



Istituto Nazionale di Alta Matematica

**PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITA' DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI ALTA
MATEMATICA "FRANCESCO SEVERI" PER IL TRIENNIO 2012-2014.**

Prof. Vincenzo Ancona
Presidente dell'INdAM



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Programmazione delle Attività dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica "Francesco Severi" per il Triennio 2012-2014.

INDICE

PARTE PRIMA

Obiettivi dell'intervento dell'Istituto per il Triennio 2012- 2014	7
1 Obiettivi Strategici	7
2 Obiettivi Operativi	7
2.1 Programma Borse di studio	7
2.1.1 La Formazione dei giovani ricercatori	7
2.1.2 Il reclutamento dei giovani. Livello pre-dottorale	8
2.1.3 Il reclutamento dei giovani. Livello dottorale	9
2.1.4 Il reclutamento dei giovani. Livello post-dottorale	9
2.1.5 Partecipazione a Consorzi	10
2.2 Programma Europeo COFUND	11
2.3 Attività di Ricerca	11
2.3.1 Attività dei Gruppi Nazionali di Ricerca	11
2.3.2 Periodi Intensivi, Workshop, Incontri Scientifici e Giornate INdAM	12
2.4 Gruppi di Ricerca Europei	12
2.5 Progetti di Ricerca INdAM	13
2.6 Matematica per l'Industria	13
2.7 Convenzioni di Ricerca	14
3 Spin-off	14
4 Sede per attività scientifiche. Verso un istituto di ricerca	16
5 Altri rapporti con il mondo internazionale della ricerca matematica	17

PARTE SECONDA

Attività Programmate nel Triennio 2012-2014 e Relative Previsioni di Spesa	30
1 Programma Borse di studio	30
1.1 Borse di studio per soggiorni all'estero	30
1.2 Professori visitatori per i corsi di dottorato	30
1.3 Corsi di alta formazione matematica e avviamento alla ricerca	31
1.4 Borse di studio per il conseguimento del dottorato in Italia	31
1.5 Assegni di collaborazione alla ricerca	31
1.6 Mensilità di Borse di studio per l'estero	32
1.7 Borse di studio per il conseguimento del dottorato in matematica italiano da parte di cittadini stranieri	32
1.8 Borse di studio di merito per studenti di matematica	32
1.9 Borse "Francesco Severi" e borse di studio per ricercatori avanzati	33
2 Programma Europeo COFUND	33
2.1 Progetto "INdAM-COFUND"	33
2.2 Progetto "INdAM-COFUND-2012"	35



Istituto Nazionale di Alta Matematica

3 Attività di Ricerca	36
3.1 Attività dei gruppi nazionali di ricerca matematica	36
3.1.1 Attività del gruppo nazionale per l'analisi matematica la probabilità e le loro applicazioni	37
3.1.2 Attività del gruppo nazionale per la fisica matematica	39
3.1.3 Attività del gruppo nazionale per il calcolo scientifico	41
3.1.4 Attività del gruppo nazionale per le strutture algebriche, geometriche e le loro applicazioni	43
3.1.5 Progetti di ricerca	45
3.1.6 Risorse necessarie	46
3.2 Periodi Intensivi, Workshop, Incontri Scientifici e Giornate INdAM	46
3.3 Gruppi di Ricerca Europei	47
3.4 Progetti di Ricerca INdAM	48
3.5 Scuola per le applicazioni della matematica all'industria	48
4 Collaborazioni Internazionali	49
5 Progetti Bandiera	49
6 Progetti Premiali	55
7 Spin-off	90
8 Nuova sede	92

PARTE TERZA

1. Risorse strumentali	93
2. Interazione con altre componenti della rete di ricerca	93
3. Metodologie per la valutazione della ricerca	94

PARTE QUARTA

Finanziamento	95
1. Stima del finanziamento	95
2. Schema di ripartizione delle entrate e delle spese previste nel triennio 2012-2014 e contributo aggiuntivo richiesto	96



Istituto Nazionale di Alta Matematica

PARTE PRIMA

OBIETTIVI DELL'INTERVENTO DELL'ISTITUTO PER IL TRIENNIO 2012 - 2014.

1. Obiettivi Strategici.

Nel perseguire la missione istituzionale che la legge esplicitamente gli assegna, l'Istituto ha i seguenti obiettivi strategici fondamentali:

- a) La Ricerca (gruppi di ricerca europei, progetti di ricerca)
- b) La Formazione (borse di studio, cofund)
- 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. L'Internazionalizzazione della Ricerca Matematica avviene coinvolgendo, nel perseguimento degli obiettivi operativi, non solo la comunità matematica italiana ma anche la comunità scientifica comunitaria e internazionale.

2. Obiettivi Operativi.

Gli Obiettivi Operativi dell'Istituto sono i seguenti:

2.1 Programma Borse di Studio.

2.1.1 La formazione di giovani ricercatori.

Uno dei fattori più importanti, se non il più importante, per il progresso della ricerca scientifica è la qualità ed il livello di formazione dei ricercatori. Questo si applica alla matematica in misura maggiore che nelle altre discipline, non essendo per la matematica necessari forti investimenti nella strumentazione dedicata a particolari ricerche.

Sfortunatamente in tutta la società occidentale e in particolare in Italia, per effetto di spinte sociali solo parzialmente controllabili, sta pericolosamente diminuendo il numero di studenti meritevoli, in grado quindi di proseguire gli studi verso il dottorato, che si iscrivono ai primi anni dei corsi di studio nelle scienze di base. A livello europeo questo è particolarmente vero per quanto riguarda la matematica. In alcuni dei paesi più avanzati, Stati Uniti, Gran Bretagna, Francia, si è ovviato a questo problema, con più o meno successo, cercando di "importare" studenti molto dotati dall'estero. In Italia per affrontare questi problemi, è stato lanciato il progetto Lauree Scientifiche da parte di Confindustria, Miur e Conferenza Presidi di Scienze. Fin dalla sua fondazione, l'INdAM si è fatto carico della formazione di giovani e negli ultimi anni ha diversificato i suoi interventi e intende perseguire questo indirizzo e consolidare le proprie attività in varie direzioni. Inoltre, l'INdAM è uno dei membri fondatori, insieme alla Scuola Normale Superiore di Pisa, alla SISSA di Trieste e all'Università di Perugia, del consorzio interuniversitario per l'alta formazione in matematica di cui è presidente il Prof. Alessandro Figà-Talamanca.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

2.1.2 Il reclutamento dei giovani. Livello pre-dottorale.

La formazione dei ricercatori di matematica è sempre stata e resta un impegno prioritario per l'Istituto. A causa dei mutamenti in atto nelle università italiane ed i mutamenti nella struttura sociale e nelle aspettative degli studenti, descritti sopra, si è reso difficile il reclutamento precoce di giovani interessati alla ricerca scientifica. Di conseguenza, il problema di tale reclutamento non può esaurirsi con la selezione degli studenti di dottorato.

Già da alcuni anni, l'Istituto ha affrontato questi problemi mediante l'introduzione di un programma di borse di studio riservate a studenti del corso di laurea in matematica che seguano con successo percorsi didattici particolarmente impegnativi. Questo programma, a partire dall'anno 2006, è stato svolto in collaborazione con l'Università degli studi di Roma "Tor Vergata" titolare il Progetto Lauree Scientifiche "Borse di studio per studenti di chimica, fisica e matematica", coordinato dal Prof. Piermarco Cannarsa, ex Vice Presidente Vicario dell'Istituto, che ha fornito un cospicuo cofinanziamento.

Nell'anno accademico 2011-2012 l'Istituto ha assegnato 44 borse di studio di merito a matricole di matematica, di cui 1 messa a disposizione dalla sede universitaria di Parma, 1 dalla sede universitaria di Padova e n°2 borse di studio di merito aggiuntive a matricole di matematica di sesso femminile e n°37 premi di 500,00 Euro. Sono state rinnovate, ai borsisti che hanno soddisfatto i requisiti di merito, n° 23 borse di merito già assegnate per l'a.a. 2009-2010 di cui 1 messa a disposizione dall'Università di Parma e n° 19 borse di merito già assegnate per l'a.a. 2010-2011 di cui 1 messa a disposizione dall'Università di Trento.

Le borse per il 2008-2009 sono state finanziate, per tutto il triennio, dal MIUR nell'ambito del progetto Lauree scientifiche, mediante apposito stanziamento nell'ambito del FFO 2008.

Per l'a.a. 2011-2012 n°15 borse di studio sono state finanziate, per tutto il triennio, dall'Università degli studi di Roma "Tor Vergata" nell'ambito del Progetto Lauree Scientifiche. E' previsto, oltre ché auspicabile, che il finanziamento del Ministero, tramite il Progetto Lauree Scientifiche, possa essere riproposto nei prossimi anni.

L'Istituto ha anche varato, a partire dall'a.a. 2004-2005 un simile programma nell'ambito della laurea specialistica. L'Istituto ha l'intenzione di incrementare, compatibilmente con le risorse finanziarie disponibili, il numero di tali borse. È allo studio una collaborazione con il consorzio interuniversitario per l'alta formazione relativamente a questa iniziativa.

I titolari delle borse di studio dell' Istituto, a partire dal terzo anno della Laurea triennale, partecipano ai corsi estivi di matematica organizzati dalla Scuola Matematica Interuniversitaria (SMI) presso l'Università di Perugia.

Per quanto riguarda gli studenti dei primi due anni incontri informali saranno organizzati a Perugia.

2.1.3 Il reclutamento dei giovani. Livello dottorale.

L'attività di appoggio ai dottorati di ricerca si svolgerà attraverso strumenti già collaudati, come il finanziamento di corsi impartiti da professori stranieri proposti dai dottorati e scelti dall'Istituto.

Inoltre si cercherà, come già fatto in anni recenti, di attirare un buon numero di studenti stranieri i quali possano poi essere motivati a seguire i corsi di dottorato presso nostre istituzioni. A tal fine, l'Istituto promuove da alcuni anni un programma di borse di studio per il conseguimento del titolo di dottore di ricerca, offerte a giovani stranieri non comunitari. Il programma ha attratto studenti di varia nazionalità quali brasiliani, cinesi, russi, rumeni, turchi e albanesi. È intenzione dell'Istituto di potenziare questo programma aumentando il numero di borse.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

2.1.4 Il reclutamento dei giovani. Livello post-dottorale.

A livello di sostegno per giovani ricercatori a livello post-dottorale, l'INdAM, a parte la possibilità di ottenere supporto parziale attraverso i gruppi di ricerca (vedi sotto), offre quattro tipi di programmi:

- Le borse “Francesco Severi”. Si tratta di borse di durata pluriennale riservate a giovani ricercatori a livello molto elevato e con una retribuzione comparabile a quella offerta dalle migliori università e centri di ricerca a livello internazionale.
- Nel 2008 l'INdAM ha ricevuto dalla Compagnia di San Paolo un finanziamento di 240.000 euro allo scopo di bandire due borse di studio triennali destinate a ricercatori di alto livello, che sviluppino un progetto di ricerca nel campo della biomatematica, bioinformatica, nano scienze, elaborazione di immagini con applicazioni in campo medico, metodi e modelli matematici per la genetica o della genomica.
- Nel 2010 l'INdAM ha ricevuto dalla Fondazione Roma Terzo Settore un finanziamento di 25.000,00 euro allo scopo di bandire una borsa di ricerca annuale destinata a post-doc.
- Gli assegni di collaborazione all'attività di ricerca. Si tratta di assegni di durata annuale o biennale e che rientrano nel programma di cui all'art. 51, 6° comma, della Legge 449 del 27/12/1997. Per il 2006 l'Istituto ha assegnato 8 assegni, mentre nel 2008 ne ha assegnati 3, nel 2009 5 e nel 2010 7 assegni.

La legge 30/12/2010 n° 240 (Riforma Gelmini) 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 intende proseguire tale programma anche nei prossimi anni.

- Borse per brevi soggiorni all'estero. Nel 2005 l'INdAM ha lanciato un programma rivolto a giovani ricercatori che vogliono recarsi per un periodo di non più di 6 mesi a svolgere ricerche presso Istituzioni straniere. In particolare, nell'a.a. 2006-2007 sono state assegnate 33 mensilità di borse di studio, nell'a.a. 2008-2009 sono state assegnate 30 mensilità di borse di studio mentre per l'a.a. 2010-2011 sono state assegnate 30 mensilità di borse di studio. È intenzione dell'Istituto proseguire tale iniziativa anche nei prossimi anni.

2.1.5 Partecipazione a Consorzi.

Nell'ambito degli impegni dell'INdAM per promuovere la formazione di giovani ricercatori si segnala la partecipazione al:

- Consorzio Interuniversitario per l'Alta Formazione in Matematica, di cui l'INdAM è socio fondatore insieme alla Scuola Normale Superiore di Pisa, alla Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste e all'Università degli Studi di Perugia, cui partecipano anche le Università Bocconi di Milano e di Milano Bicocca.
- Consorzio il Giardino di Archimede – Un Museo per la Matematica, di cui l'INdAM è socio insieme alla Scuola Normale Superiore di Pisa, all'Unione matematica Italiana, alle Università di Firenze, Pisa, Siena e altri Enti.

2.2 Programma Europeo COFUND.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

All'interno del VII° Programma quadro della Comunità Europea l'INdAM ha ottenuto il cofinanziamento per il progetto europeo "INdAM-COFUND", per il quale è in fase di espletamento il primo bando di concorso. Si tratta del progetto dal titolo "INdAM FELLOWSHIPS IN MATHEMATICS AND/OR APPLICATIONS FOR EXPERIENCED RESEARCHERS COFUNDED BY MARIE CURIE ACTIONS", e consiste di un programma di borse di studio per ricercatori avanzati cofinanziato al 40% dalla EU e al 60% dall'Istituto. Il programma prevede l'assegnazione di 9 borse, di importo elevato, all'anno, per il periodo 2011-2014.

Inoltre l'INdAM ha presentato domanda di cofinanziamento per il progetto europeo "INdAM-COFUND-2012". Si tratta della prosecuzione ed implementazione del progetto "INdAM-COFUND" già finanziato dalla Comunità Europea e consiste di un programma di borse di studio per ricercatori avanzati cofinanziato al 40% dalla EU e al 60% dall'Istituto. Il programma prevede l'assegnazione di 10 borse, di importo elevato, all'anno, per il periodo 2013-2017.

2.3 Attività di Ricerca.

2.3.1 Attività dei Gruppi Nazionali di Ricerca.

I quattro gruppi nazionali di ricerca dell'INdAM sono una delle principali strutture italiane nell'ambito della ricerca in Matematica. L'altissimo numero di adesioni ai gruppi mostra come tali strutture siano fortemente sentite all'interno della comunità dei matematici italiani.

I gruppi sono attualmente strutturati come segue:

- a. Gruppo Nazionale per l'analisi matematica la probabilità e le loro applicazioni, articolato nelle seguenti 4 Sezioni: Equazioni differenziali e sistemi dinamici, Calcolo delle variazioni, Teoria del controllo e ottimizzazione, Analisi reale, Teoria della misura e probabilità e Analisi funzionale e armonica.
- b. Gruppo Nazionale per la fisica matematica, articolato nelle seguenti 5 Sezioni: meccanica dei sistemi discreti, meccanica dei continui fluidi, meccanica dei continui solidi, problemi di diffusione e trasporto e Relatività e teoria dei campi.
- c. Gruppo Nazionale per il calcolo scientifico, articolato nelle seguenti 2 Sezioni: analisi numerica e fondamenti di informatica e sistemi informatici.
- d. Gruppo Nazionale per le strutture algebriche, geometriche e le loro applicazioni, articolato nelle seguenti 5 Sezioni: geometria differenziale, geometria complessa e topologica, geometria algebrica e algebra commutativa, strutture algebriche e geometria combinatoria e logica matematica e applicazioni.

I gruppi nazionali dell'INdAM hanno predisposto strumenti informatici per rendere agevole un esame della loro attività di ricerca, anche in termini bibliometrici. In ogni caso i gruppi sono uno degli strumenti principali per assicurare ai matematici italiani la partecipazione ad attività scientifiche nazionali ed internazionali ed è intenzione dell'Istituto continuare a sostenerli.

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

L'Istituto organizza una serie di attività scientifiche in cui vengono coinvolti studiosi affermati, italiani e stranieri, che variano a seconda della durata o del numero dei partecipanti o del livello scientifico.

L'Istituto ha una lunga tradizione di convegni scientifici, che hanno spesso costituito un punto di riferimento per ricerche attuali di alto livello.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

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.

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.

2.4 Gruppi di Ricerca Europei.

Nel 2005 è stata firmata una convenzione quadriennale con il CNRS francese per la creazione di un GDRE (gruppo di ricerca europea) relativo alla Fisica Matematica (GREFI-MEFI). Il GREFI-MEFI ha iniziato la sua attività nella seconda metà del 2005 ed ha terminato nel 2008 il primo quadriennio di attività come previsto dalla convenzione. E' iniziata nel 2009 l'attività relativa al secondo quadriennio a seguito del rinnovo della convenzione. E' stata firmata nel 2007 una nuova convenzione con il CNRS francese per la creazione di un altro GDRE relativo alla Geometria non Commutativa (GREFI-GENCO). Il GREFI-GENCO ha terminato nel 2010 il primo quadriennio come previsto dalla convenzione. E' iniziata nel 2011 l'attività relativa al secondo quadriennio a seguito del rinnovo della convenzione. E' stata firmata nel 2008 una nuova convenzione con il CNRS francese per la creazione di un altro GDRE relativo alla Geometria Algebrica (GREFI-GRIFGA), che nel 2011 ha terminato il primo quadriennio di attività. E' iniziata nel 2012 l'attività relativa al secondo quadriennio a seguito del rinnovo della convenzione. E' stata firmata nel 2010 una nuova convenzione con il CNRS francese per la creazione di un altro GDRE nel campo del Controllo delle "Equazioni alle Derivate Parziali" (GREFI-CONEDP), che nel 2011 ha iniziato il suo primo anno di attività.

2.5 Progetti di Ricerca INdAM.

Nel 2005, al fine di favorire la creazione di unità di ricerca, composte principalmente da matematici l'Istituto ha lanciato un programma di progetti scientifici a livello strategico. Si tratta di progetti biennali che dovrebbero in futuro permettere di accedere a finanziamenti esterni (UE, FIRB, etc.).

Nel bando l'INdAM ha segnalato le seguenti tematiche ritenute strategiche:

- a. Metodi e modelli matematici per genetica, genomica e immunologia.
- b. Metodi e modelli matematici per nanoscienze.
- c. Metodi e modelli discreti e differenziali per il traffico su reti.

I progetti vincitori del bando hanno avuto inizio in data 1 gennaio 2006 e sono terminati in data 31 dicembre 2007. Sono state effettuate da parte dell'Istituto le valutazioni delle relazioni scientifiche finali presentate dai responsabili scientifici dei progetti stessi.

E' intenzione dell'INdAM proseguire programmi analoghi nei prossimi anni, qualora le risorse a disposizione permettano un adeguato finanziamento dell'iniziativa.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

2.6 Matematica per l'Industria.

L'INdAM cercherà di contribuire alla promozione di iniziative intese a creare condizioni sempre più favorevoli all'interazione tra matematica e scienze tecnologiche e applicate in genere. In particolare:

- 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.
- 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 4).
- Configurando la possibilità che nelle iniziative specifiche dell'Istituto quali Bimestri, Incontri e Workshops, siano previste anche iniziative sul trasferimento tecnologico e le interazioni tra matematica e industria. In particolare, nell'anno 2010 si è svolta a Cortona la Scuola Summer School "Optimal Control of PDEs".

Nell'ambito dei rapporti tra ricerca matematica e produzione industriale. 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. Questa attività sarà continuata nel triennio 2012-2014, estendendo la collaborazione ad altre realtà universitarie.

2.7 Convenzioni di Ricerca.

L'INdAM, al fine di promuovere l'attività di ricerca matematica, ha stipulato nel corso degli anni Convenzioni di Ricerca con diverse Istituzioni, pubbliche e private. Le convenzioni attualmente in essere sono le seguenti:

- Convenzione con la Fondazione CIME (Centro Internazionale Matematico Estivo);
- Convenzione con la Scuola Normale Superiore di Pisa;
- Convenzione con la Edizione Mathematica Italiana;
- Convenzione con il CIRM (Centro Internazionale per la Ricerca Matematica);
- Convenzione con la Fondazione Roma-Terzo Settore;
- Convenzione con il Centro di Ricerca "Ennio De Giorgi" della Scuola Normale Superiore di Pisa;
- Convenzione con la SIMAI (Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale);
- Convenzione con la Springer;
- Convenzione con l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Le Convenzioni sono disponibili sul sito web dell'Istituto all'indirizzo <http://www.altamatematica.it/it/node/53>.

3. Spin-off.

L'INdAM è un Ente di Ricerca con caratteristiche peculiari. Le sue strutture di Ricerca consistono nei 4 Gruppi Nazionali di Ricerca, che comprendono 2.600 matematici italiani. Unità di Ricerca INdAM sono presenti presso quasi tutti i Dipartimenti matematici italiani. Pertanto l'INdAM possiede la capacità di coinvolgere rapidamente nei propri progetti i migliori matematici italiani e stranieri.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Gli afferenti all'INdAM svolgono ottima ricerca applicata (o applicabile), non solo ai campi classici (informatica, fisica, chimica, ingegneria ecc.), ma anche in quelli più recentemente sviluppatasi quali la finanza, la genomica, la sicurezza informatica, l'automazione di processi di elaborazione dati, le reti ecc.

Tuttavia sembra essere non sufficiente l'impatto di queste ricerche 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.

4. Sede per attività scientifiche. Verso un istituto di ricerca.

Risulta vitale per i matematici disporre di luoghi specificatamente dedicati alla ricerca dove poter liberamente discutere le proprie idee, dove poter passare dei periodi senza impegni di tipo didattico e/o amministrativo, dove poter ospitare attività relative a periodi dedicati a temi specifici, programmi internazionali di borse di studio sviluppati nell'ambito di progetti della comunità europea con organizzazioni simili in altri paesi europei, riunioni di vario tipo della comunità matematica. Istituzioni di questo tipo sono presenti in molti dei paesi dove la matematica è maggiormente coltivata. Eccone alcuni:



Istituto Nazionale di Alta Matematica

- 1) Institute for Advanced Studies e Mathematical Science Research Institute negli Stati Uniti.
- 2) Mittag Leffler Institute in Svezia.
- 3) Newton Institute in Gran Bretagna.
- 4) Institut Poincare e I.H.E.S in Francia.
- 5) RIMS in Giappone.

La ricaduta sullo sviluppo della ricerca in matematica di queste istituzioni è fondamentale (il lettore interessato può consultare le note scritte da Raul Bott nell'edizione delle sue opere complete, *Contemporary Mathematicians*. *Birkhäuser*

Boston, Inc., Boston, MA, 1994. relativamente ai suoi famosi lavori degli anni '50 elaborati e scritti durante suoi soggiorni in qualità di giovane ricercatore, presso l' Institute for Advanced Studies).

Un grande parte della comunità matematica italiana lamenta da anni l'assenza di una siffatta istituzione nel nostro paese. L'INdAM ritiene di essere l'istituzione più adatta in Italia per farsi promotore della creazione di tale istituto di ricerca.

A tal riguardo, malgrado alcune attività centralizzate (le Borse Severi, alcuni workshops, giornate INdAM, etc.) vengano attualmente svolte nella sede attuale, con evidenti disagi di tipo logistico, sarebbe opportuno che l'Istituto potesse disporre di una sede più adeguata nella quale poter sviluppare appieno tali attività proprie di un istituto di ricerca.

Il Comitato Direttivo dell'Istituto in data 11/7/2007 ha deliberato come prioritaria per lo sviluppo futuro dell'Istituto la necessità di acquisire una sede propria. In particolare, ha approvato il progetto di realizzare una sede nel campus dell'Università di Roma "Tor Vergata", dove è in via di avanzata progettazione e realizzazione di un parco scientifico di elevata potenzialità. Si tratterebbe di una sede moderna di circa 1.200 mq. adatta alle attività di promozione della ricerca in matematica e della relativa attività amministrativa.

Appare comunque ovvio che il pieno sviluppo di attività tipiche di un istituto di ricerca richiederà da parte dell'Istituto l'impiego di una quantità di risorse sia umane che finanziarie tali da poter essere raggiunto solo attraverso un sostanziale incremento di esse.

In particolare, l'Istituto con delibera del Comitato Direttivo del 1/4/2008 e del CdA del 22/4/2008 ha deciso di assumere personale di ricerca a tempo determinato e/o indeterminato.

5. Altri rapporti con il mondo internazionale della ricerca matematica.

Mantenere i rapporti con la comunità scientifica internazionale è uno dei compiti che la legge assegna all'INdAM. Una parte importante del programma dei gruppi nazionali di ricerca, ad esempio il programma professori visitatori, ma anche la partecipazione degli aderenti ai gruppi a manifestazioni scientifiche internazionali, è rivolta a questo scopo. Pure a carattere internazionale sono le manifestazioni ed attività scientifiche (periodi intensivi di ricerca, incontri, convegni) organizzate direttamente dall'Istituto. E' importante però che l'Istituto partecipi in prima persona agli accordi internazionali con enti ed istituzioni analoghe di altri paesi ed assuma ove possibile la rappresentanza internazionale della comunità matematica italiana.

In particolare:

- a) è attiva una collaborazione italo-cinese (con la NNSFC, National Natural Science Foundation of China) 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



Istituto Nazionale di Alta Matematica

alternativamente nei due paesi. Per il 2009 l'INdAM ha presentato al MAE una richiesta di finanziamento dal titolo "Computational and applied mathematics. Mathematical models in life sciences: Theory and simulation". Con questo progetto l'INdAM ha consolidato ed ampliato i rapporti con la NNSFC, con la quale è già in atto una collaborazione nel campo della Matematica Computazionale ed Applicata, ed in particolare della Biomatemática. Dal 9 all'11 novembre 2009 è stato organizzato in Italia un workshop in titolato "The Fifth China-Italy Joint Conference on Computational and Applied Mathematics". Nel convegno si è presentata un'ampia panoramica delle ricerche in atto nel settore nei due paesi. In accordo con gli impegni presi a conclusione del precedente convegno tenuto a Pechino nel 2005, il convegno ha avuto come oggetto la matematica computazionale-applicata ed in particolare lo studio sull'impiego dei modelli matematici nelle Scienze della Vita.

- b) Inoltre, l'INdAM è subentrato al posto del CNR quale rappresentante dell'Italia nella International Mathematical Union ed ha incrementato la propria attività nell'ambito dell'ERCOM.
- c) 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. Per il 2010 sono stati indicati come rappresentanti italiani i Proff. Piero Marcati e Sandro Salsa.
- d) 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 da 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.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

PARTE SECONDA

ATTIVITA' PROGRAMMATE NEL TRIENNIO 2012-2014 E RELATIVE PREVISIONI DI SPESA

1 Programma Borse di Studio.

1.1 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 2012-2014 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.

1.2 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 24 ore e fino ad un massimo di 60 ore, prevedendo una permanenza di almeno due mesi ed un compenso di 3.500,00 Euro lordi mensili, oltre alle spese di viaggio, per un totale di 90 mesi uomo. La spesa totale per il triennio ammonterebbe a circa 360.000,00 Euro. Questo programma si inserisce a pieno titolo nell'obiettivo di internazionalizzazione della ricerca scientifica in Italia.

1.3 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



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Matematica, già descritta nel precedente 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.

1.4 Borse di studio per il conseguimento del dottorato in Italia

L'Istituto si propone di intervenire con l'offerta di borse per la frequenza del dottorato di ricerca nei riguardi di quei dottorati che prevedano un numero minimo di 5 borse di studio autonomamente offerte dalla sede universitaria. Inoltre, l'Istituto interverrà per il supporto di borse di studio per programmi di ricerca di diretto interesse per le applicazioni. Il costo per il triennio, prevedendo un totale di 5 borse di studio offerte ogni anno, è di 375.000,00 Euro.

1.5 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. Nel 2011 l'Istituto ha portato a termine il bando di n° 7 assegni di ricerca per l'anno accademico 2010-2011 come previsto dall'art. 51, 6° comma, della Legge n°449 del 27/12/1997.

La legge 30/12/2010 n° 240 (Riforma Gelmini) 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 2012-2014 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.

1.6 Mensilità di Borse di studio per l'estero

Nel 2011 l'INdAM ha portato a conclusione il bando per n° 20 mensilità per l'anno accademico 2010-2011, poi elevate a n°30 mensilità, 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 2012-2014 n° 60 mensilità all'anno, per un totale di 180 mensilità nel triennio. Il costo totale previsto è di 360.000,00 Euro.

1.7 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



Istituto Nazionale di Alta Matematica

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 2012-2014 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.

1.8 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, con il contributo per n°15 borse di studio per tutto il triennio, il programma 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.

1.9 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, che nel corso dell'a.a. 2006-2007 ha assegnato n° 2 borse di durata biennale, in cofinanziamento con le sedi universitarie di Trento e Roma III, L'Istituto intende proseguire tale programma nel triennio 2012-2014 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, di cui 140.000 per il 2012.

2 Programma Europeo COFUND.

2.1 Progetto Europeo “INdAM-COFUND”.

L'INdAM ha presentato una proposta di progetto, dal titolo “INdAM FELLOWSHIPS IN



Istituto Nazionale di Alta Matematica

MATHEMATICS AND/OR APPLICATIONS FOR EXPERIENCED RESEARCHERS COFUNDED BY MARIE CURIE ACTIONS”, nell’ambito del settimo programma quadro della EU. Si tratta del bando “Co-funding of regional, national and international programmes”, e consiste di un programma di borse di studio per ricercatori avanzati cofinanziato al 40% dalla EU e al 60% dall’Istituto. Il progetto è stato approvato ed è ora in fase di esecuzione il secondo bando. Il programma prevede l’assegnazione di 9 borse biennali, di importo elevato, all’anno, per 4 anni.

Le borse previste sono 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.

Il contributo totale dell’Istituto al programma sarà di 1.635.614,40 euro su 4 anni e il contributo della EU di 1.090.409,60 euro. Essendo state assegnate le borse del primo bando ad inizio 2012 ed essendo in corso di assegnazione le borse del secondo bando, nel bilancio 2012 si prevede un importo a carico dell’INdAM di 446.857,87 euro, nel bilancio 2013 un importo di 859.342,07 euro mentre nel bilancio 2014 un importo di 329.414,46 euro.

Nel corso del 2011 l’Istituto ha ottenuto la seconda annualità di un finanziamento straordinario di 200.000,00 euro annui dal MIUR per la realizzazione del progetto.

Il costo complessivo nel triennio 2012-2014 della quota a carico dell’Istituto sarà di 1.635.614,40 euro.

2.2 Progetto Europeo “INdAM-COFUND-2012”.

L’INdAM ha presentato domanda di cofinanziamento per il progetto europeo dal titolo “INdAM FELLOWSHIPS IN MATHEMATICS AND/OR APPLICATIONS COFUNDED BY MARIE CURIE ACTIONS”, nell’ambito del settimo programma quadro della EU. Si tratta della prosecuzione ed implementazione del progetto “INdAM-COFUND” già finanziato dalla Comunità Europea e consiste di un programma di borse di studio per ricercatori avanzati cofinanziato al 40% dalla EU e al 60% dall’Istituto. Il programma prevede l’assegnazione di 10 borse, di importo elevato, all’anno, per il periodo 2013-2017.

Le borse previste sono 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.

Il contributo totale dell’Istituto al programma sarà di 2.144.005,00 euro su 5 anni e il contributo della EU di 1.429.337,00 euro. In previsione di un’assegnazione delle prime borse a gennaio 2013, nel bilancio 2013 è da prevedere un importo a carico dell’INdAM di 89.333,00 euro e nel bilancio 2014 un importo di 446.668,00.

Il costo complessivo nel triennio 2012-2014 della quota a carico dell’Istituto sarà di 536.001,00 euro.

L’Istituto chiede un contributo straordinario al MIUR, per la realizzazione del progetto, di 300.000,00 euro annui per i cinque anni di durata.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

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 2011 sono state 2.573.

Le linee di intervento per il triennio 2012-2014 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.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

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

Il Gruppo Nazionale per l'Analisi Matematica, la Probabilità e le loro Applicazioni (GNAMPA) svolgerà la sua funzione di promozione e coordinamento delle ricerche e delle attività di formazione avanzata su temi di Equazioni Differenziali e Sistemi Dinamici, Calcolo delle Variazioni e Ottimizzazione, Analisi Reale, Teoria della Misura e Probabilità, Analisi Funzionale e Armonica.

Il Gruppo svolgerà nel Triennio la sua funzione istituzionale di sostegno della 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 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 800 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 stretti criteri di qualità. Particolare attenzione nelle procedure di selezione sarà dedicata a valide proposte provenienti dai ricercatori più giovani.

Saranno inoltre potenziati i meccanismi di verifica dei risultati ottenuti, in particolare mettendo in opera un più efficiente database delle pubblicazioni scientifiche degli aderenti al gruppo.

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.

In questo senso si colloca tra le altre, l'iniziativa delle Scuole GNAMPA, promosse e coordinate dai membri Consiglio Scientifico: si tratta di incontri della durata di 5 giorni dedicati alla formazione avanzata su tematiche innovative pertinenti a quelle proprie delle sezioni in cui si articola il Gruppo. Tali scuole si avvarranno del contributo didattico-scientifico di esperti internazionali e saranno dirette in particolare ad un pubblico di studenti di dottorato e di giovani ricercatori a livello post-dottorale.

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:

Modelli statistici discreti e continui per lo studio del trasporto dell'energia in fluidi ideali

Modelli probabilistici per il traffico di rete

Tomografia Geometrica: aspetti teorici e algoritmi di ricostruzione

Equazioni integro-differenziali stocastiche in dimensione infinita

Decoerenza e ipercontrattività per evoluzioni markoviane quantistiche

Propagazione di fronti e comportamento asintotico in connessione a problemi di omogeneizzazione.

Problemi ellittici con termini non locali.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Aspetti geometrici nella teoria del potenziale di operatori differenziali ellittici. Regolarità per problemi variazionali non lineari e questioni connesse
Principi di confronto, stime a priori e applicazioni
Proprietà asintotiche di equazioni e sistemi iperbolici non lineari
Iterazione continua e discreta ed ottimizzazione
Problemi asintotici per equazioni di Hamilton-Jacobi in ambito stazionario ergodico
Modelli fluidodinamici e sistemi iperbolico-parabolici nelle scienze applicate
Aspetti geometrici e qualitativi di equazioni a derivate parziali
Regolarità in problemi di tipo Stefan e in problemi di elasticità
Problemi di ottimizzazione e disuguaglianze geometrico- funzionali
Approssimazione rigorosa delle misure invarianti
Dinamica e proprietà di soluzioni concentrate in teorie di campo non lineari
Esistenza di controlli ottimi e perturbazioni singolari
Applicazioni Non Standard delle Leggi di Conservazione
Prodotto di Wick, convoluzione e derivazioni
Soluzioni misura di equazioni differenziali di diffusione-trasporto, di interazione e di tipo Cahn-Hilliard
Equazioni di evoluzione con memorie e controllo ottimo
Analisi geometrica sulle varietà di Lorentz ed applicazioni alla relatività generale
Equazioni differenziali ordinarie non lineari e inclusion differenziali
Problemi geometrici, variazionali ed evolutivi in strutture metriche
Soluzioni periodiche di equazioni differenziali non lineari
Analisi geometrica delle equazioni alle derivate parziali lineari

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 2011 alla sua XXXVI 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. E' 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.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

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 2012-2014 il Gruppo Nazionale per il Calcolo Scientifico (GNCS) intende sviluppare la propria attività istituzionale di coordinamento e orientamento della ricerca matematica nei campi dell'Analisi e sviluppo di metodologie numeriche e dei Fondamenti dell'informatica e sviluppo di sistemi software, con particolare attenzione alla "formazione" dei propri ricercatori, al "trasferimento alle applicazioni tecnologiche", e alle "collaborazioni in ambito nazionale ed internazionale".

Nel confermare ed estendere al triennio entrante la strategia perseguita negli anni precedenti, fondata sull'organizzazione di Scuole, workshops e Convegni, di Giornate di Lavoro e sul programma "professori visitatori" quali forme tradizionali di aggregazione e ottimizzazione dell'impiego delle risorse previste per tutti i gruppi, il gruppo intende continuare la sperimentazione del programma denominato "Programma Giovani Ricercatori". Con tale programma i dottorandi di ricerca ed i ricercatori più giovani verranno finanziati con un bonus non superiore a 1.500,00 euro da assegnare sulla base di un progetto ben circostanziato e finalizzato a favorire la loro mobilità e l'instaurazione di collaborazioni in ambito nazionale ed



Istituto Nazionale di Alta Matematica

internazionale. Il gruppo intende inoltre rilanciare, dal 2012, i Progetti Scientifici finalizzati alla costituzione di aggregazioni di dimensione medio-piccole su attività di ricerca comune.

Gli strumenti principali e caratterizzanti della propria azione di orientamento della ricerca saranno:

- Studi di fattibilità e azioni di promozione per progetti, mono e multidisciplinari su temi e metodi innovativi del Calcolo Scientifico attraverso l'organizzazione e la partecipazione a seminari, workshops e stages di formazione.
- Sviluppo, aggiornamento e manutenzione di pacchetti di software numerico innovativo e di alta qualità con creazione di un apposito sito per la loro utilizzabilità e divulgazione a livello nazionale ed internazionale.

Nell'ambito della sezione 1 "Analisi Numerica": l'obiettivo sarà l'analisi e sviluppo di modelli e metodi numerici per la produzione di algoritmi efficienti su architetture avanzate di calcolo e per il calcolo ad alte prestazioni (HPC) in vista della risoluzione numerica di problemi di elevata complessità computazionale, e della relativa produzione di software numerico. Più in particolare i temi saranno:

- 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,
- Ottimizzazione numerica,
- Analisi e sviluppo di algoritmi per matrici con e senza struttura,
- Teoria costruttiva delle funzioni e approssimazione di curve e superfici,
- Grafica e ricostruzione di immagini,
- Quadratura numerica in una e più dimensioni,
- Aspetti numerici della teoria del controllo e del controllo ottimo anche per modelli differenziali con termini ritardati,
- Calcolo parallelo, con particolare attenzione alle applicazioni in campo scientifico, economico e industriale nonché allo sviluppo e produzione del relativo software.

Nell'ambito della sezione 2 "Fondamenti di Informatica e Sistemi Informatici": l'attività sarà rivolta ai seguenti temi:

- Ricostruzione ed elaborazione di immagini con applicazioni in campo medico ed astronomico.
- Metodi e sistemi per il riconoscimento di forme e l'analisi di sequenze di immagini con applicazioni in campo architettonico.
- Teoria dell'informazione con applicazioni alla gestione dell'incertezza nei sistemi esperti ed alla Bio-Informatica.
- Ricerca operativa e Combinatoria.
- Architetture e linguaggi di programmazione.
- Ingegneria del software.

Il gruppo conferma infine l'intenzione di organizzare periodicamente i Convegni Nazionali del Gruppo finalizzati a favorire la conoscenza e la discussione delle ricerche svolte nonché il dibattito sull'evoluzione nazionale ed internazionale del settore, promuovendo nuove iniziative ed aggregazioni su tematiche di ricerca innovative e multidisciplinari.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

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
- il contributo a missioni
- il finanziamento di incontri scientifici.

In questo modo si intende incentivare in particolare le numerose collaborazioni internazionali, europee ed extraeuropee, che, come dimostrato dall'esperienza, sono elemento essenziale della 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.

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, 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 e teoria geometrica delle funzioni, metriche speciali e azioni di gruppo su varietà complesse e CR, 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. 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:

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

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;



Istituto Nazionale di Alta Matematica

- 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 and 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 2012 assegna ai gruppi la cifra di 759.000,00 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 2012, di almeno 350.000,00 Euro per il 2013 e di almeno 400.000,00 Euro per il 2014, per un totale di 3.327.000,00 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. E' 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



Istituto Nazionale di Alta Matematica

presentazione 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 31/12/2008, 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. E' stata rinnovata la convenzione per il triennio 2011-2013.

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.

Nel prossimo triennio l'Istituto prevede di organizzare 27 tra incontri e workshops e 3 giornate INdAM per un costo totale di circa 500.000,00 Euro.

3.3 Gruppi di Ricerca Europei.

L'Istituto intende continuare nel triennio 2012-2014 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: GREFI-MEFI per la Fisica Matematica, GREFI-GENCO per la Geometria non Commutativa e GREFI-GRIFGA per la Geometria algebrica e GREFI-CONEDP nel campo del Controllo delle "Equazioni alle Derivate Parziali" al fine di organizzare scuole tematiche e permettere ai giovani ricercatori di effettuare periodi di ricerca all'estero.

3.4 Progetti di Ricerca INdAM.

A partire dal 2005 l'INdAM ha dato inizio ad un programma di progetti riguardanti tematiche ritenute strategiche. Nel 2005 sono stati finanziati progetti per 274.000,00 € e si prevede di continuare questo programma anche nel prossimo triennio, purché le risorse a disposizione permettano un adeguato finanziamento dell'iniziativa. I progetti, di durata biennale, sono di due tipologie:

Progetti a) Coinvolgono da 10 a 20 partecipanti distribuiti su almeno tre sedi geografiche con importo massimo di 40.000,00 euro.

Progetti b) Coinvolgono non più di 10 partecipanti distribuiti su al più due sedi geografiche con importo massimo di 10.000,00 euro.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Si intende dare priorità a progetti che contemplino attività di formazione e segnalare tematiche ritenute strategiche.

L'Istituto intende incrementare il numero di progetti finanziati, con un costo complessivo nel triennio 2012-2014 di queste iniziative stimato in 1.500.000,00 Euro.

3.5 Scuola per le applicazioni della matematica all'industria.

Nel triennio 2012-2014 l'Istituto si propone di consolidare ed estendere ad altre realtà universitarie l'iniziativa della Scuola per le Applicazioni della Matematica nell'Industria. Il costo complessivo per il triennio ammonterebbe a 468.000,00 €, così suddivisi:

- Spese per compenso ai docenti e per funzionamento della scuola Euro 52.000,00 per anno;
- Spese per borse di studio 104.000,00 Euro per anno;

Nel triennio, inoltre, si prevede di organizzare un "International Conference on Industrial and Applied Mathematics" con una spesa di 52.000,00 Euro. Pertanto, il costo globale della Scuola nel triennio è di 520.000,00 Euro.

Anche la SAMI sarà inserita nel progetto per l'alta formazione.

4 Collaborazioni Internazionali.

L'Istituto intende continuare nel triennio 2012-2014 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, l'INdAM è subentrato al posto del CNR quale rappresentante dell'Italia nella International Mathematical Union. La quota di membership annuale è di circa 16.000,00 euro.

L'INdAM ha aderito al programma di Academic Sponsorship dell'MSRI di Berkeley: il Mathematical Sciences Research Institute di Berkeley (MSRI). La quota di adesione è di circa 3.500,00 euro per anno, per un totale nel triennio di 10.500 euro.

Per questa attività si prevede di impiegare nel triennio un ammontare di 110.000,00 €.

5 Progetti Bandiera.

Il Piano Nazionale della Ricerca prevede lo svolgimento di progetti di importanza strategica nazionale, i cosiddetti "progetti bandiera".

L'elenco dei progetti inseriti nel PNR 2011-2013 è il seguente:

Super B Factory

Nuovo e avanzatissimo acceleratore per elettroni e positroni ad alta luminosità in grado di rispondere a esigenze di ricerca di base e di fisica applicata.

COSMO-SkyMed II Generation

Costellazione di due satelliti con a bordo radar operanti in Banda X, per l'osservazione della superficie terrestre, a elevata risoluzione spaziale e temporale. Il progetto prevede anche una stazione terrestre dedicata alla ricezione, elaborazione e immagazzinamento dei dati di telerilevamento.

EpiGen – EPIGENOMICA

Attività attinente lo sviluppo della scienza della vita e riguardante avanzamenti nella teoria di sequenziamento del DNA e RNA



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Ritmare – Ricerca italiana per il mare

Questo progetto propone una ricerca scientifica e tecnologica dedicata al mare e a tutte le sue problematiche con i seguenti obiettivi fondamentali

L'ambito nucleare

L'idea di base di questo progetto è il rafforzamento del sistema energetico nazionale insufficiente ora, e ancor più nel prossimo futuro, considerata la crescente e inevitabile richiesta di energia.

La fabbrica del futuro

Progetto orientato a un nuovo sviluppo sostenibile dell'ambiente manifatturiero, in particolare per promuovere più efficacemente il MADE IN ITALY. Gli ambiti di ricerca riguardano: beni strumentali, sistemi di produzione avanzati, tipologie di fabbriche del futuro ad alto grado di affidabilità per prodotti e beni.

Astri - Astrofisica con specchi a tecnologia replicante italiana

Questa proposta è incentrata su osservazioni da terra per lo studio della più alta porzione di energia dei fotoni gamma. La sfida è far funzionare i rilevatori a terra per raggiungere competitività anche a livelli di energia fino ad oggi appannaggio dei satelliti.

Ricerca e innovazione tecnologica nei processi di conoscenza, tutela, valorizzazione e sicurezza dei beni culturali

Rappresenta un'opportunità di ricerca di alto valore aggiunto con aspetti di forte validità intrinseca dal punto di vista storico, culturale e architettonico del nostro Paese e di impatto potenziale notevolissimo nei confronti del turismo culturale di nuova generazione.

Progetto Sigma

Si tratta di costruire un sistema di comunicazione satellitare per scopi istituzionali, di cui il nostro Paese è mancante.

Satellite ottico per il Telerivamento

Si tratta di un mini satellite con disponibilità a bordo di un sistema di osservazione ottico ad altissima risoluzione da impiegare come integrazione alle capacità di osservazione di COSMO SKYMED II GENERATION che invece opera con radar a raggi X.

Nanomax

L'idea attiene lo sviluppo di una piattaforma innovativa automatizzata a contenuto nanotecnologico, per la diagnostica emergente molecolare multi-parametrica in vitro; in particolare verranno sviluppate e impiegate tecnologie in grado di consentire diagnostiche avanzate, basata su profili genetici e profili incentrati su marcatori proteomici e metabolomici.

InterOmics

Sviluppo di una piattaforma integrata di conoscenze pluridisciplinari per l'applicazione delle scienze "omiche" alla definizione di bio-marcatori e profili diagnostici, predittivi e teranostici. Il progetto propone un modello in rete coadiuvate da una serie di piattaforme tecnologiche orientato alla gestione dell'intera filiera delle scienze omiche (nomica, proteomica, breathomica, bioinformatica.)



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Progetto Ignitor

E' un progetto che sarà realizzato in collaborazione con la Russia e sarà aperto al coinvolgimento di prestigiose istituzioni Usa per studiare e sperimentare per la prima volta plasmi termonucleari in grado di accendersi. Il raggiungimento delle condizioni di accensione è il passo fondamentale per dimostrare la fattibilità di un reattore a fusione in grado di produrre energia.

Elettra-fermi-eurofel

Sviluppo e costruzione di impianti che consentano la realizzazione e l'avvio del progetto Fermi-Elettra collegato al progetto di infrastrutture EU-Eurofel inserito nella road map estri. Progetto già in fase di realizzazione con finanziamento parziale da parte dell'Unione Europea.

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:

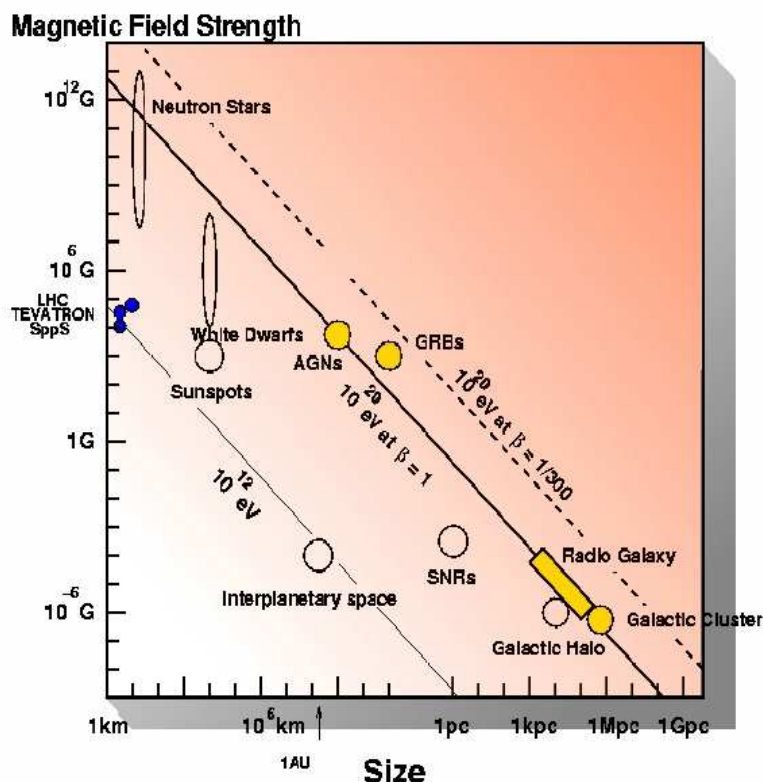
a) Progetto Bandiera Astri - Astrofisica con specchi a tecnologia replicante italiana.

In anni recenti, l'astronomia terrestre a raggi gamma (*ground based very-high energy gamma-ray astronomy*) ha avuto un grandissimo sviluppo ottenendo risultati estremamente importanti in ambito astrofisico. E' opportuno ricordare che alcune delle particelle rivelate nei raggi cosmici sono caratterizzate da energie enormi rispetto a quelle ottenibili negli acceleratori terrestri, anche centinaia di milioni di volte più grandi. Come è possibile che processi astrofisici possano accelerare particelle a questi livelli di energia? E quale è la natura di queste particelle? Particolarmente importanti in questo ambito sono gli studi che riguardano l'*astronomia a raggi gamma* visto che moltissime sorgenti astrofisiche emettono gran parte del loro spettro energetico nell'ambito della radiazione gamma dura, con scarsa emissione in altre regioni dello spettro. L'origine e la rivelazione di raggi gamma ultra-energetici ha implicazioni profonde in moltissimi ambiti di fisica fondamentale. Fra questi citiamo:

- (i) *Studio dell'origine e della propagazione dei Gamma Ray Bursts e dei raggi cosmici di origine galattica;*
- (ii) *Caratterizzazione dei siti di accelerazione per i cosiddetti Ultra High Energy Cosmic Rays;*
- (iii) *Natura e caratterizzazione dei diversi tipi di Black Holes come acceleratori astrofisici di particelle;*
- (iv) *Analisi dettagliata dei meccanismi di accelerazione e dei processi di emissione nei Nuclei Galattici Attivi;*
- (v) *Rivelazione e caratterizzazione della Materia Oscura;*
- (vi) *Test di possibili violazioni dell'invarianza Lorentziana;*

Non sorprende quindi che questo tipo di ricerca coinvolga un numero enorme di competenze di fisica sperimentale, fisica teorica, e fisica matematica. In particolare è compito naturale della ricerca in fisica teorica e in fisica matematica fornire modelli adeguati per definire le specifiche tecniche dei rivelatori necessari a caratterizzare i processi fisici sopra descritti. Esempi tipici sono forniti dalla: (i) *costruzione di templates per i processi di emissione di particelle e radiazione nei dischi di accrezione intorno ai buchi neri;* (ii) *lo sviluppo in ambito di relatività generale di modelli idrodinamici e dei necessari codici numerici per simulare eventi astrofisici estremi (dinamica nei Nuclei Galattici Attivi);* (iii) *studi di gravità quantistica per modellizzare dinamiche spaziotemporal estreme che possano fornire modelli di*

violazione di invarianza Lorentziana, (potenzialità di rivelazione di queste violazioni sono appunto strettamente connesse alla esistenza di radiazione cosmica ultra-energetica).



L' Hillas plot che descrive alcuni potenziali candidati ad essere acceleratori (generatori) di raggi cosmici. Nel diagramma sono riportate in ascissa la scala tipica L di grandezza dell' "acceleratore". In ordinata il campo magnetico B . Questi dati forniscono l'ordine di grandezza dell'energia massima che l'acceleratore astrofisico considerato può generare. Tipicamente questa energia è proporzionale a $Z \times L \times B \times \beta$ dove β è una velocità (di shock) in unità della velocità della luce c , e Z è la carica della particella accelerata. Per velocità β prossime a c , un nucleo galattico attivo può accelerare protoni ad un'energia massima dell'ordine di 10^{20} eV

Anche in un puro ambito di sviluppo del rivelatore, qui costituito da *arrays di telescopi Cherenkov* con specchi a tecnologia replicante, studi di *research&development* in ambito matematico e fisico matematico possono avere un ruolo importante. Ricordiamo infatti che questi array di telescopi Cherenkov sfruttano la "*Intensity Interferometry*". Si tratta di una tecnologia legata a tecniche sofisticate di analisi di Fourier: i battimenti delle varie componenti di Fourier della radiazione rivelata danno luogo a fluttuazioni coerenti nell'intensità della radiazione stellare rivelata nei differenti "telescopi". In particolare il grado di correlazione fra queste fluttuazioni di intensità è direttamente collegato alla trasformata di Fourier dell'immagine. Si tratta di effetti di ordine elevato (almeno del 2^{do} ordine) che impongono



Istituto Nazionale di Alta Matematica

gravi limitazioni alla sensibilità dello strumento, e che richiedono appunto tecnologie raffinate per gli specchi. Un'accurata analisi delle basi matematiche della Intensity Interferometry, nell'ambito dell'analisi di Fourier, è quindi un passo importante per ottimizzare la realizzazione di questi strumenti sofisticati e ottimizzarne la progettazione e l'utilizzo negli array di rivelazione.

In definitiva il Gruppo Nazionale di Fisica Matematica (GNFM) dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica ha le competenze necessarie per poter dare contributi in questo tipo di ricerche.

b) Progetto Bandiera IGNITOR.

Nell'ambito della ricerca sul controllo della Fusione Termonucleare, il progetto rappresenta uno step importantissimo per dimostrare che è possibile raggiungere l'ignizione in un plasma confinato magneticamente e con solo riscaldamento Ohmico.

Dal punto di vista della fisica i problemi da risolvere saranno formidabili con marcate competenze nell'ambito della magneto-fluidodinamica (MHD), della teoria del trasporto e dei modelli cinetici collisionali e non-collisionali. La presenza di sorgenti di radiofrequenza per il controllo del plasma pre e durante la fase di ignizione inoltre apre un vasto capitolo sui modelli Vlasov-Maxwell lineari e non lineari in ambito fisico-matematico decisamente stimolanti. Il calcolo scientifico, in particolare quello parallelo e' un corollario importante delle applicazioni fisico-matematiche. Un esempio per tutti: non è pensabile la risoluzione numerica tradizionale delle equazioni cinetiche in geometrie realistiche e in dimensioni almeno pari a 4 o 5 nello spazio delle fasi, dato che solo per avere una risoluzione spaziale adeguata dell'ordine del millimetro in una macchina con dimensioni lineari dell'ordine del metri (e di un volume di centinaia di metri cubi) richiede un tempo macchina di ore con i metodi standard di adesso.

Recenti risultati matematici teorici sul cosiddetto Landau Damping non lineare, dovuti al matematico francese Cedric Villani, sono stati premiati con l'assegnazione della medaglia Fields nel 2010, e hanno riportato l'attenzione della comunità scientifica su di un meccanismo che era ben noto nella sua forma lineare, già proposto come parte di un meccanismo di assorbimento di onde in plasmi termonucleari. Tale meccanismo è rilevante nel controllo di tali plasmi fino e dopo l'ignizione. Lo studio sistematico di fenomeni di questo tipo richiederà lo sviluppo di nuovi algoritmi di calcolo scientifico, validi su diversi livelli di scala, e in grado di descrivere accuratamente sia il livello cinetico che quello fluidodinamico. Un altro problema rilevante in un plasma di tipo IGNITOR è la presenza di instabilità termonucleare connessa all'evento dell'ignizione. Il controllo dell'instabilità termonucleare richiede uno sforzo di modellazione con sistemi di equazioni di trasporto evolutive (cinetiche o fluide) e conseguente feedback che potrebbero richiedere un impegno di calcolo numerico importante e necessario per evitare che l'instabilità possa danneggiare le strutture meccaniche della macchina!

Pertanto vi sono competenze di primo piano nell'ambito dei 4 Gruppi di Ricerca dell'INdAM che possono portare contributi significativi al progetto Fusione.

Nell'ambito del Progetto IGNITOR l'INdAM ha partecipato a diversi incontri organizzati da altri Enti di Ricerca ed ha organizzato a Roma l'incontro "Aspetti matematici della Fisica dei Plasmi" il 9-10 gennaio 2012.

Per questa attività si prevede di impiegare nel bilancio 2012 un importo a carico dell'INdAM di circa 70.000,00 euro, nel bilancio 2013 un importo di 200.000,00 euro così come anche nel bilancio 2014. Per questa attività si prevede di impiegare nel triennio un ammontare di 470.000,00 €.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

6 Progetti premiali INdAM.

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

Fra i compiti più importanti della missione istituzionale dell'INdAM vi è quello di promuovere su piano nazionale e internazionale la formazione e il perfezionamento di ricercatori di matematica integrando attraverso la rete scientifica dei suoi gruppi di ricerca le potenzialità formative esistenti nelle varie università italiane e promuovendo partenariati con Enti di ricerca internazionali del massimo livello. In questo ambito l'INdAM ha avviato una collaborazione con il Mathematical Sciences Research Institute di Berkeley (MSRI) (<http://www.msri.org/>), 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 è oggi l'unico Ente di Ricerca europeo a far parte degli Academic Sponsors del MSRI. La condizione di Academic Sponsor è stata la base "normativa" per l'organizzazione di attività comuni. Il progetto prevede l'organizzazione, di alcune Scuole di eccellenza e correlati programmi intensivi di ricerca sotto la comune sponsorizzazione INdAM-MSRI che mettono insieme la pluridecennale esperienza INdAM nel settore con la tradizione dei Summer Graduate Workshops che l'MSRI ha sviluppato con grande successo negli ultimi venti anni. Le scuole e i Periodi di Ricerca si svolgeranno in Italia e saranno finanziati, organizzati e gestiti alla pari fra INdAM e MSRI.

• **Elenco dei partecipanti**

Unità operativa 1: Gruppo Nazionale INdAM per l'Analisi Matematica, Probabilità e applicazioni (GNAMPA).

Unità operativa 2: Gruppo Nazionale INdAM per il Calcolo Scientifico (GNCS).

Unità operativa 3: Gruppo Nazionale INdAM per la Fisica Matematica (GNFM).

Unità operativa 4: Gruppo Nazionale INdAM per le strutture algebriche, geometriche e applicazioni (GNSAGA).

In tutte le unità operative prendono parte alle attività senior scientists, assegnisti, dottorandi e altre figure in formazione;

• **Abstract del progetto.**

Il progetto prevede l'organizzazione di Scuole di eccellenza e correlati programmi intensivi di ricerca con il marchio congiunto INdAM-MSRI, che si svolgano in Italia, e siano finanziate, organizzate e gestite alla pari fra INdAM e MSRI.

Parole chiave Varietà Toriche, Matematica e cambiamenti climatici, Teoria del Controllo, Sistemi dinamici, Geometria non commutativa, Matematica e Scienza dei Materiali, Matematica e Fisica del Plasma e della Fusione.

• **Obiettivo del progetto**

Il progetto prevede l'organizzazione di Scuole di eccellenza e correlati programmi intensivi di ricerca con il marchio congiunto INdAM-MSRI, che si svolgano in Italia, e siano finanziate, organizzate e gestite alla pari fra INdAM e MSRI. L'INdAM quindi partecipa alla scelta dei temi, alla scelta dei docenti, alla selezione dei partecipanti (precisamente il MSRI seleziona i



Istituto Nazionale di Alta Matematica

partecipanti USA, l'INdAM i partecipanti europei ed extraeuropei non USA) e cofinanzia al cinquanta per cento ciascuna iniziativa. Il Mathematical Sciences Research Institute di Berkeley (MSRI) (<http://www.msri.org/>) è uno dei più importanti Istituti di Ricerca matematici del mondo. Ai suoi programmi di altissimo livello partecipano, a seguito di una dura selezione, circa 2.000 matematici all'anno.

Ogni Scuola consiste nell'approfondimento di una o più tematiche matematiche di grande respiro e attualità, e comporta normalmente un correlato periodo intensivo di ricerca incentrato sulle tematiche evidenziate.

Risultati attesi:

- La natura internazionale dell'iniziativa contribuirà alla crescita formativa e scientifica dei giovani ricercatori italiani in un contesto di eccellenza, all'interno di una comunità formata dai migliori junior researchers e guidata dai migliori senior researchers del mondo nel loro campo.
- L'INdAM si qualificherà come l'unico Ente di Ricerca europeo in grado di organizzare, insieme al MSRI, attività di livello comparabile con quelle svolte dallo stesso nel proprio Paese.
- Il progetto contribuirà all'allargamento dell'Area Europea della Ricerca, secondo gli auspici del 7mo Programma Quadro della EU, istituendo un'iniziativa solida e continuativa con una delle punte della Ricerca americana.

Bacino di utenza:

L'iniziativa si rivolge principalmente ai giovani matematici di livello dottorale e post-dottorale, di ogni nazionalità, e ad un numero più ristretto di ricercatori senior che avranno il compito di coordinare le attività di insegnamento e di ricerca.

Partecipanti:

I partecipanti europei a ciascuna Scuola sono selezionati dall'INdAM, con una riserva di posti per i partecipanti italiani; i partecipanti americani sono selezionati dal MSRI; gli altri partecipanti sono scelti in accordo fra i due Istituti. Mediamente ci saranno 35-40 partecipanti junior e 4-6 senior per ogni Scuola e correlato periodo intensivo, per un totale di 70-90 per anno.

• **Stato dell'arte e base di partenza del progetto**

Presentazione del partner internazionale

Tratto essenziale del Progetto è il fatto che è basato su una collaborazione internazionale con uno dei più importanti centri di ricerca matematica del mondo il Mathematical Sciences Research Institute (MSRI). Il progetto prevede che, lavorando di intesa e coniugando le diverse esperienze, si possa offrire una piattaforma formativa di altissimo livello e l'opportunità di allacciare rapporti scientifici internazionali per le figure in formazione che sono coinvolte. Valga come presentazione dell'MSRI, partner dell'INdAM nel progetto, il seguente estratto preso dai loro documenti ufficiali:

"The **Mathematical Sciences Research Institute (MSRI)** is dedicated to the advancement and communication of fundamental knowledge in mathematics and the mathematical sciences, to the development of human capital for the growth and use of such knowledge, and to the cultivation in the larger society of awareness and appreciation of the beauty, power and



Istituto Nazionale di Alta Matematica

importance of mathematical ideas and ways of understanding the world. From its beginning in 1982 the Institute has been primarily funded by the National Science Foundation (NSF) with additional support from other government agencies, private foundations, and academic sponsors and corporate partners. Approximately 2,000 mathematical scientists visit MSRI each year, many for substantial periods.

MSRI is the world's premier center for collaborative research across the whole spectrum of the mathematical sciences.

The Institute hosts about 85 researchers in residence at any given time, each a leader in his or her field. They participate in scientific workshops and programs that target the world's most challenging scientific problems and that last up to one academic year. The Institute is an independent non-profit organization that enjoys extensive support from individuals, foundations, corporations, government agencies, and more than 85 universities and institutions. An indication of MSRI's reputation is that, since its founding in 1982, the Institute has been one of the largest single projects of the National Science Foundation's Division of Mathematical Sciences. MSRI is now also the largest single project of the National Security Agency's mathematics program."

Stato del programma

Il programma INdAM-MSRI ha avuto inizio nel 2011 con l'organizzazione e lo svolgimento del INdAM-MSRI Summer Graduate Workshop "Toric Varieties in Cortona" (<http://www.altamatematica.it/toric/>), Cortona 18- 29 luglio 2011 con il seguente programma di ricerca:

Toric varieties are algebraic varieties defined by combinatorial data, and there is a wonderful interplay between algebra, combinatorics and geometry involved in their study. Many of the key concepts of abstract algebraic geometry (for example, constructing a variety by glueing affine pieces) have very concrete interpretations in the toric case, making toric varieties an ideal tool for introducing students to hard to understand concepts.

La Scuola è stata organizzata da Giorgio Patrizio e da Sandro Verra per conto dell'INdAM e ha avuto come responsabili scientifici David Cox (Amherst College) e Hal Schenck (University of Illinois). La struttura della scuola è stata simile a quella sperimentata nei Summer Graduate Workshops organizzati a Berkeley dall'MSRI. In particolare la Scuola ha previsto quattro attività principali:

- Lezioni del mattino: i docenti hanno tenuto lezioni sulle varietà toriche.
- Sessione Problemi al pomeriggio: Gli studenti hanno lavorato in 5/6 gruppi su problemi sotto la supervisione dei docenti e degli assistenti.
- Presentazioni degli studenti: dopo aver lavorato sui problemi per circa tre ore, uno studente per gruppo ha presentato il lavoro svolto del gruppo su ciascuno dei problemi.
- Conferenze di background: presentazione a fine giornata da parte dei docenti e degli assistenti su argomenti correlati e applicazioni.

Oltre ai 4 Docenti, Organizzatori e Staff, hanno partecipato 36 studenti di dottorato provenienti da università di 8 paesi diversi: Italia, Corea, Gran Bretagna, Olanda, Romania, Russia, Spagna, Stati Uniti.

Il successo della Scuola, oltre per il significato scientifico dell'iniziativa e per l'impatto sullo sviluppo della ricerca in vari settori della matematica pura e applicata che l'accompagnano, confermano la validità dello schema organizzativo che si intende portare avanti.

La Scuola ha avuto il contributo come supporto logistico della Scuola Matematica Interuniversitaria (SMI) nell'ambito della collaborazione del Consorzio Interuniversitario per l'Alta Formazione in Matematica.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

- **Articolazione del progetto e tempi di realizzazione**

La durata prevista per il progetto è di tre anni. Dopo l'avvio dell'iniziativa nel 2011, nell'ambito del progetto per gli anni 2012 e 2013 è in fase di organizzazione e di progettazione e si articola in un programma di Workshops brevi e di Scuole. Le modalità della collaborazione con l'MSRI saranno quelle già sperimentate. In particolare l'MSRI provvederà alla selezione dei giovani partecipanti americani e l'INdAM di quelli italiani e europei.

Al progetto collaborerà attivamente il Consorzio Interuniversitario per l'Alta Formazione in Matematica. Il Consorzio, vigilato e finanziato dal MIUR, è composto dall'INdAM, la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) di Trieste, la Scuola Normale Superiore di Pisa e dalle Università Bocconi di Milano, di Milano Bicocca e di Perugia e ha il fine di incentivare iniziative di alta formazione alla ricerca matematica.

Programma 2012

Le iniziative che si inquadrano nell'ambito del Progetto sono:

- “Geometric control and sub-Riemannian geometry”
organizzato da Gianna Stefani
Cortona, 20 - 26 Maggio, 2012
Programma Scientifico: Il Workshop si concentrerà sui recenti progressi nella Teoria del Controllo Geometrico (GCT) e della Geometria Sub-riemanniana. Saranno trattati in particolare alcuni problemi fondamentali relativi a questi campi, derivanti dalle applicazioni alla robotica, visione e fisica matematica.
- “Recent trends in delay differential equations: models, theory and numerics”
organizzato da Nicola Guglielmi
Cortona, 3 - 9 Giugno, 2012
Programma Scientifico: Il Workshop farà il quadro delle ricerche attuali relative allo studio sia analitico e numerico delle equazioni differenziali con ritardo, con lo scopo di esplorare temi comuni che emergano in quei casi in cui gli effetti dei ritardi abbiano un ruolo fondamentale per la comprensione dei sistemi studiati.
- “Index Theory, noncommutative geometry and applications”
organizzato da Prof. Giovanni Landi
Cortona, 10 - 16 Giugno, 2012
Programma Scientifico: Il Workshop avrà il contributo di alcuni dei massimi esperti internazionali del settore e ha obiettivi pedagogici e di ricerca. Sarà dedicata a diversi aspetti dell'attività di ricerca in corso in Geometria Non Commutativa, della Teoria dell'Indice e le sue applicazioni in aree diverse della matematica e della fisica matematica.
- “New trends in holomorphic dynamics”
organizzato da Marco Abate
Cortona, 2 - 8 Settembre, 2012
Programma Scientifico: Scopo principale del Workshop è riunire specialisti di sistemi dinamici ologomorfi unidimensionali e multi-dimensionali, per presentare i risultati più recenti e significativi, favorire l'interazione e rafforzare i legami fra le due settori di ricerca al fine di effettuare un trasferimento di tecniche e idee e la crescita scientifica dei giovani ricercatori.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

- “PDEs for multiphase advanced materials”

organizzato da Pierluigi Colli

Cortona, 16 - 22 Settembre, 2012

Programma Scientifico: Lo studio analitico dei sistemi evolutivi di equazioni alle derivate parziali ha trovato un significativo ambito di sviluppo e applicazione nella modellizzazione predittiva del comportamento di materiali speciali, dei fenomeni di transizione o separazione di fase. Nel contempo lo studio di tali problemi applicati ha permesso lo sviluppo di raffinate teorie nell’ambito dell’analisi matematica ed è stato proficuo per la modellizzazione di materiali che presentano effetti multi-scala e multi-componente, garantendo anche un buon contesto per lo sviluppo computazionale.

Programma 2013

Su impulso e con il supporto dell'International Mathematical Union (IMU), dell'International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) and dell'International Council of Industrial and Applied Mathematics (ICIAM), il 2013 sarà un anno dedicato alle questioni matematiche poste dal Pianeta Terra (Mathematics of Planet Earth), interpretate nel modo più ampio possibile. La Terra è un pianeta i cui processi dinamici del mantello, degli oceani e dell'atmosfera creano il clima, provocano disastri naturali e influenzano gli aspetti fondamentali della vita e dei suoi sistemi di supporto. Oltre a questi processi naturali, gli esseri umani hanno sviluppato sistemi di grande complessità, compresi i sistemi economici e finanziari, il World Wide Web; framework per la gestione delle risorse, trasporti e produzione di energia e di utilizzo; prestazione dei servizi sanitari e organizzazioni sociali. L'attività umana ha aumentato al punto in cui esso influenza il clima globale, l'impatto la capacità del pianeta di nutrire se stessa e minaccia la stabilità di questi sistemi. Questioni come il cambiamento climatico, la sostenibilità, disastri causati dall'uomo, il controllo delle malattie e le epidemie, la gestione delle risorse, analisi dei rischi e l'integrazione globale sono venuti alla ribalta. In vista di questo anno speciale e in concomitanza con le innumerevoli altre iniziative internazionali sarà organizzata una Scuola speciale:

"Mathematics of Climate Change"

Programma di ricerca correlato:

L'obiettivo sarà quello di discernere i modi in cui la matematica può contribuire alle questioni poste dai cambiamenti climatici e di esporre nuovi ricercatori ad alcune delle aree chiave che crediamo costituirà la base di gravi considerazioni matematiche del problema del cambiamento climatico.

L'analisi matematica dei modelli gioca un ruolo chiave di coordinamento nella loro più efficace possibile realizzazione. I matematici sono necessari per formulare e perfezionare i modelli, capire i loro limiti e ottimizzare le strategie alla base di calcolo. Allo stesso tempo, è necessaria molta ricerca di base per porre su base solida la modellazione, e le previsioni da essa derivate. L'intervento della matematica è assolutamente necessaria per delineare i limiti della ragionevole prevedibilità e quantificare le incertezze intrinseche. Poiché i modelli sottostanti sono sistemi di evoluzione complessi con input stocastici altamente non lineari, sono richiesti importanti e profondi contributi di ricerca di base matematica. La scuola si propone di sottolinearli e promuoverne l'approfondimento.

Scuole in progettazione:

1) Geometry and Representation Theory of Tensors for Computer Science, Statistics, and other areas.



Istituto Nazionale di Alta Matematica

2) Mathematical Questions on Plasma Physics and Fusion.

• **Ruolo di ciascuna unità operativa**

Partecipano al progetto i 4 Gruppi di Ricerca dell'INdAM, ciascuno dei quali opererà nell'ambito delle proprie competenze.

Per coordinare le attività delle unità operative saranno organizzati incontri plenari e incontri tematici fra ricercatori. Annualmente sarà organizzato un workshop dedicato ai risultati ottenuti e ai problemi aperti.

• **Contributo alla formazione di ricercatori**

Il progetto è principalmente dedicato alla formazione dei ricercatori.

Parteciperanno al progetto gli assegnisti di ricerca e i dottorandi affiliati ai Gruppi di Ricerca INdAM, e i Marie Curie Fellows post-doc dell'INdAM assunti nell'ambito del progetto europeo INdAM-Cofund, che attualmente sono 9, e a regime (dal 1 ottobre 2012) saranno 18. Inoltre parte del finanziamento servirà ad attribuire due assegni di ricerca dedicati al progetto.

• **Risultati attesi dalla ricerca**

Il Programma di Scuole e Workshop darà un forte impulso alla ricerca sia in alcuni settori fondamentali e di grande attualità contemporanea della ricerca matematica di base sia alla ricerca in alcuni settori nei quali le applicazioni matematiche estrinsecano loro fondamentale potenziale nella comprensione e nella modellizzazione in ambiti propri di altre scienze e della tecnologia.

L'obiettivo è perseguito attraverso l'incontro di giovani ricercatori in formazione con alcuni dei massimi esperti dei settori in questione che possono indirizzarne e sostenerne la ricerca.

INdAM e MSRI hanno convenuto di dedicare una parte sostanziale delle iniziative alla formazione in ambiti nei quali la Matematica risulta uno strumento fondamentale per l'innovazione e la crescita economica e sociale. Si intende in questo modo favorire la creazione di una comunità scientifica in grado di lavorare in modo interdisciplinare nell'interscambio fra modellizzazione matematica e ricerca di base.

• **Coerenza del progetto con i criteri indicati nel DM n. 970/Ric del 11/11/2011**

- Tutti i matematici italiani che siano membri dei Gruppi di Ricerca che abbiano competenze nei settori d'intervento del progetto e le loro sedi universitarie saranno coinvolti, a partire dal nucleo iniziale. In tal modo si contribuisce allo sviluppo di sinergie di rilevanza nazionale. Tali sinergie si estendono a livello internazionale sulla base delle collaborazioni, evidenziate nel progetto, con uno dei più importanti Centri di Ricerca Matematica a livello mondiale.

- Alcune delle iniziative previste dal Progetto prevedono interventi di ricerca e sviluppo in alcuni degli ambiti individuati come prioritari quali lo studio e la comprensione dei meccanismi che governano il clima, lo sviluppo di tecnologie per la produzione dell'energia.

- Tutte le ricerche in programma concernono campi della matematica di larga applicazione alle altre scienze e alla tecnologia



Istituto Nazionale di Alta Matematica

- Il progetto nasce e si sviluppa in ambito internazionale grazie alla collaborazione con l'MSRI e si propone di catalizzare a livello europeo la formazione matematica in alcuni ambiti della Matematica pura e applicata di particolare importanza e attualità contemporanea. Il progetto, insieme ad altre iniziative dell'INdAM, può dare un contributo notevole allo sviluppo dell'Area Europea della Ricerca nell'ambito delle scienze matematiche. In effetti nell'ambito delle scienze matematiche l'ERA è attualmente poco strutturata, nonostante la matematica viva e respiri di collaborazioni internazionali. Sulla base di queste e altre esperienze, l'INdAM si propone di partecipare anche altri programmi europei quali l'Initial Training Network Program.

• **Elementi e criteri proposti per la verifica dei risultati**

Il responsabile presenterà annualmente una relazione sullo stato di avanzamento del progetto dalla quale si possa facilmente evincere l'aderenza delle azioni sviluppate agli obiettivi del progetto. In particolare tale relazione conterrà:

1. descrizione degli incontri di lavoro, convegni e scuole organizzate nell'ambito del progetto;
2. elenco dei soggiorni di durata medio/lunga finanziati dal progetto;
3. descrizione delle ricerche avviate a seguito dell'attività formativa;
4. descrizione dei principali risultati scientifici conseguiti a seguito dell'attività di formazione alla ricerca e della loro possibile ricaduta applicativa;
5. elenco degli eventuali prodotti della ricerca;
6. ricadute formative del progetto.

• **Costo complessivo del progetto per il triennio 2012-2014**

Destinazione	Totale Cifre in euro	Finanziamento INdAM	Anno	Finanziamento MSRI
Organizzazione delle Scuole (viaggi, vitto e soggiorno dei partecipanti, retribuzioni dei docenti, spese generali).	130.000,00	100.000	2012	non quantificato
Organizzazione delle Scuole (viaggi, vitto e soggiorno dei partecipanti, retribuzioni dei docenti, spese generali).	130.000,00	100.000	2013	non quantificato
Organizzazione delle Scuole (viaggi, vitto e soggiorno dei partecipanti, retribuzioni dei docenti, spese generali).	130.000,00	100.000	2014	non quantificato



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Il costo totale nel triennio 2012-2014 per il progetto sarà di 390.000,00 euro. L'Istituto chiede un contributo di 130.000,00 euro l'anno per un totale di 390.000,00 euro nel triennio.

B. PROGETTO COOPERAZIONE SCIENTIFICA BILATERALE INdAM-CNRS

• Premessa: la rete INdAM-CNRS

La struttura di riferimento per questo progetto è rappresentata dai Gruppi di Ricerca Europea (GDRE) costituiti a seguito di accordi proposti dal CNRS francese (Centre National de la Recherche Scientifique) all'INdAM (Istituto Nazionale d'Alta Matematica). Tali gruppi sono dunque il risultato delle strategie di internazionalizzazione dei due enti di ricerca e si inseriscono, più in generale, nell'accordo di cooperazione scientifica tra Francia e Italia firmato a Torino il 29 gennaio 2001. I GDRE sono strutture finalizzate al sostegno delle attività di ricerca e di alta formazione che il CNRS realizza con altre istituzioni di ricerca europea di particolare interesse scientifico. I gruppi di ricerca GDRE costituiti a seguito degli accordi CNRS-INDAM sono quattro e hanno le seguenti denominazioni:

GDRE GREFI-CONEDP (Controllo delle equazioni alle derivate parziali)

Coordinatore per l'Italia: Piermarco Cannarsa (Università Tor Vergata)

Coordinatore per la Francia: Fatiha Alabau-Boussouira (Université d Metz e CNRS)

GDRE GREFI-GENCO (Geometria non commutativa)

Coordinatore per l'Italia: Daniele Guido (Università di Tor Vergata)

Coordinatore per la Francia: Emmanuel Germain (Université de Paris 7)

GDRE GREFI-GRIFGA (Geometria algebrica)

Coordinatore per l'Italia: Lucia Caporaso (Università Roma Tre)

Coordinatore per la Francia: Olivier Debarre (Ecole Normale Supérieure, Parigi)

GDRE GREFI-MEFI (Matematica e Fisica)

Coordinatore per l'Italia: Dario Paolo Bambusi (Università di Milano)

Coordinatore per la Francia: Sandro Vaienti (Centre de Physique Théorique, Luminy)

Le attività scientifiche e di ricerca previste per tali gruppi CNRS-INdAM vengono organizzate congiuntamente dai due enti di ricerca e copriranno il prossimo triennio. La rete di ricerca dei GDRE CNRS-INdAM si declina attraverso la cooperazione tra diversi laboratori:

- il GREFI MEFI si avvale della collaborazione tra 39 laboratori francesi e 18 italiani,
- il GREFI GENCO si avvale della collaborazione tra 15 laboratori francesi e 16 italiani,
- il GRIFGA si avvale della collaborazione tra 16 laboratori francesi e 20 italiani,
- il CONEDP si avvale della collaborazione tra 28 laboratori francesi e 27 italiani.

• Obiettivi strategici del progetto

Questo progetto premiale si fonda sulla fitta rete di competenze e di risorse scientifiche di elevata qualità presenti nella rete di ricerca CNRS-INdAM. Esso riguarda alcune specifiche tematiche di ricerca che sono, nel campo delle scienze matematiche e delle loro applicazioni, di rilievo strategico per lo sviluppo delle conoscenze e per l'innovazione



Istituto Nazionale di Alta Matematica

tecnologica nazionale ed europea. Il progetto intende valorizzare ed implementare una serie di grosse potenzialità della rete CNRS-INdAM: sia rispetto a tali tematiche di ricerca, sia rispetto agli obiettivi strategici generali del progetto che verranno ora delineati. Una finalità speciale di questo progetto riguarda inoltre, in modo particolare, il sostegno da offrire ai giovani meritevoli che si stanno avviando al lavoro di ricerca ed il loro inserimento nelle grandi reti internazionali di ricerca matematica. Gli obiettivi strategici generali del progetto possono essere sintetizzati nel modo seguente:

Obiettivo 1) Formazione di giovani ricercatori.

L'obiettivo è di ottimizzare le possibilità di inserimento nella rete dei propri laboratori, anche per periodi di lunga durata, per tutti quei giovani che si stiano formando alla ricerca sui temi previsti dal progetto. Questo progetto intende organizzare programmi di supporto e attività formative, per dottorandi e giovani post-doc, presso quei laboratori che possano risultare di notevole interesse per le loro carriere di ricerca. A tale scopo verranno realizzati corsi avanzati, seminari e, particolarmente, stages riservati ai giovani presso diversi laboratori della rete.

Obiettivo 2) Attività di ricerca in settori strategici.

L'attività di ricerca specifica del progetto copre, in particolare, tematiche riguardanti aree di ricerca e sviluppo di rilevanza strategica per il Paese. Ci si riferisce, ad esempio, allo studio di problemi di controllo e problemi inversi per modelli differenziali in climatologia tipo quello di Budyko-Sellers (area Ambiente), alla stabilizzazione delle strutture flessibili quali quelle di alcune componenti satellitari (area Aeronautica e Spazio), all'analisi di modelli di traffico sia stradale che di reti (area ICT), nonché alla simulazione numerica del sistema cardiovascolare (area Salute e Scienze della Vita).

Obiettivo 3) Sviluppo di reti di ricerca internazionali.

Le esperienze di ricerca in collaborazione italo-francesi si sono rivelate, per quanto riguarda le attività già svolte nell'ambito della rete CNRS-INdAM, particolarmente efficaci. Ciò è testimoniato dalle numerose pubblicazioni in collaborazione, che concorrono a formare la base scientifica sui cui poggia questo progetto. Un ulteriore obiettivo consisterà nell'integrare tale aspetto essenziale, implementando e rendendo stabili le diverse e possibili occasioni di riflessione scientifica e di scambio culturale. A tale scopo il progetto fisserà un calendario di workshops e attività seminariali stabili, finalizzate in modo particolare all'Obiettivo 1).

Obiettivo 4) Sviluppo di conoscenze matematiche per la Ricerca e l'Innovazione.

Tutte le direttrici di ricerca considerate da questo progetto premiale sono suscettibili di significative ricadute sulla ricerca di base in altri domini scientifici. Tutte le direttrici presentano inoltre, nel quadro delle attività di ricerca della rete CNRS-INdAM, temi che le collegano in modo diretto ed effettivo alla Innovazione tecnologica di medio periodo. Applicazioni, di tipo sia teorico che tecnologico, sono possibili nei seguenti domini scientifici: la Cosmologia e la Fisica teorica, le Scienze biomediche e l'Analisi filogenetica, le interazioni tra Probabilità, Algoritmi e Computer Science, le tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione.

• Caratteristiche scientifiche dei gruppi GDRE coinvolti

La rete CNRS-INdAM è finalizzata al sostegno e al coordinamento delle attività scientifiche che riguardano le tematiche generali di ricerca previste dagli accordi CNRS-INdAM. È opportuno indicare, in modo estremamente sintetico, quali sono tali tematiche per ognuno



Istituto Nazionale di Alta Matematica

dei due gruppi di ricerca GDRE coinvolti nel progetto. Esse possono essere riassunte come segue:

GDRE GREFI-CONEDP (Controllo delle equazioni alle derivate parziali)

Tematiche: Controllo e stabilizzazione di equazioni alle derivate parziali. Analisi e simulazione numerica dei problemi di controllo. Interazioni della teoria del controllo con altri settori della matematica.

Finalità: Il GREFI-CONEDP ha lo scopo di favorire la nascita di una vera e propria ‘federazione’ di gruppi di ricerca, volta allo sviluppo di nuovi strumenti matematici in un ambito, quello della teoria del controllo, in piena espansione soprattutto per il suo impatto multidisciplinare, che coinvolge settori tecnologici all’avanguardia come il controllo quantistico e la meccanica, l’aeronautica, il traffico stradale, le reti idriche, le telecomunicazioni, la biologia, la dinamica delle popolazioni.

GDRE GREFI-GRIFGA (Geometria algebrica)

Tematiche: Classificazione birazionale delle varietà algebriche e loro spazi dei moduli. Cicli algebrici e teoria di Hodge. Applicazioni della geometria algebrica in fisica, in geometria aritmetica e in combinatoria.

Finalità: La geometria algebrica è una disciplina centrale nel campo delle scienze matematiche ed è inoltre particolarmente in grado di influenzare altri domini scientifici. Si pensi, per citare un solo esempio, alle interazioni tra la teoria dei moduli delle curve, la Fisica teorica e la Cosmologia. Il GRIFGA coordina la cooperazione su diversi temi di ricerca per i quali l’efficacia culturale e tecnica della geometria algebrica si rivela pienamente. Si tratta frequentemente di temi che, come nel caso citato, sono fortemente interdisciplinari e, nello stesso tempo, fondamentali per la disciplina stessa.

• **Direttrici di ricerca del progetto**

Coerentemente con le caratteristiche scientifiche dei gruppi GREFI-CONEDP e GREFI-GRIFGA, il progetto articolerà il proprio lavoro di ricerca e di programmazione scientifica su diverse direttrici. Queste originano da problemi al centro dell’interesse delle aree di ricerca in cui sono collocati tali gruppi. Esse sono dunque orientate, innanzitutto, allo scopo di determinare una importante crescita complessiva nel campo della ricerca matematica di base. Tali direttrici tuttavia interagiscono e convergono su un insieme di applicazioni matematiche, e di possibili innovazioni tecnologiche, che costituiscono un ampio patrimonio scientifico di comune interesse. Sono attese applicazioni, sia di tipo teorico che di tipo tecnologico, nei seguenti domini scientifici: la Cosmologia e la Fisica teorica, le Scienze biomediche e l’Analisi filogenetica, le interazioni tra Probabilità, Algoritmi e Computer Science, le tecnologie dell’Informazione e della Comunicazione. Questo aspetto del progetto mette così in evidenza l’efficacia di un approccio matematico multidisciplinare in diversi settori strategici. Le due direttrici di ricerca del progetto possono essere così riassunte:

Direttrice GREFI-CONEDP (Gruppo ‘Controllo delle Equazioni alle derivate parziali’)



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Parole chiave: Equazioni alle derivate parziali, teoria dei controlli, stabilizzazione, metodi numerici.

Tema 1. Metodi analitici per il controllo delle EDP di evoluzione.

Questa tematica presenta i differenti metodi matematici che permettono il controllo esatto o approssimato, l'osservabilità o la stabilizzazione con feedback localmente distribuiti, frontiera, con ritardo e/o memoria, di EDP lineari o non lineari, di tipo parabolico o iperbolico. Raggruppiamo i tipi di modelli che saranno affrontati in tre linee di azione sulle quali opereranno i ricercatori coinvolti:

- i. **Stime di Carleman e applicazione al controllo.** Le stime di Carleman sono delle stime a priori di norme di soluzioni di EDP in alcuni spazi di Sobolev con peso. Queste stime possono essere locali o globali a seconda che si applichino a delle soluzioni a supporto compatto o a delle soluzioni su tutto il dominio (in quest'ultimo caso, con delle condizioni al limite associate). I legami tra la teoria del controllo e le stime di Carleman si sono stabiliti tramite due esempi prototipo: quelli delle equazioni delle onde e del calore. Il problema della controllabilità esatta per queste equazioni, che consiste nel portare lo stato del sistema verso uno stato-obiettivo desiderato tramite l'azione di un controllo, è equivalente per dualità al problema di osservabilità, che consiste nel restituire la dinamica completa del sistema a partire da misurazioni (o osservazioni) parziali dello stato nella regione in cui il controllo è attivo. Questi studi hanno dei legami con i problemi inversi e di identificazione. Le stime di Carleman sono uno strumento potente per trattare EDP semi-lineari, equazioni di Navier-Stokes ed equazioni paraboliche degeneri. Quest'ultimo rappresenta un dominio di studi sviluppatosi molto di recente con i lavori di vari autori, tra i quali Cannarsa, Martinez e Vancostenoble, ed ha numerosi campi di applicazione, quali quello dei modelli matematici per la climatologia del tipo del modello di Budyko-Sellers (area di ricerca e sviluppo: AMBIENTE), o quello delle equazioni di Kolmogorov associate a processi di diffusione di interesse per la finanza matematica.
- ii. **Metodi di energia ed applicazioni al controllo ed alla stabilizzazione.** Le equazioni reversibili modellizzano numerosi fenomeni nel dominio della meccanica, dell'acustica, dei satelliti. Il loro controllo, per portare lo stato del sistema verso uno stato obiettivo, o per attenuare delle vibrazioni per retroazione (stabilizzazione), così come i legami tra queste questioni sono un dominio di studio importante che si è sviluppato parecchio a partire dagli anni '80, in relazione a dei lavori di A.V. Balakrishnan, C.Bardos-Lebeau-Rauch, N. Burq, H. Fattorini, V. Komornik, J.-L. Lions, D. L. Russell, E. Zuazua e molti altri. I nuovi materiali (viscoelastici, piezoelettrici), i nuovi campi d'applicazione (in acustica, strutture meccaniche in rete quali quelle che compongono i satelliti) hanno aperto delle nuove direzioni di ricerca. Una ricerca molto interessante è quella su problemi di stabilizzazione con effetti di ritardo, memoria; controllo e stabilizzazione di fenomeni di esplosione dovuti alla presenza di termini sorgente; controllo e stabilizzazione di sistemi ibridi che coinvolgono equazioni ordinarie al bordo con equazioni alle derivate parziali all'interno del dominio; controllo e stabilizzazione di reti formate da corde, travi e via dicendo. La velocità di propagazione finita per le equazioni trattate rende molto importanti le considerazioni geometriche. Il metodo dell'energia è uno strumento potente per lo studio matematico del controllo e della stabilizzazione delle EDP. Combina dei metodi geometrici (metodi dei moltiplicatori per esempio) con metodi di tipo Lyapunov o disuguaglianze integrali. Le tecniche sviluppate dagli anni '90 fino a tempi recenti, trattano essenzialmente sistemi autonomi.

iii. **Controllo di equazioni iperboliche nonlineari.** La teoria delle soluzioni di entropia dei sistemi iperboliche di leggi di conservazione ha visto emergere numerosi contributi importanti in questi ultimi anni. In particolare, la teoria di Cauchy per il problema a dati iniziali e quello a valori iniziali ed al bordo è ormai stato ben compresa in dimensione spaziale 1. D'altro canto, lo studio dei sistemi iperboliche delle leggi di conservazione (che possano eventualmente avere un termine sorgente) da un punto di vista della teoria del controllo è ancora agli inizi, sia nel caso del controllo di frontiera, o di controllo che agisce direttamente sull'equazione o sul termine sorgente. L'interesse di questo tipo di problemi è motivato in particolare dalle applicazioni al traffico stradale, alla cromografia a più componenti, e da problemi di ricerca petrolifera e di dinamica dei gas. Un altro campo di ricerca particolarmente interessante è il controllo di equazioni di rete, per applicazioni al traffico stradale, alle telecomunicazioni, alle reti d'irrigazione, ai canali di approvvigionamento, etc.

Tema 2. Metodi numerici per il controllo delle EDP di evoluzione.

Anche questa tematica si articola su due linee di azione.

a. **Metodi di elementi finiti e delle differenze finite per il controllo delle EDP.** Quando si semi-discretizza una EDP controllata, per esempio utilizzando uno schema di differenze finite o uno schema di elementi finiti, o ancora una approssimazione di Galerkin, si ottiene una famiglia di sistemi di controllo di dimensione finita, che diventano più grandi man mano che la discretizzazione diviene più fine. Una domanda naturale per la concezione stessa del controllo è di stabilire sotto quali condizioni i controlli che si prevedono nel caso di dimensione finita convergono verso un controllo del modello di dimensione infinita. Per le EDP lineari una strategia di controllo molto nota, tra quelle possibili, è il metodo HUM introdotto da J.-L. Lions, che consiste nel determinare il controllo di energia minima per portare il sistema da un punto ad un altro. Allora la questione diventa quella di sapere se i controlli di tipo HUM discreti convergono verso il controllo HUM continuo. Un'altra maniera di formulare la questione è di domandarsi se il diagramma controllo/discretizzazione converge o no. Questa domanda è stata sollevata in principio negli anni '90 da Glowinski e Lions che hanno osservato in certe situazioni iperboliche una divergenza della procedura di minimizzazione per certe condizioni iniziali. Poi, nel 1997, Zuazua ha dato la prima spiegazione teorica al fenomeno: utilizzando il fatto che la controllabilità e l'osservabilità sono due nozioni duali, Zuazua ha provato che per l'equazione delle onde unidimensionale semi-discretizzata in spazi di elementi finiti, le costanti di osservabilità della famiglia dei sistemi di controllo di dimensione finita non sono uniformemente limitate. Questo fatto, combinato con un argomento di tipo Banach-Steinhaus, dà la spiegazione teorica della divergenza del metodo di HUM per certi dati iniziali. Questo è stato il punto di partenza di una lunga serie di lavori, principalmente di Zuazua e suoi collaboratori. Per molte EDP lineari controllate di diversi tipi, si sono studiate le proprietà di osservabilità uniforme per diverse forme di discretizzazione. Ovviamente, lo stesso tipo di questioni si pone quando si tratta di schemi totalmente discretizzati.

b. **Metodi numerici semi-discreti e metodi di tipo discesa per il controllo delle EDP.** Descriviamo qualche problema affrontato di recente in questa materia. Labbé e Trélat (2006) hanno introdotto un metodo numerico, che poggia su una procedura di minimizzazione (di tipo HUM), per calcolare i controlli su dei modelli di dimensione finita approssimati semi-discreti (nello spazio), e che portano ad una implementazione efficace tramite un metodo del gradiente. È dimostrato che questo metodo converge nel caso parabolico, più precisamente nel caso dove l'operatore principale del sistema è analitico, e l'operatore di controllo non è troppo illimitato. Questo caso include applicazioni

significative a modelli numerici che simulano il sistema cardo-vascolare. L'estensione al caso iperbolico o agli schemi totalmente discretizzati non è chiara. Nel caso dei sistemi iperbolici, ormai è noto (a seguito dei numerosi lavori di Zuazua e suoi collaboratori) che, quando si discretizza una EDP controllata e si implementa il metodo HUM sul modello semi-discreto, appaiono delle forti oscillazioni che possono provocare la divergenza della procedure di minimizzazione. In alcune situazioni specifiche sono state trovati numerosi "palliativi", ciononostante la situazione resta largamente aperta e oggetto di forte interesse. Segnaliamo che recentemente Zuazua, Ervedoza e Zhang (2008) hanno fatto un progresso importante nella teoria, studiando certi schemi totalmente discretizzati per le equazioni iperboliche, all'interno di un quadro generale. La loro procedura si poggia sul test di Hautus.

Direttrice GREFI-GRIFGA (Gruppo 'Geometria algebrica')

Parole chiave: Varietà algebriche, classificazione birazionale, spazi dei moduli delle curve, quantum field theory, teoria coomologica di campo, teoria di Gromov-Witten, varietà toriche, geometria enumerativa, varietà secanti, inferenza filogenetica, statistica algebrica, codice, interpolazione.

Tema 3. Geometria birazionale e classificazione in Geometria algebrica.

In natura le varietà algebriche si distribuiscono in famiglie e sono dotate di invarianti, di tipo coomologico e numerico, che caratterizzano l'appartenenza ad una famiglia. Lo studio delle famiglie porta all'analisi dei relativi spazi di parametri e dei loro quozienti rispetto ad opportune relazioni di equivalenza, come l'equivalenza birazionale o l'equivalenza per isomorfismi biregolari. I problemi di classificazione birazionale delle varietà algebriche, la nozione di spazio dei moduli e l'analisi dei vari tipi di invarianti appartengono, come è ben noto, a quest'ordine di idee. In particolare, il tema della classificazione birazionale sta attraversando una fase di sviluppi poderosi, che hanno effetti in tutta la geometria algebrica. Ciò è dovuto alla recente risoluzione di alcune fondamentali congetture del Minimal Model Program, cuore della odierna geometria birazionale, dovuta a Birkar, Cascini, Hacon a McKernan. Pochi anni prima l'impiego congiunto di metodi analitici e algebrici (teoremi di annullamento di Nadel e di Kawamata-Viehweg) aveva consentito di dimostrare l'invarianza per deformazione dei plurigeneri di una varietà algebrica (Siu, Kawamata, Paun) e l'esistenza di limiti uniformi sulla birazionalità delle mappe pluricanoniche, (Tsuji, Takayama, Hacon-McKernan). In questo ambito generale sono ampie e numerose le competenze della rete CNRS-INdAM. Il progetto le organizzerà ed impiegherà su problemi specifici che fanno riferimento agli argomenti seguenti:

(1.1) Log Minimal Model Program. (1.2) Teoria dell'aggiunzione e classificazione di varietà polarizzate. (1.3) Classificazione delle varietà di Fano in dimensione superiore. (1.4) Rigidità birazionale e problemi di razionalità. (1.5) Varietà toriche e loro applicazioni

Tema 4. Geometria birazionale degli spazi di moduli collegati alle curve

Le curve algebriche e gli spazi di moduli ad esse collegati rappresentano da sempre oggetti centrali di studio nel campo della Geometria algebrica. Questa parte della Geometria algebrica fornisce, per di più, strumenti fondamentali di indagine a tutta la disciplina e ha determinato feconde e storicamente consolidate relazioni interdisciplinari con altre scienze, particolarmente con la Fisica. Il Tema 4 si collega agli sviluppi in geometria birazionale, considerati nel Tema 3, per le possibilità che questi aprono nello studio di modelli minimali di spazi dei moduli collegati

alle curve e nello studio del cono dei loro divisori nef, in particolare della slope di un divisore effettivo. Lo studio del cono dei divisori nef e della geometria globale di M_g risale a Mumford e ha percorso gli ultimi trent'anni con spettacolari e noti risultati che provano la struttura di varietà di tipo generale di M_g per genere $g > 23$, (Harris, Mumford, Eisenbud). Altrettanto ricca di interesse e di risultati anche molto recenti, a partire da quelli classici oggetto degli studi di Severi e di Beniamino Segre, è la ricerca sulla geometria globale di M_g per $g < 24$ e sulla sua eventuale struttura di varietà nearly rational, (secondo la definizione adottata da Corti, Kollar e Smith). Si vedano a titolo di esempio i lavori di Arbarello e Cornalba, Chang e Ran, Farkas, Casnati e Fontanari, Logan, Mukai, Sernesi, Verra etc. per queste ultime questioni. Si vedano inoltre, sempre a titolo di esempio, i lavori di Arbarello e Cornalba, Faber, Farkas, Fontanari, Gibney, Harris e Morrison, Hassett, etc. per la struttura del cono nef e la geometria globale di M_g . Altri spazi di moduli collegati alle curve sono oggetto di un interesse altrettanto vivace: moduli delle spin curves, Prym moduli spaces, moduli delle radici di ordine n del fascio strutturale di una curva, varietà di Picard universale $\text{Pic}_{d,g}$ su M_g , spazio dei moduli A_g delle varietà abeliane principalmente polarizzate di dimensione g . Su questi temi, che spaziano dalle diverse compatteficazioni della varietà di Picard universale al problema di Schottky, sono ben presenti diversi partecipanti al progetto, (Arbarello, Bini, Caporaso, Casagrande, Cornalba, Fontanari, Pareschi, Pirola, van Geemen, Viviani, ecc.: come sopra molte sono le omissioni). Rispetto a questi temi gli argomenti sui quali il progetto prevede di organizzare le attività di ricerca sono:

(2.1) Minimal Model Program per M_g . (2.2) Struttura del cono nef per gli spazi di moduli $M_{g,n}$ di curve puntate. (2.3) Cicli algebrici e geometria enumerativa su M_g . (2.4) Problemi di razionalità e unirigiatezza per spazi di moduli collegati alle curve. (2.5) Teoria di Andreotti-Mayer su A_g .

Tema 5. Interazioni con altri domini scientifici e applicazioni.

Questo tema riguarda le diverse interazioni con altri settori che i lavori nell'ambito dei temi 3 e 4 potranno mettere in movimento. Si tratta di interazioni naturali per le ricerche in geometria algebrica: in alcuni casi consolidate ed in altri casi di tipo nuovo. Tra le interazioni con altri domini scientifici sulle quali il progetto concentrerà le proprie forze vi sono quelle con la Fisica e la Combinatoria. Altre interazioni, ad esempio con l'Aritmetica, sono d'altronde ben possibili. Le possibilità che da questa parte dei lavori nascano applicazioni scientifiche e prodotti di alta tecnologia sono alte. Questa parte ha dunque stretti legami con i temi 3 e 4, ma anche una sua netta autonomia nella direzione delle applicazioni. Su questo terreno applicativo la parte geometrica del progetto, rappresentata dalla direttrice di ricerca GRIFGA, si incontra con la parte analitica del progetto, rappresentata dalla direttrice di ricerca CONEDP. Una notevole parte dei ricercatori di entrambe le unità della direttrice GRIFGA sarà coinvolta in questa parte tipicamente multidisciplinare e applicativa del programma.

Geometria algebrica e Fisica La reciproca influenza tra la Fisica e la Geometria algebrica ha in anni recenti prodotto potenti strumenti matematici come la coomologia quantica e la teoria di Gromov-Witten. Ciò ha portato a notevoli sviluppi in Geometria enumerativa, in particolare per quanto riguarda la geometria enumerativa di famiglie di curve e dei corrispondenti spazi di moduli. Tali spazi di moduli rappresentano sicuramente un ponte per il passaggio, in entrambe le direzioni, di teorie fisiche e di teorie geometriche. Un esempio di passaggio di questo tipo, dalla geometria alla fisica teorica, può essere visto nella Teoria delle stringhe. All'inverso proprio lavori e risultati nati dalla Fisica, come la formula di Verlinde o la nozione di blocco conforme, hanno determinato una forte accelerazione delle ricerche sui moduli di fibrati vettoriali su una curva algebrica C e hanno permesso di dimostrare importanti proprietà dello spazio dei moduli dei fibrati di rango r e determinante triviale su C , (Ramanan e Narasimhan, Beauville, Laszlo, Sorger, van Geemen e Izadi, Brivio e Verra e molti altri). Il Tema 3 influenza dunque in modo

molto significativo, e per diversi aspetti, le relazioni tra Fisica e Geometria algebrica.

Le relazioni tra i due ambiti a cui si è ora accennato sono comunque più ampie e ramificate ancora. Come esempi relativamente recenti possiamo citare: (i) la costruzione di tori invarianti per sistemi integrabili infinito-dimensionali come le gerarchie KdV e KP, e la soluzione del problema di Schottky grazie alla teoria dei sistemi algebricamente integrabili; (ii) l'uso della teoria di Yang-Mills per definire invarianti globali delle 4-varietà differenziabili e delle superfici complesse, e, nel senso inverso, la conoscenza della struttura globale dello spazio dei moduli degli istantoni per operare l'integrazione sulle variabili collettive nella teoria quantistica di Yang-Mills.

La ricerca in questi utimi settori è attualmente molto intensa e fruttuosa, e costituisce uno dei campi più interessanti delle ricerca contemporanea in fisica teorica e in matematica. Basti pensare ai differenti tipi di dualità in teoria delle stringhe, e in teoria quantistica dei campi, nonché alle relazioni di queste teorie con la fisica delle alte energie (fenomenologia delle stringhe), con la teoria dei sistemi integrabili (dualità dei sistemi integrabili, varietà di Frobenius) e, nuovamente, con la geometria algebrica (varietà di Calabi-Yau, spazi di moduli di fasci su tali varietà, quivers). Tra gli argomenti di tipo geometrico e fisico che verranno affrontati vi sono: la geometria degli spazi di moduli di fasci framed e le sue applicazioni alla teoria dei campi. Le relazioni fra la funzione di partizione di Nekrasov in 4 dimensioni e in blocchi conformi in due dimensioni. Il calcolo, mediante tecniche provenienti dalla fisica come il conteggio istantonico, di invarianti geometrici. Tra questi vi sono, a titolo di esempio, i polinomi di Poincaré degli spazi di moduli di fasci framed su superfici toriche e, inoltre, gli invarianti polinomiali di Donaldson per tali superfici.

Geometria algebrica e Combinatoria Le interazioni tra Geometria algebrica e Combinatoria che emergono attraverso la lettura dei temi di ricerca precedenti, o che sono in essi implicite, sono molteplici e di notevole importanza. Va inoltre sottolineato che l'influenza delle tematiche e dei metodi di tipo combinatorio è andata recentemente crescendo in Geometria algebrica, proprio rispetto ad argomenti, quali ad esempio la geometria enumerativa su una famiglia di curve oppure le varietà toriche, che sono ben presenti nel programma di ricerche. Ormai non si tratta soltanto di esempi isolati o di questioni particolari, ma piuttosto dell'affermarsi di un fronte di convergenza più ampio, tra metodi algebrico-geometrici e metodi di tipo combinatorio, che ha come ulteriore risvolto l'interesse per le possibili applicazioni di tipo tecnologico. La brevità della presente trattazione non ci consente di approfondire e precisare ulteriormente tale aspetto, né ci consente una descrizione più ampia di tutte le potenzialità che il programma potrebbe sviluppare a riguardo. Per concludere ci limiteremo dunque ad accennare ad alcuni argomenti e a competenze di ricerca del programma nei quali la Combinatoria gioca un ruolo molto significativo.

- Spazi di moduli $M_{g,n}$ delle curve punte: l'interpretazione combinatorica profonda della teoria di intersezione delle classi di cicli algebrici, sulla compattificazione di Deligne-Mumford di $M_{g,n}$, è oggi ben evidenziata. A partire dalla congettura di Witten sulla intersezione delle classi psi su $M_{g,n}$, divenuta teorema di Kontsevich, e a partire dalle sue nuove dimostrazioni, tali elementi hanno svelato aspetti fondamentali di tutta la teoria. In particolare la combinatoria algebrica è una teoria essenziale per lo studio del sottoanello tautologico $R^*(M_{g,n})$ dell'anello di Chow $CH^*(M_{g,n})$. Gli spazi $M_{g,n}$, la combinatoria di $R^*(M_{g,n})$ e $Pic M_{g,n}$ saranno affrontati nel corso del programma, in modo speciale nel caso delle curve razionale punte.

- Interpolazione, Statistica algebrica, Geometria tropicale: un importante problema della geometria algebrica classica è quello di calcolare la dimensione di un sistema lineare di ipersuperfici di grado d , in uno spazio proiettivo complesso, che passino con molteplicità assegnate $m_1 \dots m_k$ per un insieme finito di punti assegnati $p_1 \dots p_k$. Strettamente collegati a questo problema sono lo studio delle varietà secanti alle immersioni di Veronese di uno spazio



Istituto Nazionale di Alta Matematica

proiettivo e il problema di Waring per gli anelli di polinomi in più variabili a coefficienti complessi. Tali questioni si aprono, nuovamente, a discipline che hanno sia un forte interesse per le applicazioni sia una forte impronta algebro-geometrica e combinatorica insieme. È del tutto ovvio citare come esempi di questo tipo la Geometria algebrica tropicale e la Statistica algebrica. Si tratta di discipline recenti che hanno raggiunto un notevole rilievo. Il programma ha alcune competenze di primo piano su tutti questi temi. Su di essi i risultati delle attività di ricerca potranno distribuirsi su un arco molto ampio: da problemi di tipo Torelli per curve tropicali allo studio delle varietà di rette secanti a un prodotto di Segre, in relazione con i modelli di Markov nascosti e i modelli filogenetici.

- **Basi scientifiche del progetto**

La rete dei gruppi di ricerca CNRS-INdAM è la struttura di riferimento organizzativa del progetto e costituisce una parte delle sue basi scientifiche. All'interno di questa rete i ricercatori delle unità del progetto e diversi loro collaboratori, sia sul versante italiano che su quello francese, hanno condiviso importanti esperienze di lavoro di ricerca comune e diverse attività scientifiche, come ad esempio la organizzazione di attività seminariali, di incontri e workshops presso l'INdAM o presso laboratori francesi del CNRS e il coordinamento delle attività di ricerca di giovani. Nel corso del quadriennio che segna l'avvio della rete CNRS-INdAM tutte queste esperienze si sono affermate e consolidate. Esse costituiscono dunque un aspetto importante della base scientifica del progetto.

I ricercatori della rete che saranno attivi nel progetto, facendo parte di una delle sue quattro unità, sono ampiamente conosciuti a livello internazionale. Inoltre essi spesso rivestono un ruolo scientifico di primissimo piano, a causa dei risultati delle loro ricerche. Ciò vale, in particolare, per le ricerche da essi ottenute sui temi di ricerca qui presentati: sia riguardo alla direttrice di ricerca del CONEDP che per quanto riguarda la direttrice di ricerca del GRIFGA.

- **Fasi e tempi del progetto**

Il progetto ha durata triennale. Si prevede una fase di avvio del lavoro di ricerca, durante la quale si definiranno le collaborazioni su tutti i problemi specifici inerenti al progetto. Si metteranno inoltre in campo diverse attività di sostegno e di formazione per tutti quei giovani che siano interessati alle ricerche che svolgerà il progetto e ad essere inseriti nelle attività di rete CNRS-INdAM. Si prevede di organizzare un sito del progetto destinato ad ospitare, man mano che saranno disponibili, preprints ed articoli nei quali saranno esposti i risultati delle ricerche. Su questo sito saranno anche disponibili altre informazioni utili: sulle attività di alta formazione e di scambio culturale e scientifico del progetto. Il terzo anno di attività del progetto sarà infine dedicato, oltre allo svolgimento delle precedenti attività, alla diffusione e discussione dei risultati ottenuti, tramite incontri e workshops.

- **Risultati attesi dal progetto**

Si intende rafforzare la collaborazione dell'INdAM e più in generale della matematica italiana con il CNRS francese, nell'ottica della formalizzazione delle innumerevoli collaborazioni internazionali fra matematici italiani e francesi, attraverso uno stretto rapporto fra due Enti di

Ricerca che, sia pure in differenti dimensioni, hanno la stessa capacità di coinvolgere nelle loro azioni l'intera rispettiva comunità nazionale dei matematici; favorire la mobilità tra la Francia e l'Italia di giovani dottorandi, post-doc, docenti-ricercatori, e più in generale di tutte le categorie di giovani ricercatori. La finalità di tale mobilità nella formazione dei giovani è lo scambio culturale e l'inserimento di giovani italiani nei gruppi di ricerca francesi e viceversa.

Ci si attende un significativo aumento delle conoscenze riguardo alle direttrici di ricerca già descritte, ciò riguarda tutti i temi di ricerca descritti. Si prevede che una serie notevole di articoli, contenenti i risultati delle ricerche svolte, sarà oggetto di pubblicazione sulle più importanti riviste matematiche internazionali. La risonanza internazionale dei risultati ottenuti, dovrebbe inoltre essere testimoniata dalle conferenze internazionali in cui tali risultati verranno presentati. In generale si ritiene possibile che il progetto realizzi gli obiettivi strategici indicati e che permetta di ottenere una grande quantità di nuovi risultati e di prodotti delle ricerche di livello eccellente. Ci si attende inoltre una crescita sia delle tesi di dottorato su argomenti specifici del progetto sia di risultati di ricerca dovuti a giovani inseriti nelle attività del progetto.

• **Criteri proposti per la valutazione e la verifica dei risultati**

Il responsabile presenterà annualmente una relazione sullo stato di avanzamento del progetto dalla quale si possa facilmente evincere l'aderenza delle azioni sviluppate agli obiettivi del progetto. In particolare tale relazione conterrà:

1. descrizione dei principali risultati scientifici conseguiti e della loro possibile ricaduta applicativa;
2. elenco delle pubblicazioni prodotte e degli eventuali brevetti conseguiti;
3. descrizione degli incontri di lavoro, convegni e scuole organizzate nell'ambito del progetto;
4. elenco dei soggiorni di durata medio/lunga finanziati dal progetto.

In corso d'opera ulteriori informazioni saranno disponibili on line sul sito del progetto.

• **Costo complessivo del progetto per anno**

Cifre in euro	Totale	Finanziamento INdAM	Finanziamento CNRS	Finanziamento MIUR
Spese per attività di Ricerca	120.000,00 + quote non quantificate	70.000,00	non quantificato	50.000,00
Workshops, seminari e convegni	86.000,00 + quote non quantificate	46.000,00	non quantificato	40.000,00
Borse di studio	60.000,00	non quantificato	non quantificato	60.000,00



Istituto Nazionale di Alta Matematica

per dottorandi e giovani post-doc	+ quote non quantificate			
Totale	266.000,00	116.000,00	non quantificato	150.000,00

Il costo totale nel triennio 2012-2014 per il progetto sarà di 798.000,00 euro. L'Istituto chiede un contributo di 150.000,00 euro l'anno per un totale di 450.000,00 euro nel triennio.

C. PROGETTO RETE INTEGRATA DI LABORATORI DI MATEMATICA PER LA SCIENZA E LA SOCIETA'

L'INdAM è un Ente di Ricerca con caratteristiche peculiari. Le sue strutture di Ricerca consistono nei 4 Gruppi Nazionali di Ricerca, che comprendono 2.600 matematici italiani. Unità di Ricerca INdAM sono presenti presso quasi tutti i Dipartimenti matematici italiani. Pertanto l'INdAM possiede la capacità di coinvolgere rapidamente nei nostri progetti i migliori matematici italiani e stranieri. Le proposte di progetti presentate hanno il comune denominatore di "fare network", stimolando, con risorse finanziarie non elevate, risorse umane, potenziali energie, collaborazioni trasversali, e producendo una massa critica di competenze. Questo spiega come il costo evidenziato dei progetti sia molto contenuto.

• Abstract del progetto

Il progetto si propone di costruire una infrastruttura virtuale nazionale di riferimento per i potenziali utilizzatori di matematica, che sia allo stesso tempo affidabile, snella, di pronto accesso, aperta al contributo degli stessi utenti, e che raccolga i contributi di tutti i matematici, costituendo una massa critica difficilmente raggiungibile da parte di una singola Università o di un singolo Ente di ricerca.

L'infrastruttura consisterà di una rete di "laboratori", per lo più fisicamente già esistenti, dotati di hardware e software di funzionamento di grande compatibilità, all'interno dei quali saranno creati strumenti matematici da fornire via rete per supportare:

- l'assistenza e il trasferimento tecnologico all'industria e ai servizi per i problemi che esigono un uso intensivo della matematica (Piattaforma "Trasferimento tecnologico").
- la ricerca in matematica pura e applicata, incluse le applicazioni dalla matematica alle scienze naturali e sociali (Biologia, Fisica, Chimica Finanza ed Economia, ecc.) e applicazioni della matematica all'informatica, all'ingegneria, all'agricoltura, all'industria (piattaforma "Ricerca");
- la Formazione matematica a tutti i livelli (piattaforma "Formazione").

La base di partenza del progetto è la piattaforma web già esistente denominata "Test set for initial value problem solvers" (di seguito citata come "IVP TestSet" o semplicemente "IVP", ubicata presso l'Unità di Ricerca INdAM di Bari (<http://www.dm.uniba.it/indam/>) e accessibile al sito <http://www.dm.uniba.it/~testset.>, (1.249.467 accessi coronati da successo dal 1995 al 2009).

Parole chiave



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Initial Value Problems, Boundary Value Problems, Ordinary Differential Equations
Differential Algebraic Equations, Implicit Differential Equations.

- **Obiettivo del progetto**

E' importante ricordare che la matematica è un linguaggio comune che può essere usato per descrivere processi e fenomeni in diverse aree della scienza, della tecnologia e della società. Benché la natura dei fenomeni possa essere molto differente, la loro formulazione matematica ricade in un relativamente piccolo numero di classi di problemi. Pertanto se si riesce a sviluppare software efficienti che siano strutturati rispetto a questo limitato numero di categorie di problemi, si è in grado di fornire strumenti atti a gestire un vasto numero di problematiche applicative.

L'obiettivo della piattaforma "Trasferimento tecnologico" è di promuovere, creare e fornire metodi computazionali adattati alla risoluzione dei problemi dell'industria e dei servizi.

L'obiettivo della piattaforma "Ricerca" e' di promuovere, creare e fornire metodi computazionali per la ricerca matematica e per le sue applicazioni ad altre aree scientifiche e tecnologiche in cui la matematica gioca un ruolo importante di modellizzazione, analisi e sviluppo.

L'obiettivo della piattaforma "Formazione" è di fornire una rete di supporto alla didattica della matematica e delle scienze in generale, attraverso l'erogazione di strumenti interattivi per l'insegnamento e l'esposizione via web di strumenti di calcolo che possono essere utili a tutti i livelli dallo studente al ricercatore professionista.

- **Stato dell'arte e base di partenza del progetto**

Piattaforma "Trasferimento tecnologico" e "Ricerca"

La base di partenza del progetto e' la piattaforma web già esistente denominata "Test set for initial value problem solvers" (di seguito citata come "IVP TestSet" o semplicemente "IVP"), ubicata presso l'Unità di Ricerca INdAM di Bari (<http://www.dm.uniba.it/indam/>) e accessibile al sito <http://www.dm.uniba.it/~testset>.

L' IVP TestSet è stato fondato al CWI (Center for Mathematics and Computer Science) di Amsterdam nel 1995, e trasferito dal 2001 all'Unità di Ricerca INdAM di Bari, che ha la responsabilità della manutenzione e dello sviluppo della piattaforma web, e lo gestisce dal punto di vista dei contenuti scientifici, in collaborazione con il suddetto Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI), Netherlands. Inoltre si avvale di collaborazioni con le Università di Auckland (New Zealand), Imperial College London, Ginevra, Royal Institute of Technology Stoccolma, Humbolt Berlino, Lund, Technical Muenchen, Ghent, Katholieke Leuven. L' IVP TestSet ha un certo numero di caratteristiche che lo rendono unico e innovativo. Contiene descrizioni dettagliate di ogni *test problem* e fornisce la definizione di uno standard per codificare il problema, rendendo estremamente semplici l'interfaccia con i codici esistenti e il setup di benchmarks comparativi. Uno dei principali vantaggi del IPV è la capacità di guidare gli utilizzatori nella scelta dei codici più adatti a risolvere i loro problemi, attraverso una sequenza di domande e opzioni.

La principale struttura simile al di fuori dell'Europa è il Netlib repository (University of Tennessee and Oak Ridge National Laboratories <http://www.netlib.org>),



Istituto Nazionale di Alta Matematica

L'IPV consiste di due database: uno di problemi provenienti dalle applicazioni, e uno di codici per risolvere equazioni differenziali ordinarie a valori iniziali e equazioni differenziali algebriche.

L'accesso alla piattaforma IPV è libero e gratuito.

Le statistiche di accesso alla piattaforma IPV (rinvenibili sul sito) rivelano un grande, significativo aumento di richieste. Il numero totale di richieste coronate da successo è stato di 1.249.467 dal 1995 al 2009, e di circa 365.000 nel 2009, e in crescita nel 2010 e 2011. La maggior parte delle richieste provengono dall'estero. Le utenze che hanno avuto accesso ai servizi della piattaforma dal suo inizio (1995) a oggi sono state più di 50.000.

Attualmente, solo una piccola parte (ma molto importante), di codici numerici sono ragionevolmente ben sistemati e standardizzati in modo da essere utilizzati da utenti di media formazione scientifica per risolvere problemi scientifici. Essi ricadono nei domini di Ordinary Differential Equations (ODE), Differential Algebraic Equations (DAE), Implicit Differential Equation (IDE). Attualmente sono implementati nella piattaforma i codici per alcuni degli initial value problems nella classe ODE e parzialmente nella classe DAE, con un alto livello di affidabilità e di standardizzazione. Questi codici sono continuamente testati anche su problemi molto più difficili, come multiscale e large scale problems.

Il software IVPtestset oltre che essere liberamente utilizzato attraverso la piattaforma web già menzionata, può anche essere scaricato in forma di codice sorgente (<http://sourceforge.net/projects/ivptestset/>), così come altri pacchetti software co-sviluppati da membri dell'Unità INdAM di Bari: "bvpsolve", utile per risolvere problemi ai valori al contorno (http://r-forge.r-project.org/R/?group_id=400) e "deTestSet", tool per il software "R" che comprende solutori e testset per equazioni differenziali algebriche e per equazioni differenziali sia di tipo *stiff* che non *stiff* (<http://cran.r-project.org/web/packages/deTestSet/index.html>). Questi ultimi pacchetti software sono descritti, assieme ad altri, in un libro edito dalla casa editrice Springer di imminente pubblicazione (<http://www.springer.com/statistics/computational+statistics/book/978-3-642-28069-6>).

Presso l'Università di Bologna, nel corso degli ultimi anni, sono stati inoltre sviluppati codici di calcolo per la simulazione numerica di una vasta gamma di problemi iperbolici, con e senza transizione di fase, mediante l'implementazione dei più sofisticati ed aggiornati algoritmi disponibili. Tali codici, che sono stati utilizzati con successo nel campo, per esempio, della ricerca sulla propagazione ondosa in sistemi dissipativi e nello studio della propagazione di onde d'urto non classiche in gas reali soggetti a transizione di fase, possono essere integrati in un modulo dedicato alle equazioni alle derivate parziali (PDEs) e resi disponibili nell'ambito della piattaforma IPV TestSet.

Negli ultimi anni, la rilevante crescita della potenza di calcolo degli elaboratori, ed in particolare la possibilità di eseguire computazioni in parallelo su GPU sempre più performanti, ha reso possibile la risoluzione di problemi matematici "diretti" ed "inversi" di crescente complessità nell'ambito del Visual Computing che ricomprende i settori della Computer Graphics, dell'Image Processing e della Computer Vision. In tali ambiti, i laboratori di High Performance Computer Vision and Graphics del CIRAM di Bologna hanno sviluppato negli ultimi anni software prototipale per l'Image Restoration (data un'immagine "degradata" e sfruttando la conoscenza a priori disponibile sul fenomeno degradatore si cerca di ricostruire l'immagine non degradata), per la ricostruzione di superfici da dati 3D scattered, e per la segmentazione di oggetti da immagini 3D.

Si tratta quindi di problemi inversi, in casi reali fortemente mal posti, la cui soluzione stimola a combinare conoscenze e competenze nell'ambito dell'analisi degli algoritmi con quelle derivanti dalla ricerca sui problemi inversi, per affrontare le questioni numeriche



Istituto Nazionale di Alta Matematica

intrinsecamente connesse alla loro soluzione ed arrivare a realizzare, fino al livello di software matematico, efficienti e stabili algoritmi numerici.

Piattaforma “Formazione”

Si utilizzerà la piattaforma web WIMS, concepita per la didattica on-line orientata all'insegnamento della matematica. WIMS condivide alcune caratteristiche di base con altri software di supporto all'insegnamento (ad esempio Moodle), che includono la possibilità di gestire classi virtuali, forum di discussione e, più ingenerale, gli strumenti per la creazione e la promozione di comunità di pratica.

In più WIMS offre alcuni strumenti indispensabili per la matematica, tra cui:

- L'integrazione con i software di calcolo simbolico e numerico più utilizzati.
- Un linguaggio di programmazione specifico per lo sviluppo di pagine web interattive con contenuti matematici.
- Una serie di strumenti di calcolo per la manipolazione algebrica e numerica e per la visualizzazione utilizzabili on-line.
- Una eccellente raccolta di esercizi di matematica sia elementare che avanzata, fino al livello universitario.

Queste caratteristiche rendono WIMS unico nel panorama attuale dei software di supporto alla didattica e di gran lunga il sistema web più adeguato all'insegnamento della matematica.

WIMS è una piattaforma in continua evoluzione. Il supporto e lo sviluppo di WIMS è garantito da insegnanti e ricercatori di tutto il mondo ed è promosso e coordinato dall'associazione WIMS Edu (<http://wimsedu.info>). Una localizzazione italiana del nucleo di WIMS e di alcuni importanti moduli è già disponibile da tempo presso l'Università di Milano Bicocca. Ciò nonostante, la disponibilità di risorse WIMS in italiano è ancora limitata rispetto a quella in altre lingue.

Dal 2005 un server WIMS è presente anche presso il Dipartimento di Matematica “Ulisse Dini” e l'Unità di Ricerca INdAM di Firenze. Molteplici iniziative stanno contribuendo a formare una comunità di utenti WIMS sempre più numerosa.

• Articolazione del progetto e tempi di realizzazione

La durata prevista per il progetto è di tre anni. La piattaforma già esistente "Test set for IVP", ubicata presso l'Unità di Ricerca INdAM di Bari, ha registrato nel 2009 circa 365.000 richieste coronate da successo. Le utenze che hanno avuto accesso ai servizi della piattaforma dal suo inizio (1995) a oggi sono state più di 50.000. Le piattaforme “Ricerca” e “Trasferimento tecnologico” conterranno pertanto inizialmente su 50.000 utenti. Peraltro tali piattaforme offriranno numerose ulteriori applicazioni in aggiunta agli IVP, come ad esempio i BVP (Boundary value problems), i DDE (Delay differential equations), i problemi hamiltoniani ecc., ampliando notevolmente l'utenza potenziale,

Il progetto prevede uno sviluppo in espansione dell'infrastruttura, e a ogni livello di espansione corrisponderà un'allargamento del bacino d'utenza potenziale.

Precisamente:

- il supporto alla Ricerca in matematica pura e applicata. Il bacino d'utenza è costituito prevalentemente da tutti i docenti, ricercatori, assegnisti e borsisti di ricerca di matematica delle Università, Enti di Ricerca pubblici e privati, nonché docenti e ricercatori le cui ricerche prevedono contenuti matematici. In questo caso l'utenza sarà nazionale e internazionale.
- il supporto alla formazione matematica a tutti i livelli. In una prima fase l'infrastruttura fornirà strumenti dedicati all'insegnamento della matematica nelle Università italiane, e quindi il bacino d'utenza consisterà dei docenti universitari (di tutti i livelli) di materie matematiche, e



Istituto Nazionale di Alta Matematica

gli studenti universitari di ogni livello (laurea triennale, laurea magistrale, Dottorato) i cui curricula prevedano esami di matematica. In una seconda fase la struttura fornirà strumenti dedicati all'insegnamento della matematica nelle scuole secondarie superiori, il bacino di utenza si allargherà ai docenti di materie matematiche nelle scuole e ai corrispondenti studenti. In questo caso l'utenza sarà prevalentemente nazionale.

- l'assistenza all'industria e ai servizi per i problemi che esigono un uso intensivo della matematica. In questo caso il bacino d'utenza comprende industrie, PMI, Enti pubblici, banche, assicurazioni.

Piattaforma Ricerca e Trasferimento tecnologico: programma di ricerca

Il progetto mira a sviluppare l' IVP TestSet in un concetto più innovativo: un posto d'incontro virtuale per i matematici che sono interessati a sviluppare software concernente equazioni differenziali e utenti in vari campi della matematica, altre scienze e industria.

Il successo della piattaforma esistente e la crescente domanda da parte degli utenti richiede l'estensione di questo importante strumento a varie classi di problemi scientifici come per esempio i Boundary Value Problems (BVP), i problemi Hamiltoniani e i time-dependent Partial Differential Equations (PDEs).

Sotto il nome generale di equazioni differenziali ci sono svariate categorie di problemi. Quelle considerate nel progetto sono le seguenti.

- 1) Ordinary Differential Equations (ODEs):
 - Initial Value Problems (IVPs),
 - Boundary Value Problems (BVPs),
 - Conservative Problems (e.g., Hamiltonian problems);
- 2) Differential Algebraic Equations (Initial and Boundary Value Problems)(DAEs);
- 3) Partial Differential Equations (PDEs) (via method of lines (MOL)):
 - Parabolic problems,
 - Hyperbolic problems.

Benché lo stato dell'arte sia al momento molto avanzato per le IVP in rapporto alle altre classi di problemi, c'è sempre la necessità di nuovi codici per ottenere performances migliori.

Per quel che riguarda le ODE, la situazione è:

- Initial Value Problems: In questo campo ottimi codici robusti esistono. Si progetta di estendere il database a ulteriori problemi.
- Boundary Value Problems: Sono disponibili pochi codici, e c'è una notevole richiesta di nuovi.
- Conservative Problems (Hamiltonian Problems and problems with invariants and symmetries): Sono disponibili solo pochi prototipi.

Anche per le DAE esistono moltissimi codici affidabili.

Le PDEs risolte via method of lines sono un approccio estremamente diffuso per la soluzione numerica di differenti famiglie di PDE dipendenti dal parametro tempo.

Il primo anno del progetto sarà principalmente dedicato ai Multi Scale Problems, e a un primo approccio ai BVP.

Equazioni alle derivate parziali e propagazione non lineare in fluidodinamica e teoria cinetica.

Per quanto concerne l'allargamento della piattaforma web IVP TestSet ai problemi alle derivate parziali (PDEs), e più specificatamente al caso dei sistemi iperbolici, il programma di ricerca prevede lo studio teorico, lo sviluppo di nuovi metodi numerici e l'implementazione di un

modulo software utile per la soluzione di una vasta gamma di problemi iperbolici: problemi lineari e non-lineari così come problemi caratterizzati dalla presenza o meno di termini sorgente, quali si incontrano frequentemente nella modellazione di sistemi di interesse pratico mediante, rispettivamente, leggi di bilancio e di conservazione. Per quanto riguarda le leggi di bilancio, i codici di calcolo consentiranno anche il trattamento di termini di sorgente “stiff”, che come noto tipicamente richiedono lo sviluppo e l'implementazione di specifici algoritmi. Il modulo in questione sarà utilizzabile in tutti i casi in cui risulti necessario studiare problemi caratterizzati da soluzioni di natura ondosa come, per esempio, le onde d'urto.

Una ulteriore caratteristica dei codici di calcolo sarà quella di consentire lo studio di sistemi iperbolici che prevedono transizioni di fase. Questi ultimi, di larghissimo interesse nell'ingegneria e in tutte le scienze applicate, sono sovente il risultato di un processo di modellazione fisico-matematica più sofisticato di quello che si fa in una fase di prima approssimazione per ottenere una descrizione (relativamente) semplice del problema in oggetto. A titolo di esempio, si pensi a come una modellazione di prima approssimazione di un gas porti al ben noto “modello di gas ideale”, che non contempla l'esistenza di transizione di fase (per esempio, gas-liquido), mentre una modellazione più sofisticata conduce al modello di van der Waals che prevede la possibilità di transizioni di fase (gas-liquido nella fattispecie) e che quindi rappresenta una descrizione più soddisfacente – in molti casi di interesse pratico addirittura necessaria – a fronte di una maggiore complessità del modello matematico. La maggiore “ricchezza” (dal punto di vista fisico) di modelli con transizione di fase si traduce generalmente in una maggiore complessità del sistema di PDEs da risolvere, tanto che in molti casi di interesse sia teorico che applicativo, un adeguato studio delle soluzioni e del comportamento del sistema non è ancora iniziato o (come nel menzionato caso del modello di van der Waals) è appena agli inizi. Lo sviluppo di codici di calcolo adeguati alla soluzione di questa importante classe di sistemi, che va necessariamente accompagnata ad uno studio di carattere teorico, riveste importanza sia nell'ambito della ricerca più teorica che in quello delle applicazioni, risultando quindi a pieno titolo trasversale alle piattaforme “ricerca” e “trasferimento tecnologico”.

Il modulo per lo studio di un largo spettro di problemi di propagazione ondosa sarà principalmente sviluppato dalla unità di Bologna, in seno alla quale sono già disponibili competenze maturate negli ultimi anni e dove una base significativa per lo sviluppo dei codici menzionati è già esistente.

Problemi Numerici su tecnologie innovative ed interazione CAD.

Nell'ambito dell'Image Processing il gruppo di ricerca di Bologna ha una vasta esperienza nel settore e si propone di analizzare tecniche innovative per il deblurring e denoising di immagini che considerino operatori di regolarizzazione con derivate frazionarie e norme adattive alle caratteristiche delle immagini e la tipo di rumore.

Nel vasto campo della Computer Vision, mirante all'estrazione di informazioni di più alto livello da immagini o sequenze video, rivestono particolare importanza dal punto di vista applicativo l'analisi di sequenze video per il rilevamento ed il tracciamento nel tempo di oggetti in movimento nella scena monitorata e la segmentazione / riconoscimento di oggetti di interesse. Per il primo caso, sempre più importanti ambiti di applicazione sono quelli della videosorveglianza e del monitoraggio del traffico.

La ricerca in Geometric Modelling and Geometry Processing si occupa di metodologie per l'acquisizione, ricostruzione, analisi, modellazione, simulazione e trasmissione di modelli



Istituto Nazionale di Alta Matematica

geometrici 3D. La ricerca utilizza competenze in ambito matematico, informatico ed ingegneristico finalizzate sia alla rivisitazione del classico geometric modelling integrando nuovi kernel geometrici e tecnologia di interazione, sia alla costruzione di toolbox di algoritmi e matematica per elaborare digital geometry data.

Una specializzazione in Visual Computing richiede pertanto una formazione multi-disciplinare e apre possibilità di lavoro nell'ambito del computer-aided design and manufactory, del medical computing, reverse engineering, scientific engineering e computer entertainment.

Il gruppo di ricerca si propone di creare un sistema che rappresenti una nuova generazione di modellatore adatto al CAD. In particolare si svilupperanno nuove rappresentazioni matematiche basate sulle superfici di suddivisione che raggiungano la precisione e la qualità richieste che saranno integrate in un CAD commerciale. Inoltre si propone di realizzare una nuova metodologia di acquisizione e modellazione di forme che, attraverso l'uso di tecnologie a basso costo, permetta all'operatore di acquisire in tempo reale una forma geometrica 3D fisicamente disponibile a fianco del sistema CAD. L'uso di primitive geometriche sofisticate, come le superfici di suddivisione, permette di ridurre i tempi di ricostruzione.

Il CIRAM è dotato di due laboratori per la Progettazione assistita e modellazione numerica (PAM). Nel laboratorio sono presenti un server e 40 postazioni di lavoro, di cui 16 dotate di workstation e collegate in rete. Il Laboratorio di High Performance Graphics, Computing, Vision (GPU) è dotato di un server e 10 postazioni di lavoro (PC con schede grafiche di ultima generazione GP-GPU, collegate in rete). Le postazioni fisse sono dotate di software specifici orientati alla computer vision, elaborazione di immagini e grafica. Oltre alle postazioni di lavoro è predisposta una piattaforma tecnologica di acquisizione ed elaborazione avanzata di dati ed immagini comprendente due telecamere (con treppiede per il loro supporto), un illuminatore infrarossi per la ricostruzione di scene 3D ed uno scanner laser 3D per la ricostruzione di oggetti a partire da nuvole di punti acquisite.

Tutti i laboratori sono predisposti in modo da consentire didattica frontale con l'ausilio di un videoproiettore. E' attiva la rete ALMAWIFI all'interno dei laboratori in modo da consentire a questi utenti il servizio di connettività ad Internet.

Collaborazioni internazionali. Il network internazionale che ha contribuito a fondare la piattaforma esistente continuerà la sua collaborazione. Esso è formato da Università di Auckland (New Zealand), Imperial College London, Ginevra, Royal Institute of Tecnology Stoccolma, Humbolt Berlino, Lund, Technical Muenchen, Ghent, Kathlieke Leuven. Università di Nagoya (Japan), Università di Marsiglia (France), Kent State University (Ohio, USA), The Chinese University of Hong Kong (Hong Kong), University of Valenciennes (France), University of Bergen (Norway).

Piattaforma Formazione: programma di ricerca

Fra le attività che saranno messe in cantiere il primo anno:

Iniziative per le scuole superiori: si organizzeranno diversi incontri con i docenti e gli studenti delle scuole superiori, con l'obiettivo sia di presentare e promuovere WIMS, sia nel quadro più generale dell'orientamento degli studenti verso le lauree scientifiche.

Corsi universitari: L'uso di WIMS, già introdotto, in via sperimentale, a supporto dell'insegnamento in presenza in alcuni corsi del primo anno di Matematica e Informatica sarà intensificato; e saranno tenuti seminari sull'uso di WIMS nei corsi di Matematica.

Archivio delle traduzioni: per ampliare la scelta degli esercizi disponibili in lingua italiana, decine di nuovi esercizi saranno stati tradotti dal francese e dall'inglese. È in fase di



Istituto Nazionale di Alta Matematica

allestimento un archivio pubblico di queste traduzioni non solo per favorirne la diffusione, ma anche per agevolarne l'aggiornamento nelle nuove versioni del software rilasciato.

Basi di conoscenza: il server WIMS di Firenze si arricchirà progressivamente arricchendo con vari strumenti collaborativi (forum, wiki e altri strumenti per la condivisione di documenti e link a risorse di rete) a supporto della comunità di utilizzatori.

- **Ruolo di ciascuna unità operativa**

Parteciperanno al progetto i 4 Gruppi di Ricerca dell'INdAM, ciascuno dei quali opererà nell'ambito delle proprie competenze.

Per coordinare le attività delle unità operative saranno organizzati incontri plenari e incontri tematici fra ricercatori. Annualmente sarà organizzato un workshop dedicato ai risultati ottenuti e ai problemi aperti.

- **Contributo alla formazione di ricercatori**

Parteciperanno al progetto gli assegnisti di ricerca e i dottorandi affiliati ai Gruppi di Ricerca INdAM, e i Marie Curie Fellows post-doc dell'INdAM assunti nell'ambito del progetto europeo INdAM-Cofund, che attualmente sono 9, e a regime (dal 1 ottobre 2012) saranno 18. Inoltre parte del finanziamento servirà ad attribuire due assegni di ricerca dedicati al progetto.

- **Procedure di accesso alla piattaforma**

L'accesso avverrà attraverso un portale web dedicato, e attraverso computational grants. L'utente accederà al software e all'hardware dedicati, senza restrizioni e in modo trasparente. Nel caso sia necessaria un'elevata quantità di risorse computazionali, un secondo tipo di accesso sarà concesso attraverso computational grants, da attivare in vari campi d'interesse, e sarà dedicato principalmente al software testing,

- **Risultati attesi dalla ricerca e coerenza del progetto con i criteri indicati nel DM n. 970/Ric del 11/11/2011.**

- Le piattaforme "Ricerca", "Trasferimento tecnologico" e "Formazione" intendono promuovere lo sviluppo di innovazione e di conoscenze di utilità generale.

- Le piattaforme "Ricerca" e "Trasferimento tecnologico" contribuiranno allo sviluppo delle applicazioni della matematica alle altre scienze e all'innovazione industriale e tecnologica.

- La piattaforma "Formazione" contribuirà alla crescita dell'apprendimento della matematica a tutti i livelli.

- Nel contesto della competizione globale, la matematica è uno strumento necessario per l'innovazione in un approccio interdisciplinare. Il progetto potrà quindi contribuire a migliorare la formazione dei matematici nell'ottica delle applicazioni all'industria.

- Tutti i matematici italiani che siano membri dei Gruppi di Ricerca che abbiano competenze nei settori d'intervento del progetto e le loro sedi universitarie saranno coinvolti, a partire dal nucleo iniziale. In tal modo si contribuisce allo sviluppo di sinergie di rilevanza nazionale. Tali



Istituto Nazionale di Alta Matematica

sinergie si estendono a livello internazionale sulla base delle collaborazioni, evidenziate nel progetto, con importanti Università e centri di Ricerca non nazionali.

- Le ricerche in programma concernono campi della matematica di larga applicazione alle altre scienze e alla tecnologia.

- Riguardo alla coerenza con la roadmap Esfri e il PNR 2011-13, è ovvio premettere che la matematica in quanto tale non è inserita né nella Roadmap né nel PNR. Peraltro questo progetto si ritiene possa rientrare a pieno titolo nello *sviluppo di tecnologie ICT per la conoscenza*. Inoltre i contenuti della piattaforma esistente IPV Testset, e in prospettiva della piattaforma “trasferimento tecnologico” costituiscono un contributo importante a diverse tematiche prioritarie del PNR. Ad esempio chimica, ambiente, oncologia, elettronica, meccanica celeste (si veda al sito <http://www.dm.uniba.it/~testset> alla sezione “Problems”).

- Il progetto nasce e si sviluppa in ambito europeo. La piattaforma attuale IPV è gestita in collaborazione con CWI Amsterdam, con la collaborazione di altre Istituzioni europee (e non), e lo sviluppo proposto continuerà ad avvalersi di tali collaborazioni; la grande maggioranza degli accessi alla piattaforma provengono dall'estero. Il progetto, insieme ad altre iniziative dell'INdAM può dare un contributo notevole allo sviluppo dell'Area Europea della Ricerca nell'ambito delle scienze matematiche. In effetti nell'ambito delle scienze matematiche l'ERA è attualmente poco strutturata, nonostante la matematica viva e respiri di collaborazioni internazionali. Fra le ragioni di tale ritardo, la principale è il fatto che la matematica non risulta fra le priorità del 7mo PQ nell'ambito delle azioni più importanti: Cooperation e Capacities. In particolare non esistono infrastrutture europee per la matematica.

• **Elementi e criteri proposti per la verifica dei risultati**

Il responsabile presenterà annualmente una relazione sullo stato di avanzamento del progetto dalla quale si possa facilmente evincere l'aderenza delle azioni sviluppate agli obiettivi del progetto. In particolare tale relazione conterrà:

- 1) Il monitoraggio degli accessi alla piattaforma;
- 2) descrizione dei principali risultati scientifici conseguiti e della loro possibile ricaduta applicativa;
- 3) elenco delle pubblicazioni prodotte e degli eventuali brevetti conseguiti;
- 4) descrizione degli incontri di lavoro, convegni e scuole organizzate nell'ambito del progetto;
- 5) elenco dei soggiorni di durata medio/lunga finanziati dal progetto;
- 6) ricadute formative del progetto.

• **Costo complessivo del progetto**

Costo per il primo anno

Hardware	20.000
----------	--------



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Spese generali di ricerca e inserimento di contenuti (inclusi: spese di organizzazione di meetings di lavoro, missioni dei partecipanti)	40.000
Assegni di Ricerca (2 annuali rinnovabili)	40.000
Workshop finale	15.000
Totale primo anno	115.000

Costo per gli anni successivi al primo

Si prevede un'espansione della struttura anno per anno. Pertanto la spesa per il secondo e il terzo anno dovrebbe incrementarsi del 20 per cento rispetto all'anno precedente. Pertanto:

Costo per il secondo anno: Totale Euro 140.000

Costo per il terzo anno: Totale Euro 155.000

Il costo totale nel triennio 2012-2014 per il progetto sarà di 410.000,00 euro. L'Istituto chiede un contributo totale di 410.000,00 euro nel triennio 2012-2014.

Per l'attività relativa ai Progetti Premiali si prevede di impiegare nel bilancio 2012 un importo a carico dell'INdAM di circa 395.000,00 euro, nel bilancio 2013 un importo di 420.000,00 euro e nel bilancio 2014 un importo di 435.000,00 euro. Per questa attività si prevede di impiegare nel triennio un ammontare di 1.250.000,00 €.

7 Spin-off.

L'INdAM è un Ente di Ricerca con caratteristiche peculiari. Le sue strutture di Ricerca consistono nei 4 Gruppi Nazionali di Ricerca, che comprendono 2.600 matematici italiani. Unità di Ricerca INdAM sono presenti presso quasi tutti i Dipartimenti matematici italiani. Pertanto l'INdAM possiede la capacità di coinvolgere rapidamente nei propri progetti i migliori matematici italiani e stranieri.

Gli afferenti all'INdAM svolgono ottima ricerca applicata (o applicabile), non solo ai campi classici (informatica, fisica, chimica, ingegneria ecc.), ma anche in quelli più recentemente sviluppatasi quali la finanza, la genomica, la sicurezza informatica, l'automazione di processi di elaborazione dati, le reti ecc.

Tuttavia sembra essere non sufficiente l'impatto di queste ricerche 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.

La ragione sociale prevedrà principalmente:



Istituto Nazionale di Alta Matematica

- 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 questa attività si prevede di impiegare nel bilancio degli anni 2012, 2013 e 2014 un importo annuale a carico dell'INdAM di 250.000,00 euro. Per questa attività si prevede di impiegare nel triennio un ammontare di 750.000,00 €.

8 Nuova sede.

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 € per far fronte alla realizzazione una sede nel campus dell'Università di Roma "Tor Vergata". Inoltre, si richiede un contributo di circa 100.000,00 € annui per far fronte alle maggiori spese di gestione dei nuovi locali.

PARTE TERZA

1. Risorse strumentali

Nel quadro delle attività di ricerca dei Gruppi Nazionali di Matematica, l'Istituto si sta attrezzando con Unità di Ricerca presso le diverse sedi universitarie, istituite con apposite convenzioni.

Finora sono state istituite unità di ricerca presso le sedi universitarie di L'Aquila, Bari, Basilicata, Cagliari, Catania, Chieti, Ferrara, Firenze, Genova, IAC, Messina, Politecnico di



Istituto Nazionale di Alta Matematica

Milano, Napoli “Federico II”, Padova, Parma, Pavia, Perugia, Pisa, Roma III, Salerno, Sissa, Torino, Politecnico di Torino, Trento, Trieste.

Le unità di ricerca costituiscono il punto di raccordo delle ricerche promosse dai gruppi nazionali, a livello delle singole sedi. Esse coordinano e gestiscono in modo particolare i progetti di ricerca interdisciplinari. L'unità di ricerca presso l'Università di Milano Bicocca, costituita in “Sezione”, ospita la Scuola per le Applicazioni della Matematica all'Industria offrendo anche appoggio logistico a questa iniziativa.

L'unità di ricerca della sede di Bari gestisce e coordina tutte le attività connesse al progetto “Testset”. Il progetto Testset è un insieme di risolutori e di problemi test per la risoluzione numerica di sistemi di equazioni differenziali ed algebrico-differenziali ordinarie ai valori iniziali. Esso si rivolge sia agli utilizzatori che ai produttori dei metodi numerici mettendo a disposizione dei primi alcuni dei risolutori più noti ed efficienti attualmente esistenti, ed ai secondi un insieme di problemi test significativi per un confronto tra i nuovi codici di calcolo e quelli pre-esistenti. Il piano di sviluppo del progetto prevede l'allargamento dei problemi attualmente considerati alle Equazioni Differenziali Funzionali con ritardo, alle Equazioni integrali di Volterra, ai Problemi differenziali con valori al contorno ed alle Equazioni differenziali di tipo conservativo che forniscono modelli matematici idonei a simulare un'enorme varietà di problemi applicativi per i quali la domanda di metodi efficienti di integrazione è in grande crescita.

2. Interazioni con altre componenti della rete di ricerca.

Come indicato nella descrizione delle diverse attività pianificate, l'Istituto interagisce profondamente con tutte le sedi universitarie, con le quali condivide i fini di promuovere la ricerca matematica e di integrare le potenzialità formative nelle varie università italiane. Inoltre, attraverso la Scuola per le Applicazioni della Matematica nell'Industria (SAMI) l'Istituto ha iniziato un tentativo di creare legami con i problemi applicativi che interessano direttamente il mondo produttivo. Infine, l'Istituto interagisce anche con l'IAC del CNR.

3. Metodologie per la valutazione della ricerca.

Tradizionalmente l'Istituto si è servito dei suoi organi direttivi per la valutazione delle proprie attività di ricerca. In particolare, la valutazione dell'attività di ricerca dei Gruppi nazionali è stata effettuata dal Comitato Direttivo dell'Istituto in collaborazione con i consigli Scientifici di ogni singolo gruppo.

Inoltre dal 2001 l'Istituto si è dotato di un comitato interno di valutazione, CIV. IL CIV ha elaborato relazioni annuali che hanno contribuito a razionalizzare il funzionamento dell'Istituto e dei suoi gruppi di ricerca. Il Comitato ha inoltre elaborato una relazione triennale inviata al MIUR per il bando VTR 2001-2003.

L'Istituto si è sottoposto, nell'ambito della Valutazione Triennale della Ricerca 2001-2003, alla valutazione del CIVR, sottoponendo n°38 prodotti elaborati dalla struttura di ricerca afferente. Nell'ambito di tale valutazione l'Istituto ha ottenuto un rating di 0.94, risultando primo tra le grandi Strutture dall'Area delle scienze matematiche e informatiche. I risultati completi sono disponibili sul seguente sito web: <http://www.vtr2006.cineca.it>.

Il 7 Novembre 2011 l'Agenzia Nazionale di Valutazione del sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR) ha emanato il Bando per la Valutazione della Qualità della Ricerca 2004-2010 (VQR 2004-2010). L'attività dell'ANVUR è diretta alla valutazione dei risultati della



Istituto Nazionale di Alta Matematica

ricerca scientifica di Università, Enti di Ricerca pubblici vigilati dal MiUR, tra cui anche l'INdAM, e altri soggetti pubblici e privati che svolgono attività di ricerca.

PARTE QUARTA

FINANZIAMENTO

1. Stima del finanziamento.

La stima del finanziamento necessario per le attività programmate per il triennio 2012-2014 è la seguente:

- 1) Borse di studio per l'estero: Euro 900.000,00;
- 2) Professori visitatori per i corsi di dottorato: Euro 360.000,00;
- 3) Corsi di alta formazione matematica e avviamento alla ricerca: Euro 150.000,00;
- 4) Borse di studio per il conseguimento del dottorato in Italia: Euro 375.000,00;
- 5) Assegni di ricerca: Euro 972.000,00;
- 6) Mensilità di Borse di studio per l'estero: Euro 360.000,00;
- 7) Borse di studio per il dottorato italiano per studenti stranieri: Euro 486.000,00;
- 8) Borse di studio di merito per studenti in matematica: Euro 930.000,00;
- 9) Borse "F. Severi" e borse di studio per ricercatori avanzati: Euro 840.000,00;
- 10) Progetto "INdAM-COFUND": Euro 1.635.614,40;
- 11) Progetto "INdAM-COFUND-2012": Euro 536.001,00;
- 12) Attività dei Gruppi Nazionali di Matematica: Euro 3.327.000,00;
- 13) Periodi Intensivi, Workshops, Incontri Scientifici e Giornate INdAM: Euro 1.202.000,00;
- 14) Progetti di Ricerca INdAM: Euro 1.500.000,00;
- 15) SAMI: Euro 520.000,00;
- 16) Collaborazioni Internazionali: Euro 110.000,00;
- 17) Progetti Bandiera: 470.000,00;
- 18) Progetti Premiali: Euro 1.250.000,00.
- 19) Spin-off: Euro 750.000,00.

La spesa per il funzionamento prevista nel triennio 2012-2014, comprensiva anche delle spese generali e del personale, è di € 18.773.615,40. 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 € 22.273.615,40.

2. Schema di ripartizione delle entrate e delle spese per il funzionamento previste nel triennio 2012-2014 e contributo aggiuntivo richiesto.

Entrate:

• Contributo di funzionamento 2012	€	2.262.62300
• Contributo di funzionamento 2013	€	2.262.62300
• Contributo di funzionamento 2014	€	2.262.62300
• Contributo Straordinario Progetto		



Istituto Nazionale di Alta Matematica

“INdAM-COFUND”	€	600.000,00
Totale entrate consolidate nel triennio 2012-2014	€	7.387.869,00

Spese per le attività proposte:

• Borse di studio, corsi di insegnamento e attività di supporto al dottorato di ricerca	€	5.373000,00
• Progetto Europeo COFUND	€	2.171.615,40
• Attività dei Gruppi Nazionali di Matematica	€	3.327.000,00
• Periodi intensivi di ricerca Incontri, Workshops e Giornate INdAM	€	1.202.000,00
• Progetti di Ricerca INdAM	€	1.500.000,00
• Scuola per le Applicazioni della Matematica nell’Industria	€	520.000,00
• Collaborazioni Internazionali	€	110.000,00
• Progetti Bandiera	€	470.000,00
• Progetti Premiali	€	1.250.000,00
• Spin-off	€	750.000,00
• Spese generali e del personale (sulla base di Euro 600.000,00 annui) più spese per la nuova sede	Euro €	2.100.000,00

Totale spese nel triennio 2012-2014	Euro	18.773.615,40
-------------------------------------	------	---------------

Differenza tra le entrate e le spese previste (Contributo Aggiuntivo richiesto)	€	11.385.746,40
---	---	---------------

Ripartizione delle spese previste nel corso del triennio 2012-2014:

2012	2013	2014
€ 5.563.039,20	€ 6.417.274,00	€ 6.793.302,20