



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Programmi di ricerca cofinanziati - Modello E Relazione scientifica conclusiva sui risultati di ricerca ottenuti - ANNO 2007 prot. 2007YZ3B24

| | |
|---|--|
| 1. Area Scientifico Disciplinare principale | 08: Ingegneria civile ed Architettura |
| 2. Coordinatore Scientifico del programma di ricerca | CORIGLIANO Alberto |
| - Università | Politecnico di MILANO |
| - Facoltà | Facoltà di INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE e TERRITORIALE |
| - Dipartimento/Istituto | Dip. INGEGNERIA STRUTTURALE |
| 3. Titolo del programma di ricerca | Problemi multi-scala con interazioni complesse nell'ingegneria strutturale |
| 4. Settore principale del Programma di Ricerca: | ICAR/08 |
| 5. Costo originale del Programma: | 527.000 € |
| 6. Quota Cofinanziamento MIUR: | 225.000 € |
| 7. Quota Cofinanziamento Ateneo: | 96.834 € |
| 8. Finanziamento totale: | 321.834 € |
| 9. Durata: | 24 mesi |

10. Obiettivo della ricerca eseguita

Si riportano gli obiettivi generali del programma di ricerca, dichiarati all'atto della domanda di finanziamento (Sez. 11 modello A). Denominatore comune delle attività di ricerca che si intendono seguire è la natura multi-scala dei fenomeni coinvolti, la presenza di interazioni fra comportamento meccanico ed altri fenomeni fisici e la complessità dei problemi di modellazione e calcolo da risolvere.

In dettaglio, durante i due anni di attività verranno perseguiti i seguenti obiettivi:

- 1) Progresso nelle conoscenze di base relative al comportamento di materiali e strutture caratterizzate da distribuzione spaziale di componenti elementari di tipo gerarchico o multi-scala, anche ottenuto tramite indagini sperimentali.
 - 2) Revisione e generalizzazione di alcune formulazioni usate in meccanica dei solidi e delle strutture per tenere conto di interazioni fra varie scale spaziali (e temporali) e vari fenomeni fisici.
 - 3) Formulazione di equazioni costitutive innovative, a varie scale di indagine, che tengano conto di fenomeni dissipativi e di interazione con azioni non meccaniche e loro validazione sperimentale.
 - 4) Sviluppo di procedure numeriche, multi-scala e multi-dominio, innovative, robuste ed efficienti per la simulazione del comportamento di materiali e strutture, anche in presenza di fenomeni di degrado e loro validazione sperimentale.
 - 5) Applicazione dei modelli e delle procedure numeriche sviluppate a problemi riguardanti solidi e strutture a diverse scale: micro-sistemi, film sottili, compositi laminati, murature, murature rinforzate con compositi.
 - 6) Procedure e linee guida per la valutazione della resistenza ultima e per la loro progettazione ottimale di sistemi strutturali multi-scala o gerarchici.
- Questi obiettivi saranno perseguiti dalle varie unità durante i due anni di attività nel segno di una stretta cooperazione. L'utilizzo di metodi e modelli unificanti per l'interpretazione di fenomeni multi-scala e di interazione multi-fisica derivanti da problemi pratici anche molto diversi fra loro, permetterà ai ricercatori di beneficiare di una notevole "cross-fertilization" con conseguenti vantaggi nell'avanzamento delle ricerche e nella capacità di innovazione.

11. Descrizione della Ricerca eseguita e dei risultati ottenuti

Si osserva che il finanziamento concesso è stato ridotto di circa il 39% rispetto alla richiesta iniziale, comportando una ridefinizione o riduzione di alcune attività. Come previsto dal programma iniziale è stata creata una pagina web dedicata al progetto (<http://www.stru.polimi.it/PRIN07/index.htm>) e sono stati effettuati incontri semestrali per la discussione collegiale di tutti i risultati conseguiti:

Primo incontro: Milano, 26 settembre 2008

Secondo incontro: Milano, 23, 24 gennaio 2009

Terzo incontro: Ancona, 14, 15 settembre 2009

Quarto incontro: Palermo, 25, 26 febbraio 2010

Quinto ed ultimo incontro: Milano, 13 settembre 2010

Si descrivono nel seguito i principali risultati conseguiti, facendo riferimento alle cinque Unità di Ricerca (UR). Maggiori dettagli si possono individuare nei modelli C descrittivi dell'attività delle singole Unità.

Si ricordano preliminarmente i titoli dei programmi di ricerca delle singole UR:

Milano: METODI MULTI-SCALA, MULTI-FISICA E DI DECOMPOSIZIONE DI DOMINIO NELLA MECCANICA DI MATERIALI E DISPOSITIVI INNOVATIVI MICRO E NANO STRUTTURATI

Trento: OMOGENEIZZAZIONE E OTTIMIZZAZIONE DI STRUTTURE A SCALE DIVERSE

Genova: FENOMENI DI INTERAZIONE MECCANICA A SCALE DIVERSE IN MATERIALI MULTISTRATO

Palermo: MODELLAZIONI ACCOPPIATE E MULTISCALA DI MATERIALI ETEROGENEI

Ferrara: MODELLAZIONE NUMERICA A SCALE DIVERSE DI PROBLEMI STRUTTURALI

Per ogni UR si riportano i temi trattati, rimandando ai modelli C per una descrizione più dettagliata delle singole attività e per l'elenco delle pubblicazioni prodotte.

UR di Milano.

Modellazione multi scala di fenomeni di rottura indotti da impatti in microsistemi.

Caratterizzazione sperimentale delle proprietà di frattura del polisilicio in microsistemi

Modellazione del fenomeno di damping fluido in microsistemi.
 Modellazione di fenomeni di adesione spontanea.
 Modellazione multi fisica.
 Simulazione di processi di frattura in materiali mono e poli-cristallini.
 Simulazione di materiali compositi soggetti ad impatto.

UR di Trento.

Studio di metodi innovativi per controllare la propagazione di onde in strutture periodiche.
 Studio della risposta macroscopica di compositi dielettrici altamente deformabili.
 Nuova tecnica agli "Elementi al contorno" per lo studio di solidi comprimibili con pre-stress omogeneo in stato piano di deformazione.
 Tecniche di fotoelasticità a trasmissione.
 Generalizzazione al caso delle funzioni di snervamento (o di trasformazione di fase) con vertici di alcuni teoremi precedentemente noti per funzioni di snervamento lisce.
 Studio di una sospensione diluita di inclusioni lamellari rigide in una matrice duttile soggetta a pre-stress.
 Studio della flessione in deformazioni finite di un multi-laminato iperelastico incompressibile.

UR di Genova.

Modellazione meccanica e del collasso di sistemi stratificati realizzati mediante interposizione di uno strato adesivo tra strati di uguale o diverso materiale.
 Interazione di meccanismi multipli di danneggiamento in compositi laminati e sandwich soggetti a carichi statici e dinamici.
 Valutazione della risposta elastica di rivestimenti sottili soggetti a prove di indentazione alla micro-nano-scala.
 Modellazione delle murature, materiali stratificati ottenuti per deposizione periodica di mattoni e strati di malta con soluzioni di continuità trasversali (giunti verticali).

UR di Palermo

Modelli di interfaccia con transizione regolare coesiva-attritiva
 Problemi interazione fra danno diffuso, localizzato e propagazione di frattura
 Modellazione X-FEM per problemi di propagazione di frattura
 Plasticità a gradiente
 Interfacce eterogenee

UR Ferrara.

Formulazione e sviluppo di modelli numerici riguardanti problemi strutturali ove è presente una zona di ampiezza limitata o zona di processo
 Formulazione e sviluppo di specifici modelli multiscala riguardanti strutture eterogenee composte da elementi di dimensione finita

Come emerge dal confronto fra gli obiettivi del programma di ricerca ed i risultati ottenuti, si può osservare quanto segue:

- i) le cinque UR hanno svolto una notevole mole di lavoro, testimoniata dall'elevato numero di pubblicazioni (63 lavori pubblicati o proposti per pubblicazione su riviste internazionali e capitoli di libri internazionali, 147 pubblicazioni e comunicazioni a congresso complessivamente) e dai risultati conseguiti, rispettando abbastanza da vicino le tempistiche previste inizialmente;
- ii) i risultati conseguiti e lo svolgimento del programma di ricerca corrispondono in buona parte ai criteri di verificabilità enunciati nella proposta originale; unico dato non pienamente soddisfacente riguarda lo sviluppo fattivo di collaborazioni fra le varie unità;
- iii) molti dei risultati conseguiti, in particolare a livello di modellazione e studio teorico, hanno un elevato carattere innovativo.

12. Problemi riscontrati nel corso della ricerca

Le maggiori difficoltà riscontrate sono succintamente elencate nel seguito.

- i) La riduzione del finanziamento rispetto alla richiesta iniziale (39% circa) ha comportato una ridefinizione di alcune attività e la riduzione di altre, in particolare di tipo sperimentale.
- ii) La complessità e l'eterogeneità dei temi affrontati ha comportato difficoltà di coordinamento superiori a quelle inizialmente previste.
- iii) La difficoltà di programmazione e l'effettiva esecuzione di alcune delle attività sperimentali previste ha comportato alcune cancellazioni, anche alla luce della riduzione dei fondi disponibili rispetto alla iniziale proposta.

13. Risorse umane complessivamente ed effettivamente impegnate (da consuntivo)

| | (mesi uomo) |
|---|-------------|
| TOTALE | 220 |
| da personale universitario | 220 |
| altro personale | 118 |
| Personale a contratto a carico del PRIN 2007 | 43 |

14. Modalità di svolgimento (dati complessivi)

Partecipazioni a convegni:

| | Già svolti (numero) | Da svolgere (numero) | Descrizione |
|-------------------|---------------------|----------------------|---|
| in Italia | 31 | 0 | Congressi dell'associazione italiana di meccanica teorica ed applicata (AIMETA) ed altri su meccanica dei materiali e delle strutture. |
| all'estero | 44 | 0 | Vari congressi di associazioni internazionali di meccanica teorica, applicata e computazionale; congressi di meccanica della frattura e di microsistemi |

| | | | |
|---------------|-----------|----------|--|
| TOTALE | 75 | 0 | |
|---------------|-----------|----------|--|

Per ogni campo di testo max 8.000 caratteri spazi inclusi

Articoli pertinenti pubblicati:

| | Numero | Descrizione |
|--|---------------|---|
| su riviste italiane con referee | 0 | |
| su riviste straniere con referee | 63 | <i>Molti articoli pubblicati su prestigiose riviste internazionali di meccanica dei solidi e delle strutture.</i> |
| su altre riviste italiane | 0 | |
| su altre riviste straniere | 0 | |
| comunicazioni a convegni/congressi internazionali | 54 | <i>Presentazioni a vari congressi internazionali relativi a meccanica dei solidi e delle strutture, meccanica computazionale e piu' specialistici relativi alle tematiche affrontate nel corso della ricerca.</i> |
| comunicazioni a convegni/congressi nazionali | 30 | <i>Presentazioni a vari congressi dell'associazione italiana di meccanica teorica ed applicata (AIMETA) ed altri di meccanica dei materiali e delle strutture.</i> |
| rapporti interni | 0 | |
| brevetti depositati | 0 | |
| TOTALE | 147 | |

Per ogni campo di testo max 8.000 caratteri spazi inclusi

Data 21/12/2010 12:43

Firma

Si autorizza alla elaborazione e diffusione delle informazioni riguardanti i programmi di ricerca presentati ai sensi del D. Lgs. n. 196/2003 del 30.6.2003 sulla "Tutela dei dati personali". La copia debitamente firmata deve essere depositata presso l'Ufficio competente dell'Ateneo.