

**K**altha s.r.l.

Project Management  
& Engineering Services



**RETROFIT ANTISISMICO DI STRUTTURE IN  
C.A. TRAMITE L'INSTALLAZIONE DI ISOLATORI  
A SINGOLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO**

**Marcello Merlino, Carmelo Miragliotta**

***società Kaltha s.r.l. Viale Europa 145, 50126 Firenze***



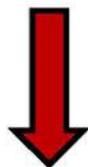
STUDIO MERLINO  
MECCANICA CIVILE  
DIAGNOSTICA  
ANTISISMICA

**K**altha s.r.l.

Project Management  
& Engineering Services

# K

altha s.r.l.



**INFRASTRUTTURE**

**KB**

**KJ**

**ANTISISMICA**

**KS**

**KD**

**CANTIERISTICA  
E ASSISTENZA  
PROGETTUALE**

**KA**



**ISOLAMENTO SISMICO  
NUOVE COSTRUZIONI**

**Palazzo di Giustizia - L'Aquila**

***assistenza tecnica e fornitura isolatori a  
pendolo a singola superficie di scorrimento***



**STUDIO MERLINO  
MECCANICA CIVILE  
DIAGNOSTICA  
ANTISISMICA**

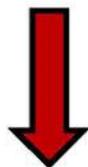
# K

altha s.r.l.

**Project Management  
& Engineering Services**

# K

altha s.r.l.



**INFRASTRUTTURE**

**KB**

**KJ**

**ANTISISMICA**

**KS**

**KD**

**CANTIERISTICA  
E ASSISTENZA  
PROGETTUALE**

**KA**



**ISOLAMENTO SISMICO  
RETROFIT**

**Condominio Uliveto - Teramo**

*assistenza tecnica, taglio pilastri e setti in CA,  
fornitura e inserimento isolatori a pendolo  
a singola superficie di scorrimento*



STUDIO MERLINO  
MECCANICA CIVILE  
DIAGNOSTICA  
ANTISISMICA

# K

altha s.r.l.

Project Management  
& Engineering Services

# K

altha s.r.l.



**INFRASTRUTTURE**

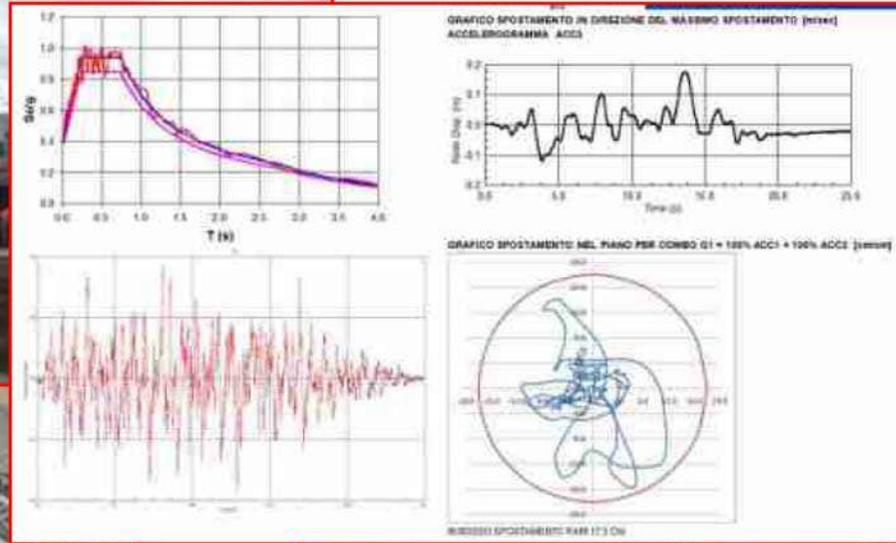
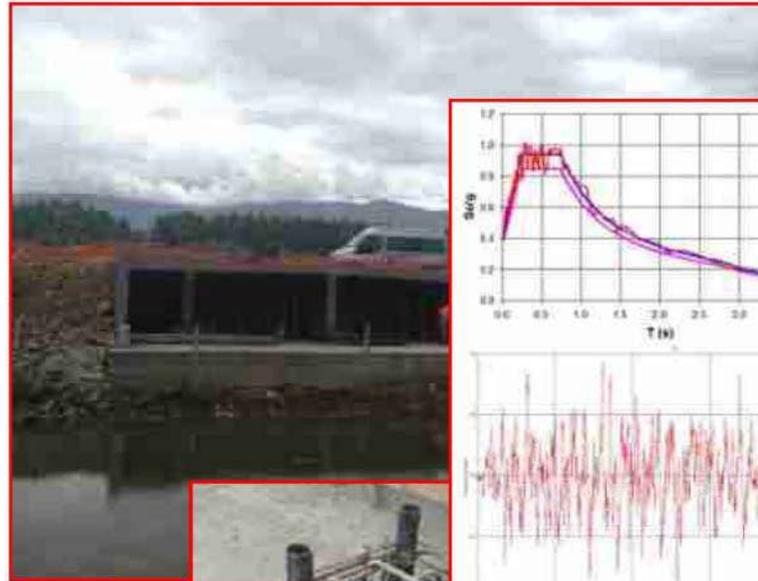
**KB**  
**KJ**

**ANTISISMICA**

**KS**  
**KD**

**CANTIERISTICA  
E ASSISTENZA  
PROGETTUALE**

**KA**



**ISOLAMENTO SISMICO  
PROGETTAZIONE ANTISISMICA**

**Viadotti sul Fucino – Avezzano**

**Progettazione sismica e fornitura  
isolatori a pendolo  
a singola superficie di scorrimento**



**ISOLAMENTO  
SISMICO**

1) **EFFICIENZA – PRESTAZIONE ATTESA**

**CONFRONTO CON SISTEMA NON ISOLATO**

2) **SCELTA DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO E  
SCELTA DELL'ISOLATORE**

**GOMMA – SCORRIMENTO SINGOLO – SCORRIMENTO DOPPIO**

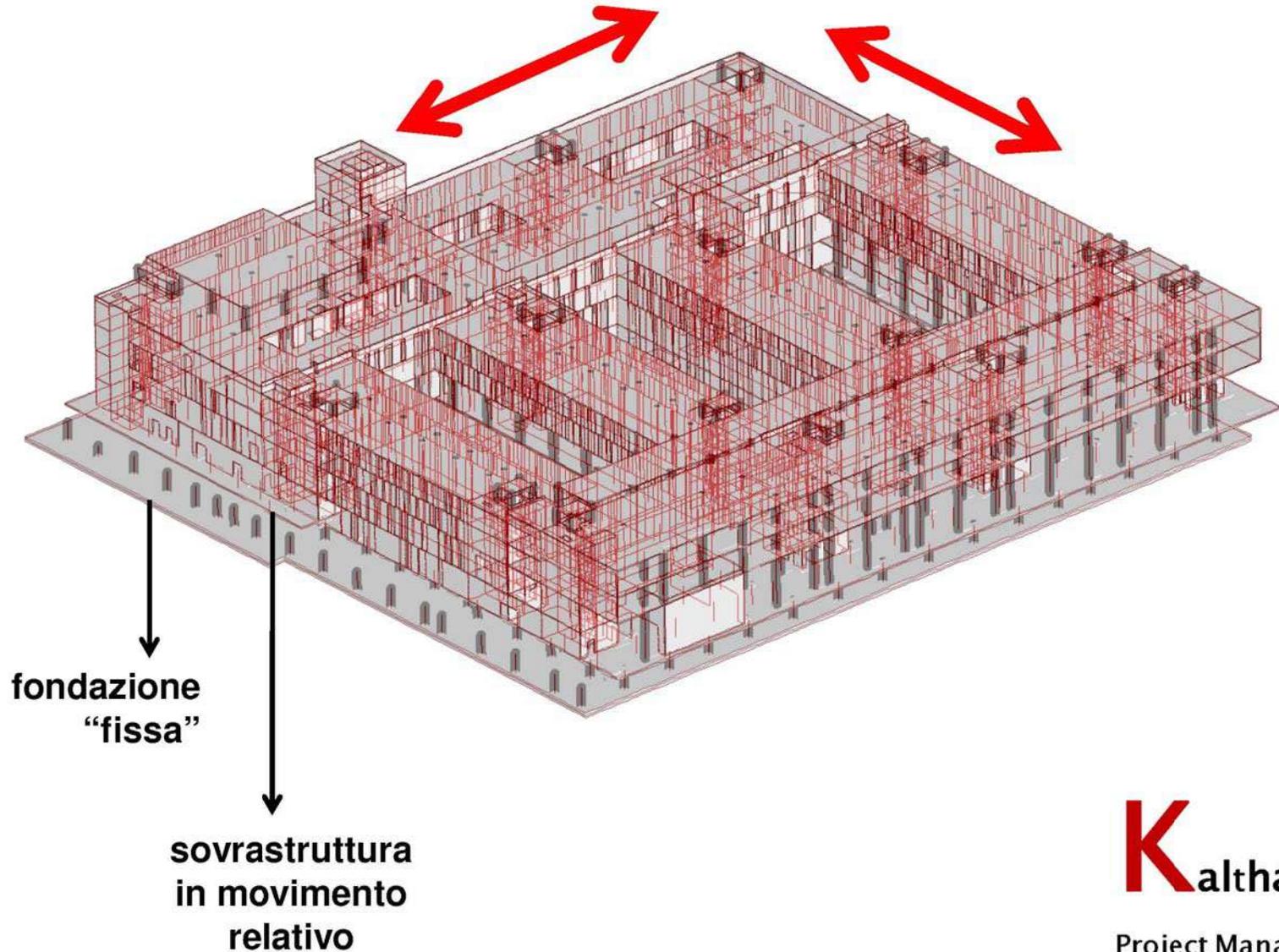
3) **PROGETTAZIONE ACCURATA SPECIALMENTE NEL  
RETROFIT**

**CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE IN SPETTRO  
DETERMINAZIONE PARAMETRI SIMICI  
ATTRIBUZIONE DELLE ECCENTRICITA'  
CORRETTE SCELTE DI FONDAZIONE E PIANO RIGIDO  
SUCCESSIVO AFFINAMENTO IN TIME HISTORY**

4) **CORRETTA ESECUZIONE**

**FONDAZIONI - SOTTOSTRUTTURA - PIANO RIGIDO**

**ISOLAMENTO SISMICO: CENNI SUI PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO**



la struttura in elevazione

"pattina"

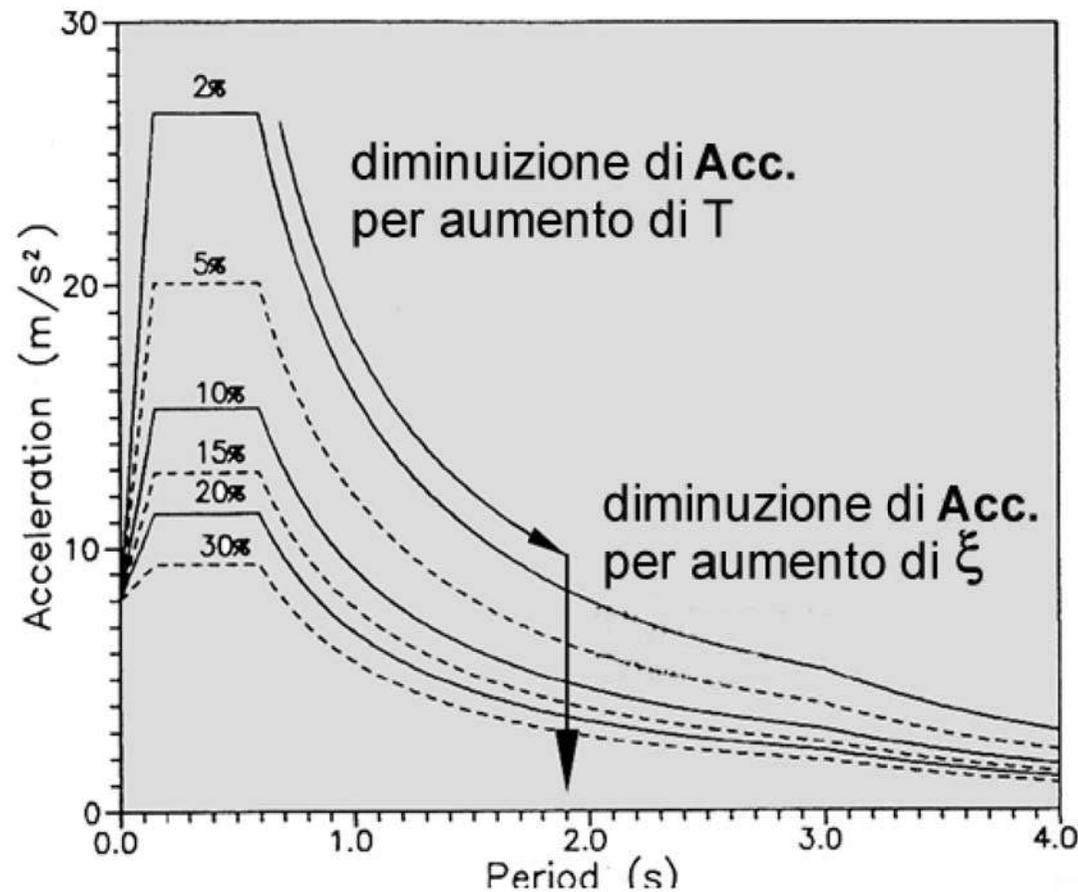
sulle strutture in fondazione

**ISOLAMENTO SISMICO: CENNI SUI PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO**

**DUPLICE  
EFFETTO:**

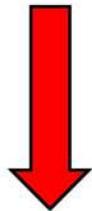
**innalzamento del  
periodo proprio  
della struttura T**

**aumento dello  
smorzamento a  
valori maggiori  
del 5%**



da cui ne segue

**ISOLAMENTO SISMICO: CENNI SUI PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO**

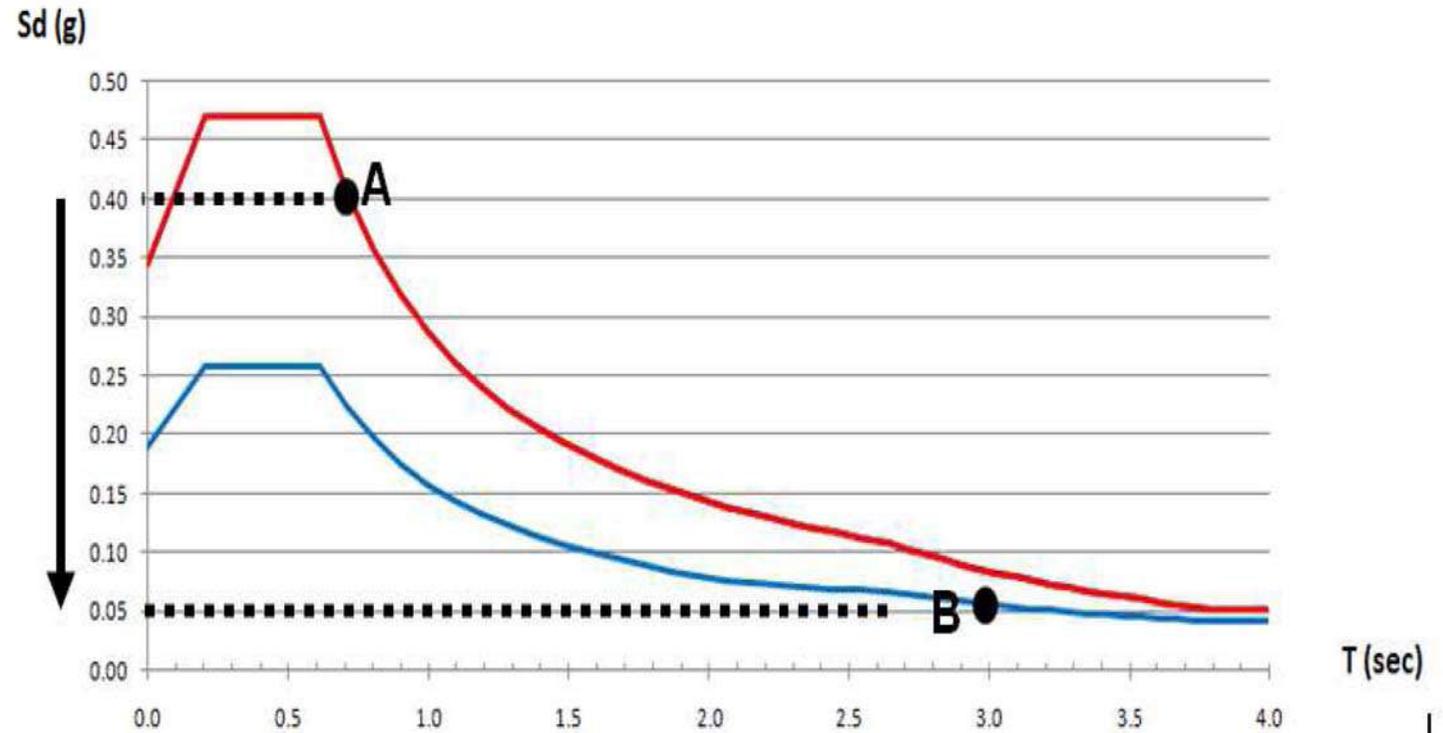


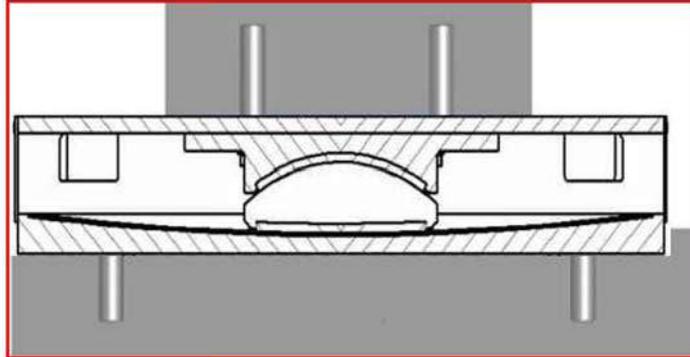
**Forte aumento di duttilità**

**ovvero**

**drastica riduzione dell'accelerazione sismica**

**a fronte dello spostamento relativo permesso**



**SCELTA DELL'ISOLATORE E SUE PRESTAZIONI****ISOLATORE A PENDOLO A SINGOLA SUPERFICIE**

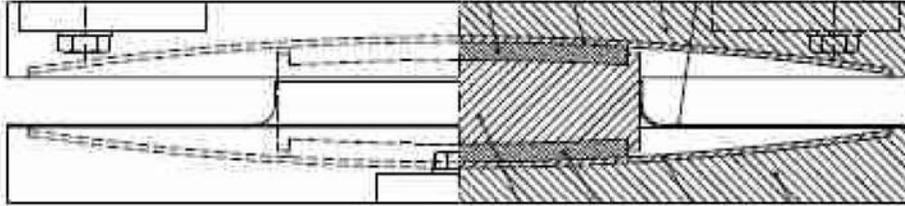
**Durabilità** = 50 anni minimo

**Smorzamento equivalente  $\xi$**   $\cong$  da 30 a 40 %

**Rotazione in esercizio**  $\cong$  da 1 a 3 %

**ADATTO PER QUALSIASI IMPIEGO**

**(ponti ed edifici - nuova costruzione o retrofit )**

**SCELTA DELL'ISOLATORE E SUE PRESTAZIONI****ISOLATORE A PENDOLO A DOPPIA SUPERFICIE**

**Durabilità** = 50 anni minimo

**Smorzamento equivalente  $\xi$**   $\cong$  da 30 a 40 %

**Rotazione in esercizio**  $\cong$  da 0,1 a 0,3 %

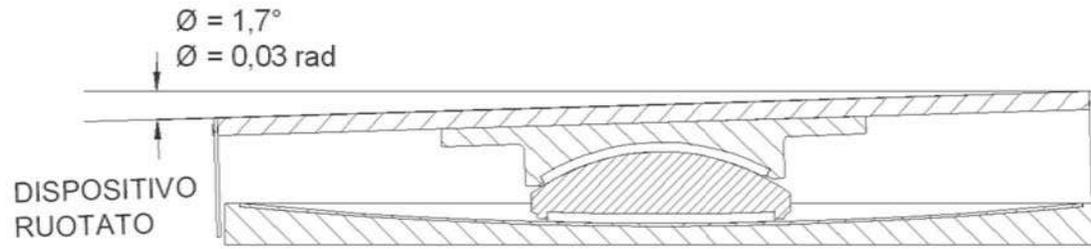
**NON IMPIEGABILE NEI VIADOTTI**

**SCONSIGLIABILE IN INTERVENTI DI RETROFIT**

**IMPIEGABILE IN SOLE STRUTTURE NON SOGGETTE AL MINIMO CEDIMENTO FONDALE**

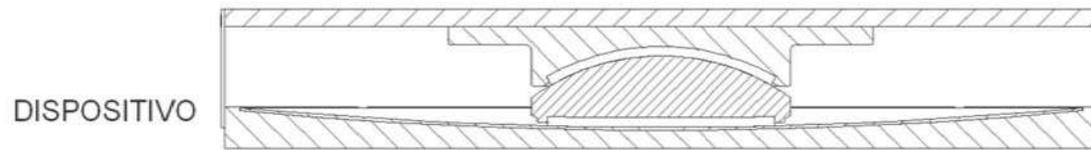
**RICHIEDE POSA ESTREMAMENTE ACCURATA  
CON POSIZIONAMENTO ESATTAMENTE ORIZZONTALE**

## SCELTA DELL'ISOLATORE E SUE PRESTAZIONI



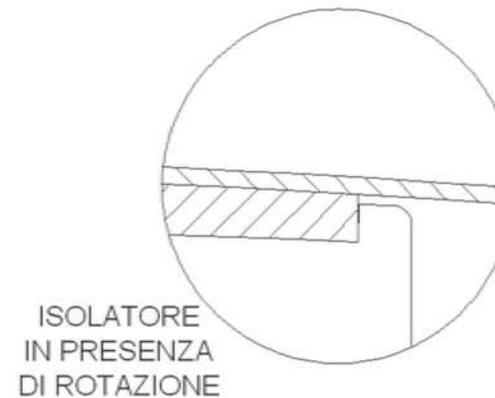
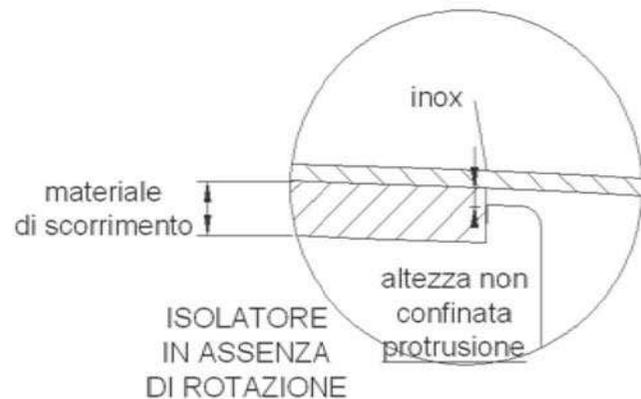
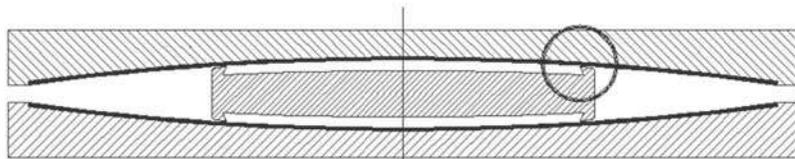
### PENDOLO SINGOLO

LA ROTAZIONE AVVIENE PER CINEMATISMO DELLA CALOTTA COME UN NORMALE APPOGGIO SFERICO

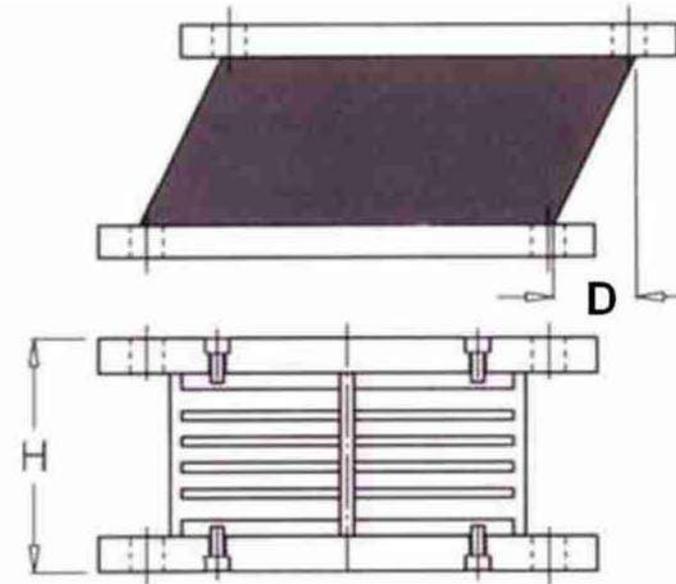
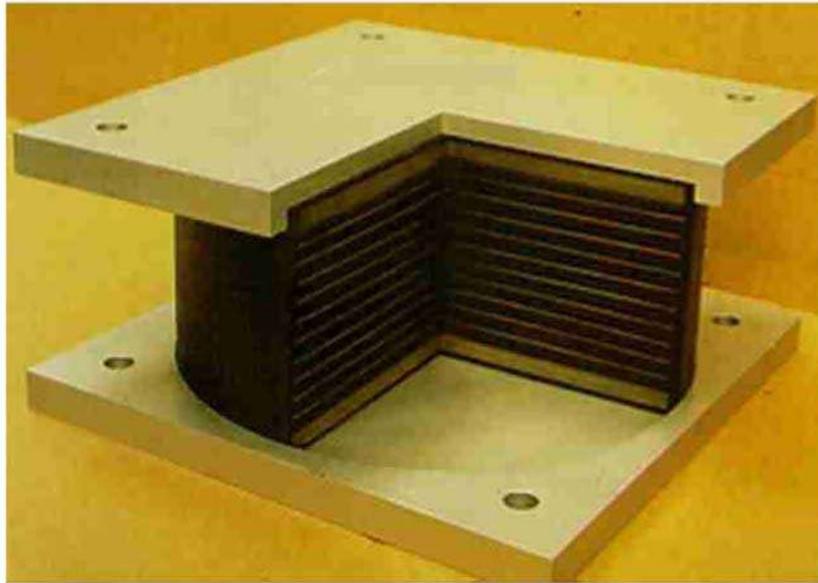


### PENDOLO DOPPIO

LA ROTAZIONE IN ESERCIZIO AVVIENE PER SCHIACCIAMENTO DEL MATERIALE DI SCORRIMENTO



**SCELTA DELL'ISOLATORE E SUE PRESTAZIONI**



**ISOLATORE IN GOMMA ARMATA**

**Durabilità** = 20 anni  
**Smorzamento equivalente  $\xi$**   $\cong$  da 10 a 15 %  
**Rotazione in esercizio**  $\cong$  ammessa

**MENO DURATURO ED EFFICIENTE  
 DELL' ISOLATORE A PENDOLO**

**ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI****CASO DI STUDIO TEORICO 1:****----- ANALISI COMPARATIVA FRA -----**

- **STRUTTURA NON ISOLATA**
- **STRUTTURA ISOLATA CON GOMMA**
- **STRUTTURA ISOLATA CON PENDOLI**

**DATI SISMICI E GEOMETRICI:**

(edificio regolare in pianta e altezza)

maglia in pianta = 5x5 metri

numero di campate = 3x3

piani fuori terra = 4

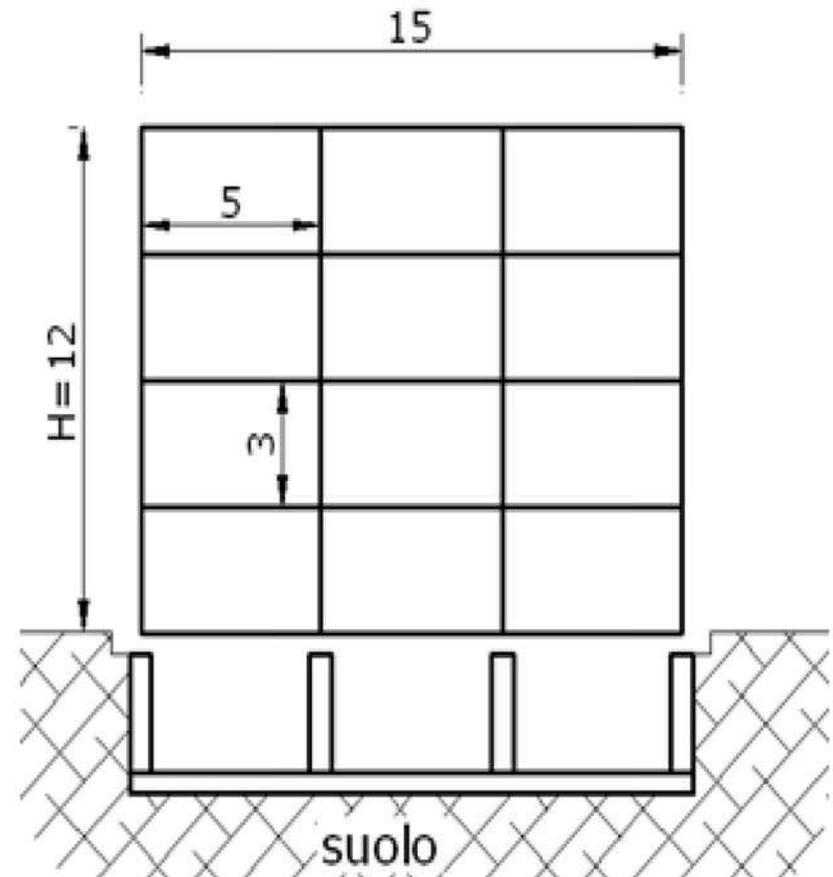
altezza di interpiano = 3 metri

sito di costruzione = L'Aquila

con classe d'uso = II

vita nominale = 50 anni

terreno tipo = B



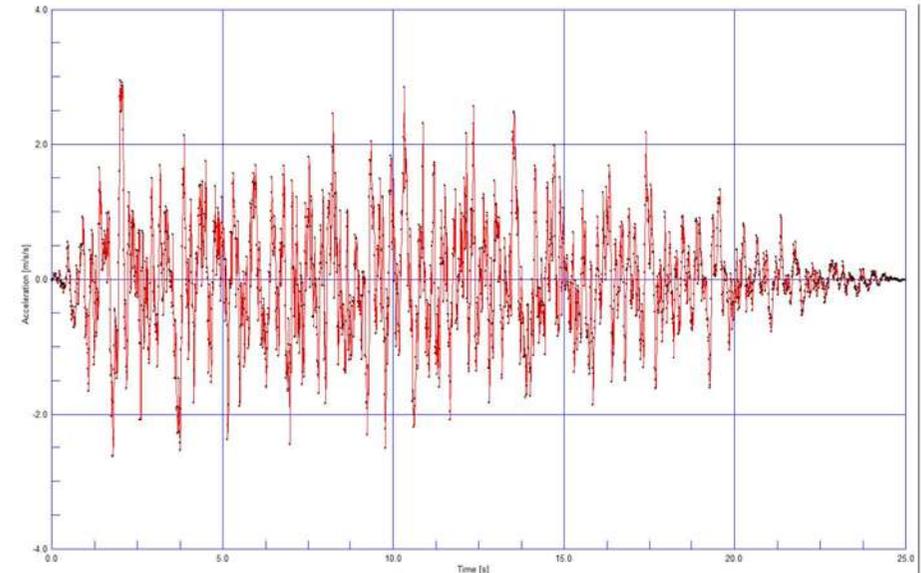
## **ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI**

### **CASO DI STUDIO TEORICO 1:**

#### **----- ANALISI COMPARATIVA FRA -----**

- STRUTTURA NON ISOLATA**
- STRUTTURA ISOLATA CON GOMMA**
- STRUTTURA ISOLATA CON PENDOLI**

### **FORZANTE SISMICA**



**24 ACCELEROGRAMMI SPETTRO COMPATIBILI AL 10%**

**APPLICATI SIMULTANEAMENTE AL 100% NELLE DUE DIREZIONI DEL PIANO**

**PER UN TOTALE DI 264 ANALISI PER CASO**

## ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI

### CASO DI STUDIO TEORICO 1:

ACC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1																								
2	6.44																							
3	7.09	7.00																						
4	6.40	6.63	6.71																					
5	6.37	7.23	6.43	6.31																				
6	6.60	6.80	7.18	6.67	6.15																			
7	6.85	7.48	6.95	7.01	7.77	7.19																		
8	6.34	7.06	6.93	6.10	6.82	6.22	6.76																	
9	6.36	7.31	6.66	6.47	6.46	6.14	6.55	6.34																
10	6.49	6.84	7.45	6.32	6.35	6.73	6.75	6.12	5.97															
11	6.18	6.90	6.80	6.29	6.52	6.46	7.16	6.18	5.98	6.01														
12	6.57	7.67	7.02	6.32	6.65	6.52	6.89	6.73	6.72	6.55	6.37													
13	6.01	6.38	7.26	5.96	6.62	6.11	6.77	6.10	5.77	6.37	6.25	6.26												
14	6.30	6.52	6.78	6.51	6.76	6.50	6.85	6.40	6.45	6.33	6.35	6.58	6.58											
15	6.57	7.16	7.85	6.78	6.74	6.33	6.96	6.56	6.60	6.49	6.66	7.16	6.36	6.41										
16	6.57	7.71	7.78	6.11	6.44	6.69	7.05	6.57	6.66	6.98	6.44	7.22	6.77	6.29	6.62									
17	6.24	6.66	6.69	6.53	6.60	6.19	6.91	6.32	6.00	6.59	5.98	6.66	6.14	6.51	6.79	6.18								
18	6.56	7.28	7.75	6.71	6.89	6.70	7.51	6.08	6.39	6.82	6.43	6.62	6.73	6.42	7.44	7.11	6.25							
19	6.23	7.68	7.53	6.83	6.83	6.72	7.03	6.55	6.74	7.02	6.39	7.21	6.29	6.49	6.47	7.13	6.22	6.59						
20	7.31	7.04	7.11	7.25	6.53	7.14	7.62	6.89	6.68	7.06	6.86	6.48	6.48	6.62	7.10	6.61	6.67	6.93	6.48					
21	5.93	6.85	7.12	6.92	6.36	6.64	7.09	6.40	6.37	6.26	6.74	6.68	6.39	6.95	6.76	6.62	6.52	6.62	6.51	6.25				
22	6.77	6.80	7.12	7.50	6.62	6.56	7.81	6.84	6.33	7.44	6.80	7.13	6.69	6.81	7.49	6.50	7.60	6.66	7.27	6.59	7.30			
23	6.52	6.82	6.35	6.84	6.75	6.74	8.04	6.79	7.04	6.81	6.49	6.61	7.07	6.35	6.71	6.51	6.85	6.50	6.57	6.59	6.78	8.04		
24	5.78	6.78	6.77	6.39	6.67	6.12	6.83	6.48	6.12	5.88	6.09	6.17	5.82	6.37	6.73	6.42	6.12	6.43	6.34	6.82	6.26	6.83	6.63	

**ACCELERAZIONE ALLE  
STRUTTURE IN ELEVAZIONE**

[ % g ]

> 7.00 %g

< 6.00 %g

min 5.77 %g

max 8.04 %g

medio 6.68 %g

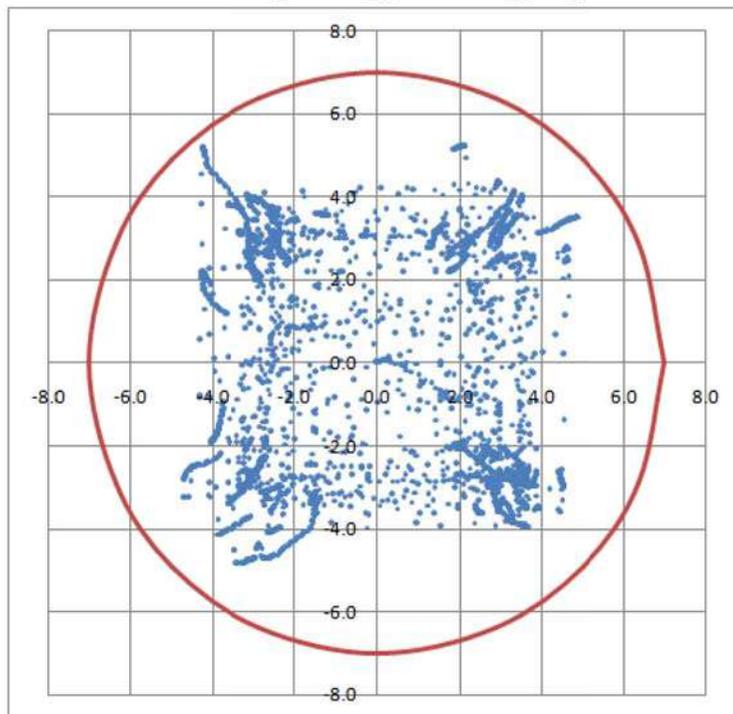
### STRUTTURA ISOLATA CON PENDOLI

**ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI**

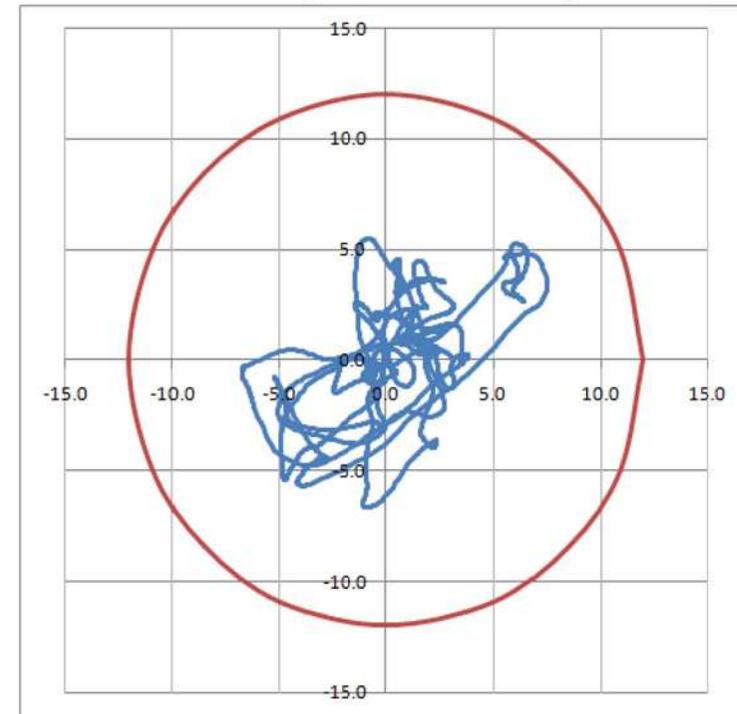
**CASO DI STUDIO TEORICO 1:**

**COMBINAZIONE DI MEDIA INTENSITÀ - ACC6+ACC16  
ANDAMENTO FORZE E SPOSTAMENTI NEL PIANO**

***slv [ % g - % g ]***



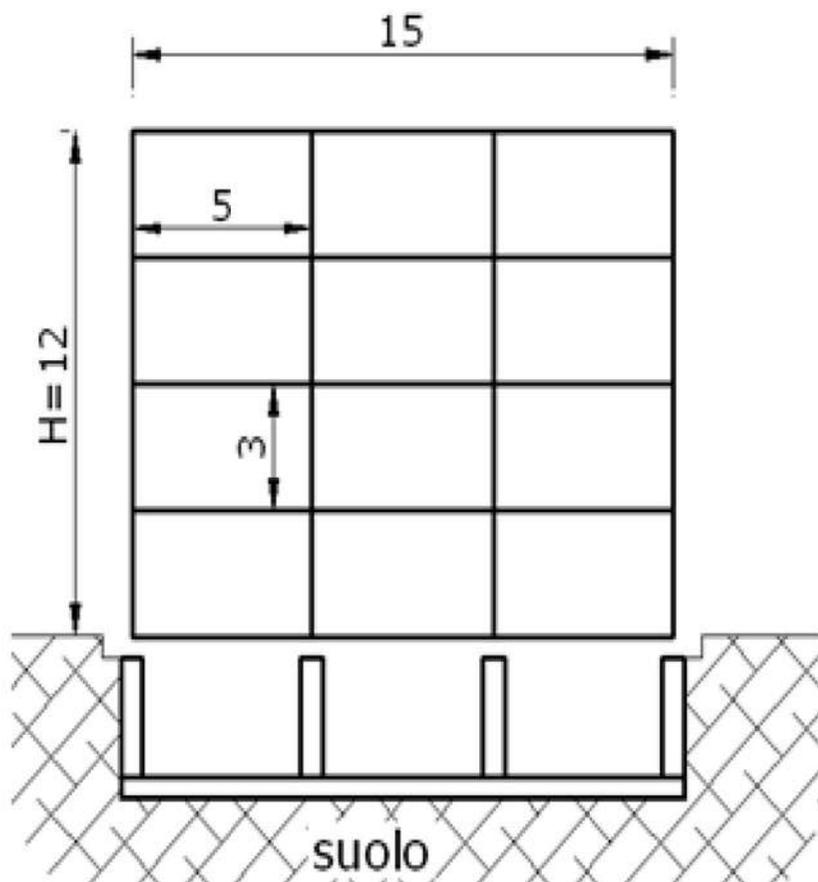
***slv [ cm - cm ]***



**STRUTTURA ISOLATA CON PENDOLI**

## ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI

### CASO DI STUDIO TEORICO 1:



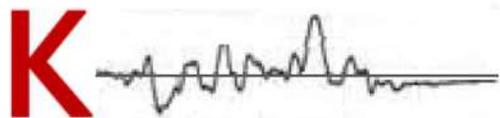
Per il caso teorico in esame  
*L'Aquila - suolo B – edificio regolare*

STRUTTURA NON ISOLATA  
 $a/g \cong 30\%-50\%$  (variabile con  $q$ )

ISOLAMENTO A PENDOLO  
 $a/g \leq 7,0\%$  ;  $D \cong 20$  cm

ISOLAMENTO IN GOMMA  
 $a/g \cong 20\%$  ;  $D \cong 20$  cm

$a_g \rightarrow s_{lv}$   
 $D \rightarrow s_{lc}$



## ***ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI***

**Parametrizzando lo studio su varie località del suolo italiano**

**si osserva che**

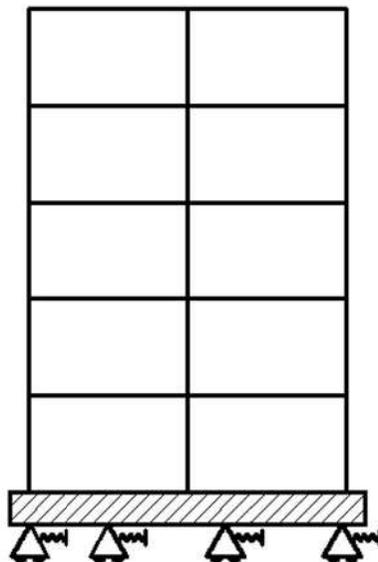
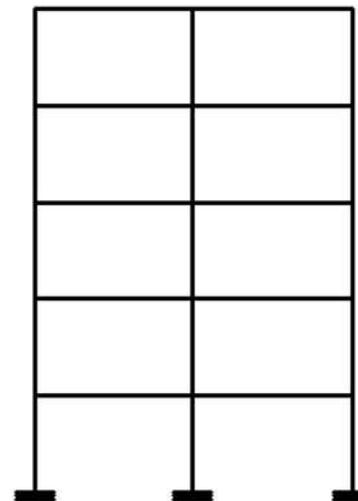
**L'ISOLAMENTO SISMICO CON DISPOSITIVI DI TIPO A PENDOLO,  
OVE OPPORTUNAMENTE DIMENSIONATO, OFFRE TAGLIANTI  
MASSIMI SUL SUOLO ITALIANO PARI A**

**10% del peso per edifici non strategici**

**15% per quelli strategici**

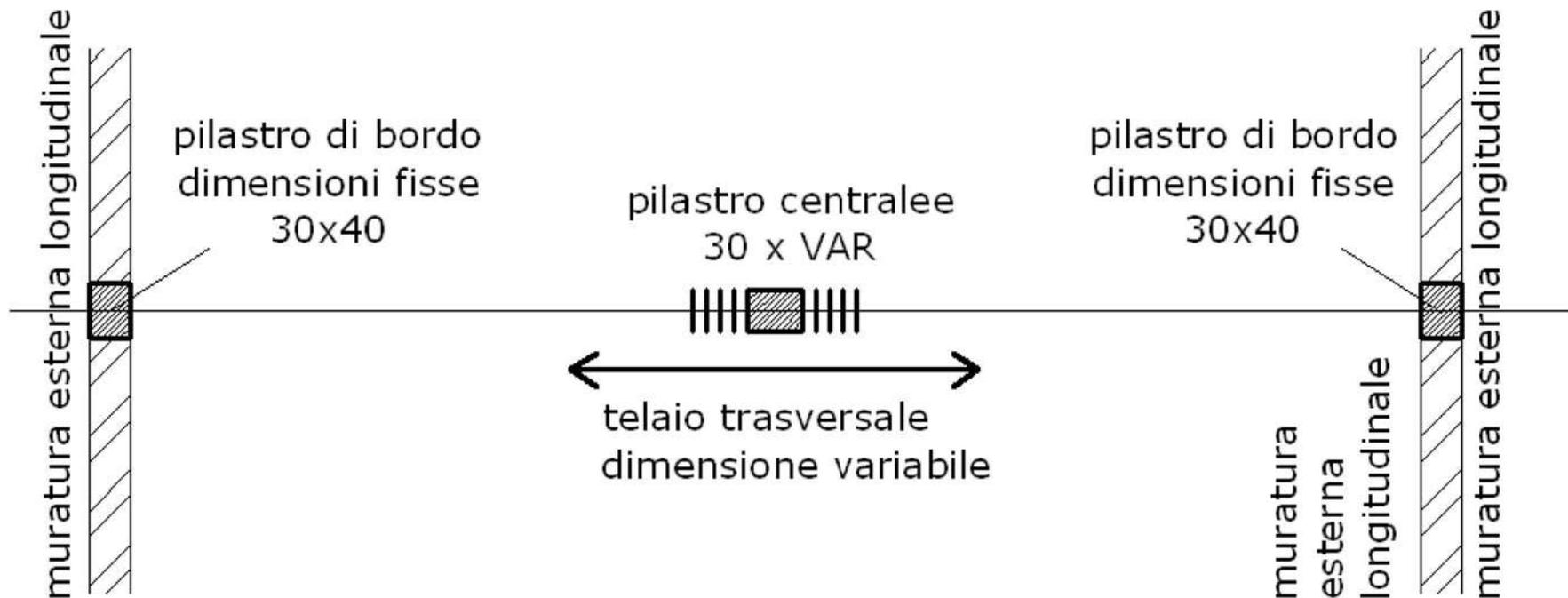
**OLTRE A GARANTIRE COINCIDENZA FRA CENTRI DI MASSA E RIGIDEZZA CHE  
ANNULLANO GLI EFFETTI TORSIONALI E GEOMETRICI**

da tenere in conto solo mediante amplificazione dei risultati secondo le note  
NTC § 7.2.6 e conseguenti § 7.3.4.2, § 7.10.5.3.1

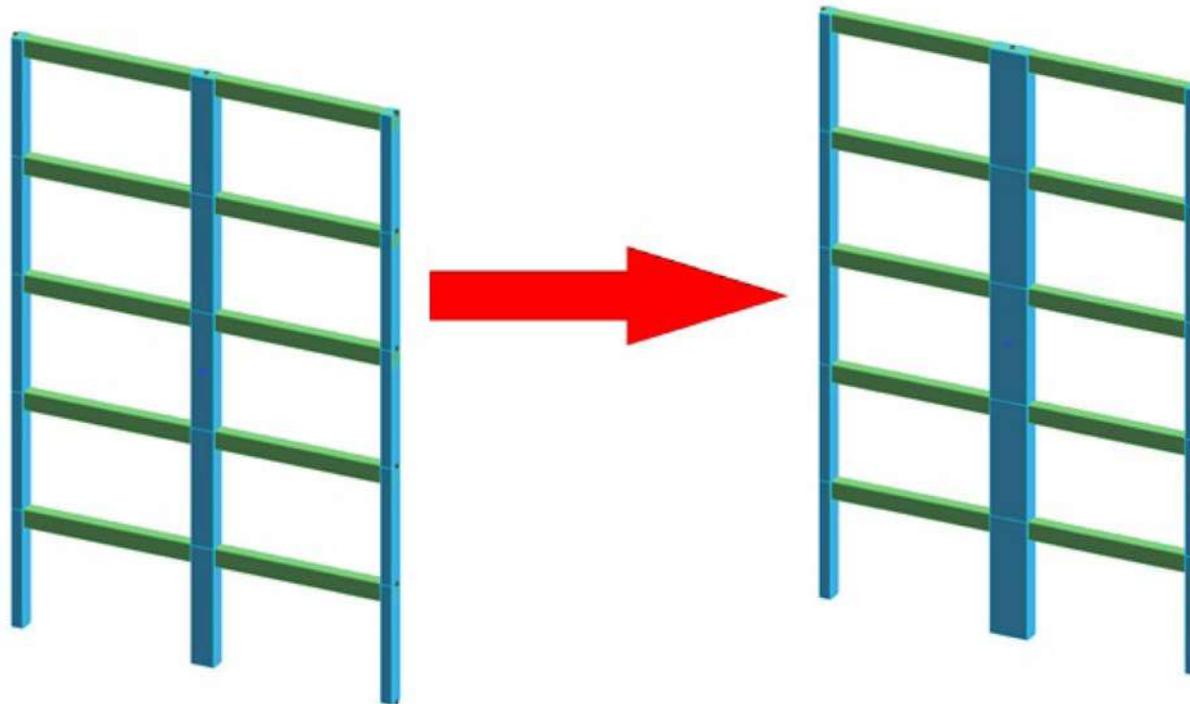
**ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI****CASO DI STUDIO TEORICO 2:****DIMENSIONAMENTO: CONFRONTO FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI**struttura  
isolatastruttura  
non isolata

FORZANTE SIMICA MEDIA - località Firenze, sottosuolo tipo C

FORZANTE SIMICA ALTA - località L'Aquila, sottosuolo tipo E.

**ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI****CASO DI STUDIO TEORICO 2:****DIMENSIONAMENTO: CONFRONTO FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI**

Resistenza sismica affidata al solo pilastro centrale

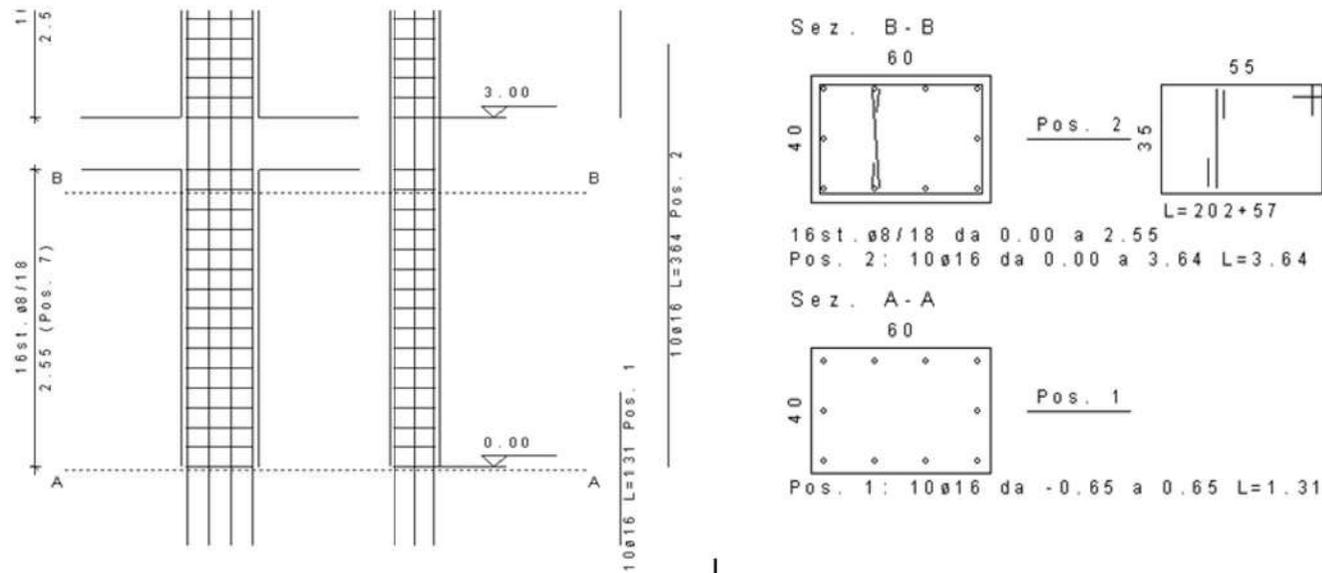
***ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI*****CASO DI STUDIO TEORICO 2:*****DIMENSIONAMENTO: CONFRONTO FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI***

Per iterazioni successive si aumenta la dimensione trasversale e l'armatura del pilastro centrale fino ad ottenere sezioni verificate.

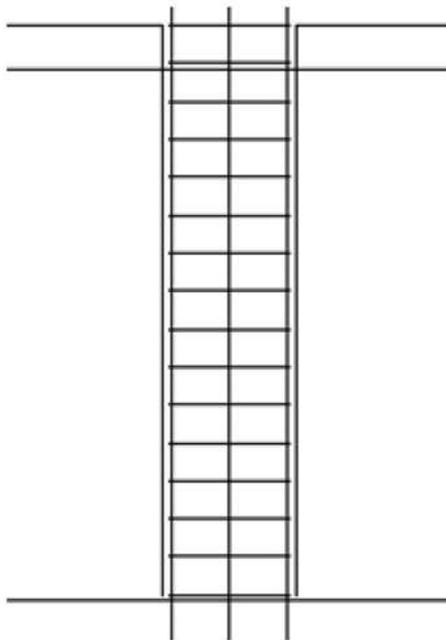
## ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI

### CASO DI STUDIO TEORICO 2:

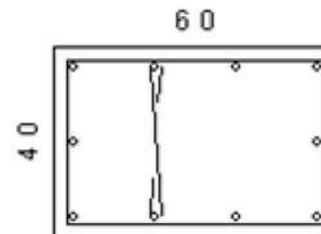
### DIMENSIONAMENTO PER CASO CON ISOLAMENTO:



**Il dimensionamento risulta dettato dai carichi statici  
geometrie e armature non variano al variare della forzante sismica**

**ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI****CASO DI STUDIO TEORICO 2:****DIMENSIONAMENTO PER CASO CON ISOLAMENTO:**

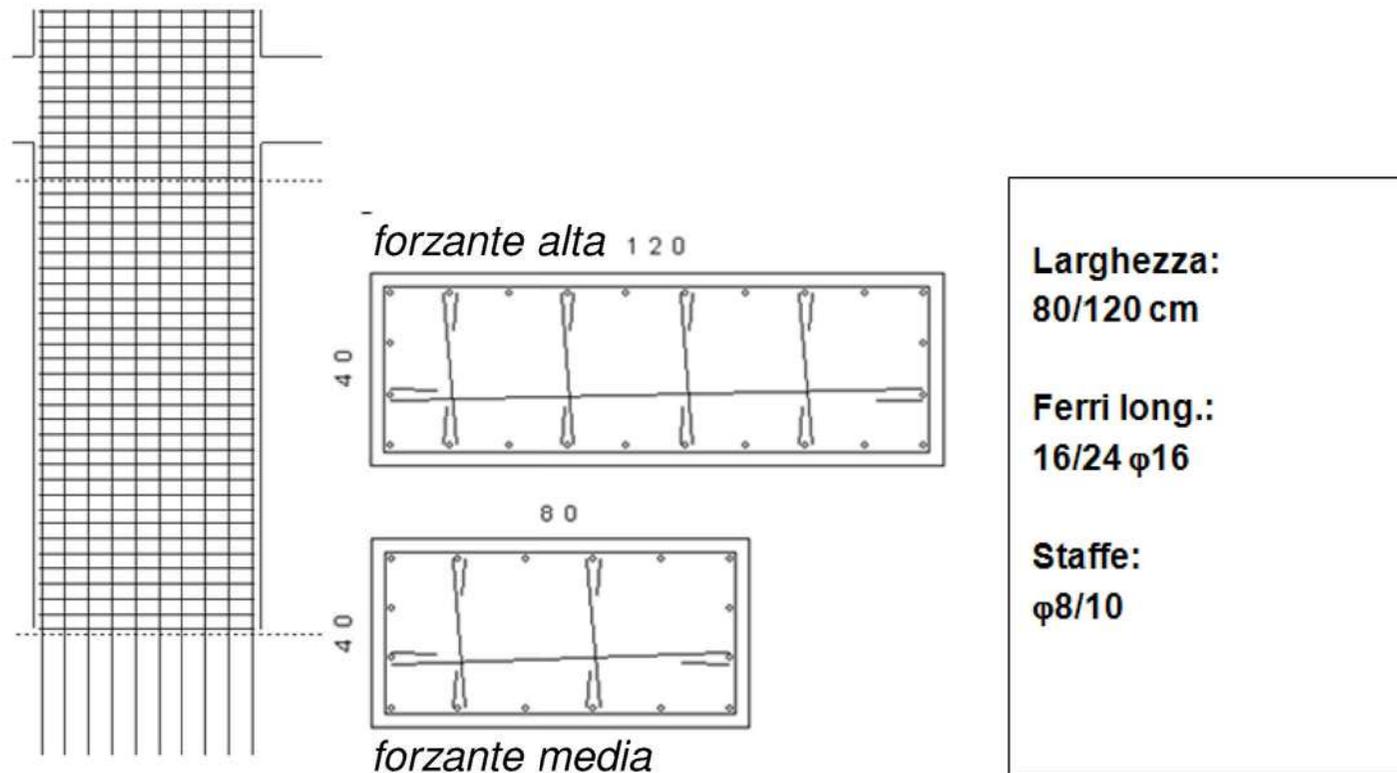
<b>Larghezza:</b>	<b>60 cm</b>
<b>Ferri long.:</b>	<b>8<math>\phi</math>16</b>
<b>Staffe:</b>	<b><math>\phi</math>8 passo 18 cm</b>



## ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI

### CASO DI STUDIO TEORICO 2:

### DIMENSIONAMENTO PER CASO SENZA ISOLAMENTO:



## ***ANALISI COMPARATIVA FRA STRUTTURA NON ISOLATA E ISOLATA CON PENDOLI***

### **CONCLUSIONI SUI CONFRONTI**

#### **L'INTRODUZIONE DELL'ISOLAMENTO SISMICO CON PENDOLI**

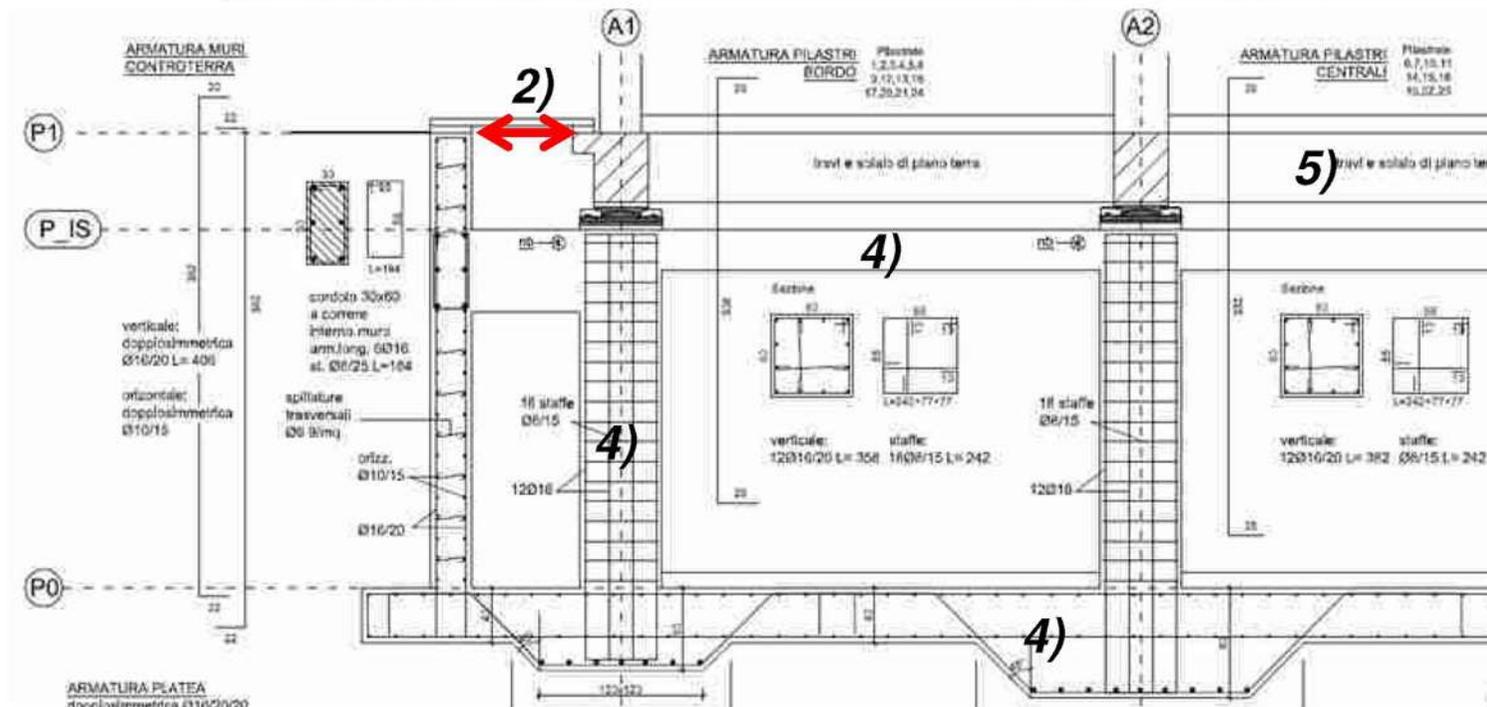
- **permette di armare i telai prevalentemente a carico verticale**
- **riduce notevolmente volumi dei getti**
- **riduce i tempi di esecuzione (staffe e armature)**
- **semplifica il calcolo in gerarchia di resistenze**
- **permette una progettazione con dettagli di armatura ( NTC08 § 4.1.6 ) paragonabili a quanto già prescritto nel precedente DM96**

**La sovrastruttura e la sottostruttura si devono mantenere sostanzialmente in campo elastico. Per questo la struttura può essere progettata con riferimento ai particolari costruttivi della zona 4, con deroga, per le strutture in c.a., a quanto previsto al § NTC 7.4.6. (... da DM 08 7.10.2)**

## PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO

- 1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO
- 2) CONSEGUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI
- 3) CHIARA ATTRIBUZIONE DELLE ECCENTRICITÀ
- 4) PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE SOTTOSTRUTTURA (FONDAZIONE E PILASTRI)
- 5) SCELTA DEL PIANO RIGIDO CORRETTO SUO PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE

### SOLO SUCCESSIVAMENTE AFFINAMENTO DEL CALCOLO IN TIME HISTORY

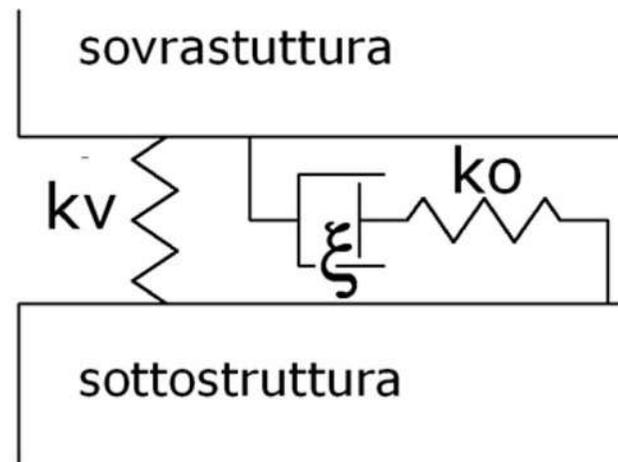


## PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO

### 1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO

#### NOTA LA

#### modellazione numerica dell'isolatore



1) molla orizzontale:

2) biella rigida verticale

3) smorzatore

$\xi$  = smorzamento equivalente

$k_o$  = rigidezza orizzontale

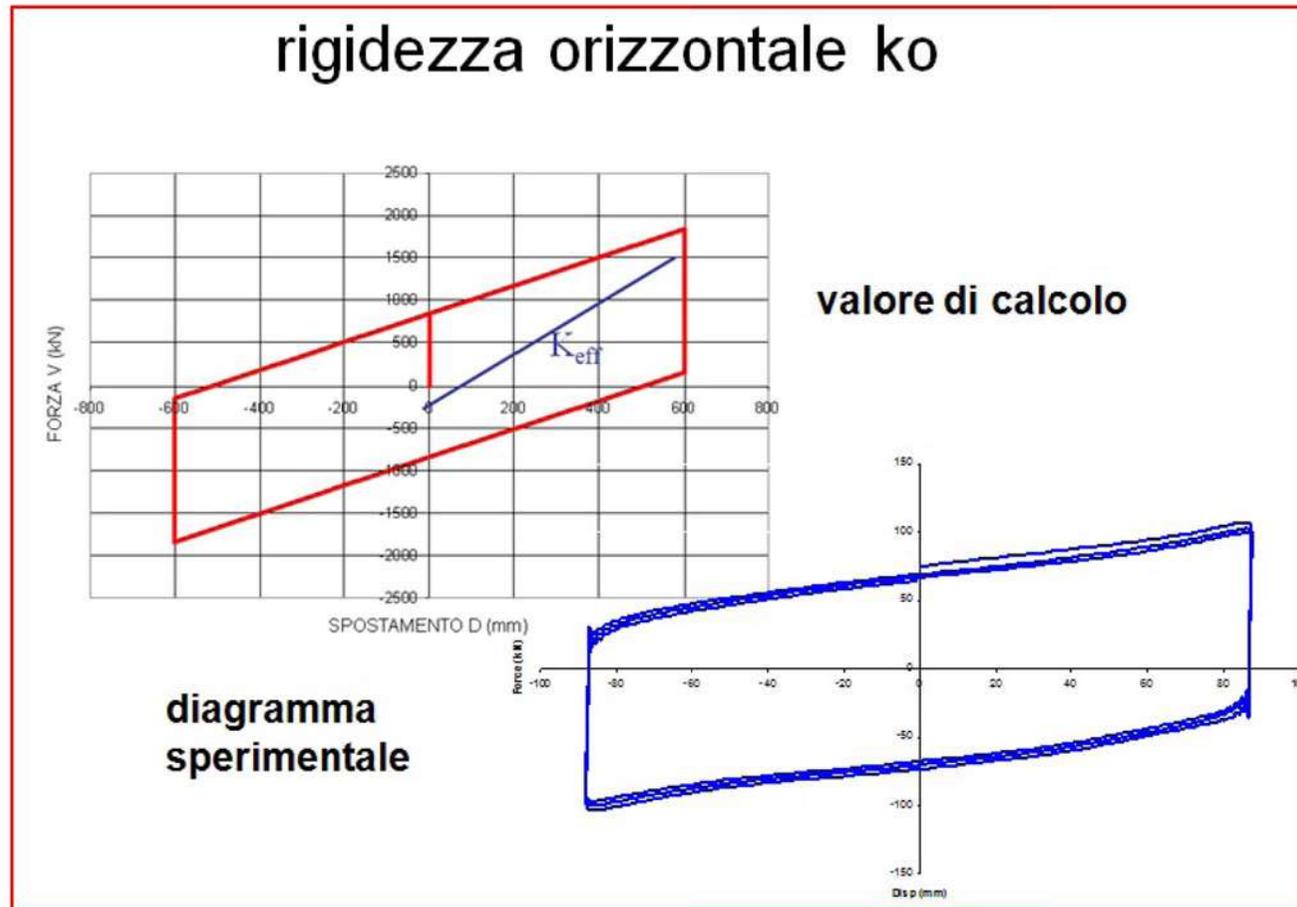
$k_v$  = rigidezza verticale

#### SEGUE DESCRIZIONE DEI 3 PARAMETRI (INCOGNITE)

**PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

**1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**

**PRIMO**  
**PARAMETRO**



**PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO****1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO****SECONDO E  
TERZO****smorzamento equivalente**

Per isolatori a pendolo valore di calcolo (valori normalmente in uso ~30/40%)

**rigidezza verticale**

$k_v$  = rigidezza verticale

generalmente trascurabile; se  $k_v > 800 k_o$  (NTC§7.10.5.2)

**NON NOTO A PRIORI****TRASCURABILE  
NEI PENDOLI**

**PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO****1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**

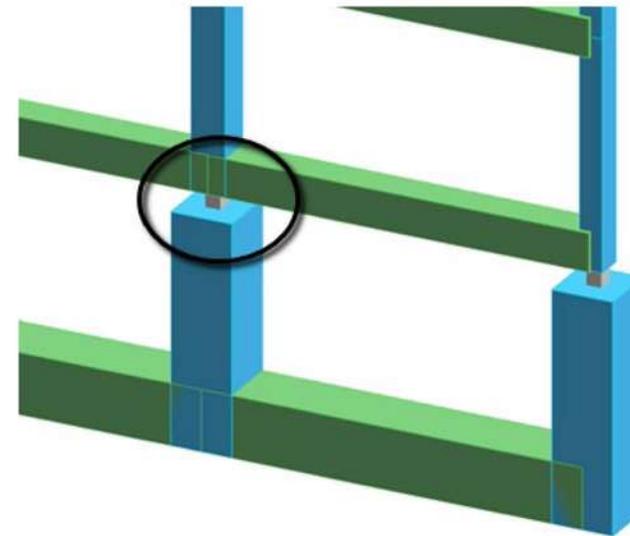
**DA CUI LE  
INCOGNITE  
RISULTANO**

parametri per calcolo iterativo in spettro

per implementare il modello  
calcolo iterativo in spettro  
necessita dunque di  
conoscere

$\xi$  → SPETTRO DI CALCOLO

$K_0$  → RIGIDEZZA MOLLA



**PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

**1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**

**PER I PENDOLI  
A SINGOLA SUPERFICIE**

**ESPRIMIBILI  
SECONDO LE NOTE  
RELAZIONI**

**IN FUNZIONE DEI NOTI**

**D, R, μ, V**

**DA CUI**

valori di  $k_0$  e  $\xi$  per isolatori a pendolo sono

$$K = \left( \frac{V}{R} + \frac{\mu V}{D} \right)$$

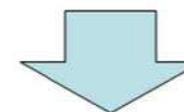
$$\xi = \frac{2}{\pi} \left[ \frac{\mu}{\mu + \frac{D}{R}} \right]$$

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}}$$

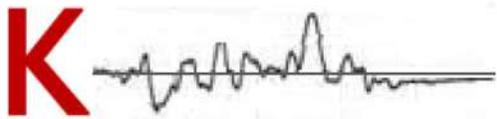
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{V}{K \times g}}$$

**R** = raggio di curvatura R della superficie inferiore di scorrimento degli isolatori  
**μ** = attrito interno della superficie di scorrimento degli isolatori a pendolo  
**V** = peso totale della struttura  
**D** = spostamento sismico

**LA RIGIDEZZA DIPENDE DALLA MASSA**



**CENTRO DI MASSA E DI RIGIDEZZA COINCIDONO**



**PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

**1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**

LO SPOSTAMENTO

RISULTA L'UNICA

VERA INCOGNITA

calcolo di  $k_0$  e  $\xi$  per isolatori a pendolo

$R$  = raggio di curvatura = **valore noto** [casa costruttrice]

$\mu$  = attrito interno = **valore noto** [casa costruttrice]

$V$  = carico verticale totale = dato di progetto

$D$  = spostamento sismico = **INCOGNITA**

noto  $D$  sono noti tutti i parametri per il calcolo

e conseguenti tagli e spostamenti

**PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

- 1) **CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**
- 2) **CONSEQUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI**

**CALCOLABILE  
CON SEMPLICE  
PROCEDIMENTO  
ITERATIVO****calcolo iterativo dello spostamento  $D$   
e conseguente  $\rightarrow$  taglio sismico**

si ipotizza uno spostamento pari a	$D = 15 \text{ cm}$
si calcola la rigidezza	$K = V/R + \mu V/D$
si calcola lo smorzamento	$\xi = (2/\pi) [ \mu / (\mu + D/R) ]$
si calcola la riduzione spettro	$\eta = [10 / (5 + \xi)]^{0,5}$
se $\eta < 0,55$	$\eta = 0,55$
si calcola il periodo	$T = 2\pi [V / (K g)]^{0,5}$
se $T \leq T_D$ si calcola l'accelerazione	$a = a_0 \cdot g \cdot S \cdot F_0 \cdot \eta \cdot (T_C / T)$
altrimenti si calcola l'accelerazione	$a = a_0 \cdot g \cdot S \cdot F_0 \cdot \eta \cdot (T_C \cdot T_D / T^2)$
si calcola lo spostamento	$D'$ :
se $D' \cong D$ ci si ferma, altrimenti	
$D = D'$ e si ripete l'iterazione	..... fino a convergenza

**PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

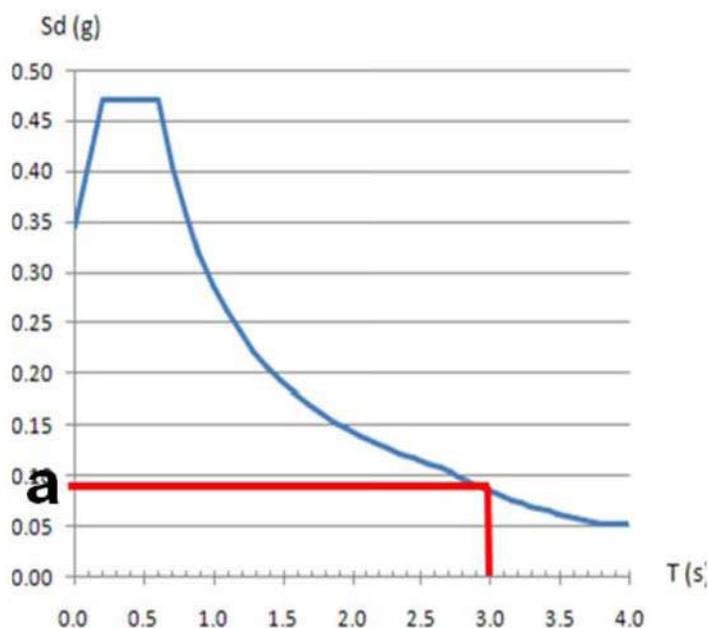
- 1) **CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**
- 2) **CONSEQUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI**

NOTO D

SONO NOTE LE

AZIONI DI VERIFICA E  
IL TAGLIANTE SISMICO

da cui I valori di calcolo e verifica



spettro **SLV**

con

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{V}{K \times g}}$$

## PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO

- 1) **CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**
- 2) **CONSEQUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI**
- 3) **CHIARA ATTRIBUZIONE DELLE ECCENTRICITÀ**
- 4) **PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE SOTTOSTRUTTURA (FONDAZIONE E PILASTRI)**

**DA CUI I  
DIMENSIONAMENTI  
DELLA  
SOTTOSTRUTTURA**

**DI PRIMARIA  
IMPORTANZA**

### dimensiono sottostruttura

GLI EFFETTI NON LINEARI DEL SECONDO ORDINE  
HANNO INFLUENZA SULLA SOLA SOTTOSTRUTTURA

l'eccentricità di carico  $e = D$   
le variazioni di sforzo normale  $\Delta V$

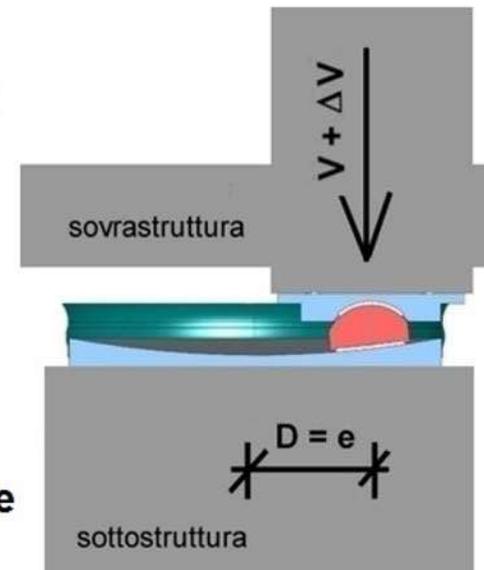
**MOMENTI AGGIUNTIVI**

$$M_i = e V_i$$

**TAGLI AGGIUNTIVI**

$$\Delta F_i = (\Delta V_i / V) F$$

$\Delta V_i = V_i$  sismico -  $V_i$  permanente  
 $F =$  taglio sismico totale



**K**altha s.r.l.

Project Management  
& Engineering Services

## **PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

- 1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**
- 2) CONSEGUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI**
- 3) CHIARA ATTRIBUZIONE DELLE ECCENTRICITÀ**
- 4) PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE SOTTOSTRUTTURA (FONDAZIONE E PILASTRI)**



*Specialmente negli interventi di retrofit risulta di fondamentale importanza creare fondazioni sufficientemente rinforzate tali da sostenere i nuovi effetti del secondo ordine che l'inserimento dell'isolamento sismico genera nella sottostruttura.*

*Fasciature, armature e maglie passanti nelle travi di fondazione con efficaci riprese connesse al primo spiccato.*

## **PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

- 1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**
- 2) CONSEGUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI**
- 3) CHIARA ATTRIBUZIONE DELLE ECCENTRICITÀ**
- 4) PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE SOTTOSTRUTTURA (FONDAZIONE E PILASTRI)**



*Specialmente negli interventi di retrofit risulta di fondamentale importanza creare fondazioni sufficientemente rinforzate tali da sostenere i nuovi effetti del secondo ordine che l'inserimento dell'isolamento sismico genera nella sottostruttura*

*Fasciature, armature e maglie passanti nelle travi di fondazione con efficaci riprese connesse al primo spiccato*

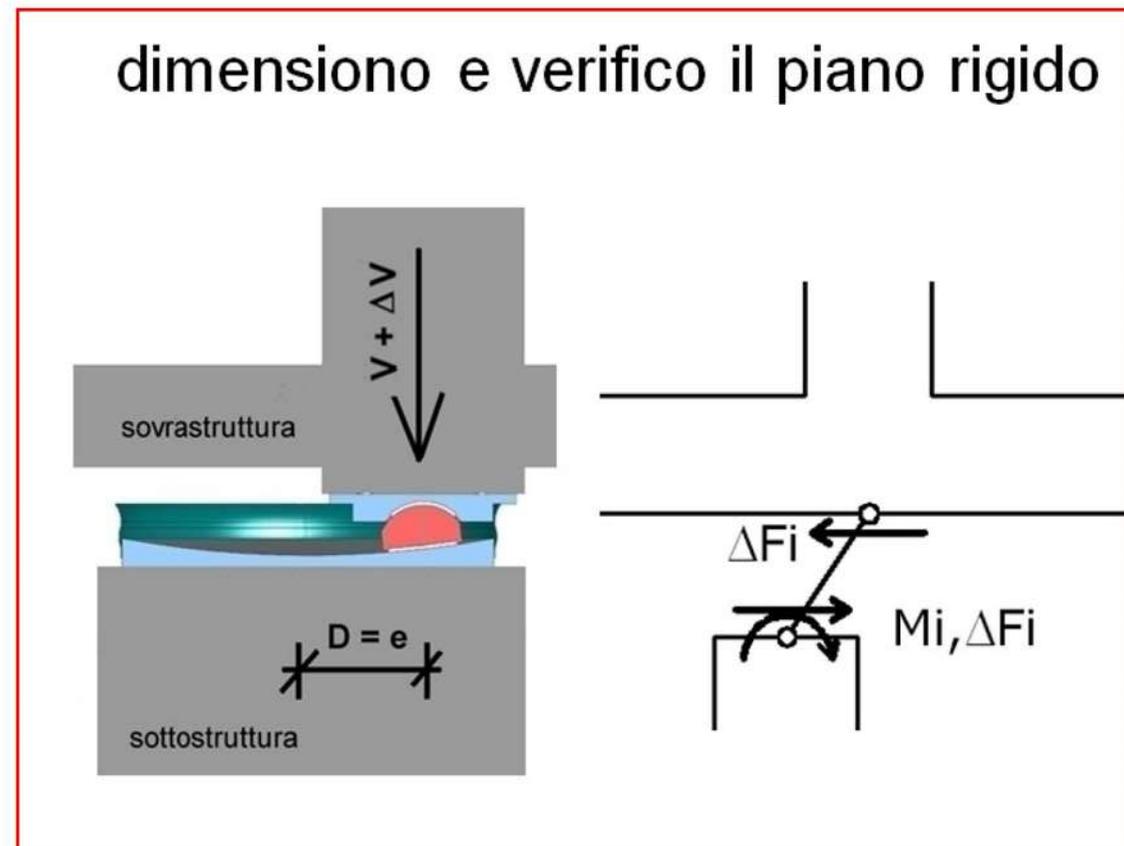
**PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

- 1) **CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**
- 2) **CONSEQUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI**
- 3) **CHIARA ATTRIBUZIONE DELLE ECCENTRICITÀ**
- 4) **PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE SOTTOSTRUTTURA (FONDAZIONE E PILASTRI)**
- 5) **SCELTA DEL PIANO RIGIDO CORRETTO SUO PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE**

**SUCCESSIVA**  
**SCelta E**  
**DIMENSIONAMENTO**

**DEL PIANO RIGIDO**

**DI PRIMARIA**  
**IMPORTANZA**



## **PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

- 1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**
- 2) CONSEGUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI**
- 3) CHIARA ATTRIBUZIONE DELLE ECCENTRICITÀ**
- 4) PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE SOTTOSTRUTTURA (FONDAZIONE E PILASTRI)**
- 5) SCELTA DEL PIANO RIGIDO CORRETTO SUO PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE**



*Di fondamentale importanza il ruolo che svolge il piano rigido responsabile di sostenere tutta la sovrastruttura e fornire a questa il necessario grado di incastro alla ripartita azione orizzontale.*

*Spesso specialmente in interventi di retrofit si adotta la tecnica di sfondellamento solaio e creazione di nuova soletta continua con efficaci connessioni all'esistente.*

**K**altha s.r.l.

Project Management  
& Engineering Services

## **PASSI SALIENTI PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA ISOLATO**

- 1) CALCOLO ITERATIVO PRELIMINARE MONODIMENSIONALE IN SPETTRO**
- 2) CONSEGUENTE DETERMINAZIONE DI PARAMETRI SISMICI NONCHÉ TAGLI E SPOSTAMENTI ATTESI**
- 3) CHIARA ATTRIBUZIONE DELLE ECCENTRICITÀ**
- 4) PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE SOTTOSTRUTTURA (FONDAZIONE E PILASTRI)**
- 5) SCELTA DEL PIANO RIGIDO CORRETTO SUO PREDIMENSIONAMENTO E VERIFICA PRELIMINARE**

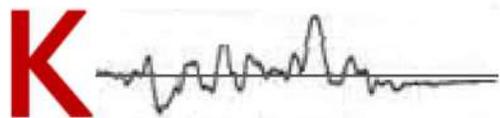


*Di fondamentale importanza il ruolo che svolge il piano rigido responsabile di sostenere tutta la sovrastruttura e fornire a questa il necessario grado di incastro alla ripartita azione orizzontale*

*Spesso specialmente in interventi di retrofit si adotta la tecnica di sfondellamento solaio e creazione di nuova soletta continua con efficaci connessioni all'esistente.*

**K**altha s.r.l.

Project Management  
& Engineering Services



***Adottata la scelta giusta per il pendolo: singola superficie per permettere rotazioni della struttura e imperfezioni di posa.***

***Dimensionato in spettro piano rigido e sottostruttura con sufficiente accuratezza***

*L'affinamento del calcolo in Time History e le verifiche della sovrastruttura (al danno per spostamenti NTC § 7.10.6.1 e alla vita con azioni ridotte di 1,5 per le forze NTC § 7.10.6.2.1 ) risultano normalmente di semplice esecuzione*

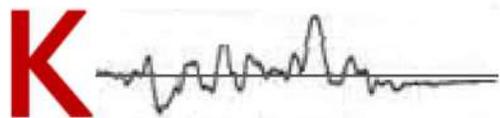
***Si conclude che la salute del sistema isolato è garantita da***

**1) UNA CORRETTA SCELTA DELL'ISOLATORE**

**PENDOLO A SINGOLA SUPERFICIE**

**2) UN CORRETTO DIMENSIONAMENTO ED UNA CORRETTA ESECUZIONE DI**

**SOTTOSTRUTTURA E PIANO RIGIDO**



*Un particolare ringraziamento*

*al caro ingegnere Carmelo Miragliotta compagno nelle attività di analisi e ricerca*

*ricordiamo la tesi di master dello stesso nella quale sono stati analizzati alcuni fra i temi esposti*

*salutiamo e ringraziamo Voi tutti per la partecipazione*

**Marcello Merlino**  
**m.merlino@kaltha.it**

**Carmelo Miragliotta**  
**c.miragliotta@kaltha.it**



**STUDIO MERLINO**  
MECCANICA CIVILE  
DIAGNOSTICA  
ANTISISMICA

**K**altha s.r.l.

Project Management  
& Engineering Services