

# Linea di Ricerca n. 2

## Valutazione e riduzione della vulnerabilità di edifici esistenti in c.a

**Coordinatori: Edoardo Cosenza e Giorgio Monti**

*Lancio Progetto Triennale  
Dipartimento Protezione Civile – Consorzio RELUIS  
Napoli, 10 OTTOBRE 2005*



DIPARTIMENTO DELLA  
PROTEZIONE CIVILE



# Unità di ricerca e responsabili

Unità di Ricerca	Responsabile
Napoli Federico II	Cosenza, Manfredi, Ramasco
Pavia	Pinho
Basilicata	Masi
Roma La Sapienza	Monti, Decanini
Milano	Toniolo
Udine	Russo
Venezia	Foraboschi
Bologna	Benedetti
Firenze	De Stefano
Chieti	Spacone
Molise	Fabbrocino
Salerno	Faella
Bari	Mezzina
Catania	Gheresi
Palermo	Papia
Calabria	Spadea



# Descrizione del programma di ricerca

1. **Metodologie non distruttive** per la conoscenza delle strutture esistenti
2. Calibrazione dei **fattori di confidenza**
3. Valutazione del comportamento non lineare degli edifici con particolare riferimento a **edifici irregolari**
4. Valutazione e rinforzo di **edifici misti**
5. Influenza della **tamponatura** sulla risposta strutturale
6. Comportamento e rinforzo di **scale in c.a.**
7. Comportamento e rinforzo di **nodi**
8. Comportamento e rinforzo di **pilastri** soggetti a pressoflessione e taglio **biassiale**
9. Comportamento e rinforzo di strutture industriali **prefabbricate**

# 1. Metodologie non distruttive per la conoscenza delle strutture esistenti

---

## ■ Obiettivi

- Identificare pregi e difetti dei vari metodi di prova da impiegare nella fase diagnostica
- Definire una legge di correlazione tra dati ottenuti da prove non distruttive sulla base di prove distruttive
- **SP:** *Esecuzione di prove distruttive e non distruttive su elementi strutturali estratti da edifici in demolizione.*

# 1. Metodologie non distruttive per la conoscenza delle strutture esistenti

- Unità di Ricerca coinvolte
  - UNINA, UNIBAS, UNIMOL, UNISA, POLIBA
- Cronoprogramma

trimestri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Raccolta dati												
<i>Programma sperimentale</i>												
Messa a punto di modelli bayesiani e calibrazione dei FC												
Redazione rapporto												

## 2. Calibrazione dei **fattori di confidenza**

---

### ■ Obiettivi

- Applicazione di modelli bayesiani alle principali tecniche di indagine
- Miglioramento delle indicazioni normative attraverso la taratura dei metodi combinati (distruttivi – non distruttivi) di valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio e la conseguente calibrazione dei fattori di confidenza.

## 2. Calibrazione dei **fattori di confidenza**

- Unità di Ricerca coinvolte
  - UNINA, UNIBAS, UNIROMA1
- Cronoprogramma

trimestri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Raccolta dati</b>												
<b>Messa a punto di modelli bayesiani e calibrazione dei FC</b>												
<b>Redazione rapporto</b>												

### 3. Valutazione del comportamento non lineare degli edifici con particolare riferimento a **edifici irregolari**

- Obiettivi

- Sviluppare e applicare procedure di valutazione su edifici esistenti, selezionando anche edifici di forma irregolare, sia in pianta che in elevazione
  - Particolare riguardo ad edifici pubblici, scuole ed ospedali.



### 3. Valutazione del comportamento non lineare degli edifici con particolare riferimento a **edifici irregolari**

---

#### ■ Obiettivi

- Validare tali procedure attraverso il confronto con analisi non lineari dinamiche
- Identificazione di eventuali fattori di correzione per tener conto nel modello semplificato degli effetti negativi delle irregolarità strutturali in pianta e in elevazione.



## 4. Valutazione e rinforzo di **edifici misti**

---

### ■ Obiettivi

- Classificazione delle caratteristiche geometriche più ricorrenti
  - Edifici con pareti in muratura perimetrali e maglia strutturale in c.a.
  - Edifici in muratura con sopraelevazione in c.a.
- Messa a punto di metodi di modellazione che tengano conto delle zone di interfaccia fra le due strutture
- Derivazione di regole semplificate.

## 4. Valutazione e rinforzo di **edifici misti**

- Unità di Ricerca coinvolte
  - UNINA, UNIROMA1, UNIBO
- Cronoprogramma

trimestri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Classificazione delle tipologie ricorrenti</b>												
<b>Analisi di comportamento e derivazione di regole semplificate</b>												
<b>Redazione rapporto</b>												

## 5. Influenza della **tamponatura** sulla risposta strutturale

### ■ Obiettivi

- Fornire indicazioni su:
  - Modalità di modellazione dei pannelli di muratura, in modelli lineari e non lineari
  - Influenza delle tamponature sulla risposta degli edifici in c.a.
- **SP:** *Test su un numero di pannelli significativo per comprendere il più ampio numero di parametri di base*
  - *Geometria, posizione delle bucatore, ecc.*

## 5. Influenza della **tamponatura** sulla risposta strutturale

- Unità di Ricerca coinvolte
  - UNIPV, UNIPA, UNIROMA1, UNICH
- Cronoprogramma

trimestri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Catalogazione delle tipologie ricorrenti e rassegna dei modelli</b>												
<b><i>Programma sperimentale su pannelli e riquadri di telaio</i></b>												
<b>Analisi su edifici tamponati rappresentativi</b>												
<b>Redazione rapporto</b>												

## 6. Comportamento e rinforzo di **scale in c.a.**

### ■ Obiettivi

- **SP:** *Eseguire test ciclici su sottoassemblaggi strutturali comprendenti il vano scala*
  - *Con trave a ginocchio o soletta rampante*
- Valutare l'effetto della presenza del vano scala sulla risposta strutturale sismica
  - Sia d'insieme, sia locale nelle zone critiche
- Tecniche di rinforzo **LINEA 8**

## 6. Comportamento e rinforzo di **scale in c.a.**

- Unità di Ricerca coinvolte
  - UNINA, UNICT
- Cronoprogramma

trimestri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Catalogazione delle tipologie ricorrenti</b>												
<b><i>Sperimentazione su subassemblaggi</i></b>												
<b>Taratura di metodi di analisi non lineare e studi per il rinforzo</b>												
<b>Redazione rapporto</b>												



## 7. Comportamento e rinforzo di **nodi**

### ■ Obiettivi

- **SP:** *Eseguire test ciclici su nodi trave-pilastro non confinati*
  - *Esterni, d'angolo o di facciata*
- Valutare l'attendibilità delle relazioni proposte nell'OPCM 3431 per la valutazione della capacità dei nodi ed eventualmente proporre alternative più accurate
- Tecniche di rinforzo **LINEA 8**

## 7. Comportamento e rinforzo di **nodi**

- Unità di Ricerca coinvolte
  - UNIBAS, UNINA, UNIPV, UNIUD
- Cronoprogramma

trimestri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Catalogazione ed analisi delle sperimentazioni esistenti												
<i>Sperimentazione su subassemblaggi</i>												
Modellazioni raffinate e semplificate e studi per il rinforzo												
Redazione rapporto												

## 8. Comportamento e rinforzo di **pilastri** con presso-flessione e taglio **biassiale**

### ■ Obiettivi

- Estendere al caso biassiale i modelli di capacità proposti nell'OPCM 3431
- **SP:** *Confronto con prove sperimentali*
  - *Su pilastri snelli e tozzi soggetti a compressione (eventualmente variabile) ed azione alternata biassiale*
- Tecniche di rinforzo **LINEA 8**

## 8. Comportamento e rinforzo di **pilastri** con presso-flessione e taglio **biassiale**

- Unità di Ricerca coinvolte
  - UNINA, UNIROMA1, UNICH, UNICT
- Cronoprogramma

trimestri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Catalogazione ed analisi delle sperimentazioni esistenti												
<i>Sperimentazione su pilastri sotto azione ciclica biassiale</i>												
Modellazioni raffinate e semplificate e studi per il rinforzo												
Redazione rapporto												

## 9. Comportamento e rinforzo di strutture industriali **prefabbricate**

### ■ Obiettivi

- Classificazione delle tipologie di collegamento fra elementi prefabbricati di strutture industriali
- **SP:** *Prove cicliche su collegamenti identificati come particolarmente vulnerabili*
- Sviluppare modelli pratici di valutazione delle capacità di tali zone di collegamento
- Orientare verso la definizione di criteri e tecniche di intervento per il rinforzo.

## 9. Comportamento e rinforzo di strutture industriali **prefabbricate**

- Unità di Ricerca coinvolte
  - UNINA, UNIMOL, POLIMI
- Cronoprogramma

trimestri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Classificazione tipologie esistenti</b>												
<b><i>Sperimentazione su collegamenti</i></b>												
<b>Modellazione comportamento e studi di rinforzo</b>												
<b>Redazione rapporto</b>												

# Prodotti attesi

---

- Proposte di miglioramento delle norme per la valutazione di strutture esistenti in c.a.
- Linee guida per l'applicazione di metodi non distruttivi nella fase di conoscenza
- Metodi speditivi per la valutazione delle proprietà dinamiche e della capacità delle strutture esistenti
- Metodi per l'analisi di push-over di edifici irregolari
- Modelli di capacità per elementi e strutture rinforzate
- Sviluppo di linee guida per la valutazione tecnico-economica degli interventi.

# Prodotti attesi – Documenti

## ■ Diagnostica

- Applicazione delle tecniche bayesiane alla stima delle proprietà meccaniche dei materiali sulla base delle conoscenze a priori e delle successive indagini in situ.
- Serie di applicazioni riguardanti sia le proprietà dei materiali che le incertezze relative ai quantitativi di armatura.

## ■ Pushover

- Sintesi dei confronti effettuati tra metodi di pushover e metodi di livello superiore, con riferimento alle tipologie di edifici rappresentative della realtà costruttiva italiana
- Proposta di miglioramento del pushover dell'OPCM 3431.



# Prodotti attesi – Documenti

## ■ Tamponatura

- Risultati delle prove effettuate su pannelli di tamponatura e sugli elementi costituenti (mattoni, malte)
- Modelli di tipo elasto-fragile associati ai meccanismi di rottura per scorrimento orizzontale, trazione diagonale e schiacciamento agli spigoli.

## ■ Capacità

- Stato dell'arte dei modelli di capacità di elementi in c.a., accompagnato dalla sistematica valutazione statistica della dispersione propria di ciascun modello.
- Indicazioni sui modelli che meglio si prestano a descrivere le tipologie costruttive più comuni nel nostro Paese.

# Prodotti attesi – Documenti

---

## ■ Sintesi

- Articolato nella forma di un possibile disposto regolamentare per il problema della valutazione degli edifici esistenti
- Deve presentare metodi utilizzabili a diverso livello di accuratezza e impegno commisurati alla scala a cui si pone il problema
  - Singoli edifici
  - Gruppi di edifici funzionalmente omogenei (scuole, ecc.)
  - Gruppi di edifici strutturalmente omogenei analizzabili per tipologie