

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahoo.it
www.rossittpnd.com

Sismica e campanili

Controllo dinamico e stabilità della struttura

Studio della vibrazione e dell'oscillazione sismica

Lo studio di queste particolari strutture è rivolto all'analisi delle vibrazioni indotte dalla forzante delle campane che spesso generano accelerazioni che sono comparabili o superiori di quelle di una azione sismica e che nel tempo creano danni irreparabili poco visibili che poi alla prima azione sismica non sono in grado di assorbire con crolli parziali o totali.

Dal 1985 mi occupo di beni culturali e la scelta di operare su campane e campanili è una scelta di passione per una struttura particolare che molto spesso viene trascurata e dimenticata.

Finalmente si sente parlare di monitoraggi, controlli, sorveglianza, era ora che si cominciasse a tener conto che la manutenzione gioca un ruolo fondamentale sulla conservazione degli edifici (anche per un risparmio di spesa).

Il più delle volte trascurare il controllo e la manutenzione degli edifici porta a problemi che successivamente con il verificarsi di alcuni eventi emergenziali portano al crollo o alla crisi strutturale.

Prendiamo in considerazione alcune norme di riferimento nel campo delle vibrazioni. Le prime origini sono con la DIN4150 in vigore prima degli anni '90 che introduce il concetto del disturbo indotto dalle vibrazioni, poi la UNI9513 sostituita con la 4989 e la 9916/94 sostituita dalla 11048 che è quella più attuale. Infine la 9614/2017 per la misura delle vibrazioni in ambito residenziale ma non esiste una norma specifica sulle vibrazioni antiche.

- DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen
- UNI 9513 - 4989 Vibrazioni e urti
- UNI 9916 del 1994 sostituita UNI 11048 criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici
- UNI – ISO 5348/2007 Vibrazioni meccaniche ed urti – montaggio degli accelerometri
- UNI 10985/2002 vibrazioni su ponti e viadotti
- UNI 9614/2017 misura delle vibrazioni negli edifici residenziali, criteri di valutazione e disturbo

STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

La 9916/94 alla tabella di seguito richiama al punto 3 anche le costruzioni che possono essere oggetto di tutela. I disturbi che si trasmettono alla struttura non possono avere valori di velocità di vibrazione superiori ai 3-4mm/s.

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s				
		Fondazioni			Piano alto	Solai Componente Verticale
		Da 1 Hz a 10 Hz	Da 10 Hz a 50 Hz	Da 50 Hz a 100 Hz ^{*)}	Per tutte le frequenze	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 (f=10 Hz) a 40 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 40 (f= 50 Hz) a 50 (f= 100 Hz)	40	20
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 (f= 10 Hz) a 15 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 15 (f= 50 Hz) a 20 (f= 100 Hz)	15	20
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 (f= 10 Hz) a 8 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 8 (f= 50 Hz) a 10 (f= 100 Hz)	8	3/4

*) Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.

Ancora alla tabella successiva si parla, sempre relativamente alla classe dell'edificio, che nel caso di frequenze compressive, questo valore di velocità si riduce ancora di più (inteso come limite di sicurezza più che come valore limite).

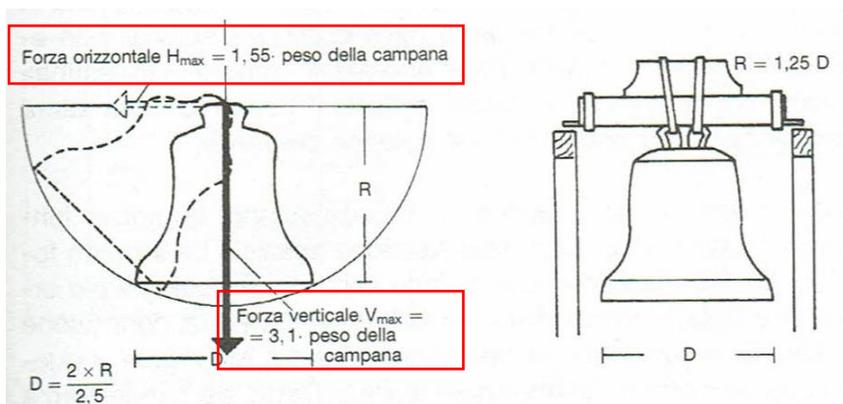
Valori di riferimento per le componenti orizzontali della velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni durature sulle costruzioni

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s (per tutte le frequenze)
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	10
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	2,5

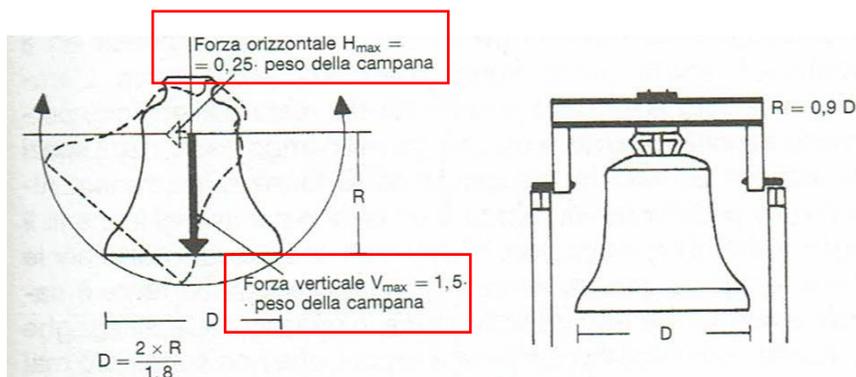
ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittofnd.com

La 11048 è l'unica che parla di campane e da alcune indicazioni puntuali su quelle che sono le sollecitazioni dinamiche prodotte da una campana. Nel caso noi avessimo una campana completamente oscillante, detta "a slancio" in cui la massa oscillante crea delle masse dinamiche molto forti, il peso proprio della campana, moltiplicata per 1.55 porta alla spinta orizzontale dovuta all'oscillazione. Nella fase di discesa della campana la forza verticale in sede dinamica può avere un coefficiente di 3.1 rispetto al peso proprio della campana.



Se si riesce a ridurre il baricentro di rotazione e quindi portarla alla mezza ambrosiana, tre quarti ambrosiana, ambrosiana, ecco che si può raggiungere un coefficiente di spinta orizzontale sopra citato pari a 0.25 volte il peso della campana e a 1.5 considerando la spinta verso il basso.



STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

ESEMPIO 1

Esempio del Friuli Venezia Giulia

Sono visibili delle lesioni dovute all'incastro della castella campanario con la cella muraria il più delle volte ancorati in zone fragili. I disturbi derivanti dal funzionamento delle campane possono arrivare fino a terra.

In questo studio si è deciso di controllare le velocità per capire l'impatto dell'uso della campana ancorata sull'intero campanile riflettendo sulla relazione che questo funzionamento possiede con il trasferimento a terra delle velocità. Una volta posizionati i velocimetri, le campane agiranno come sistema forzante. Così facendo è possibile osservare anche gli effetti roto-traslazionali.



STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittopnd.com



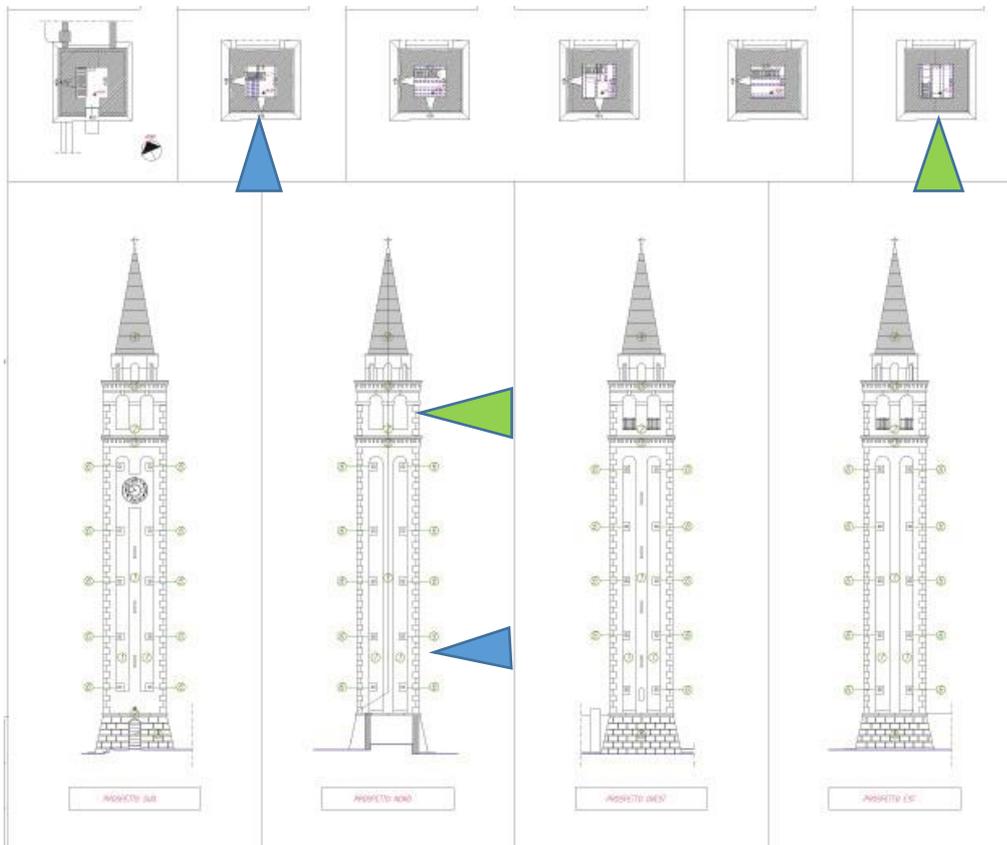
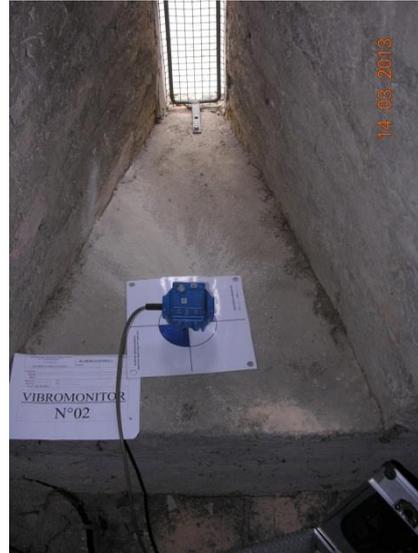
Le misure a terra dovrebbero corrispondere a bassi valori, risultato che invece non viene riscontrato, anzi, si notano over flow cioè il superamento delle soglie imposte a 10-15 mm/s.

Per approfondire lo studio del sistema si è valutata l'esistenza di una correlazione tra i dati fessurativi e l'uso delle campane: in certi casi si otteneva un residuo dopo un periodo di prova di circa mezzora. Chiaramente, su un campanile di 40m di altezza un aumento dell'inclinazione di qualche grado fornisce in cima alla struttura qualche mm di spostamento. In una anno le ore di funzionamento complessivo delle campane arrivano a 50-70 ore. Tutto questo continuo di fenomeni impulsivi ci porta a dire che la situazione del campanile non è stabile.

STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahoo.it
www.rossittpnd.com

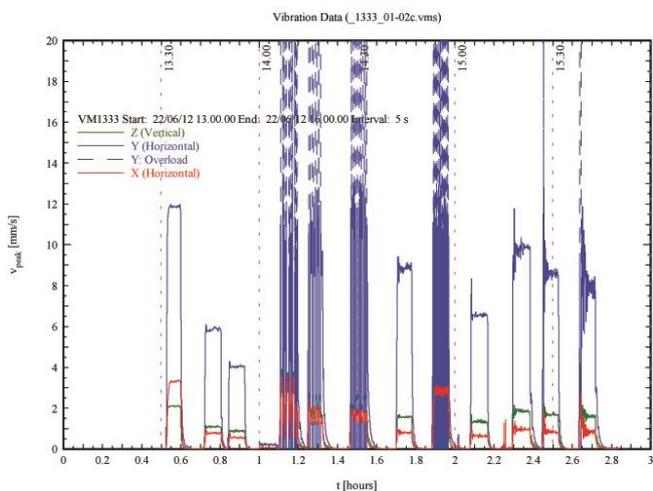


STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

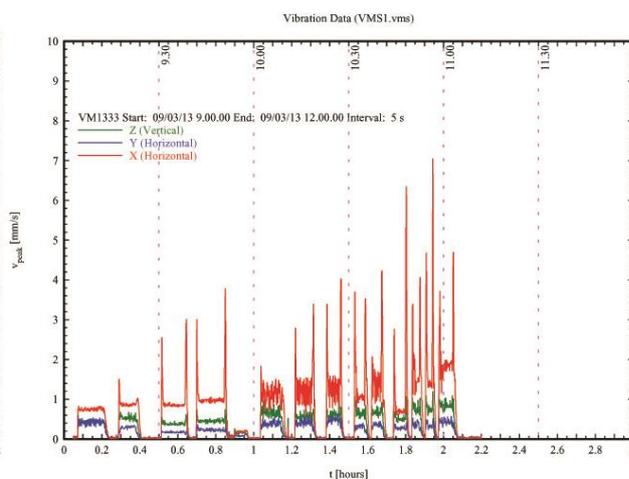
ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
 Mestre (VE) 30172
 TEL (041)959294
 FAX (041)2683660
 e-mail:rossitto.francesco@yahoo.it
 www.rossittpnd.com

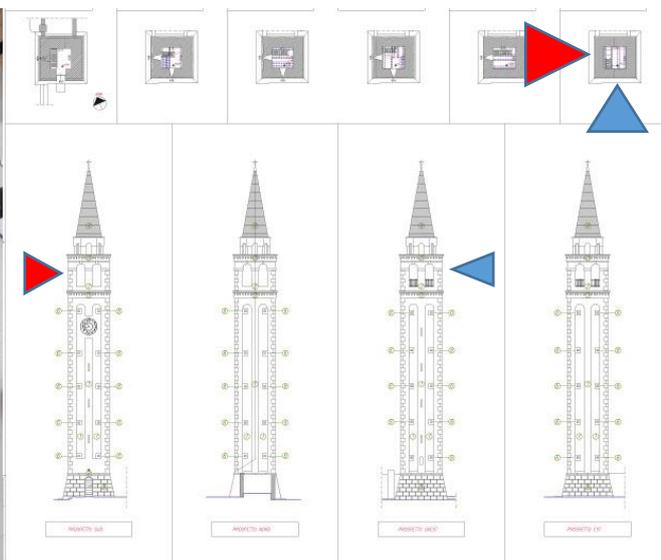
VMS 1 ALTO CELLA



VMS 2 BASSO 1° LIVELLO



Volendo fare un corretto monitoraggio bisognerebbe monitorarlo almeno un anno per permettere di ridurre l'influenza degli effetti termici, soprattutto in strutture come i campanile.



INCLINOMETRI

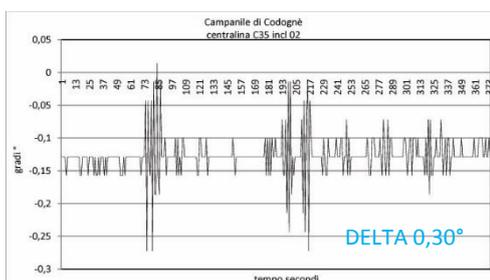
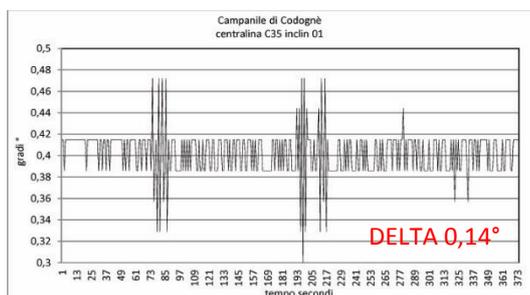
STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

INCLINOMETRO NORD-SUD

INCLINOMETRO EST-OVEST

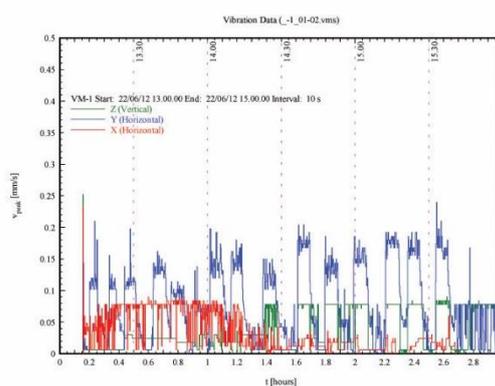
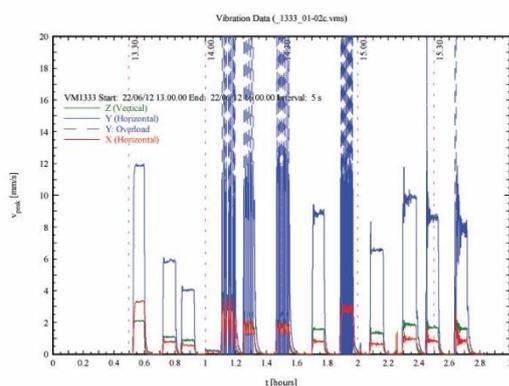


ESEMPIO 2

I risultati delle analisi dinamiche qui sono oltre i 20mm/s che significa una trasmissione in cella veramente violenta non solo per la campana accoppiata con le altre ma anche con le campane singole.

A terra si evidenziano anche punte di 7mm/s quindi non c'era praticamente nessun tipo di attenuazione, la trasmissione avveniva completamente per cui i danni lungo il campanile avevano una loro logica, un loro motivo di essere.

Prima dell'intervento



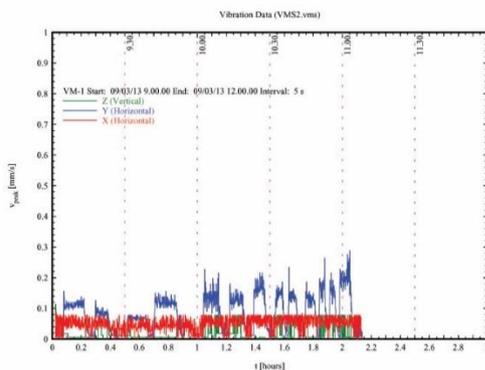
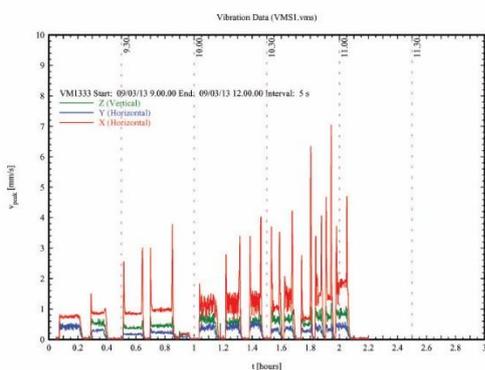
A questo punto abbiamo deciso di fare degli interventi tradizionali cioè quello di usare degli attenuatori sismici elastomerici. Questo ci porta ad avere un beneficio che non è un beneficio totale ma parziale. Può tagliare le frequenze di vibrazione, può tagliare le velocità ma non taglia l'aspetto dinamico di questo spostamento e di questa forzante, quindi non risulta sempre sufficiente.

STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

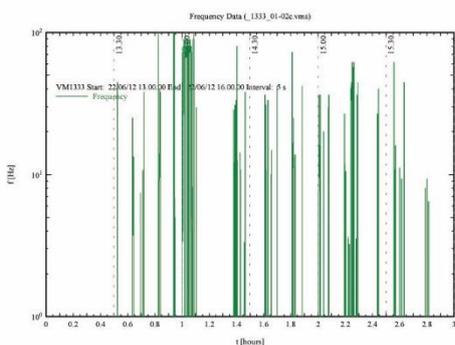
Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

Dopo l'intervento

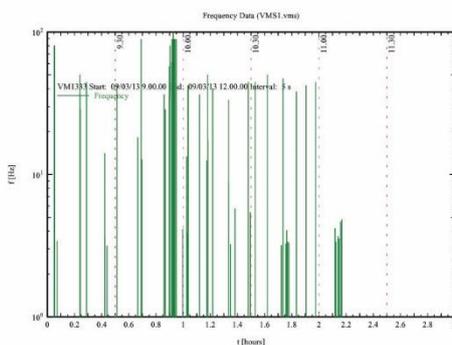


Oltretutto le frequenze di vibrazione delle onde sono un ulteriore fenomeno da tenere in considerazione che non è la frequenza di vibrazione dinamica di una struttura muraria, stiamo parlando di frequenza delle onde. Fino a 50 Hz si può dire che in fondo possono essere dei valori accettabili, quando si oltrepassano i 50 Hz possono crearsi delle amplificazioni di vibrazione, simile ad un effetto di risonanza.

Prima dell'intervento



Dopo l'intervento



L'accoppiata dei due sistemi porta quindi ad un aumento del danno e di cedimento della struttura. Questo ragionamento dimostra come non sia sufficiente controllare solo le velocità ma anche la frequenza di vibrazione.

Con l'aiuto della tecnologia è stato valutato l'effetto dinamico sulla struttura in termini di accelerazioni ottenendo dei valori che sono simili, se non addirittura superiori e in alcuni casi notevolmente superiori, a quelli di una accelerazione sismica anche non riferita alla zona in cui sorge il fabbricato.

Questo ha portato a fare delle scelte perché in certi casi specifici l'accelerazione era talmente elevata che risultava incompatibile con la frequenza di vibrazione del campanile.

STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

Per poter valutare l'efficacia dell'applicazione di sistemi di attenuazione sismica in modo efficace, oltre alla classica modellazione strutturale, più o meno veritiera e puramente teorica, si è preferito utilizzare delle strutture reali con forzanti reali a cui applicare il sistema inventato e progettato dal sottoscritto, misurando "in banco" le deformazioni ed accelerazioni reali, e perfezionando il sistema con diverse tipologie di strutture della cella campanaria, con diverse campane allineate in senso orizzontale, o in verticale a più livelli.



Considerato che gli attenuatori sismici elastomerici svolgono la loro funzione limitatamente agli effetti vibrazionali e non deformativi, abbiamo diretto i nostri studi a trovare un sistema che permettesse di eliminare quasi l'80% della massa oscillante, tenuto conto che il sistema semplice dell'oscillatore semplice con la massa in sommità, ben si adatta alla struttura campanaria, ed il castello con le campane che può raggiungere facilmente anche le 30 tonnellate, hanno un contributo verosimile alla massa dell'oscillatore.

Ora nell'uso normale di un campanile la forzante delle campane possono assumere un sistema equivalente alla forzante sismica in quanto le oscillazioni sono paragonabili tra loro se non di ordine superiori quelle della massa oscillante in fase di funzionamento.

Quindi se si elimina la massa oscillante si riduce l'azione continua oscillatoria riducendo quasi dell'80% l'effetto dinamico della massa oscillante.

Inoltre nella rifasatura del sistema oscillatorio delle campane, nel caso ritenuto necessario, si porta ad avere un'accelerazione dinamica da un tipo tipicamente impulsivo ad uno armonico, riducendo l'effetto del danno del fenomeno impulsivo, pur permettendo l'uso tradizionale del sistema campanario.

Utilizzando questo sistema si permette di arrivare a buoni livelli di miglioramento sismico del campanile in quanto la massa oscillante intesa come massa statica nella modellazione strutturale, potendola ridurre dell'80%, da un interessante contributo agli stati limite sia di esercizio, che di danno, che di vita.

STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

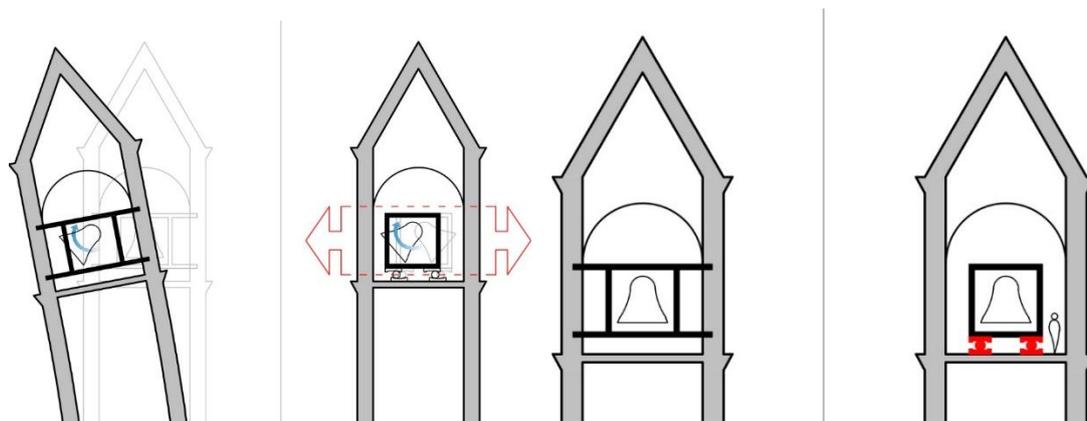
Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittoond.com

Spesso si effettuano grandi irrigidimenti cercando di modificare la frequenza di vibrazione naturale della struttura allontanandola dalla frequenza del terreno, con misure di micro-sismica. In tutto questo c'è da dire che pochi professionisti in realtà fanno le misure misurando direttamente le frequenze naturali del terreno confrontandole poi con quelle dell'edificio. Solo questo sarebbe già importante per capire che margini di sicurezza ci sono per l'edificio in corso di analisi.

Possiamo paragonare i manufatti al corpo umano: se la pressione massima e minima risultano vicine ci sia avvicina al collasso, lo stesso succede tra terreno e fabbricato: quando le rispettive frequenze si avvicinano tendono ad andare in risonanza e quindi al collasso della struttura.

In tutto questo non è detto che il problema possa essere lo strato rigido in profondità quindi non è esclusivamente necessario preoccuparsi solo di questo.

Proprio spinti dalla necessità di trovare un sistema che togliesse per la maggior parte degli effetti a quello che era la spinta dinamica delle campane alla fine si è scelto di misurare concretamente velocità, spostamenti e accelerazioni per andare a fare una serie di confronti per capire quale fosse il miglioramento da indurre all'edificio.



Quindi andando a guardare le velocità e confrontandole tra loro con le sovrapposizione delle varie combinazioni e andando a rivedere quelle che possono essere gli effetti di moto armonico e disarmonico tra l'intervento e il progresso ci siamo accorti che alla fine diventava difficile accettare i soli benefici dell'attenuatore sismico tradizionale.

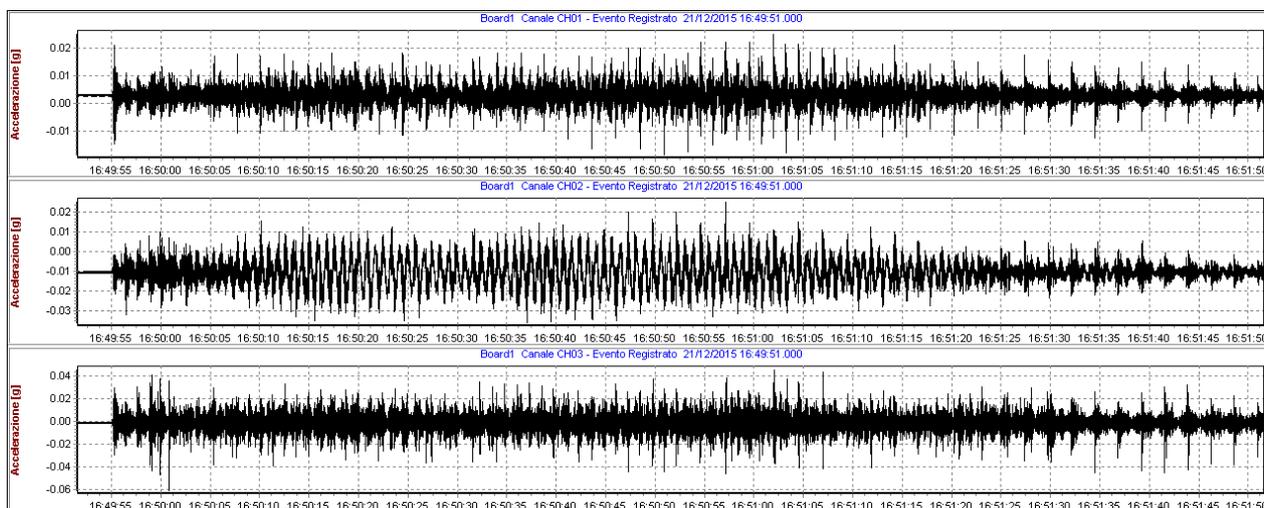
Perciò è stato studiato questo sistema di scorrimento- traslazione che permettesse di avere la massa con un movimento autonomo fornendo garanzie su tutte e tre le direzioni.

STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

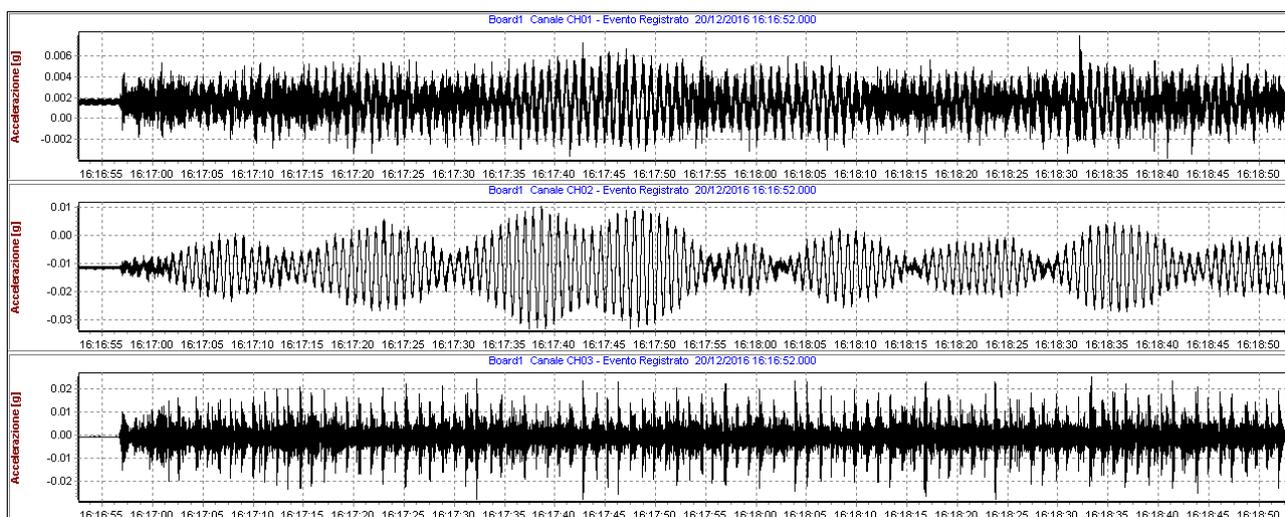
ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

Prima dell'intervento



Dopo l'intervento



STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

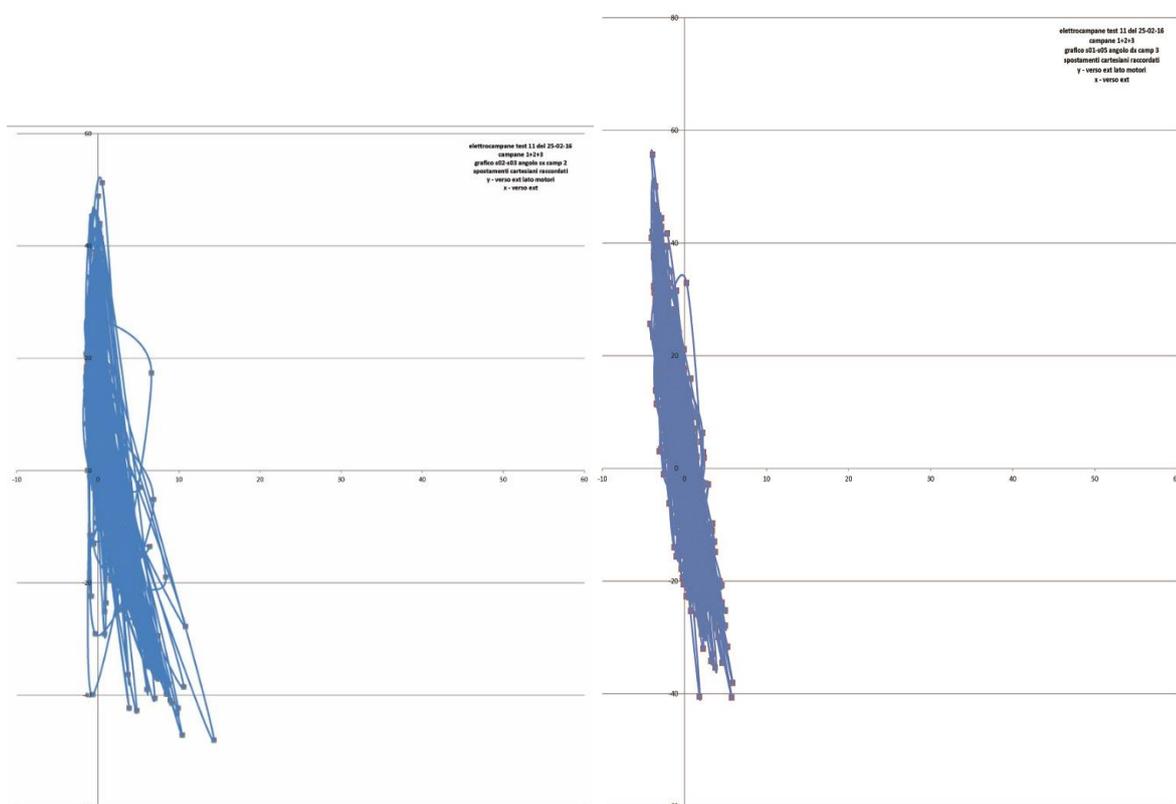
ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

Quando si vanno a vedere dei punti di max e min delle accelerazioni si ottengono una serie di grafici compatti dove si comincia a capire che le forzanti in accelerazione sono proporzionate a quelle che sono le accelerazioni sismiche più simili a quelle del luogo se siamo in zona 1 o 2, mentre superiori al luogo se siamo in zona 3 o 4.

Le accelerazioni dalle misure iniziali si riducono di oltre il 50% dando un beneficio oltre che alla struttura campanile anche alla struttura cella campanaria delle campane, riducendo le sollecitazioni strutturali della forzante.

Bisogna anche tener conto che l'eccentricità delle campane per posizione e per peso portano ad avere delle rotazioni e torsioni del castello di supporto che si trasmetterebbero necessariamente alla struttura campanaria e che invece con il sistema realizzato si eliminano quasi integralmente.



STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

Se si fosse realizzato un sistema traslatorio unidirezionale non si sarebbe potuto contenere la rotazione e torsione e quindi necessariamente doveva avere un sistema bi-direzionale, ma ancora al termine del suo movimento il sistema deve necessariamente tornare nelle condizioni iniziali con una tecnologia autocentrante, e per questo si è lavorato anche nella terza dimensione. Il sistema quindi diventa così un sistema meccanico tridimensionale.

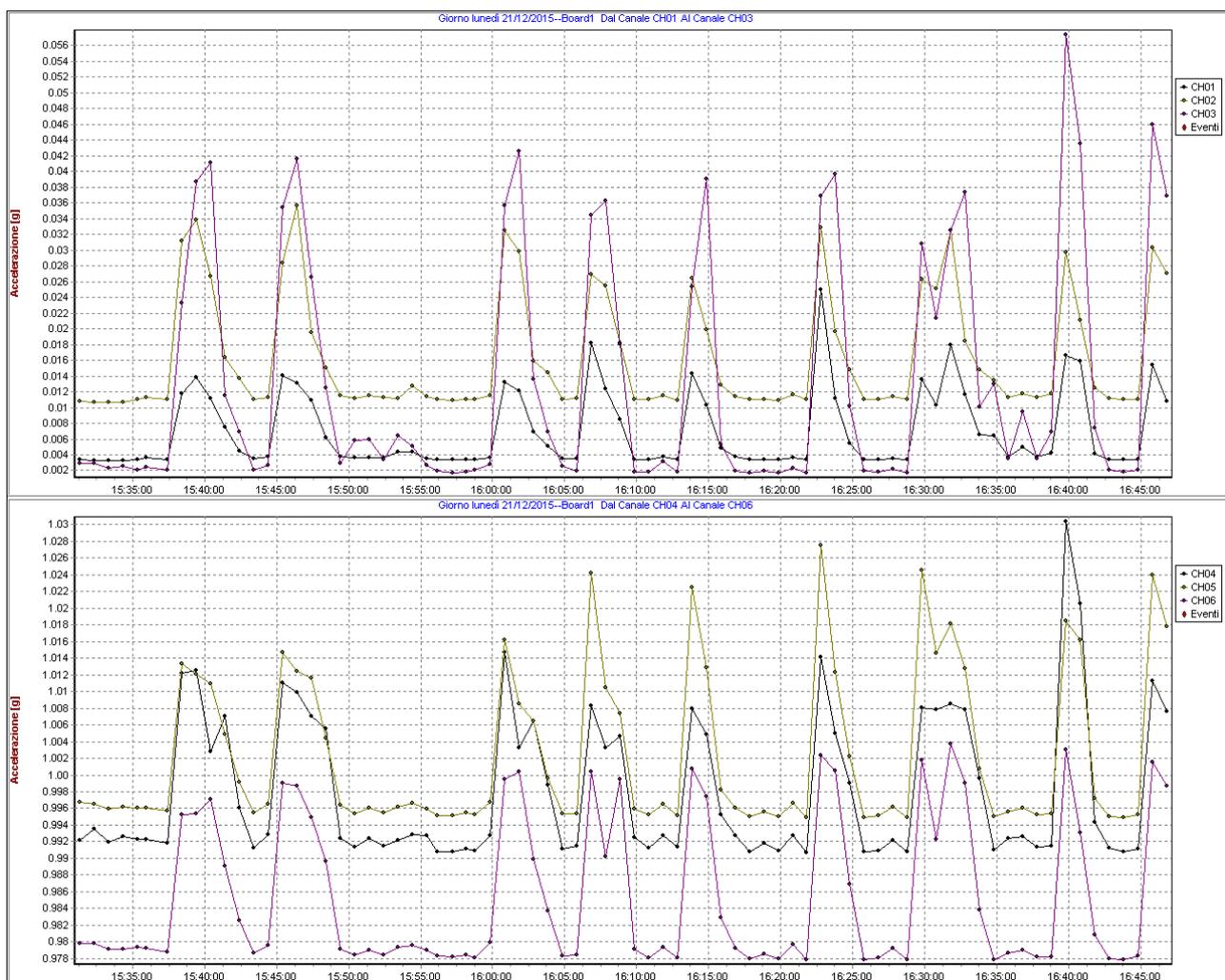


STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

Prima dell'intervento

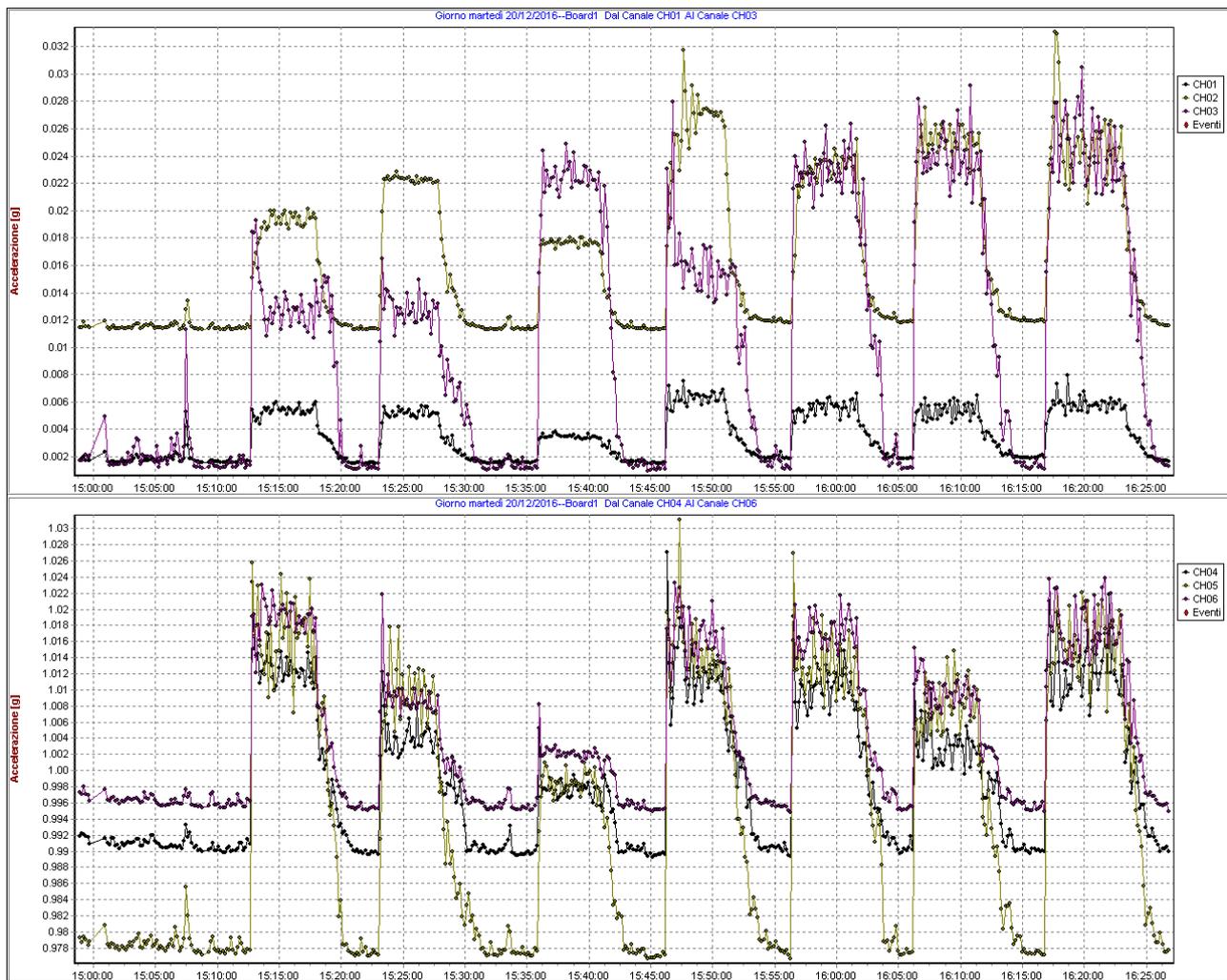


STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

Dopo l'intervento

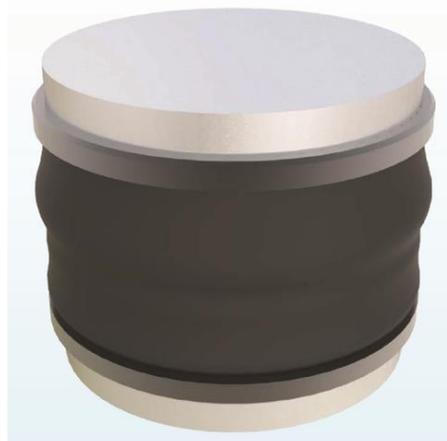
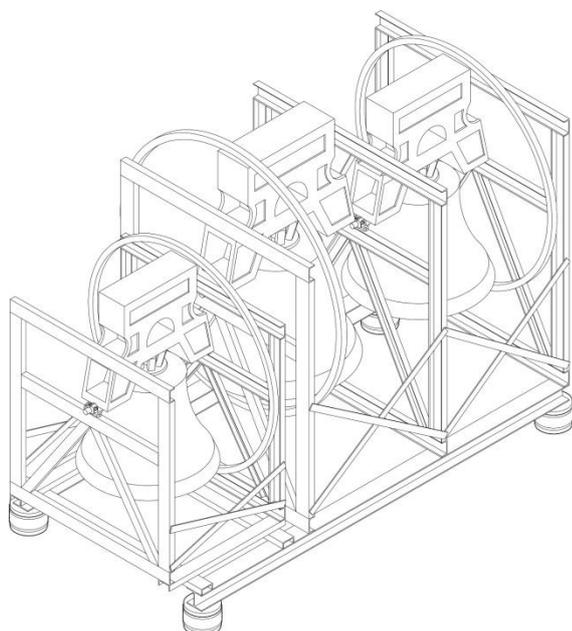


STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahoo.it
www.rossittpnd.com

Il sistema quindi che si è ideato è questo sistema traslativo tridimensionale con questo schema meccanico



Sistema di scorrimento nel piano orizzontale, con capacità di auto centramento, collocato alla base della struttura contenente le campane.

Trattasi di due piatti con interposta un sistema di scorrimento d'acciaio. Un disco è fissato al castello ed uno sul piano d'appoggio; queste non hanno una superficie casuale, ma è diversa a seconda del castello e delle campane che verranno munite del sistema BELLPAD SEISMIC®. Vengono costruite con speciali leghe d'acciaio e contenute in una tazza di facile assemblaggio, così da ridurre i costi di produzione e manutenzione.

Per lasciare libero lo scorrimento in tutte le direzioni e, allo stesso tempo, attenuare il movimento nei limiti massimi di progetto, vi è stata accoppiata una gomma elastomerica appositamente progettata da essere elastica, altamente deformabile, resistente all'usura e allo stress provocato dai spostamenti.

Il sistema è così configurato in modo tale da limitarne possibili inconvenienti tecnici derivanti da impurità, sporco e sostanze estranee.

STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahooo.it
www.rossittpnd.com

Altri tipi di realizzazioni non potrebbero essere utilizzate, in quanto le masse in movimento farebbero uscire dalla sede il castello con conseguenti danni all'intera opera architettonica.

Sistema di contenimento degli spostamenti e rallentamento, ovvero dei pistoni ammortizzatori che hanno il compito di rallentare la struttura senza respingerla, così da ridurre l'energia del movimento ed evitare una spinta inversa, diminuendone l'accelerazione.

Sistema di sicurezza che Interviene togliendo l'alimentazione elettrica, lasciando che la struttura si rallenti naturalmente, senza blocchi immediati che potrebbero danneggiare il castello e le campane.



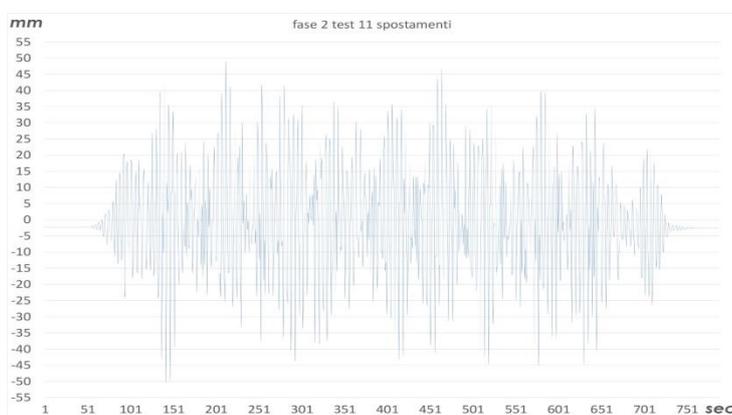
Viene posto un sensore di fine corsa su ogni pistone, che si attiverà nel momento di un possibile raggiungimento dello spostamento massimo calcolato nel progetto. Inoltre il sistema invierà un segnale di allarme ai relativi proprietari della struttura ed alla ditta incaricata alla manutenzione, in modo da ridurre al minimo i costi di verifica e ripristino.

STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahoo.it
www.rossittopnd.com

Riduzione delle vibrazioni provocate dal suono. Il sistema dà un contributo migliorativo anche nel campo delle vibrazioni, che vengono indotte dalla battuta del battocchio sulla campana; il problema è molto delicato e complesso, tale da produrre danni gravi alla struttura delle campane, ma anche a quella del campanile stesso, con il verificarsi di danni visibili e con il relativo rischio di crollo.



BELLPAD SEISMIC® è un sistema adatto a qualsiasi configurazione del castello campanario, con una o più campane disposte anche su piani sovrapposti.

Annula le oscillazioni e le torsioni provocate dalle importanti e differenti masse in movimento.

Non è vincolato alle pareti del campanile, ma si appoggia alla struttura portante, aumentando la libertà di accesso alla cella campanaria, semplificando le operazioni di manutenzione dei luoghi nel tempo.

Riduce il quantitativo di materiali utilizzati nell'opera e i danni provocati dal concerto delle campane, con il relativo abbattimento dei costi di ristrutturazione dell'intero bene architettonico.



STUDIO DI INGEGNERIA - PROGETTAZIONE - ANALISI STRUTTURALE
PROVE NON DISTRUTTIVE - DIAGNOSTICA - COLLAUDI
LAVORI SPECIALI

ING. FRANCESCO ROSSITTO

Corso del Popolo 50
Mestre (VE) 30172
TEL (041)959294
FAX (041)2683660
e-mail:rossitto.francesco@yahoo.it
www.rossittopnd.com

Non ha solamente l'obiettivo di mettere in sicurezza nell'uso quotidiano, ma anche nella probabile sovrapposizione di effetti provocati da un terremoto.

Su BELLPAD SEISMIC® sono stati fatti vari test e collaudi in laboratorio con differenti configurazioni e risultati che dimostrano la versatilità e l'affidabilità del sistema.

Normative di riferimento:

DM 14-01-2008

UNI EN 1090 I

DIN 4150 parte III

UNI 9916

ISO 4866

DIRETTIVA MACCHINE

L'inventore e consulente tecnico

Ing. Rossitto Francesco



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be 'F. Rossitto'. Below the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text 'ORDINE INGEGNERI della PROVINCIA DI VENEZIA' around the perimeter, 'ING. FRANCESCO ROSSITTO' in the center, and 'N. 1454' at the bottom. The stamp is slightly faded and partially overlaps the signature.