UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
Scuola Politecnica e delle Scienze di base
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI

Seminario di preparazione all'Esame di Stato per l'Abilitazione all'esercizio della professione - Settore Civile Ambientale

# Criteri progettuali degli edifici

10.11.2014 AULA SCIPIONE BOBBIO – PIAZZALE TECCHIO,80 NAPOLI

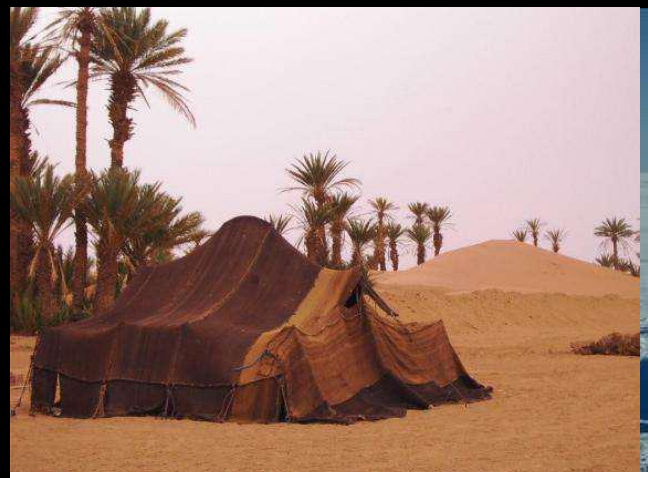
**Ing. Salvatore Simonetti**
Phd studente Ingegneria delle Costruzioni,
Università degli Studi di Napoli Federico II

# Criteri progettuali degli edifici

Per **EDIFICIO** si intende una costruzione edilizia realizzata dall'uomo e destinata ad accogliere al suo interno persone e attività a queste connesse

# Criteri progettuali degli edifici

Si usa il termine **tipo edilizio** e non **tipo architettonico** in quanto la definizione tipologica si forma astraendo dagli aspetti individualmente architettonici dei singoli prodotti, concentrandosi piuttosto sul confronto dei caratteri comuni a tutti.



# Criteri progettuali degli edifici

L'uomo eschimese vede e vive solo abitazioni emisferiche fatte di una calotta di neve ghiacciata, nessuna identica all'altra ma tutte simili tra loro;
egli matura cosi quella idea di casa e il suo concetto tipologico della casa corrisponde all'igloo che divine il suo tipo edilizio

# Criteri progettuali degli edifici

Per **EDIFICIO** si intende una costruzione edilizia realizzata dall'uomo e destinata ad accogliere al suo interno persone e attività a queste connesse

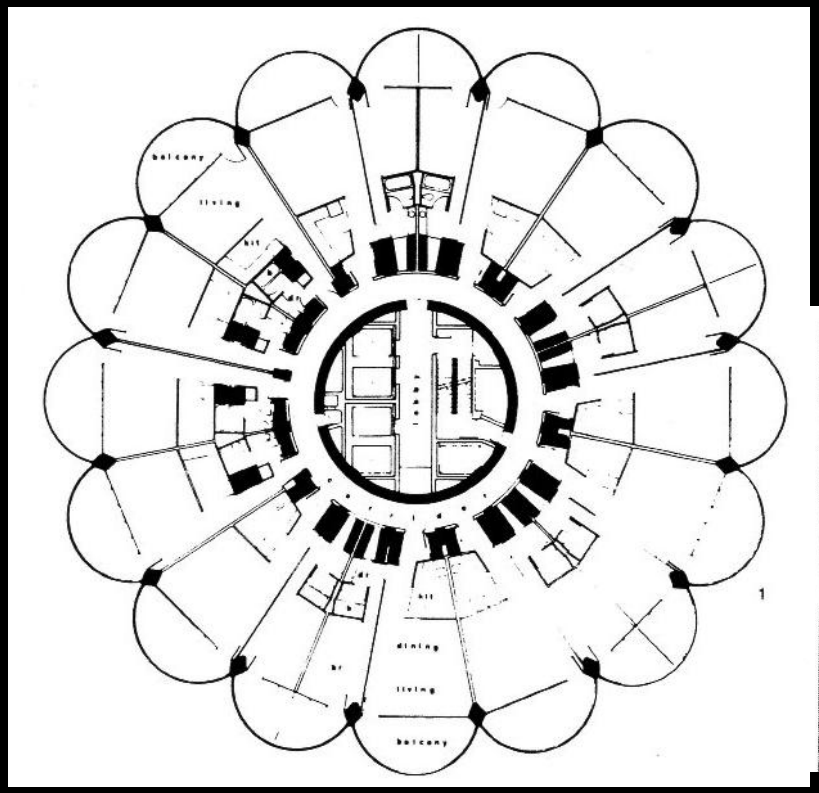
## Criteri progettuali degli edifici

# I tipi edilizi

1 ⇨ **STRUTTURE A TORRE**

2 ⇨ **STRUTTURE DUPLEX**

# STRUTTURE A TORRE



**Progetto:**
Bertrand Goldberg Associates, Chicago

**Sito:**
Chicago, Marina City

**Data di costruzione:**
1962

# STRUTTURE A TORRE

**Tipo di edificio:**
Due torri residenziali 65 piani di cui 40 piani con abitazioni

I primi 18 piani sono dei parcheggi a spirale che possono ospitare fino a 450 automobili

Trovano, inoltre, posto nella struttura
-un teatro con 1750 posti
-un auditorium con 700 poltrone
--una banca
-Un ristorante
--uffici
--450 appartamenti a forma di mezza luna

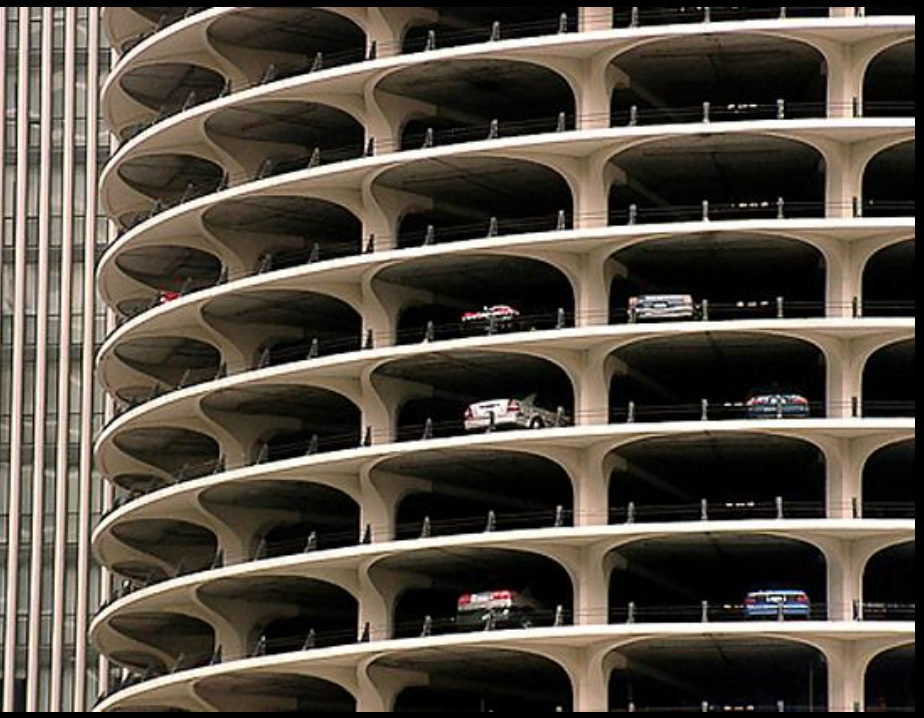
# STRUTTURE A TORRE

**Tipo di edificio:**
Due torri residenziali 65 piani di cui 40 piani con abitazioni

I primi 18 piani sono dei parcheggi a spirale che possono ospitare fino a 450 automobili

Trovano, inoltre, posto nella struttura
-un teatro con 1750 posti
-un auditorium con 700 poltrone
--una banca
-Un ristorante
--uffici
--450 appartamenti a forma di mezza luna

# STRUTTURE A TORRE



**Tipo di edificio:**
Due torri residenziali 65 piani di cui 40 piani con abitazioni

I primi 18 piani sono dei parcheggi a spirale che possono ospitare fino a 450 automobili

Trovano, inoltre, posto nella struttura
-un teatro con 1750 posti
-un auditorium con 700 poltrone
--una banca
-Un ristorante
--uffici
--450 appartamenti a forma di mezza luna

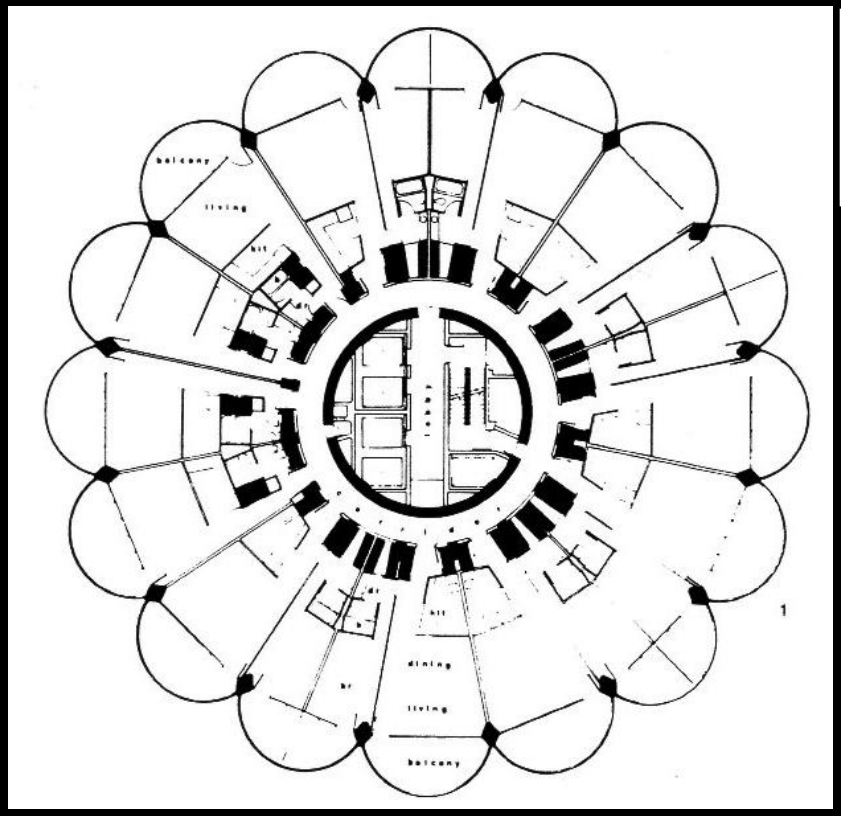
# STRUTTURE A TORRE

**Tipo di edificio:**
Due torri residenziali 65 piani di cui 40 piani con abitazioni

I primi 18 piani sono dei parcheggi a spirale che possono ospitare fino a 450 automobili

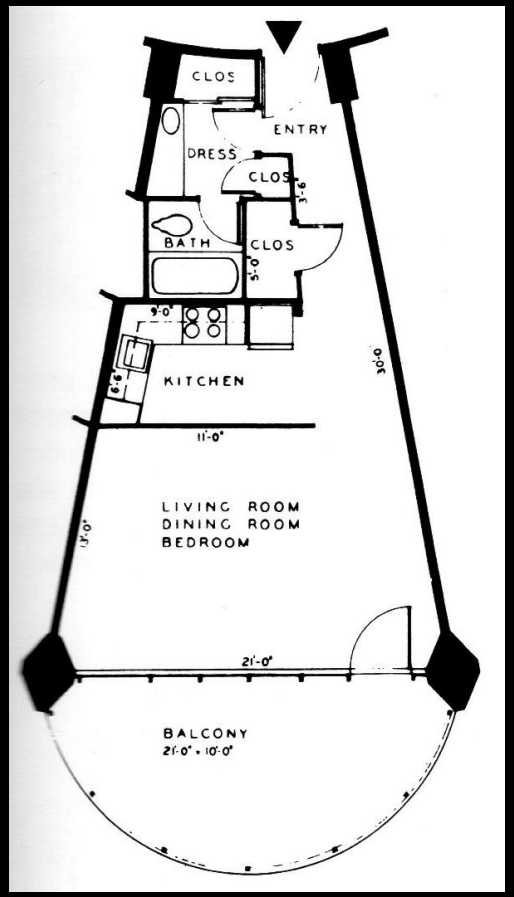
Trovano, inoltre, posto nella struttura
-un teatro con 1750 posti
-un auditorium con 700 poltrone
--una banca
-Un ristorante
--uffici
--450 appartamenti a forma di mezza luna

# STRUTTURE A TORRE



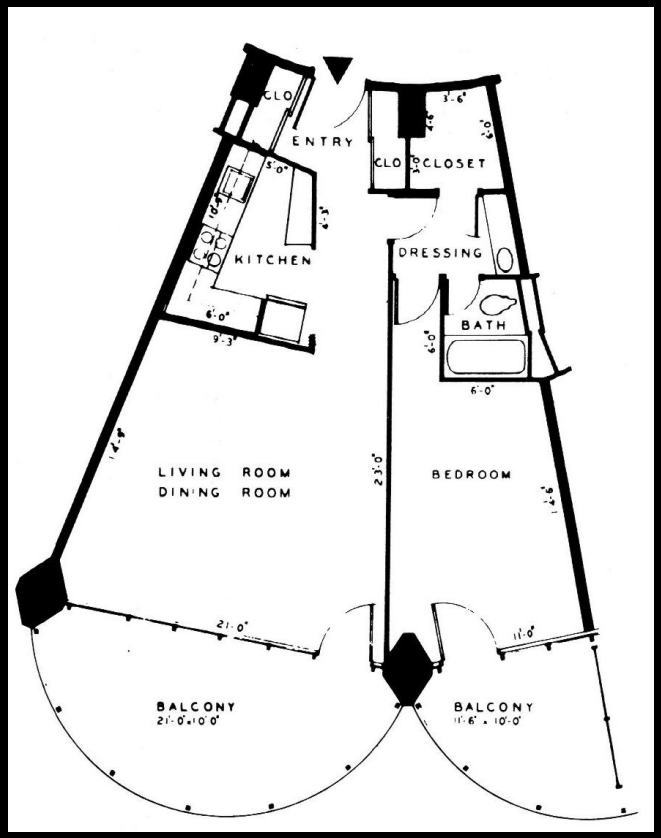

**L'organizzazione dell'edificio è caratterizzata da grande flessibilità planimetrica**

# STRUTTURE A TORRE



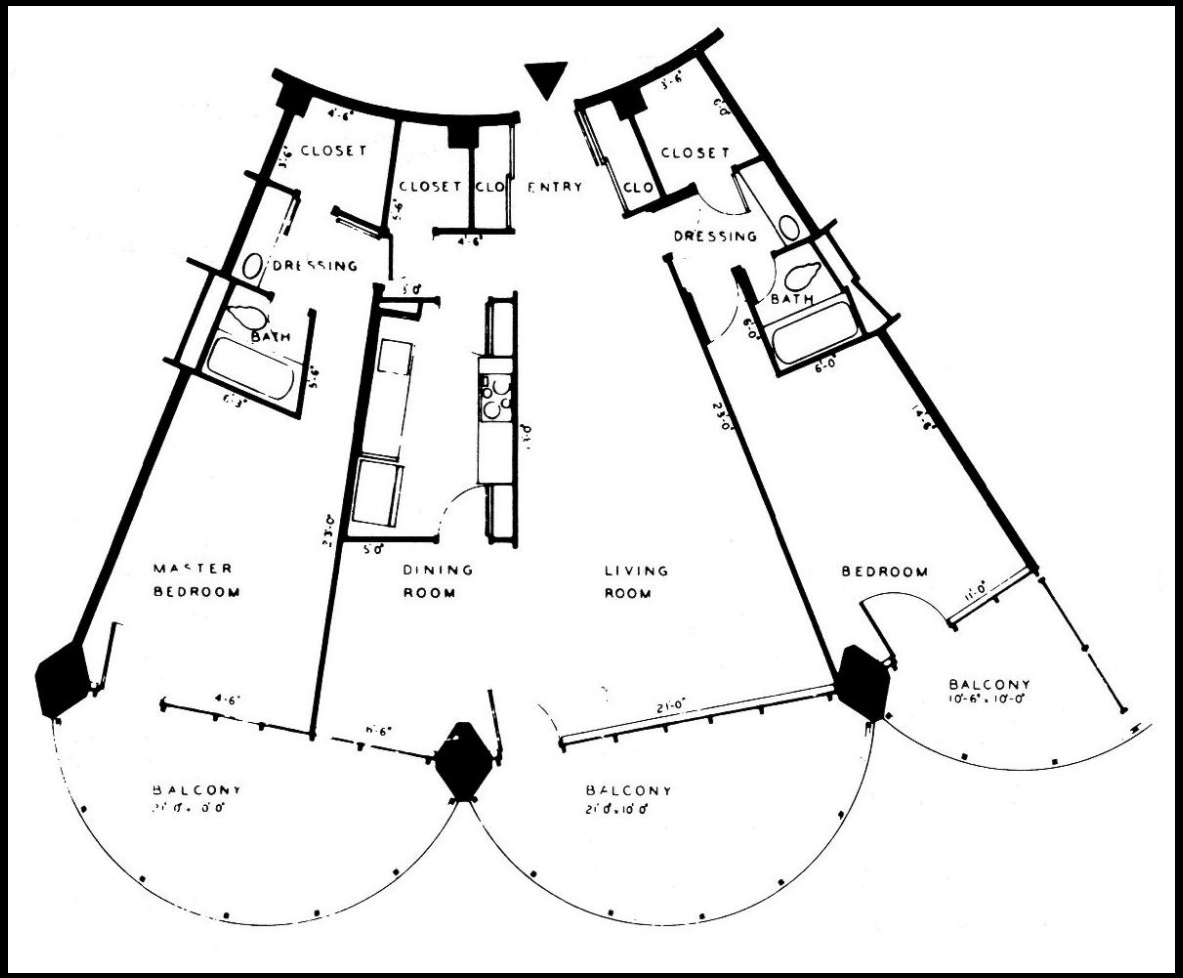

**L'organizzazione dell'edificio è caratterizzata da grande flessibilità planimetrica**

Studio (40 mq) – modulo base




Bilocale ( 70 mq) - nasce dall'unione di un modulo e di mezzo modulo

# STRUTTURE A TORRE




Trilocale (100 mq) – nasce dall'unione di due moduli interi e di un mezzo modulo

# PROBLEMATICHE SPECIFICHE DELLE STRUTTURE A TORRE

- PREVENZIONE INCENDI
- SCALA PROTETTA/A PROVA DI FUMO
- ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA
- LAVORABILITÀ DEL CALCESTRUZZO *

* vedi: F. Fascia, R. Iovino – La struttura in c.a. per l'architettura. Tecnica e tecnologia, Aracne Editrice, 2008

# PREVENZIONE INCENDI

**INTERVENTI ATTIVI**

» insieme degli interventi messi in atto dopo lo scoppio dell'incendio

**INTERVENTI PASSIVI**

» insieme degli interventi messi in atto prima dello scoppio dell'incendio

# PREVENZIONE INCENDI

INTERVENTI PASSIVI

**Resistenza al fuoco predefinita** **REI [min]**

**R (resistenza)** attitudine a conservare la capacità di portare i carichi di esercizio per un tempo predefinito

**E (tenuta)** attitudine ad impedire il passaggio di fumo e fiamme per un tempo predefinito

**I (isolamento)** attitudine a limitare la trasmissione del calore per un tempo predefinito

# PREVENZIONE INCENDI

## Criteri per determinare la REI

## Regola tecnica di prevenzione incendi [RTPI]

**Edilizia scolastica**

**strutture** ≥ R 60 per H ≤ 24 m
≥ R 90 per H > 24 m

**elementi separazione** ≥ REI 60 per H ≤ 24 m
≥ REI 90 per H > 24 m

# PREVENZIONE INCENDI

**Reazione al fuoco predefinita**

"Grado di partecipazione del materiale all'incendio"

Il Decreto del Ministero dell'Interno 15/03/2005 classifica i materiali da costruzione secondo sei classi di partecipazione alla combustione:

**0, 1, 2, 3, 4, 5**

I materiali di classe 0 sono non combustibili
I materiali di classe 5 partecipano in grado massimo alla combustione

# PREVENZIONE INCENDI

**Reazione al fuoco predefinita**

**criteri di proporzionamento:** **regola tecnica di prevenzione incendi**

**Edilizia scolastica**

| | |
|---|---|
| Atrii, corridoi, disimpegni, scale, rampe | Classe 1: 50 % sup. totale<br>Classe 0: restante parte |
| Altri ambienti: pavimenti | Classe 2 |
| : rivestimenti | Classe 1 (Classe 2 per impianti di spegnimento automatico) |
| Tendaggi | Classe 0/Classe 1 |

# PREVENZIONE INCENDI

**Compartimentazione** **"Parte di edificio definita al contorno da elementi costruttivi con REI predefinita"**

**criteri di proporzionamento:** [RTPI]

**Edilizia scolastica**

| Altezza antincendio | Max superficie compartimento [$m^2$] |
|---|---|
| Fino a 12 m | 6.000 |
| da 12 m a 24 m | 6.000 |
| da oltre 24 m a 32 m | 4.000 |
| da oltre 32 m a 54 m | 2.000 |

# PREVENZIONE INCENDI

**Sistema di vie di fuga**

"Insieme dei percorsi orizzontali e verticali idonei a garantire il collegamento con il luogo sicuro in condizioni di sicurezza"

**criteri di proporzionamento:** $n = A / C_d$

**nella quale:** **n = larghezza del sistema espresso in moduli (1 modulo = 60 cm)**

**A = Affollamento**

**$C_d$ = Capacità di deflusso: numero persone che possono percorrere un modulo unitario in condizioni di sicurezza**

**$C_d$ si desume dalla [RTPI]**

**Edilizia scolastica** $C_d \leq 60$ **per ogni piano**

# PROBLEMATICHE SPECIFICHE DELLE STRUTTURE A TORRE

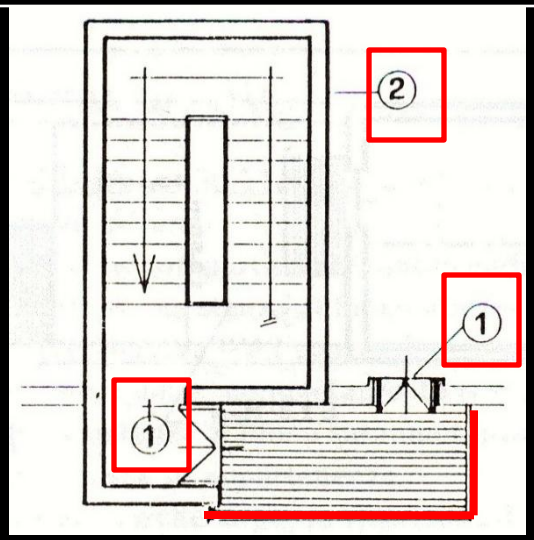
- PREVENZIONE INCENDI
- SCALA PROTETTA/A PROVA DI FUMO
- ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA
- LAVORABILITÀ DEL CALCESTRUZZO *

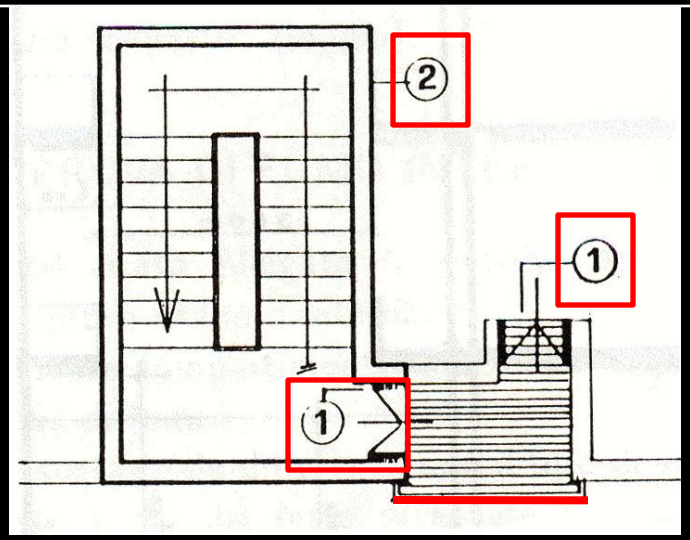
* vedi: F. Fascia, R. Iovino – La struttura in c.a. per l'architettura. Tecnica e tecnologia, Aracne Editrice, 2008

# SCALA PROTETTA/A PROVA DI FUMO

**<u>Scala a prova di fumo esterna</u>**

Scala in vano costituente compartimento antincendio (2) con accesso per ogni piano - mediante porte di resistenza al fuoco con RE predeterminata e dotate di congegno di autochiusura (1) - da spazio scoperto o da disimpegno aperto per almeno un lato su spazio scoperto dotato di parapetto a giorno.

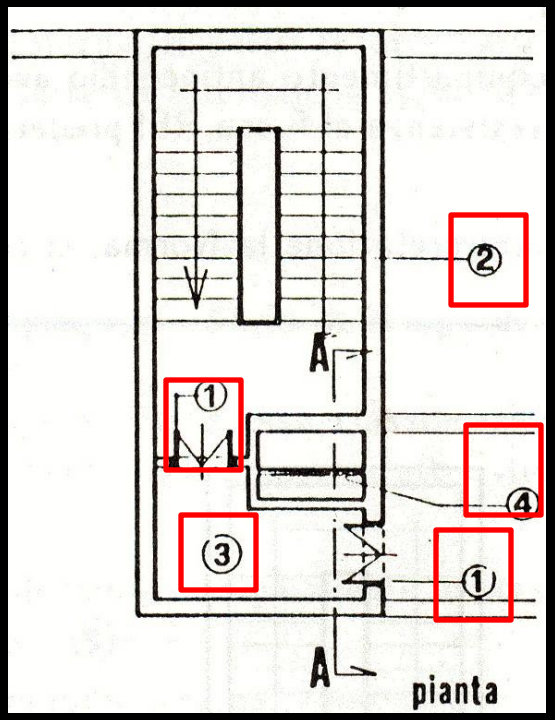


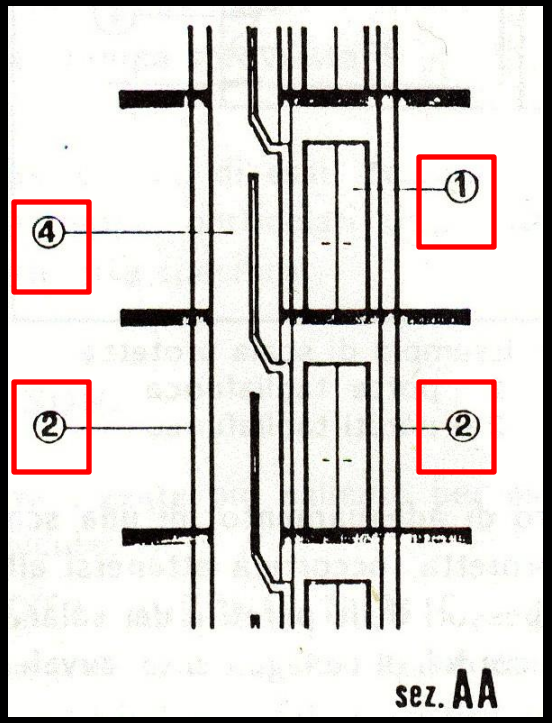



# SCALA PROTETTA/A PROVA DI FUMO

**<u>Scala a prova di fumo interna</u>**

Scala in vano costituente compartimento antincendio avente accesso, per ogni piano, da filtro a prova di fumo.



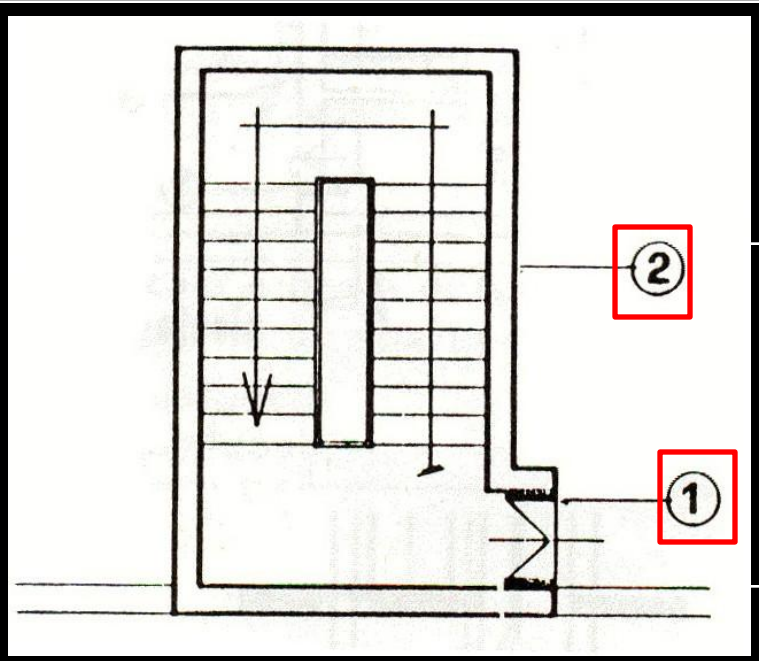




1. Porte RE;
2. Pareti REI
3. Filtro prova di fumo
4. Canna shunt

# SCALA PROTETTA/A PROVA DI FUMO

**Scala protetta**

Scala in vano costituente compartimento antincendio avente accesso diretto da ogni piano, con porte di resistenza al fuoco REI predeterminata e dotate di congegno di autochiusura.




1. Porta RE
2. Pareti REI

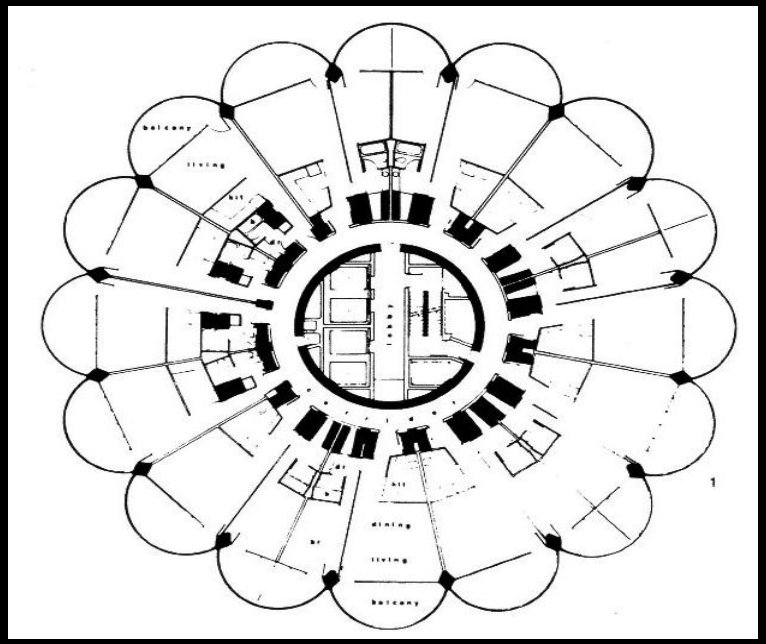
Per approfondire la tematica consultare: F. Fascia, R. Iovino *La prevenzione incendi in architettura. Tecnica e tecnologia*, Aracne editrice, 2009

# PROBLEMATICHE SPECIFICHE DELLE STRUTTURE A TORRE

- PREVENZIONE INCENDI
- SCALA PROTETTA/A PROVA DI FUMO
- ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA
- LAVORABILITÀ DEL CALCESTRUZZO *

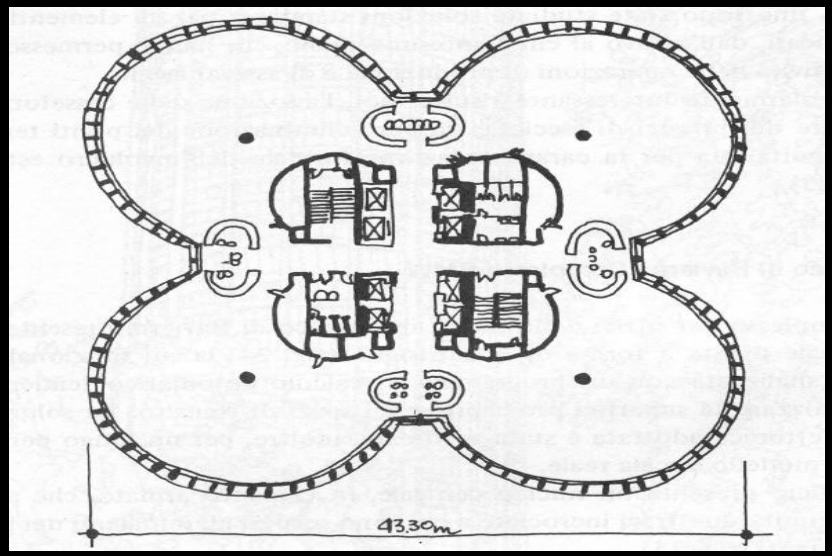
* vedi: F. Fascia, R. Iovino – La struttura in c.a. per l'architettura. Tecnica e tecnologia, Aracne Editrice, 2008

# ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA



Struttura in c.a. dell'edificio del complesso residenziale sito in Marina City, Chicago

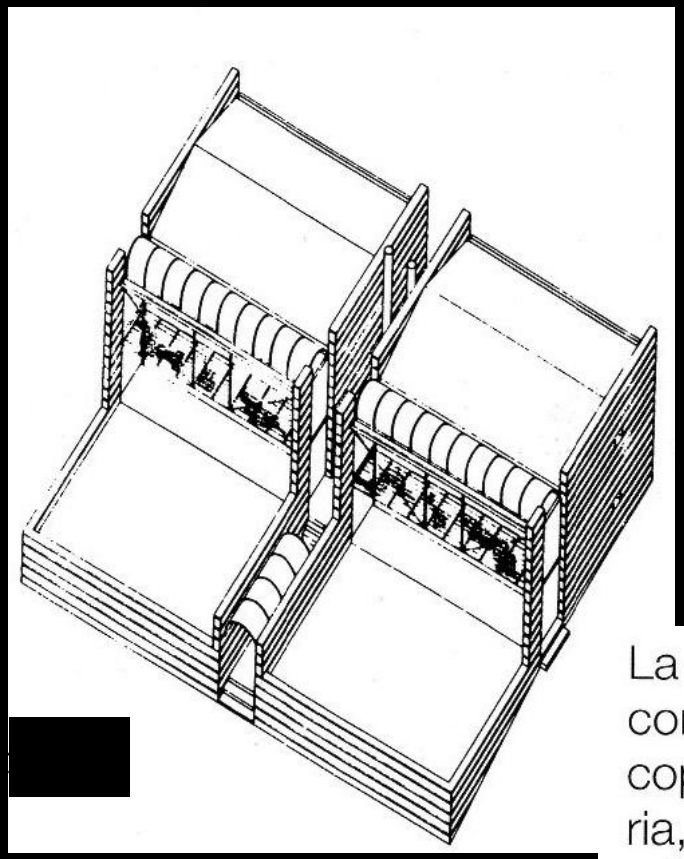
# ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA



Struttura tube-in-tube (edificio BMW di Monaco)

Il nucleo centrale, in c.a., è realizzato in opera e resiste alle azioni orizzontali (sisma); la struttura in acciaio delle facciate, prefabbricata in stabilimento, resiste ai carichi verticali.

# STRUTTURE DUPLEX



**Tipo di edificio:**
Casa doppia isolata,
2 piani, esposizione N/S

**Data di costruzione:**
1989-1990

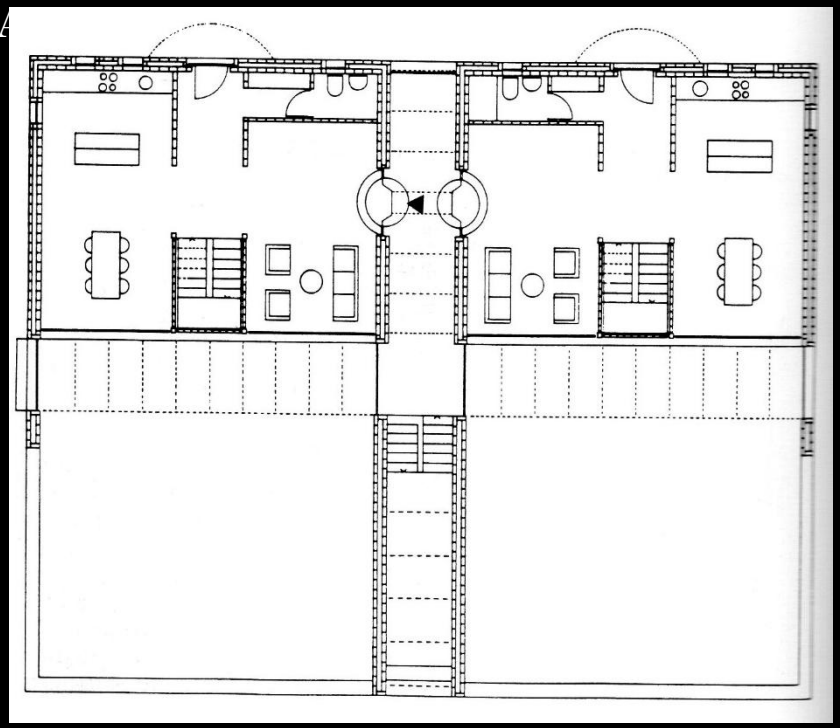
**Finanziamento:**
Privato

**Superficie abitabile:**
5 stanze, 129 $m^2$
(più l'interrato a piano intero)

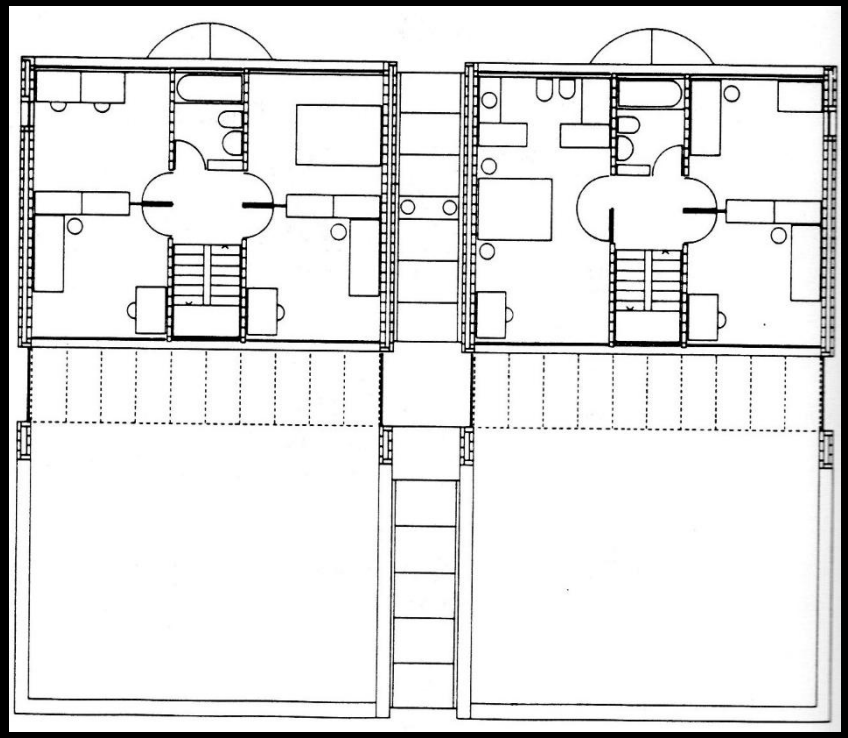
**Costruzione:**
Due case unifamiliari su terreno in per
e con un passaggio centrale

La costruzione consiste di due case unifamiliari con un passaggio tra l'una e l'altra provvisto di copertura a volta in materiale translucido. In teoria, questo progetto può essere esteso senza limiti a formare un complesso di case unifamiliari strettamente raccolte.

# STRUTTURE DUPLEX



PIANO TERRA



PIANO PRIMO

perpendicolari. La disposizione interna è semplice e sobria: un ampio locale al pianterreno con cucina e piano ribaltabile sul lato nord; al piano superiore quattro stanze identiche da nord a sud con un bagno in mezzo. L'ingresso è da nord, il

pozzo delle scale dà a sud. I muri doppi sui lati nord, est e sud e gli interrati a piano intero aumentano notevolmente il risparmio energetico.

# STRUTTURE UNIFAMILIARI

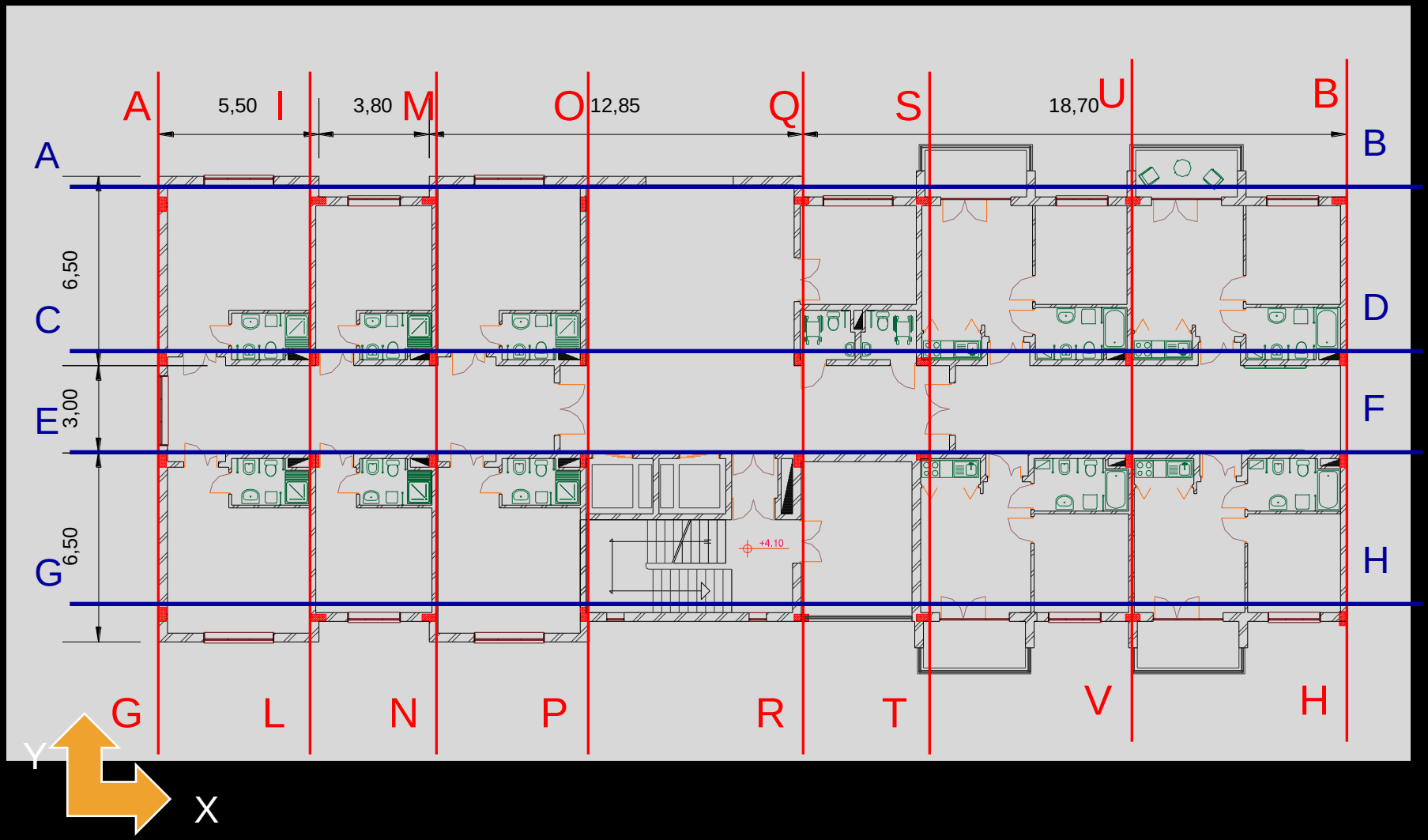
## PROBLEMATICHE SPECIFICHE

- ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA
- FASI PROGETTUALI
- DIREZIONE DEI LAVORI
- RISPARMIO ENERGETICO

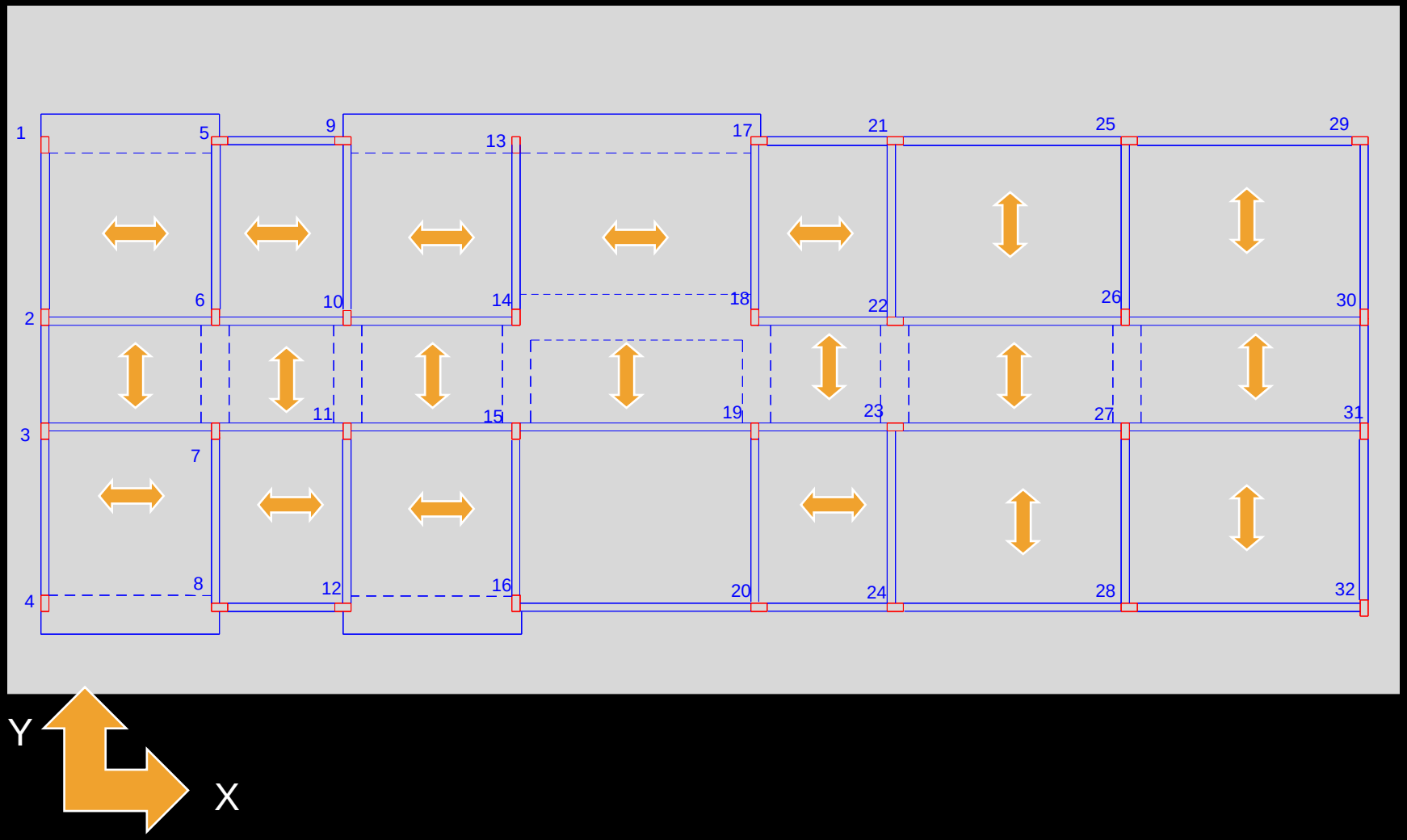
# ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

- Struttura con telai disposti secondo due direzioni ortogonali
- Fondazione con elementi continui a formare maglie rettangolari
- Distribuzione uniforme delle rigidezza in pianta e in alzato

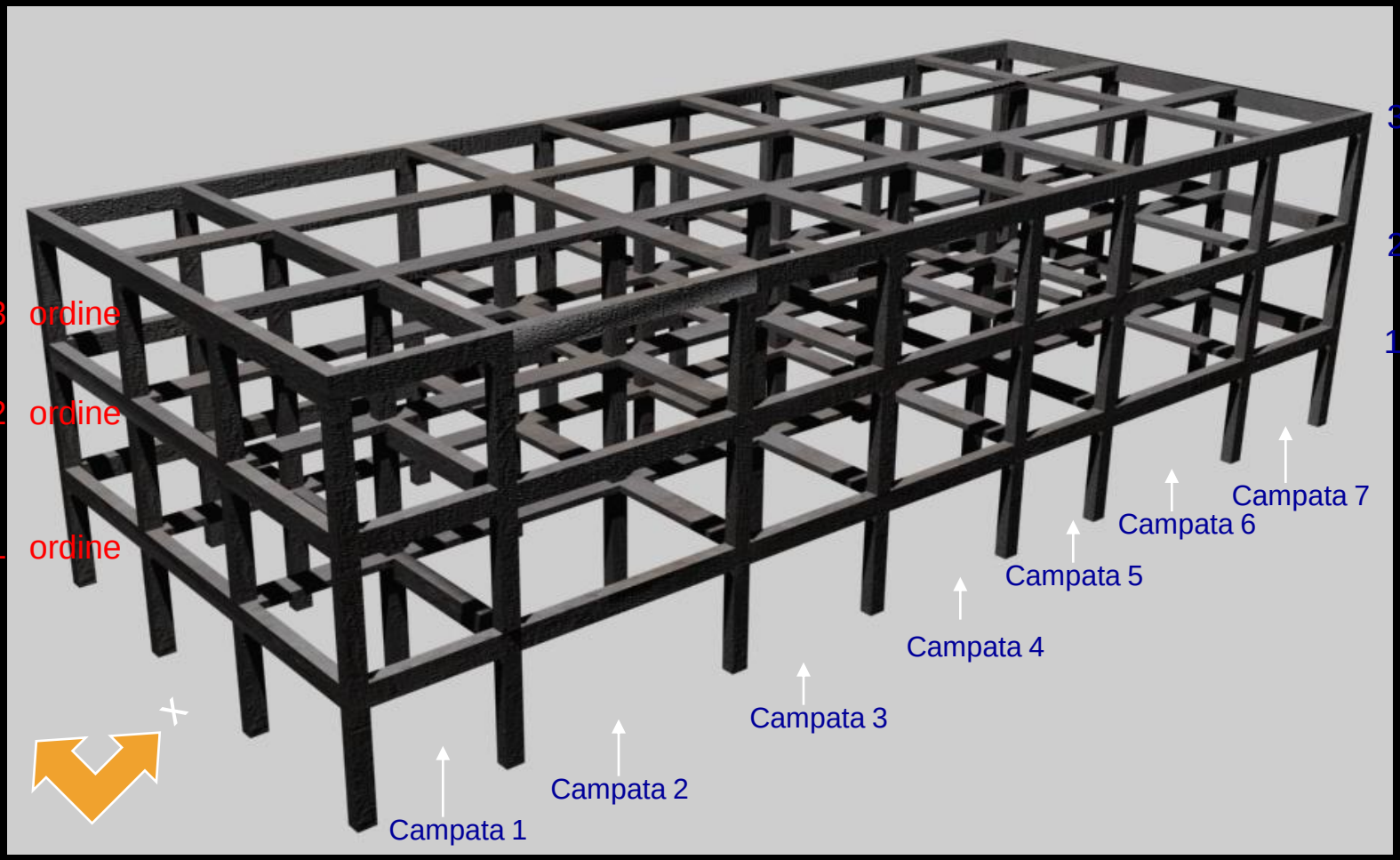
# Struttura con telai disposti secondo due direzioni ortogonali



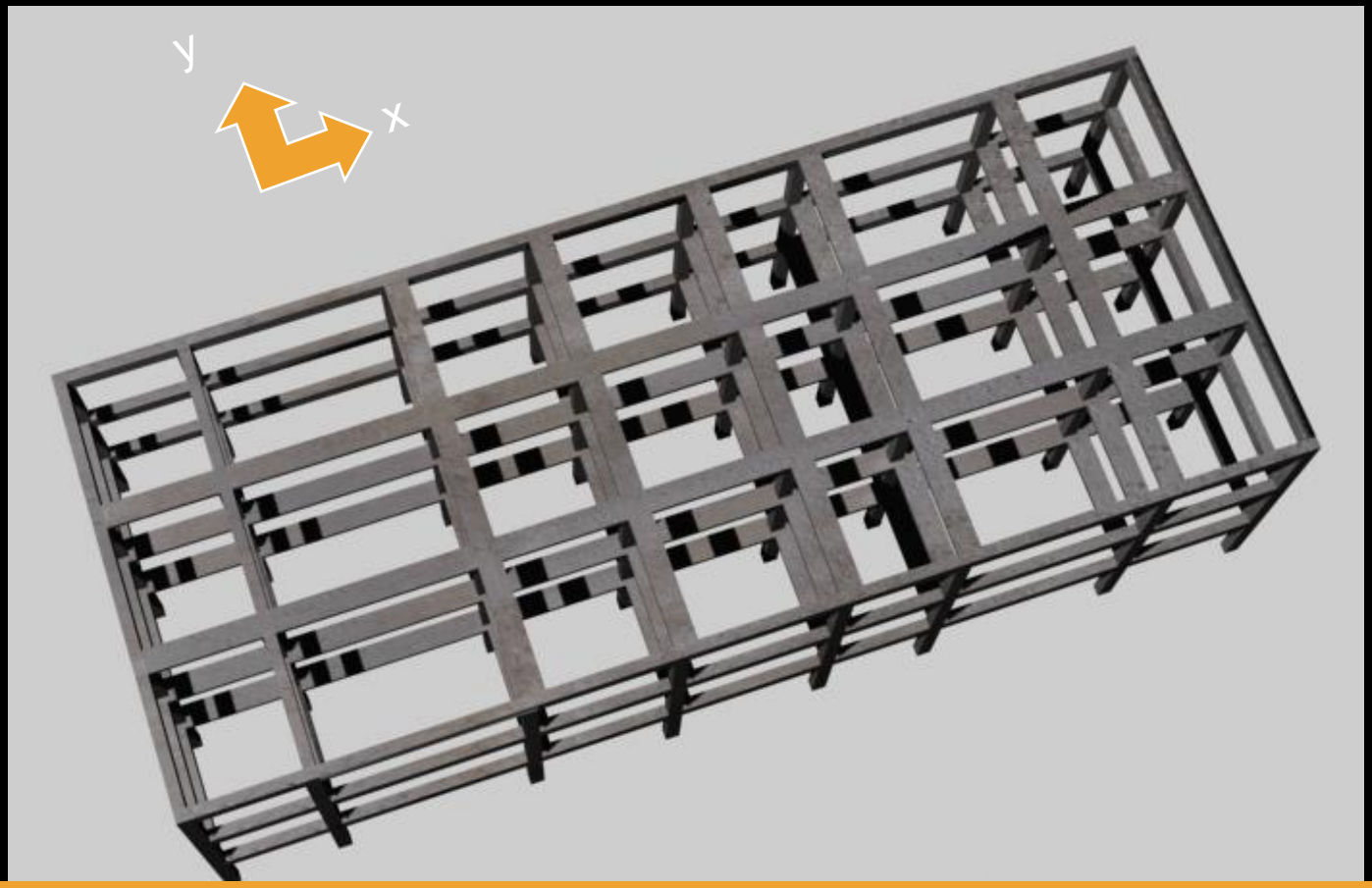
# Struttura con telai disposti secondo due direzioni ortogonali



# Struttura con telai disposti secondo due direzioni ortogonali

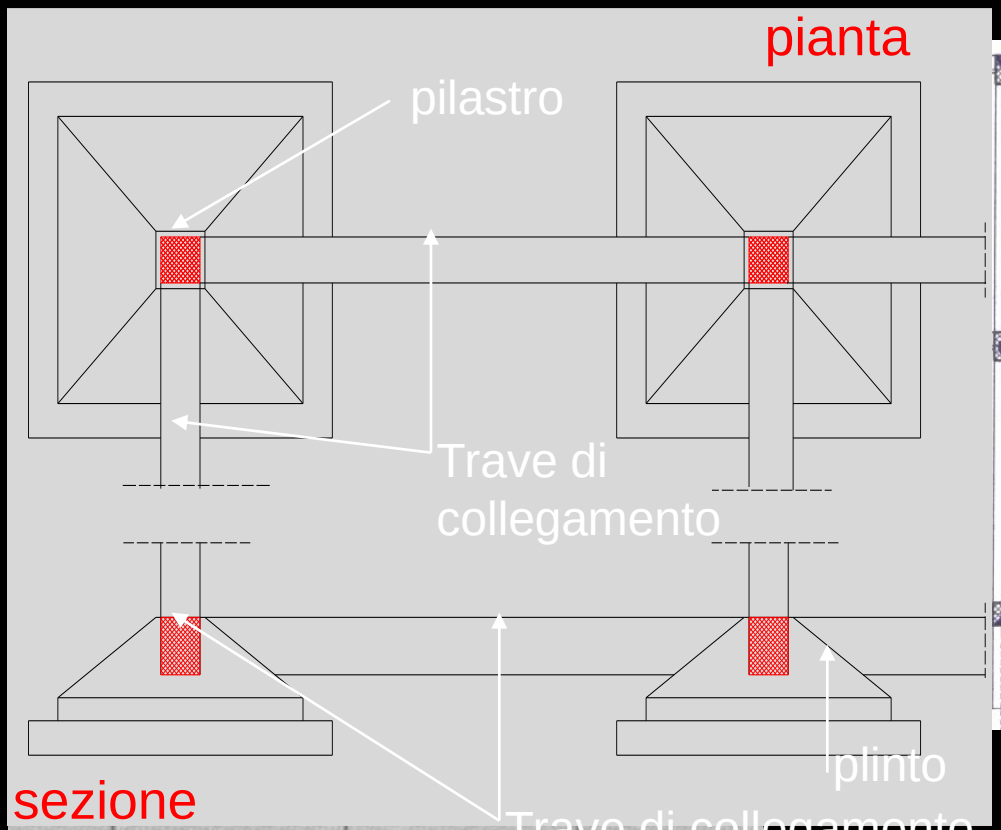


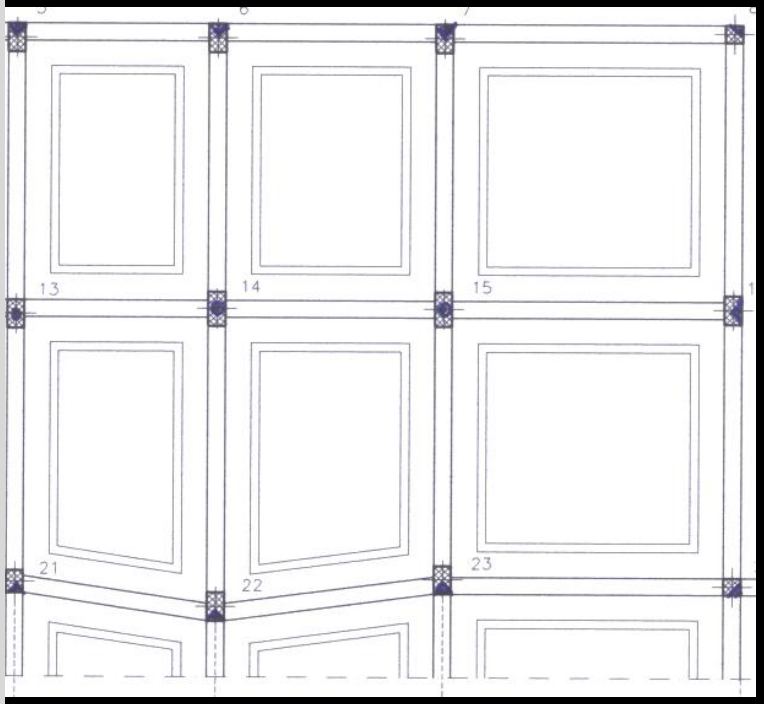
# Struttura con telai disposti secondo due direzioni ortogonali



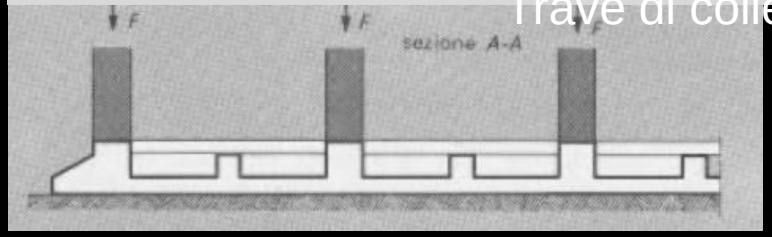

La vista dall'alto evidenzia che i telai si sviluppano secondo due direzioni ortogonali, x ed y, ed è quindi idonea ad assorbire la spinta sismica in qualsiasi direzione si propaghi.

# Struttura con telai disposti secondo due direzioni ortogonali




sezione

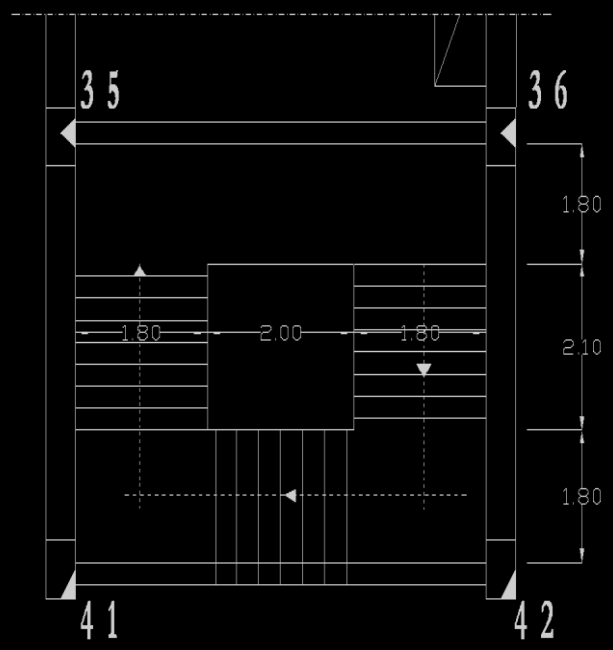


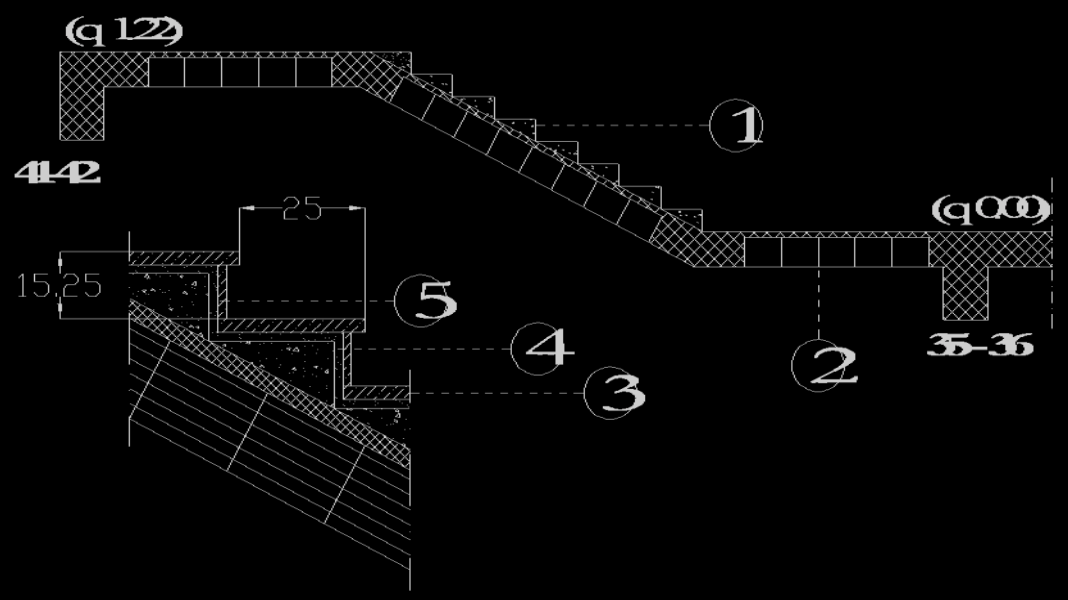

In alternativa: platea di fondazione, generalmente nervata
In alternativa: plinti con travi di collegamento

# ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

- Distribuzione uniforme delle rigidezza in pianta e in alzato
- Giunti sismici in pianta
- Giunti sismici in alzato
- Scale con struttura rampante

# Scale con struttura rampante e una trave a ginocchio

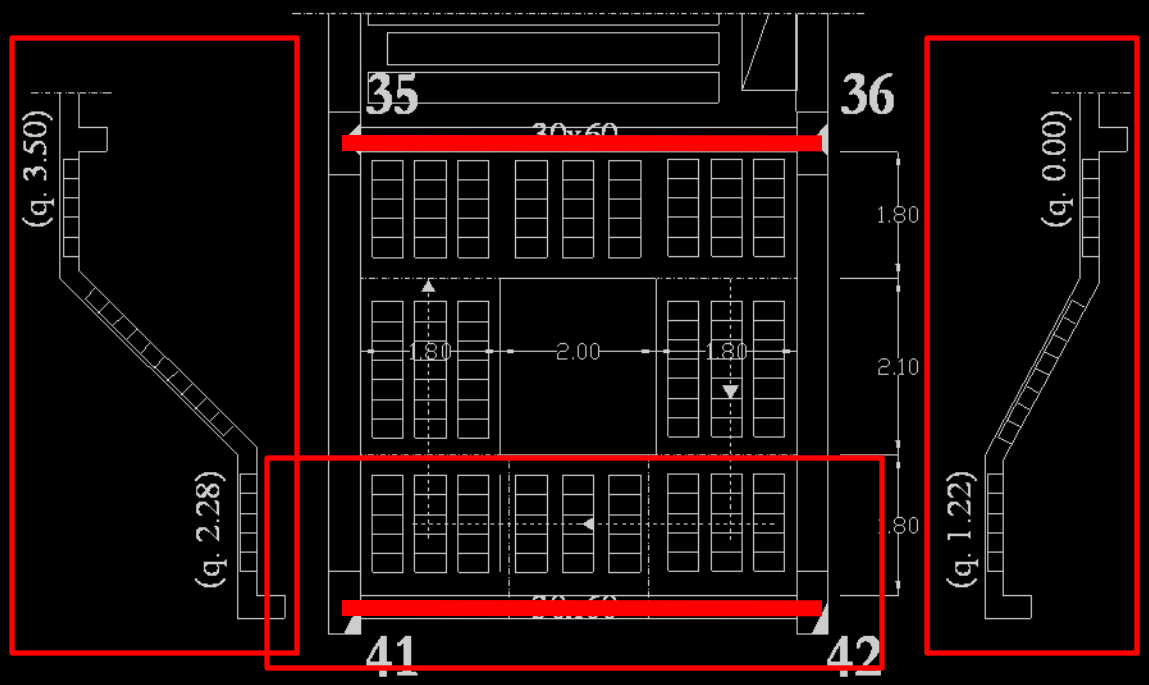



Scala a tre rampe, con pedate da 25 cm ed alzate da 15,25 cm

# Scale con struttura rampante e una trave a ginocchio

La struttura della scala è formata da una trave di piano (35 – 36) e da una trave a ginocchio (42 – 41). Due solai rampanti collegano le quote 0.00 e 1.22, la prima, e le quote 2.28 e 3.50, la seconda. Un solaio inclinato che collega la quota 1.22 con la quota 2.28.




Quest'ultimo solaio è incastrato nella trave a ginocchio (42 – 41). Un travetto di bordo collega il solaio a sbalzo con i due solai rampanti.

# STRUTTURE UNIFAMILIARI

## PROBLEMATICHE SPECIFICHE

- ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA
- **FASI PROGETTUALI**
- DIREZIONE DEI LAVORI
- RISPARMIO ENERGETICO

# FASI PROGETTUALI

- Progetto preliminare
- Progetto definitivo
- Progetto esecutivo

**Approfondire la tematica: gli elaborati progettuali, le relazioni, i costi dell'opera, gli elaborati per la sicurezza.**

# STRUTTURE UNIFAMILIARI

## PROBLEMATICHE SPECIFICHE

- ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA
- FASI PROGETTUALI
- **DIREZIONE DEI LAVORI**
- RISPARMIO ENERGETICO

# DIREZIONE DEI LAVORI

- Rispondenza dell'opera con il progetto e con le regole dell'arte
- Contabilità dei lavori
- Controlli di accettazione dei materiali
- Sicurezza

**Approfondire le tematiche: gli elaborati della contabilità, i controlli di accettazione del cls; figure preposte alla sicurezza.**

# COLLAUDO

- Collaudo Tecnico - amministrativo
- Collaudo strutturale in corso d'opera

**Approfondire le tematiche sulle responsabilità e sui compiti dei collaudatori statico e tecnico - amministrativo.**

# I TITOLI ABILITATIVI PER LA COSTRUZIONE

**Approfondire le tematiche sui titoli da richiedere alle Amministrazioni per effettuare i lavori edili: manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, nuove costruzioni.**

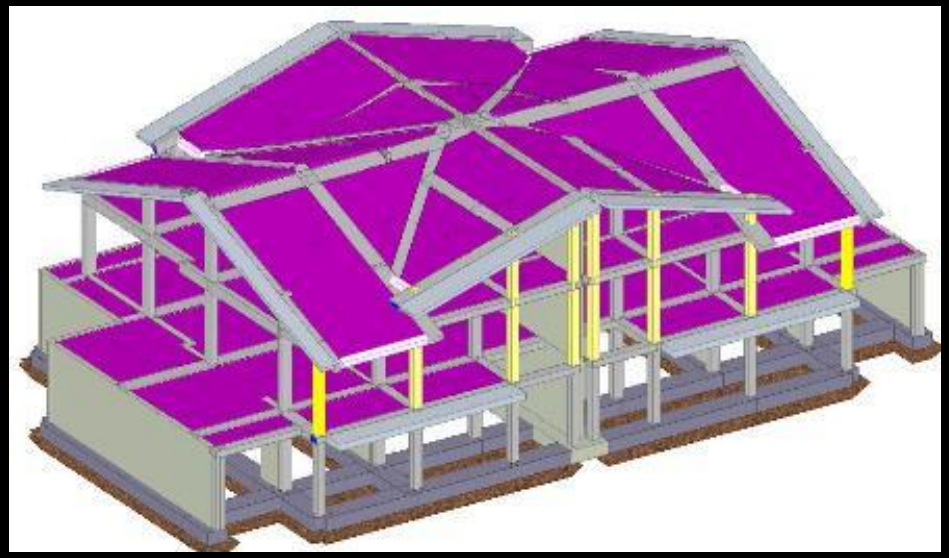
# DIREZIONE DEI LAVORI

- **Rispondenza dell'opera con il progetto e con le regole dell'arte**
- **Contabilità dei lavori**
- **Controlli di accettazione dei materiali**
- **Sicurezza**

Approfondire le tematiche: gli elaborati della contabilità, i controlli di accettazione del cls; figure preposte alla sicurezza.

# DIREZIONE DEI LAVORI

- Rispondenza dell'opera con il progetto e con le regole dell'arte
- Controlli di accettazione dei materiali



… e questi sono i risultati

… e questi sono i risultati

Abruzzo, località Pettina. Sisma del 2009

… e questi sono i risultati

Abruzzo, località Pettina. Sisma del 2009

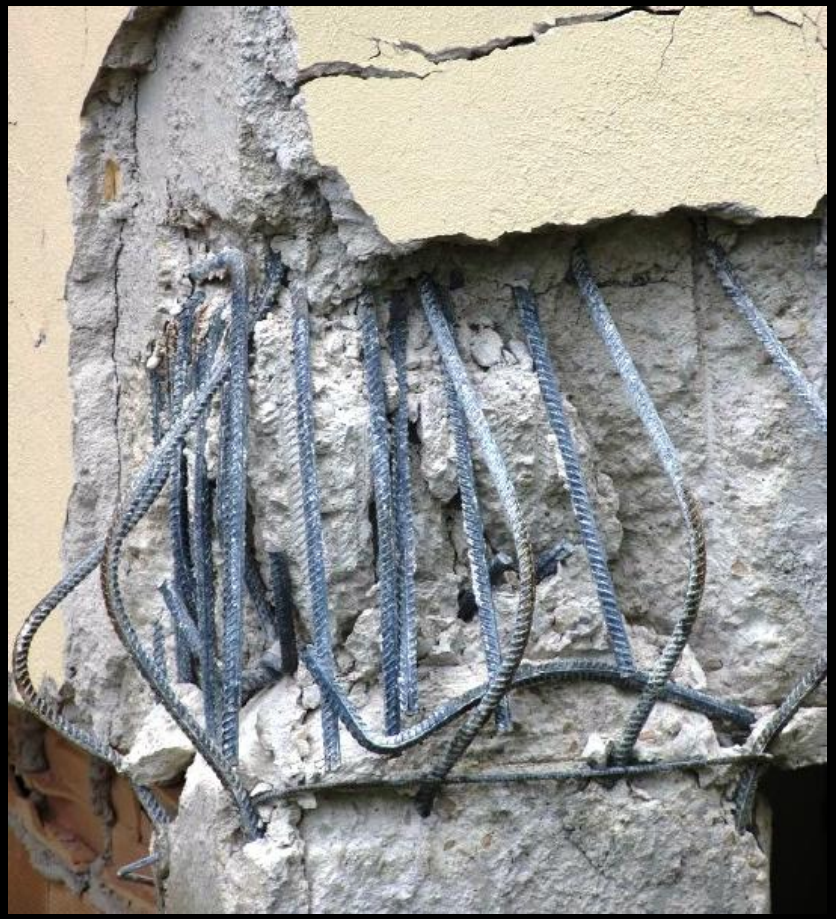
… e questi sono i risultati

Abruzzo, località Pettina. Sisma del 2009

… e questi sono i risultati

Abruzzo, località Pettina. Sisma del 2009

… e questi sono i risultati



Abruzzo, località Pettina. Sisma del 2009

… e questi sono i risultati

Perché tanto degrado???

- Perché l’acciaio impiegato è scadente ?
- Perché l’impresa ha lavorato male ?
- Perché la centrale di betonaggio ha fornito un calcestruzzo di qualità scadente ?

Forse anche per tutto questo,

ma principalmente ….

- Perché il progettista non si è preoccupato di studiare opportunamente il mix design del calcestruzzo
- Perché il progettista non si è preoccupato di verificare il numero di tondini di acciaio presenti nelle sezioni delle travi, dei pilastri e nei nodi
- Perché il progettista non ha fissato un adeguato copriferro
- Perché il calcestruzzo del nodo pilastro-trave-pilastro non è opportunamente confinato
- Perché il direttore dei lavori ed il collaudatore in corso d'opera non hanno controllato la fase dei getti

il progettista deve garantire una durabilità di 50 anni alle strutture ordinarie e di 100 anni per le opere sensibili

e, quindi, deve:

Studiare la composizione del calcestruzzo non solo in funzione della $R_{ck}$ ma anche in funzione della consistenza opportuna per il tipo di struttura

S1 per le pavimentazioni in cls
S2 per i getti massicci non armati
S3 per i getti scarsamente armati
S4 / S5 per le strutture intelaiate in zona sismica

Durabilità = attitudine di un'opera a sopportare agenti aggressivi di diversa natura mantenendo inalterate le caratteristiche meccaniche e funzionali

# La consistenza

Consistenza S1
slump 10 - 40 mm

Consistenza S2
slump 50 - 90 mm

Consistenza S3
slump 100 - 150 mm

Consistenza S4
slump 160 – 210 mm

Consistenza S5
slump > 220 mm

| | | | |
|---|---|---|---|
| S1 | 10-40 | terra umida | |
| S2 | 50-90 | plastica | |
| S3 | 100-150 | semifluida | |
| S4 | 160-210 | fluida | |
| S5 | > 220 | superfluida | |

Per garantire una durabilità di 50 anni alle strutture ordinarie e di 100 anni per le opere sensibili, il progettista deve:

- Studiare la composizione del calcestruzzo in funzione delle condizioni di esposizione ambientale e degli agenti aggressivi
- Fissare il copriferro  in funzione delle condizioni di esposizione ambientale
- Confinare il calcestruzzo dei nodi pilastro-trave-pilastro mediante opportuna staffatura

- Linee guida del Ministero dei Lavori Pubblici sul c.a. (1996)
- UNI 11104

## Le Cause del Degrado delle strutture in c.a.

I - Strutturali: Resistenze meccaniche – Azioni eccezionali – Regime dei Vincoli

II - Chimiche: Solfati – Cloruro – Anidride Carbonica

III - Fisiche: Gelo - Disgelo – Ritiro Plastico

IV - Meccaniche: Abrasione – Erosione – Urto - Esplosione

V - Biologiche: Muschi - Alghe - Funghi

## II - Chimiche: Solfati – Cloruro – Anidride Carbonica

## L'Anidride Carbonica

$CO_2$ presente nell'atmosfera, penetra nel Cls in forma gassosa e tende a neutralizzare l'ambiente alcalino, determinando la perdita delle condizioni di protezione delle armature

La reazione chimica: $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$
produce un abbassamento del valore del ph al disotto di 11 ed espone le armature, in presenza di ossigeno ed acqua, al fenomeno della corrosione diffusa - alla riduzione della sezione resistente - all'aumento di volume ed espulsione del copriferro

## L'Anidride Carbonica

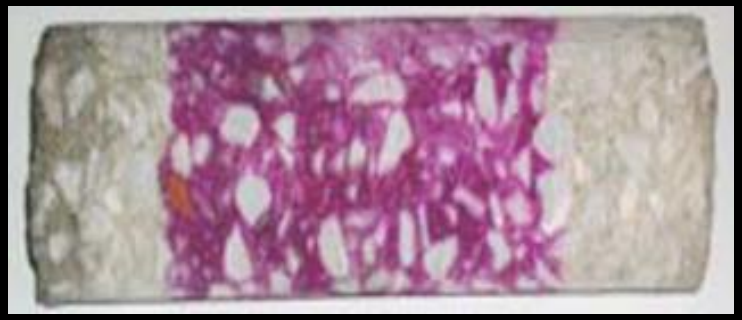
Il fenomeno della carbonatazione si attiva nelle zone superficiali e penetra verso l'interno con velocità che dipende dal rapporto (Acqua/Cemento) , dalla porosità del Cls e dal tipo di cemento

$x = K \sqrt{t}$

k = f( A/C e tipo di cemento)

Quanto maggiore è il copriferro, maggiore sarà il la protezione dell'armatura dalla corrosione

La profondità della carbonatazione si verifica con la prova della fenolftaleina che indica, colorandoli di rosa, gli strati con ph inferiore ad 11.



# Resistenza caratteristica

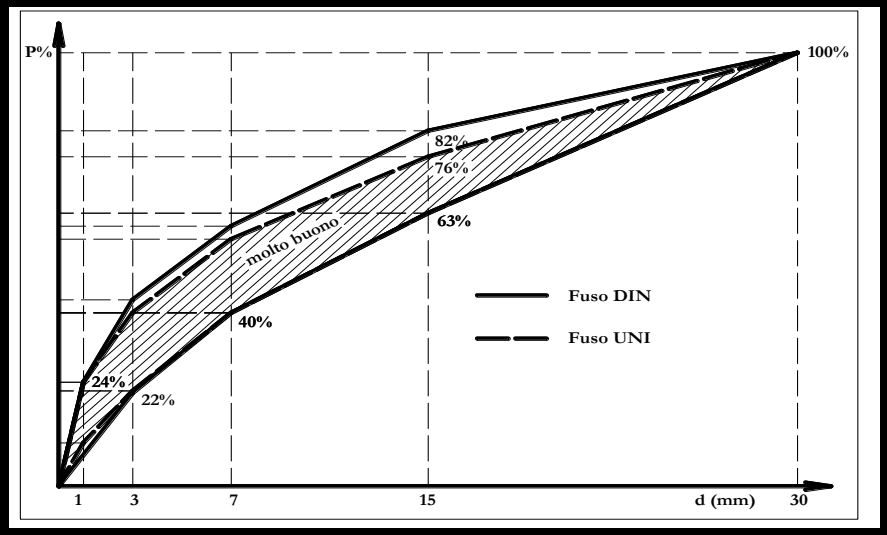
Le NTC 2008 definiscono le classi di resistenza in funzione dei valori di rottura dei Provini cilindrici (fck) [D=15cm – H=30cm] e dei Provini cubici (Rck) [L = 15cm] : C 25/30 : fck = 25 N/mmq – Rck = 30 N/mmq

| CLASSE DI RESISTENZA C $f_{ck}/R_{ck}$ (MPa) | TIPOLOGIA DI COSTRUZIONE |
|---|---|
| C8/10 | Strutture non o poco armate (Fe<0.1%, § 4.1.11) |
| C12/15 | |
| C16/20 | Strutture in c.a. |
| C20/25 | |
| C25/30 | |
| C28/35 | Strutture in c.a. e c.a.p. |
| C32/40 | |
| C35/45 | |
| C40/50 | |
| C45/55 | |
| C50/60 | Strutture in c.a. e c.a.p. con prove di prequalifica su $R_{ck}$ e altre grandezze fisico-meccaniche |
| C55/67 | |
| C60/75 | |
| C70/85 | |
| C88/95 | Strutture in c.a. e c.a.p. con autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale su parere del Consiglio Superiore dei LL.PP. |
| C90/105 | |

L’assortimento granulometrico

L’assortimento granulometrico deve essere progettato in modo da rispettare la curva ideale del Fuller ( o di Bolomey, ecc.) ed essere contenuta nel Fuso UNI.

Un buon assortimento di inerti: riduce al minimo il volume dei vuoti, aumenta la resistenza meccanica, riduce la porosità, garantisce l’aderenza con le armature



Classe di esposizione ambientale

La norma UNI 11104 e le Linee Guida del Consiglio Sup.LL.PP. definiscono sei Classi di Esposizione agli agenti aggressivi:

X0 Assenza di rischio

XC Corrosione da Carbonatazione

XD Corrosione da Cloruri ad esclusione di quelli di mare

XS Corrosione da Cloruri di mare

XF Degrado per gelo e disgelo

XA Degrado chimico

In funzione della classe di esposizione si determinano i valori di:
Rck (min) - Rapporto A/C (max) – Dosaggio cemento (min) – Spessore copriferro (min)

# Prescrizioni

| CARATTERISTICHE DELL'AMBIENTE | | | CARATTERISTICHE DELLA MISCELA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Linee Guida | | | UNI 11104 | | |
| | | CLASSE ESPOSIZIONE | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm² | Minimo dosaggio CEM kg/m³ | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm² | Minimo dosaggio C kg/m³ |
| *1. Assenza di rischio di corrosione o attacco* | | | | | | | | |
| XO | | X0 | | | | | | 15,00 |
| *2. Corrosione indotta da carbonatazione* | | | | | | | | |
| XC | Asciutto o permanentemente bagnato | XC1 | 0,60 | 30 | 280 | 0,60 | 30 | 300 |
| | Bagnato, raramente asciutto | XC2 | 0,60 | 30 | 280 | 0,60 | 30 | 300 |
| | Umidità moderata | XC3 | 0,55 | 37 | 300 | 0,55 | 35 | 320 |
| | Ciclicamente asciutto o bagnato | XC4 | 0,50 | 37 - 40 | 320 | 0,50 | 40 | 340 |

# Prescrizioni

| CARATTERISTICHE DELL'AMBIENTE | | | CARATTERISTICHE DELLA MISCELA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Linee Guida | | | UNI 11104 | | |
| | | CLASSE ESPOSIZIONE | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm$^2$ | Minimo dosaggio CEM kg/m$^3$ | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm$^2$ | Minimo dosaggio C kg/m$^3$ |
| ***3. Corrosione indotta da cloruri*** | | | | | | | | |
| XD | Umidità moderata | XD1 | 0,55 | 37 | 300 | 0,55 | 35 | 320 |
| | Bagnato raramente asciutto | XD2 | 0,50 | 37 - 40 | 320 | 0,50 | 40 | 340 |
| | Ciclicamente secco e bagnato | XD3 | 0,45 | 45 | 350 | 0,45 | 45 | 360 |

# Prescrizioni

| CARATTERISTICHE DELL'AMBIENTE | | | CARATTERISTICHE DELLA MISCELA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Linee Guida | | | UNI 11104 | | |
| | | CLASSE ESPOSIZIONE | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm² | Minimo dosaggio CEM kg/m³ | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm² | Minimo dosaggio C kg/m³ |
| ***4. Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare*** | | | | | | | | |
| XS | Esposto alla salsedine marina ma non direttamente a contatto con l'acqua di mare | XS1 | 0,50 | 37 - 40 | 320 | 0,50 | 40 | 340 |
| | Permanentemente sommerso | XS2 | 0,45 | 45 | 350 | 0,45 | 45 | 360 |
| | Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea | XS3 | 0,40 | 45 | 370 | 0,45 | 45 | 360 |

# Prescrizioni

| CARATTERISTICHE DELL'AMBIENTE | | | CARATTERISTICHE DELLA MISCELA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Linee Guida | | | UNI 11104 | | |
| | | CLASSE ESPOSIZIONE | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm$^2$ | Minimo dosaggio CEM kg/m$^3$ | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm$^2$ | Minimo dosaggio C kg/m$^3$ |
| ***5. Attacco da cicli di gelo e disgelo*** | | | | | | | | |
| **XF** | **Moderata saturazione Assenza di Sali disgelanti** | **XF1** | **0,55** | **37** | **300** | **0,50** | **40** | **320** |
| | **Moderata saturazione Presenza di Sali disgelanti** | **XF2** | **0,50** | **37 - 40** | **320** | **0,50** | **30** | **340** |
| | **Elevata saturazione Assenza di Sali disgelanti** | **XF3** | **0,50** | **37 - 40** | **320** | **0,50** | **30** | **340** |
| | **Elevata saturazione Presenza di Sali disgelanti** | **XF4** | **0,45** | **45** | **350** | **0,45** | **35** | **360** |

# Prescrizioni

| CARATTERISTICHE DELL'AMBIENTE | | | CARATTERISTICHE DELLA MISCELA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Linee Guida | | | UNI 11104 | | |
| | | CLASSE ESPOSIZIONE | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm$^2$ | Minimo dosaggio CEM kg/m$^3$ | Max rapporto A/C | Minima Rck N/mm$^2$ | Minimo dosaggio C kg/m$^3$ |
| 6. Attacco chimico | | | | | | | | |
| XA | | XA1 | 0,55 | 37 | 300* | 0,55 | 35 | 320 |
| | | XA2 | 0,50 | 37 - 40 | 320* | 0,50 | 40 | 340* |
| | | XA3 | 0,40 | 45 | 370* | 0,45 | 45 | 360* |

# Spessore del copriferro

| Classe di esposizione Carbonatazione | XC1 (mm) | XC2 (mm) | XC3 (mm) | XC4 (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Cls.A. ordinario | 15 | 25 | 25 | 30 |
| Cls.A. precompresso | 25 | 35 | 35 | 40 |

| Classe di esposizione XD Corrosione da Cloruri | XD1 (mm) | XD2 (mm) | XD3 (mm) |
|---|---|---|---|
| Cls.A. ordinario | 45 | 45 | 45 |
| Cls.A. precompresso | 55 | 55 | 55 |

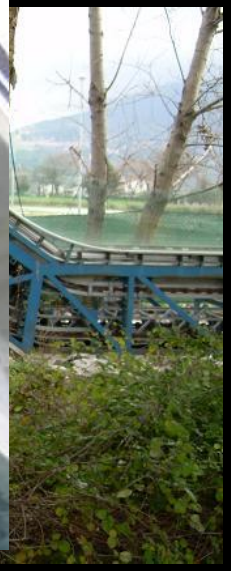
| Classe di esposizione XS Corrosione da Cloruri di mare | XS1 (mm) | XS2 (mm) | XS3 (mm) |
|---|---|---|---|
| Cls.A. ordinario | 45 | 45 | 45 |
| Cls.A. precompresso | 55 | 55 | 55 |

# Spessore del copriferro

| Classe di esposizione XF<br>Cicli di gelo e disgelo | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 |
|---|---|---|---|---|
| Cls.A. ordinario | 30 | 45 | 30 | 45 |
| Cls.A. precompresso | 40 | 55 | 40 | 55 |

| Classe di esposizione XA<br>Attacco Chimico | XA1 | XA2 | XA3 |
|---|---|---|---|
| c.a. ordinario | 25 | 25 | 25 |
| Cls.A. precompresso | 35 | 35 | 35 |

- Perché il progettista non si è preoccupato di studiare opportunamente il mix design del calcestruzzo
- Perché il progettista non si è preoccupato di verificare il numero di tondini di acciaio presenti nelle sezioni delle travi, dei pilastri e nei nodi
- Perché il progettista non ha fissato un adeguato copriferro
- Perché il calcestruzzo del nodo pilastro-trave-pilastro non è opportunamente confinato
- Perché il direttore dei lavori ed il collaudatore in corso d'opera non hanno controllato la fase dei getti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
Scuola Politecnica e delle Scienze di base
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI

Seminario di preparazione all'Esame di Stato per l'Abilitazione all'esercizio della professione - Settore Civile Ambientale

# Criteri progettuali degli edifici

10.11.2014 AULA SCIPIONE BOBBIO – PIAZZALE TECCHIO,80 NAPOLI

Grazie per l'attenzione e …
in bocca al lupo

**Ing. Salvatore Simonetti**
Phd studente Ingegneria delle Costruzioni,
Università degli Studi di Napoli Federico II