

IL PREFETTO DELLA PROVINCIA DI FOGGIA COMMISSARIO DELEGATO
DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' LESINA MARINA
COMITATO TECNICO SCIENTIFICO
(DECRETO COMMISSARIALE N. 34/2011)

IDENTIFICATORI

PROF. ING. AMEDEO VITONE



CODICE FISCALE VTNMDA43A29A662A
PARTITA IVA 06097450727

BARI - VIA DALMAZIA, 207
TEL. 080 55 31 944
TEL. 080 55 37 845
FAX 080 55 87 155
a.vitone@vitoneassociati.it

LINEE GUIDA
AFFIDABILITA' STRUTTURE
CON COMMENTI
Parte A:
STRUTTURE



513 – 110703 pag. 1/8

IL PREFETTO DELLA PROVINCIA DI FOGGIA
COMMISSARIO DELEGATO

**DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA'
LESINA MARINA**

COMITATO TECNICO SCIENTIFICO
(DECRETO COMMISSARIALE N. 34/2011)

**LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DI AFFIDABILITÀ
DELLE STRUTTURE DEGLI EDIFICI**

CON COMMENTI

V_110703



*(NB. Le presenti Linee Guida rientrano nel quadro dei provvedimenti
Proposti dal Comitato Tecnico Scientifico. Si vedano la
"Relazione di sintesi", giugno 2011, [513-2],
ed i documenti in essa richiamati)*

<p>IL PREFETTO DELLA PROVINCIA DI FOGGIA COMMISSARIO DELEGATO DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' LESINA MARINA COMITATO TECNICO SCIENTIFICO (DECRETO COMMISSARIALE N. 34/2011)</p>	<p>IDENTIFICATORI</p>	<p>PROF. ING. AMEDEO VITONE</p>  <p>CODICE FISCALE VTNMDA43A29A662A PARTITA IVA 06097450727</p> <p>BARI - VIA DALMAZIA, 207 TEL. 080 55 31 944 TEL. 080 55 37 845 FAX 080 55 87 155 a.vitone@vitoneassociati.it</p>	<p>LINEE GUIDA AFFIDABILITA' STRUTTURE CON COMMENTI Parte A: STRUTTURE</p> 
		<p>513 – 110703 pag. 2/8</p>	

Riferimenti bibliografici - Riferimenti normativi – Riferimenti a documentazione

- [513-1] P. Versace -*Relazione finale sulle attività svolte nel territorio del Comune di Lesina (FG) a supporto del Commissario Delegato ex OPCM 3750/2009,*
- [513-2] P. Versace – *Relazione di sintesi* del Comitato Tecnico Scientifico – giugno 2011
- [401] Circ. Min. dei LL.PP. 6/11/1967, n. 3797
Istruzioni per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni.
(Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr., 6/11/1967)
- [402] Circ. Min. dei LL.PP., 20/08/1970, n. 7284
Chiarimenti in merito allo studio delle fondazioni.
(Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr., 20/08/70)
- [407] D.M. LL.PP. 11/03/1988, n. 47
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
(G.U. 01/06/1988, n. 127 suppl.)
- [408] Circ. Min. dei LL.PP. 24/09/1988, n. 30483
Legge 02/02/1974, n. 64 - Art.1 - D.M. 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.
(Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr., 24/09/1988)
- [409] NOTA M. LL. PP. 15/03/1989, n. 31088
D.M. 11/03/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, ... - Quesiti.
(Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr., 15/03/1989)
- [411] Parere M. LL. PP. 13/04/1989, n. 183
Min. LL.PP. - D.M. 11/03/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
(Cons. Sup., 13/04/1989)
- [117] Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14.01.2008
- Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U. n. 29 del 4.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30).
Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 2 febbraio 2009, n. 617
Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.
- [229] UNI EN 1990 – Aprile 2006:
EUROCODICE: Criteri generali di progettazione strutturale
- [231] UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005:
EUROCODICE 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [234] UNI ENV 1991-1-7 – Dicembre 2006
EUROCODICE 1 – Azioni sulle strutture - Parte 1-7: Azioni in generale – Azioni eccezionali.
- [513-8] Department of Defence – United States of America: "Unified Facilities Criteria (UFC) 4-023-03. Design of buildings to resist progressive collapse", January, 2005
- [2848] T. Paulay, M. J. N. Priestley
"Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings", John Wiley & Sons, New York, 1992.
- [1280] UNIEN 13791- Gennaio 2008
Calcestruzzo – Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.
- [1277] Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale:
Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive. Febbraio 2008.
- [3214] BS 6089 Assessment of concrete strength in existing structures (1981)
- [3215] BS 1881 part 120
Testing Concrete. Method for determination of the compressive strength of concrete cores (1983)

[120]

<p>IL PREFETTO DELLA PROVINCIA DI FOGGIA COMMISSARIO DELEGATO DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' LESINA MARINA COMITATO TECNICO SCIENTIFICO (DECRETO COMMISSARIALE N. 34/2011)</p>	<p>IDENTIFICATORI</p>	<p>PROF. ING. AMEDEO VITONE</p>  <p>CODICE FISCALE VTNMDA43A29A662A PARTITA IVA 06097450727</p> <p>BARI - VIA DALMAZIA, 207 TEL. 080 55 31 944 TEL. 080 55 37 845 FAX 080 55 87 155 a.vitone@vitoneassociati.it</p>	<p>LINEE GUIDA AFFIDABILITA' STRUTTURE CON COMMENTI Parte A: STRUTTURE</p> 
		<p>513 – 110703 pag. 3/8</p>	

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguiti con riferimento ai soli SLU; nel caso in cui si effettui la verifica anche nei confronti degli SLE i relativi livelli di prestazione possono essere stabiliti dal Progettista di concerto con il Committente.

Le Verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC).

Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza quando ricorra anche una delle seguenti situazioni:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta ad azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni), situazioni di funzionamento ed uso anomalo, deformazioni significative imposte da cedimenti del terreno di fondazione;
- provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o della classe d'uso della costruzione;
- interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità o ne modificano la rigidità.

Qualora le circostanze di cui ai punti precedenti riguardino porzioni limitate della costruzione, la valutazione della sicurezza potrà essere limitata agli elementi interessati e a quelli con essi interagenti, tenendo presente la loro funzione nel complesso strutturale.

La valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario procedere ad aumentare o ripristinare la capacità portante.

La valutazione della sicurezza dovrà effettuarsi ogni qual volta si eseguano gli interventi strutturali di cui al punto 8.4, e dovrà determinare il livello di sicurezza prima e dopo l'intervento.

Il Progettista dovrà esplicitare, in un'apposita relazione, i livelli di sicurezza attuali o raggiunti con l'intervento e le eventuali conseguenti limitazioni da imporre nell'uso della costruzione.

Rif. A.4-1

DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' LESINA MARINA COMITATO TECNICO SCIENTIFICO

A Linee guida per la valutazione della capacità di *robustness*. Verifica 'post collasso' degli edifici.

A.1. Precedenti

Le presenti *Linee Guida* sostituiscono tutte le indicazioni in merito precedentemente fornite. Esse rappresentano infatti un aggiornamento che tiene conto sia delle ulteriori conoscenze acquisite [513-2], sia della necessità di adeguare la efficacia delle iniziative mirate alla mitigazione del rischio alla maggiore durata della esposizione di quegli edifici dei quali fosse autorizzata la piena utilizzazione anche nel periodo estivo 2011.

A.2. Obiettivo strategico.

Obiettivo strategico è la assunzione di tutti i provvedimenti cautelari provvisori necessari per garantire adeguate condizioni di sicurezza degli edifici nei quali sarà concessa la agibilità limitatamente al periodo sino al 30 settembre 2011 ("*periodo di riferimento*").

A.3 Criteri generali di mitigazione del rischio nel caso di Lesina Marina.

La mitigazione del rischio viene perseguita adottando un quadro di provvedimenti [513-2], tutti necessari. E' fra i suddetti provvedimenti che rientra anche la valutazione della *robustness*, e cioè della capacità dell'unità strutturale della quale fa parte l'edificio, qualora si verificasse la *minaccia* temuta, di non subire danni sproporzionati e comunque tali da compromettere la incolumità delle persone, limitatamente al periodo di tempo necessario al loro allontanamento, a partire dal momento in cui il fenomeno si è manifestato. La minaccia (*azione accidentale eccezionale*) è rappresentata dalla formazione di *sinkhole* al di sotto delle fondazioni dell'edificio.

L'esito positivo di una verifica eseguita secondo le indicazioni delle presenti linee guida deve pertanto considerarsi condizione necessaria ma non sufficiente a garantire 'in sicurezza' la agibilità dell'edificio.


A.4 Inquadramento normativo.

Si ritiene che nel caso in esame non ricorrano le condizioni che rendono obbligatoria la valutazione della sicurezza, secondo quanto previsto dalle Norme vigenti, NTC 2008, [117], cap. 8, 8.3. Se ne riporta qui a fianco uno stralcio, Rif. A.4-1.

Pertanto i criteri da adottare possono non essere quelli fissati dalle citate Norme in quel capitolo.

A.4.1-Va in merito precisato che lo scopo dell'*assessment*, al quale si riferiscono le presenti linee guida, è diverso da quello posto a base delle NTC, [117], [120]. Queste ultime si propongono di stabilire se una struttura esistente è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto (Rif. A.4-2), [120].

Nel caso in esame, invece, lo scopo è quello di stabilire se le strutture portanti degli edifici sono in grado di 'resistere' ad un evento (la formazione di cavità al di sotto delle fondazioni) che non

<p>IL PREFETTO DELLA PROVINCIA DI FOGGIA COMMISSARIO DELEGATO DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' LESINA MARINA COMITATO TECNICO SCIENTIFICO (DECRETO COMMISSARIALE N. 34/2011)</p>	<p>IDENTIFICATORI</p>	<p>PROF. ING. AMEDEO VITONE</p>  <p>CODICE FISCALE VTNMDA43A29A662A PARTITA IVA 06097450727</p> <p>BARI - VIA DALMAZIA, 207 TEL. 080 55 31 944 TEL. 080 55 37 845 FAX 080 55 87 155 a.vitone@vitoneassociati.it</p>	<p>LINEE GUIDA AFFIDABILITA' STRUTTURE CON COMMENTI Parte A: STRUTTURE</p> 
		<p>513 – 110703 pag. 4/8</p>	

C8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Per valutazione della sicurezza si intende un procedimento quantitativo volto a:

- stabilire se una struttura esistente è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC, oppure
- a determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali.

Rif. A.4-2

Le NTC individuano due grandi categorie di situazioni nelle quali è obbligatorio effettuare la verifica di sicurezza, essendo entrambe le categorie comunque riconducibili ad un significativo peggioramento delle condizioni di sicurezza iniziali o di progetto secondo la normativa dell'epoca della costruzione:

Rif. A.4-3

- variazioni, improvvise o lente, indipendenti dalla volontà dell'uomo (ad esempio: danni dovuti al terremoto, a carichi verticali eccessivi, a urti, etc., danni dovuti a cedimenti fondali, degrado delle malte nella muratura, corrosione delle armature nel c.a., etc., errori progettuali o esecutivi, incluse le situazioni in cui i materiali o la geometria dell'opera non corrispondano ai dati progettuali);
- variazioni dovute all'intervento dell'uomo, che incide direttamente e volontariamente sulla struttura (v. § 8.4 delle NTC) oppure sulle azioni (ad esempio: aumento dei carichi verticali dovuto a cambiamento di destinazione d'uso), o che incide indirettamente sul comportamento

2 SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

2.1 PRINCIPI FONDAMENTALI

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)*: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *robustezza nei confronti di azioni eccezionali*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Rif. A.4-4

rientra nello scenario di progetto. Inoltre il fine non è quello di accertare che i coefficienti parziali di sicurezza nei confronti degli Stati limite non siano minori di quelli previsti dalle Norme in fase di progetto di nuove costruzioni. E' invece quello di verificare che, in uno scenario immediatamente successivo ad un eventuale collasso locale (**fase post-collasso**) l'organismo strutturale disponga di risorse adeguate alla capacità di conservare una configurazione geometrica compatibile con la salvaguardia delle persone, nonostante gli inevitabili ed eventualmente anche gravi danni subiti dalle opere. E tale verifica, sia per la sua severità, sia per la durata assai ridotta del "periodo di riferimento" si può accettare che sia affetta da un grado di affidabilità minore, e cioè caratterizzata da coefficienti parziali di sicurezza ridotti (si veda il par. A.6.3).

A.4.2 La Norma, [117], inoltre, individua le situazioni nelle quali è obbligatorio effettuare la verifica di sicurezza. Esse possono tutte ricondursi ad una accertata riduzione delle capacità portanti originarie, come previste in progetto e prescritte dalle norme dell'epoca della costruzione. La attuale Normativa indica le cause alle quali ricondurre le suddette condizioni: (Rif. A.4-3):

- danni subiti successivamente al collaudo (per azioni dipendenti oppure indipendenti dall'uomo);
- errori gravi di esecuzione e/o di progettazione, scoperti successivamente al collaudo.

Si può convenire che nel caso in esame non è stata denunciata nessuna delle condizioni previste dalle Norme [117]. Del resto da pur sommarie e parziali ispezioni, e da alcune perizie tecniche, non sono emerse patologie (fessurazioni) sintomatiche di effetti di cedimenti verticali.

Giova inoltre precisare che le Norme vigenti, [117], cap. 2, fanno riferimento alla "robustezza nei confronti di azioni eccezionali" (si veda Rif. A.4-4), ma non forniscono indicazioni in merito a criteri di verifica.

A tale 'capacità' fa riferimento anche Eurocodice 0, [229]. Esso si riferisce a nuove costruzioni e raccomanda che il progetto sia elaborato, fra l'altro, scegliendo forme strutturali capaci di sopravvivere in maniera adeguata al verificarsi di un danno localizzato accettabile (Rif. A.4-5). Inoltre raccomanda di evitare il più possibile sistemi strutturali che possano collassare senza segni premonitori (Rif. A.4-6).

Eurocodice 2, [231] fornisce alcune utili indicazioni relative ad accorgimenti costruttivi costituiti da 'sistemi di incatenamento' (Rif. A.4-7,8).

Eurocodice 1, [234], indica strategie e criteri di valutazione della capacità di *robustness* di un edificio. Si tratta di regole destinate a nuove costruzioni, alle quali tuttavia è possibile ispirarsi nel caso in esame (Rif. A.4-9).

A.5 Strategie di valutazione da adottare nel caso degli edifici di Lesina Marina.

Confrontando il caso in esame con i richiami normativi riportati nel punto precedente si deve convenire quanto segue.

A.5.1 Deve considerarsi 'certo' che gli edifici di Lesina Marina non siano stati concepiti con l'intento di dotarli di capacità di robustness, né in generale, né tanto meno in relazione ad un fenomeno del genere rappresentato dalla minaccia (azione accidentale eccezionale) ora incombente sui medesimi.

A.5-2 Deve assumersi come estremamente improbabile che all'insorgere della paventata 'azione accidentale eccezionale' il sistema strutturale abbia un comportamento duttile. Al contrario deve considerarsi evento assai probabile un comportamento fragile, con conseguente collasso senza

<p>IL PREFETTO DELLA PROVINCIA DI FOGGIA COMMISSARIO DELEGATO DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' LESINA MARINA COMITATO TECNICO SCIENTIFICO (DECRETO COMMISSARIALE N. 34/2011)</p>	<p>IDENTIFICATORI</p>	<p>PROF. ING. AMEDEO VITONE</p>  <p>CODICE FISCALE VTNMDA43A29A662A PARTITA IVA 06097450727</p> <p>BARI - VIA DALMAZIA, 207 TEL. 080 55 31 944 TEL. 080 55 37 845 FAX 080 55 87 155 a.vitone@vitoneassociati.it</p>	<p>LINEE GUIDA AFFIDABILITA' STRUTTURE CON COMMENTI Parte A: STRUTTURE</p> 
		<p>513 – 110703 pag. 5/8</p>	

[229] UNI EN 1990 – Aprile 2006:
 EUROCODICE: Criteri generali di progettazione strutturale

(5)P Il danno potenziale deve essere evitato o limitato attraverso una scelta appropriata di una o più delle seguenti procedure:

- evitare, eliminare o ridurre i rischi a cui la struttura può essere esposta;
- scegliere una forma strutturale che abbia una bassa sensibilità ai rischi considerati;
- scegliere una forma strutturale ed una progettazione che possa sopravvivere in maniera adeguata alla rimozione accidentale di un singolo elemento o di una parte limitata della struttura, o al verificarsi di un danno localizzato accettabile;
- evitare il più possibile sistemi strutturali che possono collassare senza segni premonitori;
- connettere gli elementi strutturali.

[231] UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005:
 EUROCODICE 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1:
 Regole generali e regole per gli edifici

9.10 Sistemi di incatenamento

9.10.1 Generalità

(1)P Strutture non progettate per resistere ad azioni eccezionali devono avere un sistema di incatenamento idoneo per prevenire il collasso a catena mediante la creazione di percorsi alternativi delle forze interne dopo un danno locale. Per soddisfare tale requisito sono poste le seguenti semplici regole.

[234] UNI ENV 1991-1-7 – Dicembre 2006
 EUROCODICE 1 – Azioni sulle strutture - Parte 1-7: Azioni in generale
 – Azioni eccezionali

[231] UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005:
 EUROCODICE 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1:
 Regole generali e regole per gli edifici

9.10 Sistemi di incatenamento

9.10.1 Generalità

(1)P Strutture non progettate per resistere ad azioni eccezionali devono avere un sistema di incatenamento idoneo per prevenire il collasso a catena mediante la creazione di percorsi alternativi delle forze interne dopo un danno locale. Per soddisfare tale requisito sono poste le seguenti semplici regole.

Rif. A.4-5

Rif. A.4-6

Rif. A.4-7

Rif. A.4-8

Rif. A.4-9

Rif. A.4-7

preavviso (come sarebbe la preventiva formazione di quadri fessurativi sintomatici) sufficiente a consentire tempestivi provvedimenti di salvaguardia, come l'allontanamento delle persone.

A.5-3 In conseguenza delle precedenti considerazioni, con riferimento al citato Eurocodice 1, [234], Rif.A.4-9, il caso in esame deve ricondursi ad una 'strategia mista', basata cioè sia sulla identificazione dell'azione accidentale eccezionale (formazione di una *sinkhole*), sia sulla valutazione della capacità dell'organismo strutturale di limitare l'estensione del danno provocato dall'azione, attraverso la verifica numerica della eventuale sua propria 'ridondanza', e cioè individuando 'percorsi alternativi dei carichi' capaci di soccorrere all'elemento strutturale danneggiato (il pilastro al di sotto della cui fondazione si ipotizzi la formazione di una *sinkhole*)

A.5-4 La capacità 'prestazionale' degli edifici deve essere valutata (simulando su modello virtuale l'effetto dell'azione accidentale eccezionale) in relazione alla capacità di sopravvivenza dell'edificio per un periodo di tempo limitato alla durata della evacuazione, secondo quanto indicato dal citato Eurocodice 1, [234], Rif. A.4-9 ("periodo di riferimento").

A.6 Criteri e metodi di valutazione da adottare nel caso degli edifici di Lesina Marina.

A.6.1 Lo stato limite post-collasso

Lo scopo della verifica, come si è detto, è quello di proteggere esclusivamente le vite umane sacrificando anche completamente, ove fosse inevitabile, la funzionalità dell'edificio. Si veda A.2. Come si è detto, A.4, si tratta di un caso non disciplinato dalle Norme vigenti nel nostro Paese, [117].

Ne consegue che il relativo scenario non può essere inquadrato all'interno dei 'comuni' stati limite ultimi. Si può, dunque, fare riferimento ad un **nuovo stato limite definito di post-collasso (PCLS = Post-Collapse Limit State)**.

Il termine 'post-collasso' evidenzia che tali condizioni sono successive alla rottura per taglio-flessione degli elementi strutturali che generalmente individua il collasso 'nominale' allo Stato Limite Ultimo (ULS).

- o Nel caso di nuove costruzioni il **PCLS** ha una probabilità di verificarsi, durante la vita utile di progetto dell'opera, sicuramente minore di quella associata allo stato limite ultimo. Ne consegue che per esso devono essere assunti coefficienti parziali (per i materiali e per le azioni) diversi da quelli previsti nei 'comuni' stati limite ultimi.
- o Nel caso in esame di **Lesina Marina** la probabilità di verificarsi del **PCLS** deve considerarsi in assoluto elevata. Tuttavia essa si può ridurre, e riportare nei limiti propri di azioni accidentali generiche, a carico di nuove costruzioni, per effetto della attuazione del 'quadro di insieme' dei provvedimenti cautelari di cui al par. A.3 e C.1.4. Si segnala soprattutto la ridotta probabilità di occorrenza dell'azione accidentale (formazione di una *sinkhole* al di sotto delle fondazioni di un edificio), connessa
 - sia con la relativamente **minore pericolosità** dell'area selezionata, a rischio idrogeologico ;
 - sia con **la limitata durata del tempo di esposizione ("periodo di riferimento")** ;
 - sia con gli **effetti favorevoli delle altre iniziative** mirate a ridurre la probabilità delle cause originarie dell'azione accidentale (infiltrazioni delle acque di origine meteorica e di quelle provenienti dal canale: si veda []);
 - **sia con l'attività di presidio del territorio.**

3.1 General

(1) 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.

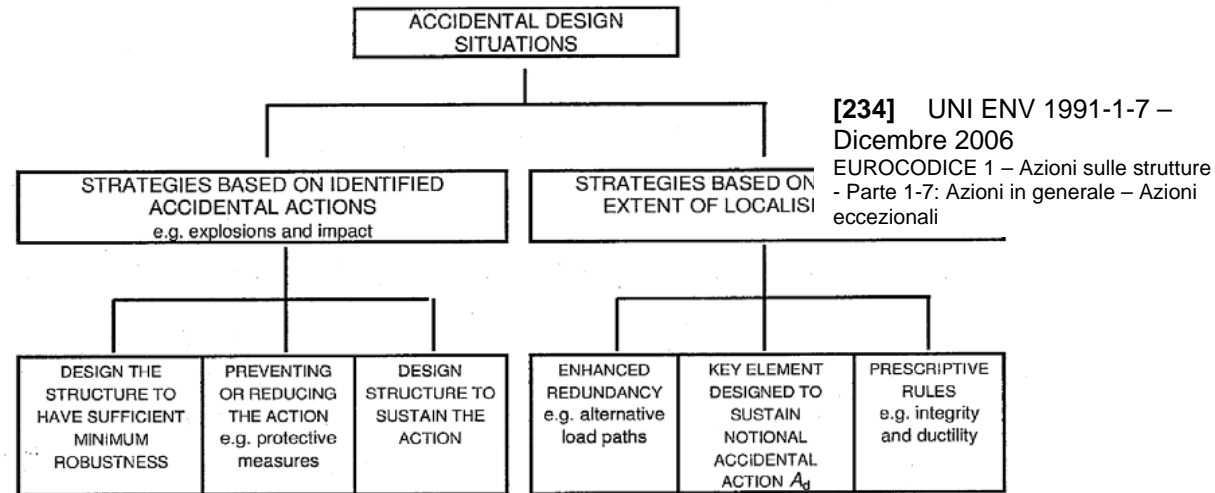


Figure 3.1 - Strategies for Accidental Design Situations

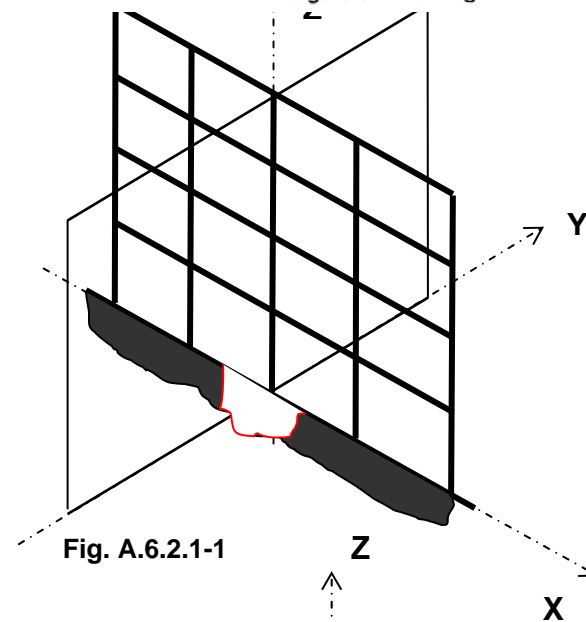


Fig. A.6.2.1-1

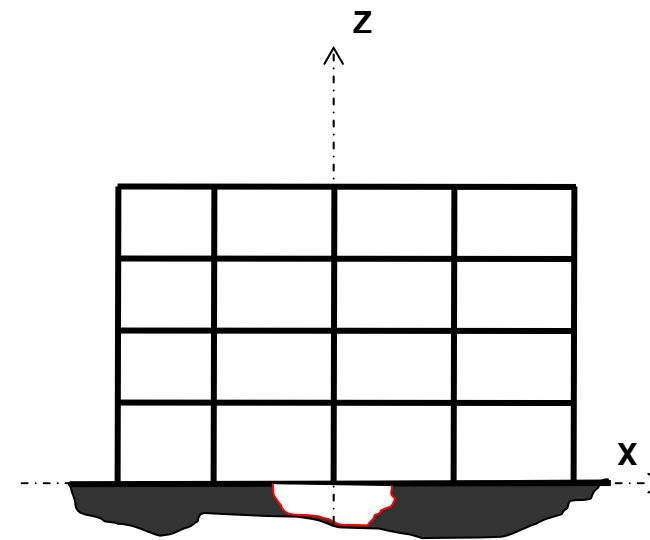


Fig. A.6.2.1-2

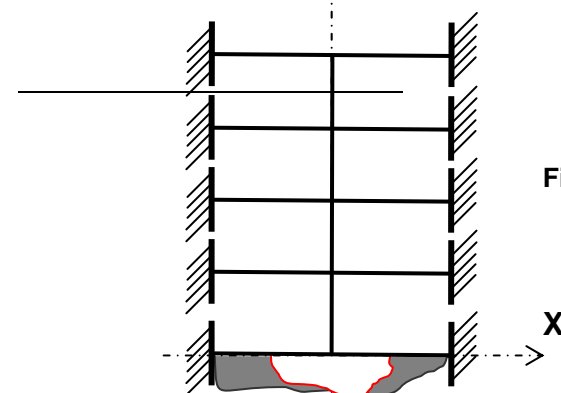


Fig. A.6.2.1-3

A.6.2 Il modello di analisi.

Il modello di analisi degli effetti dell'azione accidentale eccezionale, rappresentata dalla improvvisa formazione di una *sinkhole* al di sotto della fondazione di un pilastro, è definito dai seguenti parametri.

A.6.2.1 Geometria strutturale di insieme¹.

Si possono adottare modelli ridotti, piani (fig. A.6.2.1-2), e/o parziali, (ad esempio fig. A.6.2.1-3), dei quali si sia dimostrato che risultano piu' cautelativi ai fini del calcolo degli effetti dell'azione accidentale (F_A di fig. A.6.3-3.) del modello spaziale, (fig. A.6.2.1-1).

A.6.2.2 Luci di calcolo delle travi e dei solai, lunghezze di calcolo dei pilastri, ampiezza delle *sinkhole*.²

Si possono adottare come luci di calcolo le 'luci nette' delle travi, aumentate, a ciascuna delle due estremità, della metà altezza della sezione trasversale della trave, se minore della metà dimensione del pilastro. Per tutti gli altri elementi: le luci fra gli assi (Fig. A.6.2.2-1).

Le 'zone' 'bianche' entro il terreno grigio di fondazione, rappresentate nelle figg. A.6.3-1 e 3, devono avere una estensione conforme ai fenomeni verificatisi di *sinkhole*. Si assumerà una dimensione non minore dell'interasse fra pilastri.

l_{sink} .

A.6.2.3 Caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali degli elementi resistenti.³

In mancanza di elaborati specifici si può ammettere che le armature presenti all'interno degli elementi strutturali siano conformi, per quantità, 'disegno' e disposizione, alle regole normative vigenti all'epoca della costruzione dell'edificio.

A.6.2.4 Rigidezze eventualmente ridotte degli elementi strutturali orizzontali (travi e solai), per tenere conto della fessurazione, che riduce gli effetti delle coazioni.

Si può a tal fine adottare la seguente 'tabella' [2848]:

STRUCTURAL MODELING 163		
TABLE 4.1 Effective Member Moment of Inertia ^a		
	Range	Recommended Value
Rectangular beams	0.30-0.50 I_g	0.40 I_g
T and L beams	0.25-0.45 I_g	0.35 I_g
Columns, $P > 0.5 f_c' A_g$	0.70-0.90 I_g	0.80 I_g
Columns, $P = 0.2 f_c' A_g$	0.50-0.70 I_g	0.60 I_g
Columns, $P = -0.05 f_c' A_g$	0.30-0.50 I_g	0.40 I_g

^a A_g = gross area of section; I_g = moment of inertia of gross concrete section about the centroidal axis, neglecting the reinforcement.

¹ Dati da acquisire da elaborati di progetto, previa verifica sul posto della loro attendibilità, la cui copia va allegata alla relazione di verifica. In mancanza: da acquisire mediante rilievo sul posto.

² Idem nota precedente.

³ Idem nota precedente. Nel caso dei solai, in mancanza di elaborati, vanno rilevate (anche mediante saggi) il tipo di solaio e le caratteristiche geometriche, compresa la estensione delle 'fasce piene'. Anche nel caso delle fondazioni la tipologia e le caratteristiche geometriche devono essere documentate (e riscontrate in sito) dagli elaborati originari di progetto oppure rilevate sul posto con l'ausilio di saggi.

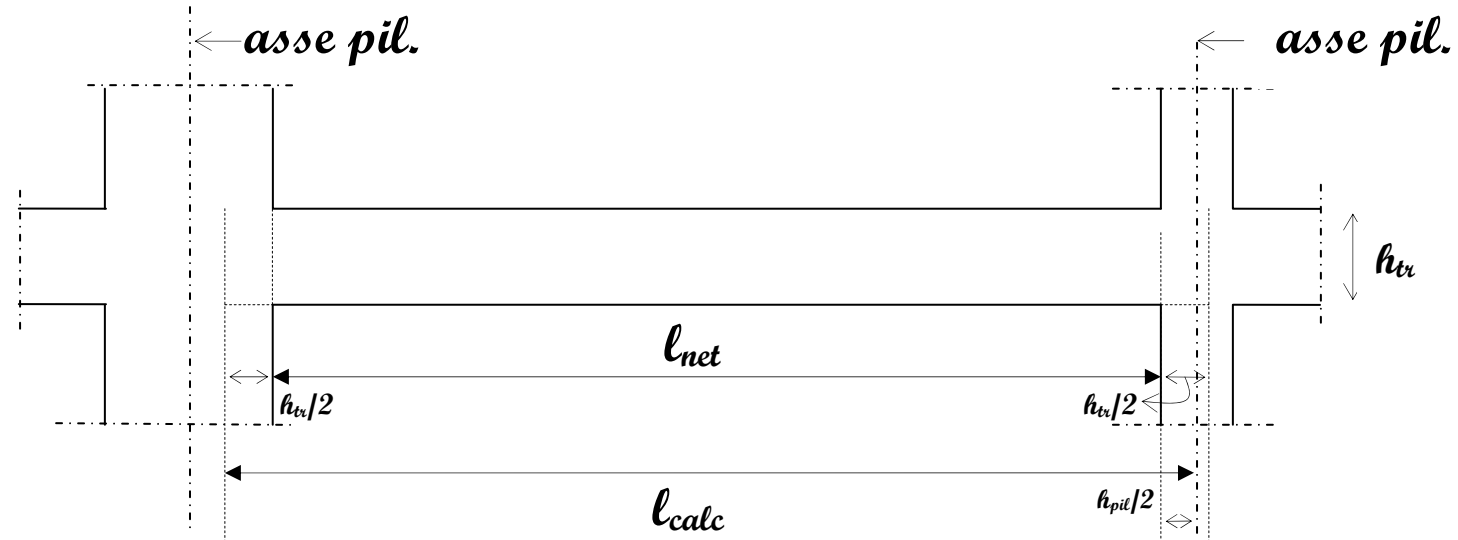


Fig. A.6.2.2-1

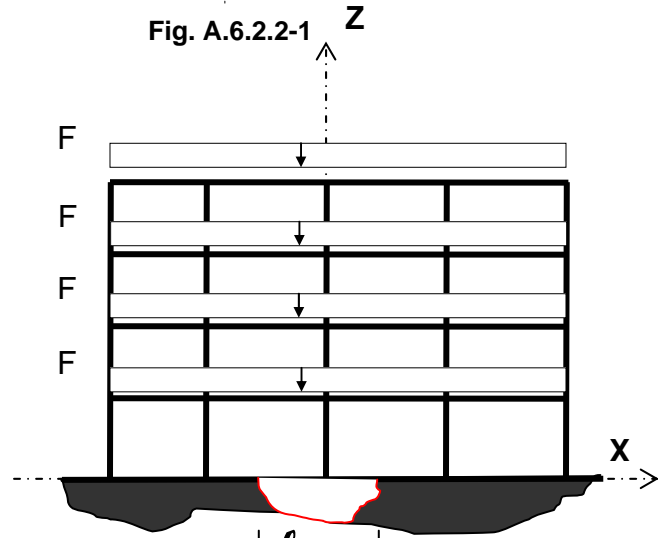


Fig. A.6.3-1

≡

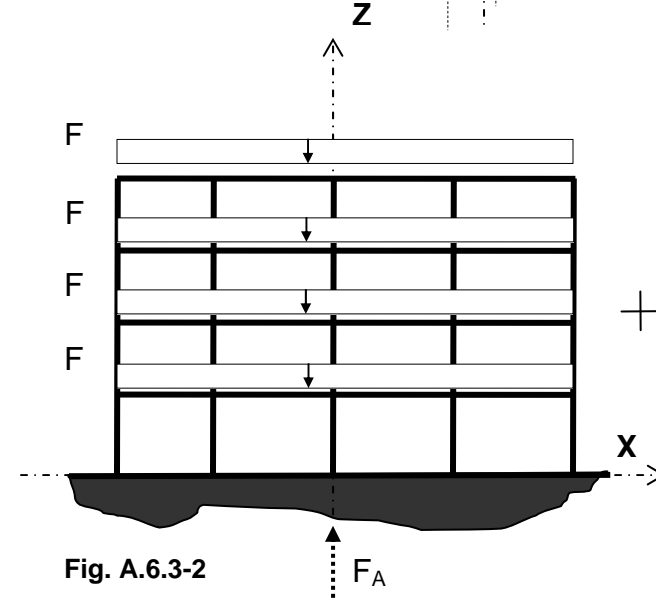


Fig. A.6.3-2

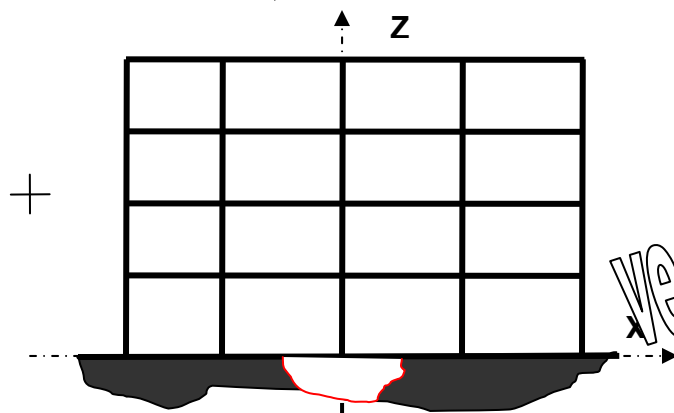


Fig. A.6.3-3

vedere esempio di applicazione

In alternativa si può operare come segue

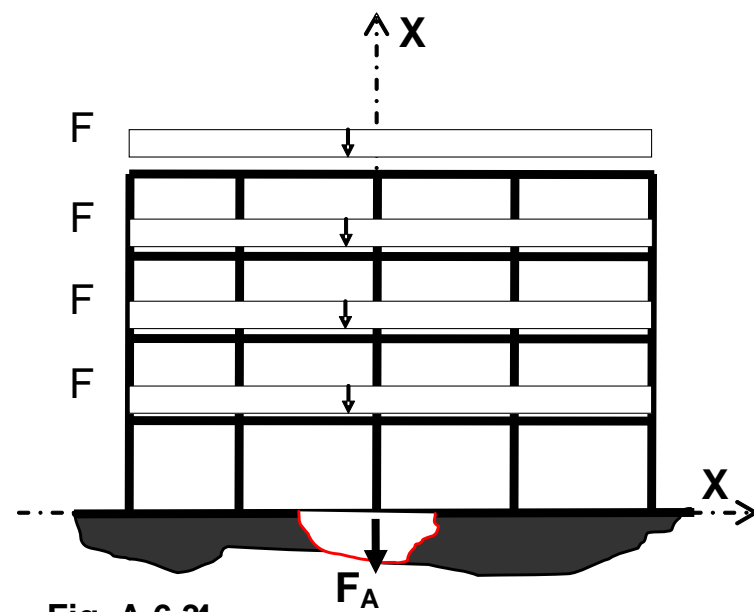


Fig. A.6.34

≡

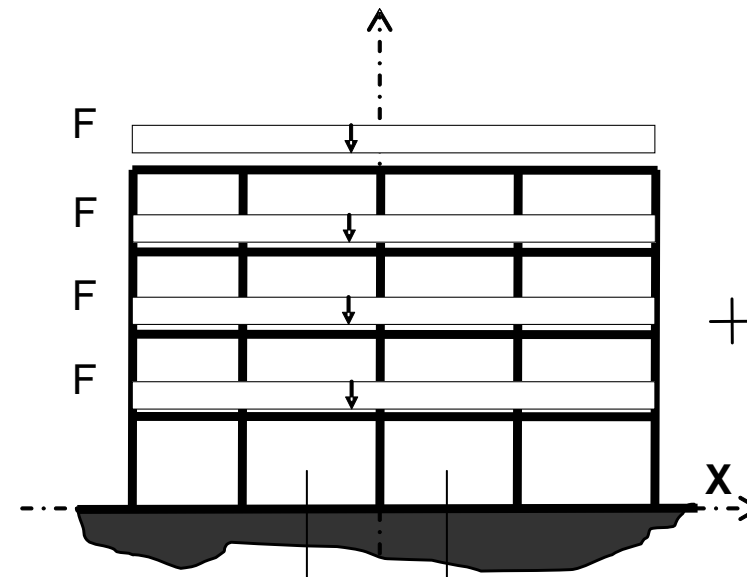


Fig. A.6.34.1

+

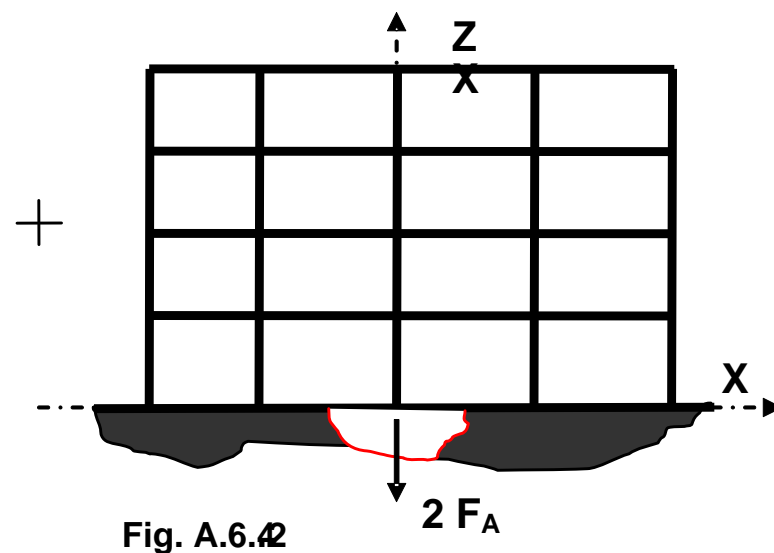


Fig. A.6.42

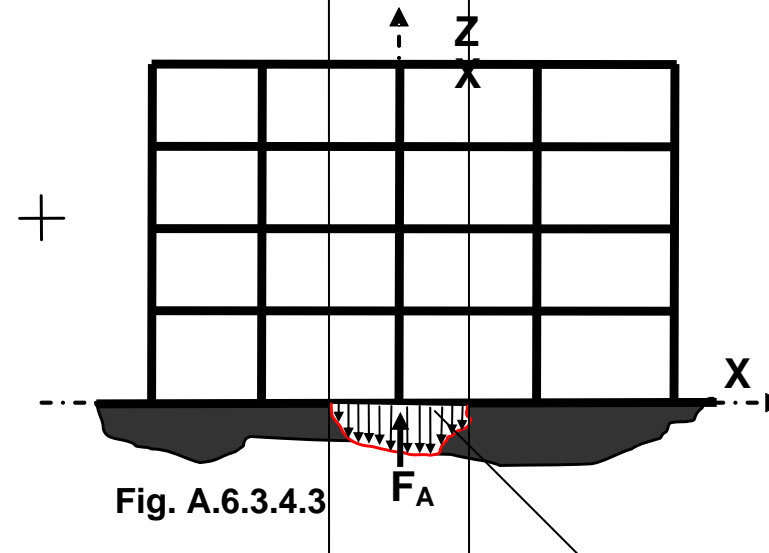


Fig. A.6.3.4.3

$$\Sigma q_i = F_A$$

vedere esempio di applicazione

Si noti che la differenza fra questo approccio e quello precedente è rappresentata dal modello di fig. A.6.3.4.3

Questo modello simula l'effetto sull'intero sistema strutturale della approssimazione corrispondente alla sostituzione della reazione (q_i) del terreno, distribuita nella zona in cui si forma la sinkhole, ed il suo valore risultante concentrato F_A . Si tratta di effetti certamente trascurabili nel caso di plinti isolati.