Workshop

Progetto di edifici antisismici con struttura in c.a.

Catania

aula IT del DAU

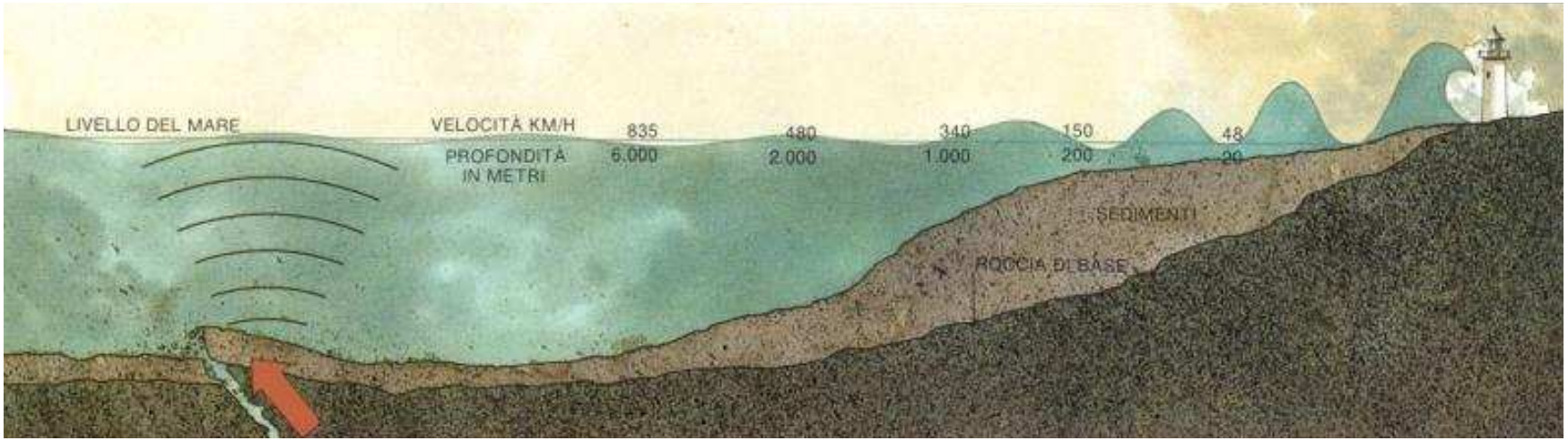
10-20 settembre 2013

02 - Effetto dei terremoti

I terremoti

Quali effetti producono? ➡ Particolare attenzione a …

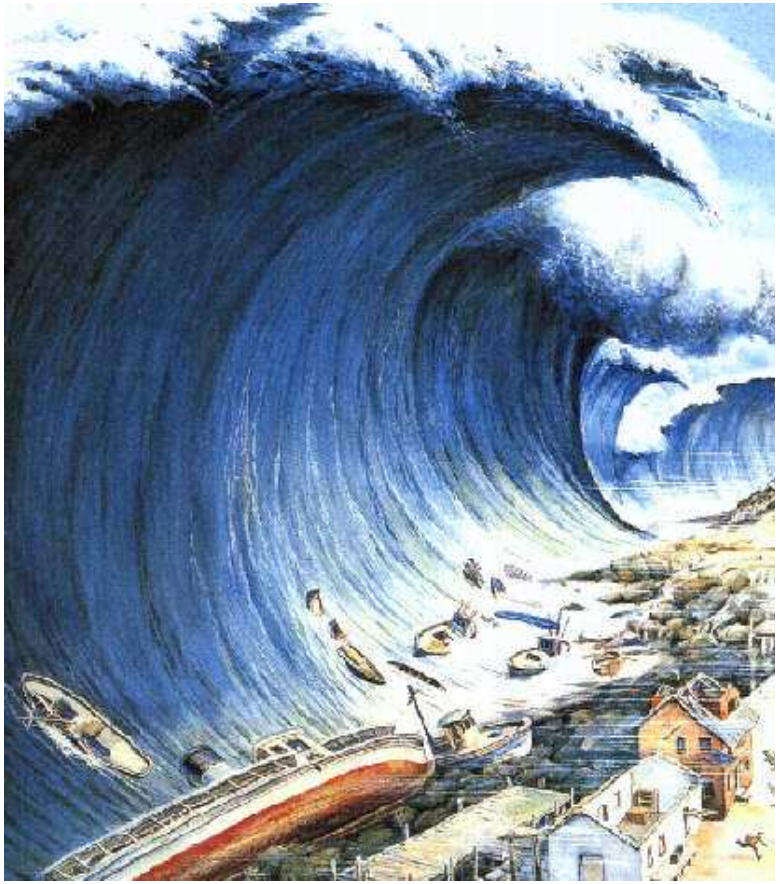
Maremoti, tsunami



Dove l'acqua è profonda le onde viaggiano a velocità elevatissime (es. oltre 800 km/ora)

Al ridursi della profondità la velocità si riduce ma aumenta enormemente l'altezza dell'onda

Tsunami



Tsunami

Tsunami

Tsunami

Tsunami

Tsunami

Tsunami

Tsunami

Tsunami

Commenti:

- È impossibile garantire la sicurezza delle costruzioni e la salvaguardia della vita
- È indispensabile la prevenzione, ovvero:
  - Evitare costruzioni in zone litoranee a rischio di maremoto
  - Creare sistemi di allarme e piani di evacuazione che consentano di mettere in salvo le persone

Scorrimenti della faglia

1999 – Turchia

Scorrimenti della faglia

Commenti:

- Non si devono realizzare costruzioni in zone poste in prossimità di faglie
- Rimane comunque il problema per le opere di comunicazione (strade, ferrovie) che sono costrette ad attraversare zone di faglia

Movimenti della faglia, smottamenti del terreno, frane

1999 – Turchia

Movimenti della faglia, smottamenti del terreno, frane

1948 – Giappone

1999 – Turchia

Movimenti della faglia, smottamenti del terreno, frane

12/4/1998 – Slovenia

1999 – Turchia

Cedimenti del terreno

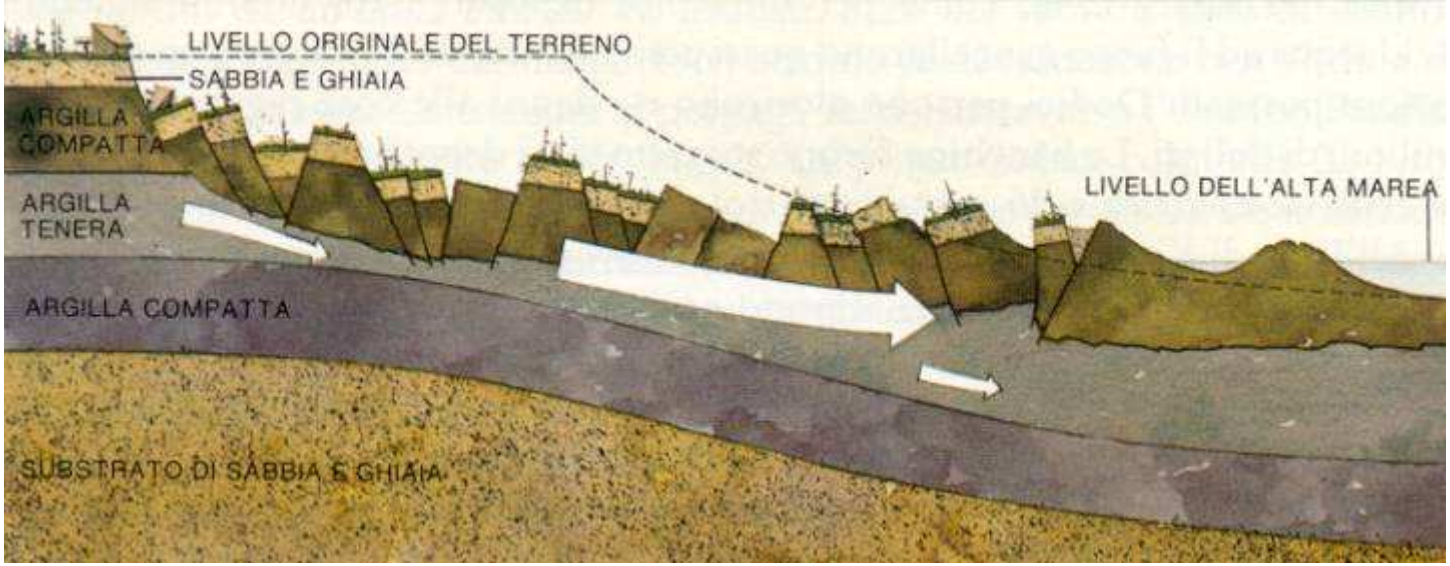
1997 – Umbria

Smottamenti del terreno, frane

Commenti:

- Occorre conoscere bene il rischio di frane nel territorio in cui si costruisce
- Dovrebbero essere gli enti pubblici (comuni, ecc.) ad individuare nel piano regolatore le zone a rischio di frana e considerarle non edificabili
- In ogni caso, il progettista deve curare particolarmente le fondazioni, per evitare la possibilità di movimenti relativi tra i punti alla base dell'edificio

Liquefazione di strati sotterranei

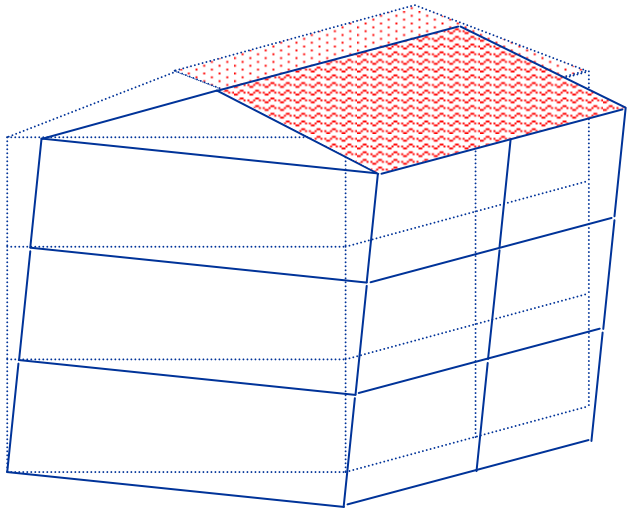


1964 – Alaska

Liquefazione del terreno

1999 – Turchia

Liquefazione del terreno



1999 – Turchia

Liquefazione del terreno

1999 – Turchia

Liquefazione del terreno

1999 – Turchia

Liquefazione del terreno

1999 – Turchia

I terremoti

Quali effetti producono? ➡

Accelerazione sismica medio-bassa

Basso periodo di ritorno

Ribaltamento di mobili

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Danni ai tramezzi

Napoli,
Facoltà di
Ingegneria

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Danni ai tramezzi

Napoli,
Facoltà di
Ingegneria

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

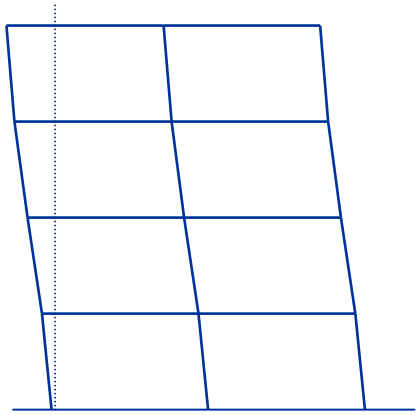
Danni ai tramezzi

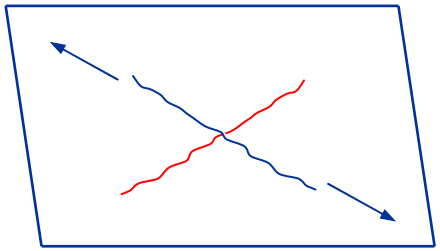
Napoli,
Facoltà di
Ingegneria

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Danni ai tramezzi

Napoli,
Facoltà di
Ingegneria

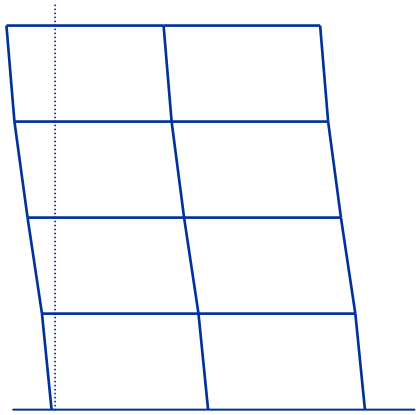


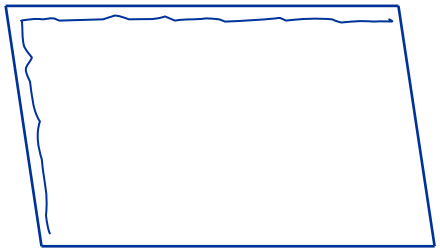


23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Danni ai tramezzi

Napoli,
Facoltà di
Ingegneria





oppure distacco
dei tramezzi dagli
elementi strutturali

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Danni alle pareti di tamponamento
per azioni nel loro piano

2002 – Santa Venerina

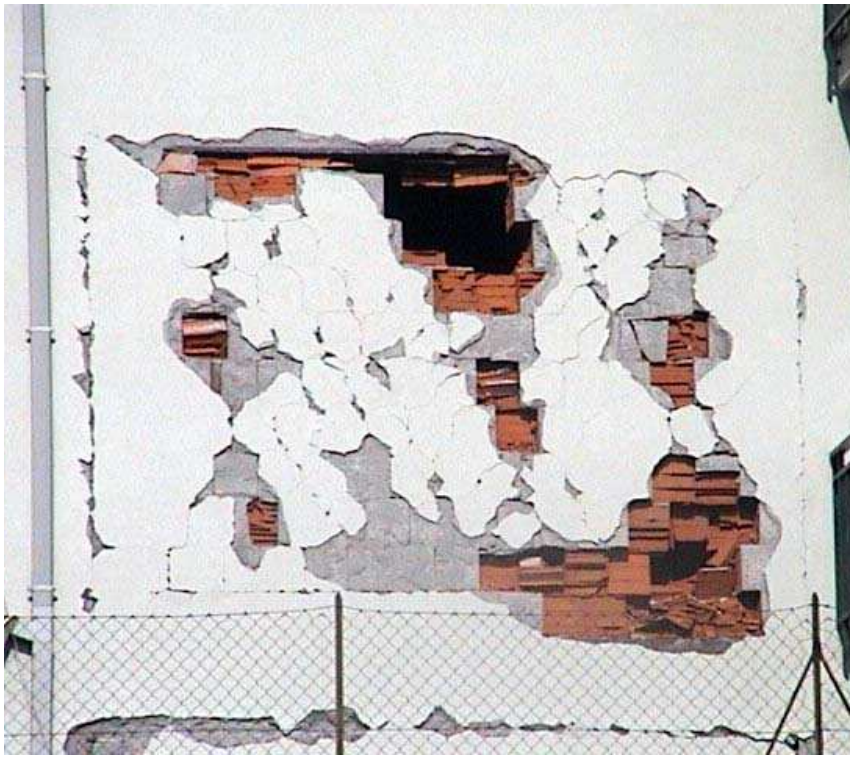
foto G. Gaeta

Danni alle pareti di tamponamento
per azioni nel loro piano

2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

Danni alle pareti di tamponamento
per azioni nel loro piano



2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

Espulsione delle pareti di tamponamento

per azioni ortogonali al loro piano

1999 – Turchia

Espulsione delle pareti di tamponamento

1999 – Turchia

Espulsione delle pareti di tamponamento

2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

Espulsione delle pareti di tamponamento

1994 – Northridge

Espulsione delle pareti di tamponamento

Rischio di perdita di vite

1964 – Alaska

Altre conseguenze dei terremoti

Incendi

Rottura delle condotte idriche

1906 – San Francisco

Terremoti di intensità medio-bassa
con basso periodo di ritorno

Commenti:

- I danni a tramezzature e tamponature, anche se facilmente riparabili, hanno un costo notevole e possono causare lunghi periodi di inutilizzabilità di un edificio
- Il crollo di tramezzature e tamponature o di mobili può causare perdite di vite umane
- La rottura di impianti può causare grossi danni

⇩

Occorre tener conto di questo nella progettazione

I terremoti

Quali effetti producono? ➡

Accelerazione sismica elevata

Alto periodo di ritorno

Danno agli elementi strutturali

2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

Danni e difetti costruttivi

2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

Mancanza di staffe in testa al pilastro e nel nodo

Danni e difetti costruttivi

2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

Danni e difetti costruttivi

2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

Mancanza di staffe in testa al pilastro

↓

La barra compressa si instabilizza

Ma tra i difetti …

oltre alla differenza tra il calcestruzzo sopra e sotto la ripresa di getto…

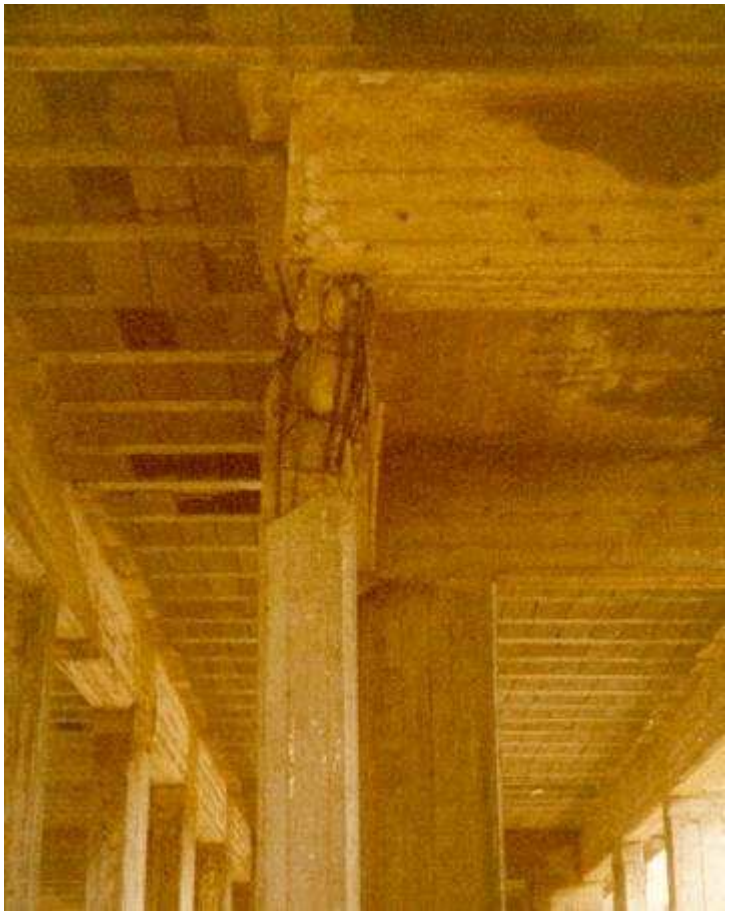
2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

… la trascuratezza degli operai

Danni e difetti costruttivi …

foto A. Ghersi



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi,
edificio in costruzione

… possono portare a meccanismi di piano

1999 – Turchia

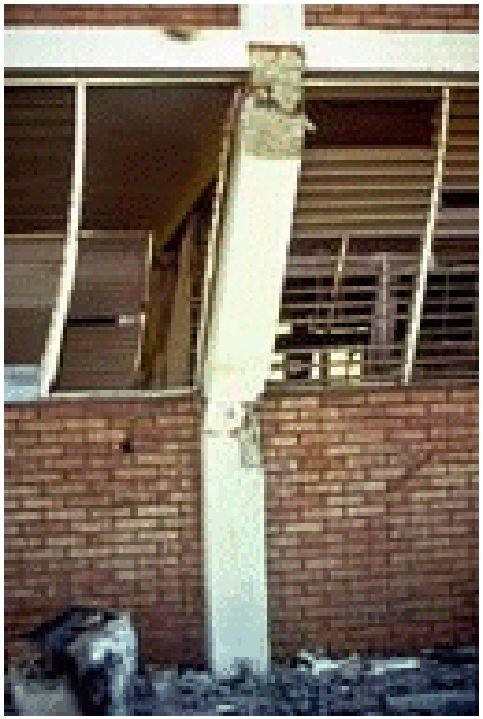
Meccanismi di piano – senza crollo

1999 – Turchia

Meccanismi di piano – senza crollo

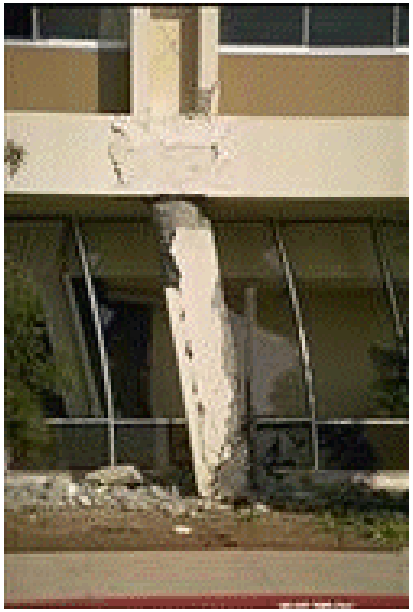
1999 – Turchia

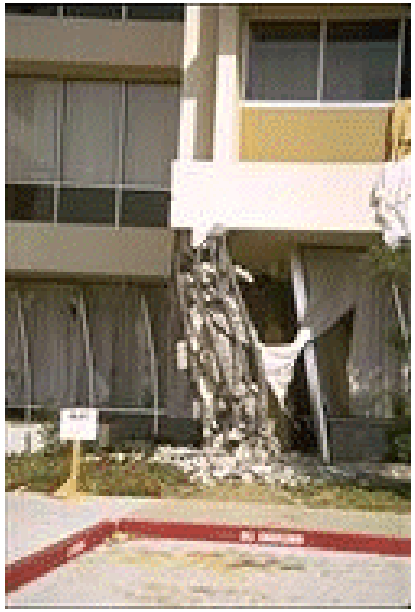
Meccanismi di piano – senza crollo

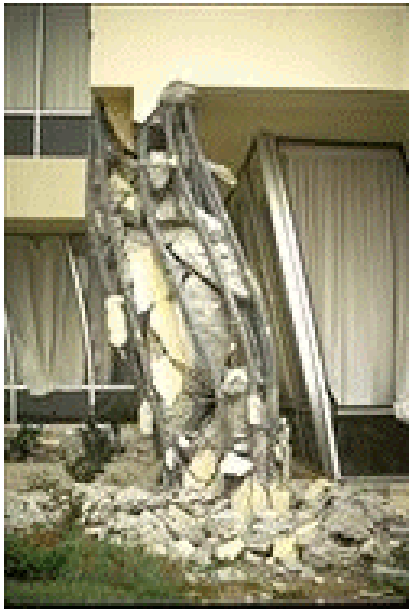


Stati Uniti (?)

Meccanismi di piano – senza crollo







1971 – San Fernando

Meccanismi di piano – crollo totale, con traslazione degli impalcati

S. Angelo dei Lombardi,
edificio 1

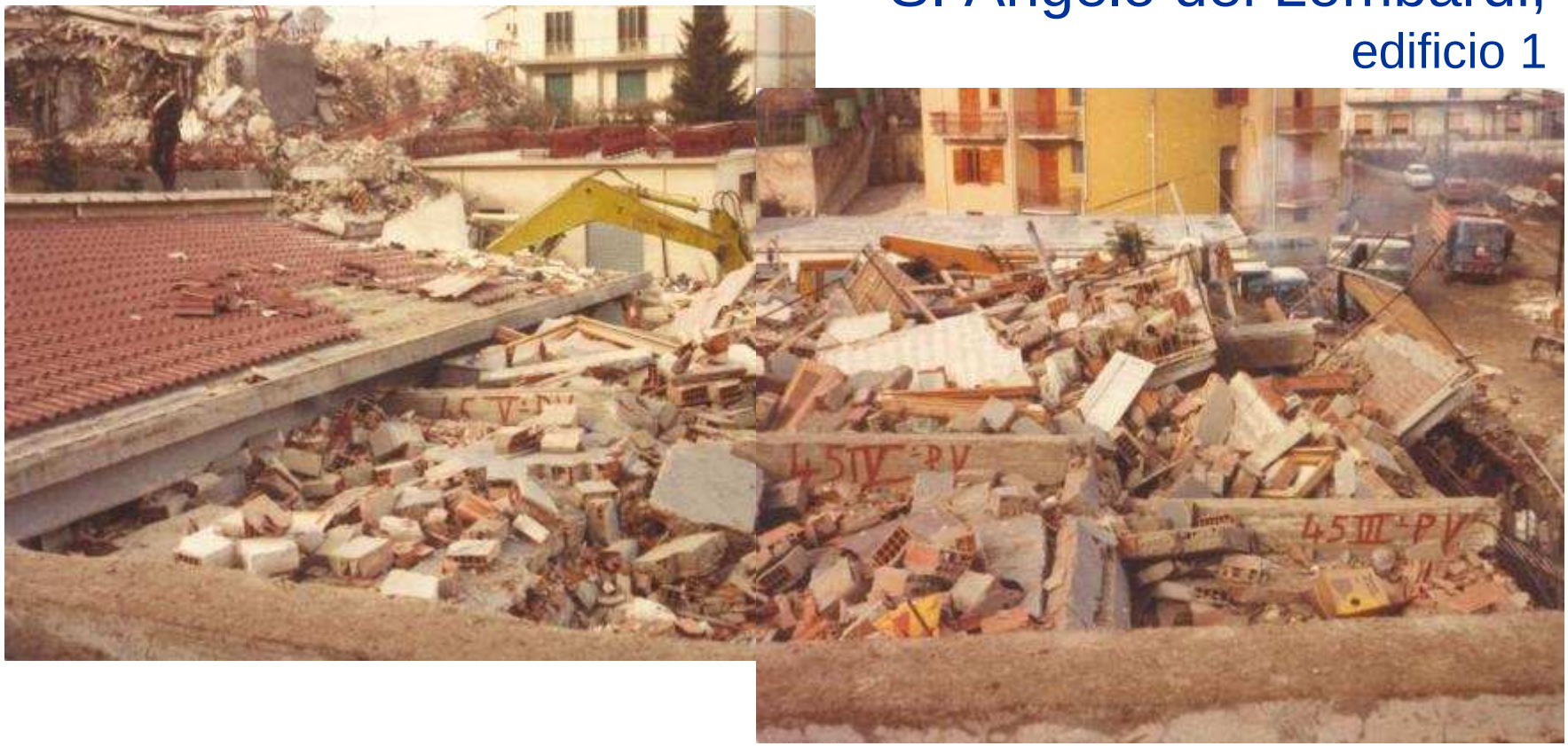
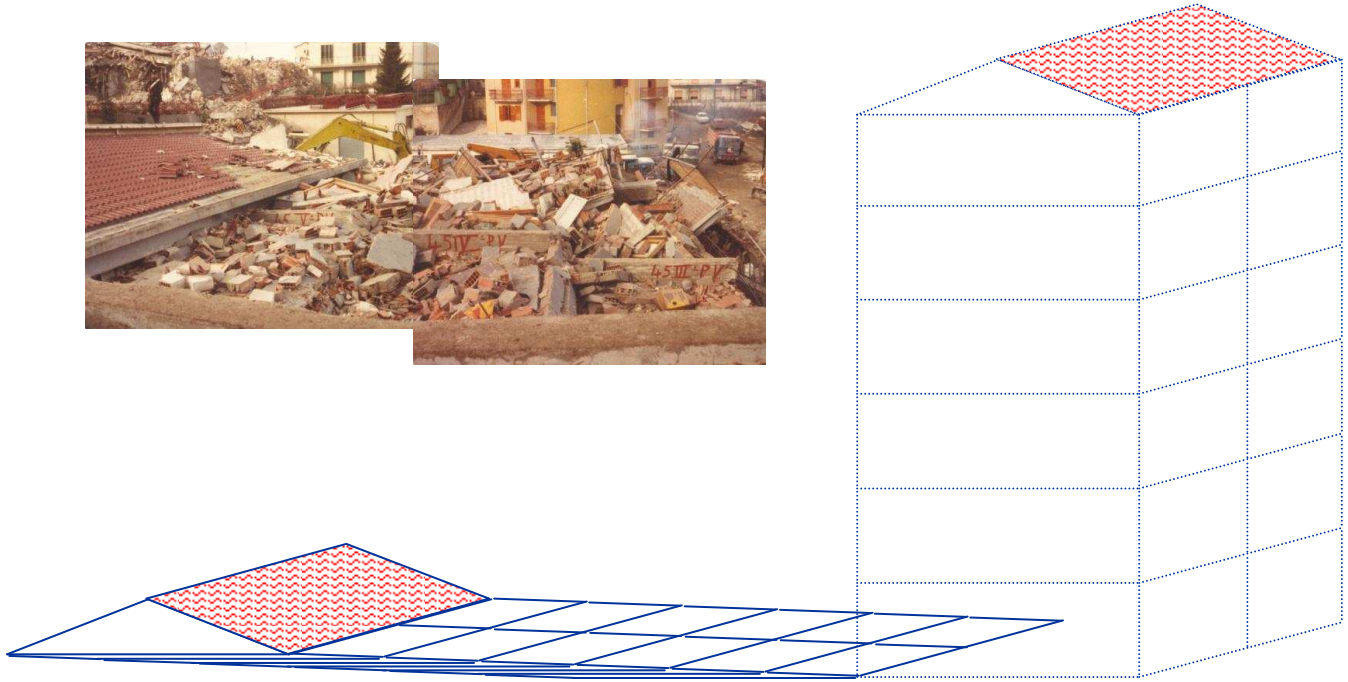


foto A. Ghersi

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Crollo totale,
con traslazione degli impalcati



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Così, possono essere gli edifici a investire le automobili …

1994 – Northridge

Automobili schiacciate dagli edifici

1994 – Northridge

S. Angelo dei Lombardi

Edificio 2

foto A. Ghersi

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

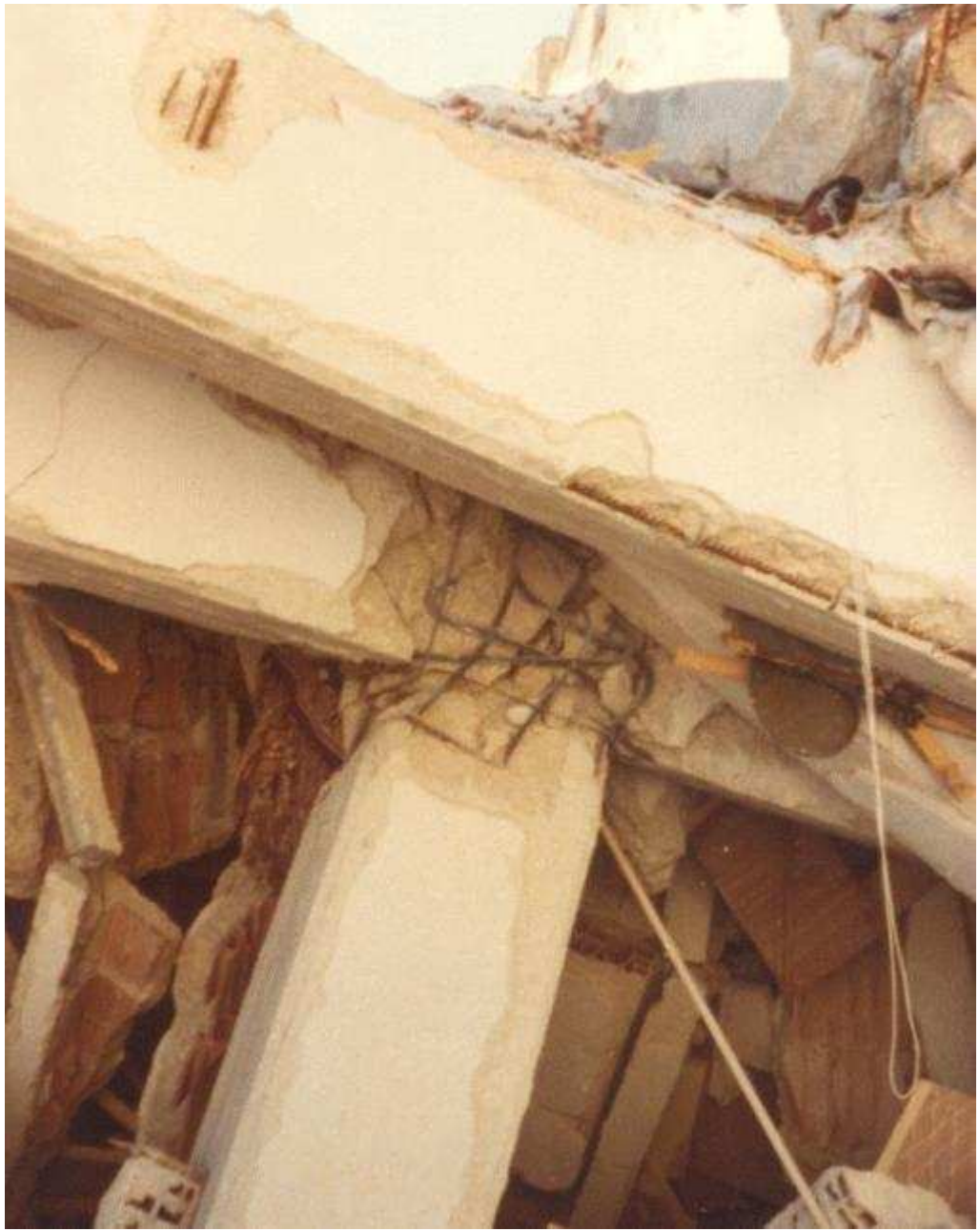
S. Angelo dei Lombardi
edificio 2

foto A. Ghersi

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi
edificio 2

foto A. Ghersi



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

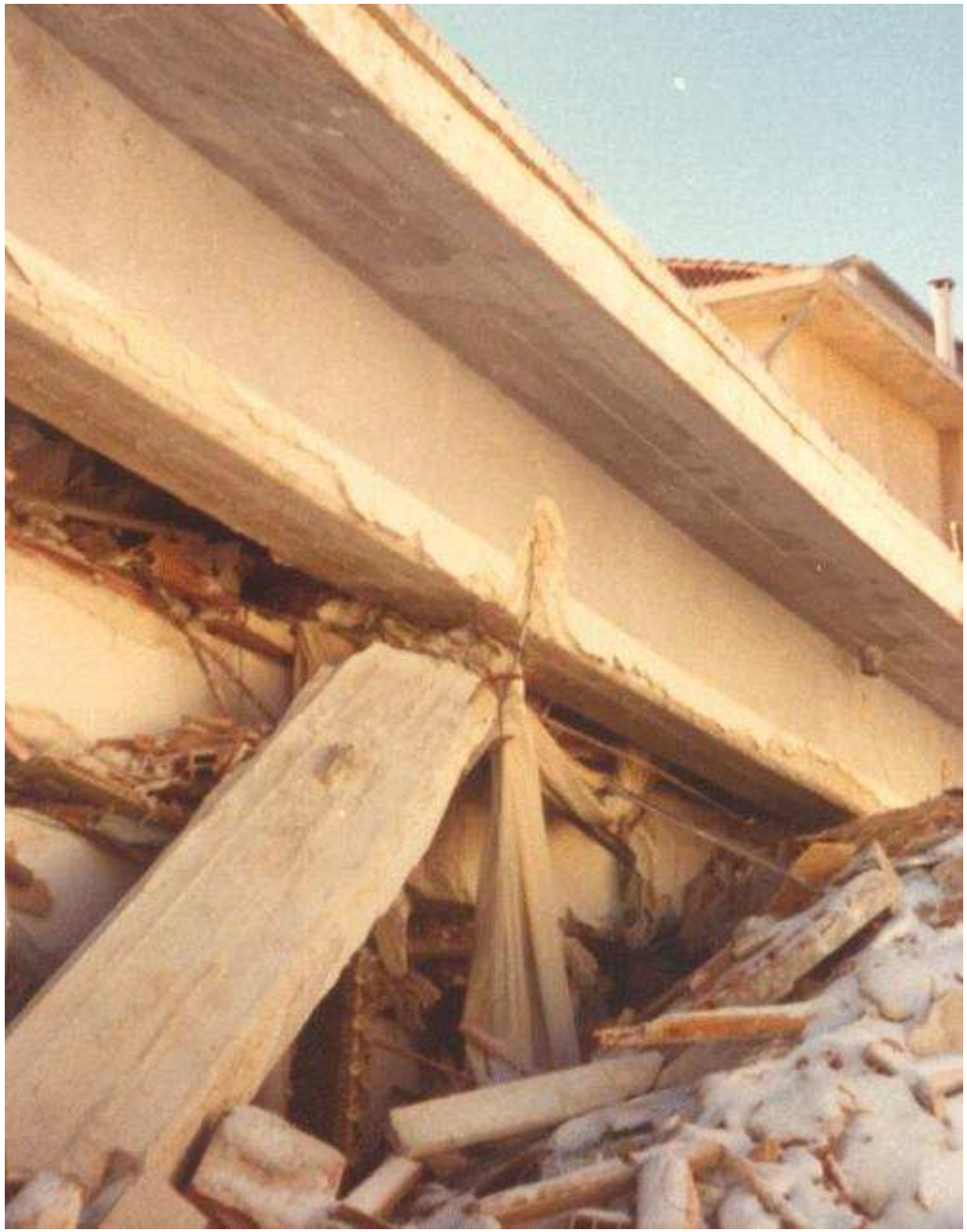
S. Angelo dei Lombardi
edificio 2

foto A. Ghersi

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi
edificio 2

foto A. Ghersi



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Il meccanismo di piano è facilitato da difetti locali …

S. Angelo dei Lombardi
edificio 2

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

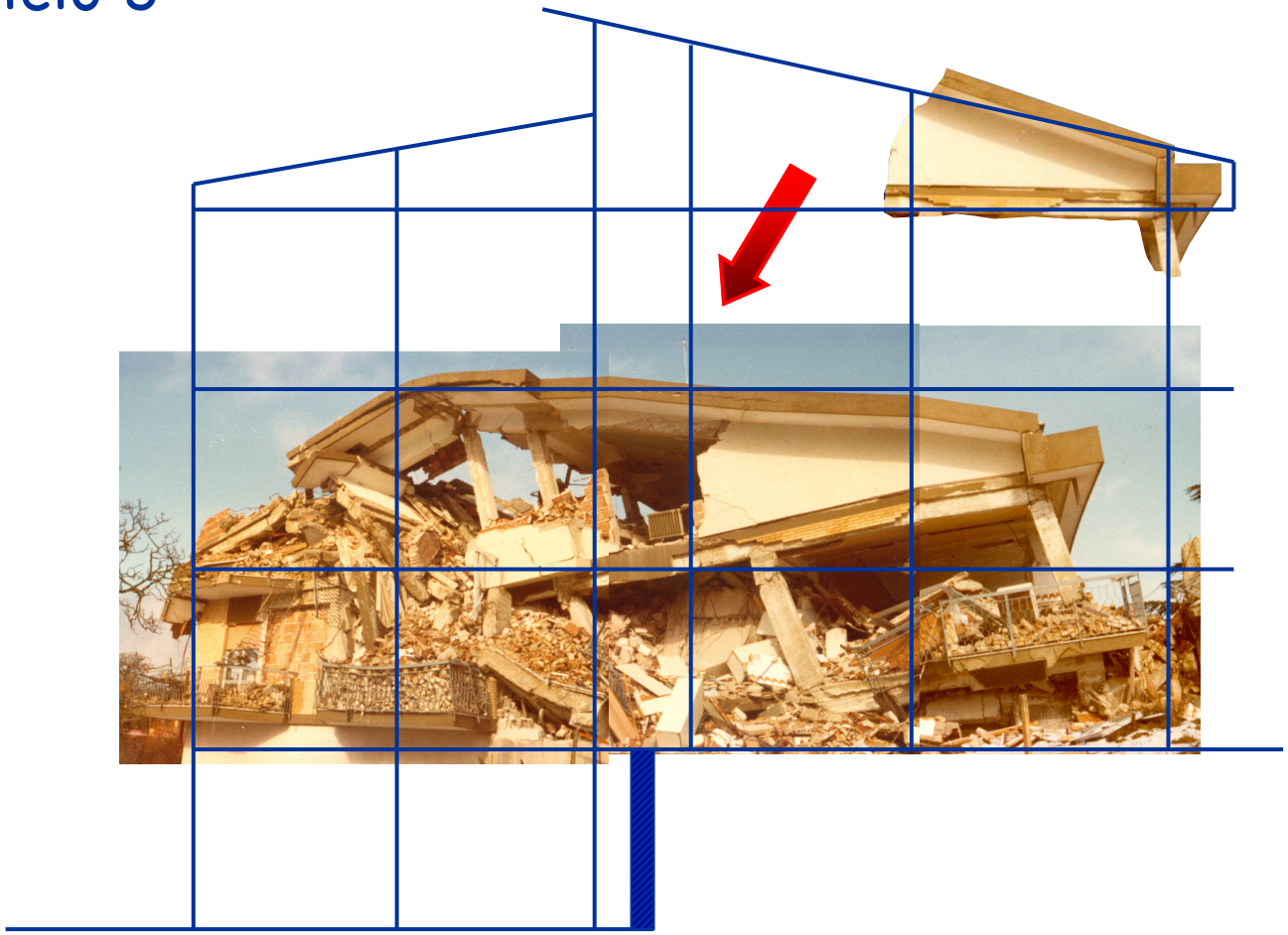
S. Angelo dei Lombardi
Edificio 3

foto A. Ghersi

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi

edificio 3



S. Angelo dei Lombardi
edificio 3

foto A. Ghersi

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

S. Angelo dei Lombardi - edificio 3

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

foto A. Ghersi

Crollo totale - tipico (pilastri scadenti)

1999 – Turchia

Crollo totale

1999 – Turchia

Crollo totale - pilastri di ottima fattura

1994 – Northridge

Crollo totale

1994 – Northridge

Oppure …

Espulsione di blocchi di calcestruzzo

Scorrimento lungo la lesione

2002 – Santa Venerina

foto G. Gaeta

… con risultati fatali

1999 – Turchia

foto A. Ghersi

Perdita del piano inferiore

Lioni,
edificio del Banco di Napoli

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

foto A. Ghersi

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

foto A. Ghersi

Lioni,
edificio del Banco di Napoli

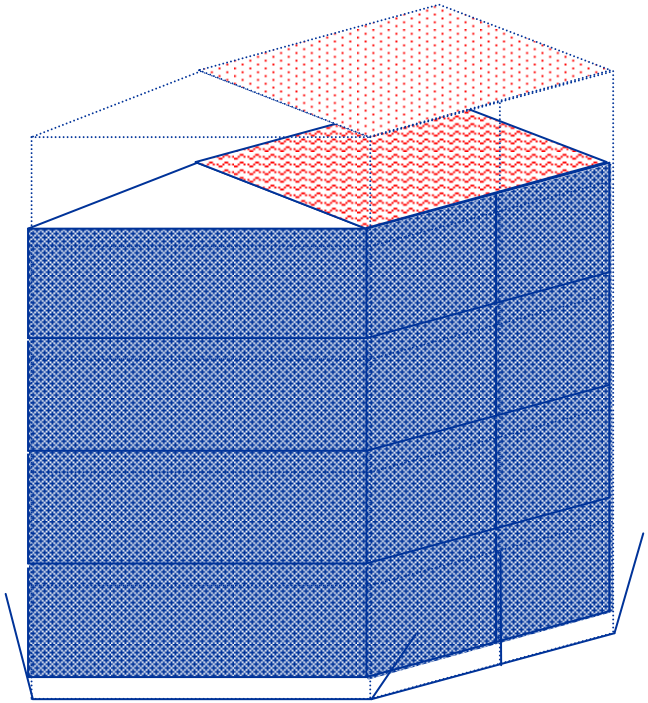
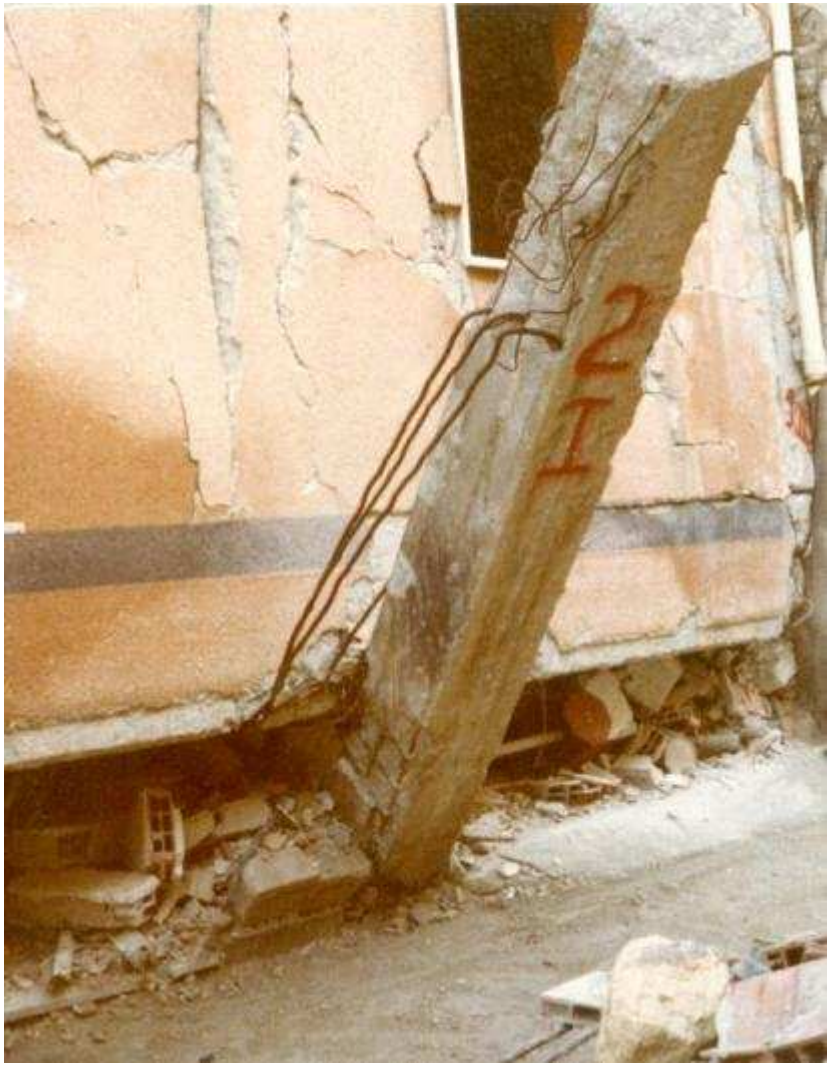


foto A. Ghersi

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

Lioni, edificio del Banco di Napoli



23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

foto A. Ghersi

Lioni, edificio del Banco di Napoli

23/11/1980 – Irpinia e Basilicata

foto A. Ghersi

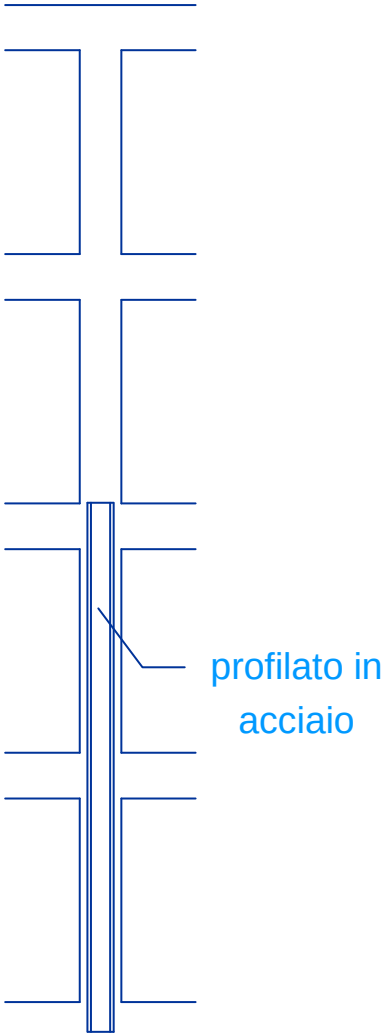
Perdita del piano inferiore - altri esempi

1999 – Turchia (?)

Perdita del piano inferiore

1995 – Kobe

Perdita di un piano intermedio



1995 – Kobe

Perdita di un piano intermedio

1995 – Kobe

Perdita di un piano intermedio

1995 – Kobe

Perdita di un piano intermedio

possibili effetti torsionali
in pianta

1995 – Kobe

Terremoti di intensità elevata
con alto periodo di ritorno

Commenti:

- Evitare danni alle strutture sarebbe troppo costoso e quindi non conviene economicamente
- Bisogna però evitare il crollo e la perdita di vite umane

Occorre tener conto di questo nella progettazione e nella realizzazione dell'opera