enti di ricerca (Legge 15 marzo 1997, n. 59, art. 11, art. 14 e art. 18) l'ordinamento dell'Istituto è stato ulteriormente modificato da due decreti legislativi. Il primo, il Decreto Legislativo 30 gennaio 1999 n. 19, come recentemente modificato dal decreto legislativo 4 giugno 2003, n°127, ha disposto il trasferimento all'Istituto dei gruppi nazionali di matematica del CNR e, lasciando invariate le finalità dell'Istituto, ha aggiunto agli strumenti per perseguirle la possibilità di: "costituire gruppi nazionali di ricerca, con l'apporto di professori e ricercatori universitari, nonché di ricercatori degli enti pubblici di ricerca, come istituti temporanei per l'organizzazione di un lavoro di ricerca distribuito tra più persone e organismi scientifici." Il secondo, il Decreto Legislativo 29 settembre 1999 n. 381, ha esteso all'Istituto Nazionale di Alta Matematica e ad altri Istituti nazionali, parte della normativa prevista per il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La presenza fra le strutture dell'Istituto dei gruppi nazionali di ricerca permette la partecipazione organica come aderenti ai gruppi di ricerca della maggior parte dei docenti e ricercatori matematici italiani, fornendo all'INDAM personale in grado di svolgere direttamente le ricerche da esso coordinate e promosse. Ciò rende l'Istituto il principale riferimento nazionale per la ricerca matematica e mette in evidenza il ruolo dell'Istituto nel trasferimento tecnologico e nella formazione dei ricercatori.

Nell'ambito dell'applicazione del Decreto Legislativo 5 novembre 2016, n. 218, è stato approvato il nuovo Statuto il 22 settembre 2018 e pubblicato il 13 aprile 2019.

Sempre a seguito del Decreto Legislativo 5 novembre 2016, n. 218, il 20 giugno 2019 sono stati approvati il Regolamento Generale di Organizzazione e il Regolamento del Personale, entrambi approvati dal MIUR con nota del 13/09/2019, Prot. 0016769, per il controllo di legittimità e di merito.

In attesa dell'approvazione dei necessari schemi di bilancio dell'art. 4, comma 3, let. b), del D. Lgs. n.91/2011 e in vista dell'approvazione del nuovo Regolamento di amministrazione, contabilità e finanza, il 20 giugno 2019, il CdA ha approvato una dichiarazione di indirizzo con la quale si stabilisce che l'INDAM sostituirà l'attuale Piano dei Conti con il Piano dei Conti Integrato previsto dal DPR n.132/2013 adottando nel frattempo i principi contabili di cui all'Allegato 1 del D.lgs. n.91/2011. Questo piano triennale di attività e fabbisogno, rappresenta l'aggiornamento annuale del piano di attività dell'Istituto, in coerenza con il Piano Nazionale delle Ricerche 2015-2020.

PARTE SECONDA

Obiettivi dell'intervento dell'Istituto per il triennio 2021- 2023

1 Missione, Obiettivi Strategici e Operativi.

Nel perseguire la missione istituzionale che la legge esplicitamente gli assegna nell'area della matematica pura ed applicata, l'Istituto ha i seguenti obiettivi strategici fondamentali:

- a) La Ricerca (gruppi di ricerca nazionali ed europei, progetti di ricerca)
- b) La Formazione (borse di studio, assegni di ricerca)
- c) L'Internazionalizzazione della Ricerca matematica

I primi due vengono realizzati attraverso il perseguimento, nel breve periodo, degli obiettivi operativi dell'Istituto attraverso la realizzazione delle attività istituzionali in piena coerenza con gli obiettivi fondamentali del PNR 2015-2020:

1. centralità dell'investimento nel capitale umano;
2. sostegno selettivo alle infrastrutture di ricerca;
3. collaborazione pubblico-privato;
4. sostegno specifico per il mezzogiorno;
5. efficienza e qualità della spesa.

L'Internazionalizzazione della Ricerca Matematica avviene coinvolgendo, nella realizzazione programmi operativi, non solo la comunità matematica italiana ma anche la comunità scientifica comunitaria e internazionale sia per lo sviluppo della cooperazione scientifica sia per potenziare le possibilità di accesso ai Fondi Europei Competitivi.

Gli Obiettivi Strategici e Operativi dell'Istituto si articolano nel modo seguente:

- La Formazione di giovani ricercatori e il Programma Borse di Studio
- Programma Europeo COFUND
- Attività di Ricerca
- Gruppi di Ricerca Europei
- Progetti di Ricerca INdAM
- Convenzioni di Ricerca
- Matematica Applicata e Trasferimento Tecnologico
- Sede per attività scientifiche
- INdAM e ambito internazionale
- Terza Missione

PARTE TERZA

ATTIVITA' PROGRAMMATE NEL TRIENNIO 2021- 2023 E RELATIVE PREVISIONI DI SPESA

1 Programma Formazione alla Ricerca.

1.1 Progetto Straordinario Corsi estivi internazionali di Alta Formazione e Avviamento alla Ricerca

Da più di quarant'anni, presso il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Perugia ai migliori Laureati del Paese viene fornita una specifica formazione preliminare alla ricerca in matematica. Il contatto diretto dei migliori laureati italiani con i loro coetanei stranieri, con i colleghi provenienti da altre sedi universitarie e con docenti di altissimo livello internazionale è un passaggio importante ai fini della futura attività di ricercatore. I contatti con i docenti sono anche funzionali all'ammissione in programmi di dottorato, anche all'Estero. Questi Corsi, che si svolgono a Perugia dal 1972, hanno avuto un notevole impatto sulla formazione dei Matematici Italiani, testimoniato dall'alto numero di ex partecipanti che hanno raggiunto posizioni di rilievo come ricercatori in Italia e all'Estero.

I corsi di Cortona, tenuti presso il Palazzo della Scuola Normale Superiore di Pisa, riguardano argomenti di punta della ricerca in matematica e sono rivolti a studenti di dottorato o post-dottorato. Sono tenuti da esperti di fama internazionale e si svolgono in un ambiente fortemente collaborativo tra i giovani ed i docenti attraverso una intensa attività seminariale. Per non pochi ricercatori Italiani e Stranieri i corsi di Cortona hanno avuto un ruolo fondamentale nell'indirizzare le loro ricerche.

Dal 1997 a oggi hanno partecipato ai Corsi di Perugia e di Cortona più di 2.500 studenti, con partecipazione integralmente finanziata.

Poiché i corsi di ciascun anno devono essere programmati con largo anticipo sia per poter reclutare i migliori docenti che i migliori studenti in Italia e all'estero, si ritiene necessario un finanziamento straordinario pluriennale.

- Obiettivi dei corsi.

Il progetto prevede l'attuazione, per ogni anno, di:

- a) almeno 8 corsi di avviamento alla ricerca in Matematica all'anno a Perugia
- b) almeno 3 corsi avanzati su temi attuali di Ricerca Matematica e Applicazioni a Cortona.

I corsi che si tengono a Perugia offrono ai migliori laureati italiani in matematica l'opportunità di seguire corsi di avviamento alla ricerca matematica impartiti, in inglese, da esperti di alto livello provenienti prevalentemente da Università estere. Inoltre offrono la possibilità agli stessi laureati di avere contatti diretti con matematici stranieri anche ai fini di proseguire gli studi per il dottorato all'estero, permettono inoltre ad alcuni tra i più brillanti laureati in discipline diverse dalla matematica (Economia, Fisica, Informatica, Ingegneria, Statistica) di completare una preparazione che li metta in grado di affrontare, nella loro ricerca, le più complesse modellizzazioni matematiche.

Ogni corso ha la durata di quattro settimane; esso comprende complessivamente 25 lezioni di un'ora circa e 15 ore di esercitazioni. Ogni partecipante segue due corsi; sono previste due ore settimanali destinate dal docente a colloqui coi singoli partecipanti. Sono previste prove scritte, sulla base delle quali il docente potrà valutare le difficoltà incontrate da ciascuno dei partecipanti e l'impegno nel seguire i Corsi. Sono anche previste conferenze di carattere generale sulle linee di sviluppo di alcuni settori della matematica e sulle loro applicazioni come anche conferenze e discussioni sull'organizzazione degli studi e della ricerca matematica.

I corsi di Cortona sono di livello più avanzato, sono rivolti a studenti di dottorato o già in possesso del titolo di "Dottore di ricerca", nonché a giovani ricercatori, italiani e stranieri, che intendano approfondire argomenti legati alle ricerche sulle quali sono già impegnati. Ogni corso ha la durata di due settimane.

- Modalità di attuazione del progetto:

Per i Corsi di Perugia, la prima fase del progetto consiste nella emanazione, per ciascun anno, di due bandi, uno riservato a laureati e laureandi italiani e uno ai laureati stranieri. La pubblicizzazione dei

bandi avviene attraverso avvisi e locandine inviate ai dipartimenti di matematica (italiani e esteri), nonché pubblicati nel Notiziario dell'Unione Matematica Italiana e sui siti istituzionale dell'INdAM e delle altre Istituzioni coinvolte. Alla scadenza dei bandi una Commissione seleziona i candidati ammettendo i laureati che, sulla base del curriculum e dei titoli, appaiono i più qualificati per intraprendere una carriera di ricercatore e che presumibilmente proseguiranno gli studi oltre la laurea magistrale, con un dottorato in Italia o all'estero.

Ai laureati ammessi ai corsi viene offerto l'alloggio, presso la Casa dello Studente di Perugia, e un contributo per il vitto e per le spese di viaggio. I corsi sono tenuti in lingua inglese generalmente da professori stranieri. Gli studenti si impegnano a seguire due corsi, ognuno dei quali della durata di 5 settimane per un totale di 80 ore dedicate alle lezioni ed alla discussione di problemi precedentemente assegnati. Al termine dei corsi i partecipanti sono valutati dai docenti, sulla base di elaborati svolti durante ed alla fine dei corsi. Molte Università italiane, a richiesta dello studente, riconoscono 5 crediti formativi per ognuno degli insegnamenti seguiti.

I corsi di Cortona sono di livello più avanzato, hanno in genere la durata di 3 settimane e si svolgono nel periodo luglio-agosto. L'ammissione dei partecipanti ai corsi è decisa anche in questo caso sulla base del merito scientifico. Ogni partecipante dovrà scegliere un corso; ogni corso sarà seguito da non più di 20 persone. Giornalmente due docenti, in genere uno italiano ed uno straniero, ricercatori nello stesso settore, espongono parte degli argomenti del corso, a cui segue una intensa attività seminariale da parte di tutti i partecipanti. I corsi sono impartiti in lingua inglese da prestigiosi ricercatori provenienti dalle maggiori università italiane e straniere.

La tempistica e le modalità di attuazione del progetto sono simili a quelle riportate dai corsi di Perugia.

Per l'anno 2021 è già prevista a Cortona una Graduate Summer School in collaborazione fra l'INdAM, l'MSRI di Berkeley e la SMI.

- Impatto Previsto del Progetto

Impatto nazionale e internazionale

I Corsi Estivi di Matematica si rivolgono a tutti i migliori laureandi e laureati delle università italiane, dandogli l'occasione per la prima volta di venire a contatto con matematici soprattutto stranieri di alto livello, mettendoli a contatto ai loro colleghi di tutta Italia e a numerosi colleghi stranieri, creando per un lungo periodo una comunità scientifica internazionale, creando mille occasioni di scambio e di confronto.

Un buon numero di studenti stranieri altamente qualificati sono anche ammessi ai corsi, sia a Perugia che a Cortona.

La presenza di studenti stranieri ai corsi Estivi della SMI è di grande importanza per lo scopo ed il successo dei corsi, per motivi facilmente immaginabili. Oltre che per il compito formativo nei loro confronti, la SMI cerca la loro presenza ai corsi per favorire il confronto tra le realtà e le esperienze universitarie dei vari paesi, europei e non, e per favorire gli scambi scientifici ed il nascere di intrecci di collaborazione scientifica tra studenti e docenti di varie nazioni, che assumono grande importanza per il crescere della scienza e per la sua internazionalizzazione.

I docenti dei corsi di Perugia e di Cortona sono scelti tra gli esperti internazionalmente noti delle varie materie; in maggioranza si tratta di professori universitari stranieri, con i quali i partecipanti instaurano rapporti scientifici profondi, duraturi e produttivi.

Impatto sugli studenti di altre discipline scientifiche

Da sempre i Corsi estivi hanno tenuto conto delle esigenze dei laureati in altre discipline, istituendo dei corsi in materie di interesse più generale. In particolare

Corsi di interesse dei laureati in informatica: Informatica teorica, Analisi numerica, Ricerca operativa.

Corsi di interesse dei laureati in Fisica, Ingegneria, Scienza della Terra: Dinamica dei fluidi, Modelli matematici, Stabilità, Sistemi dinamici.

Corsi di interesse dei laureati in Economia, Statistica: Probabilità, Statistica matematica, Finanza matematica

Impatto sui Dottorati di Ricerca.

I Corsi Estivi di Cortona sono dedicati agli studenti di dottorato italiani e stranieri, e sono l'occasione per essi di completare e approfondire la loro cultura scientifica in un ambiente internazionale di

elevato livello. In particolare collaboreranno intensamente alla riuscita del progetto i Dottorati consortili allocati presso il Consorzio CIAFM.

- Governance del Progetto. Il Consorzio CIAFM.

I corsi Estivi sono organizzati dal Consorzio Interuniversitario per l'Alta Formazione in Matematica (CIAFM), in collaborazione con alcuni degli Enti consorziati: l'INdAM, la Scuola Normale Superiore di Pisa, l'Università di Perugia e la Scuola Matematica Interuniversitaria.

Il Consiglio Direttivo del CIAFM, formato dai rappresentanti di tutti gli Enti Consorziati, ha la responsabilità scientifica dei Corsi, e ne approva i rendiconti scientifici e i consuntivi amministrativi. Il Consorzio ha ottenuto il riconoscimento della personalità giuridica dal MiUR con DM del 13 luglio 2004.

Gli Enti consorziati sono, oltre all'INdAM, alcune delle più importanti Università italiane:

Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste;

Scuola Normale Superiore di Pisa;

Università di Perugia;

Università degli Studi di Milano-Bicocca;

Politecnico di Torino;

Università di Firenze;

Università di Pavia;

Università di Napoli Federico II

Gran Sasso Science Institute

Scuola Matematica Interuniversitaria

Il Consorzio è anche sede, ai sensi dell'art.2, comma 2, d) del DM 94/2013, del Dottorato di ricerca in Matematica, Informatica, Statistica fra le Università di Firenze (sede amministrativa) e di Perugia e l'INdAM, con 11 borse per anno. È inoltre sede del Dottorato di Ricerca in Matematica fra le Università di Pavia e di Milano Bicocca (sede amministrativa) e l'INdAM con 10 borse annue e del Dottorato di Ricerca in Matematica e Applicazioni fra l'Università di Napoli "Federico II" (sede amministrativa) e l'INdAM con 10 borse annue. I dottorati del 34.mo ciclo dei Dottorati consortili sono regolarmente stati avviati nell'A.A. 2018-2019 e sono previsti per il prossimo quelli del 35.mo ciclo.

- Prospetto dei costi

Con l'offerta dei corsi sopra riportata, è ragionevole aspettarsi una partecipazione di una novantina di studenti a Perugia, con un 20% di stranieri e circa 50 corsisti a Cortona di cui un 30% stranieri. Mediamente ogni corso di Perugia è seguito da 20 studenti mentre un corso di Cortona da 15.

Il costo complessivo del Progetto è di 258.000,00 € per anno, (dettagliato come di seguito)

Si prevede di coprire la differenza di 58.000,00 € annui fra il costo totale e il finanziamento richiesto mediante risorse proprie del CIAFM.

Costi dei Corsi di Perugia per ogni anno

TIPOLOGIA	SPECIFICA	EURO
Docenza a Perugia	Costo medio per docente 6.500 EURO (5.500 emolumento e spese di viaggio, 1.000 spese di alloggio)	52,000
Studenti di Perugia	Costo medio per studente 1.050 EURO (600 per vitto e viaggio, 350 per l'alloggio presso Casa dello studente, 100 per materiale didattico)	94.500
Altro	Segreterie, biblioteca, servizi, materiale di consumo.	20.000
Costo Totale		166.500

Costi dei corsi di Cortona per ogni anno

TIPOLOGIA	SPECIFICA	EURO
Docenza a Cortona	Costo medio per docente 4.500 EURO (emolumento e spese di viaggio)	27.000
Partecipanti	Spesa media per partecipante 450 EURO (cena, spese di viaggio e materiale didattico)	22.500
Palazzone della SNS	Affitto per 8 settimane	20.000
Catering	Colazione e pranzo per docenti e partecipanti	15.000
Altro	Segreteria e materiale di consumo.	7.000
Costo Totale		91.500

Costo totale del progetto in EURO

	TOTALE	QUOTA RICHIESTA AL MIUR SU FOE
COSTO ANNUO PROGETTO	258.000	200.000
COSTO TOTALE PER LA DURATA DEL PROGETTO, Triennio 2021- 2023	774.000	600.000

Il finanziamento complessivo richiesto per il periodo 2021- 2023 è pari a **600.000,00 Euro**.

1.2 Borse di studio per soggiorni all'estero

Si tratta di borse riservate a laureati italiani in matematica che intendono frequentare corsi di dottorato in matematica all'estero. Da diversi anni le scuole di dottorato in matematica in Italia funzionano regolarmente ed hanno raggiunto standard paragonabili a quelli dei maggiori paesi europei. Si ritiene opportuno tuttavia che un certo numero di matematici italiani vengano formati in scuole di dottorato di altri paesi. Questo contribuisce a "procurare che la ricerca matematica italiana si mantenga sempre in stretto contatto con quella internazionale" (uno degli scopi che la legge assegna all'Istituto). Le borse per l'estero dell'Istituto sono specificamente disegnate per gli studi dottorali. Queste borse, della durata di 1 anno, prevedono bandi tempestivi, rimborsi parziali delle spese di iscrizione e possibilità di rinnovo fino a tre anni, così da permettere il completamento di un dottorato di ricerca. Un aspetto importante del programma è la costante verifica e supervisione del lavoro svolto dai borsisti.

Per il triennio 2021- 2023 si prevede di conferire 4 nuove borse di studio l'anno per un totale di 36 annualità nel triennio. La spesa media per una borsa di studio per l'estero in un anno è di 25.000,00 Euro, comprensive delle spese di viaggio e rimborso delle tasse universitarie. Pertanto la spesa totale prevista nel triennio per le borse di studio per l'estero è di **900.000,00 Euro**.

1.3 Professori visitatori per i corsi di dottorato

Le visite di studiosi stranieri in Italia sono prevalentemente finanziate attraverso i gruppi di ricerca e occasionalmente dalle università, in parte attraverso i contratti di insegnamento. Tuttavia riesce difficile utilizzare questi visitatori per la docenza nelle scuole di dottorato.

Infatti, i gruppi finanziano principalmente visite finalizzate alla collaborazione alla ricerca ed i contratti di insegnamento sono generalmente legati agli insegnamenti per i corsi di laurea. L'Istituto, come già nel precedente piano triennale si propone di consentire ai coordinatori di dottorato di invitare previa documentata richiesta professori per l'insegnamento di corsi per il dottorato della durata minima di 16 ore e fino ad un massimo di 48 ore, prevedendo una permanenza di almeno due mesi ed un compenso di 3.600,00 Euro lordi mensili, oltre alle spese di viaggio, per un totale di 90 mesi uomo. La spesa totale per il triennio ammonterebbe a circa **400.000,00 Euro**. Questo programma si inserisce a pieno titolo nell'obiettivo di internazionalizzazione della ricerca scientifica in Italia.

1.4 Altri corsi di alta formazione matematica e avviamento alla ricerca

L'Istituto continuerà a collaborare con la Scuola Matematica Interuniversitaria per l'organizzazione dei corsi estivi di avviamento alla ricerca in matematica che si tengono ogni anno a Perugia e Cortona. Inoltre, proseguirà l'iniziativa della Scuola Estiva di Fisica Matematica di Ravello che da oltre trent'anni è promossa dal Gruppo Nazionale di Fisica Matematica, già descritta nel paragrafo 3.1.2, parte Quinta, ed analoghe iniziative verranno prese dagli altri gruppi nazionali di ricerca.

Inoltre, sono previsti corsi estivi post-dottorali della Fondazione C.I.M.E. (Centro Internazionale Matematico Estivo), cioè corsi avanzati cui partecipano matematici già inseriti nella ricerca, con larga partecipazione internazionale.

L'Istituto intende partecipare in collaborazione con l'Università di Lecce e di Parma all'organizzazione del "Internet Seminar", cioè una serie di corsi di analisi matematica via internet, dedicati a studenti di dottorato e post-doc.

Il costo previsto per questa attività è di 50.000,00 Euro l'anno per complessivi **150.000,00 Euro** nel triennio.

1.5 Partecipazione a Dottorati

Gli Enti di Ricerca possono contribuire all'attivazione di corsi di Dottorato, in convenzione o attraverso Consorzi, con Università e altri Enti. Il nostro Istituto ha espresso l'intenzione di partecipare a nuovi corsi di dottorato in matematica, compatibilmente con le risorse finanziarie, svolgendo anche un ruolo di coordinamento e di volano per tutti i dottorati in matematica italiani.

Già a partire dall'a.a. 2013-2014 l'INdAM ha attivato il Dottorato in Matematica, Informatica e Statistica, in convenzione con le Università di Firenze (sede amministrativa) e di Perugia, contribuendo con n° 2 borse di dottorato. A decorrere dal XXX Ciclo è stato attivato presso il Consorzio Interuniversitario per l'Alta Formazione in Matematica un dottorato, in forma consortile con le Università di Firenze (sede amministrativa) e di Perugia, in Matematica, Informatica e Statistica che prevede l'assegnazione di 11 borse, di cui n° 2 borse offerte dall'INdAM. Inoltre dal XXXI Ciclo, è stato attivato presso il Consorzio Interuniversitario per l'Alta Formazione in Matematica un dottorato, in forma consortile con le Università di Pavia e di Milano-Bicocca (sede amministrativa), in Matematica che prevede l'assegnazione di 10 borse di cui n° 2 offerte dall'INdAM. Come previsto nel Piano Triennale precedente, per l'area meridionale, dall'A.A. 2017-2018 è stato istituito in forma consortile presso il Consorzio Interuniversitario per l'Alta Formazione in Matematica un dottorato in Matematica e Applicazioni fra l'Università di Napoli "Federico II" (sede amministrativa) e l'INdAM che prevede l'assegnazione di 10 borse di cui n° 2 offerte dall'INdAM.

Il costo per il triennio, prevedendo un totale di 2 borse di dottorato all'anno offerte per ognuno dei 3 dottorati, è di **1.040.000,00 Euro**.

1.6 Assegni di collaborazione alla ricerca.

Da molti anni l'Istituto bandisce borse di studio "senior" destinate a laureati da almeno quattro anni che abbiano svolto attività di ricerca. La legge 240 ha dettato una nuova disciplina per questo istituto. Gli assegni possono avere una durata compresa tra uno e tre anni, sono rinnovabili e non cumulabili con borse di studio a qualsiasi titolo conferite, ad eccezione di quelle concesse da istituzioni nazionali o straniere utili ad integrare, con soggiorni all'estero, l'attività di ricerca dei titolari.

L'Istituto si propone di bandire nel triennio 2021- 2023 n° 10 assegni di ricerca annuali, rinnovabili fino a tre anni, per un totale di 60 annualità nel triennio. Il costo totale previsto è di **972.000,00 Euro**.

Per i progetti di ricerca e collaborazioni internazionali dei gruppi nazionali potranno anche essere previsti altri assegni di collaborazione alla ricerca che graveranno sulle dotazioni dei gruppi.

1.7 Mensilità di Borse di studio per l'estero

Nel 2018 l'INdAM ha portato a conclusione il bando per n° 21 mensilità per l'anno accademico 2018-2019, al fine di favorire la ricerca scientifica di matematici italiani presso sedi universitarie straniere di particolare interesse.

L'Istituto si propone, visto anche il successo ottenuto dai primi bandi, di bandire nel triennio 2021-2023 n° 60 mensilità all'anno, per un totale di 180 mensilità nel triennio. Il costo totale previsto è di **360.000,00 Euro**.

1.8 Borse di studio per il conseguimento del dottorato in matematica italiano da parte di cittadini stranieri.

Il dottorato di ricerca italiano non riesce ad attrarre studenti stranieri, nonostante l'eccellenza dei programmi e dei docenti. Fra le ragioni di questa mancata partecipazione ci sono i complicati vincoli burocratici e amministrativi previsti per la selezione delle domande e la scarsa pubblicizzazione dei bandi a livello internazionale. L'Istituto ha intrapreso una serie di iniziative per favorire la partecipazione dei cittadini stranieri ai dottorati di ricerca italiani fra le quali ricordiamo il loro inserimento nelle attività estive della Scuola Matematica Interuniversitaria. In seguito a tali iniziative è stato possibile assegnare un certo numero di borse di studio riservate a cittadini stranieri per la frequenza dei dottorati di ricerca in Italia. L'Istituto intende continuare questa iniziativa nel triennio 2021- 2023 con un bando per 6 borse all'anno, per un totale di 36 annualità; il costo previsto per il triennio è di Euro **486.000,00**.

1.9 Borse di studio di merito per studenti di matematica.

L'Istituto ha istituito un programma di 40 borse di studio, dell'importo di 4.000,00 € annui, per studenti universitari di matematica, sulla base del solo merito, e soggette a condizioni di rinnovo analoghe a quelle richieste dalla Scuola Normale Superiore per il mantenimento del posto di normalista. Le borse vengono assegnate attraverso una prova di selezione nazionale che viene amministrata localmente. La correzione degli elaborati è effettuata da un'unica commissione nazionale. L'Istituto intende continuare questa iniziativa nei prossimi anni prevedendo il rinnovo delle borse già assegnate alla condizione che gli assegnatari completino gli esami prescritti nei tempi dovuti con la media del 27 e nessun voto inferiore a 24.

Il Miur nell'ambito del progetto lauree scientifiche ha cofinanziato il programma per l'a.a. 2006-2007 e finanziato completamente il programma per l'a.a. 2008-2009. Inoltre, il Miur ha cofinanziato n°15 borse di studio per tutto il triennio per l'a.a. 2011-2012.

Si vuole continuare a bandire almeno lo stesso numero di borse per i prossimi tre anni.

Inoltre, a partire dall'a.a. 2004-2005, l'Istituto ha istituito un programma di borse di studio per studenti iscritti al 1° anno della laurea specialistica o magistrale. Il programma prevede attualmente 10 borse l'anno per un costo totale di 4.000,00 € per il primo anno e 2.000,00 € per il secondo anno. Si vorrebbe aumentare il numero delle borse a 20 l'anno, in considerazione dell'aumento del numero degli iscritti.

Infine, all'interno di questo programma, l'Istituto organizza annualmente due incontri con i borsisti, uno a Roma ed uno a Perugia, per favorire l'integrazione dei giovani nel mondo della matematica italiana. Nel corso di questi incontri, diretti a favorire, sono stati tenuti seminari e mini corsi da parte di docenti matematici italiani e stranieri. Il costo per ogni incontro è di 15.000,00 Euro.

Per questo programma di borse di studio, rinnovabili fino al compimento degli studi, sono necessari **930.000,00 Euro nel triennio 2021- 2023** .

1.10 Borse “Francesco Severi” e borse di studio per ricercatori avanzati

L'Istituto ha consolidato negli ultimi anni il programma di borse di durata pluriennale riservate a giovani ricercatori a livello molto elevato e con una retribuzione, di 35.000,00 €, comparabile a quella offerta dalle migliori università e centri di ricerca a livello internazionale.

L'Istituto intende riprendere tale programma nel triennio 2021-2023 con n° 4 borse annuali, sia in cofinanziamento che da usufruire presso la sede centrale dell'Istituto, rinnovabili fino a tre anni, per un totale di 24 annualità nel triennio. Il costo previsto per il triennio è di **Euro 840.000,00**.

1.11 Campionato Matematico della Gioventù Mediterranea

Dal 2014 l'INdAM contribuisce all'organizzazione del Mediterranean Youth Mathematical Championship. Sulla scia delle Olimpiadi Matematiche, l'iniziativa coinvolge giovani dei paesi che si affacciano sul mediterraneo, con particolare riguardo ai paesi del Nord Africa, in una competizione matematica. L'INdAM ha ricevuto specifici contributi ministeriali per questo programma che rappresenta un importante contributo per la disseminazione della cultura matematica e per la costruzione di rapporti scientifici con i paesi dell'area Mediterranea.

Per questa iniziativa che rafforza l'impegno per la Terza Missione dell'Istituto, si prevede un impegno nel triennio di **90.000,00** Euro.

2 Programma Europeo COFUND.

2.1 Progetto Europeo “INdAM-DP-COFUND-2015”

Nel nuovo Programma Horizon 2020 è previsto che nell'ambito del bando MSCA “Cofund-Cofunding of regional, national and international programmes” sia possibile prevedere borse per il dottorato.

Approfittando di questa opportunità offerta nell'ambito di Horizon 2020, l'INdAM ha presentato domanda di cofinanziamento per il progetto europeo dal titolo “INdAM Doctoral Programme in Mathematics and/or Applications Cofunded by Marie Skłodowska-Curie Actions” - INdAM-DP-COFUND-2015 - per il quale è stato approvato un finanziamento di 1.569.600,00 Euro per il periodo 1 Febbraio 2017 – 31 Gennaio 2022. Nel marzo 2016 l'Istituto e la Commissione Europea hanno firmato il Grant Agreement per il progetto che è pertanto cominciato alla fine del 2016 con l'emanazione del primo bando internazionale.

Il programma ha come obiettivi qualificanti l'investimento sul capitale umano attraverso l'alta formazione, l'attivazione di canali di collaborazione pubblico-privato nella ricerca e nel trasferimento tecnologico e lo sviluppo della cooperazione scientifica a livello internazionale. In particolare il programma permette l'attrazione di talenti matematici stranieri che lo possono utilizzarlo per condurre ricerca matematica in Italia. Infatti, la caratteristica principale del programma è quella di creare una grande rete, coordinata da INdAM, di 20 partner accademici (Università) - con 21 scuole di dottorato di ricerca - e di 31 organizzazioni non-accademiche, in particolare industrie e imprese, al fine di costruire un ambiente multiculturale e stimolante dove eccellenza, interdisciplinarietà, esposizione intersettoriale e internazionale e possa offrire ai borsisti alto livello di formazione, ricerca e di condizioni di lavoro. La rete comprende circa la metà delle scuole di dottorato di ricerca italiani che coprono matematica o informatica, e un gran numero di imprese e industrie.

Il programma prevede una durata di 60 mesi e si compone di due call con un numero totale di 20 borse di studio triennali di alto importo.

Le caratteristiche del programma sono del tutto coerenti con gli obiettivi della Carta europea dei ricercatori e del Codice di condotta per la loro assunzione, in termini di libertà di ricerca, la non discriminazione e l'equilibrio di genere, lo sviluppo della carriera, il valore della mobilità, l'accesso alla formazione alla ricerca. Il programma INdAM-DP-COFUND-2015 introduce un'importante innovazione nelle procedure italiane per l'assunzione di ricercatori nella fase iniziale prevedendo un sistema di selezione per gli studenti di dottorato basato su procedure trasparenti e ben definite di valutazione che coinvolgono peer-review e esperti internazionali, anche provenienti da settori non accademici.

Il costo totale del Programma è di 3.139.200,00 Euro, dei quali 1.569.600,00 euro a carico della Comunità Europea e 1.569.600,00 euro a carico dell'Istituto.

I vincitori del secondo bando hanno intrapreso i propri corsi di dottorato a fine 2018. Si prevede un importo totale a carico del bilancio 2021 dell'INdAM di 700.000,00 euro, e del bilancio 2022 di 100.000,00 euro per un totale nel biennio 2021-2022 di **800.000,00 euro**.

2.2 Progetto COFUND per ricercatori esperti.

Nell'ambito del settimo programma quadro della EU, in prosecuzione del progetto “INdAM-COFUND” già finanziato dalla Comunità Europea, l'INdAM ha ottenuto il cofinanziamento per il progetto europeo dal titolo “INdAM FELLOWSHIPS IN MATHEMATICS AND/OR APPLICATIONS COFUNDED BY MARIE CURIE ACTIONS”. Il programma prevedeva l'assegnazione di 10 assegni, di importo elevato, all'anno, per il periodo 2014-2018.

Gli assegni previsti erano di tre tipi:

- Outgoing fellowships, durata 24 mesi,
- Incoming fellowships, durata 24 mesi,
- Re-integration fellowships, durata 24 mesi.

Le Incoming fellowships sono riservate a ricercatori stranieri, le Outgoing e le Re-integration a ricercatori italiani.

L'impatto e la rilevanza di questa iniziativa impongono all'Istituto di riproporre questa iniziativa

nell'ambito dell'ultima fase di Horizon 2020 e del successivo Framework Programme 9 - FP9 con schemi dello stesso tipo e con i necessari adeguamenti. L'esperienza e la reputazione accumulata garantiscono ottime prospettive di successo. Per la natura dello schema progettuale, è però fondamentale che l'istituto sia adeguatamente sostenuto con finanziamenti dedicati che permettano la sostenibilità della proposta. Considerato gli impegni già in atto e quelli conseguenti all'avvio del nuovo programma che è atteso per la fine del 2020, si prevede un costo complessivo nel triennio 2021-2023 per la realizzazione del programma di **1.250.000,00 euro**.

L'Istituto chiede un contributo straordinario al MIUR, per la realizzazione del progetto, di 400.000,00 euro annui.

3 Attività di Ricerca.

3.1 Attività dei gruppi nazionali di ricerca matematica.

I Gruppi Nazionali di Ricerca matematica intendono adempiere al loro scopo istituzionale di “promuovere, svolgere e coordinare la ricerca” sui propri temi specifici, mantenendo la loro fisionomia tradizionale di istituzioni accessibili da parte di singoli ricercatori e in grado di intervenire in modo capillare in tutti i settori di ricerca ad essi afferenti. Tra gli altri compiti, spetta ai Gruppi Nazionali di Ricerca di curare il collegamento della ricerca matematica con le applicazioni industriali, nel quadro di una sempre maggiore collaborazione del mondo scientifico con il mondo produttivo. Essi debbono anche farsi promotori di aggregazioni tematiche di ricercatori per affrontare i problemi scientifici indicati nel Programma Nazionale della Ricerca, promuovendo quindi ricerche orientate secondo i bisogni e le aspettative del Paese.

Ed in effetti, oltre a svolgere ricerche secondo temi ed obiettivi che corrispondono in linea di massima alle “sezioni”, promuovono progetti di ricerca intergruppo che travalicano i confini delle sezioni e degli stessi gruppi.

Le adesioni ai Gruppi per l'anno 2020 sono state 3198.

Le linee di intervento per il triennio 2021- 2023 sono di seguito elencate:

a. Professori visitatori e mobilità a livello internazionale

Il programma Professori Visitatori si propone di assicurare la collaborazione di studiosi stranieri, che svolgano attività di ricerca, di consulenza e di alta formazione.

Gli studiosi stranieri possono appartenere a due categorie:

- **visitatori “senior”**, che sono scelti tra coloro che hanno una posizione presso un'Università o Istituto di ricerca estero, paragonabile a quella dei professori di ruolo delle università italiane;
- **visitatori “junior”**, che devono essere cittadini non italiani di età inferiore ai 35 anni con un'esperienza di ricerca almeno paragonabile a quella di un dottore di ricerca.

I Gruppi finanziano missioni all'estero dei loro aderenti per soggiorni di studio o partecipazione a convegni.

b. Finanziamenti per convegni e scuole

Al fine di consentire la diffusione delle conoscenze e di promuovere le collaborazioni, i Gruppi forniscono contributi per l'organizzazione e la partecipazione a convegni promossi da loro aderenti.

c. Interventi sulla formazione

I Gruppi intendono contribuire al finanziamento di viaggi all'estero di dottorandi e borsisti per ricerche o partecipazione a convegni.

d. Progetti di ricerca

I Gruppi promuovono anche progetti interni di ricerca che prevedono, da parte dei proponenti, l'utilizzo coordinato dei vari strumenti del Gruppo (professori visitatori, soggiorni all'estero per giovani e dottorandi, organizzazione di workshop, corsi intensivi, ecc.) per la realizzazione di un programma comune finalizzato all'aggregazione dei ricercatori su tematiche affini ed alla formazione di giovani ricercatori sui temi di ricerca trattati.

3.1.1 Attività del gruppo nazionale per l'analisi matematica la probabilità e le loro applicazioni.

Programma delle Attività dello GNAMPA per il triennio.

Il Gruppo Nazionale per l'Analisi Matematica, la Probabilità e le loro Applicazioni (GNAMPA) anche nel triennio 2021- 2023 continuerà a svolgere la sua funzione di promozione e coordinamento delle ricerche e delle attività di formazione avanzata nei seguenti campi: Equazioni Differenziali e Sistemi Dinamici, Calcolo delle Variazioni e Ottimizzazione, Analisi Reale, Teoria della Misura e Probabilità, Analisi Funzionale e Armonica.

Con le attività di promozione e selezione che il suo Consiglio Scientifico metterà in atto, il Gruppo svolgerà la sua funzione istituzionale di sostegno alla ricerca più qualificata e di rilievo internazionale nei campi sopra citati attraverso:

- finanziamento di soggiorni di professori visitatori stranieri senior e junior presso sedi universitarie;
- co-finanziamento di incontri e convegni scientifici;
- contributo a spese di viaggio per collaborazioni scientifiche e partecipazioni a convegni;
- co-finanziamento e promozione di scuole di formazione a livello dottorale e post-dottorale,
- finanziamento di progetti di ricerca di piccole dimensioni su temi innovativi.

Per incentivare qualitativamente la ricerca ed in considerazione della limitatezza delle risorse disponibili in rapporto all'elevato numero di proposte provenienti annualmente dagli oltre 1000 aderenti al Gruppo, il sostegno dell'attività scientifica attraverso gli strumenti di intervento sopraelencati continuerà ad essere implementato dal Consiglio Scientifico del Gruppo in base a rigorosi criteri di qualità. Particolare attenzione nelle procedure di selezione sarà dedicata a valide proposte provenienti dai ricercatori più giovani.

Nel sostenere e promuovere queste ricerche, lo GNAMPA intende orientare in maniera prioritaria i suoi interventi verso progetti di ricerca e formazione avanzata con spiccate caratteristiche di inserimento nel contesto internazionale. Particolare attenzione continuerà ad essere rivolta alle iniziative promosse da giovani ricercatori.

All'interno del Gruppo sono presenti qualificate competenze nell'ambito delle applicazioni dell'analisi matematica e della probabilità. Tra gli obiettivi strategici che il Consiglio Scientifico del Gruppo si pone per il prossimo triennio il Gruppo si segnala l'impegno a promuovere e coordinare iniziative pilota nell'ambito delle applicazioni della matematica in settori innovativi da proporre nel quadro di piani nazionali ed internazionali di finanziamento della ricerca.

Tra le tematiche di ricerca considerate prioritarie per il prossimo triennio si segnalano le seguenti:

Controllabilità, stabilizzabilità e regolarità di soluzioni di equazioni iperboliche non lineari. Metodi variazionali e problemi ellittici non lineari. Problemi di equilibrio stocastico. Problemi variazionali per lo studio dei materiali magnetici policristallini. Analisi geometrica delle equazioni alle derivate parziali lineari. Analisi di modelli di tipo Navier-Stokes. Problemi variazionali di evoluzione bilivello. Problemi variazionali e misure di Young nella meccanica dei materiali. complessi. Equazioni alle derivate parziali con singolarità: esistenza ed analisi qualitativa delle soluzioni. Proprietà dinamiche delle reti complesse, di natura biologica, sociale e tecnologica. Problemi misti e nonlocali per leggi di bilancio. Problemi inversi con frontiere incognite. Equazioni alle derivate parziali di tipo dispersivo. Problemi di evoluzione e teoria geometrica della misura in spazi metrici. Analisi Armonica su varietà, spazi di Wiener e gruppi di Lie. Problemi di incontro per equazioni differenziali non lineari. Equazioni alle derivate parziali lineari e non-lineari in contesti sub-Riemanniani. Fenomeni di propagazione su grafi ed in mezzi eterogenei. Metodi variazionali per lo studio di equazioni ellittiche non-locali con operatori di tipo Laplaciano frazionario. Analisi microlocale ed equalizzazioni alle derivate parziali. Approcci variazionali in ottimizzazione di forma e Problemi di trasporto di massa. Sistemi iperboliche nonlineari con applicazioni alla fisica e alle scienze sociali. Modelli variazionali con interazione continuo-discreta. Aspetti analitici e funzionali della convessità. Studio di alcune proprietà delle traiettorie tipiche di soluzioni di EDP stocastiche. Funzioni e mappe armoniche: misura quantitativa dell'insieme critico, regolarità e problemi di Dirichlet. Equazioni di evoluzione stocastiche con termini di memoria.

Infine nel 2021 si prevede di organizzare, come già nel 2018, un Incontro Scientifico che coinvolga quanti più aderenti possibili al Gruppo, per esaminare i filoni di Ricerca Nazionali e Internazionali, con particolare riferimento agli argomenti ed ai risultati ottenuti nell'ambito dei Progetti di Ricerca finanziati dal Gruppo Gnampa/INdAM negli ultimi anni.

3.1.2 Attività del gruppo nazionale per la fisica matematica.

Il Gruppo Nazionale Fisica Matematica (GNFM) intende continuare anche per il prossimo triennio ad adempiere il proprio scopo istituzionale di "promuovere, svolgere e coordinare la ricerca" sui temi specifici della Fisica Matematica. Le ricerche del gruppo saranno articolate in sezioni e si avvarranno di collaborazioni internazionali.

Gli strumenti principali che saranno utilizzati dal GNFM sono quelli descritti nelle linee di intervento comuni a tutti gli altri gruppi (il finanziamento di professori visitatori, il contributo a missioni, il finanziamento di Convegni).

Dato il grande risultato ottenuto nel recente passato, il Gruppo continuerà a finanziare progetti giovani ricercatori riservato a coloro che hanno qualifica non superiore a quella di ricercatore.

Particolare rilevanza avrà come in passato la Scuola Estiva di Fisica Matematica. La scuola, giunta nel 2019 alla sua XLIV edizione, è stata, infatti, una delle più importanti iniziative del GNFM per la promozione e coordinamento alla ricerca.

Essa ha fornito rilevanti contributi ai giovani ricercatori di Fisica Matematica che hanno potuto usufruire di questo importante strumento per avere un quadro attuale dello stato dell'arte delle ricerche di punta del settore e per allacciare contatti internazionali con i migliori ricercatori mondiali di Fisica Matematica. La sua grande importanza è riconosciuta da parte di tutta la comunità fisico-matematica italiana ed è apprezzata anche all'estero. È quindi vitale che la Scuola estiva possa continuare anche nel triennio seguendo le linee culturali del passato.

Si ritiene poi quanto mai opportuno per la comunità fisico-matematica di continuare l'iniziativa di un convegno annuale con lo scopo di realizzare un momento importante di confronto e di aggiornamento.

Gli obiettivi delle ricerche che si intendono promuovere possono essere suddivisi in base alle sezioni.

Nella **Sezione 1** si continueranno a sviluppare tutte quelle tematiche riguardanti soprattutto la Meccanica Analitica, la Meccanica Statistica e la Meccanica Quantistica negli aspetti legati al rigore deduttivo tipico del metodo fisico matematico.

L'attività scientifica sviluppata e programmata nell'ambito della **Sezione 2** Meccanica dei Fluidi si presenta varia ed articolata sull'intero percorso dalla modellizzazione matematica di sistemi fluidi complessi all'analisi della buona posizione di problemi di evoluzione, ed infine allo sviluppo di metodi computazionali per la simulazione. In fase di crescita si delinea l'interesse per le applicazioni industriali della fluidodinamica.

La **Sezione 3** è dedicata alle ricerche nella meccanica dei continui solidi con particolare riguardo alle tematiche molto attuali (anche ai fini applicativi) dei cosiddetti materiali nuovi, cristalli liquidi, transizioni di fase. In questo settore vi è una grande tradizione italiana di ricerca ben nota a livello internazionale.

La **Sezione 4** ha come obiettivo generale lo studio dei problemi di propagazione e trasporto, che presentano tematiche molto articolate e direzioni di ricerca assai varie. Una larga componente riguarda lo studio di modelli del tipo Boltzmann per l'analisi di sistemi di particelle descrivibili mediante una funzione di distribuzione. Rientrano in questa categoria anche i modelli che descrivono il trasporto di cariche nei semiconduttori. Un altro grande settore di pertinenza della Sezione 4 è quello dei fenomeni di tipo diffusivo, ossia descritti da equazioni paraboliche (se evolutivi) o ellittiche (stazionari o quasi stazionari). Le applicazioni riguardano fenomeni chimici (reazione-diffusione, combustione, ecc.), termodinamici (trasporto di calore, cambiamento di fase, ecc.) e altre classi di problemi, come la filtrazione nei mezzi porosi (eventualmente interagenti col flusso), modelli di dinamica di popolazioni con diffusione di nutrienti, modelli di crescita tumorale, ecc. È interessante rilevare che ampie categorie di problemi studiati nella sez. 4 hanno un diretto interesse industriale. Ricordiamo ad esempio tutte le tematiche riguardanti i semiconduttori, il rientro di veicoli spaziali, i vari aspetti della scienza dei polimeri, molti problemi di fluidodinamica industriale e della combustione. Notevoli anche le applicazioni nel campo biologico e biomedico.

Infine, la **Sezione 5** ha come obiettivo primario tutte quelle ricerche di Fisica matematica che impiegano come strumento essenziale gli aspetti geometrici. In questa sezione, particolare attenzione è rivolta a tutte le problematiche moderne che riguardano la relatività generale e le teorie unitarie.

3.1.3 Attività del gruppo nazionale per il calcolo scientifico.

Per il triennio 2021- 2023 il Gruppo Nazionale per il Calcolo Scientifico (GNCS) continuerà a sviluppare la propria attività istituzionale di promozione, coordinamento e orientamento della ricerca matematica nei campi dell'Analisi Numerica e dei Fondamenti dell'Informatica, con particolare

attenzione alle "collaborazioni in ambito nazionale ed internazionale", alla "formazione" dei propri ricercatori, ai "contributi interdisciplinari" che le competenze specialistiche presenti nel Gruppo possono fornire e al "trasferimento alle applicazioni tecnologiche".

Il GNCS intende confermare ed estendere al triennio entrante la strategia perseguita negli anni precedenti, fondata sull'incentivazione e il sostegno di specifiche azioni riportate di seguito e mirate a favorire l'aggregazione degli aderenti al gruppo su tematiche scientifiche di rilievo a livello internazionale:

- cofinanziamento per l'organizzazione di scuole, workshops e convegni;
- programma "Professori Visitatori", consistente nel finanziamento di soggiorni brevi di professori visitatori senior e junior presso unità INDAM;
- programma "Progetti Scientifici", finalizzato a incentivare la costituzione di aggregazioni interdipartimentali su temi di ricerca a forte connotazione innovativa.

La selezione tra le numerose proposte provenienti dalla comunità dei 735 aderenti al gruppo verrà effettuata da parte del Consiglio Scientifico sulla base di predefiniti criteri di rilevanza e originalità scientifica, oltre che sull'impatto che l'attività proposta potrà produrre sulla comunità scientifica e sulla formazione di giovani ricercatori. Un elemento di valutazione rilevante sarà la qualificazione scientifica dei proponenti e i risultati delle loro pregresse attività nell'ambito del Gruppo.

Si intende inoltre continuare due ulteriori azioni, sempre attraverso bandi competitivi, finalizzati ad attribuire contributi individuali:

- assegnazione di contributi di ricerca individuali di piccola entità per coloro che non partecipano al programma "Progetti Scientifici", allo scopo di favorire la partecipazione a convegni, la mobilità e la creazione di collaborazioni in ambito nazionale e internazionale;
- programma "Finanziamento Giovani Ricercatori", riservato a giovani con posizioni a tempo determinato che hanno conseguito il titolo di dottore da non più di 4 anni, finalizzato ad erogare un contributo individuale sulla base di un programma di attività di ricerca ben circoscritto per la partecipazione a convegni e scuole a carattere internazionale e/o periodi

Grande attenzione verrà posta da parte del Consiglio Scientifico alla verifica dei risultati ottenuti, monitorando attraverso le rendicontazioni finali, pubblicate sul sito del gruppo, e i prodotti della ricerca, inseriti annualmente nel database del gruppo, l'impatto e la ricaduta delle iniziative finanziate. Di tali esiti si terrà conto nel caso di successive richieste di finanziamento provenienti dagli stessi gruppi.

Tra i contributi del Gruppo è di rilevante interesse per la comunità del calcolo scientifico (non solo matematica) la produzione di pacchetti applicativi. Per potere dare adeguata informazione sulla disponibilità di questi strumenti e favorirne l'utilizzo, sul sito del Gruppo è presente una pagina che elenca e fornisce la possibilità di accedere ad alcuni repository dei codici prodotti dai membri del Gruppo; tale pagina verrà costantemente tenuta aggiornata inserendo i nuovi contributi prodotti dalle attività progettuali.

Un momento di confronto di grande valenza è il Convegno del gruppo, che, a scadenza biennale permetterà di avere un quadro significativo dello stato delle attività di ricerca. All'ultimo Convegno, tenutosi nel febbraio 2018, hanno partecipato circa 120 membri del gruppo; nuove edizioni sono previste nel 2020 e nel 2022.

Gli ambiti di ricerca di cui si occupano le due sezioni del gruppo possono essere sintetizzati come segue.

Le tematiche di ricerca della sezione 1 "Analisi Numerica" hanno come oggetto la risoluzione numerica di problemi di elevata complessità e lo sviluppo e l'analisi di metodi numerici sia dal punto di vista teorico che in termini di applicazioni in campo scientifico ed industriale. Le attività riguardano i seguenti macro settori:

- Analisi numerica delle equazioni differenziali ordinarie, a derivate parziali, integrali e funzionali e metodi innovativi di interfacciamento di tecniche di discretizzazione spaziale e temporale per problemi evolutivi
- Aspetti numerici della teoria del controllo e del controllo ottimo
- Teoria costruttiva delle funzioni e approssimazione di dati multivariati; metodi per la modellazione geometrica di curve e superfici
- Ottimizzazione numerica e relative applicazioni
- Algebra lineare numerica e relative applicazioni

- Calcolo scientifico ad alte prestazioni, con particolare attenzione alle applicazioni in campo scientifico, biologico, economico e industriale nonché allo sviluppo e produzione del relativo software.

Nell'ambito della sezione 2 "Fondamenti di Informatica e Sistemi Informatici", le attività riguardano i seguenti macro settori:

- Teoria dell'Informazione e Fondamenti dell'Informatica
- Algoritmica
- Ricerca operativa e Combinatoria
- Intelligenza Artificiale e Data mining
- Bio-Informatica.

All'interno dei macro-settori, si segnalano le tematiche di ricerca considerate prioritarie per il prossimo triennio.

Sezione 1

Approssimazione multivariata: interpolazione e approssimazione di dati e network di curve (schemi non-uniformi) mediante curve e superfici di suddivisione, modelli matematici e computazionali per la rappresentazione di geometrie complesse.

Sviluppi metodologici e applicativi di metodi numerici per PDE basati su discretizzazioni con elementi poligonali/poliedrici per contesti applicativi caratterizzati da una elevata complessità geometrica ed elevata eterogeneità, quali il comportamento di flussi nei mezzi poro-fratturati e alcuni problemi della meccanica computazionale.

Sviluppo e implementazione anche su piattaforme di calcolo ad alte prestazioni di metodi numerici avanzati per PDE (elementi finiti-FEM, elementi al contorno-BEM, analisi isogeometrica-ISO), combinati con tecniche di riduzione computazionale (Basi Ridotte, decomposizione ortogonale propria, decomposizione di tipo gerarchico) per problemi di fluidodinamica, applicazioni mediche e di meccanica computazionale. Metodi non conformi per PDE.

Metodi numerici per equazioni iperboliche e cinetiche per leggi di conservazione, problemi di controllo ottimo e problemi con formulazione cinetica.

Metodologie numeriche per equazioni di evoluzione integrali e differenziali con memoria.

Aspetti deterministici e stocastici nell'approssimazione numerica di problemi di evoluzione.

Metodi numerici avanzati per l'algebra lineare: analisi e sviluppo di tecniche per il trattamento numerico di equazioni e funzioni matriciali con struttura.

Metodi numerici per problemi di ottimizzazione globale non lineare e relative applicazioni.

Metodi di ottimizzazione stocastica per problemi di apprendimento automatico a larga scala.

Metodi numerici variazionali per problemi inversi con applicazioni nell'ambito dell'imaging biomedico, astronomico e geofisico; tecniche per l'ottimizzazione non convessa o non differenziabile.

Sezione 2

Algoritmi e tecniche efficienti per l'organizzazione, la gestione e l'analisi di Big Data in vari contesti applicativi: sistemi di estrazione e integrazione di dati

Proprietà combinatorie e rilevamento di pattern in strutture discrete lineari e bidimensionali

Metodi di prova orientati al ragionamento automatico per logiche non classiche.

Programmazione Logica (programmazione a vincoli e Answer Set Programming) per la modellizzazione di proprietà.

Logica computazionale e metodi formali per la verifica automatica del software e la sintesi di sistemi ibridi e discreti.

Analisi e sviluppo di tecniche di crittografia avanzata e di teoria dei giochi per applicazioni nell'ambito di problemi di sicurezza (Online Social Networks).

3.1.4 Attività del Gruppo Nazionale per le Strutture Algebriche, Geometriche e le loro Applicazioni.

L'attività scientifica del Gruppo nel triennio è mirata al coordinamento e alla promozione di ricerche nell'ambito dell'Algebra, della Geometria e della Logica matematica. Al sostegno della ricerca in questi ambiti si accompagnerà una rinnovata attenzione alle interrelazioni con altri settori della matematica e ai risvolti applicativi nei settori scientifici e tecnologici in cui emergono questioni per le quali le competenze presenti nel gruppo svolgono da tempo un ruolo di rilievo. Infine sia dal punto di

vista della ricerca, sia dal punto di vista delle ricadute culturali, sarà sostenuta la ricerca storica e didattica.

Il Gruppo interverrà principalmente attraverso i tre canali:

- il finanziamento di professori visitatori stranieri per condurre attività scientifica in collaborazione con affiliati al Gruppo
- il finanziamento di incontri scientifici di livello internazionale e scuole
- il contributo per condurre attività di ricerca in collaborazione o per periodo di studio di affiliati al Gruppo.

I tre tipi di intervento mirano a consolidare e incentivare le numerose collaborazioni internazionali, europee ed extraeuropee, che, come dimostrato dall'esperienza, sono elemento essenziale dell'attività ricerca nei settori rappresentati nel Gruppo.

Compatibilmente con le risorse a disposizione potrà essere considerata l'opportunità del finanziamento di progetti proposti su temi di particolare rilevanza da piccoli gruppi ricercatori del Gruppo anche in collaborazione con altri. E' auspicabile che tali progetti possano attingere anche ad altri finanziamenti o possano essere promotori di iniziative volte alla ricerca di ulteriori fonti di finanziamento.

Sia per incentivare qualitativamente la ricerca, sia in considerazione della dotazione economica relativamente limitata, il sostegno all'attività scientifica verrà operato in base a criteri di qualità e sarà potenziato il meccanismo della verifica dei risultati ottenuti.

Infine, in tutte le iniziative, si sosterrà con la massima priorità l'attività dei ricercatori più giovani la cui promozione è considerata di interesse strategico per lo sviluppo del settore.

I temi delle ricerche del Gruppo, nella sua articolazione in sezioni, possono essere riassunti come segue.

La **Sezione 1**, Geometria Differenziale, si occuperà prevalentemente del complesso di tematiche cui si è soliti fare riferimento con i termini Geometria e Topologia differenziale. Infatti, metodi di natura geometrico-differenziale e topologica sono stati alla base di importanti progressi nello studio delle varietà di dimensione bassa, nella Geometria Algebrica, nella teoria delle PDE, nella Relatività e nella Fisica delle Alte Energie.

In una più dettagliata descrizione delle ricerche da promuovere, è possibile individuare i seguenti filoni principali: Geometria differenziale globale, Geometria differenziale delle Varietà omogenee, Geometria Riemanniana, Applicazioni armoniche, Topologia di dimensione bassa, Strutture complesse e loro varianti, Strutture speciali, strutture simplettiche, Coomologia quantica e simmetria speculare

Alla **Sezione 2**, Geometria Complessa e Topologica, afferiranno le ricerche che riguardano lo studio sistematico di proprietà delle varietà e degli spazi reali e complessi, con particolare riguardo all'aspetto geometrico-differenziale (varietà riemanniane, hermitiane, kähleriane e, recentemente, non kähleriane, etc...), all'aspetto analitico (varietà e spazi analitici reali e complessi, varietà CR), all'aspetto algebrico-topologico (varietà topologiche) mirando in particolare all'interazione fra le diverse metodologie. Saranno particolarmente incentivate le ricerche in Analisi complessa (con una sezione ipercomplessa) e teoria geometrica delle funzioni, metriche speciali e azioni di gruppo su varietà complesse e CR, Sistemi Dinamici Olomorfi, Geometria differenziale complessa, Topologia algebrica e geometrica, teoria analitica dei numeri.

Nella **Sezione 3**, Geometria algebrica e Algebra commutativa, si svolgeranno prevalentemente le ricerche in algebra commutativa e in geometria algebrica, nella teoria degli anelli commutativi e in algebra computazionale con le relative ricadute applicative. Saranno inoltre condotte ricerche in geometria algebrica classica, in storia delle discipline algebriche e geometriche, Curve algebriche e loro moduli, Superfici Algebriche, Varietà di dimensione superiore, Geometria delle varietà proiettive, varietà di Calabi-Yau, cicli algebrici, anello di Chow, teoria di Hodge, problemi enumerativi e teoria dell'intersezione, Questioni locali e geometria numerativa, Geometria e analisi p-adica. Geometria Algebrica Derivata. Infine anche ricerche su gruppi quantici, algebre di Lie e loro rappresentazioni, Spazi omogenei.

Le ricerche sviluppate dai componenti della **Sezione 4**, Strutture algebriche e geometria combinatoria, si articoleranno nei settori dell'algebra e della combinatoria. I principali temi di ricerca si possono così brevemente descrivere: Geometrie di Galois, geometrie d'incidenza, la teoria dei disegni, la teoria dei grafi e le loro interconnessioni con le iperstrutture algebriche, Spazi lineari e spazi lineari parziali. Combinatoria algebrica. Gruppi e geometrie, Gruppi finiti e algebrici, gruppi infiniti soddisfacenti

condizioni finitarie, Moduli e gruppi abeliani, Teoria delle algebre, in particolare algebre con identità polinomiali.

Le ricerche da svolgersi nella **Sezione 5**, Logica matematica e applicazioni, avranno un duplice obiettivo:

1) Studio delle relazioni tra Logica e Matematica, con particolare enfasi verso le applicazioni della prima alla seconda.

2) Applicazioni della Logica (per lo più non classica) al trattamento dell'informazione, con particolare riguardo a deduzione automatica, estrazione di programmi da prove, teoria dei codici correttori adattivi, apprendimento induttivo e, più in generale, al trattamento dell'informazione incerta. Ci sono anche ricerche recenti nel campo della Computer-Checked Mathematics o Formal Proving.

Particolare importanza sarà data alle applicazioni computazionali e informatiche dell'algebra, della geometria e della logica. In questa sezione collaboreranno infine ricercatori di storia delle matematiche.

3.1.5 Progetti di ricerca.

I progetti di ricerca coordinati e finanziati dai gruppi nazionali, inclusi i progetti giovani del GNFM, riguardano temi di matematica pura ed applicata. In particolare sono previsti nel triennio progetti relativi ai seguenti temi:

- Sviluppo di algoritmi e software per l'imaging medico.
- Problematiche numeriche nel WEB.
- Sviluppo di risolutori di vincoli e loro applicazioni in teoria dei codici e bioinformatica.
- Problemi differenziali: analisi e metodi innovativi.
- Trattamento numerico di equazioni integrali singolari e connessi problemi di approssimazione e algebra lineare.
- Problemi test e codici per equazioni differenziali.
- Problemi inversi in astronomia: modelli, algoritmi, applicazioni.
- Algoritmi e procedure per la simulazione e la modellizzazione del sistema astina-miosina.
- Algoritmi efficienti per problemi strutturati e loro applicazioni.
- ODE con memoria.
- Metodi numerici per problemi evolutivi multiscala.
- Tecniche di quasi-interpolazione per l'approssimazione multivariata.
- Problemi al contorno inversi;
- Onde nonlineari ed applicazioni in fisica matematica e geometria;
- Sistemi "forward backward" di equazioni stocastiche e applicazioni;
- Problemi di evoluzione nonlineari suggeriti dalla fisica e dalla biologia;
- Analisi e geometria negli spazi metrico;
- Principio del massimo e disuguaglianze di Harnack per equazioni ellittiche e sub-ellittiche;
- Interfacce e singolarità in problemi parabolici nonlineari;
- Proprietà geometriche di soluzioni di problemi variazionali;
- Metodi di viscosità per problemi asintotici nelle PDE nonlineari;
- Le equazioni di Eulero delle onde d'acqua e le PDEs Hamiltoniane;
- Equazioni della dinamica dei fluidi comprimibili e fronti di discontinuità;
- Geometria non commutativa e fisica quantistica;
- Proprietà strutturali di fenomeni diffusivi;
- Meccanica statistica complessa: Effetti di memoria nelle reti sociali;
- Modelli matematici per transizioni di fase in materiali Speciali;
- Modelli cinetici per le scienze economiche e sociali;
- Effetti sterici in fluidi nanostrutturati polari;
- Teoria di stringa topologica e sistemi integrabili;
- Dinamica di sistemi complessi, con applicazioni in Biologia ed Economia;
- Aspetti Matematici della Condensazione di Bose-Einstein;

- Sequenze, sorgenti e fonti: sistemi dinamici per le misure di similarità;
- Formazione di strutture coerenti per sistemi di Reazione-diffusione non lineari;
- Controlling band gaps in electroactive composites;
- Energia di filamenti di DNA annodati;
- Classificazione delle onde d'urto e interazione fra onde in fluidi di van der Waals;
- Stable an generic properties in relativity and causality of plane wave spacetimes;
- Operatori di Schrödinger con campi magnetici e geometria delle "farfalle quantistiche";
- Limiti asintotici e approssimazioni tramite sistemi di particelle di equazioni alle derivate parziali;
- Modellazione fisico-matematica di materiali e strutture intelligenti;
- Modelli matematici per il trasporto di cariche in micro e Nano elettronica;
- Equazione di Schroedinger non lineare interagente con difetti sulla retta e su grafi;
- Modelli multiscala per materiali biologici;
- Funzioni di correlazione e interfacce nei vetri di spin Finito dimensionali;
- Esistenza e unicità di soluzioni del problema di contatto dell'elastostatica lineare.

3.1.6 Risorse necessarie

La presenza dei gruppi nazionali di ricerca nell'Istituto Nazionale di Alta Matematica continua a determinare interesse dei docenti e ricercatori di matematica ad aderire ai gruppi nazionali ed ai loro programmi scientifici.

Il bilancio di previsione del 2020 ha assegnato ai Gruppi di ricerca la cifra di 851.000,00 Euro. Si ritiene che, indipendentemente da altri finanziamenti straordinari, il finanziamento annuo dei gruppi debba essere incrementato di almeno 300.000,00 Euro per il 2021, di almeno 350.000,00 Euro per il 2022 e di almeno 400.000,00 Euro per il 2023, per un totale di **3.603.000,00 Euro** nel triennio.

3.2 Periodi Intensivi, Workshop, Incontri Scientifici e Giornate INdAM.

L'Istituto organizza periodi di studio e di ricerca intensivi della durata di due o tre mesi, su uno specifico tema di ricerca con la partecipazione per l'intero periodo di un certo numero di studiosi affermati, italiani e stranieri, specificamente invitati. È anche prevista la partecipazione di altri studiosi che ne fanno richiesta ed è particolarmente incoraggiata la partecipazione dei giovani ricercatori. Durante il periodo di studio sono previsti cicli di conferenze tenute prevalentemente dagli studiosi invitati, ma anche presentazioni di risultati da parte degli altri partecipanti all'iniziativa, seminari e "workshops" di ricerca. Il periodo intensivo di studio e ricerca potrà concludersi con un convegno del quale l'Istituto potrà curare la pubblicazione degli atti.

Questa attività potrà svilupparsi appieno dopo che l'Istituto si sarà dotato di una sede adeguata. Per ora, i periodi intensivi vengono svolti presso una o più sedi universitarie in grado di garantire adeguati spazi e appoggi logistici. La spesa complessiva mensile per questo tipo di attività è di Euro 26.000,00, cui devono essere aggiunte le spese di viaggio. Si prevedono periodi intensivi di ricerca per un totale di 27 mesi nel triennio. Il costo complessivo dell'iniziativa nel triennio è quindi di **702.000,00 Euro**.

L'Istituto ha una lunga tradizione di convegni scientifici, che hanno spesso costituito un punto di riferimento per ricerche attuali di alto livello. Accanto ai convegni l'Istituto organizza, già da vari anni, i cosiddetti "Incontri Scientifici". Si tratta di incontri di carattere più informale rispetto a quello dei convegni e a cui partecipano matematici di estrazione diversa interessati ad uno specifico tema o problema di ricerca, della durata di cinque o sei giorni.

L'Istituto ha stipulato una convenzione, in vigore fino al 31/12/2019, con la Scuola Normale Superiore di Pisa per l'utilizzo, per gli incontri, della Villa Passerini a Cortona che è di proprietà della Scuola Normale. La convenzione è in fase di rinnovo per il successivo triennio nel 2020-2022.

Infine, anche per dare impulso alla attività che si svolgono nella sede dell'istituto, l'INdAM ha recentemente varato un programma di workshops, da tenersi a Roma, cui dovrebbe partecipare un numero assai limitato di studiosi interessati a discutere, in piena libertà ed informalità, temi specifici inerenti alle loro ricerche ed un programma di "Giornata INdAM", durante la si tengono quattro conferenze di tipo generale su argomenti centrali della ricerca matematica corrente. I conferenzieri vengono scelti fra i maggiori esperti nei loro rispettivi campi. Dal 2017 sono anche previste giornate per la presentazione delle attività delle Unità di Ricerca INdAM.

Nel prossimo triennio l'Istituto prevede di organizzare 27 tra incontri e workshops, 3 giornate INdAM e 12 giornate delle Unità di Ricerca INdAM per un costo totale di circa **600.000,00** Euro.

3.3 Gruppi di Ricerca Europei.

L'Istituto intende continuare nel triennio 2021- 2023 la collaborazione con il CNRS francese, con il quale sono state firmate convenzioni per la creazione di alcuni gruppi di ricerca europea (GDRE) relativi a diversi settori della matematica, e per la quale il MIUR ha concesso un finanziamento di 150.000,00 € nell'ambito del programma Progetti Premiali. I gruppi attualmente operativi sono i seguenti: GREFI-CONEDP nel campo del Controllo delle "Equazioni alle Derivate Parziali" e il GDRI Logica Lineare al fine di organizzare scuole tematiche e permettere ai giovani ricercatori di effettuare periodi di ricerca all'estero.

Come naturale evoluzione di questa esperienza, a partire dal 2016 è stata prevista l'attivazione presso l'INdAM di LIA (Laboratoires International Associé), che nel CNRS costituiscono il livello d'impegno immediatamente superiore ai GDRE. Dal 2017 ha iniziato la sua attività il LIA (Laboratoire International Associé) che raccoglie in una unica struttura scientifica interdisciplinare i vecchi Gruppi di Ricerca Europei (GREFI-MEFI, GREFI-GENCO e GREFI-GRIFGA).

Come evoluzione del GREFI-CONEDP nel 2018 è stato firmato l'accordo per LIA dedicato prevalentemente alla ricerca matematica per le applicazioni: l'European Laboratory of Applied Mathematics (ELAM) che prevede collaborazioni tra Italia (INdAM), Francia (CNRS) e Germania (Deutsche Forschungsgemeinschaft e Max-Planck-Institut Gesellschaft). Le attività di questo LIA hanno avuto inizio nel 2019.

Per sostenere l'iniziativa dei Gruppi di Ricerca Europei è prevista nel triennio 2021- 2023 una spesa di **330.000,00** Euro.

3.4 Progetti di Ricerca INdAM.

A partire dal 2005 l'INdAM ha dato inizio ad un programma di progetti riguardanti tematiche ritenute strategiche che contemplino attività di formazione. Si prevede di riprendere questo programma nel triennio 2020-2022, purché le risorse a disposizione permettano un adeguato finanziamento dell'iniziativa. In particolare si intende aprire bandi per progetti di ricerca coordinati da giovani ricercatori che possano servire da base di partenza per la partecipazione a bandi competitivi europei in particolare ai bandi per Starting Grants ERC. Un bando di questo tipo è stato lanciato nel 2017 e, conclusa la valutazione, al momento i progetti approvati stanno per passare alla fase operativa. Ciascun progetto è finanziato per un importo di 35.000,00 euro. La spesa annua prevista per 6 progetti ammonta ad Euro 210.000,00.

Per continuare e incrementare la portata del programma sia aumentando l'importo sia il numero di progetti finanziati, l'Istituto intende reperire risorse aggiuntive con un costo complessivo nel triennio 2021- 2023 di queste iniziative stimato in **750.000,00 Euro**.

4. L'INdAM e l'ambito internazionale.

La ricerca matematica è per sua natura internazionale, e pertanto nel caso di questa disciplina è improprio parlare di internazionalizzazione. L'INdAM svolge il suo ruolo istituzionale nell'ambito internazionale, e tutte le sue attività di formazione e di ricerca hanno un naturale respiro internazionale.

a) International Mathematical Union (IMU).

L'IMU è l'organizzazione scientifica internazionale non governativa e non-profit che si occupa di promuovere la cooperazione internazionale nella matematica. È membro dell'International Council for Science (ICSU). Si occupa anche dell'organizzazione del Congresso Internazionale dei Matematici (ICM) che ha luogo ogni quattro anni, nel corso del quale vengono assegnate le quattro Medaglie Fields, che rappresentano il massimo riconoscimento nella matematica.

È presieduta ad Ingrid Daubechies ed ha sede a Berlino in Germania.

L'INdAM è "adhering organization" dell'IMU ed è succeduta in tale ruolo al CNR.

Questo ruolo è molto importante perché l'Italia è tra i pochi paesi nella classe A dell'IMU, assieme a Canada, Cina, Francia, Germania, Giappone, Israele, Regno Unito, Russia e USA. Questo significa in pratica che l'Italia ha il privilegio di inviare il numero massimo di delegati, cioè cinque, all'Assemblea

Generale IMU, in cui vengono prese tutte le decisioni cruciali atte a contribuire allo sviluppo delle scienze matematiche su scala mondiale.

Una delle iniziative più importanti lanciate in occasione dell'ultima assemblea tenutasi a Bangalore in India nell'agosto del 2010, alla quale l'INDAM ha provveduto ad inviare i suoi rappresentanti, è stata di promuovere il progetto "Mathematics of Planet Earth 2013". Si tratta di una iniziativa promossa da società scientifiche, università, istituti di ricerca e fondazioni di tutto il mondo con la quale si è dedicato il 2013 al ruolo centrale che le scienze matematiche rivestono nello sforzo scientifico per comprendere e trattare le grandi sfide che deve affrontare il nostro pianeta.

L'INDAM ha partecipato all'iniziativa, organizzando e finanziando il Workshop "Mathematical Models and Methods for Planet Earth" che si è tenuto il 27-28-29 Maggio 2013 a Roma, organizzato da Alessandra Celletti, Elisabetta Strickland, Tommaso Ruggeri e Ugo Locatelli.

b) *European Mathematical Society (EMS).*

L'European Mathematical Society rappresenta i matematici europei e promuove lo sviluppo di tutti gli aspetti della matematica europea, in particolare la ricerca matematica, le relazioni della matematica con la società e con le varie istituzioni europee, la didattica matematica. È presieduta da Pavel Exner ed ha sede a Helsinki in Finlandia.

c) *European Research Centres on Mathematics (ERCOM).*

L'ERCOM è una Commissione organizzata dall'EMS costituita dai Direttori di 26 Centri di Ricerca Matematica Europei. Attualmente l'ERCOM è presieduta da Ari Laptev ed ha sede presso il Mittag Leffler Institute (Svezia). L'INDAM, da che fa parte dell'ERCOM, ha puntualmente inviato un suo rappresentante alle riunioni. Nel 2014 l'INDAM è stato scelto come sede per ospitare la riunione annuale ERCOM.

L'Istituto, inoltre, partecipa all'assemblea dei Mathematics Research Representatives, attualmente sotto la Presidenza di Petra De Bont, che si riunisce annualmente per discutere sulle iniziative atte a migliorare le iniziative per la promozione della ricerca in matematica.

d) *Institut National des sciences mathématiques et de leurs interactions (INSMI-CNRS).*

La convenzione esistente con il CNRS francese per la creazione dei GDRE (gruppi di ricerca europei) che ha portato alla creazione di cinque gruppi di ricerca internazionali INDAM-CNRS, denominati GREFI-MEFI, GREFI-GENCO, GREFI-GRIFCA, GREFI-CONEDP e Logica Lineare e ad un LIA, ha reso estremamente saldi i rapporti di collaborazione scientifica tra l'INDAM e il CNRS. Il MIUR ha recentemente riconosciuto il ruolo di spicco dell'INDAM nei rapporti di collaborazione italo-francesi nei finanziamenti premiali di specifici programmi e progetti proposti dagli Enti di Ricerca.

e) *OCSE.*

Dal 2008 l'INDAM è l'Istituto di riferimento per l'Italia del Global Science Forum dell'OCSE per le azioni "Matematica e Industria", in particolare l'INDAM indica i rappresentanti italiani per ciascuna di queste azioni.

f) *NNSFC, National Natural Science Foundation of China.*

È attiva una collaborazione italo-cinese nell'ambito del Memorandum Of Understanding operante dal 2000 tra le due istituzioni. La collaborazione si svolge attraverso l'organizzazione di una "China-Italy Joint Conference on Computational and Applied Mathematics", la visita di giovani ricercatori della Repubblica Popolare Cinese e l'organizzazione di Workshops da tenersi alternativamente nei due paesi.

g) *Mathematical Sciences Research Institute di Berkeley (MSRI).*

L'MSRI è uno dei più importanti Istituti di Ricerca matematici del mondo. Ai suoi programmi di Scuole e correlati periodi intensivi di ricerca di altissimo livello partecipano, a seguito di una dura selezione, circa 2.000 matematici all'anno.

L'INDAM ha aderito al programma di Academic Sponsorship dell'MSRI di Berkeley: Il Mathematical Sciences Research Institute di Berkeley (MSRI) prevede dalla sua istituzione un programma di collaborazioni con altre istituzioni universitarie e scientifiche americane e internazionali. In cambio di una quota di adesione fissata per il 2011 in 4.120,00 dollari, queste possono diventare Academic Sponsor dell'MSRI. Lo status di Academic Sponsor apre la possibilità di una serie collaborazioni con l'MSRI.

Oltre ad altre forme di collaborazione (si veda per dettagli la pagina web http://www.msri.org/sponaff/Academic_Benefits), gli Academic Sponsor hanno diritto in particolare a:

- partecipazione alla governance dell'MSRI: ogni Academic Sponsor ha un rappresentante nel Committee of Academic Sponsors che monitora l'attività dell'MSRI e dà pareri su iniziative e progetti futuri dell'istituto;

- ogni Academic Sponsor acquisisce il diritto ogni anno a far partecipare 2-3 studenti di dottorato ai Summer Graduate Programs dell'MSRI per i quali l'MSRI copre le spese di viaggio fino a \$ 700,00 e le spese di soggiorno locali degli studenti.

Il MIUR ha recentemente riconosciuto il ruolo di spicco dell'INdAM nei rapporti di collaborazione con l'MSRI nei finanziamenti premiali di specifici programmi e progetti proposti dagli Enti di Ricerca.

j) Memorandum of Understanding INdAM-MSI.

L'INdAM ha siglato, nel corso del 2014, una convenzione con il Mathematical Sciences Institute (MSI) di Canberra (Australia) al fine di promuovere lo sviluppo ed il rafforzamento della cooperazione nell'ambito dell'educazione e della ricerca matematica nell'ambito dell'Accordo di cooperazione nel campo della ricerca e dello sviluppo industriale, scientifico e tecnologico tra il governo italiano e quello australiano.

k) Memorandum of Understanding INdAM-IMU.

L'INdAM ha siglato, ad inizio del 2015, una convenzione con l'Israel Mathematical Union (IMU) per promuovere lo sviluppo ed il rafforzamento della cooperazione nell'ambito dell'educazione e della ricerca matematica nell'ambito dell'Accordo di cooperazione nel campo della ricerca e dello sviluppo industriale, scientifico e tecnologico tra il governo italiano e quello di Israele.

Nell'ambito di questa collaborazione si è svolta a Tel Aviv nel maggio 2017 la "First Joint Conference in Analysis IMU-INdAM" grazie a un finanziamento del MAECI. Nell'ambito di questa collaborazione si svolgerà a Napoli "The Second joint IMU-INdAM Conference in Analysis" dal 16 al 20 settembre 2019.

l) Agreement INdAM-ICTP.

L'INdAM ha siglato, nel corso del 2014, una convenzione con l'International Centre for Theoretical Physics (ICTP) allo scopo di promuovere e favorire la collaborazione scientifica tra i membri dell'INdAM ed i matematici provenienti da paesi in via di sviluppo. Nell'ambito di questa collaborazione dal 2017 è stato varato un programma di Research in Pairs per la promozione di ricerche congiunte.

L'Istituto intende continuare nel triennio 2021- 2023 la collaborazione con la National Natural Science Foundation of China, nell'ambito della quale si prevede l'organizzazione annuale di un convegno, da tenersi alternativamente nei due paesi, e la vista di giovani ricercatori.

Inoltre, la quota di membership annuale quale rappresentante dell'Italia nella International Mathematical Union è di circa 17.160,00 euro, per un totale di 51.480,00 nel triennio.

La quota come Academic Sponsorship del Mathematical Sciences Research Institute di Berkeley (MSRI) è di circa 4.200,00 euro per anno, per un totale nel triennio di 12.500 euro.

La quota di adesione all'European Mathematical Society è di 450,00 € per un totale nel triennio di 1.350,00 €.

Per il complesso delle attività relative a queste collaborazioni internazionali si prevede di impiegare nel triennio un ammontare di **120.000,00 €**.

Inoltre una parte importante dell'attività istituzionale dell'INdAM è indirizzata all'internazionalizzazione attraverso i seguenti programmi:

- Professori Visitatori presso i Corsi di Dottorato di università Italiane;
- Professori Visitatori dei Gruppi Nazionali di Ricerca;
- Programma di partecipazione degli aderenti ai Gruppi Nazionali a manifestazioni scientifiche internazionali;
- Progetti Europei "INdAM-COFUND2012", "INdAM-DP-COFUND-2015"
- Organizzazione di eventi scientifici come Incontri, Workshop, Periodi Intensivi e Giornate INdAM;
- Collana scientifica INdAM-Springer
- Campionato Matematico della Gioventù Mediterranea

Per ognuna di queste attività si rinvia ai capitoli in cui vengono trattati in modo più approfondito per l'ammontare di spesa previsto nel triennio 2021- 2023.

5 Iniziative Strategiche

Nel perseguire i propri obiettivi concernenti l'innovazione e il trasferimento tecnologico, l'INdAM ha ben presente il ruolo che è chiamato a svolgere nei diversi ambiti strategici per il sistema paese.

In attesa della definizione del nuovo PNR, nel triennio 2020-2022, alla luce delle esperienze pregresse, l'Istituto è già pronto ad impegnarsi su alcune tematiche per le quali è particolarmente in grado offrire contributi di rilievo.

5.1 Matematica e ICT: Intelligenza artificiale e Cybersecurity

Negli ultimi anni l'Intelligenza Artificiale (AI) e la Cybersecurity sono tra i più importanti settori strategici della Information e Communication Technology (ICT) e hanno avuto, in modo strettamente correlato, una straordinaria crescita con caratteristiche tipiche delle rivoluzioni scientifico-industriali. I recenti sviluppi dell'AI sono in larga parte collegati all'utilizzo del machine learning mediante tecniche basate su reti neurali artificiali profonde (deep learning) che hanno permesso di raggiungere risultati importanti ad esempio nel riconoscimento delle immagini e del linguaggio naturale. Il ruolo della matematica è fondamentale per la piena comprensione teorica di queste tecniche che include una capacità predittiva del loro funzionamento e della loro efficienza. Un numero crescente di matematici affiliati a Gruppi Nazionali INdAM di tutte le aree culturali è già attivo in diversi ambiti di questo tipo di ricerca. L'INdAM si propone un'azione specifica in questo ambito sia per quanto riguarda il sostegno della ricerca sia dal punto di vista dell'alta formazione al fine di creare nuove figure di ricercatori con un profilo adeguato alle caratteristiche multidisciplinari richieste dalle tematiche connesse all'AI. Considerando il crescente ruolo della ricerca matematica nel settore, l'INdAM intende porre la stessa attenzione alle questioni teoriche poste dalla Cybersecurity. L'adozione su larga scala di soluzioni digitali intelligenti accompagnata dalla necessità della protezione dagli attacchi informatici in ambiti essenziali quali la sanità, l'energia, i trasporti, rende questa tematica cruciale per uno sviluppo in tutti gli ambiti economici e sociali compatibile con la sicurezza e il benessere dei cittadini. Le questioni teoriche poste dalla Cybersecurity sono un campo nel quale è richiesto un crescente contributo della Matematica a tutti i livelli.

Nel triennio 2021-2023 l'INdAM intende contribuire alla strategia nazionale in questi ambiti con specifici programmi di finanziamento della ricerca e con un impegno per la formazione di ricercatori anche attraverso la costituzione di programmi dottorali specificatamente dedicati in particolare nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale. A tal fine, l'Istituto prevede la necessità nel triennio di un investimento di **600.000,00 Euro** che, considerato che in larga parte sono destinate a nuove iniziative, dovrebbero essere coperte da finanziamenti aggiuntivi, anche di carattere straordinario.

5.2 Progetti Bandiera.

Il Piano Nazionale della Ricerca PNR 2011-2013 ha previsto lo svolgimento di progetti di importanza strategica nazionale, i cosiddetti "progetti bandiera". Questo tipo di progetti continuano a ricevere attenzione e finanziamenti nel FOE.

In alcuni di questi progetti l'Istituto è in grado di fornire, grazie alle competenze degli aderenti ai Gruppi Nazionali di Ricerca, supporto in termini di competenze e risorse a tutte le priorità individuate.

In particolare afferenti al Gruppo Nazionale di Fisica Matematica (GNFM) dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica e al Gruppo Nazionale per il Calcolo Scientifico (GNCS) per le competenze necessarie per contribuire alle ricerche e per le collaborazioni per le simulazioni numeriche hanno avuto un ruolo di collaborazione nei progetti:

- a) **Progetto Bandiera Astri - Astrofisica con specchi a tecnologia replicante italiana.**
- b) **Progetto Bandiera IGNITOR.**

Le competenze di primo piano nell'ambito dei 4 Gruppi di Ricerca dell'INdAM possono portare contributi significativi a progetti con questo tipo di caratteristiche multidisciplinari.

Per queste attività, prevedendo lo sbocco dei fondi già assegnati in anni precedenti e non resi disponibili, si prevede di impiegare nel triennio 2021-2023 un ammontare di **200.000,00 Euro**.

6 Progetti premiali INdAM.

A. PROGETTO SCUOLE DI ECCELLENZA E PERIODI INTENSIVI DI RICERCA INdAM-MSRI DI BERKELEY.

Per il presente Progetto Premiale l'Istituto ha ottenuto un finanziamento dal MIUR di 177.000,00 €. Nel 2013 è stata organizzata la prima Scuola di eccellenza "Mathematical General Relativity" che ha avuto luogo in Cortona (AR) nel periodo 29/7-9/8/2013. Nel luglio 2017 è svolto a Cortona la Summer Graduate School "Nonlinear dispersive PDE, quantum many particle systems and the world between" organizzata congiuntamente dall'INdAM e dall'MSRI con la collaborazione della SMI (Scuola Matematica Interuniversitaria) e del GSSI (Gran Sasso Science Institute). Nel 2019 è stata organizzata a Cortona la "Summer Graduate School - h-Principle" organizzata congiuntamente dall'INdAM e dall'MSRI con la collaborazione della SMI (Scuola Matematica Interuniversitaria).

Per questo progetto si prevede un costo complessivo nel triennio pari a **210.000,00 Euro**.

B. PROGETTO COOPERAZIONE SCIENTIFICA BILATERALE INdAM-CNRS

Per il presente Progetto Premiale, che l'INdAM ritiene di importanza strategica, l'Istituto ha ottenuto ripetutamente finanziamenti da parte del MIUR sulla quota di premialità del FOE.

In particolare a valere sulla quota premiale 2015, l'Istituto ha ricevuto un finanziamento di circa 230.000,00 Euro. Queste risorse verranno utilizzate per il finanziamento dei Gruppi di Ricerca Europei.

C. PROGETTO MATHTECH "La Matematica per la società e l'innovazione tecnologica"

L'Istituto, inoltre, ha presentato a seguito dell'emanazione di un nuovo bando per Progetti Premiali a valere sui fondi del 7% del FOE 2012 un nuovo Progetto congiuntamente al CNR. Il presente Progetto premiale ha ottenuto un finanziamento di 476.596,00 €. Il contributo totale dell'Istituto al programma, già finanziato, è di euro 238.000,00 tutti già impegnati nel corso degli esercizi 2016, 2017, 2018.

Il progetto è basato sull'utilizzo di metodi matematici in alcuni degli ambiti di intervento prioritari per il paese e inseriti nel programma Horizon 2020. Puntando sulla grande trasversalità e universalità dell'approccio matematico e quantitativo, il progetto intende promuovere la massima interazione tra le discipline matematiche rappresentate nel CNR, e le esigenze di ricerca tecnologiche e sociali dell'industria e della società, al fine di compiere progressi decisivi nel percorso di innovazione tecnologica del Paese. Di particolare interesse saranno le tematiche relative a salute, trasporti intelligenti, azioni per il clima e fabbrica del futuro. Per tutti questi settori la matematica avrà un ruolo unificante nella risoluzione di problemi complessi, permettendo l'utilizzo delle stesse metodologie in settori diversi, allo scopo di fornire soluzioni innovative al processo di ottimizzazione delle attività. Inoltre, questo progetto favorirà la collaborazione tra il CNR e i matematici operanti in tutta la rete universitaria italiana e associati nell'INdAM, contribuendo a stimolare l'interesse di molti studiosi verso tematiche più direttamente applicative.

Per il proseguimento di questo progetto si prevede nel triennio 2021-2023 un costo complessivo pari a **200.000,00 Euro**.

D. PROGETTO SUNRISE - SPLINES FOR ACCURATE NUMERICS: ADAPTIVE MODELS FOR SIMULATION ENVIRONMENTS

Questo progetto, che fra i suoi scopi specifici vede lo sviluppo di metodologie da mettere a disposizione per applicazioni scientifiche e tecnologiche anche in vista di collaborazioni pubblico-privato, si concentrerà sull'identificazione, la costruzione e la validazione di modelli spline innovativi in grado di fornire metodi efficaci e adattivi per diverse aree di simulazione. In primo luogo, per l'analisi isogeometrica, un paradigma di recente costituzione per la simulazione numerica che combina ed estende l'analisi ad elementi finiti con strumenti CAD. In secondo luogo, per sistemi di navigazione senza collisioni. L'analisi dei fondamenti matematici dei metodi adattivi isogeometrici e la progettazione di strategie di controllo ottimali sono alcune delle questioni più difficili che devono ancora essere affrontate per sfruttare appieno il potenziale innovativo delle tecnologie basate su spline. Per questo progetto è stato erogato un finanziamento di 380.000,00 Euro e si prevede un rifinanziamento nel triennio 2021-2023 di **400.000,00 Euro**

E. PROGETTO S.I.E.S. - STRATEGIC INITIATIVES FOR THE ENVIRONMENT AND SECURITY

Il progetto, presentato come capofila dall'INdAM in collaborazione con INGV, ha per obiettivo quello di risolvere un cluster di problematiche legate ai rischi per l'ambiente e la sicurezza, producendo strumenti di simulazione basati su modelli e metodi matematici innovativi. L'iniziativa si basa su infrastrutture esistenti, già finanziate con altri strumenti normativi (PON, POR, FESR etc.) legate a problematiche non direttamente risolvibili con le competenze analitico- numeriche presenti all'INGV. Per il progetto, che prevede una ripartizione del finanziamento per il 75% all'INdAM e per il 25% all'INGV, è stato concesso un finanziamento di 1.320.000,00 Euro.

Per il rifinanziamento di questo progetto si prevede nel triennio 2021-2023 un costo complessivo dell'INdAM di **1.000.000,00 Euro**.

F. PROGETTO OTTICA ADATTIVA - MADE IN ITALY PER I GRANDI TELESCOPI DEL FUTURO

Il progetto, presentato come capofila dall'INAF vede l'INdAM come partner per lo sviluppo dei modelli matematici e delle simulazioni numeriche. Per questo progetto è stato erogato un finanziamento totale di 1.319.856,00 Euro, di cui a carico dell'INdAM euro 100.000,00.

Per il proseguimento di questo progetto si prevede nel triennio 2021-2023 un costo complessivo pari a **100.000,00 Euro**.

G. PROGETTI PREVISTI

Nel triennio 2021-2023 è programmata l'esecuzione dei progetti per i quali è stato ottenuto un finanziamento nell'ambito del Fondo di Premialità del FOE 2015:

- Progetto EuLaMS

Il progetto EuLaMS si propone di estendere e rafforzare diverse collaborazioni internazionali già avviate tra Italia, Francia e Germania nei domini della Matematica Pura e Applicata. Lo scopo è di favorire lo sviluppo di una rete di ricercatori di eccellenza, con particolare attenzione alla formazione scientifica delle nuove generazioni: studenti di dottorato e ricercatori nella prima fase della loro carriera. Il progetto si svilupperà attorno a due linee di azione principali, basate in parte su accordi già esistenti tra l'INdAM e diversi partner internazionali:

Linea di azione 1: European Laboratory of Applied Mathematics (ELAM), focalizzato su collaborazioni tra Italia, Francia e Germania (partner coinvolti: INdAM, CNRS, DFG, MPI-L, MPI-M)

Linea di azione 2: European Laboratory Hypatie (ELH), focalizzato su collaborazioni Italo-Francesi (partner coinvolti: INdAM, CNRS, Université de Marseille I2M).

Obiettivo principale del progetto è di sviluppare una serie di sinergie nella ricerca in matematica tra l'Italia e diversi partner europei, in linea con gli obiettivi del piano Excellent Science Horizon 2020. Il punto di partenza attorno a cui si svilupperà il progetto proposto è fornito dalla rete di collaborazioni scientifiche che, storicamente, connettono diverse unità di ricerca in Italia, Francia e Germania. Tali collaborazioni coprono tutti i domini della Matematica Pura ed Applicata, e in particolare:

- la Geometria Algebrica
- l'Analisi
- la Geometria Differenziale Complessa
- la Teoria Ergodica e dei Sistemi Dinamici
- la Logica
- la Fisica Matematica e la Meccanica Statistica
- la Geometria Non Commutativa
- la Teoria dei Numeri
- la Teoria della Probabilità e i Sistemi di Particelle Interagenti
- la Teoria del Controllo e l'Ottimizzazione
- il Calcolo delle Variazioni
- le Equazioni alle Derivate Parziali
- il Calcolo Scientifico

Negli scorsi 20 anni, moltissime collaborazioni su questi argomenti sono stati sostenuti, principalmente grazie all'impegno congiunto dell'INdAM con la sua naturale controparte francese, il CNRS, nella forma dei cosiddetti GDRE (Groupements de Recherche Européens), che sono strutture

di supporto alla ricerca e all'educazione di eccellenza sponsorizzati dal CNRS e da altre istituzioni Europee di Interesse Scientifico Speciale. Dell'attività di questi gruppi si parla diffusamente in altre sezioni del PTA.

Con questo Progetto si rafforzeranno tali collaborazioni, estendendo tale tipo di accordi ad altri paesi, in particolare la Germania, ed estendendo gli argomenti di collaborazione, in particolare la Matematica Applicata e il Calcolo Scientifico. Da un punto di vista operativo si finanzieranno contratti di ricerca a medio termine per giovani ricercatori, che ad oggi non sono tra le voci di finanziamento attive negli accordi esistenti. Tali operazioni favoriranno il trasferimento di competenze tra la comunità matematica italiana e una serie di partner europei. Si organizzeranno eventi specifici per l'educazione di eccellenza di studenti di dottorato e giovani ricercatori e si favorirà la mobilità dei giovani ricercatori, grazie a finanziamenti ad hoc per gli scambi e le visite scientifiche.

L'accordo tra INdAM e CNRS sullo European Laboratory Hypatie è stato già approvato dai due partner coinvolti e il Laboratorio è operativo dall'1 Gennaio 2018. Gli accordi tra INdAM, CNRS, DFG sono in uno stato avanzato di preparazione e ci aspettiamo che lo European Laboratory of Applied Mathematics (ELAM) venga approvato e inizi le sue attività nel corso dell'anno 2018.

Ci aspettiamo che l'operatività dei due Laboratori favorisca le possibilità di avere accesso a ulteriori fonti competitive di finanziamento a livello Europeo, nell'ambito, tra gli altri, di Horizon 2020.

Il Progetto EuLaMS è del tutto in linea con gli obiettivi del Programma Internazionalizzazione del PNR 2015-2020 (§2.1):

1. Allineare la programmazione nazionale in R&S a quella europea;
- 2.Cogliere tutte le opportunità per la R&S italiana che si presentano nel contesto globale ed europeo, in particolare nel Programma quadro Horizon 2020;
3. Inserire in maniera strutturale l'Italia nel sistema della cooperazione internazionale nel settore della ricerca, utilizzando appieno la nostra capacità di science diplomacy.

Per questo progetto si prevede una spesa per l'INdAM di **230.000,00 Euro** in 3 anni.

- **Progetto “High Energy Rapid Modular Ensemble of Satellites” (HERMES)** in collaborazione con l’Agenzia Spaziale Italiana (ASI) che lo coordina.

In vista della creazione di un osservatorio per studiare fenomeni astrofisici nella banda delle alte energie, intensi, di breve durata non ripetitivi quali Gamma-Ray Bursts o le possibili controparti elettromagnetiche di onde gravitazionali, in questo progetto viene proposta una missione basata su piccoli satelliti, che sia il precursore tecnologico e dimostrativa del principio su cui si basa l’investigazione scientifica attesa.

Per questo progetto, per il quale l'ASI è capofila e l'INdAM è partner, si prevede una spesa per l'INdAM di **150.000,00 Euro** in 3 anni.

7 Matematica Applicata e Trasferimento Tecnologico

L'INdAM ha sempre mostrato un particolare interesse verso problematiche di Matematica applicata ed industriale e verso tematiche concernenti il trasferimento tecnologico. L'intervento dell'INdAM in tali settori risulta avere aspetti peculiari rispetto a quello verso la Matematica pura. Infatti, la mancanza di uno specifico SSD determina il pericolo di frammentazione dei ricercatori coinvolti in queste linee di ricerca, mentre l’Istituto ha la possibilità di fornire un punto di aggregazione interdisciplinare per sviluppare ricerche di rilevante complessità, o per proporre tali ricerche in ambito di progetti nazionali o comunitari.

I principali strumenti attraverso i quali si esplica l’azione dell’INdAM a sostegno delle attività di ricerca in Matematica Applicata sono di seguito elencati:

- Due Gruppi Nazionali di Ricerca Matematica, il GNFM e il GNCS, sono prevalentemente focalizzati sullo studio di molteplici problematiche applicative, rispettivamente nell’ambito della modellistica matematica e in quello della matematica computazionale; tali ambiti si sintetizzano ad esempio nello sviluppo di strumenti per la simulazione virtuale di fenomeni naturali e di rilevanza tecnologica o sociale.
- Due Gruppi di Ricerca Europei, GDRE-GREFI-MEFI e GDRE-CONEDP, sono impegnati in diverse attività di ricerca aventi una significativa rilevanza applicativa. Ad esempio, una delle linee

di indagine riguarda la modellizzazione e il conseguente controllo del traffico veicolare in una metropoli in condizioni di criticità.

- Le attività relative a Incontri scientifici, Workshops e Periodi intensivi promossi dall'INdAM comprendono annualmente tematiche di natura applicativa, che coinvolgono sia matematici di diversa estrazione, sia non-matematici, quali ad esempio fisici, ingegneri, economisti etc., interessati ai risultati della ricerca matematica. In particolare, nell'anno 2010 si è svolta a Cortona la Scuola Summer School "Optimal Control of PDEs" e più recentemente un workshop su "Numerical Solution of Stochastic Partial Differential Equations" tenutosi nell'ambito del Trimestre Intensivo INdAM "Metodi numerici innovativi per equazioni a derivate parziali" presso il Politecnico di Torino, che ha visto accanto ai matematici una folta partecipazione di ingegneri di diverse aree, interessati a conoscere le nuove frontiere della Quantificazione dell'Incertezza (UQ) mediante efficaci strumenti computazionali suggeriti e sostenuti da un rigoroso studio matematico dei problemi.
- L'INdAM cofinanzia le attività del C.I.M.E (Centro Internazionale Matematico Estivo), prestigiosa struttura che da oltre 50 anni organizza annualmente tre-quattro scuole estive internazionali di alto livello, tra le quali almeno una o due sono dedicate a tematiche avanzate di Matematica applicata. Tali scuole attirano studiosi ed esperti da diversi paesi.
- L'accordo tra INdAM e S.I.M.A.I. (Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale) prevede l'assegnazione di premi a neo-dottori di ricerca per le migliori tesi di dottorato in Matematica applicata.
- Incentivando i corsi di perfezionamento della matematica nelle applicazioni industriali con particolare attenzione a quei corsi che prevedono insegnamenti integrati di ricercatori matematici e tecnici dell'industria. L'Istituto è intervenuto attraverso l'organizzazione ed il finanziamento di una "Scuola per le Applicazioni della Matematica all'Industria" che ha già concluso dieci anni di attività nel dicembre 2008.
- Promuovendo e sollecitando progetti strategici dell'Istituto finalizzati al trasferimento tecnologico, ovvero progetti strategici che si configurino come primo passo nella partecipazione a reti europee. In questa direzione l'Istituto si è mosso con il lancio dei Progetti INdAM (vedi punto 2.5).
- A livello infrastrutturale, l'INdAM sostiene la gestione e manutenzione della piattaforma web denominata "IVP TestSet" installata presso l'Unità di Ricerca INdAM di Bari. Tale piattaforma offre la possibilità di risolvere numericamente problemi ai valori iniziali per sistemi retti da equazioni differenziali ordinarie di vario tipo, e di testare nuovi algoritmi e codici mediante un insieme certificato di benchmark comparativi.

Tutte le attività sopra elencate saranno portate avanti anche nel corso del triennio 2021-2023, talvolta articolandosi in forme innovative.

Tuttavia sembra essere non sufficiente l'impatto di queste ricerche applicate o applicabili nel mondo produttivo e nell'amministrazione. Tale lacuna è presumibilmente attribuibile nella scarsità di strutture di raccordo tra il mondo della ricerca matematica e il mondo della produzione e dei servizi, strutture cioè in grado di avere un quadro chiaro delle competenze scientifiche disponibili e insieme capaci di captare le esigenze del mondo produttivo e di quello dei servizi sia pubblici che privati.

A tal fine, vista la possibilità conferita dal nuovo Statuto, l'INdAM si propone di promuovere uno spin-off, finalizzato all'utilizzazione produttiva dei risultati della ricerca matematica, partecipando ad esso come socio e rendendo disponibili alcuni servizi (spazi e strutture, sostegno per la formazione imprenditoriale attraverso cicli di seminari, workshop mirati, incontri con imprenditori e potenziali finanziatori) per facilitarne l'avvio e il primo sviluppo.

Una cura e un impegno particolare saranno impiegati per coinvolgere giovani matematici di talento.

Le attività previste saranno principalmente:

- consulenza matematica relativa ad attività produttive ad enti pubblici e privati che elargiscono servizi (banche, ospedali, amministrazioni pubbliche);
- competenze (spesso non riscontrabili in un unico dipartimento universitario) per la partecipazione a progetti europei su temi non prettamente matematici;
- elaborazione di modelli e relativi eventuali algoritmi da proporre come base di innovazione;
- elaborazione di contenuti per la formazione matematica (anche in e-learning e interattivi), a cominciare da quella continua per insegnanti e personale pubblico;

- ottimizzazione di procedure informatiche;
- progettazione e sviluppo di software scientifico;
- metodi formali per la progettazione e lo sviluppo di software ad alta affidabilità, certificato mediante sistemi di dimostrazione automatica;
- supporto per la progettazione e lo sviluppo di sistemi informatici basati su piattaforme open source;
- promozione e creazione di metodi computazionali adattati alla risoluzione dei problemi dell'industria e dei servizi;
- progettazione e sviluppo di framework avanzati per la modellazione e la gestione di flussi documentali.

Per queste attività si prevede di impiegare:

- per la Scuola per le Applicazioni della Matematica all'Industria: Spese per compenso ai docenti e per funzionamento della Scuola 50.000,00 € per anno; Spese per borse di studio 100.000,00 € per anno; Spese per organizzazione di un "International Conference on Industrial and Applied Mathematics" 50.000,00 € nel triennio.
- per spin-off nel bilancio degli anni 2021-2023 per un importo totale a carico dell'INdAM di 400.000,00 €.

Per tutte le attività scientifiche sopra elencate, si prevede di impiegare nel triennio una spesa di **900.000,00** euro.

8 Nuova sede.

In riferimento a quanto indicato nella Parte Seconda paragrafo 5, relativamente alla possibilità che l'Istituto si trasferisca in una sede adeguata a quelli che sono i programmi indicati nel presente Piano Triennale, ed in particolare presso locali di proprietà più ampi e funzionali, si rappresenta l'esigenza di poter ottenere un finanziamento in conto capitale di **3.500.000,00 euro** per l'acquisizione di una sede in grado di soddisfare le esigenze di sviluppo delle attività dell'Ente. Inoltre, si richiede un contributo di circa 100.000,00 euro annui per far fronte alle maggiori spese di gestione dei nuovi locali.

9 Terza Missione.

Come già illustrato, le attività riguardanti la Terza Missione dell'Istituto, in particolare quelle riguardanti il trasferimento delle conoscenze matematiche alle applicazioni tecnologiche e all'innovazione, la promozione e l'incentivo all'avviamento alla ricerca dei giovani matematici con largo anticipo rispetto alla formazione dottorale sono ben integrate con le iniziative specifiche che caratterizzano la missione generale dell'Ente e quindi progetti e relative necessità di finanziamento sono già descritte in altre sezioni del documento. Per quanto riguarda le azioni dirette e in partenariato per promuovere la disseminazione delle scienze matematiche, la divulgazione e la valorizzazione del patrimonio matematico, nel triennio 2021-2023 l'INdAM intende progettare iniziative specifiche per le quali prevede una spesa di **60.000,00 Euro**.

PARTE QUARTA

1. Interazione con il Sistema Universitario e con gli altri Enti di Ricerca.

L'interazione dell'INdAM con il sistema universitario e in generale con il sistema della ricerca italiana è connesso alla natura giuridica e statutaria di Ente Nazionale per la matematica, e si realizza sia a livello statutario che a livello operativo.

A livello statutario, la comunità scientifica di riferimento dell'Istituto è composta dai docenti, ricercatori universitari, ricercatori di Enti pubblici e privati, di materie matematiche, appartenenti alle Unità di Ricerca dell'Istituto. Essi (sulla base di regole di elettorato attivo e passivo dettate dallo statuto e dai regolamenti) partecipano alla governance dell'Istituto mediante:

- la consultazione elettorale per l'indicazione del Presidente;
- l'elezione di un membro del Consiglio di Amministrazione;
- l'elezione dei membri del Consiglio Scientifico;
- l'elezione dei Consiglieri scientifici dei Gruppi Nazionali di Ricerca.

A livello scientifico l'interazione si realizza attraverso:

- l'affiliazione dei ricercatori delle Università e degli Enti di Ricerca pubblici e privati, nonché di borsisti, assegnisti e dottorandi italiani, all'Istituto attraverso l'adesione ai 4 Gruppi Nazionali di Ricerca;
- la istituzione, tramite Convenzioni, di Unità di Ricerca dell'INdAM presso i Dipartimenti matematici delle Università e presso Istituti degli Enti di Ricerca.

Unità di Ricerca INdAM

Nell'ambito di ciascuna Unità di Ricerca, INdAM e Università (o Ente di Ricerca) si impegnano a collaborare al fine di:

- promuovere sul piano nazionale, internazionale e comunitario la formazione ed il perfezionamento di ricercatori di matematica, anche allo scopo di integrare le potenzialità formative esistenti nell'Università;
- fare in modo che la ricerca matematica dell'Università si mantenga sempre in stretto contatto con quella internazionale, in particolare promuovendo e partecipando ad iniziative e programmi di collaborazione nell'ambito della Comunità Europea.

Le collaborazioni concernono attività didattiche e attività scientifiche.

Nelle Unità di Ricerca dell'Istituto sono predisposti corsi e seminari a livello avanzato, aperti non solo ai borsisti dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica, ma anche agli iscritti ai vari dottorati di ricerca attivati presso l'Università ed altre sedi.

L'Unità di Ricerca dell'INdAM predispone i programmi di alta formazione e di ricerca. Il Direttore dell'Unità di Ricerca è responsabile dell'attuazione di detti programmi e, a tale scopo, fissa, di intesa con il Direttore del Dipartimento di matematica, le modalità di utilizzo delle attrezzature e stabilisce le norme di funzionamento interno dell'Unità di Ricerca.

Nell'ambito dell'Unità di Ricerca si svolgono inoltre tutte le iniziative scientifiche proprie dell'Istituto ed in particolare le iniziative dei Gruppi nazionali di ricerca matematica dell'Istituto.

Nel 2018 è stata avviata la riorganizzazione dell'assetto delle Unità di Ricerca per permettere una maggiore efficacia di intervento. A seguito della riorganizzazione e di conseguenti accorpamenti, sono ora attive 58 Unità di Ricerca presso le Università e i Politecnici, inclusi la Scuola Normale Superiore, la Scuola IMT Alti Studi di Lucca e il Gran Sasso Science Institute e 4 presso il CNR.

L'elenco delle Unità di Ricerca INdAM sono consultabili sul sito web www.altamatematica.it, sezione "Unità di Ricerca".

2. Interazione con il sistema delle Imprese.

L'INdAM, avendo ricevuto indicazioni dal Ministero dell'Università e della Ricerca nel predisporre il proprio piano triennale di attività 2021-2023, ed in particolare di "*Promuovere attività volte a stabilire proficui contatti con le Imprese che hanno bisogno di modelli avanzati ed innovativi di ricerca e gestione e che non possono permettersi sforzi nella direzione della ricerca*", ha intrapreso un'attività volta, tramite la rete delle Camere di commercio, a prendere contatti con imprese di media dimensione

al fine di supportare singoli Progetti di ricerca per lo studio della soluzione tecnico-matematico ottimale da adottare per il miglioramento del proprio ciclo produttivo aziendale.

Inoltre, l'INDAM è organizzato per la selezione e la formazione di giovani matematici da inserire nel sistema produttivo aziendale, con borse di studio che prevedono un primo semestre di formazione generale presso l'INDAM, ed un secondo semestre di formazione specifica presso l'Azienda interessata.

PARTE QUINTA

FINANZIAMENTO

1. Stima del finanziamento.

La stima del finanziamento necessario per le attività programmate per il triennio 2021-2023 è la seguente:

- 1) Progetto Straordinario Corsi estivi internazionali di Alta Formazione e Avviamento alla Ricerca: Euro 600.000,00;
- 2) Borse di studio per l'estero: Euro 900.000,00;
- 3) Professori visitatori per i corsi di dottorato: Euro 400.000,00;
- 4) Altri Corsi di alta formazione matematica e avviamento alla ricerca: Euro 150.000,00;
- 5) Partecipazione a Dottorati: Euro 1.040.000,00;
- 6) Assegni di ricerca: Euro 972.000,00;
- 7) Mensilità di Borse di studio per l'estero: Euro 360.000,00;
- 8) Borse di studio per il dottorato italiano per studenti stranieri: Euro 486.000,00;
- 9) Borse di studio di merito per studenti in matematica: Euro 930.000,00;
- 10) Borse "F. Severi" e borse di studio per ricercatori avanzati: Euro 840.000,00;
- 11) Campionato Matematico della Gioventù Mediterranea: Euro 90.000,00;
- 12) Progetto INdAM-DP-COFUND-2015: Euro 1.500.000,00;
- 13) Progetto COFUND per ricercatori esperti: Euro 1.250.000,00;
- 14) Attività dei Gruppi Nazionali di Matematica: Euro 3.402.000,00;
- 15) Periodi Intensivi, Workshops, Incontri Scientifici e Giornate INdAM: Euro 1.302.000,00;
- 16) Gruppi di Ricerca Europei: Euro 330.000,00;
- 17) Progetti di Ricerca INdAM: Euro 750.000,00;
- 18) Collaborazioni Internazionali: Euro 120.000,00;
- 19) Matematica e ICT - IA e Cybersecurity: 600.000,00;
- 20) Progetti Bandiera: 200.000,00;
- 21) Progetti Premiali: 2.090.000,00;
- 22) Matematica Applicata e Trasferimento Tecnologico: Euro 900.000,00;
- 23) Terza Missione: Euro 60.000,00.

La spesa per il funzionamento prevista nel triennio 2021-2023, comprensiva anche delle spese generali e del personale, è di € 22.047.000,00. Il finanziamento richiesto in conto capitale per la nuova sede è di € 3.500.000,00, per un finanziamento complessivo richiesto nel triennio pari a € 25.547.000,00.

2. Schema di ripartizione delle entrate e delle spese per il funzionamento previste nel triennio 2021-2023 e contributo aggiuntivo richiesto.

Entrate:

• Contributo di funzionamento 2021	€	2.386.265,00
• Contributo di funzionamento 2022	€	2.386.265,00
• Contributo di funzionamento 2023	€	2.386.265,00
• Contributo Straordinario Progetto INDAM-DP-COFUND	€	1.200.000,00
Totale entrate consolidate nel triennio 2021-2023	€	8.358.795,00

Spese per le attività proposte:

• Progetto Straordinario Corsi estivi internazionali di Alta Formazione e Avviamento alla Ricerca	€	600.000,00
• Borse di studio, corsi di insegnamento e attività di supporto al dottorato di ricerca	€	6.078.000,00
• Progetto COFUND per ricercatori esperti	€	1.250.000,00
• Progetto INDAM-DP-COFUND	€	1.500.000,00
• Attività dei Gruppi Nazionali di Matematica	€	3.402.000,00
• Periodi intensivi di ricerca Incontri, Workshops, Giornate INdAM e Giornate delle Unità di Ricerca INdAM	€	1.302.000,00
• Gruppi di Ricerca Europei	€	330.000,00
• Progetti di Ricerca INdAM	€	750.000,00
• Collaborazioni Internazionali	€	120.000,00
• Campionato Matematico Gioventù Mediterranea	€	90.000,00
• Progetti Bandiera	€	200.000,00
• Progetti Premiali	€	2.090.000,00
• Matematica Applicata e Trasferimento Tecnologico	€	900.000,00
• Terza Missione	€	60.000,00
• Matematica e ICT, IA e Cybersecurity	€	600.000,00
• Spese generali e del personale più spese per la nuova sede	€	2.775.000,00

Totale spese nel triennio 2021-2023 € 22.047.000,00

Differenza tra le entrate e le spese previste
(Contributo Aggiuntivo richiesto) € 13.688.205,00

Ripartizione delle spese previste nel corso del triennio 2020-2022:

2021	2022	2023
€ 6.349.000,00	€ 7.349.000,00	€ 8.349.000,00