



*Comunità Cristiana di San Martino*



# Campanile di Cazzago

*Indagini di  
vulnerabilità  
sismica*

13 marzo 2015

*Centro  
Parrocchiale di  
Cazzago*

*Ing. Mauro Bertocco*



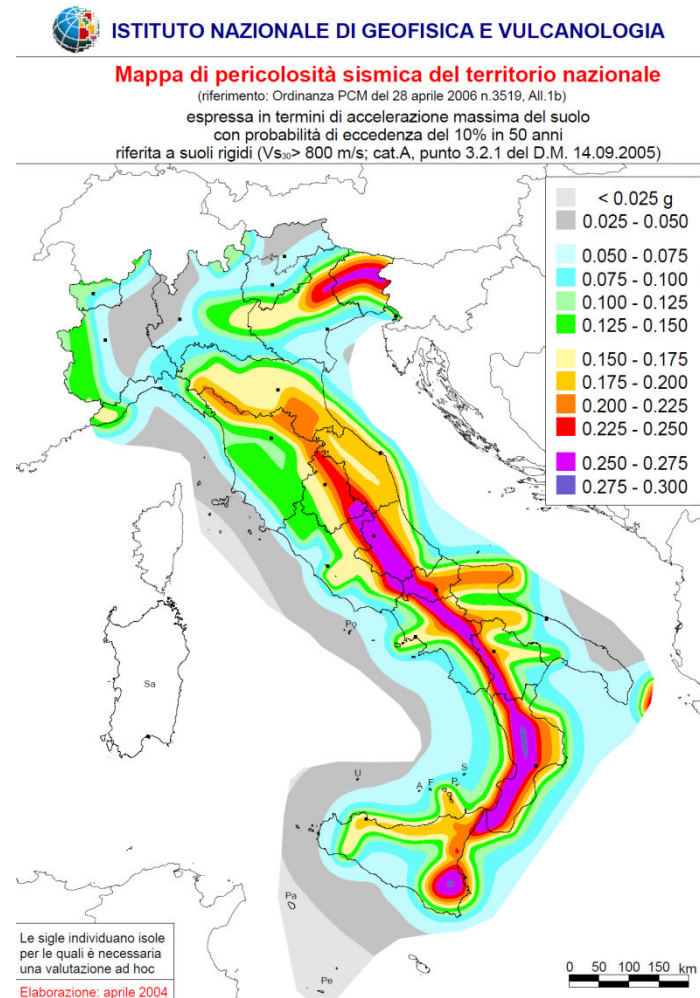
## Finalità

- Studio della domanda sismica
  - Analisi delle caratteristiche sismiche del territorio
  - Indagini in loco
- Prove sui materiali
- Analisi sismica della struttura
  - Determinazione della capacità sismica della struttura
- Risultati e considerazioni



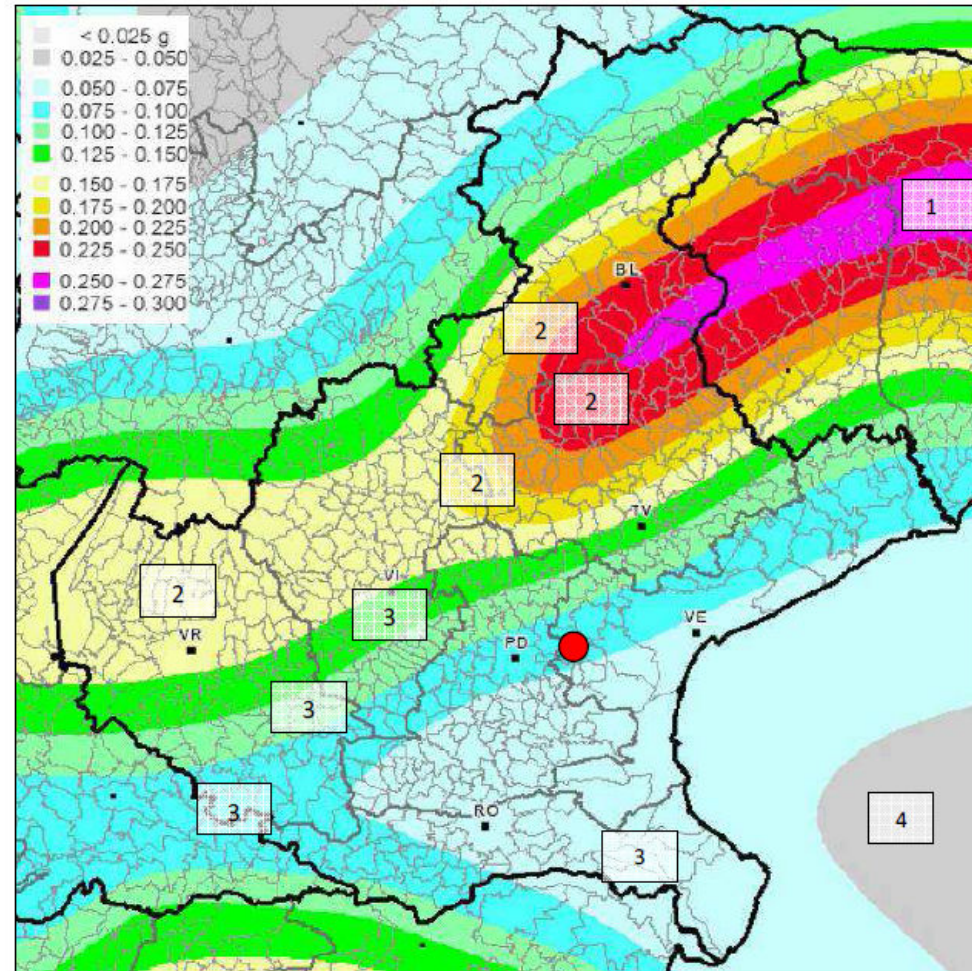
## Normativa in materia antisismica

- Ordinanza 3274/2003
  - Prima classificazione sismica del territorio nazionale
  - Norme tecniche per il progetto e per l'adeguamento sismico degli edifici
- Decreto Ministeriale 14/01/2008
  - Norme tecniche per le costruzioni
  - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale





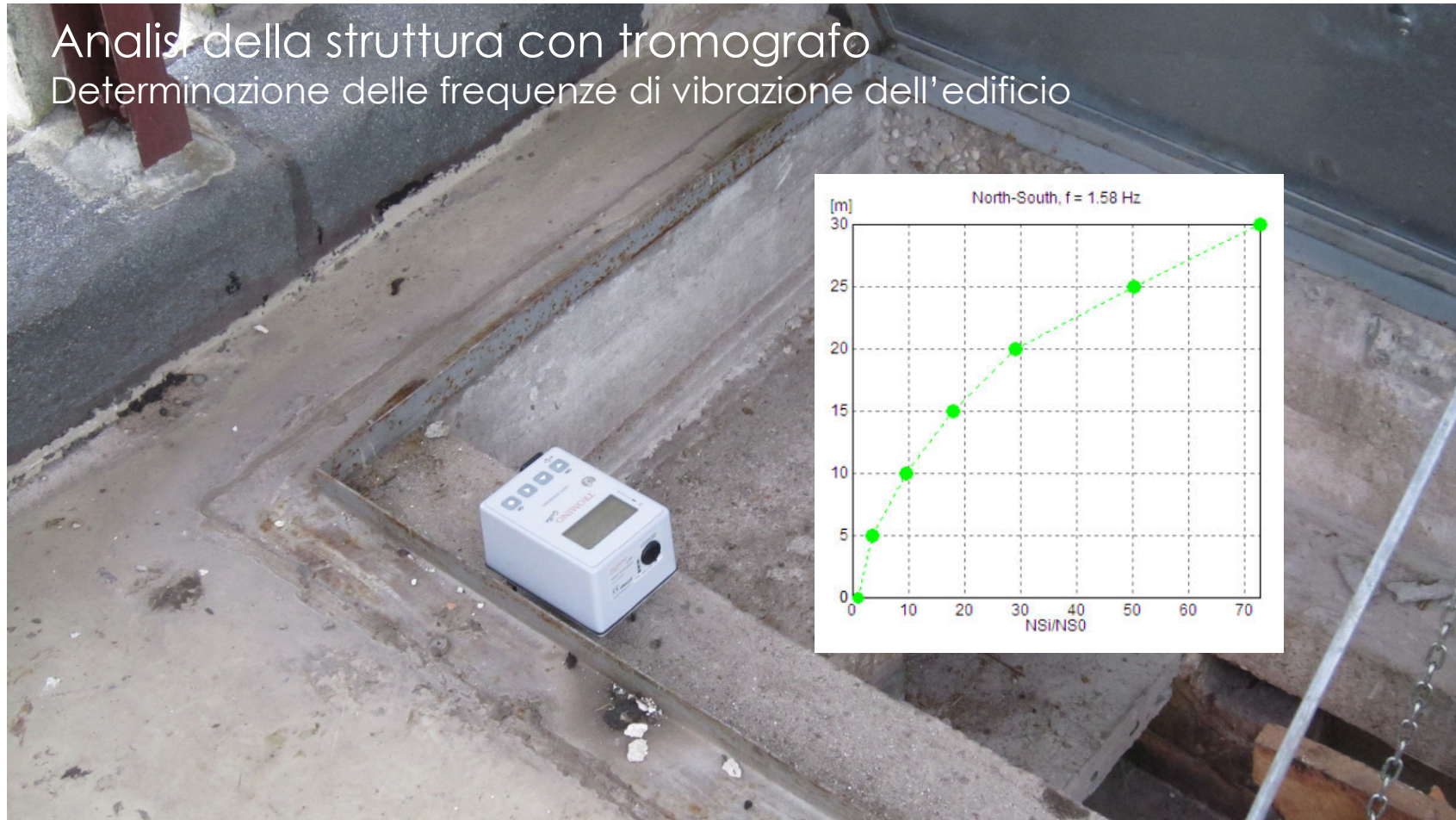
## Normativa in materia antisismica





## Caratterizzazione della struttura

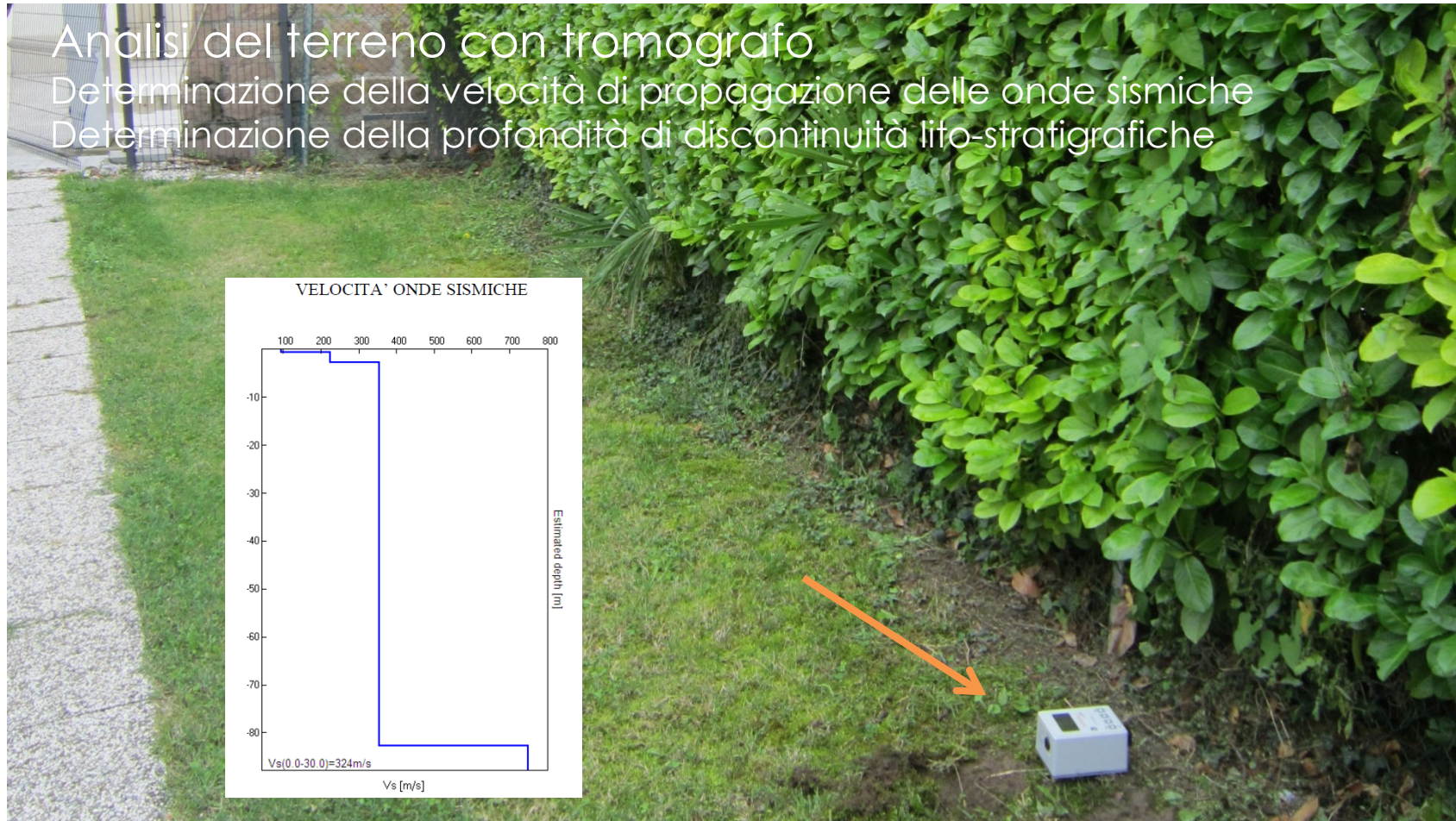
Analisi della struttura con tomografo  
Determinazione delle frequenze di vibrazione dell'edificio





## Caratterizzazione del terreno

Analisi del terreno con tomografo  
Determinazione della velocità di propagazione delle onde sismiche  
Determinazione della profondità di discontinuità lito-stratigrafiche





## Rilievo geometrico delle strutture

Fondazioni



Cella campanaria



Piano tipo



## Rilievo geometrico

Rilievo geometrico delle strutture in c.a.





# Prove sui materiali

Prova con sclerometro  
 Determinazione della resistenza a compressione  
 del calcestruzzo



TRAVE LIVELLO		2	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	45	45	45
2	48	48	48
3	45	45	45
4	48	48	48
5	54		
6	44	44	44
7	49	49	
8			
9			
10			
	54	49	<b>46,0</b>

PILASTRO LIVELLO		2	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	40	40	
2	42		
3	40	40	
4	42		
5	36	36	36
6	38	38	38
7	40	40	
8	42		
9	38	38	38
10			
	42	40	<b>37,3</b>

PROVA SCLEROMETRICA SU CAMPANILE DI CAZZAGO

TRAVE LIVELLO		6	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	48	48	48
2	44	44	44
3	50	50	
4	50	50	
5	45	45	45
6	43	43	43
7	46	46	46
8			
9			
10	50	50	<b>45,2</b>

TRAVE LIVELLO		5	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	36	36	36
2	46	46	
3	40	40	40
4	36	36	36
5	40	40	40
6	39	39	39
7	42	42	
8	39	39	39
9	40	40	40
10	46	42	<b>37,7</b>

TRAVE LIVELLO		4	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	45	45	
2	40	40	
3	38	38	38
4	45	45	
5	42	42	42
6	40	40	40
7	50	44	44
8	44	44	44
9			
10	50	45	<b>43,6</b>

TRAVE LIVELLO		3	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	44	44	44
2	50	50	50
3	50	50	50
4	46	46	46
5	44	44	44
6	52	52	
7	46	46	46
8	44	44	44
9			
10	50	52	<b>45,7</b>

TRAVE LIVELLO		2	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	45	45	45
2	48	48	48
3	45	45	45
4	48	48	48
5	50	48	48
6	44	44	44
7	49	49	
8			
9			
10	50	49	<b>46,8</b>

TRAVE LIVELLO		1	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	41	41	41
2	45	45	
3	36	36	36
4	39	39	39
5	37	37	37
6	46	46	
7	36	36	36
8	44	44	44
9			
10	46	45	<b>38,7</b>

PILASTRO LIVELLO		6	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	46	46	46
2	45	45	45
3	45	45	45
4	42	42	42
5	36	36	36
6	50	46	46
7	46	46	46
8	49	49	
9			
10	50	49	<b>43,8</b>

PILASTRO LIVELLO		5	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	50		
2	50	50	
3	47	47	47
4	45	45	45
5	50	50	
6	39	39	39
7	38	38	38
8	36	36	36
9	38	38	38
10	47	47	47
	50	50	<b>43,4</b>

PILASTRO LIVELLO		4	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	48	48	48
2	46	46	46
3	52		
4	40	40	40
5	43	43	43
6	47	47	47
7	42	42	42
8	49	49	
9	45	45	45
10	45	45	45
	52	49	<b>44,5</b>

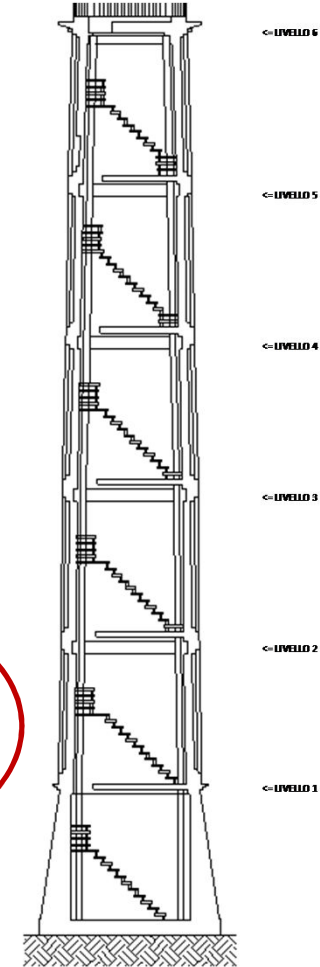
PILASTRO LIVELLO		3	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	50	50	
2	50	50	
3	50	50	50
4	50	50	50
5	50	50	50
6	47	47	47
7	47	47	47
8	52	52	52
9			
10	50	50	<b>50,8</b>

PILASTRO LIVELLO		2	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	40	40	
2	42		
3	40	40	
4	42		
5	36	36	36
6	38	38	38
7	40	40	
8	42		
9	38	38	38
10	42	40	<b>37,3</b>

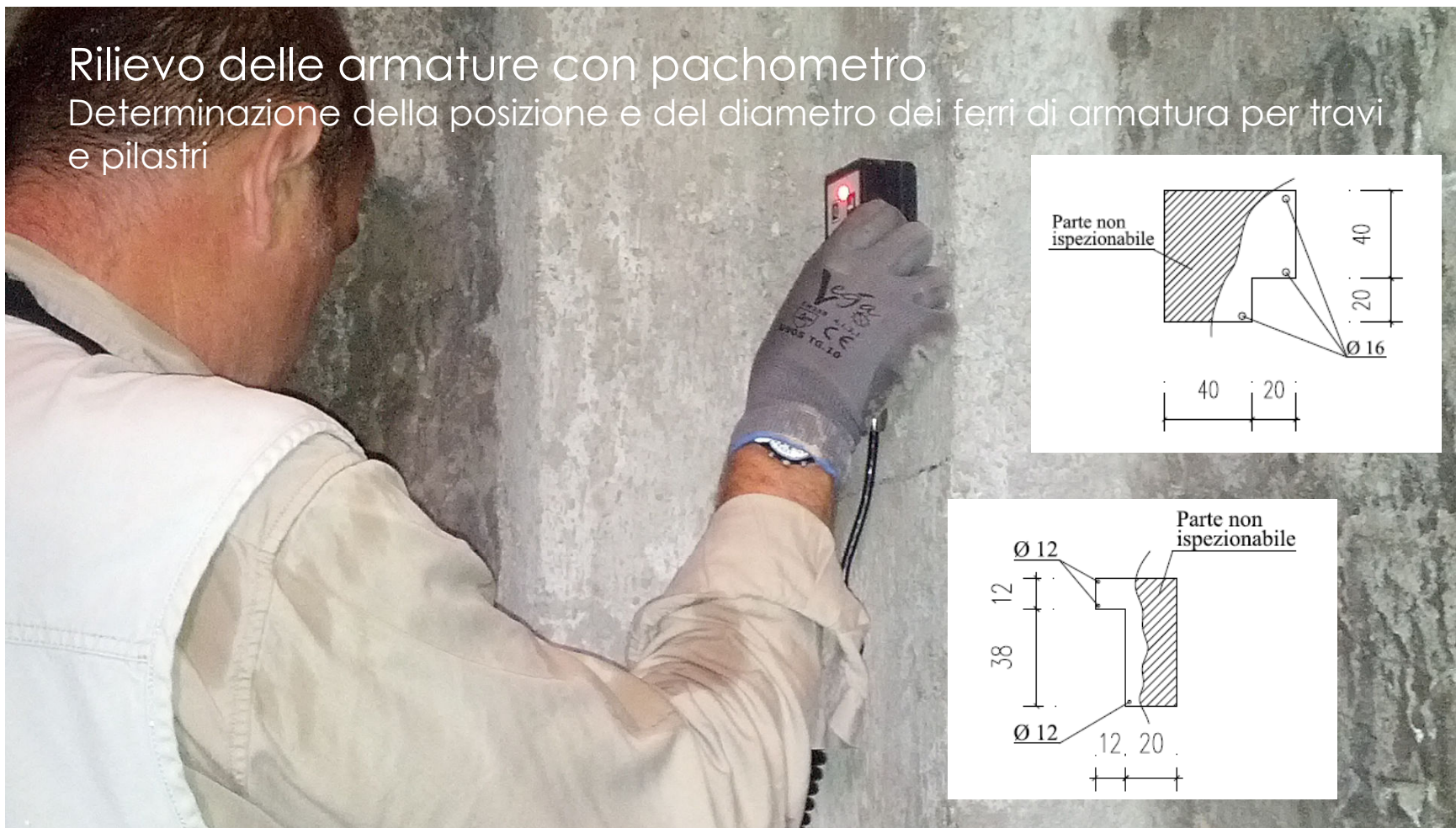
PILASTRO LIVELLO		1	
n.	lett.	1°sc.	2°sc.
1	44	44	44
2	44	44	44
3	38	38	38
4	46	46	46
5	53	53	53
6	40	40	40
7	50		
8	40	40	40
9	40	40	40
10	53	53	53
	50	53	<b>43,7</b>





## Prove sui materiali

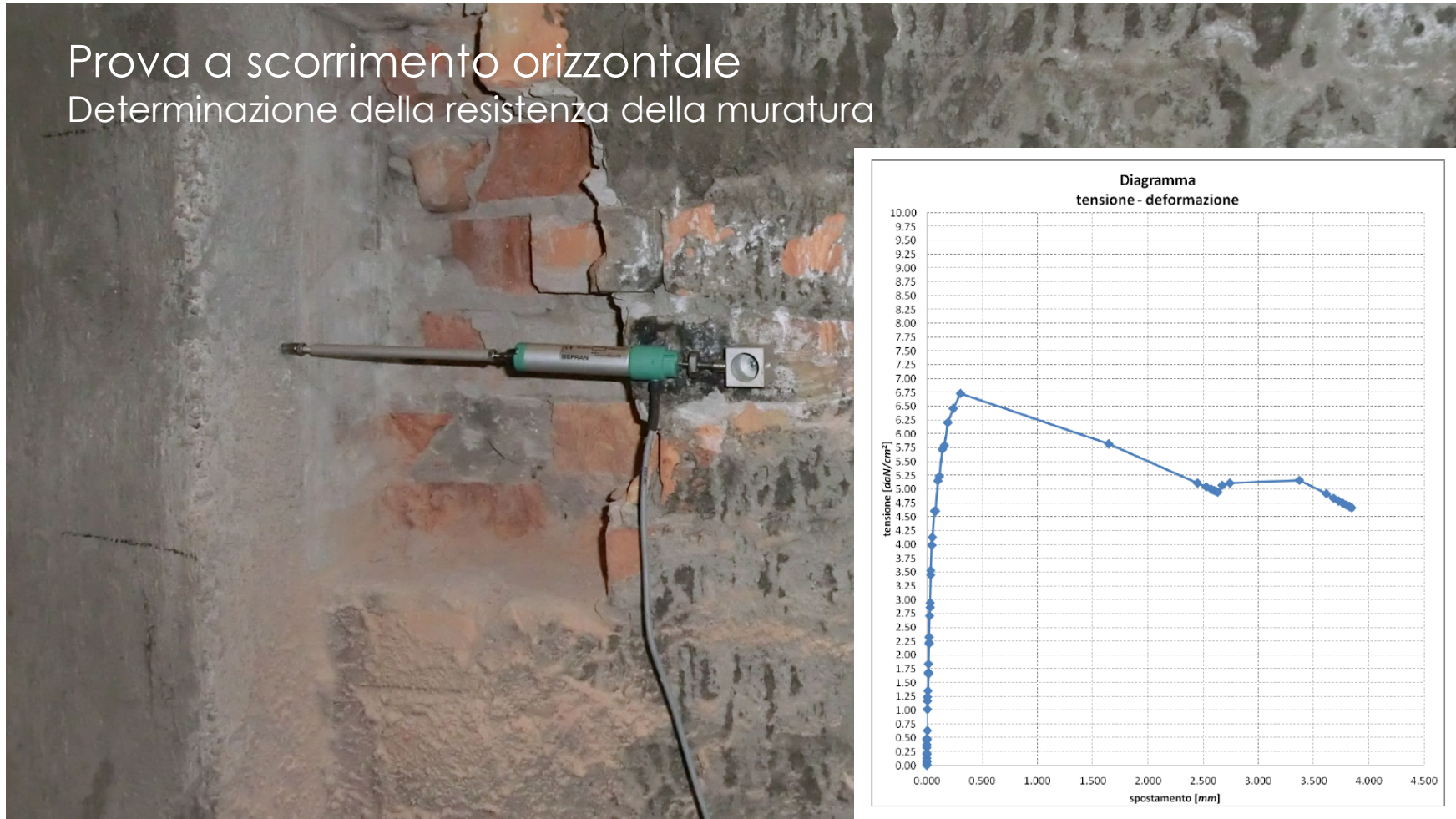
Rilievo delle armature con pachometro  
Determinazione della posizione e del diametro dei ferri di armatura per travi e pilastri





## Prove sui materiali

Prova a scorrimento orizzontale  
Determinazione della resistenza della muratura





## Prove sui materiali

Indagini petrografiche della malta di allettamento  
Determinazione della resistenza a compressione della malta



#### **4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Il presente studio è stato condotto svolgendo la caratterizzazione petrografica di due campioni di malta di allettamento prelevati dalle murature del campanile di Cazzago di Pianiga (VE).

Le malte analizzate sono simili tra loro.

Le malte analizzate sono tenaci al tatto.

Si riporta di seguito uno schema della composizione e della relativa classificazione dei materiali secondo il testo unico DM 14/01/2008, Parte 1, Capitolo 11, Tabella 11.10.IV (Classi di malte a composizione prescritta).

Camp.	Granulometria aggregato	Tipo legante	Tipo aggregato	Rapporto quantitativo	Classificazione secondo D.M. 14/01/2008
1	<4mm	Cemento e Calce	Ghiaia molto fine e Sabbia eterogenea	1/4	M 2,5 Bastarda
2	<4,5mm	Cemento e Calce	Ghiaia molto fine e Sabbia eterogenea	1/4	M 2,5 Bastarda

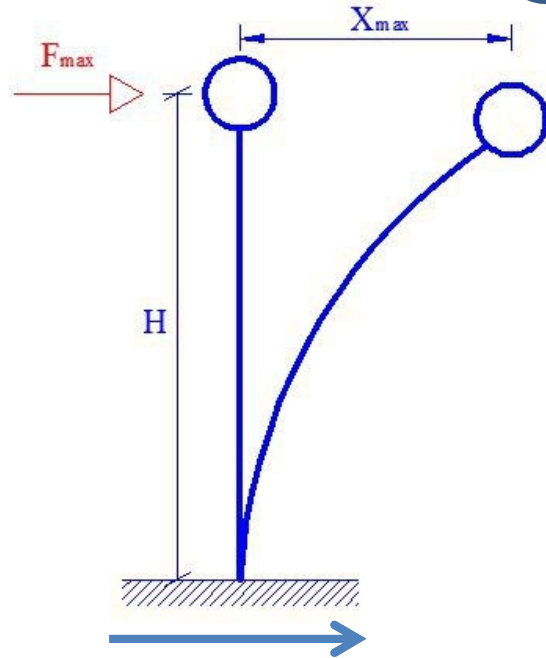
Schio, 30/09/2014

CMR srl  
Dr. Francesco Rizzi



## Analisi della struttura

Modello teorico  
Pendolo rovescio



Accelerazione sismica



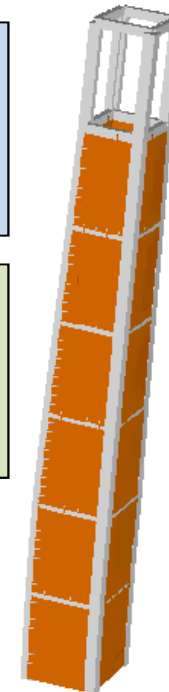
Modello numerico  
Simulazione al computer

Frequenza di oscillazione misurata sperimentalmente:

**f = 1,58 Hz**

Frequenza di oscillazione calcolata con modello numerico:

**f = 1,63 Hz**



Mode:1 1.63057 Hz (-70.1.64) DS:-2557.120





## **Risultati e conclusioni**

- La struttura si presenta buone condizioni
- Le prove sui materiali danno buoni risultati sulle caratteristiche meccaniche
- Vi è coerenza tra modello numerico e indagini sperimentali
- Le verifiche di resistenza dei materiali sono soddisfatte
- Non è necessario alcun rinforzo strutturale per sopportare l'azione sismica prevista da normativa per la nostra località



*Comunità Cristiana di San Martino*

---

**Grazie per l'attenzione**