

POLITECNICO DI BARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

corso di
Teoria e Progetto delle

COSTRUZIONI IN C.A. E C.A.P.

LEZIONI 2010

Amedeo Vitone



COSTRUZIONI ESISTENTI
11. CASI DI STUDIO

11.6. RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O
CROLLO



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 *COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO*

prof. ing. Amedeo Vitone



<N>

FONTI

2° Corso di Alta Formazione in
INGEGNERIA FORENSE



Barì, 15 ottobre - 17 dicembre 2009
Archivio di Stato - Cittadella della Cultura

www.cisemipul.it

2° Corso di
Alta Formazione
in
INGEGNERIA FORENSE

Barì, 17 aprile - 14 giugno 2009
Archivio di Stato - Cittadella della Cultura
29 ottobre 2009

**'La tutela della sicurezza
e del valore patrimoniale delle
costruzioni esistenti'**

*"Dalla analisi di casi reali,
indicazioni per prevenire
il rischio strutturale.
Aspetti controversi tecnico-giuridici
della valutazione delle responsabilità"*

1° parte

Amedeo VITONE  Politecnico di Bari



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



3

*l'ambito di
applicazione*

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche

I crolli

*in mancanza di chiarezza normativa
come rispondere ai quesiti:*

- 1. qual è stata la causa del crollo ?***
- 2. chi ne è responsabile ?***



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



<N>

3

*l'ambito di
applicazione : anche i
casi di danno avvenuto*

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche

*Casi di collassi locali cui segue una
sproporzionata perdita
dell'energia potenziale di
posizione dell'edificio*



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

La quota del torrino del vano scala prima del crollo

$$\Delta E_p$$

perduta

Casi di crolli locali cui segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio

Un obiettivo prestazionale:
dotare gli edifici di sufficiente *robustness* per limitare la perdita di energia potenziale di posizione soprattutto in corrispondenza degli elementi strutturali che portano *masse umane*.

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche

La quota del torrino del vano scala dopo il crollo



L'edificio crollato a Foggia, in viale Giotto, il 27 novembre del 1999



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

STUDIO VITONE & ASSOCIATI

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche

c/c V&A 204 – VIAGIOTTO.FG – 11/11/1999



Casi di collassi locali cui segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316

COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

c/c V&A 302 – SANGIULIANO – 1 31/10/2002

Casi di collassi locali cui segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio

STUDIO VITONE & ASSOCIATI



- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**

Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

OSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



3

*l'ambito di
applicazione : anche
i casi di danno
avvenuto*

c/c V&A 302 – SANGIULIANO – 1 31/10/2002



STUDIO VITONE & ASSOCIATI

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche



Casi di collassi locali cui segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



3

*l'ambito di applicazione
: anche i casi di danno
avvenuto*

c/c V&A 383 FOGGIA VIA FRASCHE -20/11/2004



STUDIO VITONE & ASSOCIATI

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche



Corso di T. e P. delle costruzioni in c.d. e c.d.p. -

Vers. 100316

COSTR. ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



Un primo aspetto controverso: distinguere le responsabilità

1.dell'innescò del fenomeno di danno
(*insufficiente resistenza locale di un elemento
strutturale*)
2.della rapidità e dell'entità della propagazione
del danno
(*insufficienti duttilità e robustness*)



Un primo aspetto controverso:

distinguere le responsabilità

1.dell'innescò del fenomeno di danno
(*insufficiente resistenza locale di un elemento
strutturale*)

2.della rapidità e dell'entità della propagazione
del danno
(*insufficienti duttilità e robustness*)

*Cause 'prime' dei crolli:
l'innescò locale del fenomeno*



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

Un primo aspetto

controverso:

distinguere le responsabilità

1.dell'innescò del fenomeno di danno
(*insufficiente resistenza locale di un elemento strutturale*)

2.della rapidità e dell'entità della propagazione
del danno
(*insufficienti duttilità e robustness*)

*Sono anche alcune delle ragioni che rendono
obbligatoria la valutazione della sicurezza
Art. 8.3, NTC, D.M. 2008*

*Cause 'prime' dei crolli:
l'innescò locale del fenomeno*

- *azioni ambientali, non dipendenti dall'uomo;*
- *errori di progetto e/o di esecuzione;*
- *interventi dell'uomo;*
- *degrado (corrosione delle armature) : mancata vigilanza e cura;*
- *azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni);*
- *situazioni di funzionamento ed uso anomalo;*
- *cedimenti di fondazione.*



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



<N>

- *azioni ambientali, non dipendenti dall'uomo;*
- *errori di progetto e/o di esecuzione;*
- *interventi dell'uomo;*

- *degrado (corrosione delle armature) : mancata vigilanza e cura;*
- *azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni);*
- *situazioni di funzionamento ed uso anomalo;*
- *cedimenti di fondazione.*

*azioni ambientali, non dipendenti dall'uomo;
errori di progetto e/o di esecuzione;
interventi dell'uomo*



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

c/c V&A 302 – SANGIULIANO – 1 31/10/2002

Casi di collassi locali cui segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio

STUDIO VITONE & ASSOCIATI



- azioni ambientali, non dipendenti dall'uomo;
- errori di progetto e/o di esecuzione;
- interventi dell'uomo;
- degrado (corrosione delle armature) : mancata vigilanza e cura;
- azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni);
- situazioni di funzionamento ed uso anomalo;
- cedimenti di fondazione.

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT**, protocollo
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT**, metodi e tecniche

Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

OSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone

V&A
CONSULTING



• *errori di progetto e/o di esecuzione;*

• *azioni ambientali, non dipendenti dall'uomo;*

• *interventi dell'uomo;*

• *degrado (corrosione delle armature) : mancata vigilanza e cura;*

• *azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni);*

• *situazioni di funzionamento ed uso anomalo;*

• *cedimenti di fondazione.*

errori di progetto e/o di esecuzione



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



VEDERE FILE

C.E. 11.1 - IL CROLLO DI VIA GIOTTO A FOGGIA



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone





STUDIO VITONE & ASSOCIATI





STUDIO VITONE & ASSOCIATI



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



- *azioni ambientali, non dipendenti dall'uomo;*
- *errori di progetto e/o di esecuzione;*
- *interventi dell'uomo;*
 - *degrado (corrosione delle armature) : mancata vigilanza e cura;*
 - *azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni);*
 - *situazioni di funzionamento ed uso anomalo;*
 - *cedimenti di fondazione.*

Interventi dell'uomo



CROLLO PARZIALE DI UN ISOLATO DI CASTRO MARINA (31 Gennaio 2009)



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



BREVE DESCRIZIONE DELL'U.S.





Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone





Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone





c/c V&A 419 BARI, CONDOMINIO PORTO
TORRES – 05/10/2005



STUDIO VITONE &
ASSOCIATI



Vers. 100316

COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone





STUDIO VITONE & ASSOCIATI



Politecnico di Bari
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p.

Vers. 100316

COSTR. ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prot. Ing. Amedeo VITONE



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
PROVVEDITORATO PER LE OO. PP. PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA

V&A

***Intervento per la tutela della sicurezza e del valore patrimoniale dell'edificio
demaniale sede del Tribunale di Cassino.***



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone

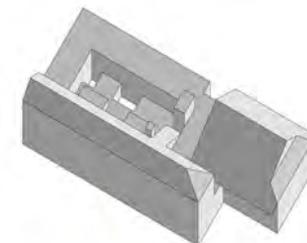
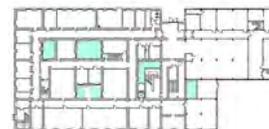


<N>

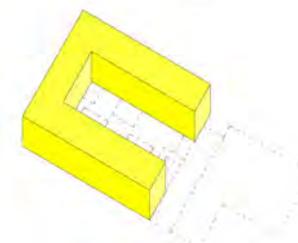
1. RICERCA ED ACQUISIZIONE DEI DATI: *fotografie attuali*



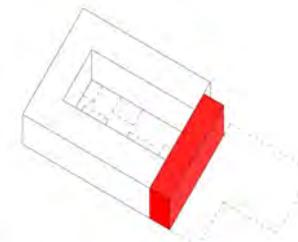
Pianta attuale



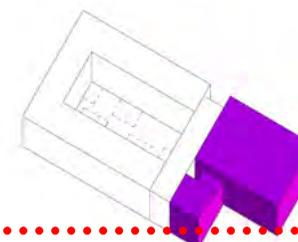
Corpo A (muratura)



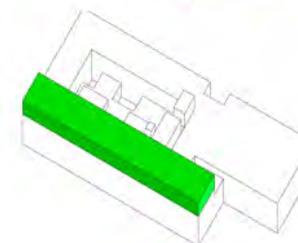
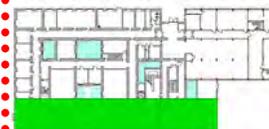
Corpo B' (muratura)



Corpo B'' (cemento armato)



Corpo Ai (muratura)



Corpo As Corpo Bs
(muratura)



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316

COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone





Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



...intervento dell'uomo.....



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



....oppure intrinseca debolezza e fragilità della struttura ?.....

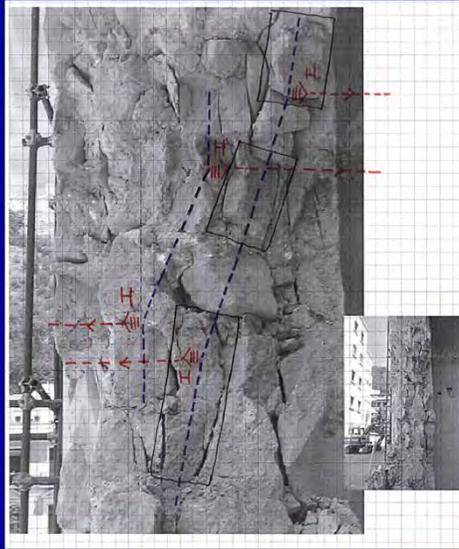


Fig. 4.1.1.2-1: Effetto della sovrapposizione degli elementi rispetto alle esistenti (vedere Fig. 4.1.1.2-2)

4.1.1.3 L'indebolimento dell'angolo crollato dell'edificio, svuotato per alloggiare le finestre ed il portone di ingresso al bar



Fig. 4.1.1.2-2 (assenza di murature di controvento)

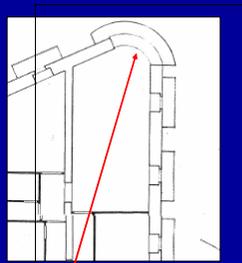


Fig. 4.1.1.3-1 (l'indebolimento dell'angolo crollato dell'edificio, svuotato per alloggiare le finestre ed il portone di ingresso al bar)

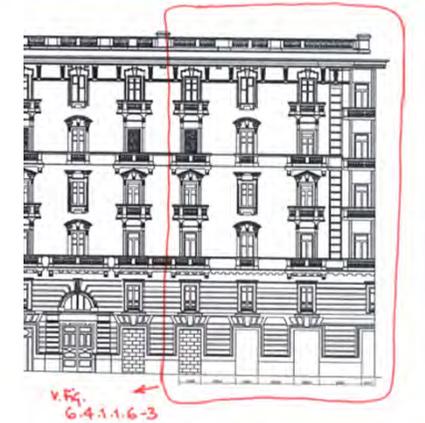
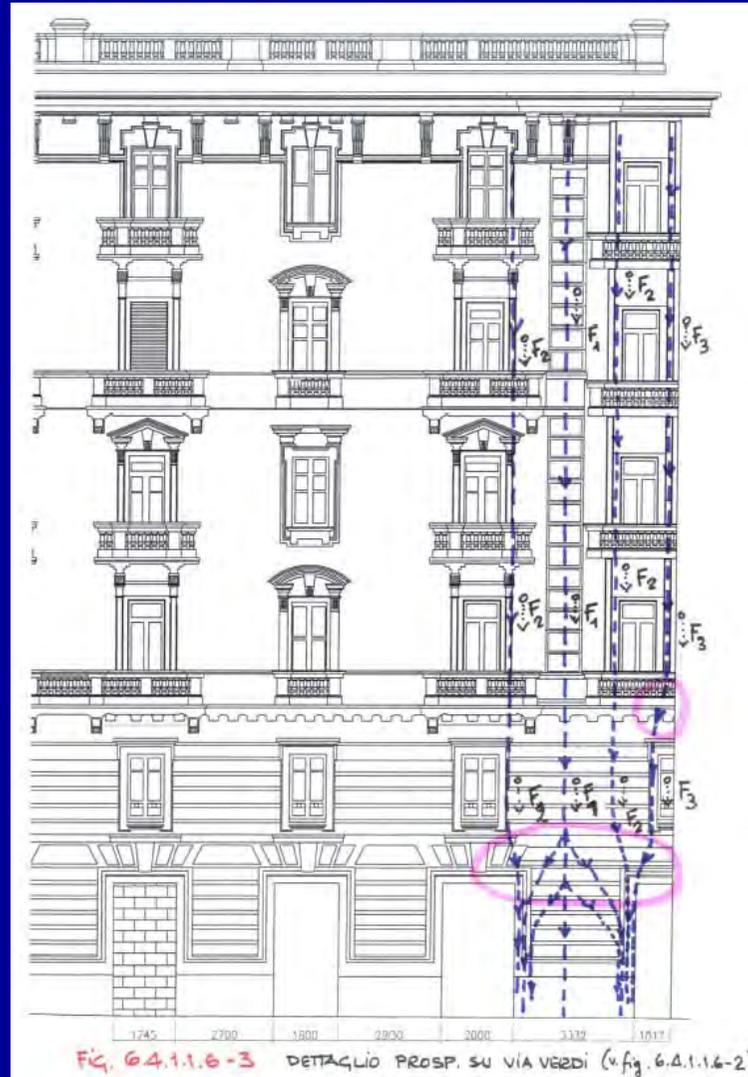
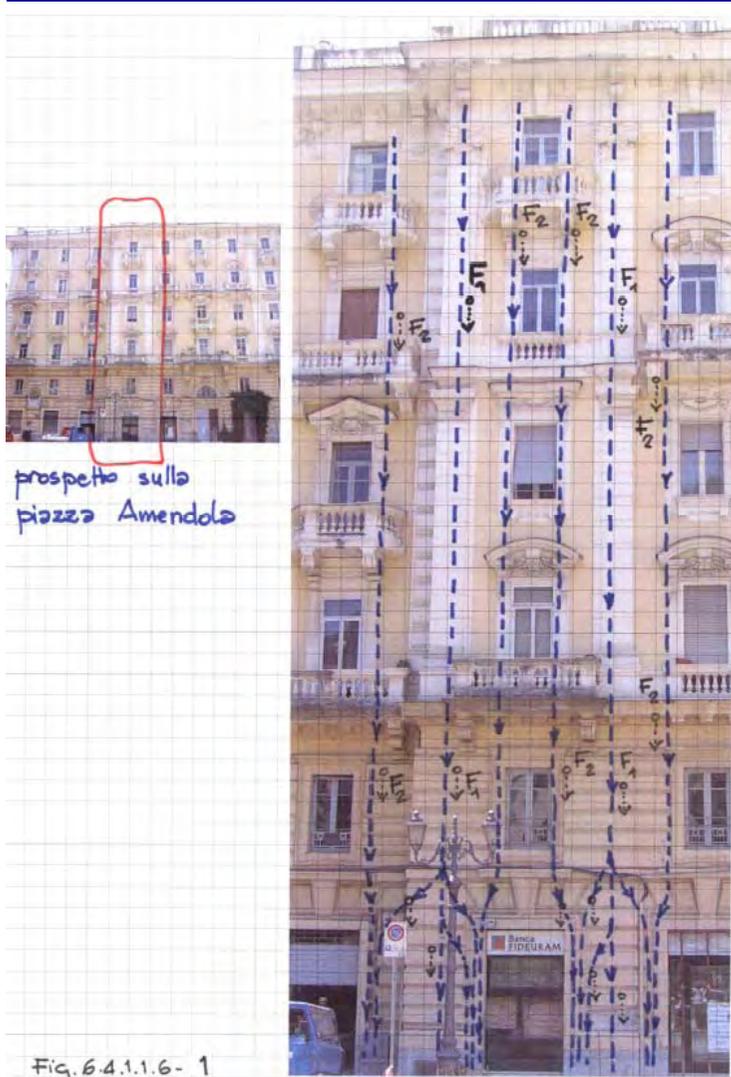


Fig. 4.1.1.3-2



....oppure entrambe le cause ?.....

6.4.1.1.6 Maschi murari a piano terra di lunghezza ridotta rispetto ai piani superiori, ulteriormente ridotta in epoche successive per allargare i portoni di ingresso ai negozi .



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



....oppure anche errori di progettazione ?.....

449 V&A -
Salerno
crollo,
2007

Quadri fessurativi degli
angoli esterni degli
edifici a struttura
muraria



v. dettaglio
nella fig.
6.4.1.1.1-9

dato scatto
(sec. file):

17.12.2006

Fig. 6.4.1.1.1-8



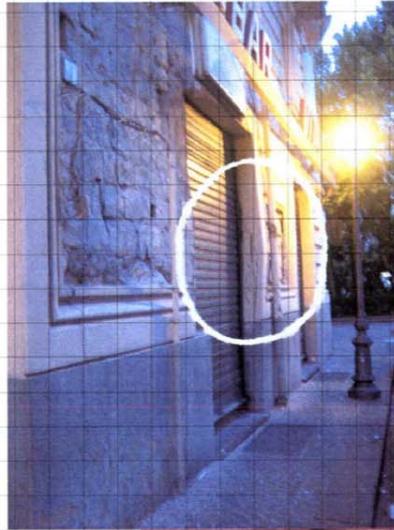
Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316

COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone





data scatto :
13.06.2007

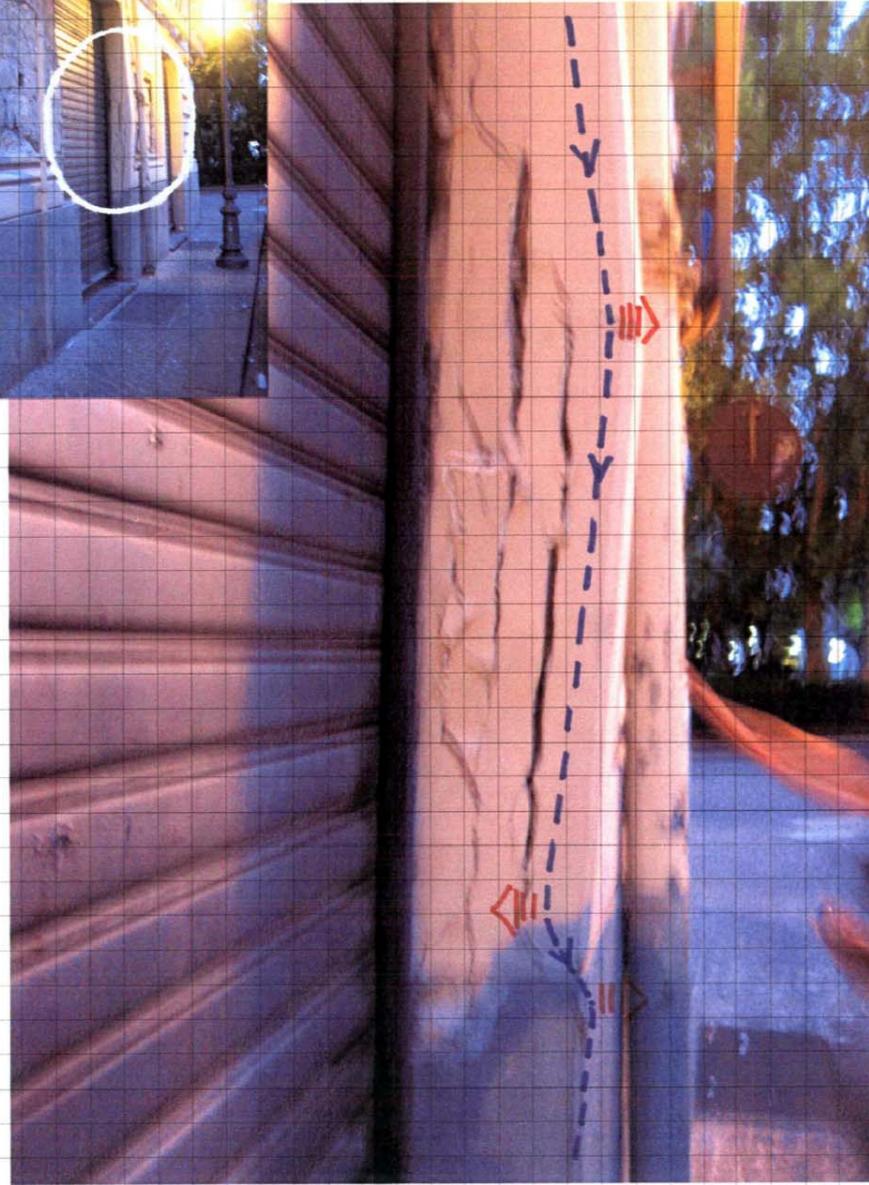


Fig. 6.4.1.1.1-10

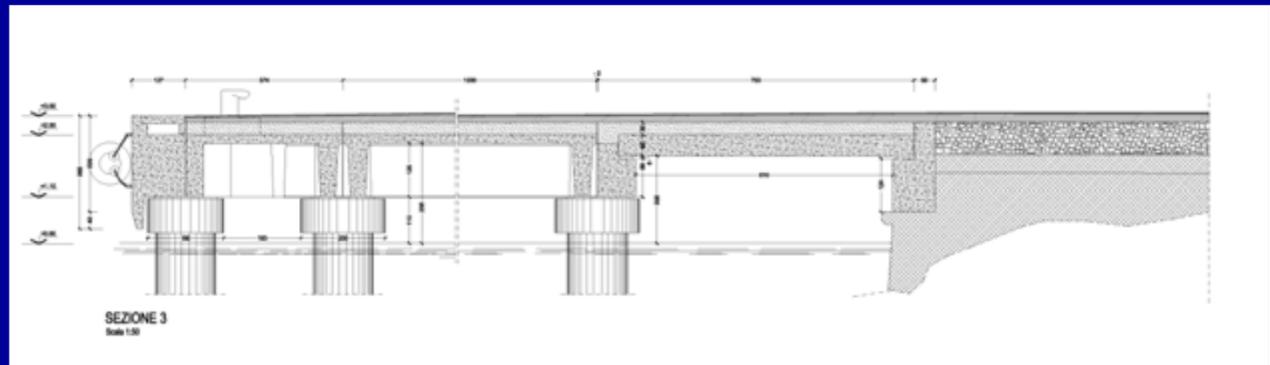
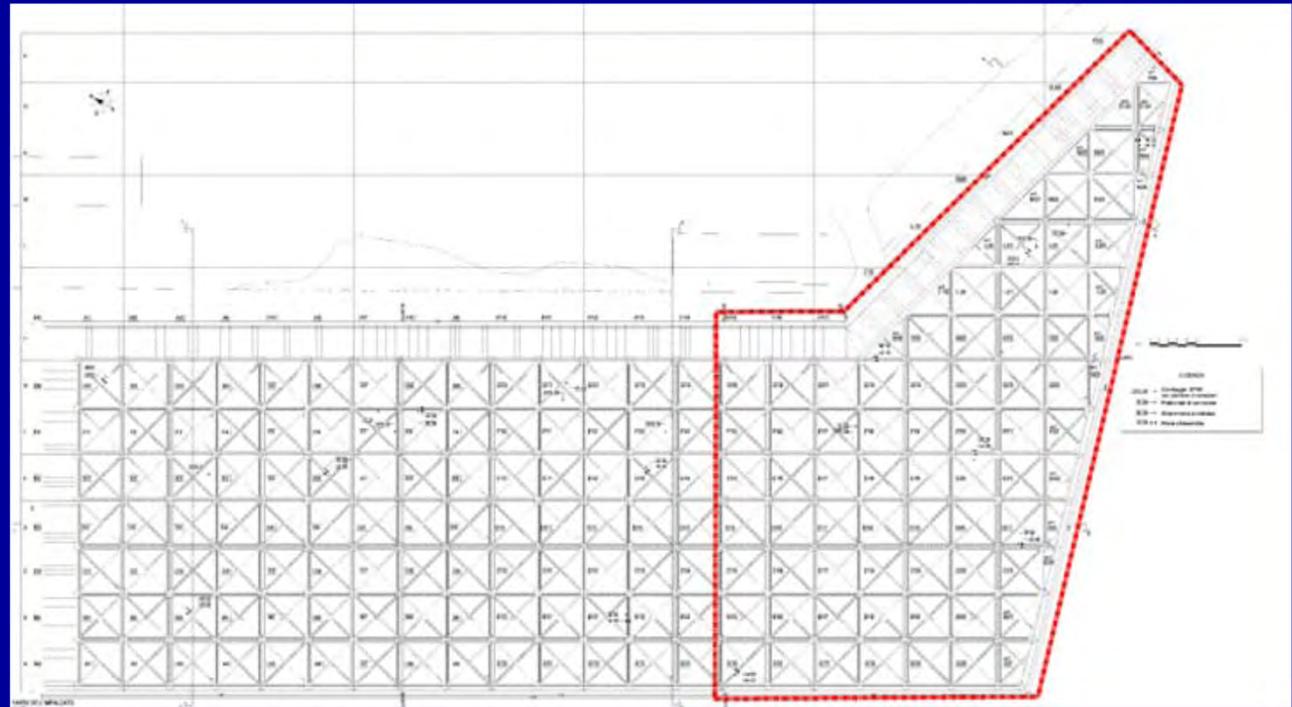


- *azioni ambientali, non dipendenti dall'uomo;*
- *errori di progetto e/o di esecuzione;*
- *interventi dell'uomo;*
- *degrado (corrosione delle armature) : mancata vigilanza e cura;*
- *azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni);*
- *situazioni di funzionamento ed uso anomalo;*
- *cedimenti di fondazione.*

casi di ammaloramento per corrosione delle armature



*Porto di Taranto
Molo San Cataldo*



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 **COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO**

prof. ing. Amedeo Vitone





*Porto di
Taranto
Molo San
Cataldo*



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



<N>

Porto di Taranto Molo San Cataldo



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



5-A1 *obbligatorietà delle valutazioni di sicurezza: per significativo degrado o decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali*

c/c V&A 311 CONDOMINI – MOLFETTA – 2003

STUDIO VITONE & ASSOCIATI

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria
Corso di T. e P. delle Costruzioni

Vers. 100316

COSTRUTTI RESISTENTI - II CASI DI STUDIO - II.0 RASSEGNA DI CRISI DI RISCHIO O CROLLO

CONSULTING

ASSOCIATI

5-A1 *obbligatorietà delle valutazioni di sicurezza: per significativo degrado o decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali*

c/c V&A 311 CONDOMINI – MOLFETTA – 2003

STUDIO VITONE & ASSOCIATI



<N>

5-A1 *obbligatorietà delle valutazioni di sicurezza: per significativo degrado o decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali*

STUDIO VITONE & ASSOCIATI

c/c V&A 311 CONDOMINI – MOLFETTA – 2003

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**



Politecnico di
Corso di T. e
Vers. 1003

5-A1 *obbligatorietà delle valutazioni di sicurezza: per significativo degrado o decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali*

c/c V&A 257 – PORTO.MANF.1 - 2003

STUDIO VITONE & ASSOCIATI

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**



Politecnico
Corso di T.
Vers. 100

5-A1 *obbligatorietà delle valutazioni di sicurezza: per significativo degrado o decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali*

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**

c/c V&A 257 – PORTO.MANF.1 - 2003



STUDIO VITONE & ASSOCIATI



Politecnico di Bari -
Corso di T. e P. delle

Vers. 100316

COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

CONSULTING



5-A1 *obbligatorietà delle valutazioni di sicurezza: per significativo degrado o decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali*



STUDIO VITONE & ASSOCIATI



Politecnico
Corso di T.

Vers. 100.

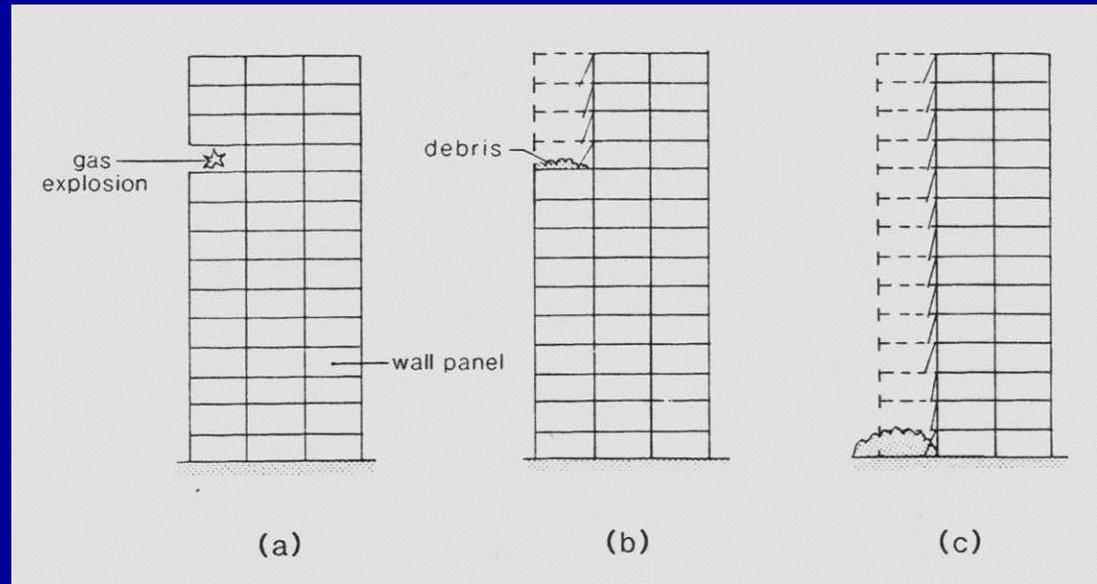
c/c V&A 257 – PORTO.MANF.1 - 2003

- *azioni ambientali, non dipendenti dall'uomo;*
- *errori di progetto e/o di esecuzione;*
- *interventi dell'uomo;*
- *degrado (corrosione delle armature) : mancata vigilanza e cura;*
- *azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni);*
- *situazioni di funzionamento ed uso anomalo;*
- *cedimenti di fondazione.*

azioni eccezionali



PROGRESSIVE COLLAPSE



Sequence of failures

Ronan Point apartment building collapse (1968)



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

Casi di collassi locali cui non segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio

Ci si riferisce al collasso prodotto dall'impatto dell'aereo. Il crollo totale delle torri è avvenuto dopo, in seguito al collasso generale degli elementi portanti verticali causato dall'incendio.

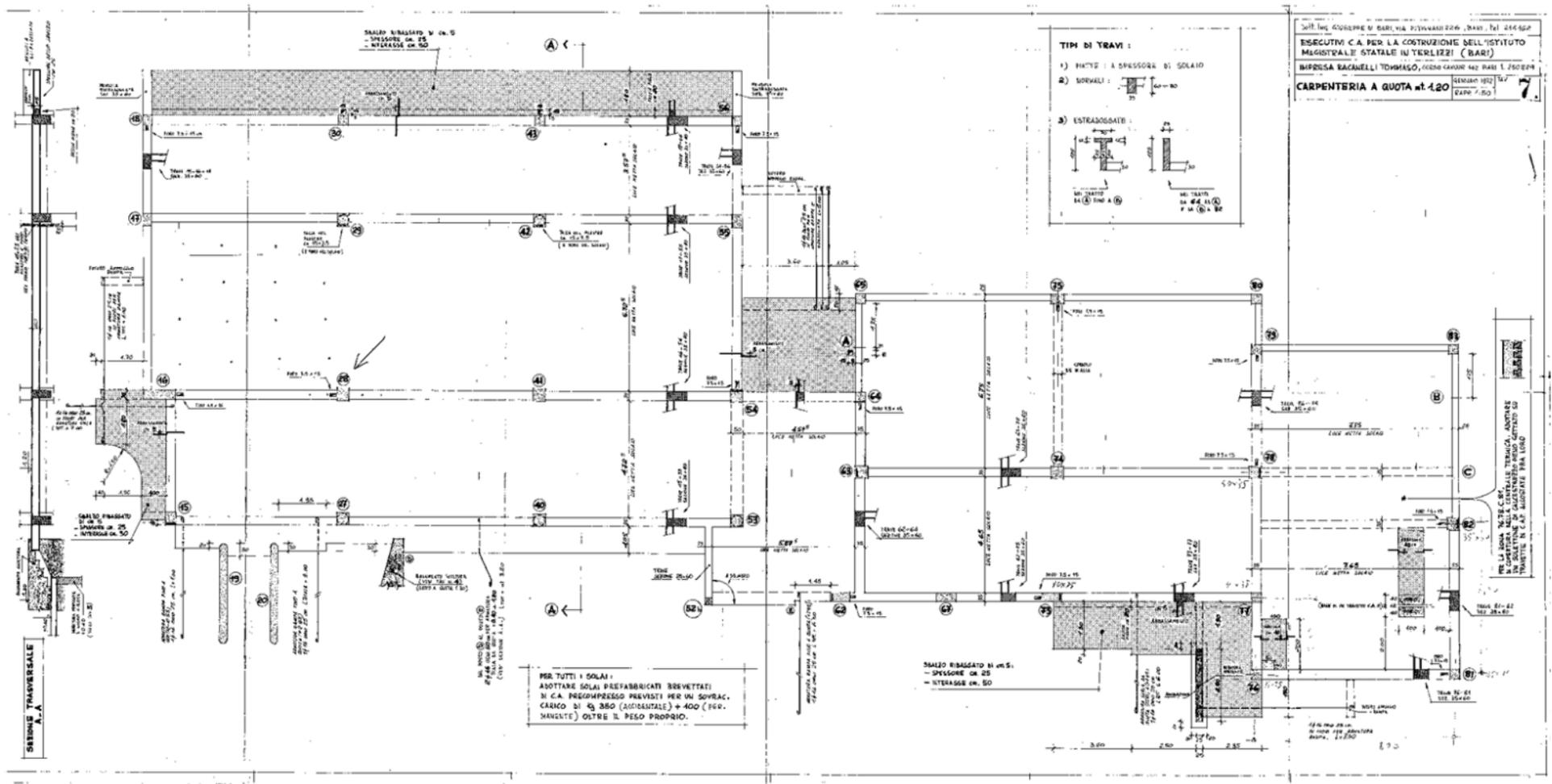
CHAPTER 2: WTC 1 and WTC 2



Figure 2-13 Zone of aircraft impact on the north face of WTC 1.

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**

© 2001, ROBERTO RABANNE



Istituto Tommaso Fiore –Terlizzi (1972): Un incendio (1999) all’origine della valutazione della sicurezza

Istituto Tommaso Fiore -Terlizzi (1972): Un incendio (1999) all'origine della valutazione della sicurezza

L'incendio aveva limitati estensione ed effetti (solo un ambiente dell'edificio). Sarebbe stata pertanto sufficiente una valutazione della sicurezza solo locale....



5-A1

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria
Corso di T. e P. delle Costruzioni

Vers. 100316 COSTR ESIS

prof. ing. Amedeo Vitone

6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO



<N>

5A1 - obbligatorietà della valutazione di sicurezza: danno per urti

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**



Foto A.2. (16.11.2006) Vista della campata centrale. In primo piano la trave danneggiata dall'urto

OPERA D'ARTE N. 20
S.P. 231 "Andriese-Coratina" (ex S.S. 98)
Km 46+750, corsia Sud, direzione di marcia Foggia-Bari

prof. ing. Amedeo Vitone



Vers. 100316

COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

5A1 - obbligatorietà della valutazione di sicurezza: danno per urti



A.15. (02.03.2007) Fessura 'ad arco' in corrispondenza della trave incidentata



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria

Foto. A.4. (16.11.2006) Vista dal basso della campata centrale. In primo piano la trave danneggiata

Vers. 100316 COSTR. ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO



3

*l'ambito di applicazione
: anche i casi di danno
avvenuto*

c/c V&A 383 FOGGIA VIA FRASCHE -20/11/2004



STUDIO VITONE & ASSOCIATI

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche



Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.d. e c.d.p. -

Vers. 100316

COSTR. ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



<N>

Un primo aspetto controverso:

distinguere le responsabilità

1.dell'innescò del fenomeno di danno
(*insufficiente resistenza locale di un elemento
strutturale*)

2.della rapidità e dell'entità della propagazione
del danno
(*insufficienti duttilità e robustness*)

prevenzione del rischio di collasso progressivo



La *'fragilità'* e la *mancaanza di*
'robustness' delle
costruzioni esistenti:
inadeguatezza di:

- conoscenze tecniche,
- normative,
- politica di mitigazione del rischio



La fragilità



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 **COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO**

prof. ing. Amedeo Vitone



Section 3 Design situations

3.1 General

(1)P Structures shall be designed for the relevant accidental design situations in accordance with EN 1990, 3.2(2)P.

(2) The strategies to be considered for accidental design situations are illustrated in Figure 3.1.

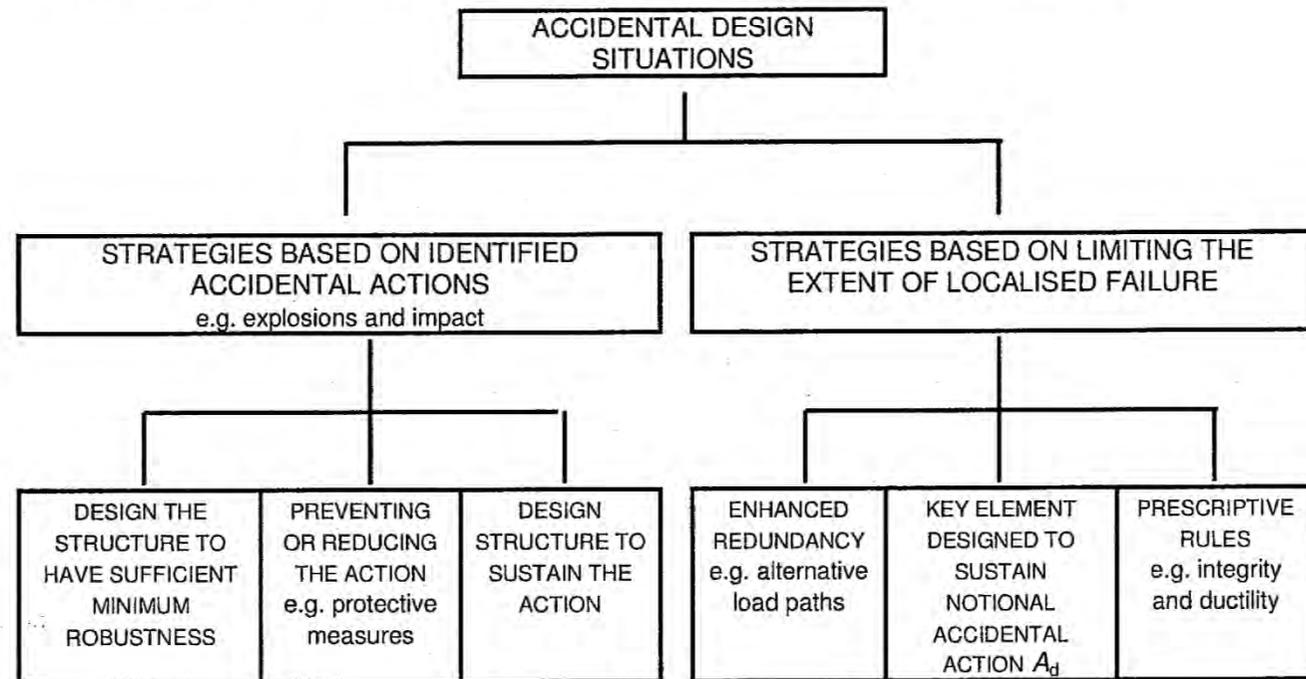
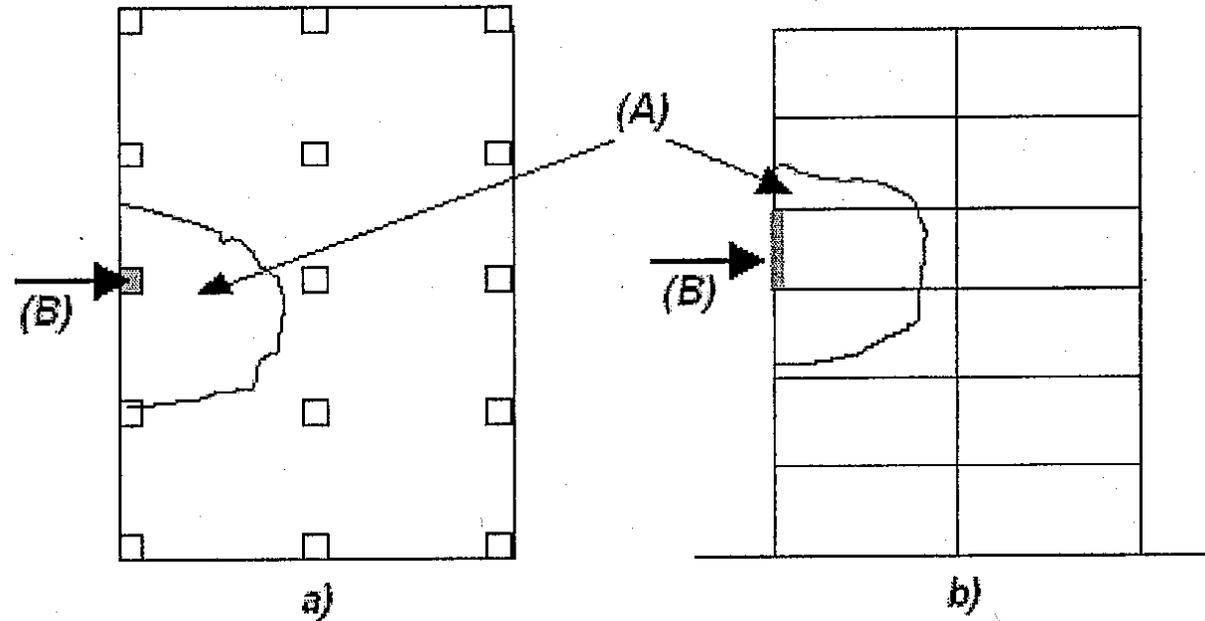


Figure 3.1 - Strategies for Accidental Design Situations



Key

- (A) Local damage not exceeding 15 % of floor area in each of two adjacent storeys
 - (B) Notional column to be removed
- a) Plan b) Section

Figure A.1 – Recommended limit of admissible damage.

*manca*za di robustness
per assenza di 'diaframmi'
che impediscano il
propagarsi del danno per
effetto 'domino'



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

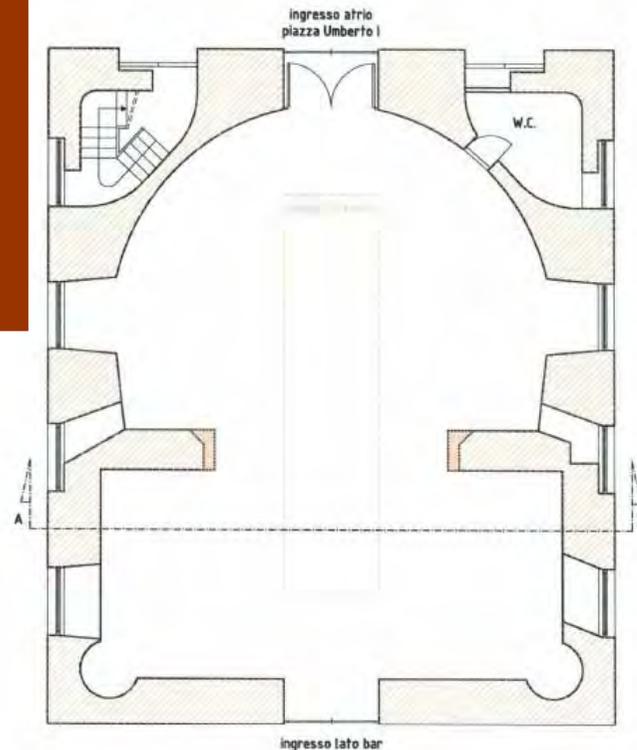
c/c V&A 362 – BARI, PALAZZO ATENEO, SALA STIFANO – 25/02/2004

STUDIO VITONE & ASSOCIATI

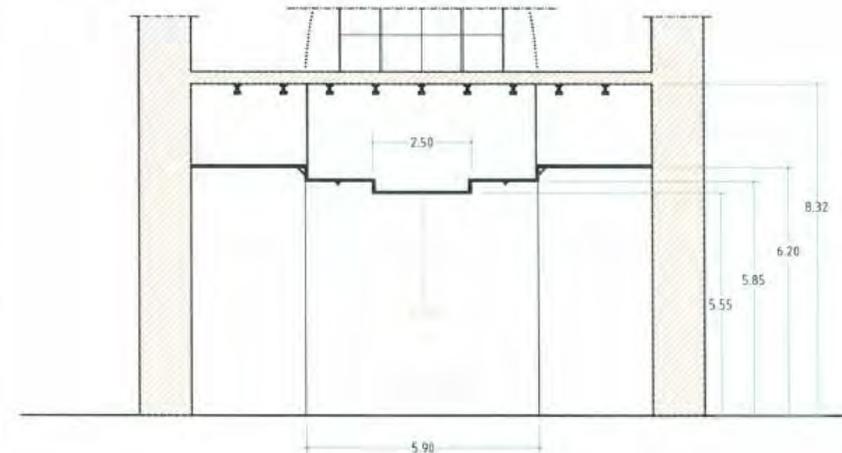
Casi di collassi locali cui segue una sproporzionata perdita di energia potenziale di posizione

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**

PIANTA PIANO TERRA
scala 1:100



SEZIONE A-A
scala 1:100



Stato dei luoghi prima del distacco del
controsoffitto
PIANO TERRA

ALLEGATO

1



Politecnico di Bari
Corso di T. e P.

Vers. 100316

3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

c/c V&A 362 – BARI, PALAZZO ATENEO, SALA STIFANO – 25/02/2004

STUDIO VITONE & ASSOCIATI

Casi di collassi locali cui segue una sproporzionata perdita di energia potenziale di posizione



- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT**, protocollo
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT**, metodi e tecniche

Facoltà di Ingegneria
Costruzioni in corso

c/c V&A 362 – BARI, PALAZZO ATENEO, SALA STIFANO – 25/02/2004

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche

FOTO 3 STUDIO VITONE & ASSOCIATI

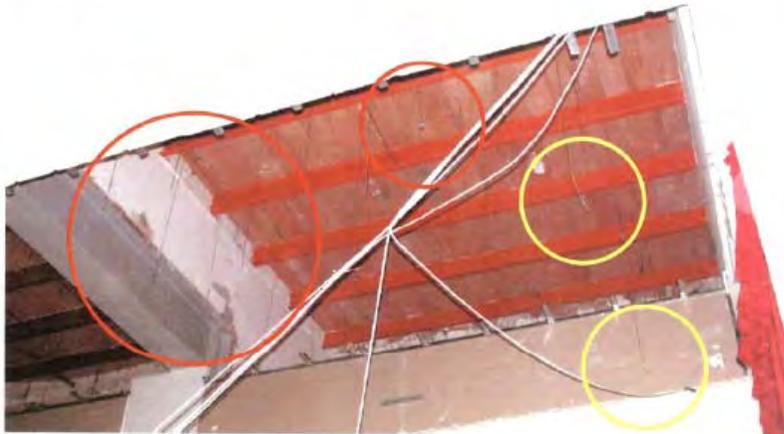
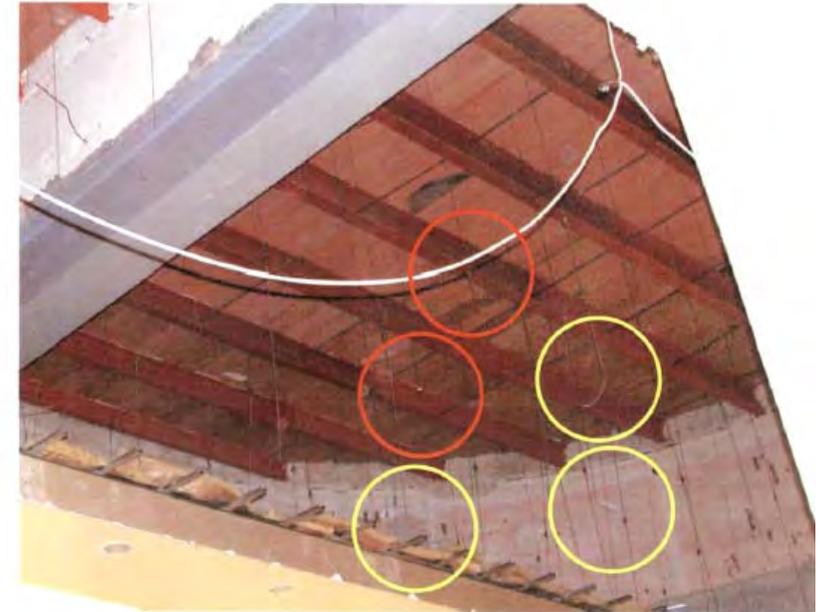


FOTO 4



■ Rottura morsetto
■ Apertura gancio

FOTO 5



Gancio integro di pendino con morsetto rotto

Casi di collassi locali cui segue una sproporzionata perdita di energia potenziale di posizione

Particolari rottura dei pendini

ALLEGATO

5

16 giugno 2007
Il caso del crollo parziale del
Palazzo Edilizia a Salerno



Fig. 2.2.1: Foto dell'angolo tra via verdi e via Lungomare Trieste prima del crollo

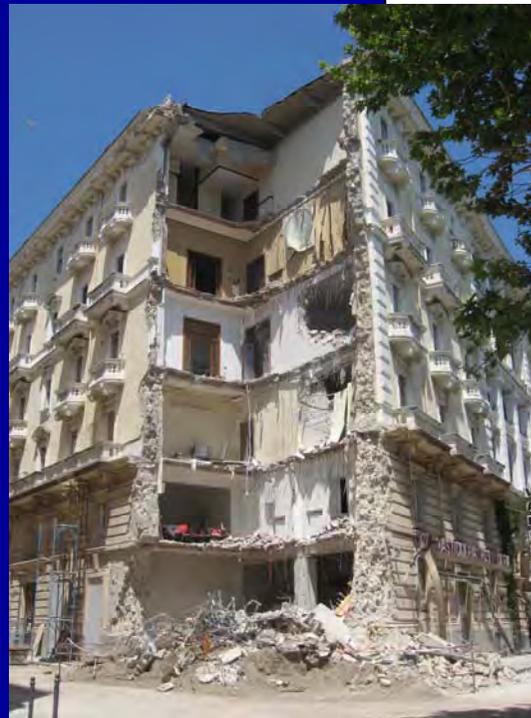
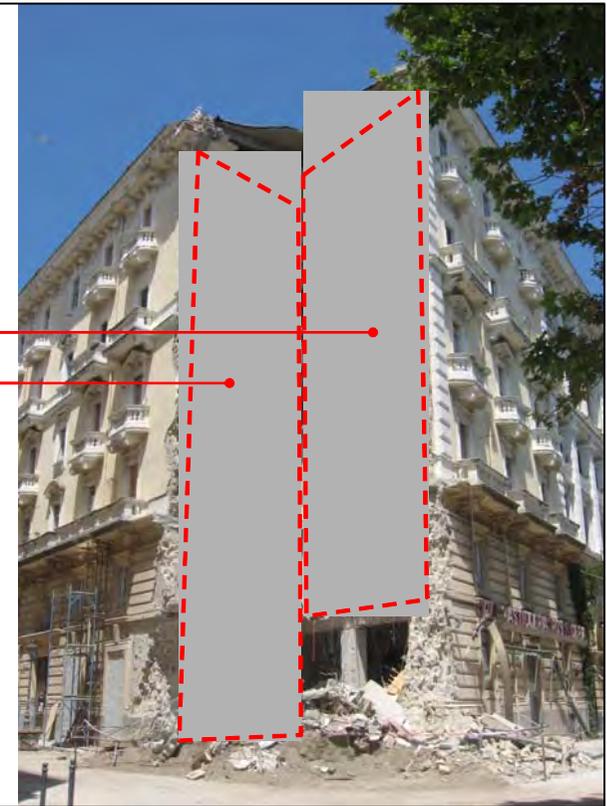


Fig. 2.2.2: Foto dell'angolo tra via verdi e via Lungomare Trieste dopo il crollo

DIAFRAMMI



manca di robustness
per assenza di 'diaframmi'
che impediscano il
propagarsi del danno per
effetto 'domino':
un caso di effetto favorevole
della presenza
di **diaframmi** non 'progettati'



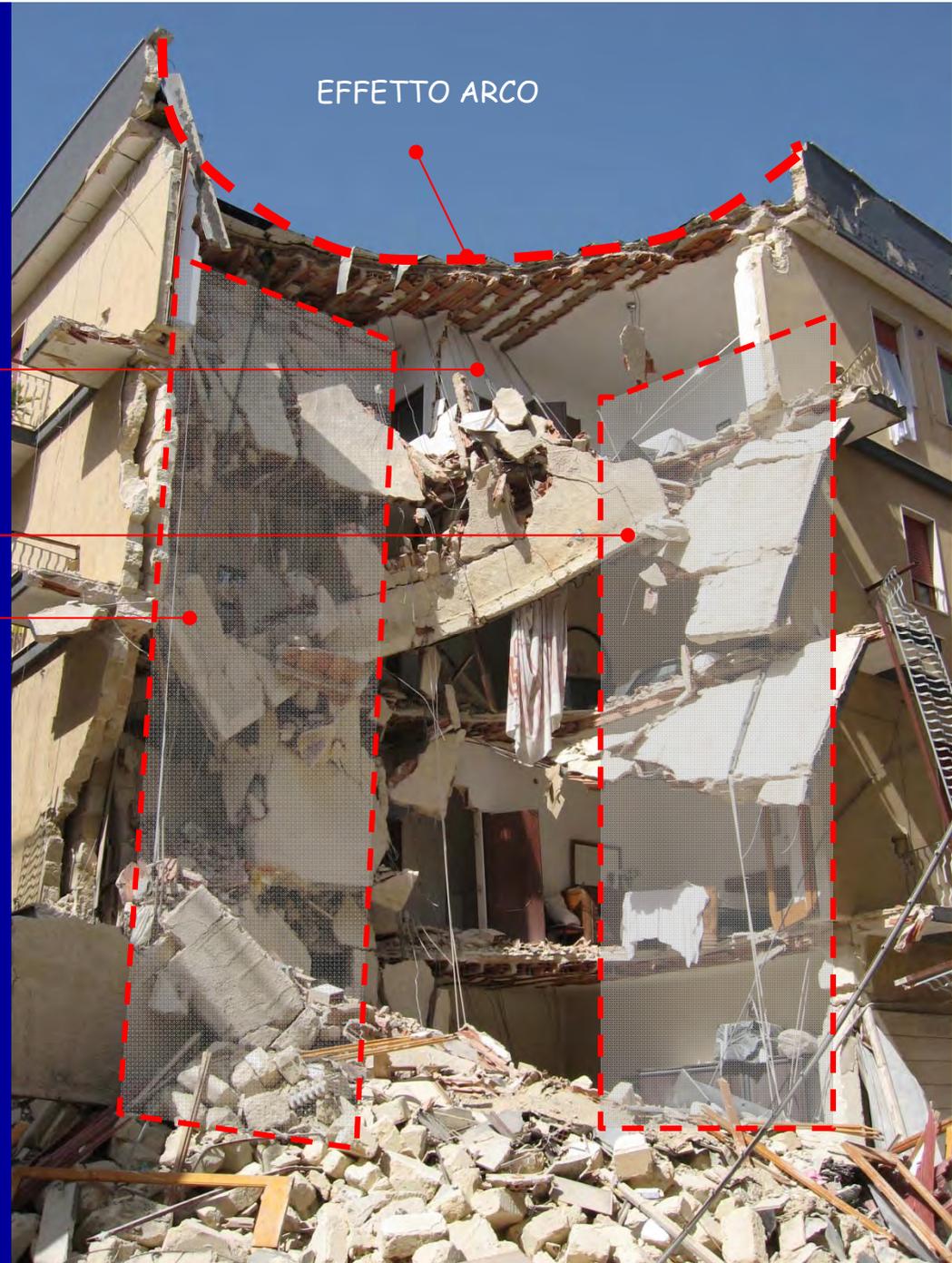


STUDIO VITONE & ASSOCIATI

EFFETTO ARCO

EFFETTO TIRANTI

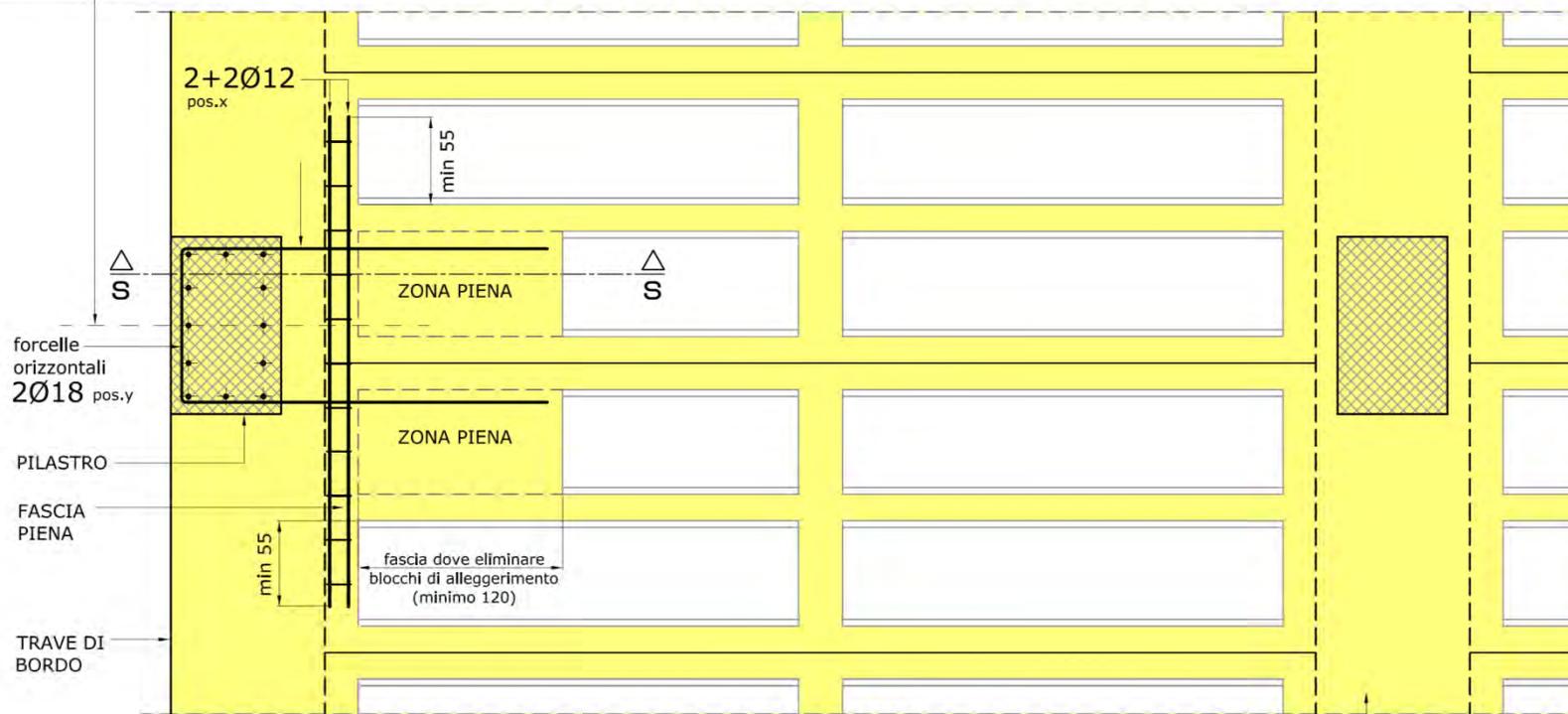
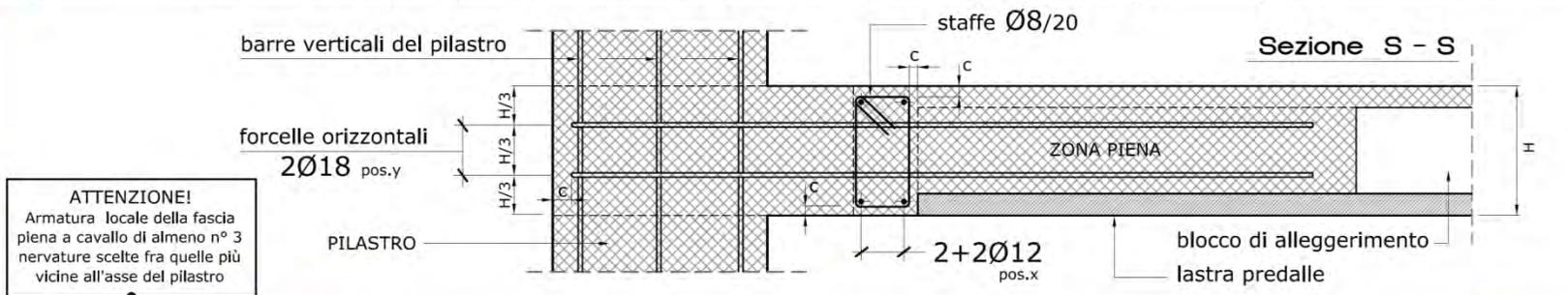
DIAFRAMMI



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

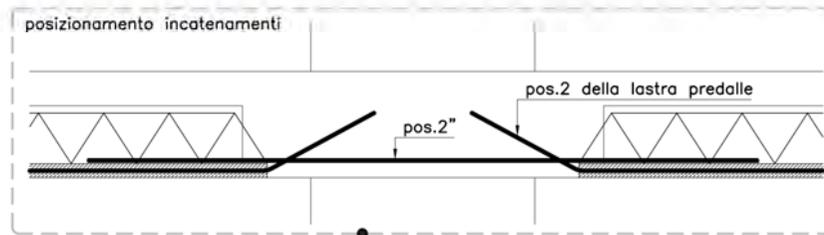
*manca*za di robustness
per assenza di
specifici dettagli
costruttivi che impediscano il
propagarsi del danno per
effetto 'domino'





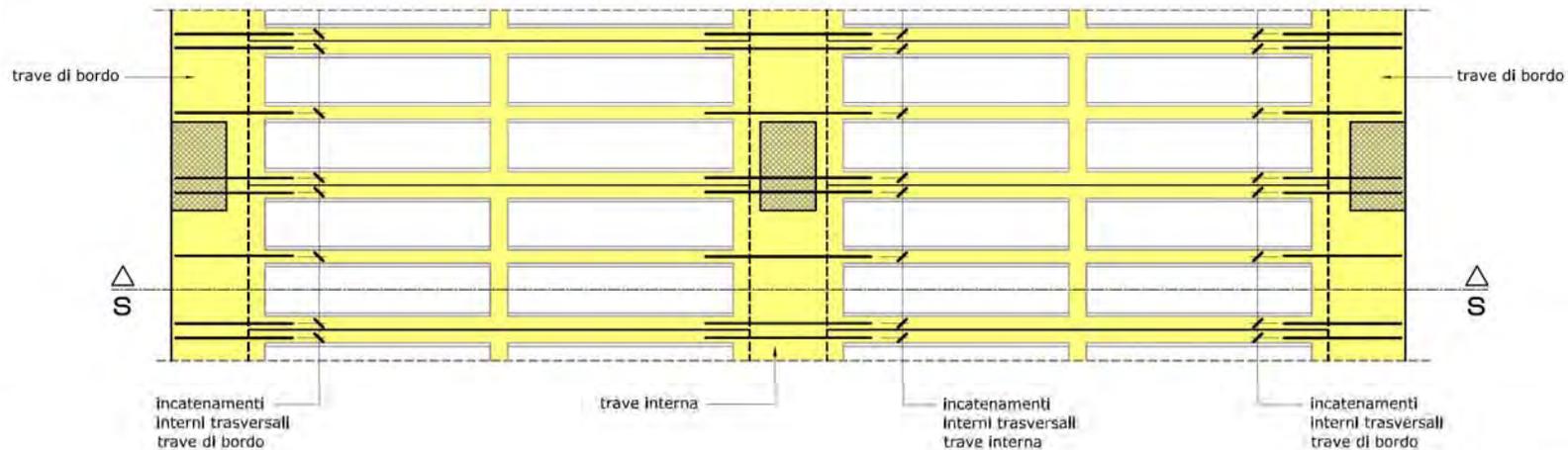
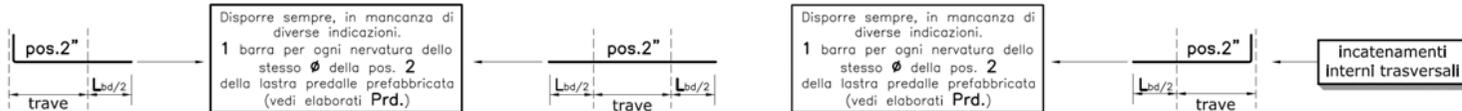
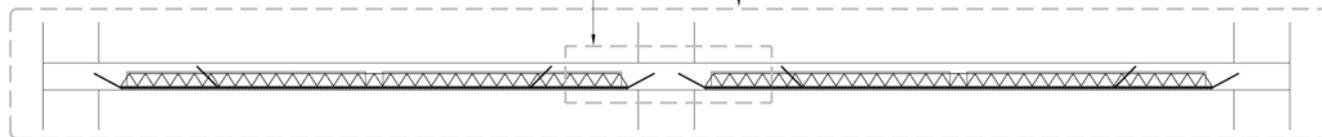
091016 | wip 8





Sezione S - S

(vedi anche Prd.00.(20/35).00.AG.Diritti+Monconi.Campata)



091022 wip &





Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 **CONSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO**

prof. ing. Amedeo Vitone

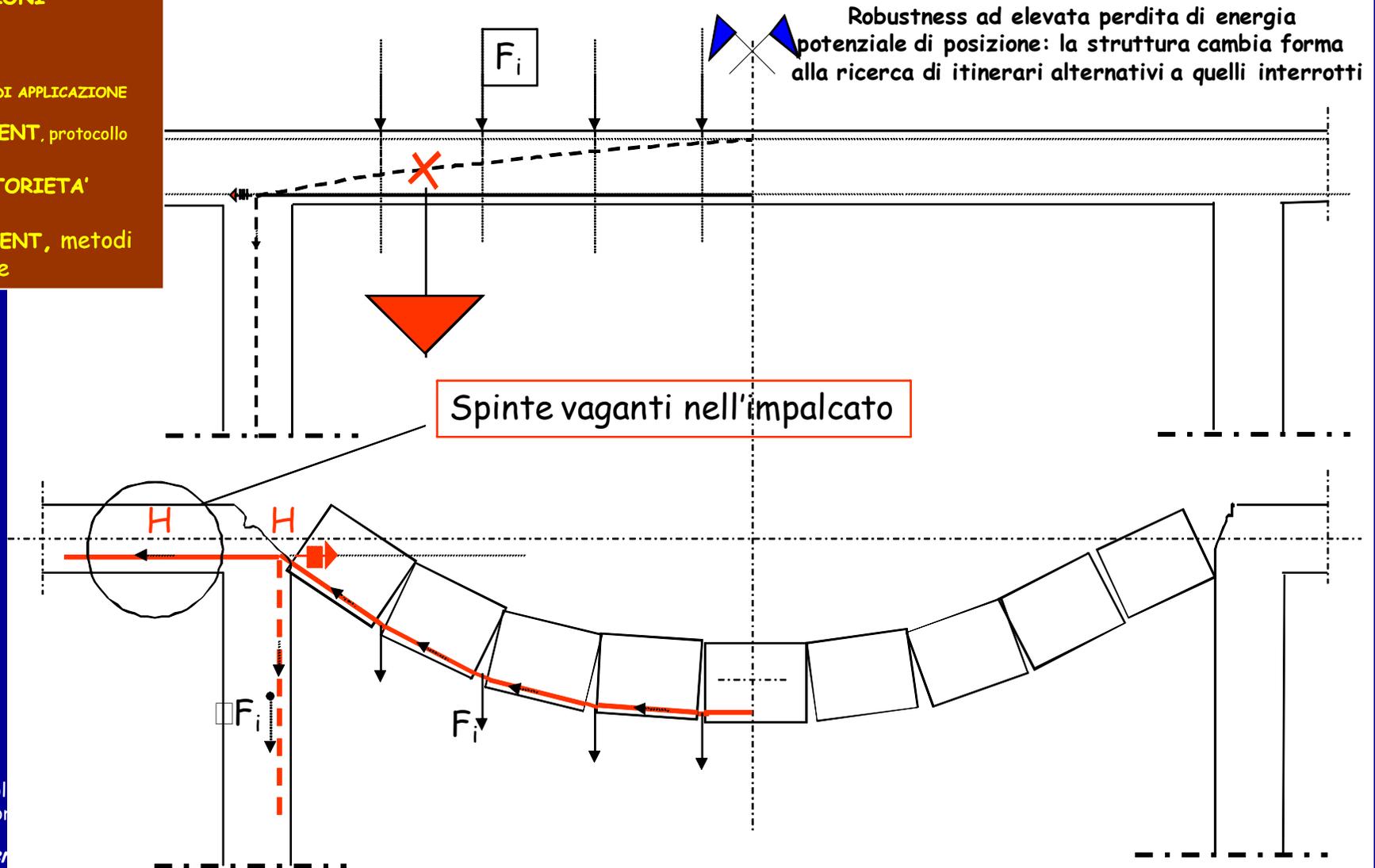


3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

*Casi di collassi locali cui **non** segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio*

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche



n.b. sono rappresentate solo le armature che partecipano al comportamento post-collasso

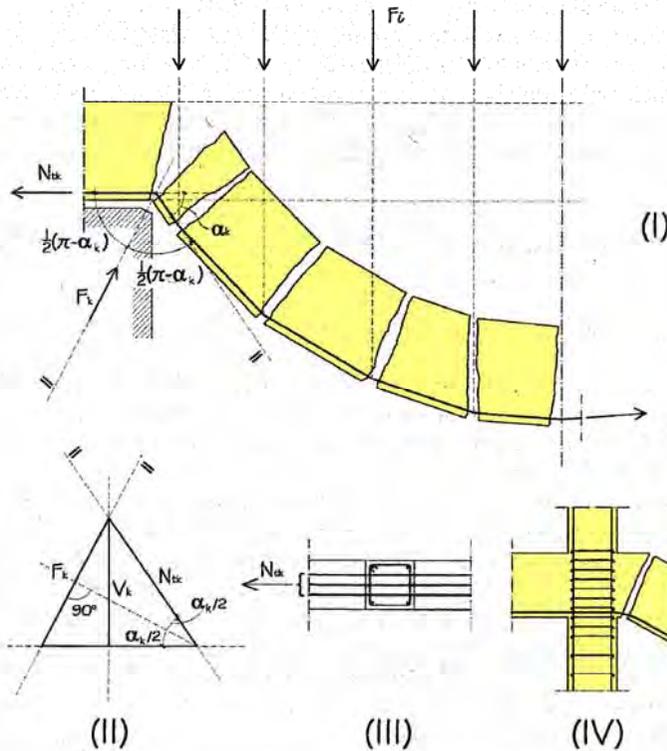


Fig. 14.31

[2852].

Teoria e pratica delle costruzioni in cemento armato (volume II)

- (Fig.14.31), pag. 128

- requisito di "robustness" (14.2.126f), pag.130

[117].

Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008

- Limitazioni sulle armature longitudinali delle travi (7.4.6.2.1)

D91023 wip. 8

3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto



MASSAFRA (TA) anni 70

STUDIO VITONE & ASSOCIATI

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche



Casi di collassi locali cui segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche

*Casi di collassi locali cui **non**
segue una
sproporzionata perdita
dell'energia potenziale di posizione
dell'edificio*



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone



<N>

3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

Casi di collassi locali cui non segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio

Ci si riferisce al collasso prodotto dall'impatto dell'aereo. Il crollo totale delle torri è avvenuto dopo, in seguito al collasso generale degli elementi portanti verticali causato dall'incendio.

CHAPTER 2: WTC 1 and WTC 2



Figure 2-13 Zone of aircraft impact on the north face of WTC 1.

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT, protocollo**
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT, metodi e tecniche**

© 2001, ROBERTO RABANNE



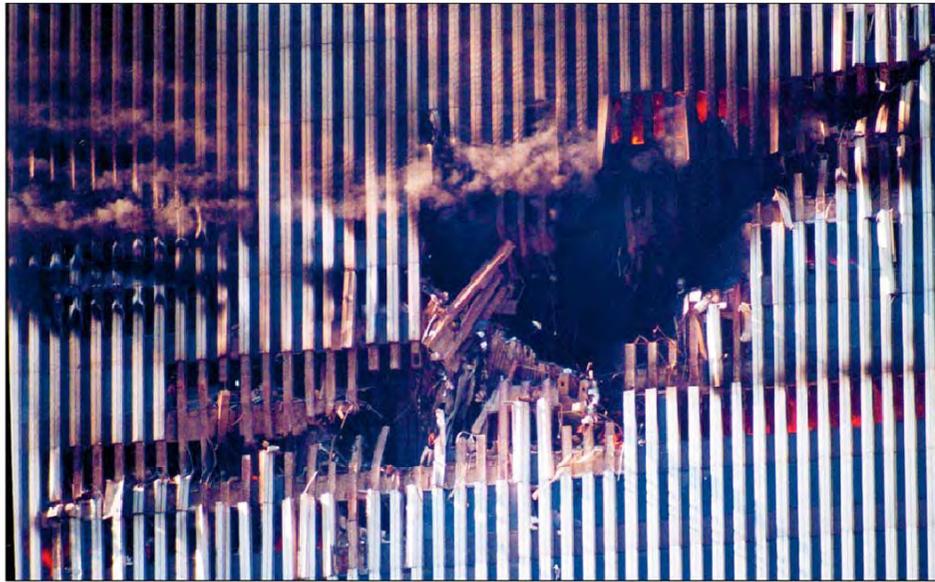
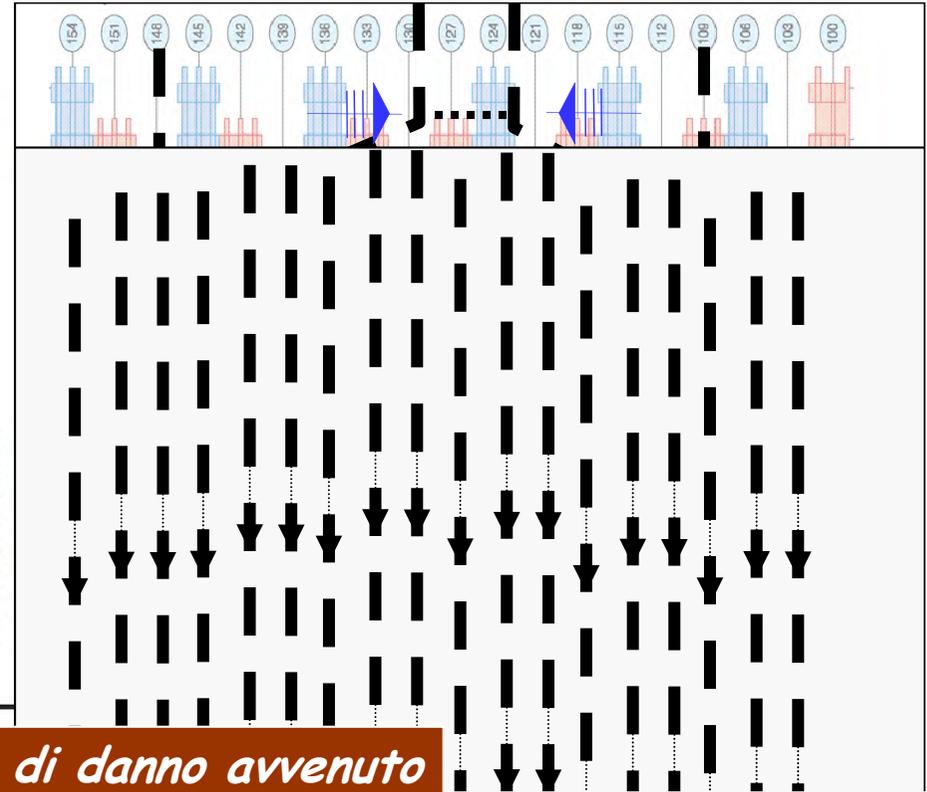


Figure 2-15 Impact damage to the north face of WTC 1.



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

ROBUSTNESS

A **LIMITATA PERDITA DI ENERGIA** POTENZIALE DI POSIZIONE

GLI ITINERARI DEI CARICHI ALTERNATIVI A QUELLI INTERROTTI DAL DANNO SUBITO SONO QUELLI ESISTENTI (IPERSTATICITA') ANCORA INTEGRI, MA PERCORSI DA ALTRI CARICHI (RIDONDANZA).

REQUISITI DI BASE: IPERSTATICITA' + RIDONDANZA + DUTTILITA'



3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

c/c V&A 303 – SANDONACI (BR)– 16/12/2000



STUDIO VITONE & ASSOCIATI

*Casi di collassi locali
cui **non** segue una
sproporzionata
perdita dell'energia
potenziale di
posizione dell'edificio*

- 1 **OBIETTIVI, PRESTAZIONI**
- 2 **OGGETTO**
- 3 **AMBITO DI APPLICAZIONE**
- 4 **ASSESSMENT**, protocollo
- 5 **OBBLIGATORIETA'**
- 6 **ASSESSMENT**, metodi e tecniche



Polit
Corsi
Vers

3

l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto



- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche

*Casi di collassi locali cui **non** segue una sproporzionata perdita dell'energia potenziale di posizione dell'edificio*



prof. ing. Amedeo Vitone
ANALISI DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO



<N>

3

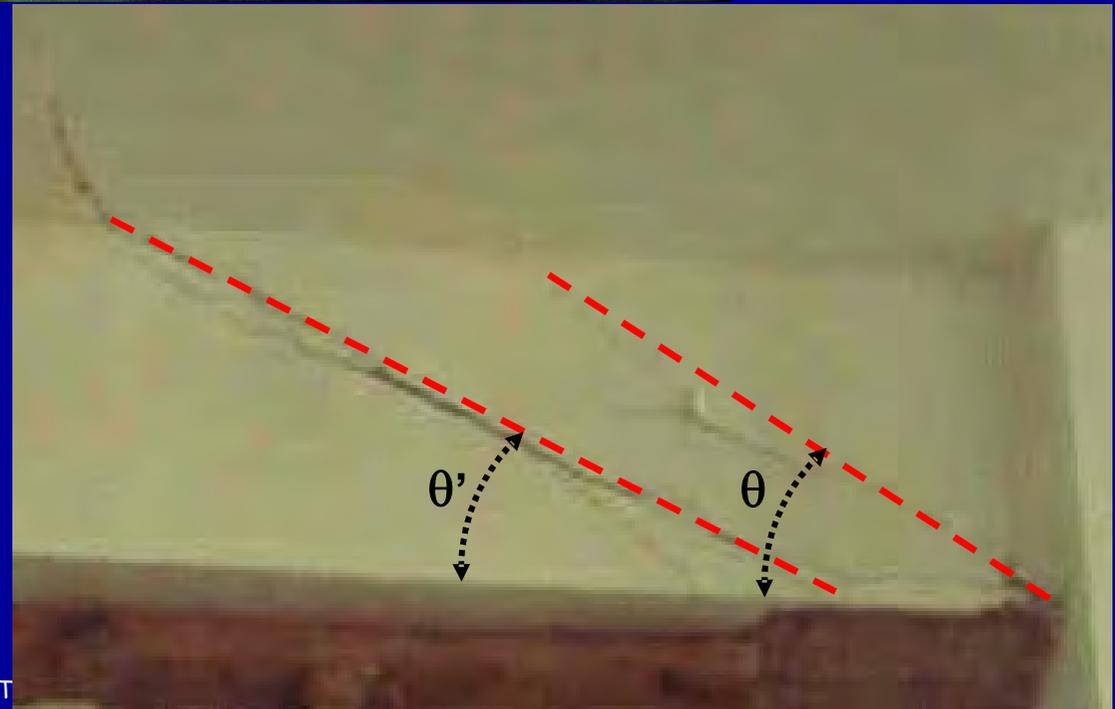
l'ambito di applicazione : anche i casi di danno avvenuto

STUDIO VITONE & ASSOCIATI

MASSAFRA (TA) anni '70



- 1 OBIETTIVI, PRESTAZIONI
- 2 OGGETTO
- 3 AMBITO DI APPLICAZIONE
- 4 ASSESSMENT, protocollo
- 5 OBBLIGATORIETA'
- 6 ASSESSMENT, metodi e tecniche





Niigata 1964



Politecnico di Bari - Facoltà di Ingegneria -
Corso di T. e P. delle Costruzioni in c.a. e c.a.p. -

Vers. 100316 COSTR ESISTENTI - 11 - CASI DI STUDIO - 11.6 RASSEGNA DI CAUSE DI RISCHIO O CROLLO

prof. ing. Amedeo Vitone

